ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์

Taxi Meter Receipt Printer

ชื่อนักศึกษา

1. นายกิติชน	สุขรุจิ	รหัสประจำตัว	45035373
2. นายจิรายุ	สุรำไพ	รหัสประจำตัว	45035379
3. นายบัณฑิต	ศิลประเสริฐ	รหัสประจำตัว	45035389
4. นางสาวสลิลพรรณ	ดำฤทธิ์	รหัสประจำตัว	45035405

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.กิติพงศ์ มะโน

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	
2. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	
3. อาจารย์พงษ์เกียรติ	เชษฐพิทักษ์สกุล	
4. ผศ.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	
5. อาจารย์ประเสริฐ	เคนพันค้อ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันเสาร์ที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546 เวลา 13:00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(นายสุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 31 เดือน พ.ย. พ.ศ. 46

<BT4610082>

เครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์

TAXI METER RECEIPT PRINTER

นายกิติชน สุขรุจิ
นายจิรายุ สุรำไพ
นายบัณฑิต ศิลประเสริฐ
นางสาวสลิลพรรณ ดำฤทธิ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51863
วัน,เดือน,ปี - 3 ส.ค. 2547

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์

Taxi Meter Receipt Printer

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของMicrocontroller, Meter, Printerแบบ Dot-matrix, Smart Card
2. เพื่อออกแบบระบบการทำงานรวมกันของ Microcontroller Meter Printerแบบ Dot-matrix และSmart Card
3. เพื่อสร้างเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์
4. เพื่อนำเอาเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์ ไปใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับ Microcontroller, Meter, PrinterแบบDot-matrix, Smart Card
2. ได้วงจรการทำงานร่วมของ Microcontroller Meter PrinterแบบDot-matrix และ Smart Card
3. ได้เครื่องต้นแบบเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์
4. ได้ผลจากการทดลอง เครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์
5. สามารถเอาเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์ไปใช้งานจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์	
นักศึกษา	นายกิติชน	สุขรุจิ
	นายจิรายุ	สุรำไพ
	นายบัณฑิต	ศิลประเสริฐ
	นางสาวสลิลพรรณ	ดำฤทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.กิติพงค์	มะโน
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C55WD ซึ่งได้ออกแบบการทำงานของชุดวงจรเป็นสี่ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนของการทำงานของมิเตอร์แท็กซี่ ซึ่งเป็นการคำนวณค่าโดยสารตามระยะทางและเวลาที่ใช้จริงส่วนที่สอง เป็นส่วนที่แสดงค่าโดยสารและเวลาที่ใช้อยู่ในการเดินทางโดยการแสดงผ่านแอลอีดีเจ็ดส่วน ส่วนที่สาม เป็นส่วนที่รับข้อมูลจากบัตรสมาร์ตการ์ด ส่วนที่สี่เป็นการเชื่อมต่อการทำงานระหว่างชุดหลักกับเครื่องพิมพ์ เพื่อทำการพิมพ์ใบเสร็จบอกเวลา ระยะทาง ราคา และข้อมูลของพนักงานขับรถ ซึ่งจะทำให้เราทราบรายละเอียดทั้งหมดหรือนำใบเสร็จนั้นไปใช้ประโยชน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Taxi Meter Receipt Printer	
Students	Mr.Kitichon	Sukaruji
	Mr.Jirayu	Surumpai
	Mr.Bundit	Sillprasert
	MissSalilpan	Dumrit
Advisor	Mr.Amornchai	Chaichana
Co-Advisor	Assist.Prof.Kitipong	Mano
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Electronics and Computer	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

This thesis percents about designing Taxi Meter Receipt Printer by using microcontroller 89C55WD which is designed for working system of circuit in four parts. Part 1 is a working process of taxi meter that is calculation of taxi fare by distance and the real using time. Part 2 is a part which shows taxi fare and time in trip through LED 7 Segment. Part 3 receipt data of smartcard. Part 4 link of working between control board and printer that is used for sisuring receipt. This receipt will show all details such as time, distance, price, a trip and all fares. All can use it in the other useful may.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์อมรชัย ชัยชนะ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ คณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 หลักการเบื้องต้นของแท็กซี่มิเตอร์	3
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS AT89C55WD	6
2.3.1 รายละเอียดของขาใช้งาน	8
2.3.2 คุณลักษณะของออสซิเลเตอร์	10
2.4 บัตรข้อมูล	10
2.4.1 การเชื่อมต่อชิปสมาร์ตการ์ด	10
2.4.2 การรีเซตชิปสมาร์ตการ์ด	13
2.4.3 ส่วนประกอบของข้อมูล ATR (Answer To Reset)	15
2.4.4 การเลือกชนิดโปรโตคอลสำหรับติดต่อกับสมาร์ตการ์ด	18
2.4.5 โปรโตคอล I^2C (inter - Integrated circuit)	19
2.4.6 โปรโตคอล T=0	21
2.4.7 โปรโตคอล T=1	22
2.4.8 โปรโตคอล APDU	26
2.4.9 การเชื่อมต่อชิปสมาร์ตการ์ด	27
2.4.10 บัตรสมาร์ตการ์ด SLE4442	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5 การติดต่อกับเครื่องพิมพ์	29
2.6 ตัวตรวจจับระยะทางที่รถวิ่ง	31
2.7 ทฤษฎีการใช้งาน DS1307	32
2.7.1 หน้าที่และการใช้งานขาสัญญาณของ DS1307	33
2.7.2 การต่อ DS1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์	34
2.7.3 การจัดตำแหน่งหน่วยความจำใน DS1307	34
2.8 การเปรียบเทียบค่าโดยสารตามระยะทาง	35
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	38
3.1 กล่าวนำ	38
3.2 วงจรควบคุม	39
3.3 โครงสร้างของเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์	44
3.3.1 การออกแบบแผงควบคุม	44
3.3.2 การออกแบบกล่องและการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ	46
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	48
4.1 การทดลองส่วนของวงจรควบคุมจากบอร์ดควบคุม	48
4.2 การทดลองส่วนของใบเสร็จค่าบริการ	50
บทที่ 5 บทสรุป	52
5.1 สรุป	52
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	52
5.3 แนวทางการพัฒนา	52
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	55
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	57
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	65
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	69
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	92
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ประวัติผู้แต่ง	117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การคิดค่าบริการ	4
2.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของ AT89C55WD	7
2.3 ส่วนประกอบของโปรโตคอล APDU	25
2.4 สัญญาณรับส่งข้อมูลกับเครื่องพิมพ์	29
2.4 (ต่อ) สัญญาณรับส่งข้อมูลกับเครื่องพิมพ์	30
2.5 แผนผังรีจิสเตอร์ตำแหน่งต่างๆ	35
2.6 เปรียบเทียบค่าโดยสารตามระยะทาง	36
2.6 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าโดยสารตามระยะทาง	37
ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	66
ค.2 รายการอุปกรณ์วงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	66
ค.3 รายการอุปกรณ์วงจรสมาร์ตการ์ด	67
ค.4 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมรวม	67
ค.4 (ต่อ) รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมรวม	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนผังการทำงานของเครื่องคิดค่าโดยสาร	3
2.2 การทำงานของอินเตอร์รัพ 0 (INTO) และไทม์เมอร์ (Timer 0)	5
2.3 การจัดขาของ MCS AT 89C55WD	10
2.4 สัญญาณของการสื่อสารแบบซิงเกิลบัส	12
2.5 ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลกับสมาร์ตการ์ด	13
2.6 แผนผังเวลาการทำงานรีเซตชิปสมาร์ตการ์ด	14
2.7 ข้อมูล อักขระภาวะเริ่มต้น	15
2.8 โครงสร้างและส่วนประกอบของข้อมูล ATR	18
2.9 สัญญาณเริ่มต้นและสิ้นสุดการส่งข้อมูล	19
2.10 การอ่านข้อมูลด้วยโปรโตคอล I^2C	20
2.11 การเขียนข้อมูลด้วยโปรโตคอล I^2C	20
2.12 รูปแบบคำสั่งของโปรโตคอล T=0	21
2.13 แผนผังเวลาของการรับส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล T=0	21
2.14 ข้อมูลตอบกับจากชิปสมาร์ตการ์ดในโปรโตคอล T=0	22
2.15 รูปแบบของโปรโตคอล T=0	22
2.16 รูปแบบการรับส่งข้อมูลในโปรโตคอล T= 0	23
2.17 รูปแบบการส่งข้อมูล S block จากสมาร์ตการ์ด	24
2.18 รูปแบบชุดคำสั่งของโปรโตคอล APDU	24
2.19 การส่งชุดคำสั่งให้แก่ชิปสมาร์ตการ์ดทั้ง 4 แบบ	25
2.20 ข้อมูลตอบกลับจากสมาร์ตการ์ดทั้ง 2 แบบ	26
2.21 ตัวอย่างวงจรสำหรับติดต่อกับชิปสมาร์ตการ์ด	27
2.22 การจัดหน่วยความจำใน SLE4442	28
2.23 สัญญาณที่ใช้ติดต่อกับเครื่องพิมพ์	29
2.24 ตัวตรวจจับระยะทางที่รถวิ่ง	32
2.25 แผนผังโครงสร้างภายใน DS1307	33
2.26 การจัดขาของ DS1307	34
2.27 การต่อ DS1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 ผังการทำงานของเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่	38
3.2 ส่วนรับสัญญาณจากเซนเซอร์	40
3.3 เซนเซอร์ที่ใช้กับความเร็วรอบ	40
3.4 วงจรใช้งานสวิตช์	41
3.5 วงจรติดต่อบัตรสมาร์ตการ์ด	42
3.6 วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	43
3.7 วงจรควบคุมร่วม	45
3.8 การจัดวางอุปกรณ์	46
3.9 การออกแบบกล่อง	47
4.1 การต่อวงจรแสดงผล	48
4.2 การแสดงผลทางแอลอีดี	49
4.3 ผลจากการทดลองกดสวิตช์ Start	50
4.4 ผลการทดลองพิมพ์	51
ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์	56
ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์	56
ข.1 วงจรควบคุม	58
ข.2 แผ่นพิมพ์วงจรควบคุมวงจร	59
ข.3 ลายวงจรพิมพ์วงจรควบคุม (ด้านล่าง)	59
ข.4 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรควบคุม	60
ข.5 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5 โวลต์	60
ข.6 แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5 โวลต์	61
ข.7 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5 โวลต์	61
ข.8 วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	62
ข.9 แผ่นวงจรพิมพ์แสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	63
ข.10 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	63
ข.11 วงจรสมาร์ตการ์ด	64
ข.12 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสมาร์ตการ์ด	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.13 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรสมาร์ตการ์ด	64
ง.1 ผังงานโปรแกรมหลัก	70
ง.2 ผังโปรแกรมพิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์	71
ง.3 ผังโปรแกรมรับข้อมูลจากคีย์สวิตช์	72
ง.4 ผังโปรแกรมรับข้อมูลจากสมาร์ตการ์ด	73
ง.5 ผังโปรแกรมคำนวณระยะทาง	74
ง.6 ผังโปรแกรมคำนวณค่าบริการ	75
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบันการใช้บริการ รถยนต์รับจ้างหรือรถแท็กซี่นั้นมีปริมาณมาก เพราะมีความสะดวก รวดเร็ว ราคาไม่แพงมากนักและรถแท็กซี่ของไทยในปัจจุบันส่วนใหญ่ให้บริการอยู่ในกรุงเทพมหานคร การใช้บริการในปัจจุบันของรถแท็กซี่นั้น จะคิดค่าโดยสารจากมิเตอร์ซึ่งวัดระยะทางการเดินทางของรถจากจุดหนึ่งไปจุดหนึ่งว่าเป็นระยะทางเท่าใดเปรียบเทียบกับ อัตราค่าโดยสารตามมาตรฐานของกรมขนส่งทางบกและจับเวลาในขณะที่รถจอดอยู่กับที่ในชั่วโมงเร่งด่วนอีกด้วย แล้วแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขบอกทางหน้าปัดของมิเตอร์แต่ยังมีปัญหาของการให้บริการแท็กซี่นี้ยังไม่สามารถแก้ได้อย่างเช่น การโดนโกงค่าโดยสารโดยการลักลอบดัดแปลงแก้ไขมิเตอร์ให้มีการทำงานผิดปกติจากเดิมทำให้ค่าโดยสารแพงกว่าปกติอย่างมาก และการลืมทรัพย์สินไว้บนรถแท็กซี่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถาวร การแก้ปัญหาแบบเดิมคือการติดต่อกับสถานีวิทยุให้ช่วยติดต่อกับคนขับให้ช่วยนำของมาส่งหรือถ้ารถคันนั้นติดตั้งวิทยุสื่อสารก็สามารถติดต่อได้รวดเร็วขึ้น หรือถ้าจำทะเบียนรถได้ก็สามารถติดต่อได้อีกทางหนึ่งด้วย แต่จากการติดตามปัญหาผู้โดยสารส่วนใหญ่ยังไม่สามารถจำทะเบียนรถได้จึงยากที่จะติดต่อในทันทีได้และการใช้รถแท็กซี่นั้นยังไม่มีหลักฐานการใช้บริการทำให้เกิดปัญหาในการเบิกจ่ายของพนักงานของรัฐ จากปัญหาข้างต้น จึงมีแนวคิดในการแก้ปัญหาของการบริการรถแท็กซี่ คือจากการจัดทำเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์ขึ้นเพื่อแก้ปัญหาทั้งหมดที่กล่าวมาซึ่งเครื่องนี้สามารถแสดงรายละเอียดของรถ, ชื่อคนขับ, เบอร์โทรศัพท์, หมายเลขรถ, เลขที่ใบอนุญาต, วัน, เวลา,ระยะทาง, เวลาที่รถหยุด, ราคา และเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสาธารณะชนผู้ใช้บริการรถแท็กซี่อย่างมาก

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานมีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถแสดงรายละเอียดของรถและพนักงานขับรถได้
2. สามารถคำนวณและแสดงค่าบริการได้อย่างถูกต้องตามการใช้งานได้
3. สามารถบันทึกจำนวนครั้งที่ใช้งานมิเตอร์ได้
4. สามารถพิมพ์และสามารถแสดงรายการใช้งานได้
5. สามารถอ่านข้อมูลจากบัตรพนักงานขับรถได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความ
เข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ทฤษฎีหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้ คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS AT89C55WD, รายละเอียดของขาใช้งาน, คุณลักษณะของออสซิเลเตอร์, บัตรข้อมูล, การติดต่อกับเครื่องพิมพ์, ตัวตรวจจับ, ทฤษฎีการใช้งาน DS1307

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ วงจรต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงงาน ได้แก่ วงจรทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์, วงจรการเชื่อมต่อกับสมาร์ตการ์ด, วงจรการแสดงผล, วงจรตรวจจับ, วงจรสวิตช์, วงจรการเชื่อมต่อกับเครื่องพิมพ์

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ประกอบด้วยการทดลองและผลการทดลองของวงจร ไมโครคอนโทรลเลอร์, วงจรการเชื่อมต่อกับสมาร์ตการ์ด, วงจรการแสดงผล, วงจรตรวจจับ, วงจรสวิตช์, วงจรการเชื่อมต่อกับเครื่องพิมพ์

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา ขั้นสรุปผลในการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและได้เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งแนวทางการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้เครื่องควบคุมตรรกแบบโปรแกรมได้

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

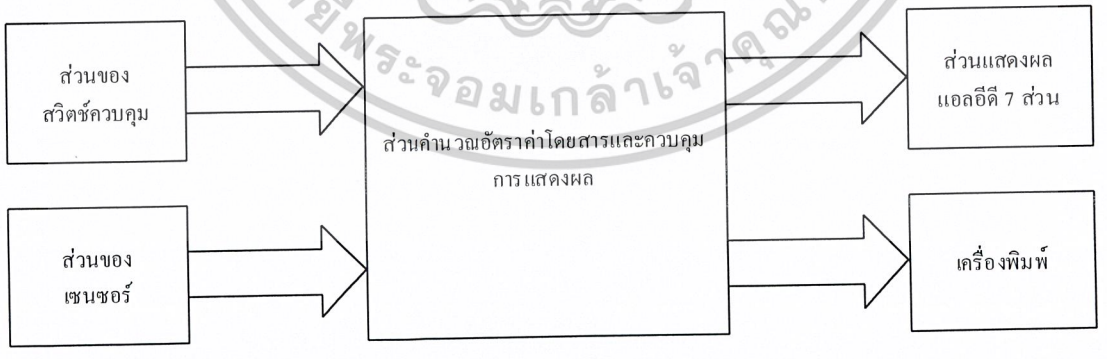
ในการออกแบบเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์จะประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ คือ ส่วนวงจรควบคุม วงจรรับข้อมูลจากสวิตช์ วงจรรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์ วงจรรับข้อมูลจากสมาร์ตการ์ด วงจรแสดงผล และส่วนติดต่อกับเครื่องพิมพ์

ส่วนของวงจรรับข้อมูลจากเซนเซอร์ ส่วนของวงจรรับข้อมูลจากสวิตช์ และวงจรรับข้อมูลจากสมาร์ตการ์ดจะต่ออยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในส่วนรับข้อมูลจากเซนเซอร์จะรับจำนวนพัลส์เข้ามาและส่งข้อมูลไปให้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วให้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการคำนวณระยะทางจากจำนวนพัลส์ที่นับได้ ส่วนรับข้อมูลจากสวิตช์เพื่อที่นำมาประมวลผลแล้วแสดงผล ในส่วนรับข้อมูลจากบัตรสมาร์ตการ์ด เข้าไปเก็บในหน่วยความจำแล้วทำการพิมพ์

2.2 หลักการเบื้องต้นของแท็กซี่มิเตอร์

แท็กซี่มิเตอร์เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่คิดค่าโดยสารจากระยะทางและเวลาที่รถติดขณะโดยสาร การทำงานจะอาศัยการควบคุมหลักจากไมโครคอนโทรลเลอร์

ส่วนประกอบของแท็กซี่มิเตอร์แบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ ได้ 4 ส่วนดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนผังการทำงานของเครื่องคิดค่าโดยสาร

แต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

1. เซนเซอร์ จะต่ออยู่กับชุดเฟืองเกียร์ เมื่อเซนเซอร์มีการหมุน 1 รอบเซนเซอร์จะส่งสัญญาณพัลส์มา 1 ลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สวิตช์ เป็นสวิตช์ที่ต่อเข้าไปยังคอมพิวเตอร์ชิพเดียวเพื่อบอกการเริ่มต้น สิ้นสุดหรือหยุดรอการโดยสาร รวมทั้งใช้ในการตั้งนาฬิกาให้แก่ระบบด้วย

3. คอมพิวเตอร์ชิพเดียว เป็นเสมือนสมองของเครื่องคิดค่าโดยสารในรถแท็กซี่มิเตอร์

4. ส่วนแสดงผล ใช้แสดงราคาค่าโดยสาร ระยะทางที่รถวิ่งไป

เมื่อเริ่มการโดยสาร โดยกดปุ่มเริ่มต้น มิเตอร์จะเริ่มทำงาน โดยคิดค่าโดยสาร 35 บาท ค่าโดยสารนี้จะสามารถเดินทางได้ 2 กิโลเมตร โดยไม่คิดเงินเพิ่ม ขณะที่รถวิ่งไปค่าโดยสารเพิ่มตามระยะทางด้วยอัตราที่ขึ้นกับระยะทางดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การคิดค่าบริการ

ระยะทาง		การคิดค่าบริการ
กิโลเมตรที่	3 - 12	กิโลเมตรละ 4.5 บาท
กิโลเมตรที่	12 - 20	กิโลเมตรละ 5 บาท
กิโลเมตรที่	21 ขึ้นไป	กิโลเมตรละ 5.5 บาท
		รถติดคิดนาทีละ 1.25 บาท

2.2.1 การคำนวณหาค่าคาบเวลาของพัลส์เพื่อหาความเร็วของรถ

การหาค่าคาบเวลาของพัลส์นั้นจะหาได้จาก ความถี่ของพัลส์และค่าความถี่ของพัลส์จะหาได้จากจำนวนรอบของสายไมล์ (รอบ/กม.) และความเร็วของรถ (กม./ชม.) ดังสมการที่ 2.1

$$F = \frac{N \times v}{3600} Hz \qquad \textbf{(2.1)}$$

เมื่อ T คือ ค่าคาบเวลาที่เกิดพัลส์ (Second/Period)

F คือ ความถี่ของพัลส์ที่เกิดขึ้น (Hertz)

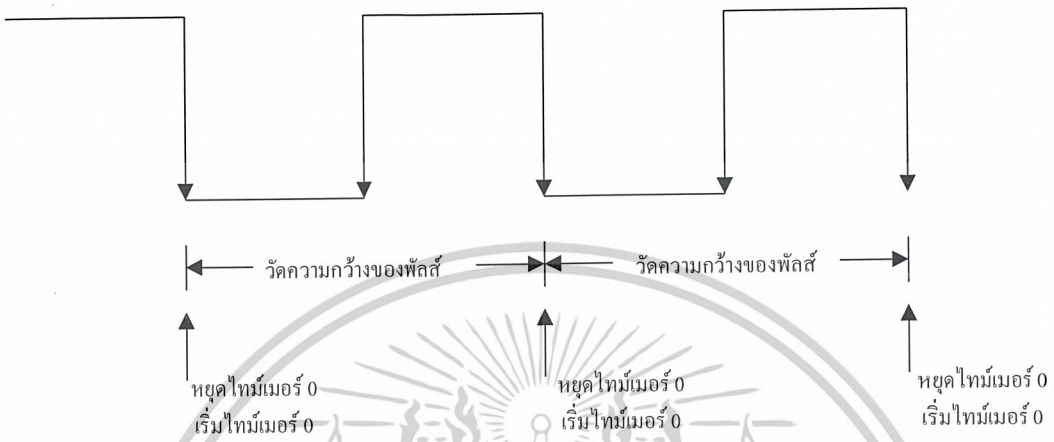
N คือ จำนวนรอบของสายไมล์ (รอบ/กม.)

V คือ ความเร็วของรถ (กม./ชม.)

โดยค่า T นี้จะต้องแปลงหน่วยเป็น Sec/Period และค่า T นี้ จะใช้ในการเปรียบเทียบ ความกว้างของพัลส์จากเซนเซอร์ที่ส่งเข้ามายังขา INTO ทั้งนี้เพื่อหาค่าความเร็วรถที่วิ่งไม่เกิน 6 กม. /ชม. จะได้นำไปคิดค่าโดยสารเป็นนาทีละ 1.25 บาท ในการทำงานของโปรแกรมควบคุมจะกำหนดให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดการอินเตอร์รัพต์ 0 (INTO) และให้เกิดการอินเตอร์รัพต์ขึ้นที่ขอบขาลง ส่วนการนับคาบเวลาของพัลส์ที่มาจากเซนเซอร์จะใช้ไทม์เมอร์ 0 (Time 0 เป็นตัวนับ) แสดงได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การทำงานของอินเตอร์รัพต์ 0 (INTO) และไทม์เมอร์ (Timer 0)

การคำนวณระยะทางที่ 0.1 กิโลเมตร

ในการคำนวณหาระยะทางที่ 0.1 กิโลเมตร สามารถคำนวณได้จากการนับพัลส์ที่เข้ามาจากที่ขาสัญญาณ INT 0 และในส่วนของโปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบค่าพัลส์ที่นับได้กับค่ากิโลเมตรที่ 0.1 กิโลเมตรที่คำนวณได้ค่ากิโลเมตรที่ 0.1 กิโลเมตรสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.2

$$Temp = \frac{N \times KM01}{10} \qquad \textbf{(2.2)}$$

เมื่อ Temp คือ ค่าจำนวนพัลส์ที่ 0.1 กิโลเมตรที่ใช้เปรียบเทียบ

N คือ ค่าจำนวนรอบ/กิโลเมตร

KM01 คือ ตัวแปรที่เก็บค่าของกิโลเมตรที่เพิ่มขึ้น 0.1 กิโลเมตร เมื่อโปรแกรมเปรียบเทียบจำนวนพัลส์ที่นับได้กับค่า Temp ตัวแปร KM01 นี้จะเพิ่มขึ้นทีละ 1 ตัวแปรนี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1-10 เมื่อโปรแกรมควบคุมเพิ่มค่าตัวแปร KM01 มีค่าเท่ากับ 10 โปรแกรมควบคุมจะเพิ่มค่าของกิโลเมตรขึ้นอีก 1 ค่ากิโลเมตรนี้จะเก็บไว้ในตัวแปร KILOM_H, KILOM_L ที่ไบต์สูงและไบต์ต่ำตามลำดับ ค่าของกิโลเมตรที่เพิ่มขึ้นจะสามารถเพิ่มขึ้นได้สูงสุดเท่ากับ 999 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS AT89C55WD

สำหรับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล AT89C55XX ใช้กันมากแต่สำหรับเบอร์เก่าๆ อาจจะมีหน่วยความจำภายในแบบแฟลชที่น้อยเกินไปไม่พอเพียงต่อความต้องการใช้งานจากผู้ออกแบบ แต่สำหรับ AT89C55WD นี้มีมากกว่าถึง 20 กิโลไบต์แน่นอนคุณสมบัติต่างๆ ต้องมีความแตกต่างจากเบอร์อื่น ซึ่งคุณสมบัตินี้ที่เหนือกว่าเบอร์อื่น ในสายพันธุ์นี้ที่เห็นเด่นชัดที่สุดคือตัวบรรจุพิเศษนั้น มีขาต่อใช้งานมากขึ้น จึงมีผลทำให้พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตมากขึ้นตามไปด้วย ส่วนในด้านอื่นๆ มีดังต่อไปนี้

1) ใช้งานเข้ากันได้กับคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

2) มีหน่วยความจำแฟลชมากขึ้นเป็น 20 กิโลไบต์กับขยายวงรอบการเขียนหรือบันทึกถึงกว่า1000 วงรอบ

3) ย่านแรงดันทำงาน ที่ 4 โวลต์ถึง 6 โวลต์

4) สามารถทำงานได้ที่ความถี่ 0 เฮิรต์ถึง 33 เฮิรต์

5) โปรแกรมล็อกหน่วยจำ 3 ระดับ

6) ไลน์อินพุต/เอาต์พุต โปรแกรมได้ถึง 32 อินพุต/เอาต์พุต

7) มีส่วนไทเมอร์/เคาร์เตอร์ 16 บิตถึง 3 ส่วนบุคคล

8) มี 8 อินเตอร์รัพต์ซอร์ซ

9) มีช่องโปรแกรมแบบอนุกรม

10) กินกำลังงานต่ำและแบบปิดตัวเองอัตโนมัติ

ในตารางที่ 2.2 แสดงผลคุณสมบัติทางไฟฟ้าของไอซีซึ่ง AT89C55WD เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ซีมอส 8 บิต คุณภาพสูงที่มีมาตรฐานเดียวกันกับ80C51 ทั้งโครงสร้างและตำแหน่งใช้งานมีพอร์ตต่อออกแบบอนุกรมเพล็กซ์ มีวงจรออสซิลเลเตอร์อยู่ภายในไอซีเรียบร้อย พร้อมกับวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาฐานเวลาด้วยและออกแบบมาให้สามารถรองรับคำสั่งจากซอฟต์แวร์เพื่อเข้าสู่โหมดประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของ AT89C55WD

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
ค่าแรงดันไฟเลี้ยง	V_{CC}	2.7 ถึง 6.6	โวลต์
กระแสดีซีเอาต์พุต	I_{OUT}	15.0	มิลลิแอมแปร์
ค่าแรงดันในแต่ละขาของไอซีเทียบกับกราวด์	Vpin	-1.0 ถึง +7.0	โวลต์
ค่าอุณหภูมิขณะทำงาน		-55 ถึง +125	เซลเซียส
แรงดันอินพุต "low"	V_{IL}	0.2 V_{CC} ถึง 0.1	โวลต์
แรงดันอินพุต "low" ที่ขา $\overline{EA}$	V_{IL1}	0.2 V_{CC} ถึง 0.3	โวลต์
แรงดันอินพุต "high"	V_{IH}	V_{CC} + 0.5	โวลต์
แรงดันอินพุต "high" ที่ขา XTAL 1 ,RST	V_{IH1}	V_{CC} + 0.5	โวลต์
แรงดันเอาต์พุต "low"	V_{OL}	0.45	โวลต์
แรงดันเอาต์พุต "low" ที่ขาของพอร์ต 0,ALE,$\overline{PSEN}$	V_{OL1}	0.45	โวลต์
แรงดันเอาต์พุต "high" ที่ขาของพอร์ต 1,2,3,ALE,$\overline{PSEN}$	V_{OH}	0.75 V_{CC}	โวลต์
กระแสพุตลอจิก "0" ที่พอร์ต 1, 2, 3	I_{IL}	-50	ไมโครแอมป์
กระแสสำหรับการส่งที่ลอจิก "1" ถึง "0"	I_{TL}	-650	ไมโครแอมป์
ค่าความต้านทานพูลดาวน์ที่ขารีเซต	R_{RST}	300	กิโลโอห์ม
ค่าความจุที่ขาใช้งาน	C_{IO}	10	พิโกฟารัด
กระแสจากแหล่งจ่าย	I_{CC}	25	มิลลิแอมป์
กระแสจากแหล่งจ่ายเพาเวอร์ดาวน์โหมด	I_{CC}	40 ถึง 100	ไมโครแอมป์
ความถี่ของออสซิลเลเตอร์	1/tCLCL	0 ถึง 33	เมกะเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 รายละเอียดของขาใช้งาน

1) VCC

ขารับแรงดันไฟเลี้ยง

2) GND

ขาต่อกับกราวด์ของแหล่งจ่าย

3) Port 0

เป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตขนาด 8 บิต สองทิศทางแบบเดรนเปิดเมื่อถูกเซตให้เป็นเอาต์พุต พอร์ตสัญญาณเอาต์พุตทั้ง 8 เอาต์พุตสามารถจ่ายให้กับอินพุตของไอซี TTL ได้โดยตรง เมื่อมีการเขียนไปที่ขาของพอร์ตนี้แล้ว ขาเหล่านั้นจะถูกใช้งานเป็นแบบอินพุตค่าอิมพีแดนซ์สูง นอกจากนั้นแล้วพอร์ตนี้ยังสามารถกำหนดการมัลติเพล็กซ์ในออร์เดอร์ต่ำ ๆ ในแอดเดรสหรือข้อมูลบัสได้กระทั้งมีการเข้าถึงโปรแกรมจากภายนอกและข้อมูลในหน่วยความจำเสร็จแล้ว ในโหมดนี้พอร์ต 0 นี้จะมีการต่อพูลอัพภายในไว้แล้วด้วย การรับรหัสไบต์ข้อมูลนั้นได้ทำการเวอริไฟว์โปรแกรมนั้นที่เอาต์พุตจะต้องเปรียบเสมือนการทำพูลอัพภายนอกไว้แล้ว

4) Port 1

เป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตขนาด 8 บิต สองทิศทางที่มีการต่อพูลอัพไว้ภายในพอร์ตเรียบร้อยแล้ว ทางด้านเอาต์พุตของพอร์ต 1 นี้ในส่วนของบัฟเฟอร์สามารถที่จะจ่ายกระแสซิงค์/ซอร์ซให้กับอินพุตของอุปกรณ์ไอซี TTL ได้พร้อมกันถึง 4 อินพุต โดยไม่มีผลกระทบต่อสัญญาณข้อมูลเลย เมื่อมีการโปรแกรมเขียนลงไปในขาใดขาหนึ่งพอร์ต 1 นี้ที่ตำแหน่งขานั้นจะถูกดึงให้มีสถานะเป็น ”high” จากการต่อพูลอัพภายในและขานั้นก็พร้อมที่จะถูกใช้งานเป็นขาอินพุตทันทีและเมื่อเป็นขาอินพุตแล้วเมื่อต้องรับสัญญาณข้อมูลจากภายนอกจะเริ่มถูกดึงลงมาให้ขานั้นอยู่สถานะ ”low” พร้อมกับมีการจ่ายกระแสเข้ามาทางอินพุตนี้เพราะการมีพูลอัพภายในนั่นเอง พอร์ต 1 จะมีการรับการเขียนเข้ามาพร้อมกับโปรแกรมลงในหน่วยความจำแฟลตการเวอริไฟล์โปรแกรมพร้อมกันด้วย

5) Port 2

มีคุณสมบัติคล้ายพอร์ต 1 ต่างกันตรงที่พอร์ต 2 มีการโปรแกรมไบต์แอดเดรสในโอเดอร์และต้องมีสัญญาณควบคุมโปรแกรมลงในหน่วยความจำแฟลชและเวอริไฟล์ แต่ในพอร์ต 1 จะรับการโปรแกรมไบต์แอดเดรสในโลโอเดอร์

6) Port 3

เป็นพอร์ตที่มีคุณสมบัติเดียวกับพอร์ต 1 แตกต่างจากพอร์ต1 และ พอร์ต 2 ตรงที่พอร์ต 3 จะเป็นขาสำหรับฟังก์ชันพิเศษของ AT89C55 และรับสัญญาณควบคุมการโปรแกรมจากหน่วยความจำแฟลชและการเวอริไฟล์โปรแกรมนั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) RST

เป็นขารีเซตอินพุต เมื่อขาได้รับระดับลอจิก "high" จะทำให้เกิดการทำงานสองวงรอบ คือ จะทำการกำเนิดสัญญาณออสซิลเลเตอร์ขึ้นมาก่อนแล้วจากนั้นจึงจะเป็นการรีเซตตัวไอซีเพื่อเตรียมความพร้อมในการทำงานในระบบ

8) ALE/$\overline{\text{PROG}}$

เป็นขาแอดเดรสอีนาเบิล จะจ่ายพัลส์ออกทางเอาต์พุตนี้เพื่อทำการแลตซ์ไบต์ข้อมูล "low" บิตแอดเดรสจนกระทั่งจะมีการเข้าถึงหน่วยความจำภายนอก ขาใช้งานนี้บางลักษณะเป็นขาโปรแกรมพัลส์อินพุต ($\overline{\text{PROG}}$) ระหว่างทำการโปรแกรมในหน่วยความจำแฟลช

9) $\overline{\text{PSEN}}$

เป็นขาโปรแกรมสโตร์อีนาเบิลคืออ่านสโตรบไปสู่หน่วยความจำภายนอก เมื่อไอซี AT89C55 กำลังทำงานตามรหัสจากโปรแกรมหน่วยความจำภายนอก ขา $\overline{\text{PSEN}}$ จะมีการถูกกระตุ้นสองครั้งในรอบการทำงานของไอซี การทำงานสองครั้งของขา $\overline{\text{PSEN}}$ นี้จะเป็นไปในลักษณะตามชุดคำสั่งที่เป็นลำดับในการเข้าถึงข้อมูลในหน่วยความจำภายนอก

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

เป็นขาอีนาเบิลแอกแซสภายนอก $\overline{\text{EA}}$/VPP ส่วนมากแล้วมักจะถูกลดลงสู่ระดับกราวด์ในสภาวะที่อุปกรณ์มีอีนาเบิลเมื่อสัญญาณข้อมูลจากโปรแกรมในหน่วยความจำภายนอกเข้ามาถึงตำแหน่งเริ่มต้นทำงานดังกล่าวจะถูกกำหนดที่ 0000H ขึ้นไปจนถึง FFFFH แต่ถ้ามีการโปรแกรมล็อกไว้ในบิตที่ 1 ขา EA ก็จะเกิดการแลตซ์ขึ้นภายในและเกิดการรีเซต

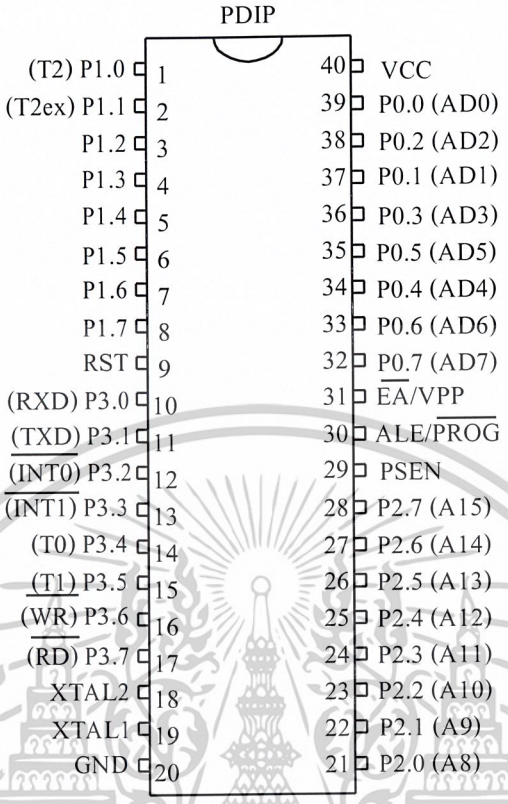
11) XTAL1

เป็นขาอินพุตสำหรับวงจรขยายสัญญาณอินเวอร์ติงออสซิลเลเตอร์และเป็นขาอินพุตให้กับวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในด้วย

12) XTAL 2

เป็นขาเอาต์พุตของวงจรขยายสัญญาณอินเวอร์ติงออสซิลเลเตอร์ซึ่งแสดงการจัดขาได้ดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การจัดขาของ MCS AT 89C55WD

2.3.2 คุณลักษณะของออสซิเลเตอร์

ขา XTAL1 และ XTAL 2 เป็นขาอินพุตและเอาต์พุต ตามลำดับของวงจรขยายกลับเฟสและสามารถกำหนดรายละเอียดการทำงานเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์บนตัวไอซีได้เลย แล้วจะใช้ควอตซ์คริสตอลเป็นตัวกำเนิดความถี่ แต่ในบางครั้งก็สามารถใช้เป็นเซรามิกเรโซเนเตอร์ได้เช่นกันและหากต้องการสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก ขา XTAL 2 จะไม่ถูกต่อใช้งานแต่จะมาต่อที่ ขา XTAL 1 และไม่ต้องการค่าดิวตี้ไซเกิลจากสัญญาณนาฬิกาภายนอก นับจากที่อินพุตรับสัญญาณเข้ามาสู่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในแล้วจะต้องผ่านวงจรหารสองแบบฟลิปฟลอป แต่ค่าแรงดันต่ำสุดและสูงสุดที่เป็นค่าเวลาสูงและต่ำนั้นจะเป็นไปตามตารางคุณสมบัติของไอซี

2.4 บัตรข้อมูล

2.4.1 การเชื่อมต่อชิปสมาร์ตการ์ด

การใช้งานสมาร์ตการ์ดการเชื่อมต่อมีความแตกต่างจากการเชื่อมต่อและใช้งานชิป IC ธรรมดาทั่วไป ด้วยระบบสื่อสารแบบซิงเกิลบัสซึ่งแตกต่างจากการสื่อสารแบบอนุกรมทั่วๆ ไป ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้การเชื่อมต่อกับสมาร์ตการ์ดเป็นเรื่องที่ไม่ง่ายนัก สำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้เรื่องอิเล็กทรอนิกส์ การสื่อสารข้อมูลและความรู้ในเรื่องการเขียนโปรแกรม ยิ่งถ้าต้องการใช้งานสมาร์ตการ์ดในระดับเชื่อมต่อและสื่อสารกับสมาร์ตการ์ดโดยตรง ยิ่งต้องเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ไมโครโปรเซสเซอร์ การสื่อสารข้อมูลและการเขียนโปรแกรมภาษาระดับต่ำอย่างภาษาแอสแซมบลีและภาษาระดับสูงอย่างภาษาซีเป็นอย่างน้อยการที่จะเชื่อมต่อกับสมาร์ตการ์ดต้องใช้ความรู้ในด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ก็เนื่องจาก สมาร์ตการ์ดเป็น IC หรือวงจรรวมขนาดเล็กที่ต้องมีการป้อนแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้ชิปสมาร์ตการ์ดทำงาน ทำให้จำเป็นต้องมีการออกแบบและสร้างวงจรไฟฟ้าสำหรับเชื่อมต่อกับคอนแทกต์รีดเดอร์ความรู้ด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

ส่วนความรู้ด้านไมโครโปรเซสเซอร์ จะใช้สำหรับทำความเข้าใจการทำงานของสมาร์ตการ์ดและออกแบบระบบไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับสร้างเป็นเทอร์มินอล สำหรับติดต่อกับผู้ใช้งานโดยตรงการออกแบบระบบไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับสร้างเป็นเทอร์มินอล ต้องมีส่วนของจอแสดงผลคีย์บอร์ด ส่วนเชื่อมต่อวงจรสมาร์ตการ์ดรีดเดอร์ วงจรสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น RS-232 สำหรับโปรแกรมใช้งานสมาร์ตการ์ด จะมีการแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ โปรแกรมส่วนที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับชิปสมาร์ตการ์ดและโปรแกรมที่ใช้สำหรับบริหารข้อมูลและติดต่อกับผู้ใช้งานในเทอร์มินอล การที่จะเขียนโปรแกรมติดต่อสื่อสารกับสมาร์ตการ์ดจะใช้ภาษาระดับต่ำอย่างภาษาแอสแซมบลีเป็นส่วนใหญ่ เพราะภาษาชั้นสูงอย่างภาษาซีไม่สามารถทำงานได้ทันเวลาเนื่องจากโปรแกรมติดต่อสื่อสารกับสมาร์ตการ์ด ต้องทำการสื่อสารกับชิปสมาร์ตการ์ดระดับสัญญาณโดยตรง โดย โปรแกรมติดต่อสื่อสารกับสมาร์ตการ์แต่ละชนิดจะมีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกันจะต่างกันก็เพียงวิธีการสื่อสารระหว่างสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำกับประมวลผลเท่านั้นที่ไม่เหมือนกัน สำหรับการเลือกภาษาแอสแซมบลีมาใช้เขียนโปรแกรม ก็ต้องเลือกใช้ให้ตรงกับตระกูลของโปรเซสเซอร์ที่ใช้ ส่วนโปรแกรมที่ใช้สำหรับบริหารข้อมูลและติดต่อกับกับผู้ใช้งานในเทอร์มินอล สามารถเขียนด้วยภาษาระดับสูงอย่างภาษาซี เหตุที่เลือกภาษาซีเพราะภาษาซีมีความสามารถในการประมวลผลที่รวดเร็ว สามารถจัดการกับข้อมูลในระดับบิตได้ดีกว่าภาษาระดับสูงภาษาอื่นและทำการพัฒนาเป็นโปรแกรมได้ง่ายกว่า โดยทั่วไปภาษาซีที่ใช้ในการเขียนเป็นโปรแกรมสำหรับเทอร์มินอลจะต้องใช้ชุดพัฒนาเฉพาะตระกูลของโปรเซสเซอร์ที่ใช้งานเช่นเดียวกับภาษาแซมบลี

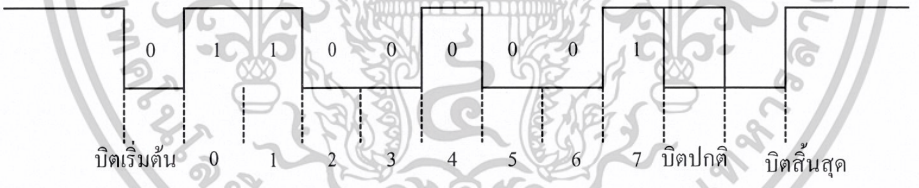
การสร้างโปรแกรมติดต่อสื่อสารกับสมาร์ตการ์ดด้วยภาษาระดับต่ำอย่างภาษาแอสแซมบลีอาจเป็นเรื่องยุ่งยากเกินความจำเป็น นักพัฒนาระบบอาจนำ IC สำหรับเชื่อมต่อสมาร์ตการ์ดมาสร้างเป็นวงจรสำหรับเชื่อมต่อกับสมาร์ตการ์ดได้เช่นกัน IC ที่ใช้มีด้วยกันหลายเบอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

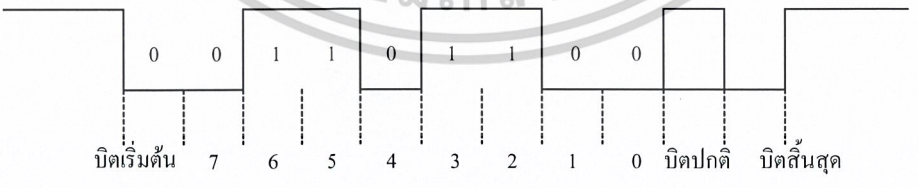
การที่จะสามารถใช้งานสมาร์ตการ์ดได้นั้น ก่อนอื่นต้องทำความเข้าใจในเรื่องของไทม์มิ่งไดอะแกรมของสมาร์ตการ์ด การสื่อสารกับชิปสมาร์ตการ์ดในระดับสัญญาณไฟฟ้า การสร้างวงจรสำหรับเชื่อมต่อสมาร์ตการ์ด โปรโตคอลที่ใช้กับสมาร์ตการ์ดชนิดต่างๆ และวิธีการเลือกใช้โปรโตคอล ฯลฯ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การสื่อสารกับชิปสมาร์ตการ์ดในระดับสัญญาณไฟฟ้าในระดับสัญญาณไฟฟ้ามีมาตรฐาน ISO7816-3 เป็นตัวกำหนดวิธีการสื่อสาร สมาร์ตการ์ดรุ่นเก่าทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีสูงขึ้นสมาร์ตการ์ดจึงมีการลดระดับแรงดันไฟฟ้าลงมาเหลือเพียง 3 โวลต์ ระดับสัญญาณต่าง ๆ จึงอยู่ในระดับ 0-3 โวลต์ตามระดับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับชิปสมาร์ตการ์ด ความสิ้นเปลืองพลังงานจึงน้อยลงตามไปด้วย

ในการสื่อสารกับชิปสมาร์ตการ์ด จะใช้การสื่อสารแบบซิงเกิลบัสเป็นหลัก การสื่อสารแบบซิงเกิลบัสเป็นการสื่อสารที่คล้ายกับการสื่อสารแบบอนุกรมแบบธรรมดา แต่การสื่อสารแบบซิงเกิลบัสไม่สามารถทำ การสื่อสารข้อมูลแบบที่สามารถส่งข้อมูลได้ในขณะที่รับข้อมูลในเวลาเดียวกันและต้องอาศัยสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการรับ-ส่งข้อมูลแต่ละบิต (เฉพาะในสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำเท่านั้น) การสื่อสารแบบซิงเกิลบัสจะมีการรับและส่งข้อมูลในคนละเวลากัน โดยบิตข้อมูลที่ใช้รับ-ส่งจะมีสองแบบด้วยกัน ดังรูปที่ 2.4



(ก) ตัวอย่างข้อมูล C9 (ฐานสิบหก) หรือ 11001001 (ฐานสอง) ในรูปแบบโดยตรงชั่วคราว



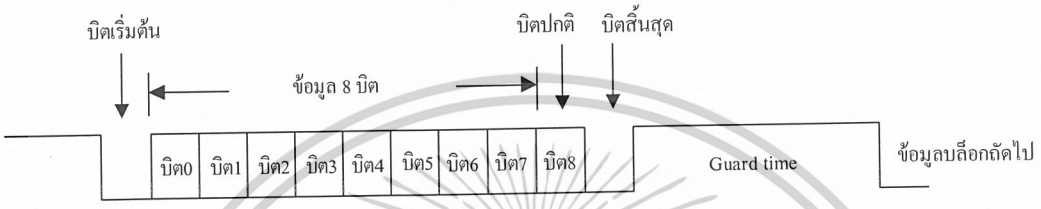
(ข) ตัวอย่างข้อมูล C9 (ฐานสิบหก) หรือ 11001001 (ฐานสอง) ในรูปแบบสนทนาชั่วคราว

รูปที่ 2.4 สัญญาณของการสื่อสารแบบซิงเกิลบัส

การสื่อสารแบบซิงเกิลบัสแบบสัญนิยมตรงและแบบสัญนิยมแปลงมีความแตกต่างกันในเรื่องของลอจิกที่ใช้แทนความหมายของบิตข้อมูล โดยแบบสัญนิยมตรง จะมีการแทนลอจิก 0 แทนค่าบิตข้อมูลที่เป็น 0 และแทนลอจิก 1 แทนค่าบิตข้อมูลที่เป็น 1 และบิตข้อมูลที่จะถูกส่งมาเป็นบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรกคือบิตที่มีค่านัยสำคัญต่ำ ส่วนแบบสัญนิยมแปลงจะมีการแทนลอจิก 0 แทนค่าบิตข้อมูลที่เป็น 1 และแทนลอจิก 1 แทนค่าบิตข้อมูลที่เป็น 0 และบิตข้อมูลที่จะถูกส่งมาเป็นบิตแรกคือบิตที่มีค่านัยสำคัญสูง ซึ่งจะกลับค่ากับแบบแรก ส่วนมากแล้วจะนิยมใช้แบบสัญนิยมตรงมากกว่าแบบสัญนิยมแปลงแต่ทางที่ดีควรสร้างโปรแกรมติดต่อสื่อสารกับสมาร์ตการ์ดให้สามารถตอบสนองการสื่อสารได้ทั้งสองแบบดังรูปที่ 2.5



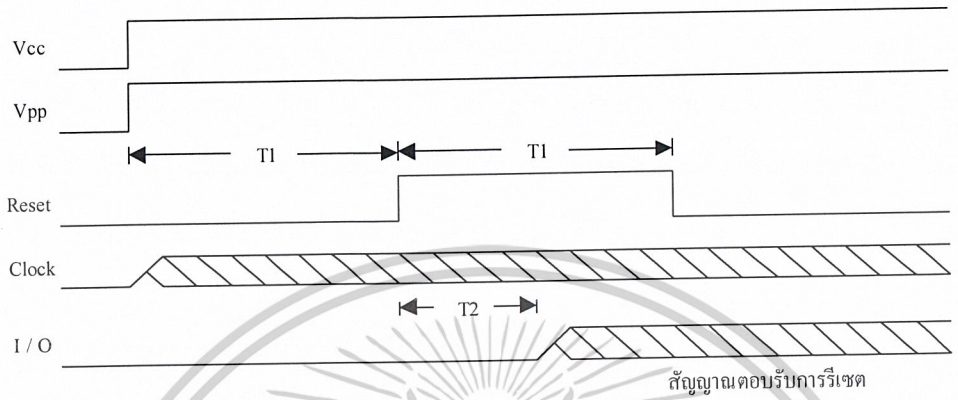
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลกับสมาร์ตการ์ด

2.4.2 การรีเซตชิปสมาร์ตการ์ด

ขั้นตอนการรีเซตชิปสมาร์ตการ์ดเป็นขั้นตอนที่ต้องทำทุกครั้งเมื่อตรวจสอบพบว่ามีการเสียบบัตรเข้ามาในคอนแทกต์รีดเดอร์ เพื่อให้สมาร์ตการ์ดพร้อมทำงานหลังจากได้รับกระแสไฟฟ้าเลี้ยงวงจรภายในและเป็นการเริ่มต้นการสื่อสารกับอุปกรณ์ที่มาเชื่อมต่อ โดยในที่นี้จะเรียกอุปกรณ์เชื่อมต่อว่าเทอร์มินอล ในสภาวะว่างของขาเชื่อมต่อหน้าสัมผัสชิปสมาร์ตการ์ด(ยกเว้นกราวด์) ขณะที่ยังไม่มีสมาร์ตการ์ดเสียบเข้ามาจะมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าของเทอร์มินอลเสมอเมื่อตรวจสอบพบว่ามีการเสียบบัตรเข้ามาในคอนแทกต์รีดเดอร์ โดยตรวจสอบได้จากสวิตช์ตรวจสอบการเสียบบัตรภายในคอนแทกต์รีดเดอร์ อันดับแรกต้องทำการตรวจสอบว่าแรงดันไฟฟ้าที่ลอยวงจร โดยการเพิ่มอิมพีแดนซ์ของวงจร ทำให้วงจรจะถูกแยกออกจากหน้าสัมผัสทันทีเพราะสิ่งที่เสียบเข้ามาอาจเป็นโลหะหรือสมาร์ตการ์ดของเทอร์มินอลเสียหายได้หลังจากที่จ่ายกระแสไฟฟ้าและตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ Vcc ว่าคงที่แล้ว ให้ทำการเปลี่ยนระดับสัญญาณ RST เป็นลอจิก 0 ในเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 400 ไซเกิลสัญญาณนาฬิกาหรือ 112 ไมโครวินาที แต่ไม่เกิน 40,000 ไซเกิลสัญญาณนาฬิกาหรือ 11.2 มิลลิวินาทีแล้วจึงค่อยเปลี่ยนสัญญาณ RST การรีเซตแบบนี้เรียกว่าการรีเซตขณะปิดเครื่องการรีเซตด้วยวิธีนี้จะทำให้ชิปสมาร์ตการ์ดทำการเคลียร์ข้อมูลภายในหน่วยความจำชั่วคราวต่างๆ ให้อยู่ในสภาวะเริ่มต้นทั้งหมด ซึ่งแตกต่างจากการรีเซตด้วยคำสั่งของสมาร์ตการ์ด หรือที่เรียกว่าการรีเซตขณะเปิดเครื่อง การรีเซตวิธีนี้จะทำโดยการเปลี่ยนแปลงสัญญาณ RST แบบเดียวกับการรีเซตขณะปิดเครื่อง แต่ไม่มีการตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่ชิป การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีเซตแบบนี้จะทำให้ชิปสมาร์ตการ์ดกลับไปสู่สภาวะเริ่มต้นแต่ข้อมูลภายในหน่วยความจำชั่วคราวต่างๆ จะยังคงอยู่เช่นเดิมในสถานะก่อนที่จะรีเซต



รูปที่ 2.6 แผนผังเวลาการทำงานของรีเซตชิปสมาร์ตการ์ด

จากแผนผังเวลาในรูปที่ 2.6 จะเห็นได้ว่า หลังจากที่ทำการจ่ายกระแสไฟให้กับชิปสมาร์ตการ์ด สัญญาณรีเซตจะต้องเปลี่ยนเป็นลอจิก 0 เป็นระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 400 ไซเกิลสัญญาณนาฬิกาและไม่เกิน 40,000 ไซเกิล สัญญาณนาฬิกา (T1) จากนั้นทำการเปลี่ยนเป็นลอจิก 1 ซึ่งชิปสมาร์ตการ์ดจะทำการรีเซตที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณรีเซต

หลังจากที่ชิปสมาร์ตการ์ดทำการรีเซตตัวเองเรียบร้อยแล้ว ชิปสมาร์ตการ์ดจะทำการส่งข้อมูลATR หรือสัญญาณตอบรับการรีเซต เพื่อบอกชนิดของโปรโตคอลสำหรับติดต่อสื่อสาร เนื่องจากเราไม่มีทางทราบได้ว่าสมาร์ตการ์ดที่เสียบเข้ามานั้นเป็นสมาร์ตการ์ดชนิดใด สำหรับอัตราการส่งข้อมูล ATR จะใช้อัตราส่วนเท่ากับ CLK/372 หรือ 9600 บิตต่อวินาที ซึ่งความถี่ของสัญญาณนาฬิกาของสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำ เกิดจากการเปลี่ยนลอจิก 0และ1 ไปมาต่อเนื่องกันโดยไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องของระยะเวลาเพราะการรับ-ส่งข้อมูลในแต่ละบิตจะสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาโดยตรง แต่ถ้าเป็นสมาร์ตการ์ดชนิดประมวลผล ข้อมูลที่รับ-ส่งไม่ต้องสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกา เพียงกำหนดอัตราการรับ-ส่งข้อมูลเป็น 9600 บิตต่อนาที ก็จะสามารถติดต่อสื่อสารได้แล้ว ส่วนสัญญาณนาฬิกาก็ป้อนให้ด้วยความถี่ 3.5721 เมกะเฮิรตซ์ต่อเนื่องกัน ดังนั้นในตอนแรกที่รอรับข้อมูลจากสมาร์ตการ์ดให้เตรียมการสื่อสารแบบ อะซิงโครนัสไว้เป็นแบบแรกก่อน หากรับข้อมูลไม่ได้หรือรับข้อมูลได้แต่นำข้อมูลมาตีความหมายได้ไม่ถูกต้องให้ทำการรีเซตสมาร์ตการ์ดแล้วเปลี่ยนไปใช้การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส แล้วรอรับข้อมูลมาตรวจสอบดูอีกครั้ง ถ้ายังไม่สามารถรับข้อมูลได้หรือตีความหมายของข้อมูลไม่ได้อีก ให้ถือว่าไม่สามารถใช้งานสมาร์ตการ์ดใบนั้นได้

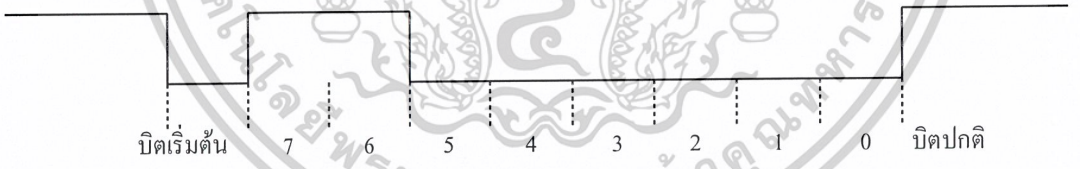
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ส่วนประกอบของข้อมูล ATR

หลังจากที่ทำการรีเซตด้วยขอบขาขึ้นของสัญญาณ RST ในชั่วระยะเวลาหนึ่ง (ตามสเปกของสมาร์ตการ์ดแต่ละรุ่น) ชิปสมาร์ตการ์ดจะทำการส่งข้อมูล ATR กลับออกมา ซึ่งข้อมูล ATR เปรียบเสมือนข้อมูลตัวอย่างสำหรับช่วยในการค้นหาโปรโตคอล ที่ใช้ในการสื่อสารกับสมาร์ตการ์ดใบนั้นๆ เนื่องจากในตอนแรกเราจะไม่มีทางทราบได้เลยว่าสมาร์ตการ์ดที่นำมาใช้งานเป็นชนิดใดและใช้โปรโตคอลแบบใดในการติดต่อสื่อสาร ดังนั้นจึงต้องการวิเคราะห์ข้อมูล ATR เพื่อให้ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารของสมาร์ตการ์ดใบนั้นๆ เป็นขั้นตอนแรกๆ ของการสื่อสารข้อมูลที่ ATR ที่ถูกส่งออกมาจะมีลักษณะที่เป็นโซ่ลูก นั้นก็คือ ข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มๆ โดยแต่ละกลุ่มจะมีข้อมูลควบคุม เป็นข้อมูลไบต์แรกของกลุ่ม (TO,TDX) ข้อมูลควบคุมนี้จะเป็นตัวบอกให้ทราบถึงจำนวนข้อมูลสมาชิกในกลุ่ม (Tax,TBx,TCx) ที่จะถูกส่งตามมาโดยข้อมูลสมาชิกไม่จำเป็นต้องถูกส่งออกมาครบทุกตัวและบิตที่7ของข้อมูลปิดท้าย และ TCK

1) อักขระภาวะเริ่มต้น (TS)

เป็นข้อมูลขนาด 1 ไบต์ที่จะบอกให้ทราบว่ารูปแบบการส่งข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในไบต์ถัดๆ ไปเป็นแบบสัญนิยมตรงหรือ สัญนิยมผกผัน โดยที่อักขระเริ่มต้น นี้จะมีการรูปแบบที่ตรงกัน ข้อมูลที่ส่งมานั้นจะมีค่าเป็น 3B สำหรับแทนการสื่อสารแบบสัญนิยมตรงและ 3F สำหรับแทนการสื่อสารแบบสัญนิยมผกผัน ดังรูปที่ 2.7



ข้อมูลตัวอักษรเริ่มต้น (TS) ค่า 3F (ฐานสิบหก) ในรูปแบบโดยตรงชั่วคราว

รูปที่ 2.7 ข้อมูลอักขระภาวะเริ่มต้น

2) อักขระรูปแบบ (TO)

อักขระรูปแบบเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับบอกจำนวนข้อมูลที่จะตามมาและจำนวนไบต์ของอักขระรูปแบบ (T1, T2, T3,…. Tn) ซึ่งข้อมูลอักขระรูปแบบ จะสามารถพบได้จากสมาร์ตการ์ดทุกใบที่มีการส่งข้อมูล ATR สำหรับความหมายของอักขระรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อักขระตัวเชื่อมโยง เป็นข้อมูลที่ส่งต่อจากข้อมูล TO ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลหลายไบต์ แต่ละไบต์มีความหมายดังนี้

TA1- เป็นข้อมูลที่ใช้แสดงแทนอัตราการหารความถี่สัญญาณนาฬิกา (ค่า Fl) ซึ่งอยู่ในข้อมูล 4 บิตบนของข้อมูล TA1 และ Adjustment factor (DI) ซึ่งอยู่ในข้อมูล 4 บิตล่างของข้อมูล TA1 ข้อมูลอัตราหารความถี่สัญญาณนาฬิกา และ Adjustment factor เป็นข้อมูลที่ช่วยในการคำนวณค่าคุณสมบัติของสัญญาณต่างๆ ที่ต้องใช้ในชิปสมาร์ตการ์ดจากสูตรคำนวณที่ (2.3) และ (2.4) ดังนี้

สำหรับสัญญาณนาฬิกาภายใน Initial etu $= \frac{1}{9600} Sec$ Work etu $= \left(\frac{1}{D}\right) \times \left(\frac{1}{9600}\right)$ **(2.3)**

สำหรับสัญญาณนาฬิกาภายนอก Initial etu $= \frac{372}{fi} Sec$ Work etu $= \left(\frac{1}{D}\right) \times \left(\frac{F}{fs}\right)$ **(2.4)**

เมื่อ

Initial etu (Elementary Time Unit) คือ ระยะความกว้างของสัญญาณข้อมูลในแต่ละบิต

ATR และ PTS คือ ระยะความกว้าง ระหว่างบิตของข้อมูล

Work etu คือ ระยะความกว้างระหว่างบิตของโปรโตคอลที่ตามหลังข้อมูล ATR และ PTS ซึ่งไม่ขึ้นตรงต่อ ATR

Fi คือ ความถี่ที่ป้อนให้แก่ชิปสมาร์ตการ์ด

Fs คือ ความถี่สูงสุดที่ชิปสมาร์ตการ์ดสามารถทำงานได้มีหน่วยเป็นเมกะเฮิรตซ์

TB1 - เป็นข้อมูลที่ใช้แสดงรูปแบบของแรงดันไฟฟ้าสำหรับเขียนข้อมูล (Vpp) ข้อมูลตัวนี้มีการใช้งานในสมาร์ตการ์ดที่มีหน่วยความจำชนิด EEPROM ซึ่งสามารถพบได้ในสมาร์ตการ์ดรุ่นใหม่ๆ ภายในมีการจัดข้อมูลออกเป็นสองส่วนคือ PI1 และ PI2 โดยค่าทั้งสองจะเป็น 0 สำหรับสมาร์ตการ์ดชนิดประมวลผล

TC1 – เป็นข้อมูลที่ใช้แสดงถึงส่วนเพิ่มเติมของแถบเวลา (ค่า N) ใช้สำหรับกำหนดจำนวนระยะความกว้างของสัญญาณที่เพิ่มขึ้นมาซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 254 ส่วนค่า 255 จะใช้สำหรับกำหนดค่า N และจะสัมพันธ์กับโปรโตคอลที่ใช้ด้วย

TDi - (I ลำดับที่ของ TD) เป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับบอกจำนวนข้อมูลที่จะตามมาเป็นจำนวนไบต์และชนิดของโปรโตคอล

TA2 - เป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับบอกให้ทราบถึง โหมดที่จะใช้ในการเลือกโปรโตคอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

TB2 - เป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับบอกให้ทราบถึงปริมาณแรงดันไฟฟ้าของ Vpp ซึ่งข้อมูลภายในจะมีความหมายเป็นเลขฐาน 10

TC2 - เป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับบอกให้ทราบถึงค่าของระยะห่างสูงสุดของขอบขาขึ้นของสัญญาณสองสัญญาณ หากไม่มีการส่ง TC2 จะถือว่า ค่าของระยะห่างมีค่าเป็น 10

Tai - เป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับบอกให้ทราบถึงขนาดของบัฟเฟอร์ที่ชิปสมาร์ตการ์ดจะสามารถรับข้อมูลได้ โดยค่าที่เป็นไปได้จะอยู่ระหว่าง 1 ถึง 254 และค่าเริ่มต้นจะอยู่ที่ 32 ไบต์

TBi - เป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับบอกให้ทราบถึงค่า CWT

TCi - เป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับบอกให้ทราบถึงวิธีที่ใช้ในการคำนวณค่าตรวจสอบความผิดพลาดของการรับส่งข้อมูล

4) อักขระฮิลโทริคอล (T1, T2, T3,... Tn)

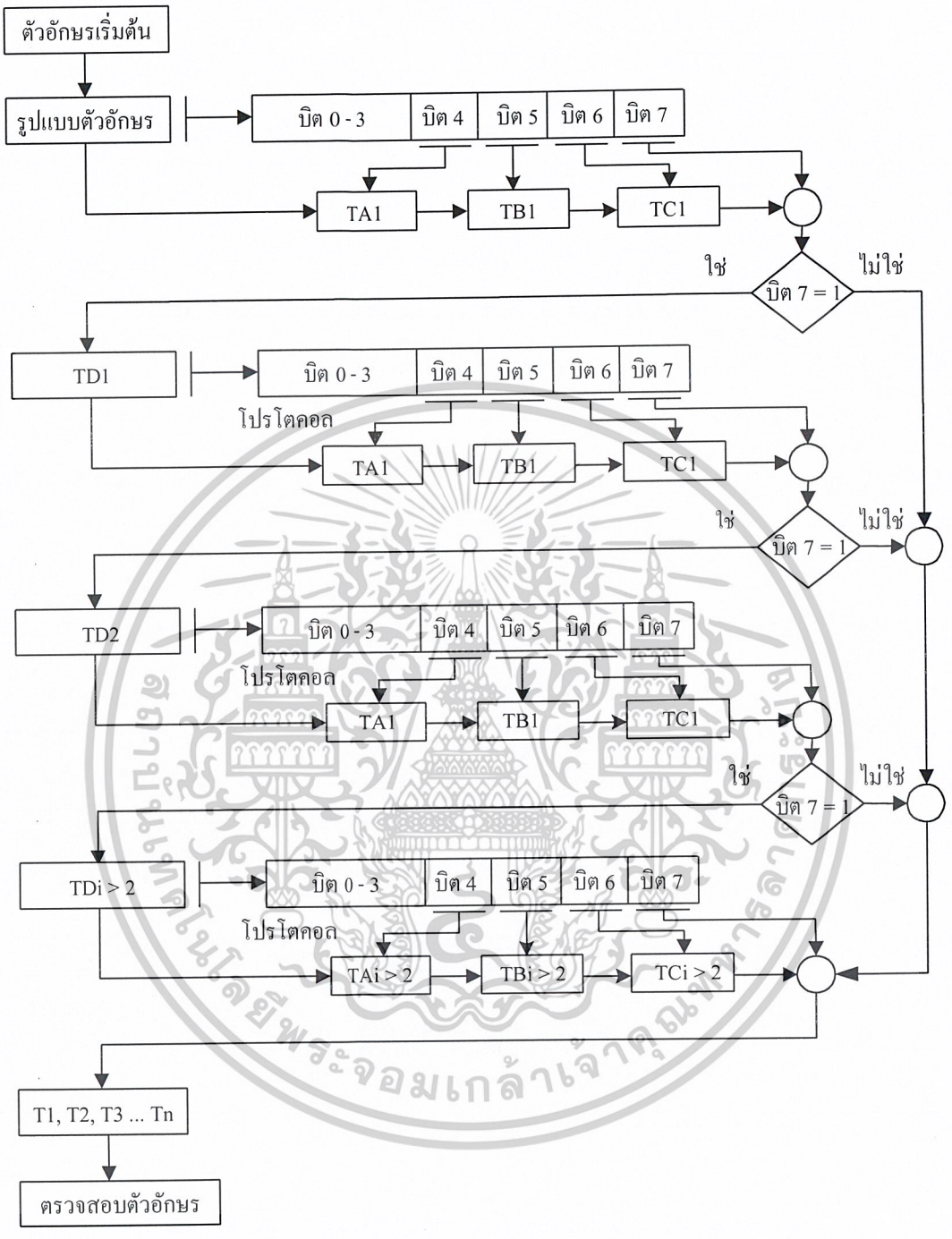
ข้อมูลอักขระฮิลโทริคอลไม่ได้ถูกกำหนดให้เป็นข้อมูลมาตรฐานสำหรับ สมาร์ตการ์ด ทุกชนิด ซึ่งสมาร์ตการ์ดบางรุ่นส่งเฉพาะข้อมูลชื่อรหัสรุ่นและจำนวนหน่วยความจำของชิปสมาร์ตการ์ดออกมา บางรุ่นส่งเฉพาะข้อมูลหมายเลขประจำชิปออกมา ซึ่งไม่ซ้ำกับสมาร์ตการ์ดรุ่นเดียวกันในสายการผลิตเดียวกัน แต่บางรุ่นก็ไม่ส่งอะไรออกมาเลย ฯลฯ ดังนั้นข้อมูลในส่วนนี้จึงไม่ค่อยมีประโยชน์ต่อการติดต่อสื่อสารกับชิปสมาร์ตการ์ด

5) อักขระตรวจสอบ (TCK)

เป็นข้อมูลที่ได้จากการ X-OR ข้อมูล ATR ตั้งแต่อักขระรูปแบบจนถึงข้อมูลไบต์สุดท้าย ซึ่งจะช่วยให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ATR ที่ได้รับจากชิปสมาร์ตการ์ดได้อย่างง่าย ๆ แต่ในบางครั้งอักขระตรวจสอบอาจไม่มีการส่งกลับออกมาในบางโปรโตคอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51863



รูปที่ 2.8 โครงสร้างและส่วนประกอบของข้อมูล ATR

2.4.4 การเลือกชนิดโปรโตคอลสำหรับติดต่อกับสมาร์ตการ์ด

สมาร์ตการ์ดรุ่นใหม่ๆ ในปัจจุบัน มีความสามารถในการติดต่อสื่อสารหลายรูปแบบในตัวเองการที่เทอร์มินอลต้องทำการติดต่อสื่อสารกับสมาร์ตการ์ดโดยตรงนั้น จำเป็นต้องเลือกโปรโตคอลที่ใช้สื่อสารให้ตรงกัน เนื่องจากสมาร์ตการ์ดแต่ละรุ่นจะมีการกำหนดโปรโตคอล

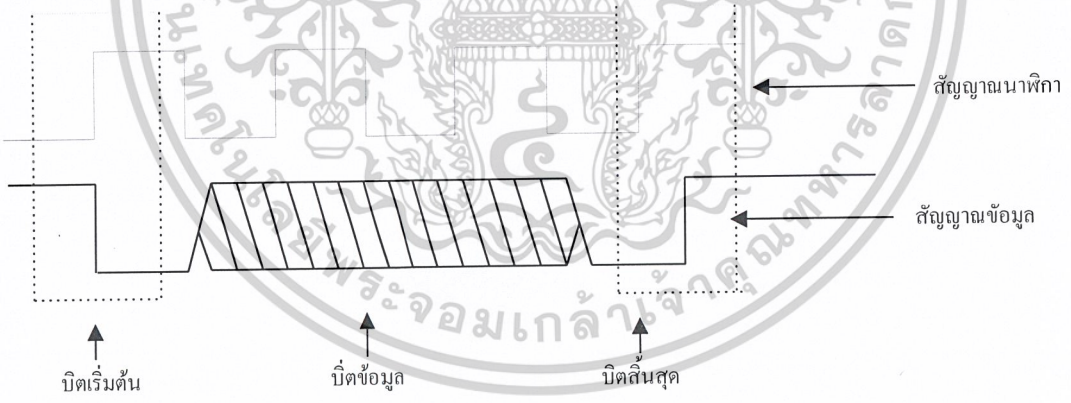
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มต้นไว้อยู่แล้วหากเทอร์มินอลติดต่อกับชิปสมาร์ตการ์ดโดยไม่ตรวจสอบและเปลี่ยนโปรโตคอลของสมาร์ตการ์ดจะทำให้ไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ หรือถ้าสามารถทำได้ก็จะทำให้ข้อมูลที่รับ – ส่งมีเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดค่อนข้างมาก แต่ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่ามีโปรโตคอลที่ตรงกันก็สามารถข้ามขั้นตอนการเลือกโปรโตคอลและใช้งานสมาร์ตการ์ดได้ทันที

2.4.5 โปรโตคอล I^2C

โปรโตคอล I^2C เป็นโปรโตคอลที่มักพบได้บ่อยๆ ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ IC ที่อาศัยการสื่อสารแบบซิงเกิลบัส ซึ่งสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำ ส่วนใหญ่จะใช้โปรโตคอลชนิดนี้ โปรโตคอลชนิดนี้มีการใช้สัญญาณเพียง 2 สัญญาณในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้แก่ สัญญาณข้อมูล (SDA) และสัญญาณนาฬิกา (SCK) การรับส่งข้อมูลในโปรโตคอลชนิดนี้จะใช้สัญญาณนาฬิกาเป็นตัวกำหนดจังหวะการรับ-ส่งข้อมูลแต่ละบิต โดยมีข้อกำหนดเพียงความกว้างของสัญญาณและบิตข้อมูลจะต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดเท่านั้น

การรับส่งข้อมูลในโปรโตคอล I^2C อาศัยการเปลี่ยนระดับสัญญาณนาฬิกาเป็นตัวกำหนดการรับส่งบิตข้อมูล ซึ่งบิตเริ่มต้นส่งข้อมูลบิตจะกระทำที่ขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกา ส่วนบิตสิ้นสุดจะกระทำที่ขอบขึ้นลงของสัญญาณนาฬิกาดังรูปที่ 2.9

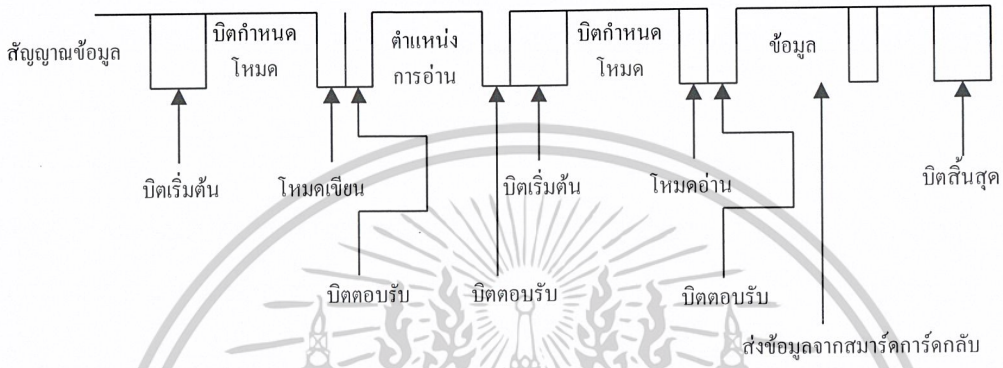


รูปที่ 2.9 สัญญาณเริ่มต้นและสิ้นสุดการส่งข้อมูล

การอ่านข้อมูลจากสมาร์ตการ์ดด้วยโปรโตคอล I^2C จะทำได้ครั้งละ 1 ไบต์เท่านั้น ซึ่งการส่งข้อมูลเพื่อขออ่านข้อมูลนั้นต้องมีการส่งบิตกำหนดโหมด (7บิต + 1 บิตกำหนดโหมด) ไปเป็นไบต์แรกและตามด้วยบิตกำหนดโหมดกำหนด (ให้เป็นการเขียนข้อมูลที่ลอจิก 0) จากนั้นทำการเปลี่ยนลอจิกของสัญญาณ SDA ให้เป็น 1 เพื่อรอบิตการตอบรับแล้วจึงค่อยส่งข้อมูลของแอดเดรสที่ต้องการอ่านข้อมูลตามเข้าไปและรอบิตการตอบรับเช่นเดิม (การที่บิตกำหนดโหมดถูกกำหนดให้

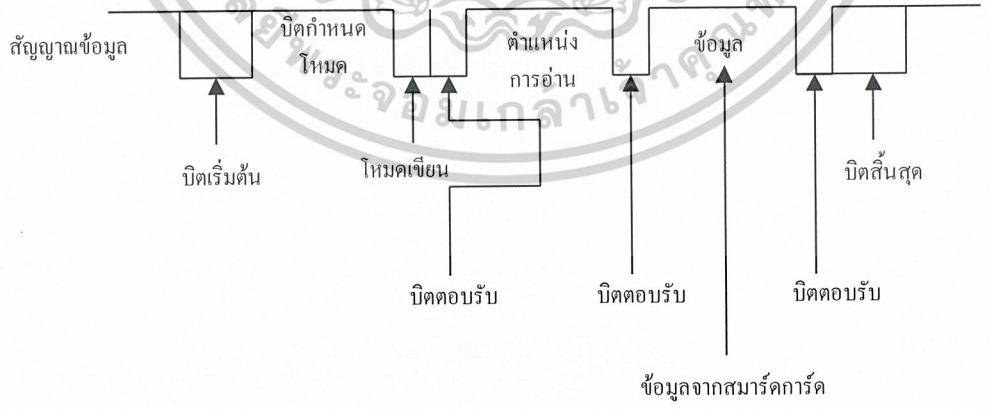
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการเขียนข้อมูล ก็เพื่อให้สมาร์ตการ์ดทำการจัดเก็บแอดเดรสที่ส่งไปลงบัฟเฟอร์และเตรียมเข้าสู่ขั้นตอนการอ่านหรือเขียนข้อมูลต่อไป) หลังจากนั้นการอ่านข้อมูลก็จะเริ่มขึ้นโดยการส่งบิตกำหนดโหมดไปเป็นไบต์แรกและตามด้วยบิตกำหนดโหมดให้เป็นโหมดการอ่านข้อมูล (ลอจิก 1) หลังจากที่ได้รับบิตตอบรับ สมาร์ตการ์ดจะส่งข้อมูลจากแอดเดรสที่ต้องการออกมาดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การอ่านข้อมูลด้วยโปรโตคอล I^2C

สำหรับการเขียนข้อมูลจะมีส่วนของข้อมูลสองไบต์แรกที่เหมือนกับการอ่านข้อมูล แต่หลังจากที่ส่งแอดเดรสและได้รับบิตตอบรับจากชิปสมาร์ตการ์ด ให้ทำการส่งข้อมูลที่ต้องการเขียนไปทันที ถ้าการเขียนข้อมูลไม่เกิดความผิดพลาดชิปสมาร์ตการ์ดจะไม่ส่งบิตตอบรับกลับออกมา ดังรูปที่ 2.11

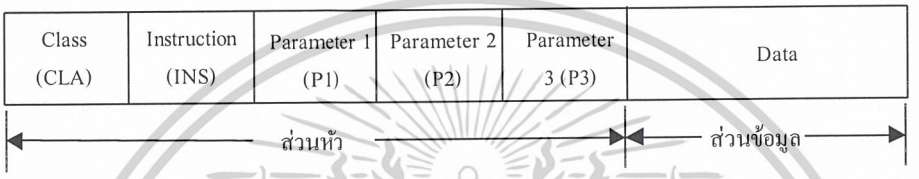


รูปที่ 2.11 การเขียนข้อมูลด้วยโปรโตคอล I^2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

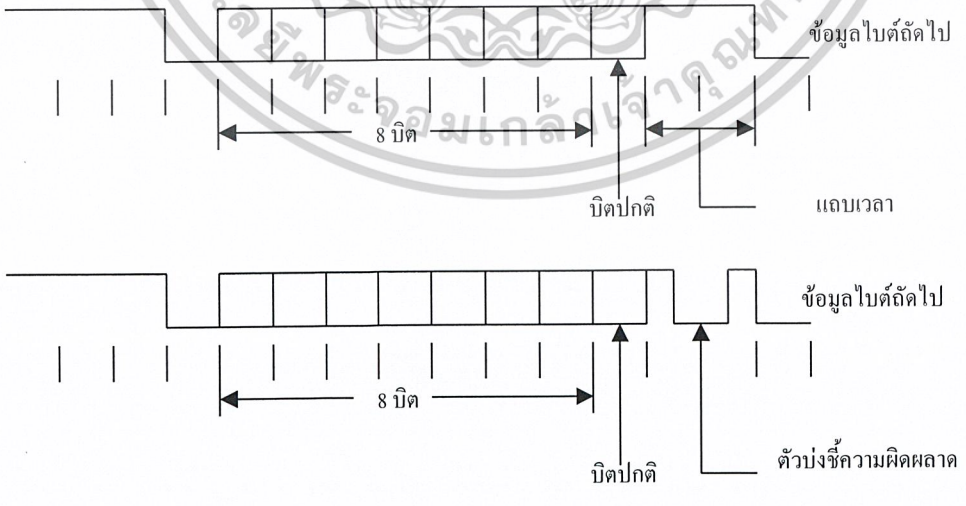
2.4.6 โปรโตคอล T=0

โปรโตคอล T=0 เป็นโปรโตคอลที่ถูกออกแบบให้มีจำนวนข้อมูลไม่มาก สามารถทำงานได้รวดเร็ว ถูกพัฒนาและใช้งานครั้งแรกในฝรั่งเศสจนกระทั่งกลายเป็นมาตรฐานตัวแรกของสมาร์ตการ์ด (ISO7816-3) และมีใช้กันอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน สมาร์ตการ์ดชนิดประมวลผลส่วนใหญ่ใช้งานโปรโตคอล T=0 เป็นโปรโตคอลเริ่มต้นหลังจากการรีเซตขณะปิดเครื่อง โปรโตคอล T=0 เป็นข้อมูล (Data part) สามารถทำได้ในหน่วยที่เล็กที่สุดในระดับไบต์



รูปที่ 2.12 รูปแบบคำสั่งของโปรโตคอล T=0

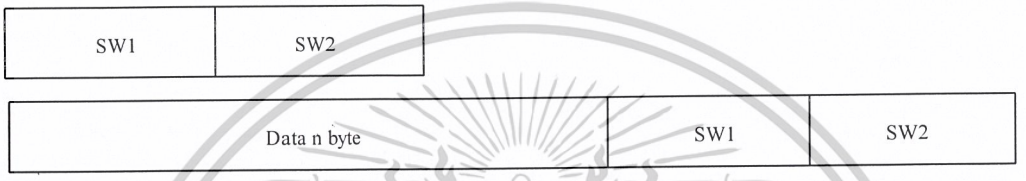
จากรูปที่ 2.12 จะเห็นได้ว่าโปรโตคอล T=0 ประกอบด้วยข้อมูล ชนิดหรือโปรโตคอลที่ใช้ติดต่อกับชิปสมาร์ตการ์ด คำสั่งที่ต้องการให้ชิปสมาร์ตการ์ดปฏิบัติ ข้อมูลเพิ่มเติมของคำสั่ง และข้อมูลที่ต้องการรับหรือส่งกับชิปสมาร์ตการ์ด โดยข้อมูลแต่ละตัวจะมีรูปแบบการรับส่งข้อมูลดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แผนผังเวลาของการรับส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล T=0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

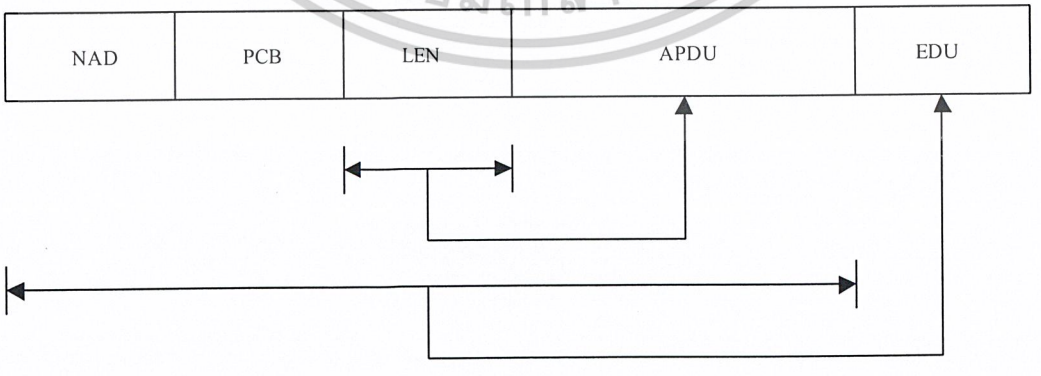
ในกรณีที่สมาร์ตการ์ดรับข้อมูลผิดพลาด ชิปสมาร์ตการ์ดจะทำการเปลี่ยนลอจิกเป็น 0 หลังการปิดบล็อกข้อมูลด้วย บิตหยุด ซึ่งเป็นส่วนของแถบเวลาก่อนที่จะมีการรับข้อมูลไบต์ถัดไปโดยบิตข้อมูลนี้เรียกว่าตัวบ่งชี้ความผิดพลาดหากไม่เกิดความผิดพลาดชิปสมาร์ตการ์ดจะทำการส่งข้อมูลตอบกลับซึ่งมีสองแบบคือ ข้อมูลตอบกลับที่มีข้อมูลคำสถานภาพ (SW1, SW2) เพียงอย่างเดียวและข้อมูลตอบกลับที่มีทั้งข้อมูลที่ชิปสมาร์ตการ์ดต้องการส่งคืนให้ กับข้อมูลคำสถานภาพดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ข้อมูลตอบกลับจากชิปสมาร์ตการ์ดในโปรโตคอล T=0

2.4.7 โปรโตคอล T=1

โปรโตคอล T=1 เป็นโปรโตคอลชนิดอะซิงโครนัส สำหรับสมาร์ตการ์ดชนิดประมวลผลโดยเฉพาะ ซึ่งโปรโตคอลชนิดนี้ เนื่องจากการประมวลผลส่วนที่เป็นข้อมูล (Data part) จะทำในระดับกลุ่มข้อมูลเท่านั้น โปรโตคอลนี้จะมีส่วนที่ครอบคลุมการทำงานของโปรโตคอล T=0 เพื่อให้สมาร์ตการ์ดที่ไม่สามารถประมวลผลหรือรับส่งข้อมูลไม่เกิน 256 ไบต์สามารถทำงานได้ด้วยโปรโตคอลชนิดนี้ โปรโตคอล T=0 จะมีรูปแบบดังรูปที่ 2.15



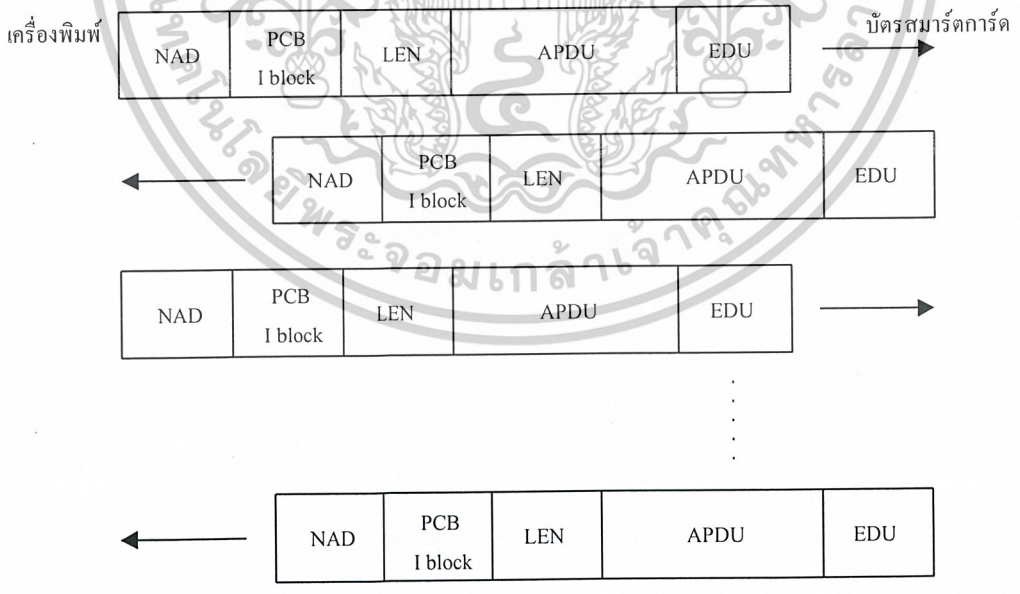
รูปที่ 2.15 รูปแบบของโปรโตคอล T=0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAD (Node Address) ส่วนหัวของโปรโตคอล T=0 จะถูกเรียกว่า NOD ใช้สำหรับระบุชนิดของสมาร์ตการ์ดที่ต้องการสื่อสาร แต่ยังไม่มีเอกสารยืนยันวิธีใช้งานที่ชัดเจน

PCB (Protocol Control Byte) ข้อมูลกำหนดรูปแบบการรับส่งข้อมูล สามารถแบ่งได้ 3 แบบ คือ I block (Information block),R block(Reception acknow) และ S block (System block) ในการรับส่งข้อมูลที่มากกว่า 256 ไบต์และทยอยส่งทีละบล็อก ซึ่งข้อมูลที่ส่งจากเทอร์มินอลจะเป็นข้อมูล I block เมื่อข้อมูลบิต M ถูกเซ็ตเป็น 1 ในบล็อกจะหมายถึงเทอร์มินอลจะทำการส่งข้อมูลเป็นจำนวนหลายบล็อกต่อเนื่องกัน ซึ่งสมาร์ตการ์ดจะทราบว่าเทอร์มินอลต้องการทำการส่งข้อมูลต่อเนื่องก็จะทำการส่งข้อมูล R block กลับมา หากไม่เกิดความผิดพลาด R block จะถูกใช้สำหรับนับจำนวนบล็อกที่ทำการรับส่ง (บิต 7 มีค่าเป็น 1,บิต 6 มีค่าเป็น 0) หลังจากนั้นเทอร์มินอลจะเซ็ตบิต N (S) ยังคงมีค่าเป็น 1 ทำให้สมาร์ตการ์ดทราบว่าเป็นข้อมูลบล็อกสุดท้ายในการรับส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล T=0 ดังรูปที่ 2.16 ในกรณีที่เกิดความผิดพลาดขณะรับส่งข้อมูลจะสามารถแก้ไขได้ 3 วิธีดังรูปที่ 2.17 ตามระดับความยุ่งยากที่เกิดขึ้น ซึ่งการแก้ไขจะทำเป็นลำดับๆ จนถึงขั้นสุดท้าย

1. ทำการส่งข้อมูลบล็อกนั้นๆ ซ้ำอีกครั้ง
2. ทำการส่งข้อมูล S block เพื่อขอ Resynchronize และทำการส่งข้อมูลบล็อกนั้นซ้ำอีกครั้ง
3. ทำการรีเซตสมาร์ตการ์ดและเริ่มขบวนการใหม่ทั้งหมด

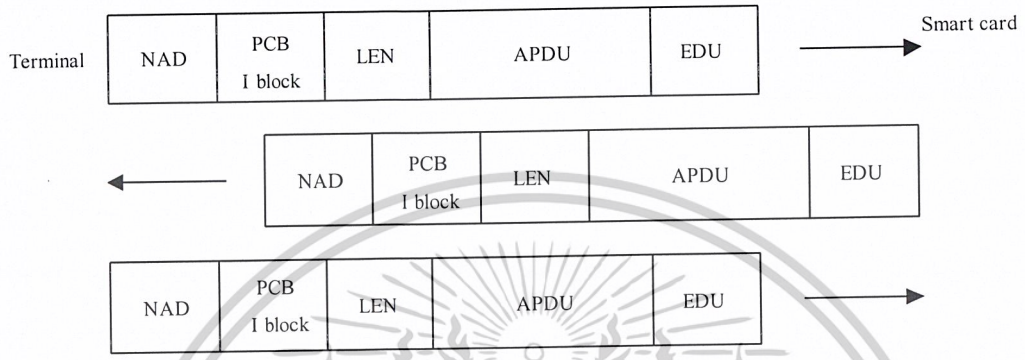


รูปที่ 2.16 รูปแบบการรับส่งข้อมูลในโปรโตคอล T= 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LEN (Length) คือ ความยาวของข้อมูลที่ใช้รับส่ง (APDU)

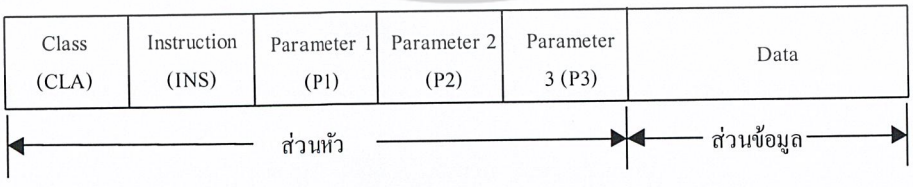
EDC คือ ข้อมูลตรวจสอบความถูกต้องของการรับส่งข้อมูลทั้งหมด ซึ่งมีการใช้คำนวณในสองลักษณะ คือ LRC และ CRC



รูปที่ 2.17 รูปแบบการส่งข้อมูล S block จากสมาร์ตการ์ด

2.4.8 โปรโตคอล APDU

โปรโตคอล APDU (Application Protocol Data Unit) เป็นโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารกับสมาร์ตการ์ดชนิดประมวลผลที่อยู่ในระดับชั้นที่ 7 ของ OSI โมเดล โปรโตคอล APDU เป็นโปรโตคอลตามมาตรฐาน ISO7816-4 ซึ่งถูกครอบคลุมโดยโปรโตคอล T=0 และ T=1 โดยที่โปรโตคอล APDU จะเป็นการเข้าถึงรายละเอียดของรูปแบบคำสั่งสำหรับสั่งงานชิปสมาร์ตการ์ด และกำหนดให้สมาร์ตการ์ดมีการใช้งานชุดคำสั่งที่เหมือนกันตามมาตรฐาน ISO7816-4 โดยเอาข้อดีในโปรโตคอล T=0 และ T=1 มาปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้รูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 รูปแบบชุดคำสั่งของโปรโตคอล APDU

ข้อมูลแต่ละไบต์ที่ส่งให้แก่ชิปสมาร์ตการ์ดมีความหมายดังนี้ CLA (Class) เป็นข้อมูลที่บอกให้ชิปทราบว่าจะใช้คำสั่งของสมาร์ตการ์ดชนิดใดซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ส่วนประกอบของโปรโตคอล APDU

Class	**ชนิดของสมาร์ตการ์ด**
0X	สมาร์ตการ์ดทั่วไปที่ถูกสร้างขึ้นตามมาตรฐาน ISO7816-4
80	สมาร์ตการ์ดที่ใช้เป็นบัตรเงินสดอิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐาน EN1546-3
8X	สมาร์ตการ์ดที่ใช้เป็นบัตรเครดิตตามมาตรฐาน EMV-2
A0	สมาร์ตการ์ดที่ใช้เป็น SIM card ของโทรศัพท์มือถือ (GSM card) ตามมาตรฐาน prETS300,600,GSM 11.11 และEN726-3

INS (Instruction) เป็นคำสั่งในการสั่งงานสมาร์ตการ์ด ซึ่งต้องใส่ตามชุดคำสั่งของสมาร์ตการ์ดรุ่นที่ใช้งาน

P1 (Parameter 1) เป็นข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับชุดคำสั่งส่วนที่หนึ่ง

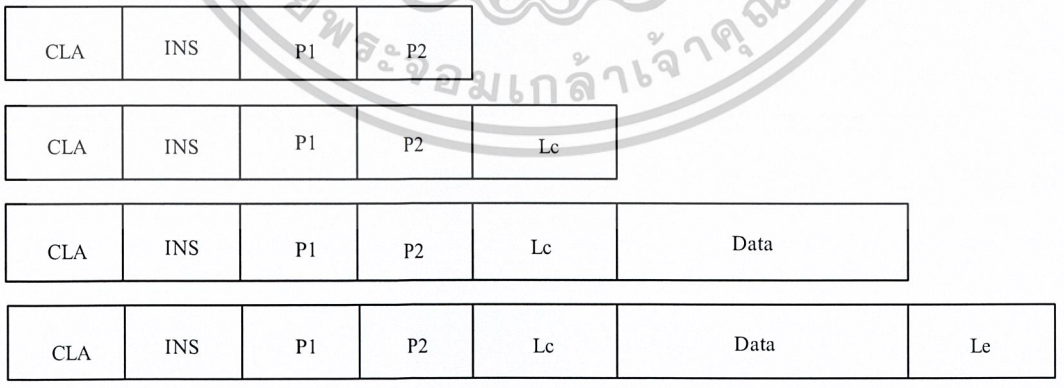
P2 (Parameter 2) เป็นข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับชุดคำสั่งส่วนที่สอง

Lc (Length command) เป็นความยาวข้อมูลคำสั่งที่ต้องการส่งให้แก่ชิปสมาร์ตการ์ด

Data เป็นข้อมูลคำสั่งที่ต้องการส่งให้แก่ชิปสมาร์ตการ์ด

Le (Length executed) เป็นความยาวข้อมูลที่ได้รับจากชิปสมาร์ตการ์ด

การส่งชุดคำสั่งให้แก่ชิปสมาร์ตการ์ดสามารถแบ่งออกได้ 4 แบบ โดยแต่ละแบบจะได้รับข้อมูลตอบกลับที่แตกต่างกัน 2 แบบดังรูปที่ 2.19 นี้

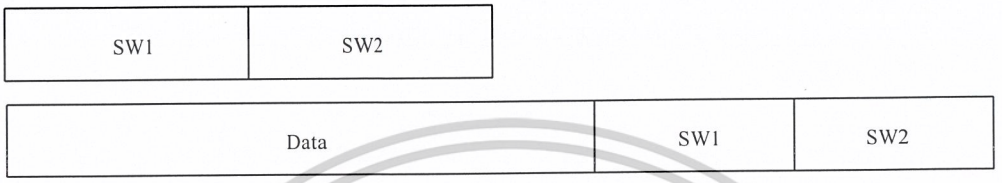


รูปที่ 2.19 การส่งชุดคำสั่งให้แก่ชิปสมาร์ตการ์ดทั้ง 4 แบบ

การส่งชุดคำสั่งให้แก่ชิปสมาร์ตการ์ดมี 4 แบบได้แก่ การส่งเฉพาะส่วนที่เป็นชุดคำสั่ง การส่งชุดคำสั่งลักษณะนี้ส่วนมากเป็นคำสั่งที่ใช้สั่งงานให้ชิปสมาร์ตการ์ดบางอย่างที่ไม่ต้องส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับมาเช่น คำสั่งเลือกไฟล์, คำสั่ง Card Present การส่งข้อมูลคำสั่งแบบที่สองเป็นการส่งชุดคำสั่งเพื่อร้องขอข้อมูลจากชิปสมาร์ตการ์ดเช่น คำสั่งอ่านไฟล์, คำสั่งสำหรับอ่านผลลัพธ์ ส่วนการส่งชุดคำสั่งแบบสุดท้ายเป็นการส่งข้อมูลคำสั่งพิเศษ หรือข้อมูลสำหรับเขียนลงในไฟล์ซึ่งจะต้องมีการส่งข้อมูลต่อท้ายชุดคำสั่งไปด้วย



รูปที่ 2.20 ข้อมูลตอบกลับจากสมาร์ตการ์ดทั้ง 2 แบบ

ในส่วนของข้อมูลตอบกลับจากสมาร์ตการ์ดจากรูปที่ 2.20 จะเห็นได้ว่าแบบแรกมีเพียง SW1 และ SW2 เป็นข้อมูลที่ชิปสมาร์ตการ์ดส่งกลับมาให้ทราบถึงผลการปฏิบัติตามคำสั่ง ซึ่งจะมีความหมายตามชนิดของสมาร์ตการ์ด ส่วนแบบที่สองเป็นแบบที่มีการส่งข้อมูลจากชิปสมาร์ตการ์ดจากการส่งชุดคำสั่ง เพื่อร้องขอข้อมูลให้แก่ชิปสมาร์ตการ์ด

สำหรับข้อมูลตอบกลับจากสมาร์ตการ์ดแบบที่สอง (จากรูปที่ 2.20) จะมีข้อมูลที่ส่งกลับมาจากชิปสมาร์ตการ์ด ซึ่งข้อมูลส่วนนี้จะเกิดขึ้นในกรณีที่ใช้คำสั่งจำพวกร้องขอข้อมูลจากชิปสมาร์ตการ์ด โดยความยาวของข้อมูลที่ส่งกลับจะเท่ากับความยาวที่ร้องขอไป หากชิปสมาร์ตการ์ดไม่สามารถปฏิบัติตามได้ ข้อมูลตอบกลับจะมีเพียงคำสถานภาพที่เป็นโค้ดแสดงความผิดพลาดเท่านั้น ส่วนรายละเอียดทั้งหมดของ Status Word สามารถดูได้จากเอกสารข้อมูลของสมาร์ตการ์ดแต่ละรุ่น

2.4.9 การเชื่อมต่อชิปสมาร์ตการ์ด

ในการสร้างวงจรสำหรับเชื่อมต่อกับชิปสมาร์ตการ์ดเป็นเรื่องที่ไม่ยากนักหากมีพื้นฐานทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ การที่สมาร์ตการ์ดถูกแบ่งออกเป็นสองชนิดทำให้วงจรสำหรับเชื่อมต่อต้องมีการออกแบบที่แตกต่างกัน ลำพังเพียงการใช้ซอฟต์แวร์มาควบคุมการเปลี่ยนระดับสัญญาณเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำได้อย่างแน่นอน ดังนั้นการใช้ฮาร์ดแวร์เข้าช่วยจึงเป็นทางออกที่ดีกว่าวงจรที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับชิปสมาร์ตการ์ด จะเป็นวงจรที่ทำงานในลักษณะแบบเดียวกับวงจรดิจิตอลชนิด C- MOS ซึ่งสามารถทำงานได้ที่แรงดันไฟฟ้า 3 – 15 โวลต์ แต่ในสมาร์ตการ์ดมีการใช้งานเพียง 3 โวลต์เท่านั้น จากรูปที่ 2.21 จะเห็นได้ว่าเพียงทรานซิสเตอร์เพียงตัวเดียวก็สามารถเชื่อมต่อกับชิปสมาร์ตการ์ดได้แล้ว วิธีการนี้ในสภาวะนิ่ง ระดับลอจิก

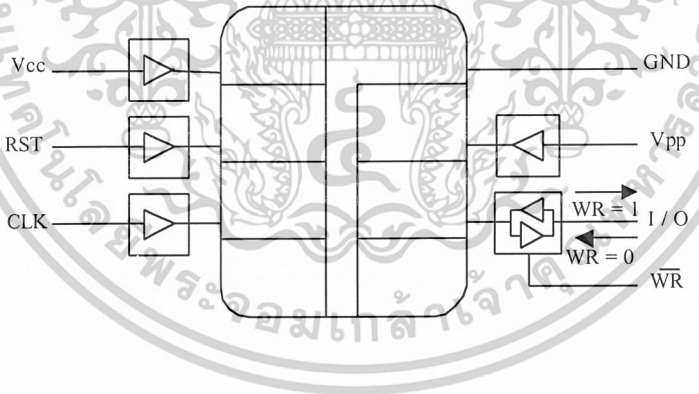
เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(แรงดันไฟฟ้า) ที่ขาเบสจะเป็น 0 ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่ทำงาน เมื่อมีข้อมูลส่งมาที่ขาเบสกระแสที่เกิดขึ้นจากบิตข้อมูลที่เปลี่ยนลอจิกจาก 0 เป็น 1 จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน สัญญาณข้อมูลจะไปปรากฏที่ขาคอลเล็กเตอร์ซึ่งสัญญาณที่ขาคอลเล็กเตอร์จะถูกส่งต่อให้กับชิปสมาร์ตการ์ดโดยตรง ในทางกลับกันถ้าชิปสมาร์ตการ์ดทำการส่งข้อมูลกลับออกมาที่ขาคอลเล็กเตอร์ ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ขาคอลเล็กเตอร์จะมีเปลี่ยนแปลงตามลอจิกของบิตข้อมูลที่ส่งมาจากชิปสมาร์ตการ์ด โดยขณะที่บิตที่มีค่าเป็น 1 ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ขาคอลเล็กเตอร์จะคงที่ แต่ถ้าบิตที่มีค่าเป็น 0 ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ขาคอลเล็กเตอร์จะลดลงเช่นกัน

ในการเชื่อมต่อกับสมาร์ตการ์ดทั้งชนิดหน่วยความจำและประมวลผลจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของสัญญาณนาฬิกา (CLK) และวิธีการรับ-ส่งข้อมูล (I/O)

1) การเชื่อมต่อชิปสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำ

การเชื่อมต่อชิปสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำเราจะทำการสวิงสัญญาณนาฬิกาเองเพื่อกำหนดจังหวะการส่งข้อมูลแต่ละบิต สำหรับข้อมูล I/O เราสามารถใช้บิตข้อมูลแบบสองทิศทางเพียงบิตเดียว โดยกำหนดจังหวะการส่งข้อมูลด้วยสัญญาณ WR ซึ่งจะมีลอจิกเป็น 0 เมื่อต้องการส่งข้อมูลให้แก่สมาร์ตการ์ด ดังรูปที่ 2.21



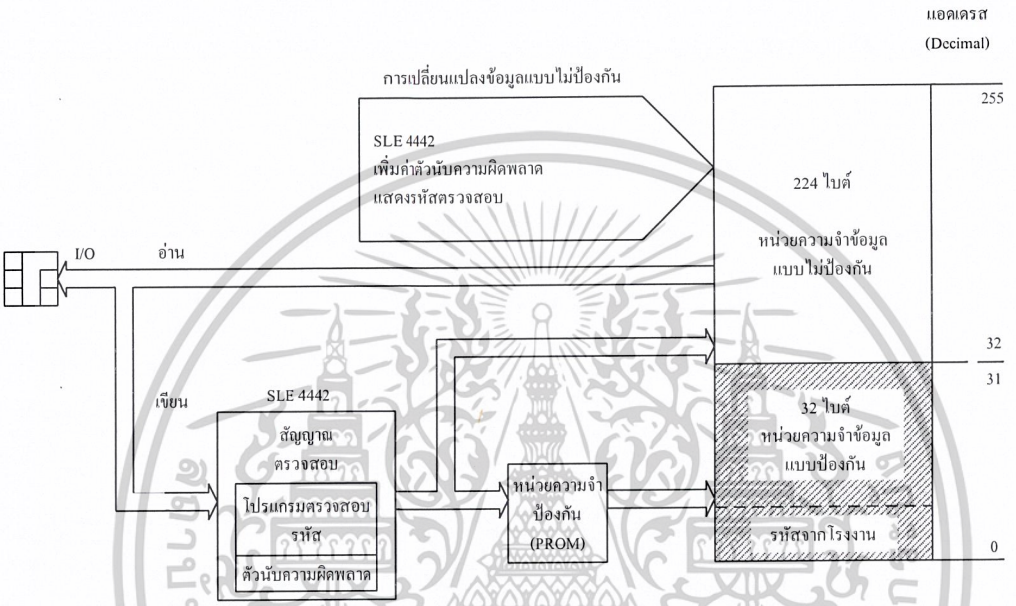
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างวงจรสำหรับติดต่อกับชิปสมาร์ตการ์ด

2.4.10 บัตรสมาร์ตการ์ด SLE4442

สมาร์ตการ์ด เบอร์ SLE4442 มีหน่วยความจำแบบ EEprom ขนาด 256 ไบต์ โดยแบ่งเป็นหน่วยความจำข้อมูลคุ้มกัน 32 ไบต์ สามารถอ่านและเขียนได้ 100,000 ครั้ง เก็บข้อมูลได้นานถึง 10 ปี ส่วนที่เป็น ป้องกันหน่วยความจำข้อมูล นั้นสามารถเขียนข้อมูลถาวรไว้โดยจะลบหรือแก้ไขเปลี่ยนแปลงไม่ได้อีกเลยและในส่วนนี้ได้ถูกเขียนข้อมูลถาวรไว้ 12 ไบต์ ตามมาตรฐาน ISO7816 นอกจากนี้ SLE4442 ยังมี PSC (Programmable Security Code) 3 ไบต์ เพื่อใช้ในการตรวจสอบค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ตรงกับค่า PSC ที่มีในบัตรก่อนจึงจะเขียนข้อมูลลงในบัตรได้และ EC(Error Counter) เพื่อใช้ในการนับจำนวนครั้งที่ทำการตรวจสอบค่า PSC โดยถ้าทำการตรวจสอบค่า PSC ไม่ถูกต้องถึง 3 ครั้ง บัตรนี้จะเขียนข้อมูลไม่ได้อีกเลยทันที การนับความผิดพลาด นี้จะถูกรีเซตเมื่อได้ทำการตรวจสอบค่า PSC ได้ถูกต้อง ค่า PSC มาตรฐานของบัตรใหม่ที่ผลิตจากโรงงาน คือ FFFFFF ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 การจัดหน่วยความจำใน SLE4442

2.5 การติดต่อกับเครื่องพิมพ์

ในการติดต่อกับเครื่องพิมพ์ในโครงงานนี้ใช้สัญญาณสโตรบ บิวซี่ และสัญญาณข้อมูล D0 – D7 กับกราวด์ดังรูปที่ 2.23

2.5.1 การสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับเครื่องพิมพ์

1) สัญญาณบิวซี่ จะแสดงให้เห็นว่าเครื่องพิมพ์พร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่ ถ้าเป็น “0” แสดงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูล ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลไปบนบัสข้อมูลขนาด 8 บิต ไปให้เครื่องพิมพ์

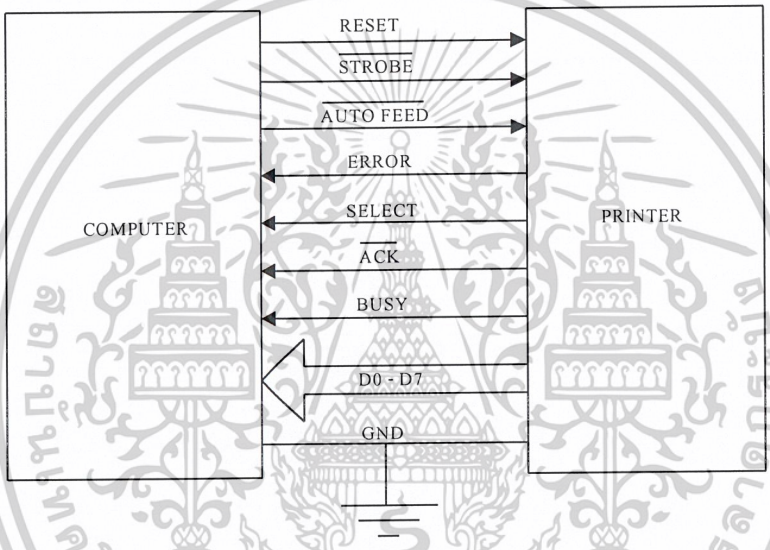
2) หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณ สโตรบ เป็น “0” (อย่างน้อย 0.5 ไมโครวินาที) เพื่อให้เครื่องพิมพ์อ่านข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลเข้าไปยังเครื่องพิมพ์ในขณะที่สัญญาณสโตรบกำลังเป็น “0” (กำลังอ่านข้อมูลบนบัสข้อมูลเข้าไปยังเครื่องพิมพ์) เครื่องพิมพ์จะส่งสัญญาณบิวซี่เป็น “1” ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) หลังจากนั้น 0.5 ไมโครวินาที สัญญาณสโตรบจะสามารถเปลี่ยนกลับมาเป็น “1” ได้อีกครั้ง (ช่วงเวลาทำงานของสัญญาณสโตรบอย่างน้อย 0.5 ไมโครวินาที)

4) เมื่อเครื่องพิมพ์พร้อมที่จะรับข้อมูลตัวต่อไป จะส่งสัญญาณตอบรับ (ACK) เป็น “0” อย่างน้อย 0.5 ไมโครวินาที

5) ที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณตอบรับ มีผลทำให้สัญญาณบิวซี่ รีเซ็ตเป็น “0” ซึ่งเป็นผลทำให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถส่งข้อมูลตัวต่อไปได้โดยการสื่อสารจากขาต่างๆ ดังสรุปในตารางที่ 2.4



รูปที่ 2.23 สัญญาณที่ใช้ติดต่อกับเครื่องพิมพ์

ตารางที่ 2.4 สัญญาณรับส่งข้อมูลกับเครื่องพิมพ์

ขาสัญญาณ	ชื่อสัญญาณ	ทิศทาง (เครื่องพิมพ์เป็นหลัก)	คำอธิบาย
1	สโตรบ	อินพุต	เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้เครื่องพิมพ์รับข้อมูลไป
02 - 09	ข้อมูล	อินพุต	เป็นสัญญาณคำสั่งหรือข้อมูลที่ส่งให้เครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ) สัญญาณรับส่งข้อมูลกับเครื่องพิมพ์

ขาสัญญาณ	ชื่อสัญญาณ	ทิศทาง (เครื่องพิมพ์เป็นหลัก)	คำอธิบาย
10	สัญญาณตอบรับ	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณที่ส่งให้อุปกรณ์ภายนอกรู้ว่าเครื่องพิมพ์ได้รับข้อมูลแล้ว
11	สัญญาณไม่ว่าง	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณที่ส่งให้อุปกรณ์ภายนอกรู้ว่าเครื่องพิมพ์ยังไม่พร้อมรับข้อมูลโดยจะส่งสัญญาณลอจิก “1” ออกมา
12	PE	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณที่ส่งมาจากเครื่องพิมพ์ในกรณีที่กระดาษหมด
13	สัญญาณเลือก	อินพุต	เป็นสัญญาณที่ส่งจากเครื่องพิมพ์โดยที่สัญญาณเป็น“1” หมายถึงเครื่องพิมพ์อยู่ในสถานะใช้งานอยู่ ถ้าเป็น “ 0” อยู่ในสถานะไม่ใช้งาน
14	สัญญาณป้อนกระดาษ	อินพุต	เป็นสัญญาณสั่งให้เครื่องพิมพ์เลื่อนกระดาษ 1 บรรทัด (บางเครื่องสัญญาณนี้ไม่มี)
15	ไม่ใช้งาน	-	ไม่ต่อใช้งาน
16	0 โวลต์	-	ขั้ว 0 โวลต์
17	กราวด์แท่นเครื่องพิมพ์	-	ต่อกับโครงเครื่องพิมพ์
18	+5โวลต์	-	ขั้ว +5 โวลต์
19-30	กราวด์	-	กราวด์ของระบบ
31	อินทิเชียล	อินพุต	เป็นสัญญาณที่สั่งให้เครื่องพิมพ์เลื่อนหัวพิมพ์สู่จุดเริ่มต้นการพิมพ์ข้อมูลต่างๆ ทำงานเมื่อเป็น “0”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

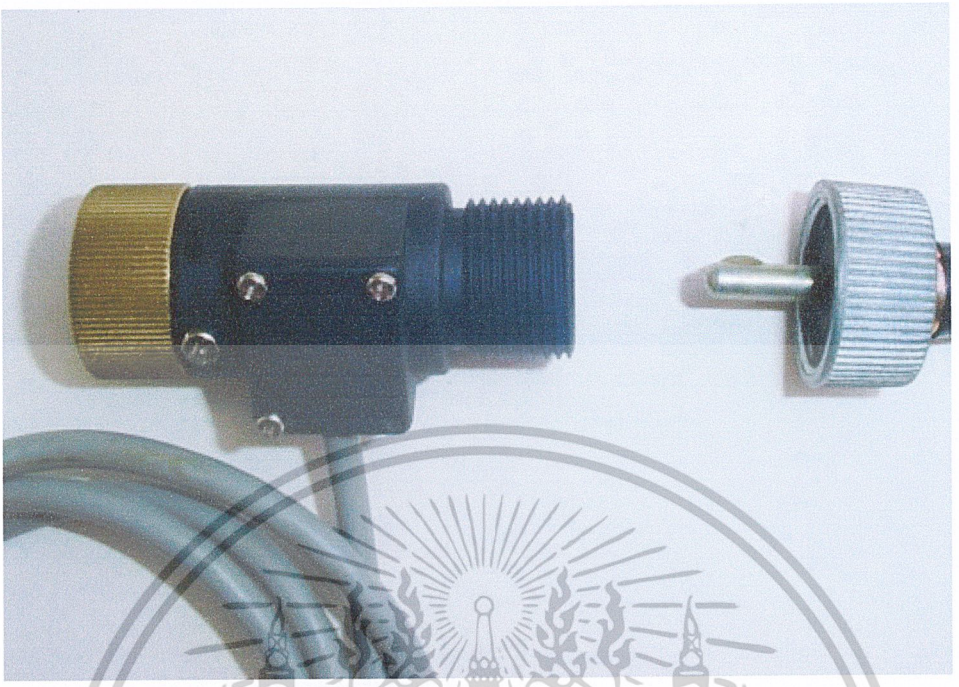
ตารางที่ 2.4 (ต่อ) สัญญาณรับส่งข้อมูลกับเครื่องพิมพ์

ขาสัญญาณ	ชื่อสัญญาณ	ทิศทาง (เครื่องพิมพ์เป็นหลัก)	คำอธิบาย
32	เออเรอร์	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณที่ส่งให้อุปกรณ์ภายนอกรู้ว่าเครื่องพิมพ์มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น
33	กราวด์	-	เหมือนกับขา 19-30
34	ไม่ใช้งาน	-	ไม่ต่อใช้งาน
35	ไม่ใช้งาน	-	ไม่ต่อใช้งาน
36	ซีเลค อิน	อินพุต	คล้ายกับสัญญาณบิวซี่ แต่สัญญาณกลับกัน

2.6 ตัวตรวจจับระยะทางที่รถวิ่ง

เป็นตัวจับระยะทางที่รถวิ่งไปได้ โดยเมื่อเซนเซอร์หมุนครบ 1 รอบเซนเซอร์จะส่งพัลส์ 1 ลูก เพื่อส่งให้กับเครื่องคิดค่าโดยสาร เซนเซอร์นี้จะต่ออยู่กับสายไมล์ที่ต่อระหว่างชุดเฟืองเกียร์มายังหน้าปัทม์บอกความเร็วของรถยนต์ เซนเซอร์ที่ใช้ ดังรูปที่ 2.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

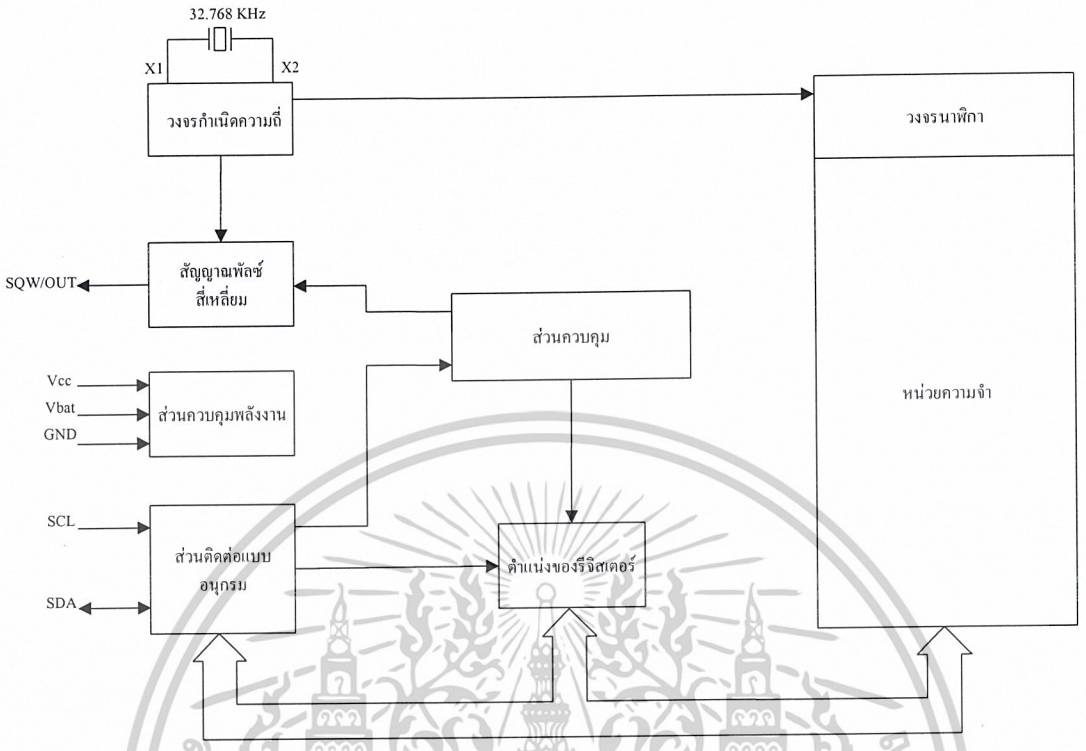


รูปที่ 2.24 ตัวตรวจจับระยะทางที่รถวิ่ง

2.7 ทฤษฎีการใช้งาน DS1307

ไอซี DS1307 เป็นไอซี 8 ขา การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้การอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม 2 สาย หรือ แบบ I^2C ไอซีเบอร์นี้กินพลังงานต่ำมาก พร้อมทั้งมีปฏิทินเวลาแบบ BCD สามารถใช้ข้อมูลเกี่ยวกับเวลา เช่น วินาที นาที ชั่วโมง และบอกวัน เดือน ปี ได้ โดยจะมีการปรับวันที่โดยอัตโนมัติ ในแต่ละเดือนจะแสดงวันได้สูงสุดไม่เกิน 31 วัน และจะปรับวันต่างๆ อย่างถูกต้องเมื่อครบปี การใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้การส่งข้อมูลและแอดเดรสของค่าต่างๆ แบบอนุกรม โดยมีขาหนึ่งเป็นขาสัญญาณ อีกขาหนึ่งเป็นขาสัญญาณ อีกขาหนึ่งเป็นตัวกำหนดสัญญาณนาฬิกา ดังรูปที่ 2.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 แผนผังโครงสร้างภายใน DS1307

2.7.1 หน้าที่และการใช้งานขาสัญญาณของ DS1307

1) ขา SDA (serial Data Input/Output) เป็นขารับส่งข้อมูลแบบอนุกรม ในการอินเตอร์เฟสจะต้องมีตัวทานต่อพูลอัพภายนอกด้วย

2) ขา SCL (Serial Clock Input) เป็นการรีเซตเพื่อให้วงจรบางส่วนเริ่มต้นทำงานใหม่

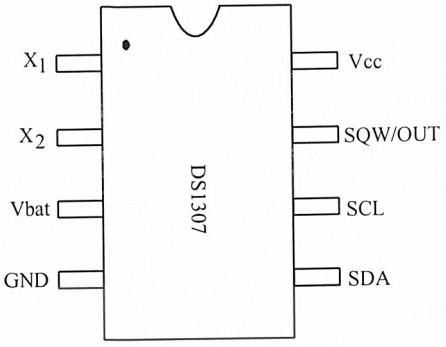
3) ขา SQW/OUT เป็นขาส่งสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมออกมาทางเอาต์พุต เมื่อเริ่มทำงานบิตนี้จะถูกเซตเป็นลอจิก “1” สัญญาณเอาต์พุตที่ได้ จะมีอยู่ 4 ค่า คือ 1Hz, 4 kHz, 8 kHz และ 32 kHz โดยเราสามารถเลือกได้ในการใช้งานจะต้องมีตัวทานต่อพูลอัพภายนอกด้วย

4) ขา X1, X2 เป็นขาที่ใช้ต่อกับคริสตอลภายนอก โดยใช้ความถี่ 32.768 kHz วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาภายในออกแบบให้ทำงานรวมกับคริสตอลที่มีตัวเก็บประจุ 12.5 พิโกฟารัดต่อร่วมอยู่ด้วย

5) ขา Vcc และ GND เป็นขาที่ใช้ต่อกับไฟเลี้ยง โดยทั่วไปแล้วจะต่อกับแรงดันไฟ 5 โวลต์ ถ้าหากแรงดันไฟต่อลงต่ำกว่า 1.25 × V_{BAT} การรักษาเวลาสำรองภายในจะทำงานต่อ โดยจะรับพลังงานจากแบตเตอรี่สำรอง

ดังรูปที่ 2.26

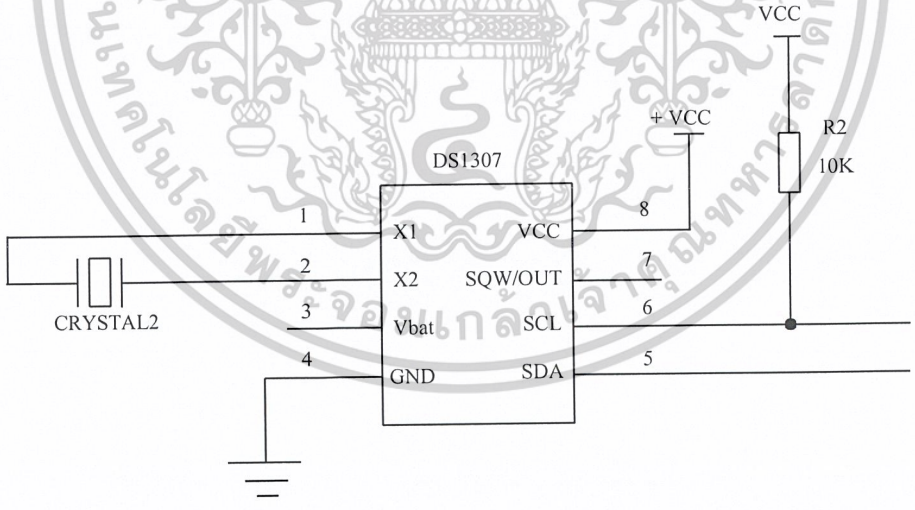
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 การจัดขาของ DS1307

2.7.2 การต่อ DS1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

การเชื่อมต่อ DS1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ P1.6 เป็นขารับส่งข้อมูลแบบอนุกรม ส่วน P1.5 ใช้เป็นขาสัญญาณนาฬิกาควบคุม ตัว DS1307 สามารถรับส่งข้อมูลแบบสองทิศทางได้ และสามารถต่อกับอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการสื่อสารข้อมูล ดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 การต่อ DS1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

2.7.3 การจัดตำแหน่งหน่วยความจำใน DS1307

จากตารางที่ 2.5 ในรีจิสเตอร์ตำแหน่ง 00H ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์วินาที ถ้าบิตที่ 7 ถูกเซตให้เป็นลอจิก “1” วงจรออสซิลเลเตอร์จะหยุดทำงาน ถ้าเป็น “0” วงจรออสซิลเลเตอร์จะทำงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรีจิสเตอร์ตำแหน่ง 01H เป็นรีจิสเตอร์นาที ซึ่งเวลาในหลักสิบของวินาทีจะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 5 ดังนั้นบิตที่ 7 จะไม่ใช้ สำหรับรีจิสเตอร์ตำแหน่ง 02H ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ชั่วโมง สามารถเซตได้ว่าจะให้เก็บข้อมูลแบบ 12 ชั่วโมงหรือ 24 ชั่วโมง และยังบอกค่า AM/PM ได้อีกด้วย ส่วนรีจิสเตอร์ตำแหน่ง 07H จะเป็นรีจิสเตอร์ควบคุมเพื่อกำหนดว่าจะให้มีเอาต์พุตออกมาทางขา SQW/OUT หรือไม่ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แผนผังรีจิสเตอร์ตำแหน่งต่างๆ

	บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0	
00H	CH	วินาทีหลักสิบ			วินาที				00-59
01H	X	นาทีหลักสิบ			นาที				00-59
02H	X	12,24	A/P	10HP	ชั่วโมง				01-12, 00-23
03H	X	X	X	X	X	วัน			0-7
04H	X	X	วันที่ หลักสิบ		วันที่				01-31
05H	X	X	เดือน หลักสิบ		เดือน				01-12
06H	ปี หลักสิบ				ปี				00 - 99
07H	OUT	X	X	SQWE	X	X	RS1	RS2	

2.8 การเปรียบเทียบค่าโดยสารตามระยะทาง

ในการคิดค่าบริการจะคิดค่าโดยสารตามระยะทางต่อกิโลเมตรตามมาตรฐานกรมขนส่งทางบก โดยคิดระยะทางต่อค่าโดยสาร ดังในตารางที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบค่าโดยสารตามระยะทาง

ระยะทาง (กม.)	ค่าโดยสาร (บาท)	ระยะทาง (กม.)	ค่าโดยสาร (บาท)	ระยะทาง (กม.)	ค่าโดยสาร (บาท)
2	35	4.22	45	6.44	55
2.44	37	4.67	47	6.89	57
2.89	39	5.11	49	7.33	59
3.33	41	5.56	51	7.78	61
3.78	43	6.00	53	8.22	63
8.67	65	18.20	111	33.27	193
9.11	67	18.60	113	34.00	197
9.56	69	19.00	115	34.73	201
10.00	71	19.40	117	35.45	205
10.44	73	19.80	119	36.18	209
10.89	75	20.20	121	36.91	213
11.33	77	20.99	125	37.64	217
11.78	79	21.68	129	38.36	221
12.22	81	22.36	133	39.09	225
12.67	83	23.09	137	40.54	233
13.00	85	23.82	141	41.27	237
13.40	87	24.54	145	42.00	241
13.80	89	25.27	149	42.73	245
14.20	91	26.00	153	43.45	249
14.60	93	26.73	157	44.18	253
15.00	95	27.45	161	44.91	257
15.40	97	28.18	165	45.64	261
15.80	99	28.91	169	46.36	265
16.20	101	29.64	173	47.09	269
16.60	103	30.36	177	47.82	273

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าโดยสารตามระยะทาง

ระยะทาง (กม.)	ค่าโดยสาร (บาท)	ระยะทาง (กม.)	ค่าโดยสาร (บาท)	ระยะทาง (กม.)	ค่าโดยสาร (บาท)
17	105	31.09	181	48.54	277
17.40	107	31.82	185	49.27	281
17.80	109	32.54	189	50.00	285

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์ จะประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ คือ ส่วนวงจรควบคุม วงจรรับข้อมูลจากสวิตช์ วงจรรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์ วงจรรับข้อมูลจากสมาร์ตการ์ด วงจรแสดงผล และส่วนติดต่อกับเครื่องพิมพ์ ได้แสดงโครงสร้างการทำงานของเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์ ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งมีการทำงานดังนี้

รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์

ส่วนของวงจรรับข้อมูลจากเซนเซอร์ และส่วนของวงจรรับข้อมูลจากคีย์บอร์ดเมตริกซ์สวิตช์ จะต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยส่วนรับข้อมูลจากเซนเซอร์จะรับจำนวนพัลส์เข้ามาและส่งข้อมูลไปให้ไอซี 89C55WD ทำการคำนวณระยะทางจากจำนวนพัลส์ที่นับได้ ส่วนรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์เพื่อที่นำมาประมวลผลแล้วแสดงออกทางจอ LED 7 ส่วน แสดงข้อมูลเกี่ยวกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้บริการ พร้อมกับส่งข้อมูลไปที่เครื่องพิมพ์ เพื่อทำการแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้บริการเป็นใบเสร็จรายการออกมา

ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบ การสร้าง และการทำงานของระบบ ของส่วนวงจร

3.2 วงจรควบคุม

3.2.1 การออกแบบและการสร้าง

การออกแบบเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์ จะแยกเป็นสามส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนวงจรควบคุม ส่วนที่สองเป็นส่วนของวงจรรับข้อมูลจากสมาร์ตการ์ด, เซนเซอร์, และสวิตช์เมตริกซ์ ส่วนที่สามเป็นส่วนของวงจรแสดงผลทางแอลอีดีเจ็ดส่วนและเครื่องพิมพ์

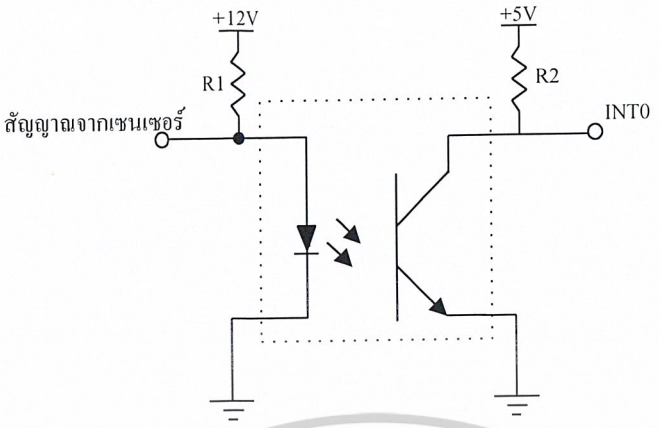
ส่วนของวงจรควบคุมจะทำหน้าที่ควบคุมการรับข้อมูล การแสดงผล รวมทั้งการประมวลผลเพื่อทำการรับข้อมูล และส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์รับและแสดงข้อมูล ในวงจรนี้ได้ใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 89C55WD เป็นตัวประมวลผลข้อมูลที่รับเข้ามูลมาจากเซนเซอร์ บัตรสมาร์ตการ์ด และสวิตช์ เมื่อทำการประมวลผลข้อมูลแล้วก็จะส่งข้อมูลแสดงผลออกทางอุปกรณ์แสดงผล แอลอีดีเจ็ดส่วน หลังจากนั้นก็จะส่งข้อมูลที่ได้ไปแสดงผลทางเครื่องพิมพ์

ในส่วนของวงจรรับข้อมูลทำหน้าที่ในการรับข้อมูลเพื่อทำการส่งข้อมูล ให้แก่ไมโครคอนโทลเลอร์ เพื่อนำไปประมวลผล ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น สี่ส่วน คือ

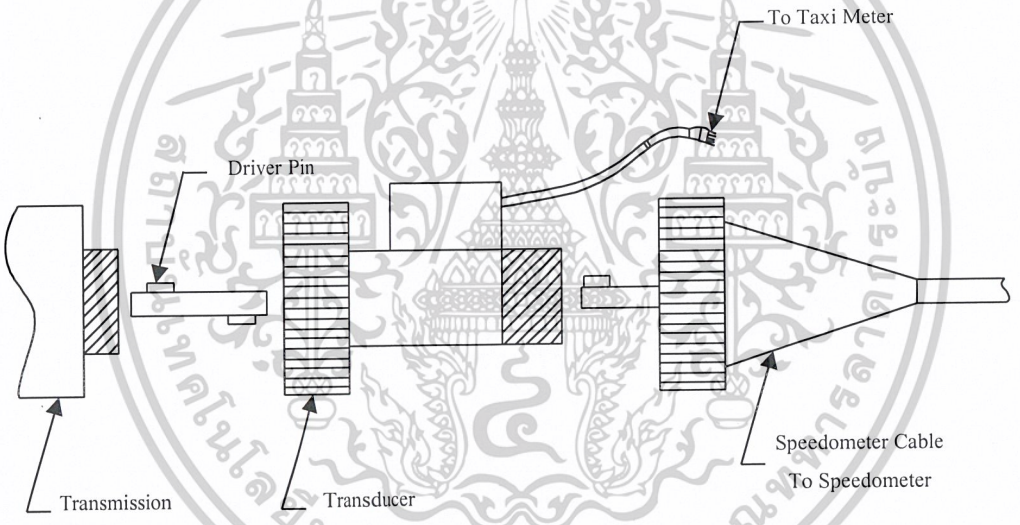
1) ส่วนรับข้อมูลจากตัวตรวจจับ

เซนเซอร์ที่ใช้นี้ มีส่วนของเอาท์พุทที่เป็นแบบคอลเลคเตอร์เปิด (Open Collector) และแรงดันขนาด 12 โวลต์ ซึ่งไม่สามารถต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง ในโครงงานนี้ได้นำเอาตัวตรวจจับพลังแสง (Opto Isolated) มาใช้รับสัญญาณเซนเซอร์ก่อนที่จะส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งนี้เพื่อแยกสัญญาณรบกวนซึ่งอาจจะเกิดจากตัวเซนเซอร์เมื่อเซนเซอร์หมุนครบ 1 รอบ เซนเซอร์จะส่งสัญญาณพัลส์ 1 ลูก เพื่อส่งให้กับส่วนคำนวณค่าโดยสาร เซนเซอร์นี้จะต่ออยู่กับสายไมล์ที่ต่ออยู่ระหว่างชุดเฟืองเกียร์ มายังหน้าปัทบอกความเร็วของรถยนต์ เซนเซอร์ที่ใช้ดังแสดงในรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ส่วนที่รับสัญญาณจากเซนเซอร์



รูปที่ 3.3 เซนเซอร์ที่ใช้จับความเร็วรอบ

2) ส่วนของวงจรรับข้อมูลคีย์สวิตช์

ส่วนของสวิตช์ นี้จะใช้พอร์ต 1 ของ MCS 89C55WD โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

PC4 ทำหน้าที่ หยุดคิดค่าโดยสารเมื่อผู้โดยสารชำระค่าโดยสารแล้ว หรือใช้เลือกในการตั้งเวลา

PC5 ทำหน้าที่ เริ่มคิดค่าโดยสาร หรือ ใช้เพิ่มค่าในการตั้งเวลา

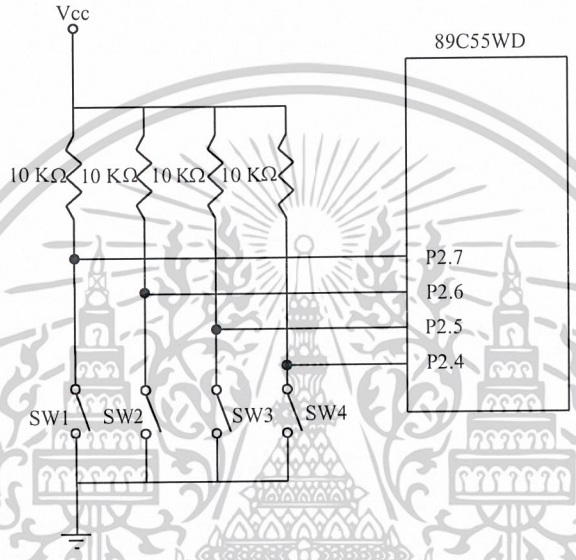
PC6 ทำหน้าที่ หยุดคิดค่าโดยสารชั่วคราวหรือหยุดคิดค่าโดยสารเมื่อผู้โดยสารถึงที่หมาย และยังใช้ในการเปลี่ยนโหมดการแสดงผลเป็น ภาษาอังกฤษ ใช้ลดค่าในการตั้งเวลา

PC7 ทำหน้าที่ แสดงรายละเอียดของส่วนคิดค่าโดยสาร ตั้งเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดสวิตช์ใดๆ บิตนั้นจะถูกต่อลงกราวด์ ซึ่งปกติจะมีสภาวะเป็น ลอจิก “1” ก็จะเปลี่ยนเป็น ลอจิก “0” แทน โดยการใช้ R Pull Up ค่า 10k ในแต่ละพอร์ต เพื่อไม่ให้ดึงกระแสจากแหล่งจ่ายเมื่ออยู่ในสภาวะเป็น ลอจิก “0” แสดงวงจรดังรูปที่ 3.5

ในส่วนของวงจรแสดงข้อมูลทำหน้าที่ในการแสดงข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับจากไมโครคอนโทรลเลอร์

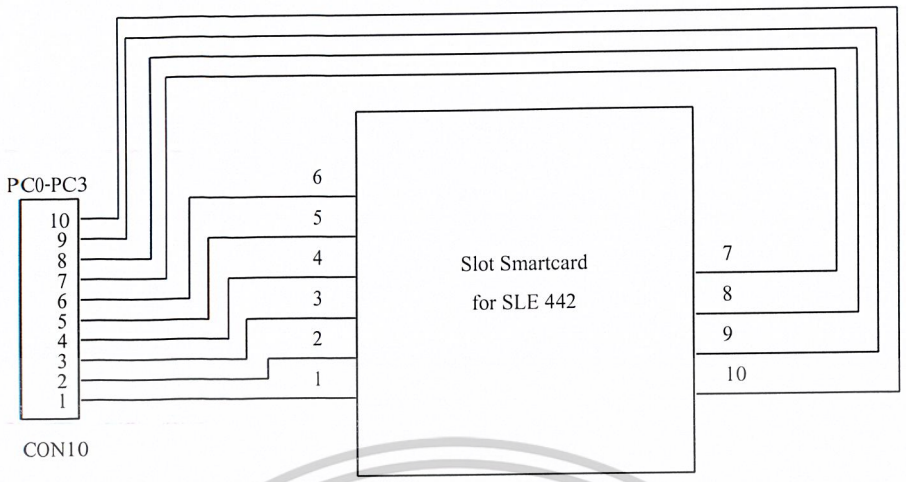


รูปที่ 3.5 วงจรใช้งานสวิตช์

3) ส่วนรับข้อมูลจากบัตรสมาร์ตการ์ด

การอ่านข้อมูลจากบัตร เป็นการติดต่อแบบ I^2C ใช้ขาในการติดต่อ 3 ขา คือ I/O, CLK, RST โดยส่งคำสั่ง ไปติดต่อบัตรคือ ส่ง ADD ให้บัตรเช่น 20H บัตรจะส่งข้อมูลที่ตำแหน่ง20 – 2F ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรติดต่อกับบัตรสมาร์ตการ์ด

4) ส่วนวงจรฐานเวลาจริง

ในการเชื่อมต่อ DS1307 จะพิจารณาขาสัญญาณดังต่อไปนี้

1) ขา SDA (Serial Data Input/Output) เป็นขารับส่งข้อมูลแบบอนุกรม ในการอินเตอร์เฟสจะต้องมีตัวทานต่อพูลอัพภายนอกด้วย

2) ขา SCL (Serial Clock Input) เป็นการรีเซตเพื่อให้วงจรบางส่วนเริ่มต้นทำงานใหม่

3) ขา SQW/OUT เป็นขาส่งสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมออกมาทางเอาต์พุต เมื่อเริ่มทำงานบิตนี้จะถูกเซตเป็นลอจิก "1" สัญญาณเอาต์พุตที่ได้ จะมีอยู่ 4 ค่า คือ 1Hz, 4 kHz, 8 kHz และ 32 kHz โดยเราสามารถเลือกได้ในการใช้งานจะต้องมีตัวทานต่อพูลอัพภายนอกด้วย

4) ขา X1, X2 เป็นขาที่ใช้ต่อกับคริสตอลภายนอก โดยใช้ความถี่ 32.768 kHz วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาภายในออกแบบให้ทำงานรวมกับคริสตอลที่มีตัวเก็บประจุ 12.5 พิโกฟารัดต่อร่วมอยู่ด้วย

5) ขา Vcc และ GND เป็นขาที่ใช้ต่อกับไฟเลี้ยง โดยทั่วไปแล้วจะต่อกับแรงดันไฟ 5 โวลต์ ถ้าหากแรงดันไฟต่อลงต่ำกว่า $1.25 \times V_{BAT}$ การรักษาเวลาสำรองภายในจะทำงานต่อ โดยจะรับพลังงานจากแบตเตอรี่สำรอง

5) ส่วนแสดงผลทางแอลอีดีเจ็ดส่วน

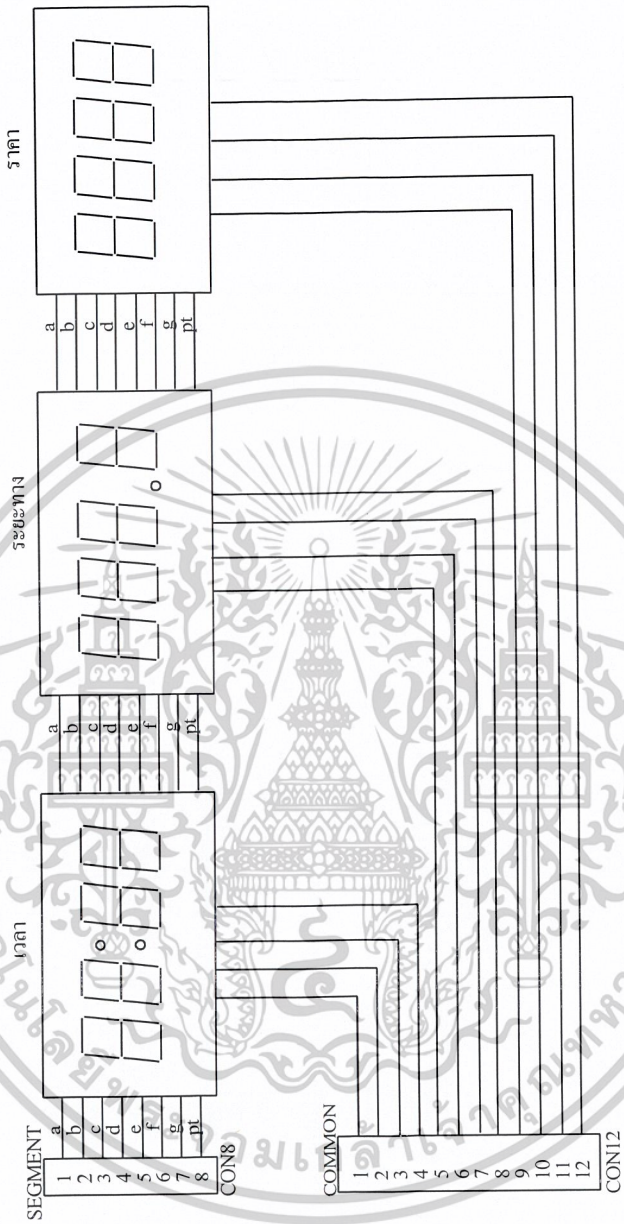
ในการเชื่อมต่อแอลอีดีเจ็ดส่วนกับ MCS 8255 จะพิจารณาต่างๆ ของ แอดอีดีเจ็ดส่วนกับ MCS 8255 ดังรูปที่ 3.7

ขา A–Dp ของแอลอีดีฐานเวลาและระยะทางต่อเข้ากับ PA_{0-7}

ขา A-Dp ของแอลอีดีราคาต่อเข้ากับขา PB_{0-7}

ขาคอมมอนรวมผ่านดีโคดท์ 74154 ต่อเข้ากับขา PC_{0-4}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

6) ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์

การติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 89C55WD กับเครื่องพิมพ์นั้นมีสัญญาณที่ใช้ติดต่อได้แก่ สัญญาณไม่ว่าง สัญญาณสโตรบ และสัญญาณข้อมูล

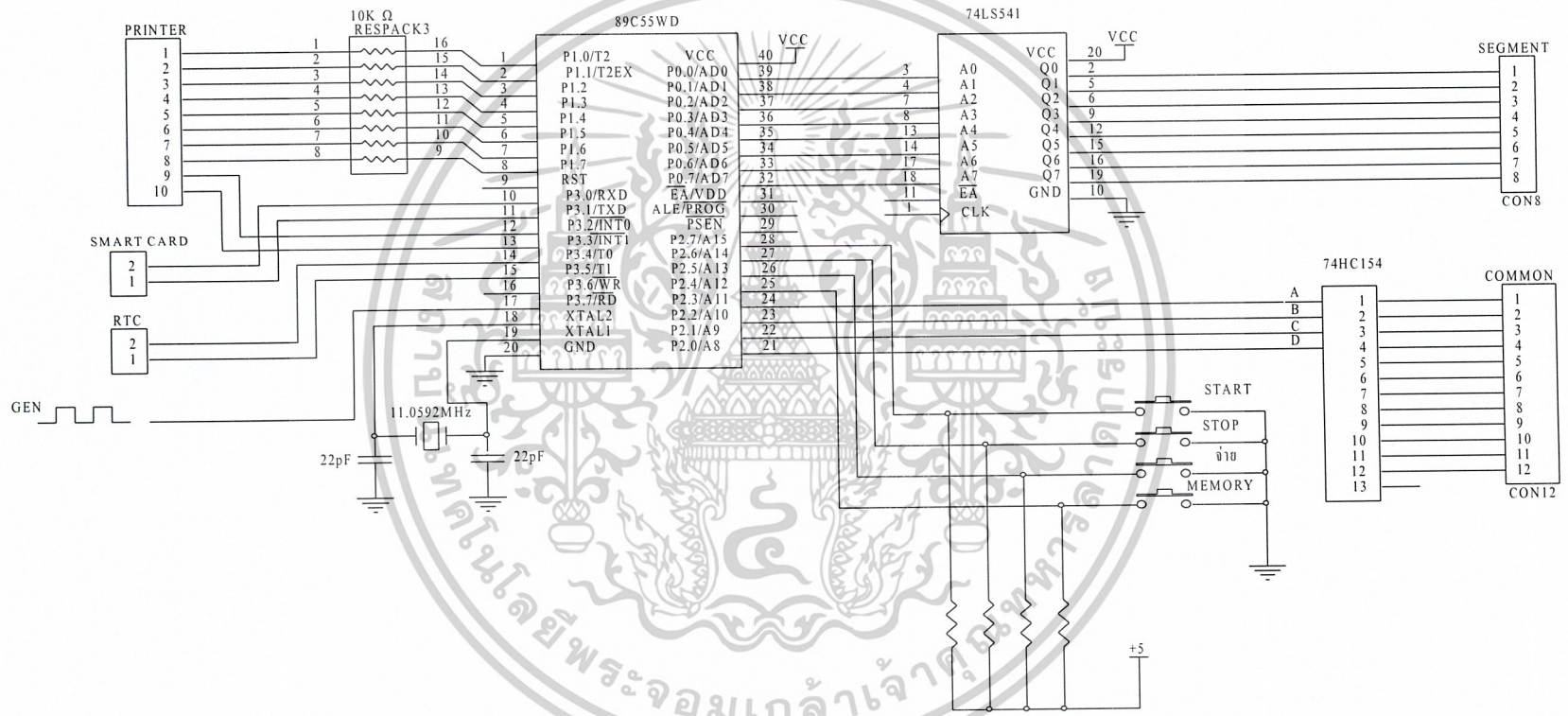
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โครงสร้างของเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์

3.3.1 การออกแบบแผงควบคุม

ส่วนของวงจรควบคุมจะทำหน้าที่ควบคุมการรับข้อมูลการแสดงผลรวมทั้งการประมวลผลเพื่อทำการ รับข้อมูล และส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์แสดงผล สมาร์ตการ์ดและเครื่องพิมพ์ ซึ่งในวงจรนี้ได้ใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 89C55WD เป็นตัวประมวลผลข้อมูลที่รับเข้ามาจากเซนเซอร์ และคีย์สวิตช์ สมาร์ตการ์ด เมื่อทำการประมวลผลแล้วก็จะนำข้อมูลแสดงผลออกทางอุปกรณ์แสดงผล แอลอีดีเจ็ดส่วน หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่ได้ไปแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ การออกแบบแผงควบคุมรวมดังรูปที่ 3.8

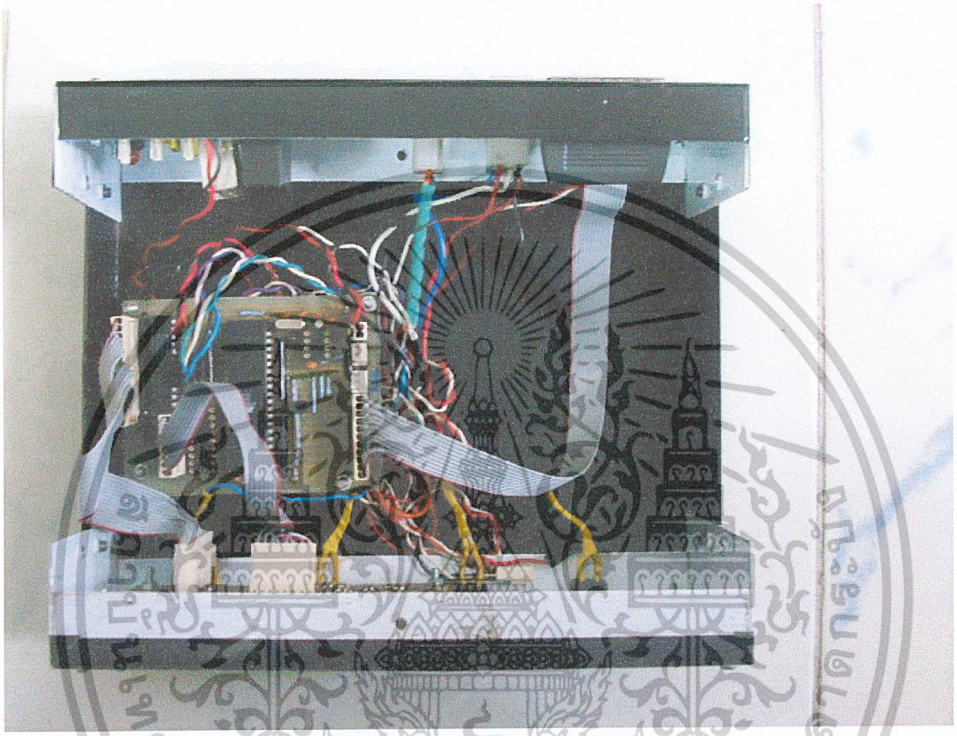
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรควบคุม

3.3.2 การออกแบบกล่องและจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ

1) การจัดวางอุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การจัดวางอุปกรณ์

2) การออกแบบกล่อง ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 การออกแบบกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

จากการทดลองและการตรวจสอบการทำงานของระบบ ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นการทดลองส่วนของวงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C55WD ส่วนที่สองเป็นส่วนของการแสดงรายละเอียดเวลา, ระยะทาง, ค่าบริการ แสดงผลทางแอลอีดีเจ็ดส่วน และรับข้อมูลจากสวิตช์ ส่วนที่สี่เป็นการทดลองส่วนของการแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ ส่วนที่สี่เป็นการทดลองส่วนของการรับข้อมูลจากบัตรสมาร์ตการ์ด

4.1 การทดลองส่วนของวงจรควบคุมจากบอร์ดควบคุม

4.11 การทดลองส่วนของการแสดงผล

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบวงจรควบคุมและอุปกรณ์แสดงผลตามรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 การต่อวงจรแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2) ตรวจสอบความเรียบร้อยของวงจร

1.3) เขียนโปรแกรมแสดงผล ออกที่อุปกรณ์แสดงผลทางแอลอีดีเจ็ดส่วน ทางพอร์ต 0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C55WD

1.4) ทำการจ่ายไฟให้กับวงจร เพื่อทดลองโปรแกรมแสดงผล

1.5) ทำการกดสวิตช์รีเซต เพื่อสังเกตการแสดงผลที่อุปกรณ์แสดงผล

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองส่วนของวงจรควบคุมและอุปกรณ์แสดงผล ได้ทำการทดลองเขียนโปรแกรมแสดงผลออกทางพอร์ต 0 ของบอร์ดควบคุม โดยเขียนโปรแกรมสั่งให้ตัวเลขไปปรากฏที่อุปกรณ์แสดงผล จากการทดลองวงจรควบคุมสามารถส่งตัวเลข ออกที่ไปปรากฏที่อุปกรณ์แสดงผลตามที่ได้โปรแกรมได้ดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 การแสดงผลทางแอลอีดี

4.1.2 การทดลองส่วนรับข้อมูลจากคีย์สวิตช์และแสดงผลทางแอลอีดีเจ็ดส่วน

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) นำวงจรแสดงผลและสวิตช์ต่อเข้ากับบอร์ดควบคุมที่พอร์ต 0 ตามดังรูปที่ 4.3

1.2) ตรวจสอบความเรียบร้อยของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) เขียนโปรแกรมรับข้อมูลจากสวิตช์ และแสดงผลออกทางแอลอีดี โดยกำหนดค่าคีย์แต่ละคีย์และให้มีค่าตามรหัส BCD 8421

1.4) ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรควบคุม เพื่อทดลองโปรแกรมอ่านข้อมูลจากการกดสวิตช์และแสดงผลทางแอลอีดีเจ็ดส่วนได้

1.5) ทำการกดสวิตช์ Start สังเกตการณ์แสดงผลที่อุปกรณ์แสดงผลว่าได้ผลตรงกับค่าที่กดไปหรือไม่

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองเขียนโปรแกรมรับค่าจากสวิตช์ เมื่อทำการกดสวิตช์คีย์ Start จะพบว่าอุปกรณ์แสดงผลปรากฏค่าประจำสวิตช์ได้ตรงกัน ดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 ผลจากการทดลองกดสวิตช์ Start

4.2 การทดลองส่วนของใบเสร็จค่าบริการ

4.2.1 การแสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบวงจรควบคุมและอุปกรณ์เครื่องพิมพ์

1.2) ตรวจสอบความเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) เขียนโปรแกรมแสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์ เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องพิมพ์ที่ต่อกับบอร์ดควบคุมที่พอร์ต 1

1.4) ทำการจ่ายไฟให้กับวงจร เพื่อทดลองโปรแกรมแสดงผลที่เครื่องพิมพ์

1.5) สังเกตการณ์แสดงผลทางเครื่องพิมพ์

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองของส่วนควบคุมและส่วนเครื่องพิมพ์ โดยกำหนดให้ข้อความที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ พิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์ด้วยโปรแกรมที่กำหนดพอร์ตการติดต่อกับเครื่องพิมพ์ จากการทดลอง วงจรควบคุมและโปรแกรมสามารถส่งข้อความในหน่วยความจำไปปรากฏที่เครื่องพิมพ์ได้ถูกต้อง ดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 ผลการทดลองพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

เครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์ เพื่อแสดงรายละเอียดในการใช้บริการแท็กซี่มิเตอร์อย่างรายละเอียด จะประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ คือ ส่วนวงจรควบคุม วงจรรับข้อมูลจากสวิตช์ วงจรรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์ วงจรรับข้อมูลจากสมาร์ตการ์ด วงจรแสดงผล และส่วนติดต่อกับเครื่องพิมพ์ ซึ่งจะแสดงรายละเอียดต่างๆ คือ ชื่อคนขับ, เบอร์โทรศัพท์, หมายเลขรถ, เลขที่ใบอนุญาต, วัน, เวลา,ระยะทาง, เวลาที่รถหยุด, ราคา และเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสาธารณะชนผู้ใช้บริการรถแท็กซี่อย่างมาก

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา การแสดงผลเมื่อทำการสั่งพิมพ์ข้อมูล การแสดงผลจะเกิดการขัดข้อง เนื่องจากจะต้องเสียเวลาในการส่งข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์ ทำให้การเกิดการกระพริบของส่วนแสดงผล

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนสัญญาณนาฬิกาให้สูงขึ้น

2. ปัญหา การวัดความเร็วรอบรถ เนื่องจากเป็นการทำงานที่ซับซ้อนใช้ขั้นตอนการคำนวณที่มาก ทำให้เกิดความล่าช้าในการประมวลผล

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนสัญญาณนาฬิกาให้สูงขึ้น

3. ปัญหา การดึงข้อมูลจากบัตรสมาร์ตการ์ด เนื่องจากเกิดการสับสนระหว่างสมาร์ตการ์ดกับฐานเวลา

แนวทางแก้ไข แยกตำแหน่งของสมาร์ตการ์ดและฐานเวลาออกจากกัน

4. ปัญหา การพิมพ์ข้อมูล เนื่องจากเครื่องพิมพ์เป็นรุ่นเก่าไม่สามารถพิมพ์เป็นภาษาไทยได้

แนวทางแก้ไข ทำการอัฟเดรตฮาร์ดแวร์ของเครื่องพิมพ์ให้สามารถพิมพ์เป็นภาษาไทยได้

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. จากส่วนแสดงผลแบบแอลอีดีเจ็ดส่วน ควรจะเปลี่ยนเป็นส่วนแสดงผลเป็นแอลซีดี เพราะสามารถบอกรายละเอียดได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นการสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โครงงานนี้ไม่สามารถบอกตำแหน่งของจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการบริการได้ ควรพัฒนาให้สามารถบอกจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการบริการได้

3. ถ้าต้องการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมจะยุ่งยากซับซ้อน ควรพัฒนาให้สามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง เพื่อสะดวกในการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมและข้อมูล

4. โครงงานนี้ส่วนเครื่องพิมพ์และส่วนตัวควบคุมแยกส่วนกัน ควรพัฒนาให้อยู่ในส่วนเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. **การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. 2546

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. **ภาษาแอสเซมบลี**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. 2546

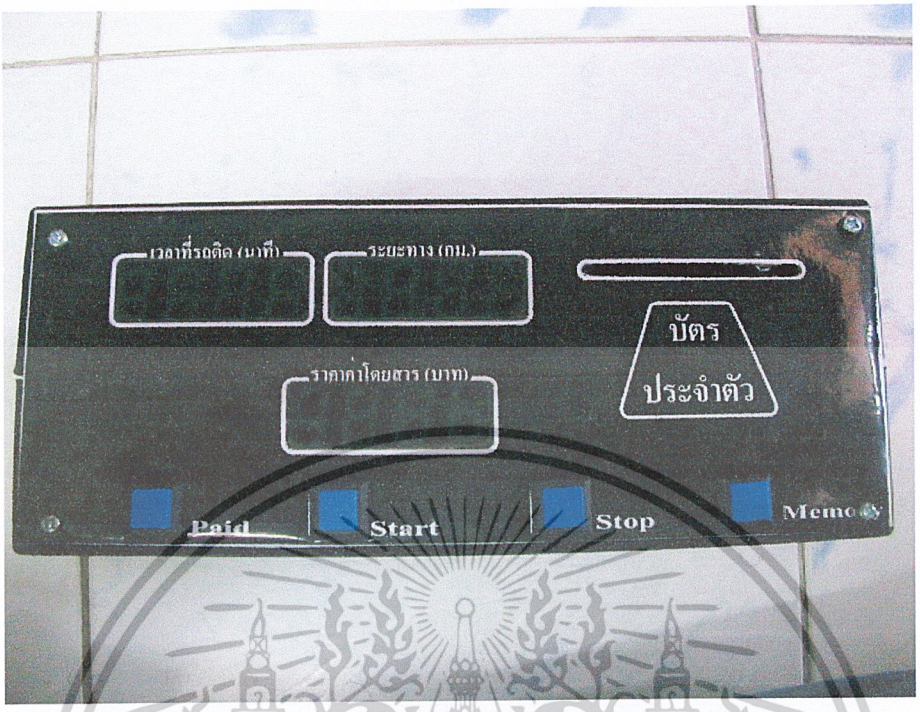
อุดม จีนประดับ. **ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2541

เลิศ แซ่ตั้ง. **เทคโนโลยีสมาร์ตการ์ด**. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์

รูปที่ ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์

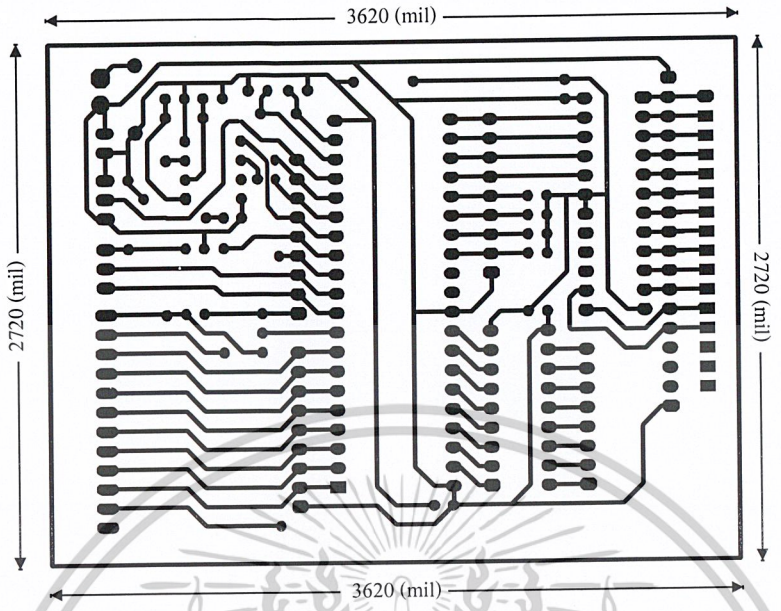
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

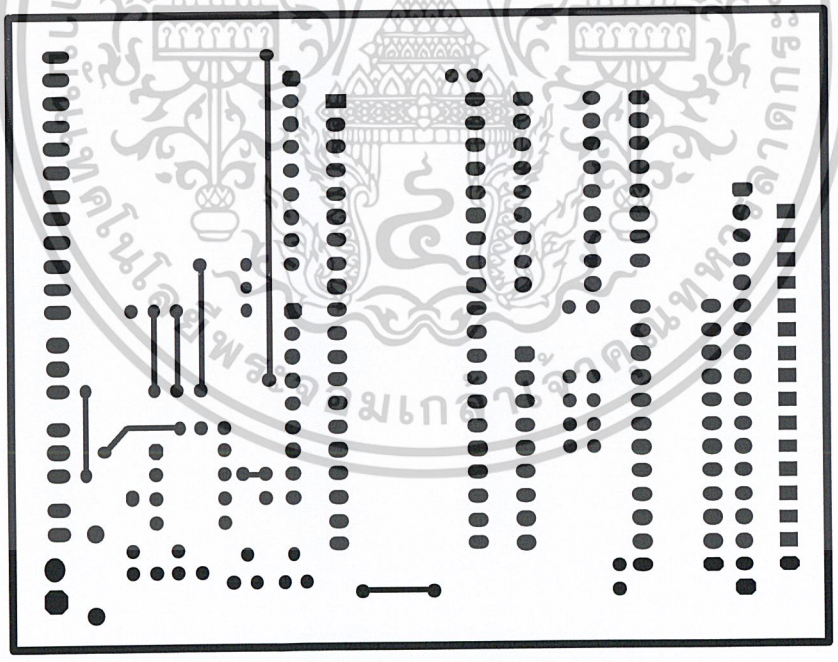
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.1 วงจรควบคุม

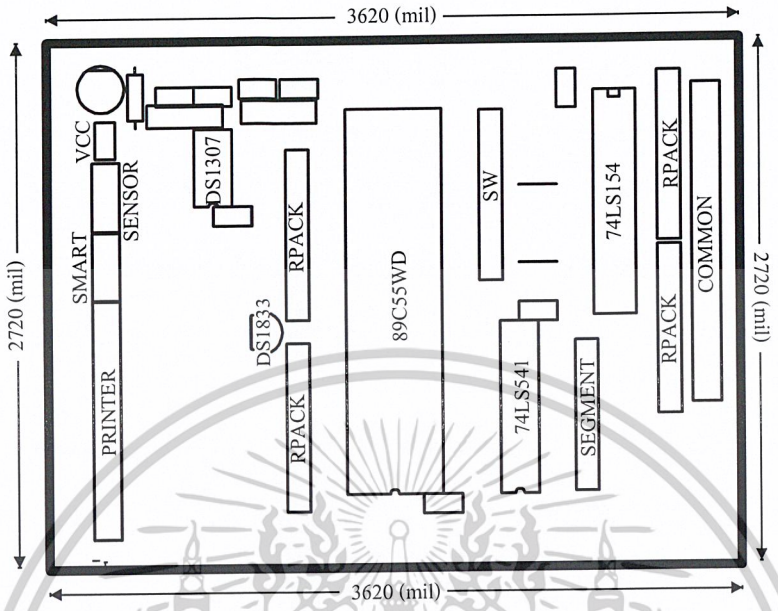


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ส่วนควบคุม

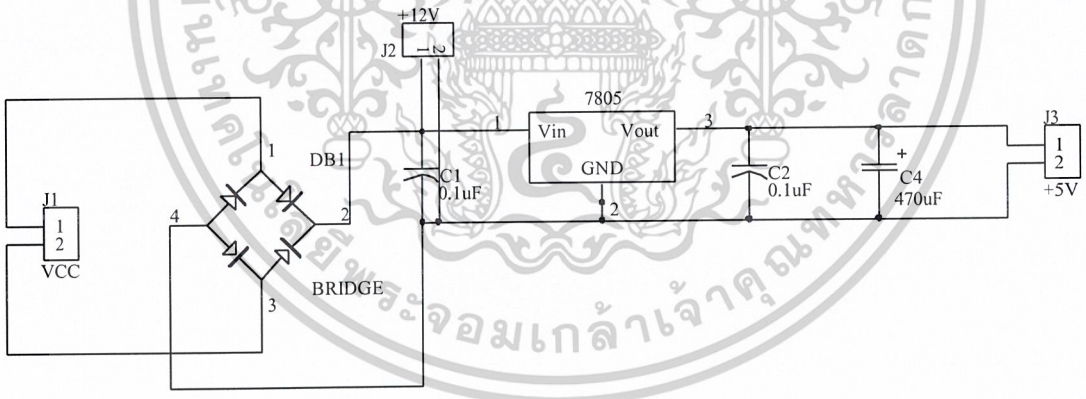


รูปที่ ข.3 ลายวงจรพิมพ์วงจรควบคุม (ด้านล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

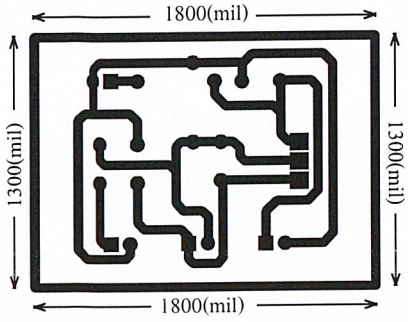


รูปที่ ข.4 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรควบคุม

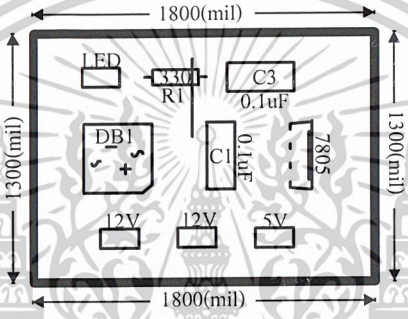


รูปที่ ข.5 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

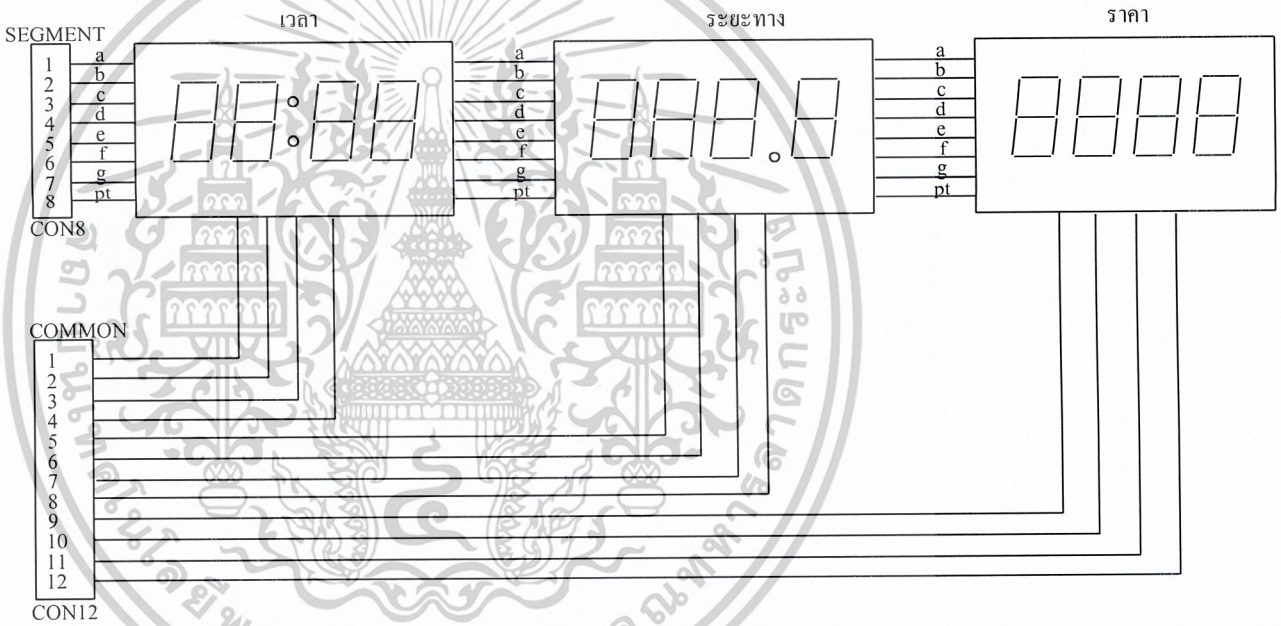


รูปที่ ข.6 แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5 โวลต์

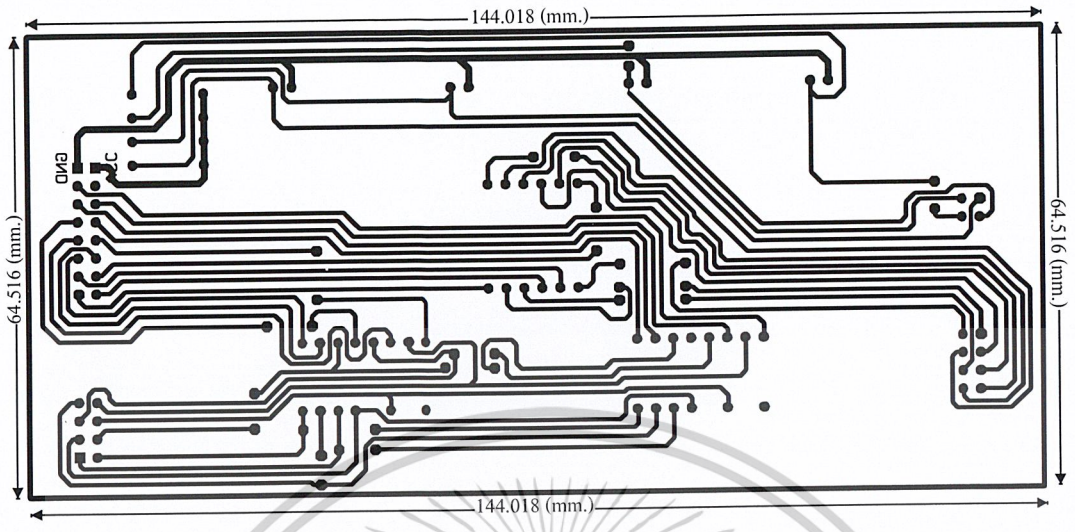


รูปที่ ข.7 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ 5 โวลต์

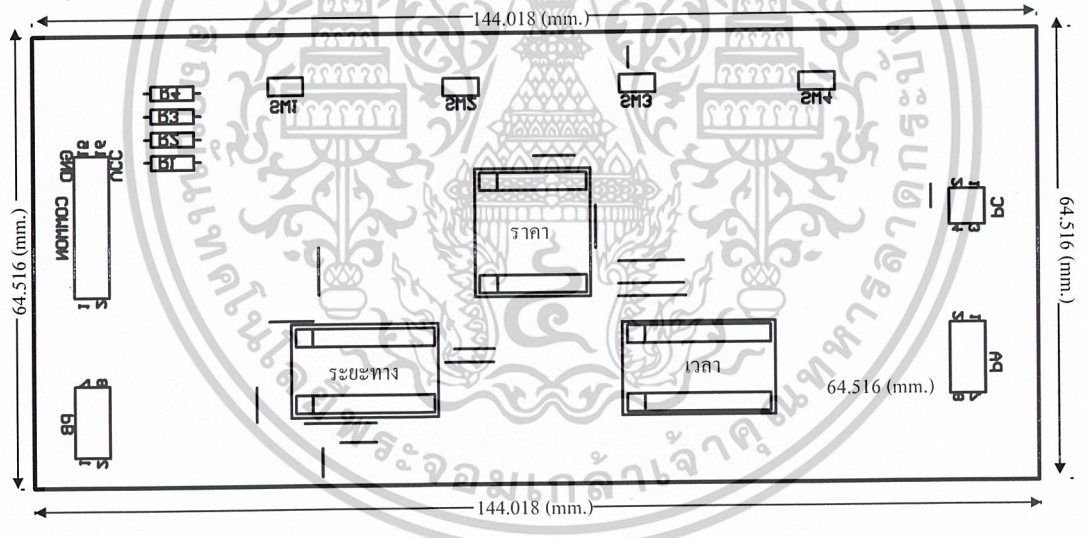
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.8 วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

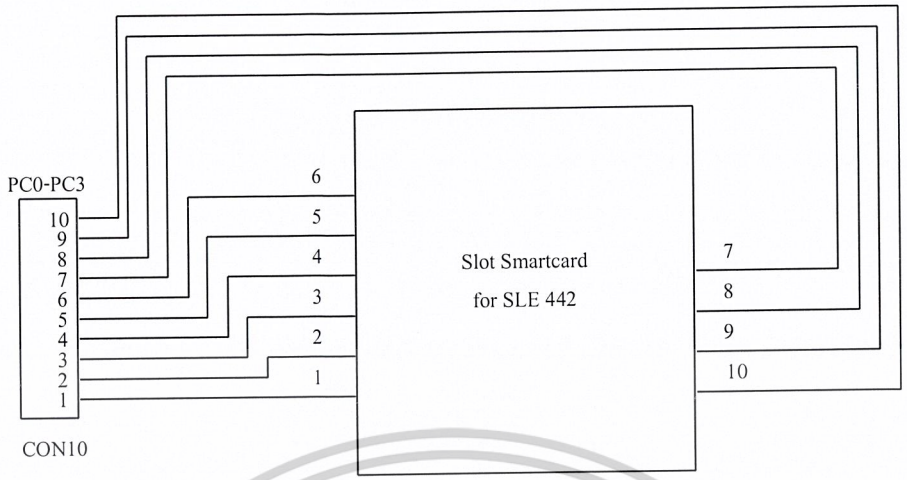


รูปที่ ข.9 แผ่นวงจรพิมพ์แสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

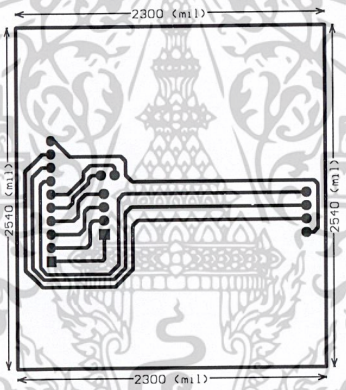


รูปที่ ข.10 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

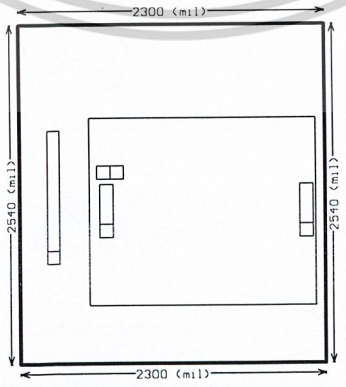
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.11 วงจรสมาร์ตการ์ด



รูปที่ ข.12 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสมาร์ตการ์ด



รูปที่ ข.13 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรสมาร์ตการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรร่วม		
IC1	7805	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	Bride Diode	1 ตัว
LED	สีแดง	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1-2	0.1 F	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	330 โอห์ม	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1- J3	Connector 2 pin	3 ตัว
Heat sink		1 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
7 Segment	แบบแคโทดร่วม แบบคู่	3 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1-J2	Connector 8 pin	1 ตัว
J3	Connector 12 pin	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์สมาร์ตการ์ด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์อื่นๆ		
Slot 1	สมาร์ตการ์ด	1 ตัว
J1	Connector 10 pin	1 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมรวม

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรร่วม		
IC1	89C55WD	1 ตัว
IC2	74HC541	1 ตัว
IC 3	74LS154	1 ตัว
IC 4	DS1307	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED	สีแดง	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1- 4	30 พิโกฟารัด	4 ตัว
C5- 9	0.1 ไมโครฟารัด	4 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R Pack	10 กิโลโอห์ม	4 ตัว
R	360 โอห์ม	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

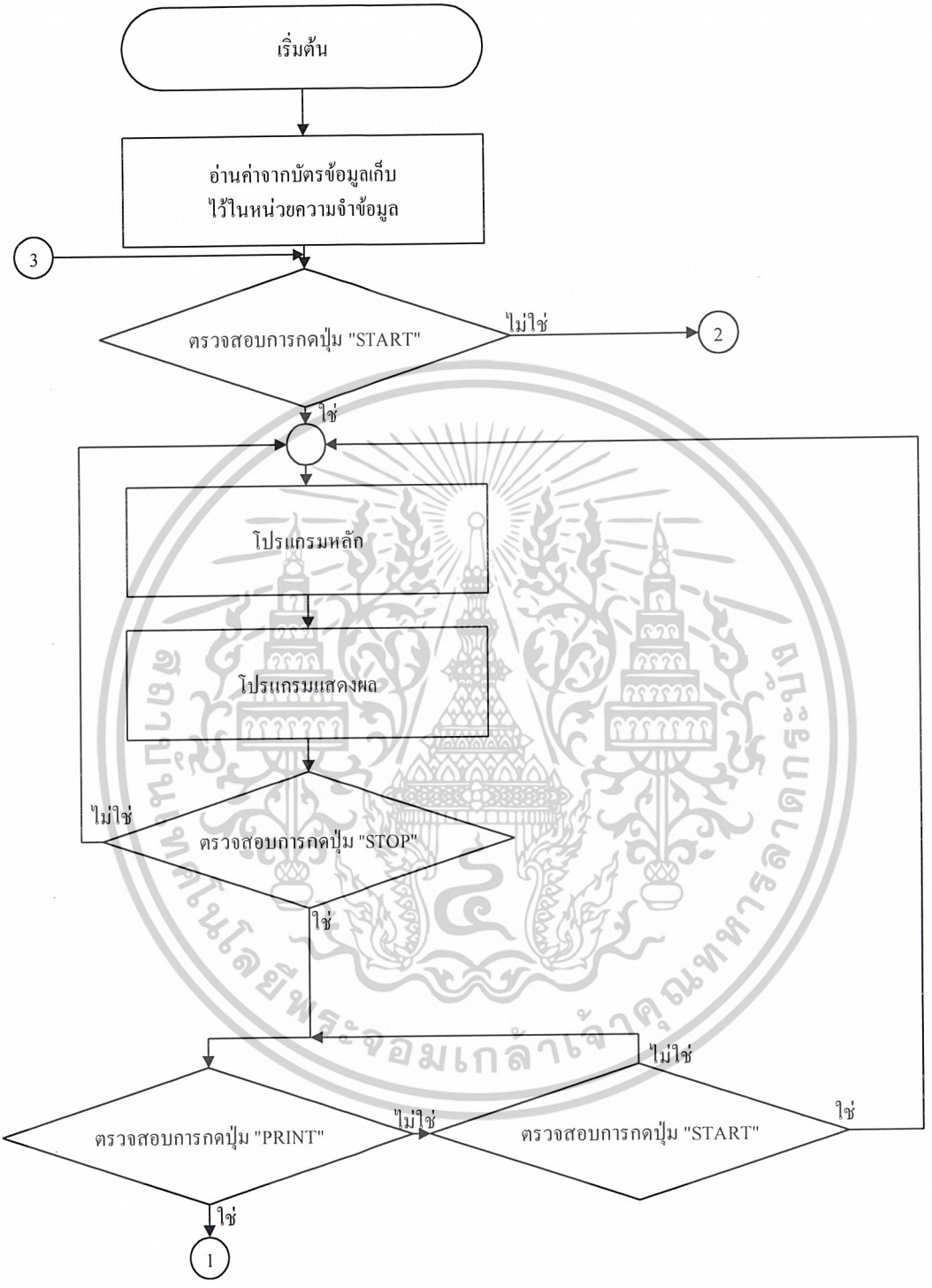
ตารางที่ ค.4 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมรวม

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์อื่นๆ		
XTAL1	20 เมกกะเฮริ์ต	1 ตัว
XTAL2	32.768 เมกกะเฮริ์ต	1 ตัว
Socket	40 ขา	1 ตัว
	8 ขา	1 ตัว
	28 ขา	1 ตัว
	18 ขา	1 ตัว
Connector	12 × 1	
	3 × 2	
	2 × 1	
	11 × 1	
	8 × 12	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

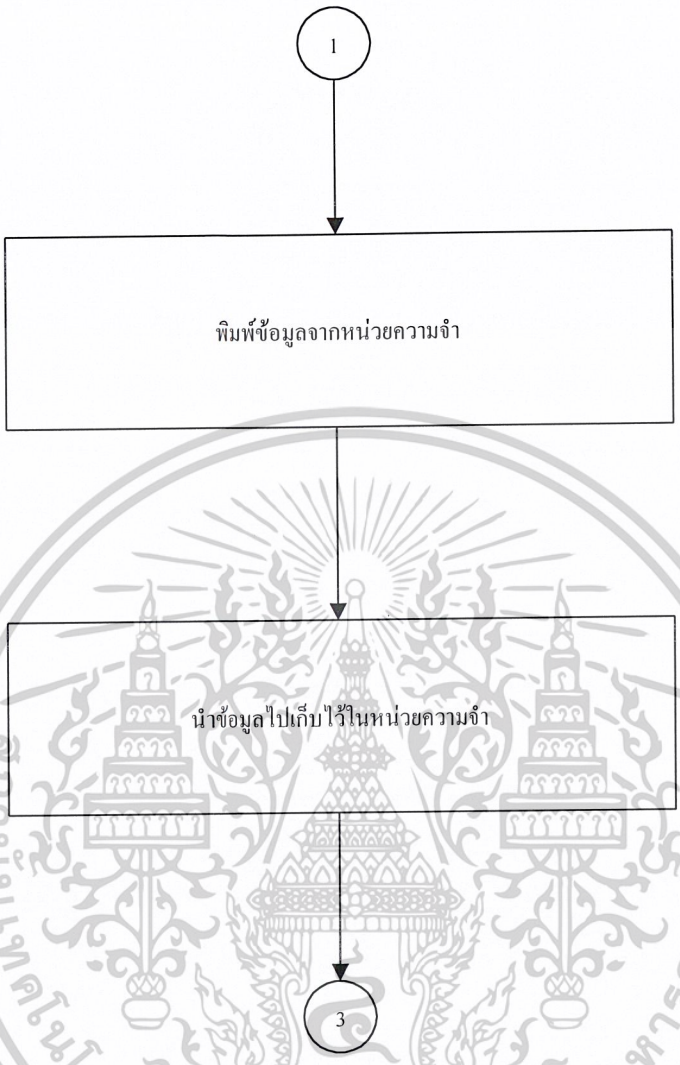
ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



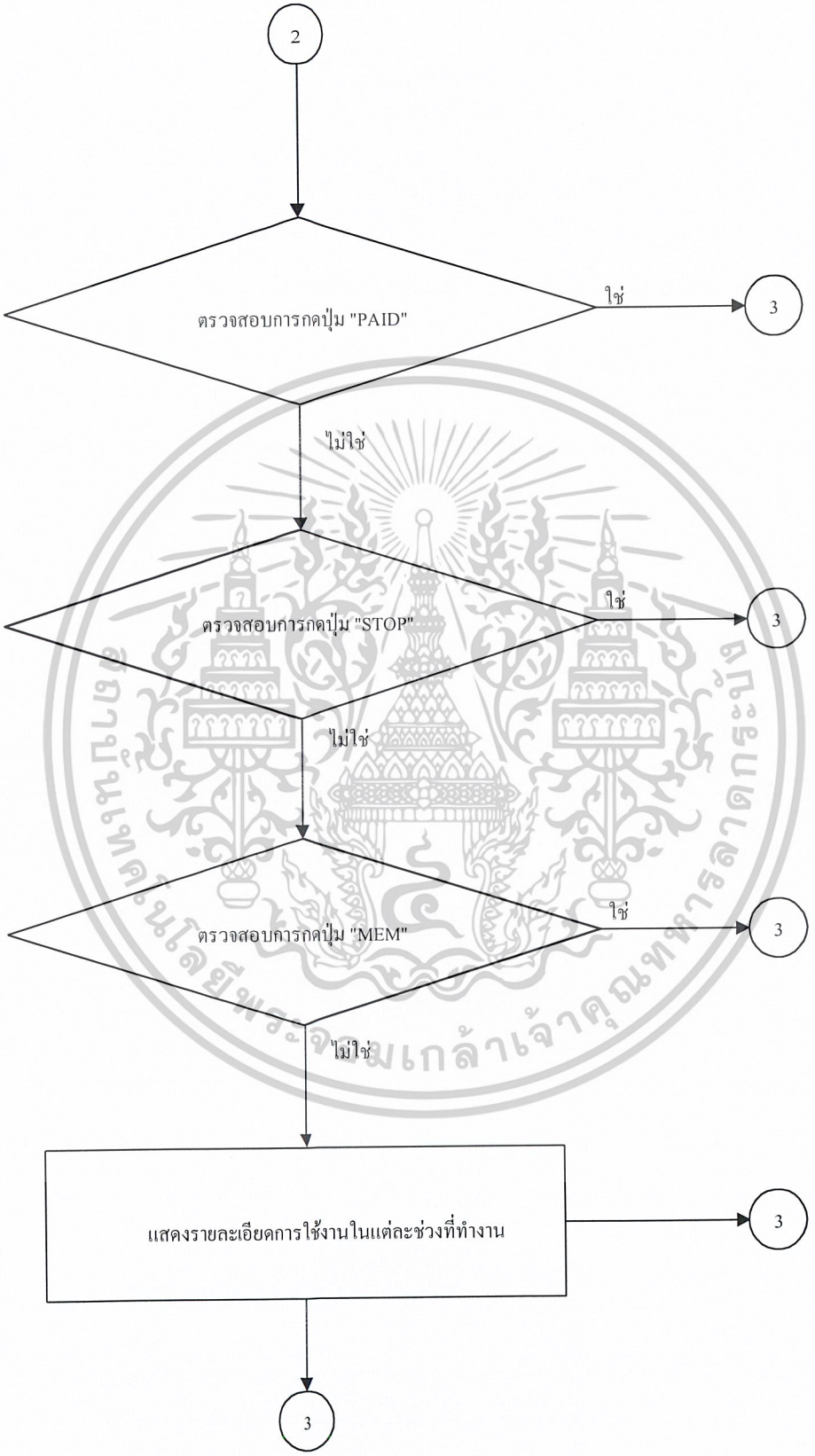
รูปที่ ง.1 ผังงานโปรแกรมควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



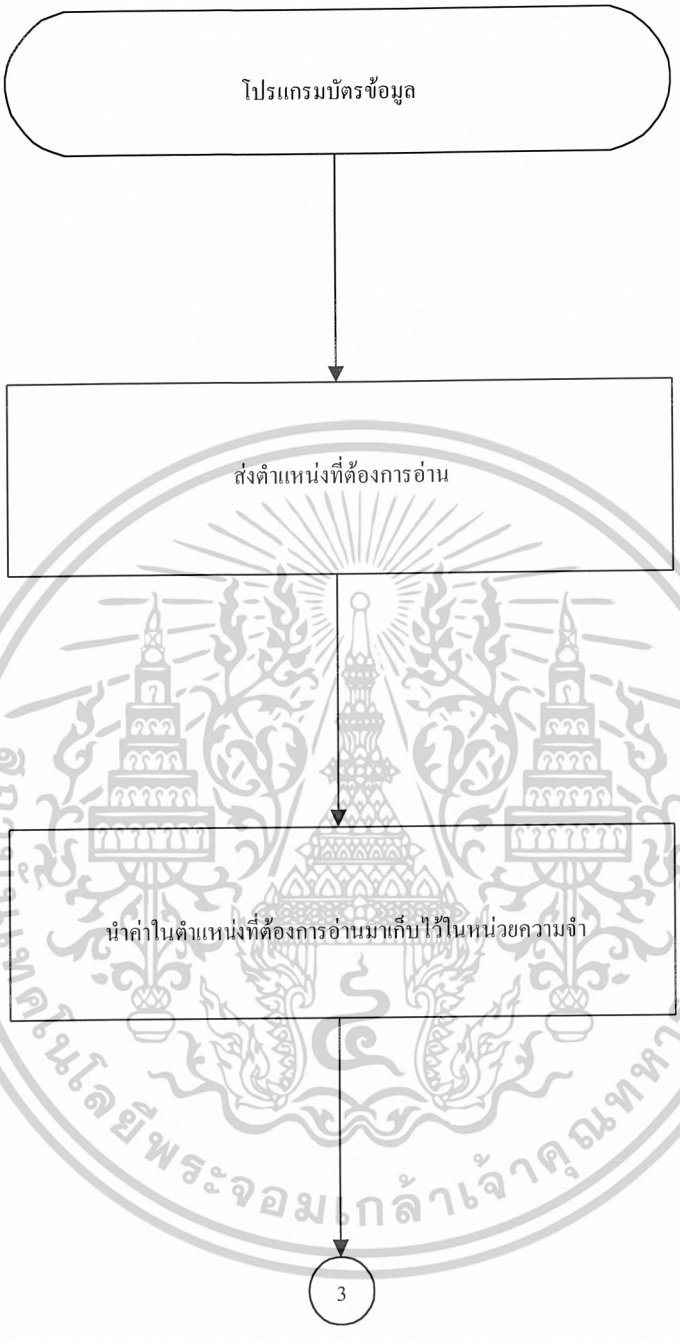
รูปที่ ง.2 ผังงาน โปรแกรมพิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



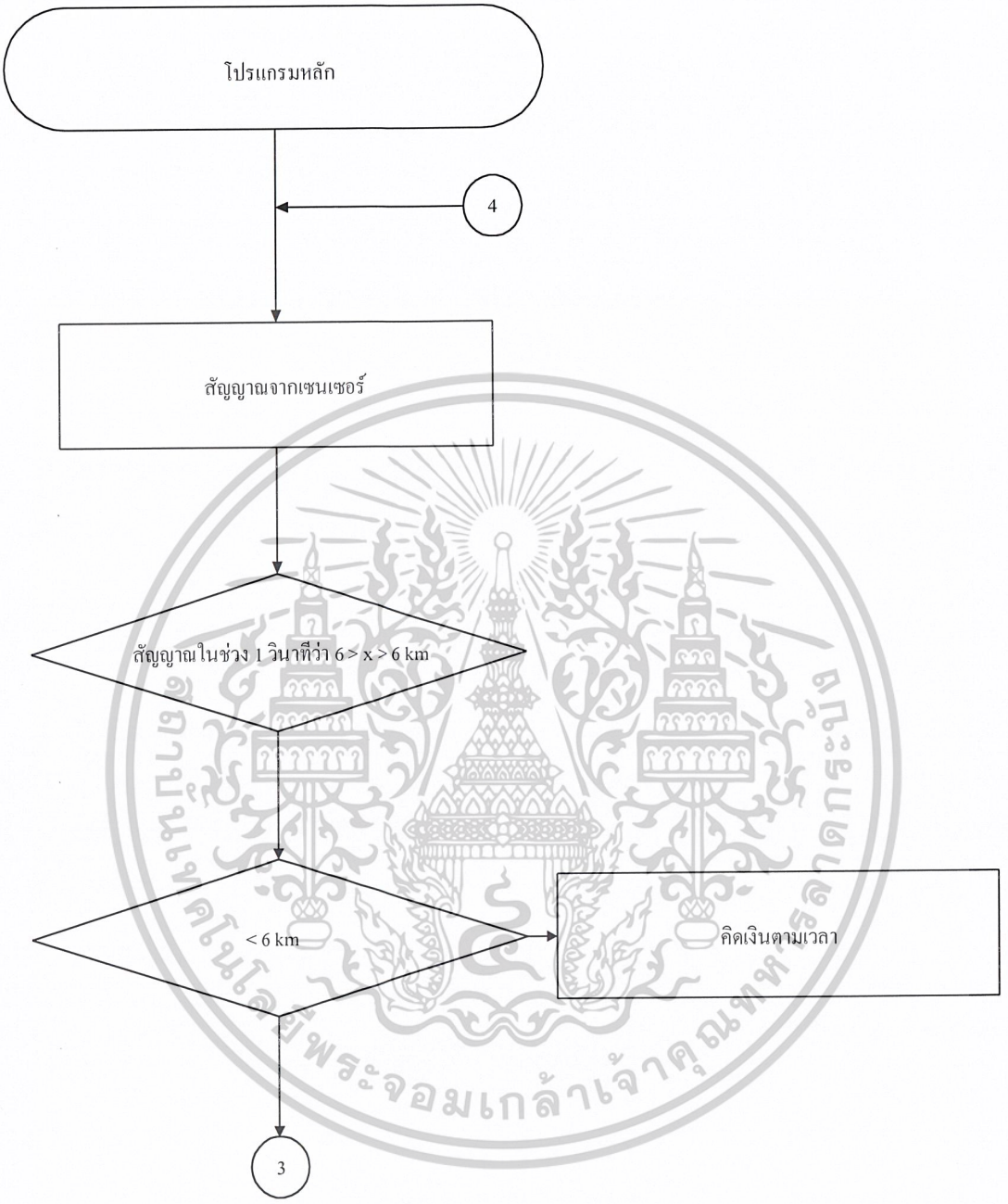
รูปที่ ง.3 ผังงานโปรแกรมรับข้อมูลจากคีย์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



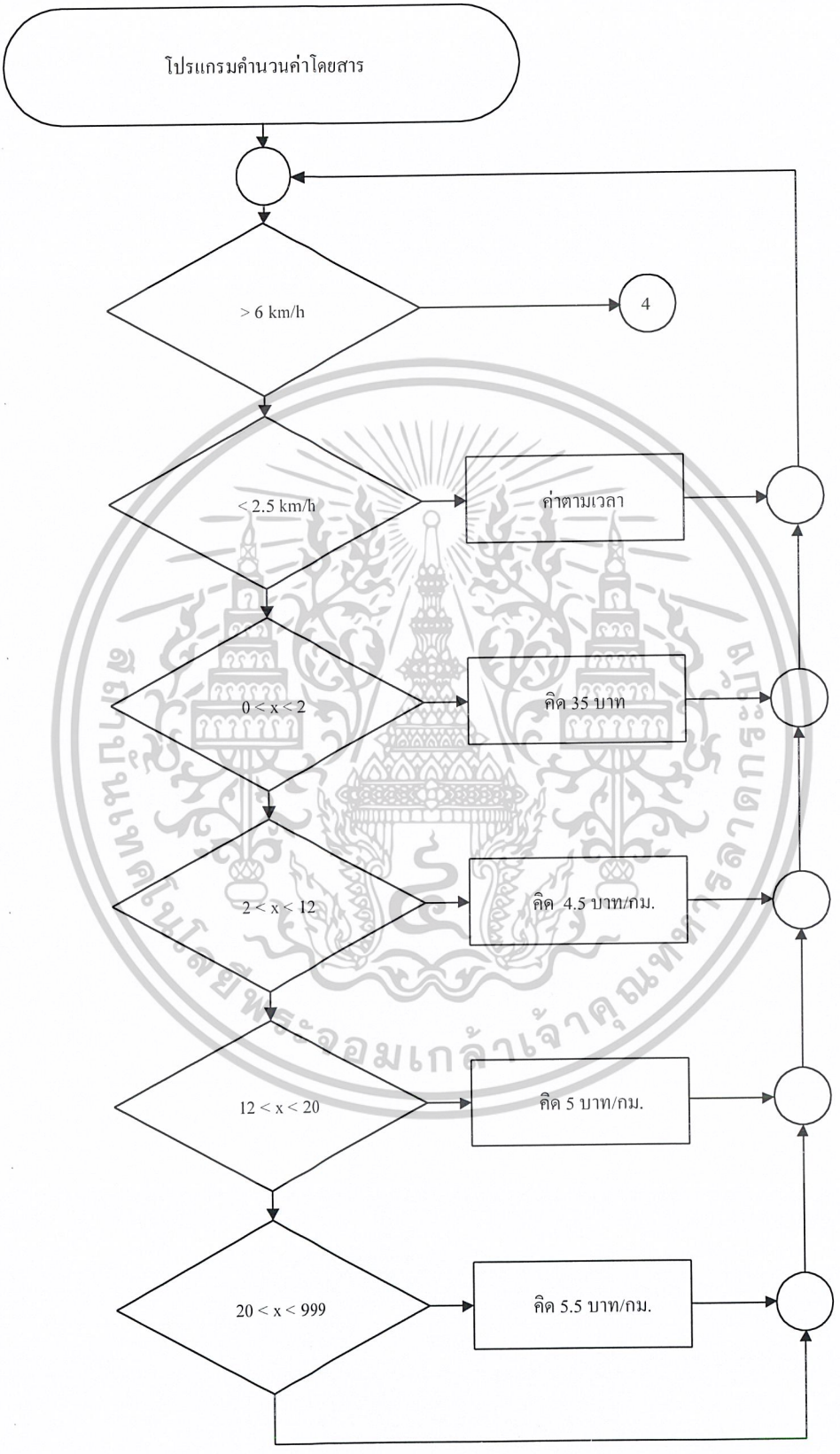
รูปที่ ง.4 ผังงานโปรแกรมรับข้อมูลจากสมาร์ตการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.5 ผังงานโปรแกรมคำนวณระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.6 ผังงานโปรแกรมคำนวณค่าบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานหลัก

```
///#pragma code
#include<reg52.h>
#include<absacc.h>
#include<intrins.h>
#include <assert.h>
#include <ctype.h>
#include <math.h>
#include <setjmp.h>
#include <stdarg.h>
#include <stddef.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#define DATA P1
#define high 1
#define low 0
///////I2C//////////
void I2C_delay(void);
void I2C_high(void);
void I2C_low(void);
void I2C_start(void);
void I2C_stop(void);


void RTC_WRITE(unsigned char addr,unsigned char ad_in,unsigned char
dat);
void RTC_WRITE_DATA(void);
void RTC_READ(unsigned char addr,unsigned char ad_in,unsigned char
*dat);
void RTC_READ_DATA(void);

//////////////////////
void update_clock(void);
void delay_scan(char count);
void delay(unsigned int count);
void CountDistance(void);
void scan_distance(void);
void scan_price(void);
void CountPrice(void);
void Countminrun(void);
void scan_minrun(void);
void check_swith(void);
void start_program(void);
void show_data(void);
void check_stop(void);
void check_start(void);
void check_price(void);

void printdata(void);
void CountPricesum(void);
void returnfeed (void);
void printbuffer (void);
void scan_print (void);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unsigned char tick;
unsigned char freq;
unsigned long Distance;
unsigned long Distance_sum;
unsigned long price_sum;
unsigned long price_clock;
unsigned long price;
unsigned int Dis_cul;
unsigned int Dis_cul1;
unsigned int Dis_cul2;
unsigned int Dis_cul3;
unsigned int Dis_show;
unsigned char secrun;
unsigned int  minrun;
unsigned int  minsum;
unsigned char DISBUF[4];
unsigned char
data_show[]={0x3f,0x06,0x5b,0x4f,0x66,0x6d,0x7d,0x07,0x7f,0x6f};
unsigned char
data_show2[]={0xbf,0x86,0xdb,0xcf,0xe6,0xed,0xfd,0x87,0xff,0xef};
 unsigned char data_sbit strobe=P3^2;
sbit rtc[]={0x30,0x31,0x32,0x33,0x34,0x35,0x36,0x37,0x38,0x39};

busy=P3^3;

sbit lamp=P3^7;
sbit start =P2^4;
sbit stop =P2^5;
sbit puy =P2^6;
sbit  memory =P2^7;



void time0_service()interrupt 1
  {
      TR0 =0;
      tick++;
      if (tick==100)
       {
       TR1=0;
       tick=0;
       freq=TL1;
       ///////////////// Check Condition /////////////////
         if (freq>=1.7) //Condition 1#
         {
            Distance=Distance+freq;
            Dis_show=Distance/100;
         }
         if (freq<1.7) //Condition 2#
                {
                   if (Distance>2999)
                       {
                         update_clock();
                       }

                }
         TH1 =0x00;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TL1 =0x00;
       }
      TH0 =0xbe;
      TL0 =0xe6;
      TR0 =1;
      TR1=1;
      }
  void update_clock(void)
  {
   if(++secrun>59)
       {
          secrun = 0;
            if(++minrun>9999)
            {
             minrun=0;
            }
        }
   }
   ////////////////// main program /////////////////
    void main(void)
    {
      lamp=1;
      Distance_sum=0;
      price_sum=0;
      minsum=0;
     while(1)
     {
      lamp=1;
      check_swith();
      }
void start_program(void)
    {
      lamp=0;
      TMOD =0x61;
      TH0  =0xbe;
      TL0  =0xe6;
      TH1  =0x00;
      TL1  =0x00;
      IE   =0x82;
      tick =0;
      secrun=00;
      minrun=00;
      freq=0;
      TR0 = 1;
      TR1 = 1;
      Distance=00;
      Dis_show=00;
      Dis_cul=0;
      Dis_cul1=0;
      Dis_cul2=0;
      Dis_cul3=0;

      while(puy==1)
      {
               Countminrun();
               scan_minrun();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CountDistance();
                scan_distance();

                check_price();

                CountPrice();
                scan_price();

                check_stop();
                check_start();

        }
          delay_scan(100);
          Distance_sum=Distance_sum+Dis_show;
          price_sum= price_sum+price;
          minsum=minsum+minrun;
          printdata();
          lamp=1;

    }
void CountDistance(void)
 {
   unsigned int xx;
   DISBUF[0]=data_show[Dis_show/1000];
   xx=Dis_show%1000;
   DISBUF[1]=data_show[xx/100];
   xx=xx%100;
   DISBUF[2]=data_show2[xx/10];
   DISBUF[3]=data_show[xx%10];
     }
  //////////// Scan Distance ////////////
  void scan_distance(void)
  {
    char k;
     for(k=0;k<=3;k++)
     {
       P0=DISBUF[k];
       switch(k)
       {
        case 0:  P2=0xf4;
                 break;
        case 1:  P2=0xf5;
                 break;
        case 2:  P2=0xf6;
                 break;
        case 3:  P2=0xf7;
                 break;
       }
             delay_scan(100);
             P0=0;
   }
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ////////////  CountPrice /////////////////
 void CountPrice(void)
 {
   unsigned int xx;
   DISBUF[0]=data_show[price/1000];
   xx=price%1000;
   DISBUF[1]=data_show[xx/100];
   xx=xx%100;
   DISBUF[2]=data_show2[xx/10];
   DISBUF[3]=data_show[xx%10];
 }

 ////////////  scan_price /////////////////
void scan_price(void)
{
 {
    char k;
     for(k=0;k<=3;k++)
     {
       P0=DISBUF[k];
       switch(k)
     {
    case 0:  P2=0xf8;
             break;
    case 1:  P2=0xf9;
             break;
    case 2:  P2=0xfa;
             break;
    case 3:  P2=0xfb;
             break;
         }
             delay_scan(100);
             P0=0;
        }
     }
}
  ////////////  CountPricesum /////////////////
 void CountPricesum(void)
 {
  unsigned int xx;

   DISBUF[0]=data_show[price_sum/1000];
   xx=price_sum%1000;
   DISBUF[1]=data_show[xx/100];
   xx=xx%100;
   DISBUF[2]=data_show2[xx/10];
   DISBUF[3]=data_show[xx%10];
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
////////// Countminrun ////////////////
void Countminrun(void)
{
  unsigned int xx;
   DISBUF[0]=data_show[minrun/1000];
   xx=minrun%1000;
   DISBUF[1]=data_show[xx/100];
   xx=xx%100;
   DISBUF[2]=data_show[xx/10];
   DISBUF[3]=data_show[xx%10];
}

////////// scan_minrun ////////////////////
void scan_minrun(void)
{

    char k;
     for(k=0;k<=3;k++)
     {
         P0=DISBUF[k];
         switch(k)
             {
        case 0:  P2=0xf0;
                 break;
        case 1:  P2=0xf1;
                 break;
        case 2:  P2=0xf2;
                 break;
        case 3:  P2=0xf3;
                 break;
             }
           delay_scan(100);
           P0=0;
        }
     }
     void setdata(void)
   {
    strobe=0;
    delay_scan (200);
    strobe=1;
    }
    void returnfeed (void)
    {
    DATA=0x0d;
    strobe=0;
    delay_scan (200);
    strobe=1;
    DATA=0x0a;
    strobe=0;
    }
    ////////////delay_scan////////////////////
 void delay_scan(char count)
{
  char i,j;
  for(i=0;i<count;i++);
  for(j=0;j<100;j++);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของคีย์สวิตช์

```
void check_swith(void)
     {
       if (start==0)
       {
           start_program();

       }
       if (memory==0)
           show_data();

     }
   void check_price(void)
    {

        if (Distance<=2999)

          {
             Dis_cul=350; //35.0
             price=(minrun*12.5)+Dis_cul;
          }

         if(Distance>2999)
                  {
                     if(Distance<12000)
                     {
                        Dis_cul1=(((Distance-2000)/1000)*45); //4.5
                        price=(minrun*12.5)+Dis_cul1+Dis_cul;
                     }

                  }
          if(Distance>=12000)
                  {
                    if(Distance<21000)
                    {
                          Dis_cul2=(((Distance-11000)/1000)*50);
//5.0

price=(minrun*12.5)+Dis_cul2+Dis_cul1+Dis_cul;
                    }

                  }
           if (Distance>=21000)
                  {
                       Dis_cul3=(((Distance-20000)/1000)*55); //5.5

price=(minrun*12.5)+Dis_cul3+Dis_cul2+Dis_cul1+Dis_cul;

                  }

    }
    void check_stop(void)
    {
         if (stop==0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
            TR0=0;
            TR1=0;

        }
    }
      void check_start(void)
    {
        if (start==0)
        {
            TR0=1;
            TR1=1;

        }
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของแอลอีดีเจ็ดส่วน

```
void  show_data(void)
    {
      minrun=minsum;
      Countminrun();
      scan_minrun();
      Dis_show=Distance_sum;
      CountDistance();
      scan_distance();
      check_price();

      CountPricesum();
      scan_price();
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องพิมพ์

```
void printdata(void)
{
   unsigned int xx;

     delay_scan (200);
     strobe=1;
     delay_scan (200);
     DATA=0x20;setdata();
     DATA=0x20;setdata();
     DATA=0x20;setdata();
     DATA=0x20;setdata();
     DATA=0x20;setdata();
     DATA=0x20;setdata();
     DATA=0x20;setdata();
     DATA=0x20;setdata();
     DATA=0x20;setdata();
    ////////////KMITL.ID.ED
     DATA=0x20;setdata();
     DATA=0x20;setdata();
     DATA=0x4b;setdata();
     DATA=0x4d;setdata();
     DATA=0x49;setdata();
     DATA=0x54;setdata();
     DATA=0x4c;setdata();
    DATA=0x2e;setdata();
    DATA=0x49;setdata();
    DATA=0x44;setdata();
    DATA=0x2e;setdata();
    DATA=0x45;setdata();
    DATA=0x44;setdata();
    returnfeed();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    /////////Tel.0-1234-5678
     DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x54;setdata();
    DATA=0x65;setdata();
    DATA=0x6c;setdata();
    DATA=0x2e;setdata();
    DATA=0x30;setdata();
    DATA=0x2d;setdata();
    DATA=0x31;setdata();
    DATA=0x32;setdata();
    DATA=0x33;setdata();
    DATA=0x34;setdata();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DATA=0x2d;setdata();
DATA=0x35;setdata();
DATA=0x36;setdata();
DATA=0x37;setdata();
DATA=0x38;setdata();
returnfeed();

//Driver Name : KITICHON SUKARUJI
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x44;setdata();
DATA=0x72;setdata();
DATA=0x69;setdata();
DATA=0x76;setdata();
DATA=0x65;setdata();
DATA=0x72;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x4e;setdata();
DATA=0x61;setdata();
DATA=0x6d;setdata();
DATA=0x65;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x3a;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x4b;setdata();
DATA=0x49;setdata();
DATA=0x54;setdata();
DATA=0x49;setdata();
DATA=0x43;setdata();
DATA=0x48;setdata();
DATA=0x4f;setdata();
DATA=0x4e;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x53;setdata();
DATA=0x55;setdata();
DATA=0x4b;setdata();
DATA=0x41;setdata();
DATA=0x52;setdata();
DATA=0x55;setdata();
DATA=0x4a;setdata();
DATA=0x49;setdata();
returnfeed();

// ID. : 45035373
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x49;setdata();
DATA=0x44;setdata();
DATA=0x2e;setdata();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x3a;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x34;setdata();
DATA=0x35;setdata();
DATA=0x30;setdata();
DATA=0x33;setdata();
DATA=0x35;setdata();
DATA=0x33;setdata();
DATA=0x37;setdata();
DATA=0x33;setdata();
returnfeed();


//Tel. : 0-91328541
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x54;setdata();
DATA=0x65;setdata();
DATA=0x6c;setdata();
DATA=0x2e;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x3a;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x30;setdata();
DATA=0x2d;setdata();
DATA=0x39;setdata();
DATA=0x31;setdata();
DATA=0x33;setdata();
DATA=0x32;setdata();
DATA=0x38;setdata();
DATA=0x35;setdata();
DATA=0x34;setdata();
DATA=0x31;setdata();
returnfeed();

//Car No. 1234
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x43;setdata();
DATA=0x61;setdata();
DATA=0x72;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x4e;setdata();
DATA=0x6f;setdata();
DATA=0x2e;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x31;setdata();
DATA=0x32;setdata();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DATA=0x33;setdata();
DATA=0x34;setdata();
returnfeed();

//Car ID. AA-9999 BANGKOK
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x43;setdata();
DATA=0x61;setdata();
DATA=0x72;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x49;setdata();
DATA=0x44;setdata();
DATA=0x2e;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x41;setdata();
DATA=0x41;setdata();
DATA=0x2d;setdata();
DATA=0x39;setdata();
DATA=0x39;setdata();
DATA=0x39;setdata();
DATA=0x39;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x42;setdata();
DATA=0x41;setdata();
DATA=0x4e;setdata();
DATA=0x47;setdata();
DATA=0x4b;setdata();
DATA=0x4f;setdata();
DATA=0x4b;setdata();
returnfeed();


//******************
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
returnfeed();


//Distance :
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x44;setdata();
DATA=0x49;setdata();
DATA=0x53;setdata();
DATA=0x54;setdata();
DATA=0x41;setdata();
DATA=0x4e;setdata();
DATA=0x43;setdata();
DATA=0x45;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x3a;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=data_rtc[Dis_show/1000];setdata();
xx=Dis_show%1000;
DATA=data_rtc[xx/100];setdata();
xx=xx%100;
DATA=data_rtc[xx/10];setdata();
DATA=0x2e;setdata();
DATA=data_rtc[xx%10];setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x4b;setdata();
DATA=0x6d;setdata();
returnfeed();


// Time Stop :
  DATA=0x20;setdata();
  DATA=0x20;setdata();
  DATA=0x54;setdata();
  DATA=0x49;setdata();
  DATA=0x4d;setdata();
  DATA=0x45;setdata();
  DATA=0x20;setdata();
  DATA=0x53;setdata();
  DATA=0x54;setdata();
  DATA=0x4f;setdata();
  DATA=0x50;setdata();
  DATA=0x20;setdata();
  DATA=0x3a;setdata();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DATA=0x20;setdata();
DATA=data_rtc[minrun/1000];setdata();
xx=minrun%1000;
DATA=data_rtc[xx/100];setdata();
xx=xx%100;
DATA=data_rtc[xx/10];setdata();
DATA=data_rtc[xx%10];setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x4d;setdata();
DATA=0x69;setdata();
DATA=0x6e;setdata();
DATA=0x2e;setdata();

returnfeed();

//Price :
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x50;setdata();
DATA=0x52;setdata();
DATA=0x49;setdata();
DATA=0x43;setdata();
DATA=0x45;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x3a;setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=data_rtc[price/1000];setdata();
xx=price%1000;
DATA=data_rtc[xx/100];setdata();
xx=xx%100;
DATA=data_rtc[xx/10];setdata();
DATA=0x2e;setdata();
DATA=data_rtc[xx%10];setdata();
DATA=0x20;setdata();
DATA=0x42;setdata();
DATA=0x61;setdata();
DATA=0x74;setdata();
DATA=0x68;setdata();
DATA=0x2e;setdata();
returnfeed();

//*******************
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
DATA=0x2a;setdata();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    DATA=0x2a;setdata();
    returnfeed();
    //Thank  You
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x54;setdata();
    DATA=0x68;setdata();
    DATA=0x61;setdata();
    DATA=0x6e;setdata();
    DATA=0x6b;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x20;setdata();
    DATA=0x59;setdata();
    DATA=0x6f;setdata();
    DATA=0x75;setdata();
    returnfeed();
    DATA=0x00;setdata();
    returnfeed();
    DATA=0x00;setdata();
    returnfeed();
    DATA=0x00;setdata();
    returnfeed();
    DATA=0x00;setdata();
    returnfeed();
    DATA=0x00;setdata();
    returnfeed();

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

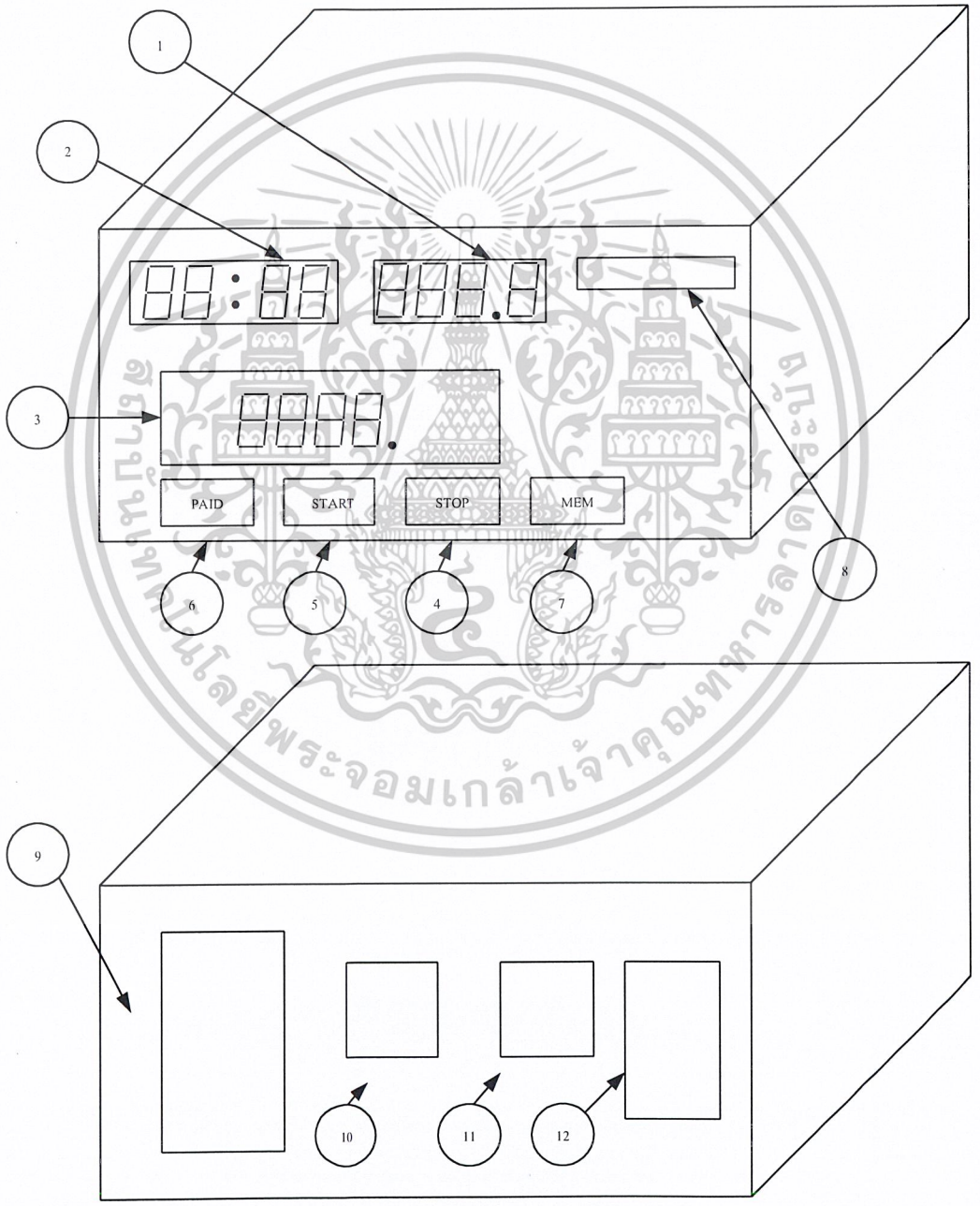
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แนะนำเบื้องต้น

ก่อนใช้งานเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์ ควรศึกษาคู่มือให้เข้าใจเพื่อป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. แอลอีดีเจ็ดส่วนแสดงระยะทาง
2. แอลอีดีเจ็ดส่วนแสดงเวลา
3. แอลอีดีเจ็ดส่วนแสดงราคา
4. สวิตช์ปิดเครื่อง
5. สวิตช์เปิดเครื่อง
6. PAID
7. บันทึกข้อมูล
8. ช่องเสียบบัตรสมาร์ตการ์ด
9. ต่อเครื่องพิมพ์
10. ไฟแสดงสถานะ
11. ตัวตรวจจับความเร็วรอบ
12. ขั้วต่อไฟเลี้ยง

3. การติดตั้งและใช้งาน

3.1 การติดตั้ง ต่อ ตัวตรวจจับกับชุดเฟืองเกียร์รถ ต่อไฟเลี้ยงเข้าเครื่องพิมพ์ ต่อหลอดไฟสถานะ ต่อไฟเลี้ยวตัวเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์

3.2 กดปุ่ม Start เสียบบัตรประจำตัวเพื่อให้เครื่องทำงานได้เมื่อเริ่มการทำงานของเครื่องโดยเครื่องจะคำนวณ ราคาระยะทาง และเวลาที่รถหยุดตามมาตรฐานกรมขนส่งทางบก

3.3 กด Stop เมื่อค้างค่าไว้ชั่วคราวโดยไม่มีการคำนวณค่าใดๆ และรอคำสั่งต่อไป

3.4 กด จ่าย เมื่อจะพิมพ์ใบเสร็จรายการและปิดตัวเองลง เพื่อรอการคำนวณรอบต่อไป

3.5 กด Memory เพื่อแสดงรายละเอียดการใช้งานของเครื่องที่ผ่านมาในรอบ 1 วัน

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องพิมพ์ใบเสร็จสำหรับรถแท็กซี่มิเตอร์ สามารถตรวจสอบแนวทางแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
กด Start เครื่องไม่ทำงาน	ตรวจสอบไฟเลี้ยง, ไม่เสียบบัตรข้อมูล
เครื่องไม่พิมพ์	ตรวจสอบเครื่องพิมพ์, สายข้อมูล, กระดาษหมด
เครื่องไม่ประมวลผล	ตรวจสอบสายต่อตรวจจับ
กด Memory ไม่ติด	ตรวจสอบไฟเลี้ยง, ไม่เสียบบัตรข้อมูล

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา ทำความสะอาดตัวเครื่องอยู่เสมอ

5.2 ข้อควรระวัง

- ไฟเลี้ยง
- ขั้วต่ออุปกรณ์ต่างๆ
- ใช้บัตรผิดชนิด
- ไม่ควรซ่อมและดัดแปลงเครื่องเอง, ควรใช้ช่างผู้ชำนาญ

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	**รายละเอียด**
ระบบไฟฟ้า	เครื่องมิเตอร์ ใช้ไฟ 12 โวลต์ เครื่องพิมพ์ ใช้ไฟ 24 โวลต์
ขนาด	17 เซนติเมตรคูณ18 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร
จอแสดงผล	แอลอีดีเจ็ดส่วน
บัตร	สมาร์ตการ์ด SLE 4442

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1307
64 X 8 Serial Real Time Clock

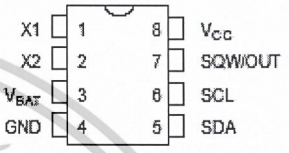
FEATURES

- Real time clock counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap year compensation valid up to 2100
- 56 byte nonvolatile RAM for data storage
- 2–wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500 nA in battery backup mode at 25°C
- Optional industrial temperature range –40°C to +85°C (IND)
- Available in 8–pin DIP or SOIC

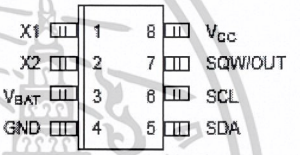
ORDERING INFORMATION

DS1307	Serial Timekeeping Chip; 8–pin DIP
DS1307Z	Serial Timekeeping Chip; 8–pin SOIC (150 mil)
DS1307N	8–pin DIP (IND)
DS1307ZN	8–pin SOIC (IND)

PIN ASSIGNMENT



DS1307 8–PIN DIP (300 MIL)



DS1307Z 8–PIN SOIC (150 MIL)

PIN DESCRIPTION

V_{CC}	–	Primary Power Supply
X1, X2	–	32.768 KHz Crystal Connection
V_{BAT}	–	+3 Volt Battery Input
GND	–	Ground
SDA	–	Serial Data
SCL	–	Serial Clock
SQW/OUT	–	Square wave/Output Driver

DESCRIPTION

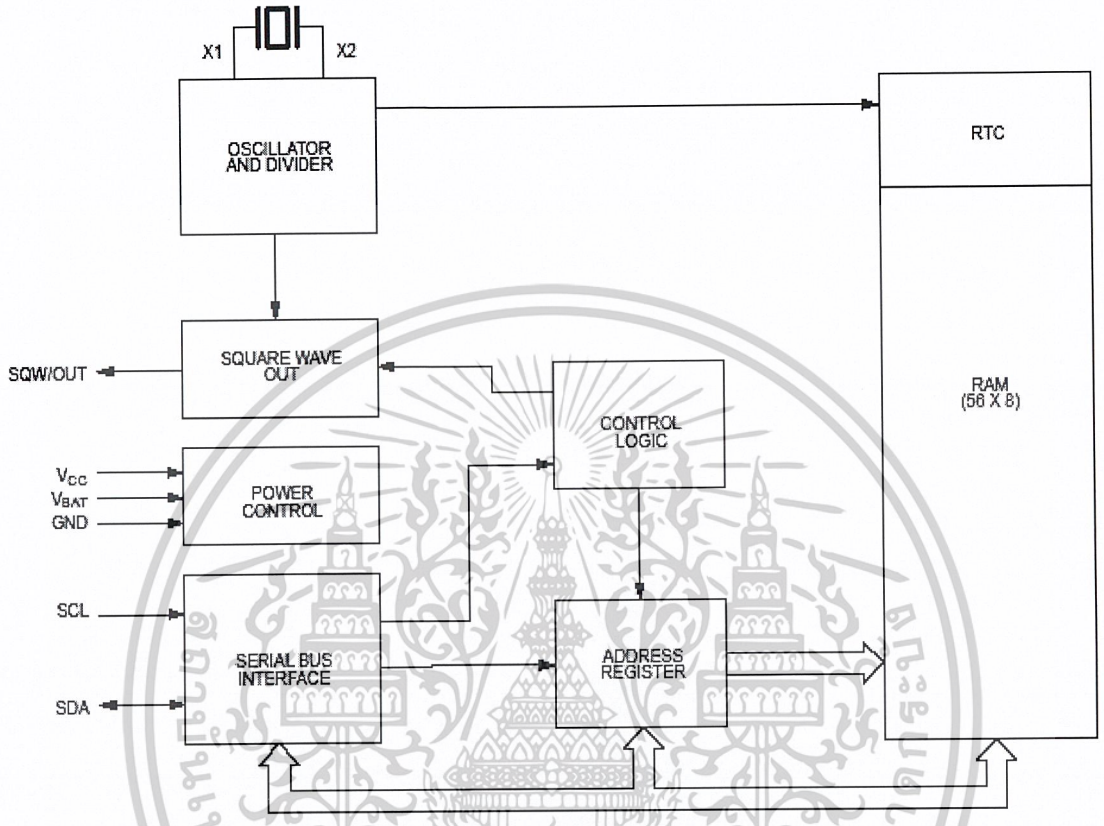
The DS1307 Serial Real Time Clock is a low power full BCD clock calendar plus 56 bytes of nonvolatile SRAM. Address and data are transferred serially via a 2–wire bi–directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with less than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24–hour or 12–hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built–in power sense circuit which detects power failures and automatically switches to the battery supply.

OPERATION

The DS1307 operates as a slave device on the serial bus. Access is obtained by implementing a START condition and providing a device identification code followed by a register address. Subsequent registers can be accessed sequentially until a STOP condition is executed. When V_{CC} falls below 1.25 x V_{BAT} the device terminates an access in progress and resets the device address counter. Inputs to the device will not be recognized at this time to prevent erroneous data from being written to the device from an out of tolerance system. When V_{CC} falls below V_{BAT} the device switches into a low current battery backup mode. Upon power up, the device switches from battery to V_{CC} when V_{CC} is greater than V_{BAT}+0.2V and recognizes inputs when V_{CC} is greater than 1.25 x V_{BAT}. The block diagram in Figure 1 shows the main elements of the Serial Real Time Clock. The following paragraphs describe the function of each pin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1307 BLOCK DIAGRAM Figure 1



SIGNAL DESCRIPTIONS

V_{CC}, GND – DC power is provided to the device on these pins. V_{CC} is the +5 volt input. When 5 volts are applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a 3 volt battery is connected to the device and V_{CC} is below 1.25 x V_{BAT}, reads and writes are inhibited. However, the Timekeeping function continues unaffected by the lower input voltage. As V_{CC} falls below V_{BAT} the RAM and timekeeper are switched over to the external 3 volt battery.

V_{BAT} – Battery input for any standard 3 volt lithium cell or other energy source. Battery voltage must be held between 2.5 and 3.5 volts for proper operation. The nominal write protect trip point voltage at which access to the real time clock and user RAM is denied is set by the internal circuitry as 1.25 x V_{BAT} nominal. A Lithium battery with 35 mAh or greater will back up the DS1307 for more than 10 years in the absence of power.

SCL (Serial Clock Input) – SCL is used to synchronize data movement on the serial interface.

SDA (Serial Data Input/Output) – SDA is the input/output pin for the 2–wire serial interface. The SDA pin is open drain which requires an external pull–up resistor.

SQW/OUT (Square Wave/ Output Driver) – When enabled, the SQWE bit set to 1, the SQW/OUT pin outputs one of four square wave frequencies (1 Hz, 4 KHz, 8 KHz, 32 KHz). The SQW/OUT pin is open drain which requires an external pull–up resistor.

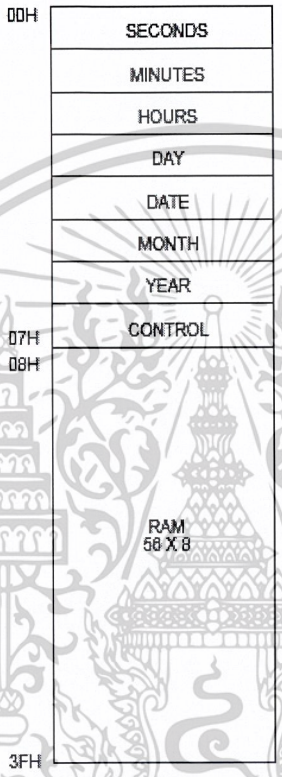
X1, X2 – Connections for a standard 32.768 KHz quartz crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (CL) of 12.5 pF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RTC AND RAM ADDRESS MAP

The address map for the RTC and RAM registers of the DS1307 is shown in Figure 2. The real time clock registers are located in address locations 00h to 07h. The RAM registers are located in address locations 08h to 3Fh. During a multibyte access, when the address pointer reaches 3Fh, the end of RAM space, it wraps around to location 00h, the beginning of the clock space.

DS1307 ADDRESS MAP Figure 2



CLOCK AND CALENDAR

The time and calendar information is obtained by reading the appropriate register bytes. The real time clock registers are illustrated in Figure 3. The time and calendar are set or initialized by writing the appropriate register bytes. The contents of the time and calendar registers are in the Binary–Coded Decimal (BCD) format. Bit 7 of Register 0 is the Clock Halt (CH) bit. When this bit is set to a one, the oscillator is disabled. When cleared to a zero, the oscillator is enabled.

The DS1307 can be run in either 12–hour or 24–hour mode. Bit 6 of the hours register is defined as the 12– or 24–hour mode select bit. When high, the 12–hour mode is selected. In the 12–hour mode, bit 5 is the AM/PM bit with logic high being PM. In the 24–hour mode, bit 5 is the second 10 hour bit (20–23 hours).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1307 TIMEKEEPER REGISTERS Figure 3

	BIT7							BIT0	
00H	CH	10 SECONDS			SECONDS				00–59
	X	10 MINUTES			MINUTES				00–59
	X	12/24	10 HR A/P	10 HR	HOURS				01–12 00–23
	X	X	X	X	X	DAY			1–7
	X	X	10 DATE		DATE				01–28/29 01–30 01–31
	X	X	10 MONTH		MONTH				01–12
	10 YEAR				YEAR				00–99
07H	OUT	X	X	SQWE	X	X	RS1	RS0	

CONTROL REGISTER

The DS1307 Control Register is used to control the operation of the SQW/OUT pin.

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
OUT	X	X	SQWE	X	X	RS1	RS0

OUT (Output control): This bit controls the output level of the SQW/OUT pin when the square wave output is disabled. If SQWE = 0, the logic level on the SQW/OUT pin is 1 if OUT = 1 and is 0 if OUT = 0.

SQWE (Square wave Enable): This bit when set to a logic 1 will enable the oscillator output. The frequency of the square wave output depends on the value of the RS0 and RS1 bits.

RS (Rate Select): These bits control the frequency of the square wave output when the square wave output has been enabled. Table 1 lists the square wave frequencies that can be selected with the RS bits.

SQUAREWAVE OUTPUT FREQUENCY Table 1

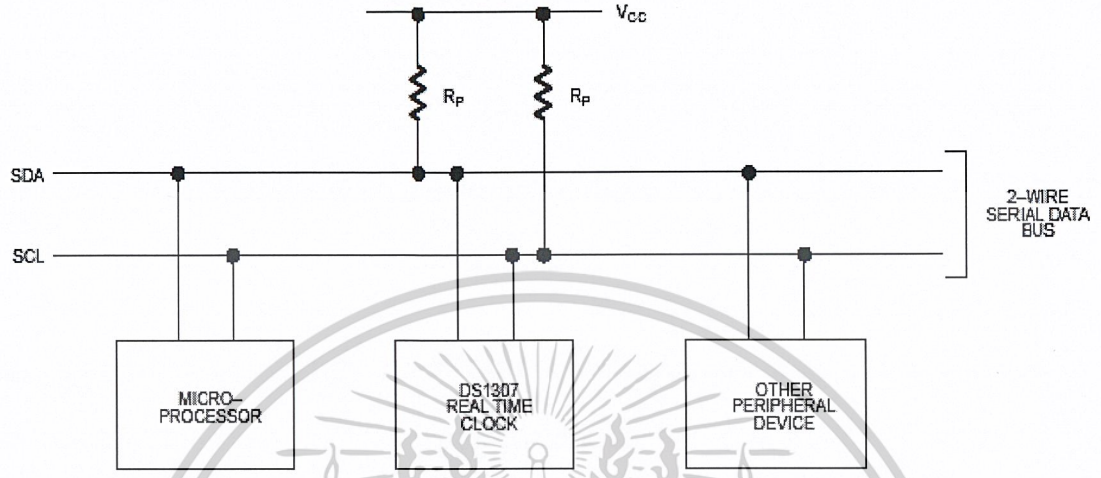
RS1	RS0	SQW OUTPUT FREQUENCY
0	0	1 Hz
0	1	4 KHz
1	0	8 KHz
1	1	32 KHz

2–WIRE SERIAL DATA BUS

The DS1307 supports a bi–directional 2–wire bus and data transmission protocol. A device that sends data onto the bus is defined as a transmitter and a device receiving data as a receiver. The device that controls the message is called a master. The devices that are controlled by the master are slaves. The bus must be controlled by a master device which generates the serial clock (SCL), controls the bus access, and generates the START and STOP conditions. The DS1307 operates as a slave on the 2–wire bus. A typical bus configuration using this 2–wire protocol is show in Figure 4.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL 2–WIRE BUS CONFIGURATION Figure 4



The following bus protocol has been defined (see Figure 5).

- Data transfer may be initiated only when the bus is not busy.
- During data transfer, the data line must remain stable whenever the clock line is HIGH. Changes in the data line while the clock line is high will be interpreted as control signals.

Accordingly, the following bus conditions have been defined:

Bus not busy: Both data and clock lines remain HIGH.

Start data transfer: A change in the state of the data line from high to low, while the clock line is high, defines a START condition.

Stop data transfer: A change in the state of the data line from low to high, while the clock line is high defines the STOP condition.

Data valid: The state of the data line represents valid data when, after a START condition, the data line is stable for the duration of the high period of the clock signal. The data on the line must be changed during the low period of the clock signal. There is one clock pulse per bit of data.

Each data transfer is initiated with a START condition and terminated with a STOP condition. The number of data bytes transferred between the START and the STOP conditions is not limited, and is determined by the master device. The information is transferred byte–wise and each receiver acknowledges with a ninth bit.

Acknowledge: Each receiving device, when addressed, is obliged to generate an acknowledge after the reception of each byte. The master device must generate an extra clock pulse which is associated with this acknowledge bit.

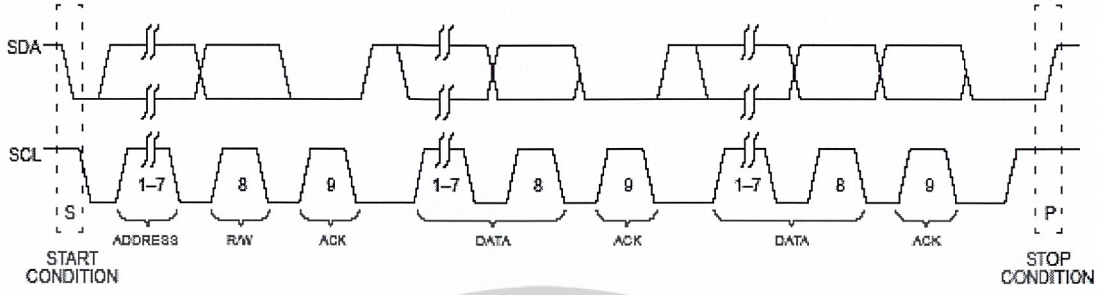
A device that acknowledges must pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse in such a way that the SDA line is stable low during the high period of the acknowledge related clock pulse. Of course, setup and hold times must be taken into account. When receiving data from a slave a master must signal an end of data to the slave by not generating an acknowledge bit on the last byte that has been clocked out of the slave. In this case, the slave must leave the data line high to enable the master to generate the STOP condition.

DATA TRANSFER

Figures 5, 6, and 7 detail how data transfer is accomplished on the 2–wire bus. Depending on the state of the R/$\overline{W}$ bit in the transmission protocols as shown in Figures 6 and 7, two types of data transfer are possible:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA TRANSFER ON 2–WIRE SERIAL BUS Figure 5



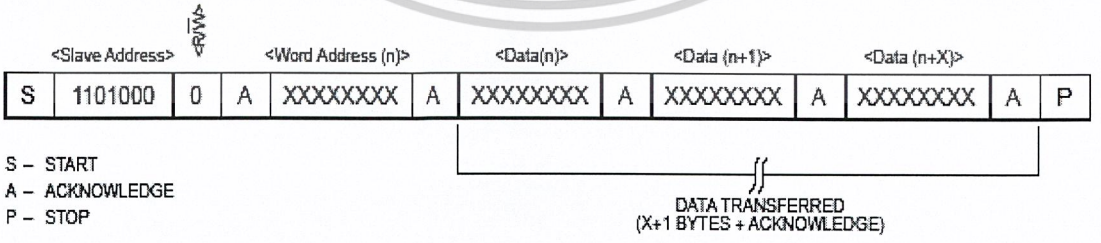
1. Data transfer from a master transmitter to a slave receiver. The first byte transmitted by the master is the slave address. Next follows a number of data bytes. The slave returns an acknowledge bit after each received byte. Data is transfered with the most significant bit (MSB) first.
2. Data transfer from a slave transmitter to a master receiver. The first byte (the slave address) is transmitted by the master. The slave then returns an acknowledge bit. This is followed by the slave transmitting a number of data bytes. The master returns an acknowledge bit after all received bytes other than the last byte. At the end of the last received byte, a 'not acknowledge' is returned.

The master device generates all of the serial clock pulses and the START and STOP conditions. A transfer is ended with a STOP condition or with a repeated START condition. Since a repeated START condition is also the beginning of the next serial transfer, the bus will not be released. Data is transfered with the most significant bit (MSB) first.

The DS1307 may operate in the following two modes:

1. Slave receiver mode (DS1307 write mode): Serial data and clock are received through SDA and SCL. After each byte is received an acknowledge bit is transmitted. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer. Address recognition is performed by hardware after reception of the slave address and direction bit (See Figure 6). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7 bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit (R/W\) which for a write is a 0. After receiving and decoding the address byte the DS1307 outputs an acknowledge on the SDA line. After the DS1307 acknowledges the slave address + write bit, the master transmits a register address to the DS1307 This will set the register pointer on the DS1307. The master will then begin transmitting each byte of data with the DS1307 acknowledging each byte received. The master will generate a stop condition to terminate the data write.

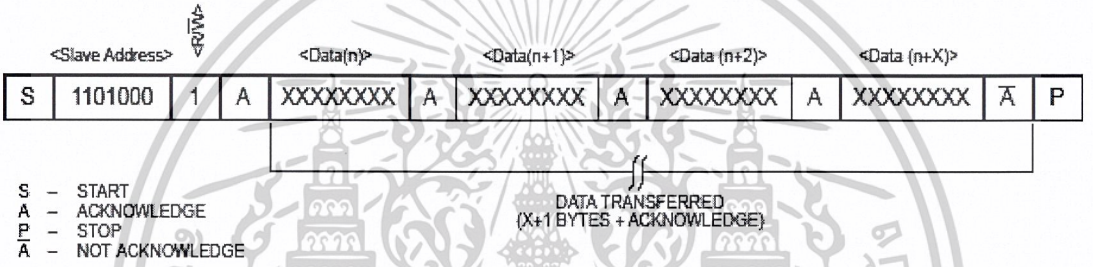
DATA WRITE – SLAVE RECEIVER MODE Figure 6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Slave transmitter mode (DS1307 read mode): The first byte is received and handled as in the slave receiver mode. However, in this mode, the direction bit will indicate that the transfer direction is reversed. Serial data is transmitted on SDA by the DS1307 while the serial clock is input on SCL. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer (See Figure 7). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7 bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit (R/W\) which for a read is a 1. After receiving and decoding the address byte the DS1307 inputs an acknowledge on the SDA line. The DS1307 then begins to transmit data starting with the register address pointed to by the register pointer. If the register pointer is not written to before the initiation of a read mode the first address that is read is the last one stored in the register pointer. The DS1307 must receive a Not Acknowledge to end a read.

DATA READ – SLAVE TRANSMITTER MODE Figure 7



S – START
A – ACKNOWLEDGE
P – STOP
Ā – NOT ACKNOWLEDGE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	–0.5V to +7.0V
Operating Temperature	0°C to 70°C
Storage Temperature	–55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds

* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

The Dallas Semiconductor DS1307 is built to the highest quality standards and manufactured for long term reliability. All Dallas Semiconductor devices are made using the same quality materials and manufacturing methods. However, standard versions of the DS1307 are not exposed to environmental stresses, such as burn–in, that some industrial applications require. Products which have successfully passed through this series of environmental stresses are marked IND or N, denoting their extended operating temperature and reliability rating. For specific reliability information on this product, please contact the factory at (972) 371–4448.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(0°C to 70°C)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{CC}	4.5	5.0	5.5	V	1
Logic 1	V_{IH}	2.2		V_{CC}+0.3	V	1
Logic 0	V_{IL}	–0.3		+0.8	V	1
V_{BAT} Battery Voltage	V_{BAT}	2.5		3.5	V	1

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(0°C to 70°C; V_{CC}=4.5V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Leakage	I_{LI}			1	µA	10
I/O Leakage	I_{LO}			1	µA	11
Logic 0 Output	V_{OL}			0.4	V	2
Active Supply Current	I_{CCA}			1.5	mA	9
Standby Current	I_{CCS}			200	µA	3
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I_{BAT1}		300	500	nA	4
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32 KHz)	I_{BAT2}		480	800	nA	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(0°C to 70°C; V_{CC}=4.5V to 5.5V)

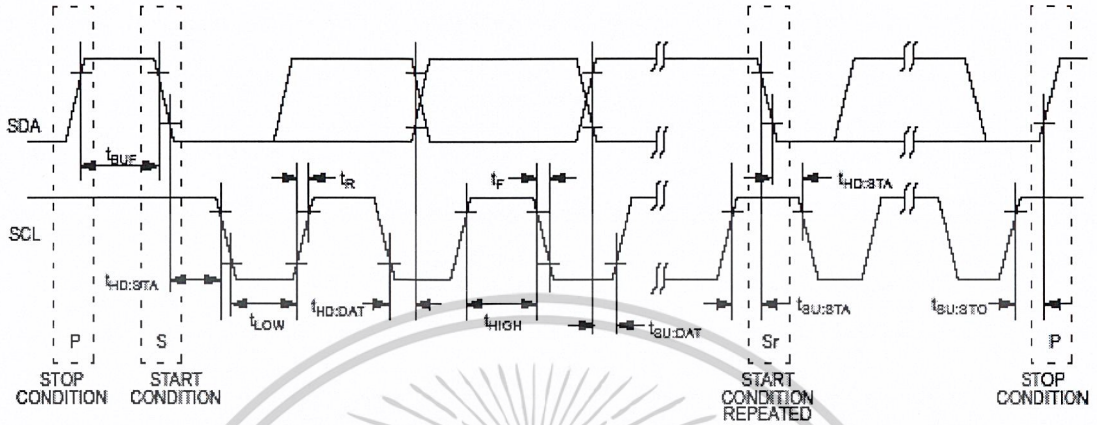
PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
SCL Clock Frequency	f_{SCL}	0		100	KHz	
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t_{BUF}	4.7			µs	
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{HD:STA}$	4.0			µs	5
LOW Period of SCL Clock	t_{LOW}	4.7			µs	
HIGH Period of SCL Clock	t_{HIGH}	4.0			µs	
Set–up Time for a Repeated START Condition	$t_{SU:STA}$	4.7			µs	
Data Hold Time	$t_{HD:DAT}$	0			µs	6, 7
Data Set–up Time	$t_{SU:DAT}$	250			ns	
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t_R			1000	ns	
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t_F			300	ns	
Set–up Time for STOP Condition	$t_{SU:STO}$	4.7			µs	
Capacitive Load for each Bus Line	C_B			400	pF	8
I/O Capacitance	$C_{I/O}$		10		pF	
Crystal Capacitance			12.5		pF	

NOTES:

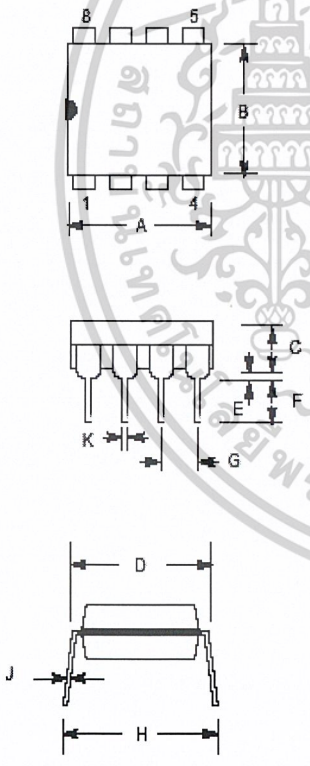
1. All voltages are referenced to ground.
2. Logic zero voltages are specified at a sink current of 5 mA at V_{CC}=4.5V, V_{OL}=GND for capacitive loads.
3. I_{CCS} specified with V_{CC}=5.0V and SDA, SCL=5.0V.
4. V_{CC}=0V, V_{BAT}=3V.
5. After this period, the first clock pulse is generated.
6. A device must internally provide a hold time of at least 300 ns for the SDA signal (referred to the V_{IHMIN} of the SCL signal) in order to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.
7. The maximum $t_{HD:DAT}$ has only to be met if the device does not stretch the LOW period (t_{LOW}) of the SCL signal.
8. C_B – total capacitance of one bus line in pF.
9. I_{CCA} – SCL clocking at max frequency = 100 KHz.
10. SCL only.
11. SDA and SQW/OUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAM



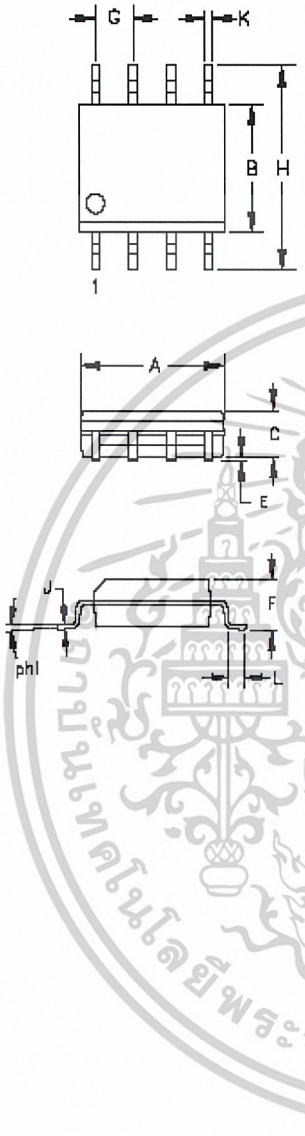
DS1307 64 X 8 SERIAL REAL TIME CLOCK 8-PIN DIP



PKG	8-PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN. MM	0.360 9.14	0.400 10.16
B IN. MM	0.240 6.10	0.260 6.60
C IN. MM	0.120 3.05	0.140 3.56
D IN. MM	0.300 7.62	0.325 8.26
E IN. MM	0.015 0.38	0.040 1.02
F IN. MM	0.120 3.04	0.140 3.56
G IN. MM	0.090 2.29	0.110 2.79
H IN. MM	0.320 8.13	0.370 9.40
J IN. MM	0.008 0.20	0.012 0.30
K IN. MM	0.015 0.38	0.021 0.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1307Z 64 X 8 SERIAL REAL TIME CLOCK 8–PIN SOIC (150 MIL)



PKG	8–PIN (150 MIL)	
DIM	MIN	MAX
A IN. MM	0.188 4.78	0.196 4.98
B IN. MM	0.150 3.81	0.158 4.01
C IN. MM	0.048 1.22	0.062 1.57
E IN. MM	0.004 0.10	0.010 0.25
F IN. MM	0.053 1.35	0.069 1.75
G IN. MM	0.050 BSC 1.27 BSC	
H IN. MM	0.230 5.84	0.244 6.20
J IN. MM	0.007 0.18	0.011 0.28
K IN. MM	0.012 0.30	0.020 0.51
L IN. MM	0.016 0.41	0.050 1.27
phi	0°	8°

56–G2008–001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

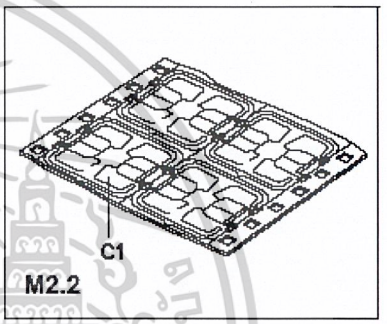
SIEMENS

Intelligent 256-Byte EEPROM with Write Protect Function — SLE 4432

Intelligent 256-Byte EEPROM with Write Protect Function and Programmable Security Code (PSC) — SLE 4442

Features

- 256 × 8-bit EEPROM organization
- Byte-wise addressing
- Irreversible byte-wise write protection of lowest 32 addresses (Byte 0 ... 31)
- 32 × 1-bit organization of protection memory
- Two-wire link protocol
- End of processing indicated at data output
- Answer-to-Reset acc. to ISO standard 7816-3
- Programming time 2.5 ms per byte for both erasing and writing
- Minimum of 10^4 write/erase cycles[1)]
- Data retention for minimum of ten years[1)]
- Contact configuration and serial interface in accordance with ISO standard 7816 (synchronous transmission)



Additional Feature of SLE 4442

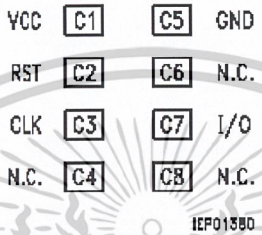
- Data can only be changed after entry of the correct 3-byte programmable security code (security memory)

Type	Ordering Code	Package
SLE 4432 M2.2	on request	Wire-Bonded Module M2.2
SLE 4432 C	on request	Chip
SLE 4442 M2.2	on request	Wire-Bonded Module M2.2
SLE 4442 C	on request	Chip

1) Values are temperature dependent, for further information please refer to your Siemens sales office.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 Pin Configuration
(top view)



M2.2 (Card Contacts)

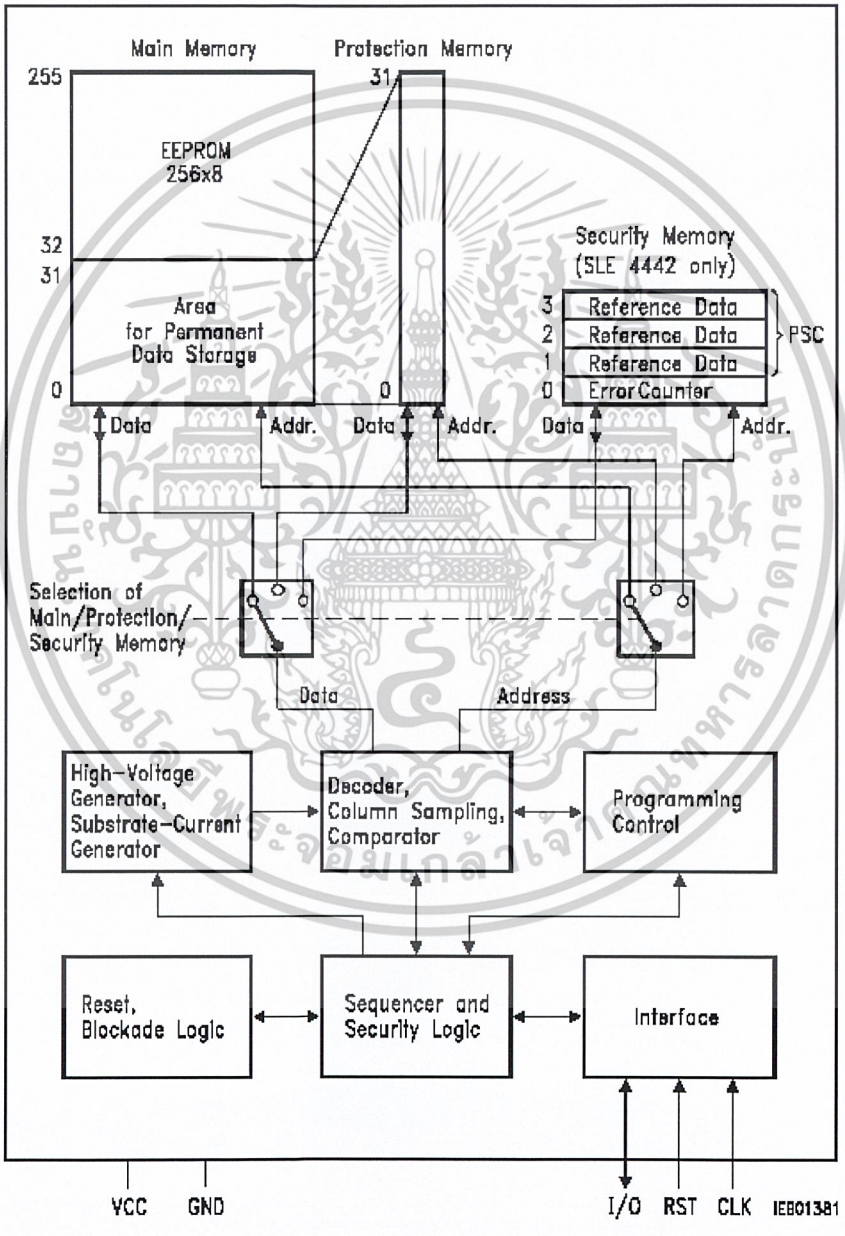
Pin Definitions and Functions

Card Contact	Symbol	Function
C1	VCC	Supply voltage
C2	RST	Reset
C3	CLK	Clock input
C4	N.C.	Not connected
C5	GND	Ground
C6	N.C.	Not connected
C7	I/O	Bidirectional data line (open drain)
C8	N.C.	Not connected

SLE 4432/SLE 4442 comes as a M2.2 wire-bonded module for embedding in plastic cards or as a die for customer packaging.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 Functional Description



Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 Memory Overview

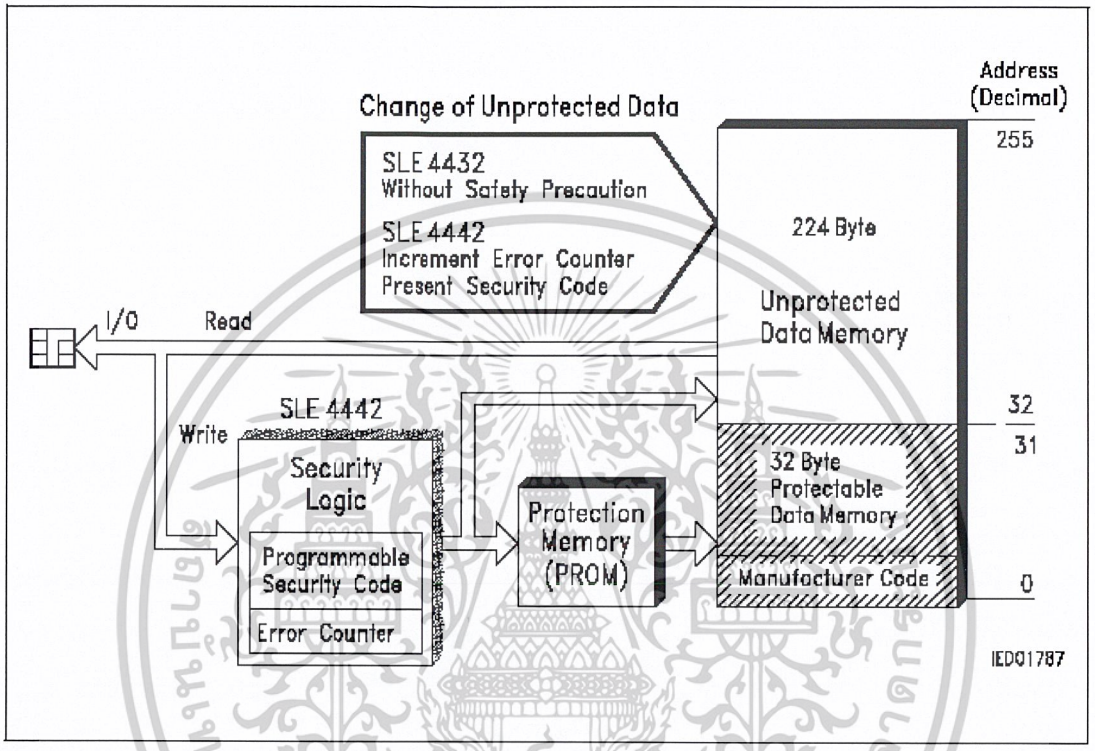


Figure 1
Memory Overwiew

SLE 4432

The SLE 4432 consists of 256 x 8 bit EEPROM main memory and a 32-bit protection memory with PROM functionality. The main memory is erased and written byte by byte. When erased, all 8 bits of a data byte are set to logical one. When written, the information in the individual EEPROM cells is, according to the input data, altered bit by bit to logical zeros (logical AND between the old and the new data in the EEPROM). Normally a data change consists of an erase and write procedure. It depends on the contents of the data byte in the main memory and the new data byte whether the EEPROM is really erased and/or written. If none of the 8 bits in the addressed byte requires a zero-to-one transition the erase access will be suppressed. Vice versa the write access will be suppressed if no one-to-zero transition is necessary. The write and the erase operation takes at least 2.5 ms each.

Each of the first 32 bytes can be irreversibly protected against data change by writing the corresponding bit in the protection memory. Each data byte in this address range is assigned to one bit of the protection memory and has the same address as the data byte in the main memory which it is assigned to. Once written the protection bit cannot be erased (PROM).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SLE 4442

Additionally to the above functions the SLE 4442 provides a security code logic which controls the write/erase access to the memory. For this purpose the SLE 4442 contains a 4-byte security memory with an **E**rror **C**ounter EC (bit 0 to bit 2) and 3 bytes reference data. These 3 bytes as a whole are called **P**rogrammable **S**ecurity **C**ode (PSC). After power on the whole memory, except for the reference data, can only be read. Only after a successful comparison of verification data with the internal reference data the memory has the identical access functionality of the SLE 4432 until the power is switched off. After three successive unsuccessful comparisons the Error Counter blocks any subsequent attempt, and hence any possibility to write and erase.

2.2 Transmission Protocol

The transmission protocol is a two wire link protocol between the interface device IFD and the integrated circuit IC. It is identical to the protocol type "S = A". All data changes on I/O are initiated by the falling edge on CLK.

The transmission protocol consists of the 4 modes:

- Reset and Answer-to-Reset
- Command Mode
- Outgoing Data Mode
- Processing Mode

} Operational modes

Note: The I/O pin is open drain and therefore requires an external pull up resistor to achieve a high level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 Read Main Memory (SLE 4432 and SLE 4442)

The command reads out the contents of the main memory (with LSB first) starting at the given byte address (N = 0...255) up to the end of the memory. After the command entry the IFD has to supply sufficient clock pulses. The number of clocks is m = (256 – N) × 8 + 1. The read access to the main memory is always possible.

Address (decimal)	Main Memory	Protection Memory	Security Memory (only SLE 4442)
255	Data Byte 255 (D7 ... D0)	–	–
:	:	–	–
32	Data Byte 32 (D7 ... D0)	–	–
31	Data Byte 31 (D7 ... D0)	Protection Bit 31 (D31)	–
:	:	:	–
3	Data Byte 3 (D7 ... D0)	Protection Bit 3 (D3)	Reference Data Byte 3 (D7 ... D0)
2	Data Byte 2 (D7 ... D0)	Protection Bit 2 (D2)	Reference Data Byte 2 (D7 ... D0)
1	Data Byte 1 (D7 ... D0)	Protection Bit 1 (D1)	Reference Data Byte 1 (D7 ... D0)
0	Data Byte 0 (D7 ... D0)	Protection Bit 0 (D0)	Error Counter

Command: READ MAIN MEMORY

	Control								Address	Data
	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	A7...A0	D7...D0
Binary	0	0	1	1	0	0	0	0	Address	No effect
Hexadecimal	30_H								00_H...FF_H	No effect

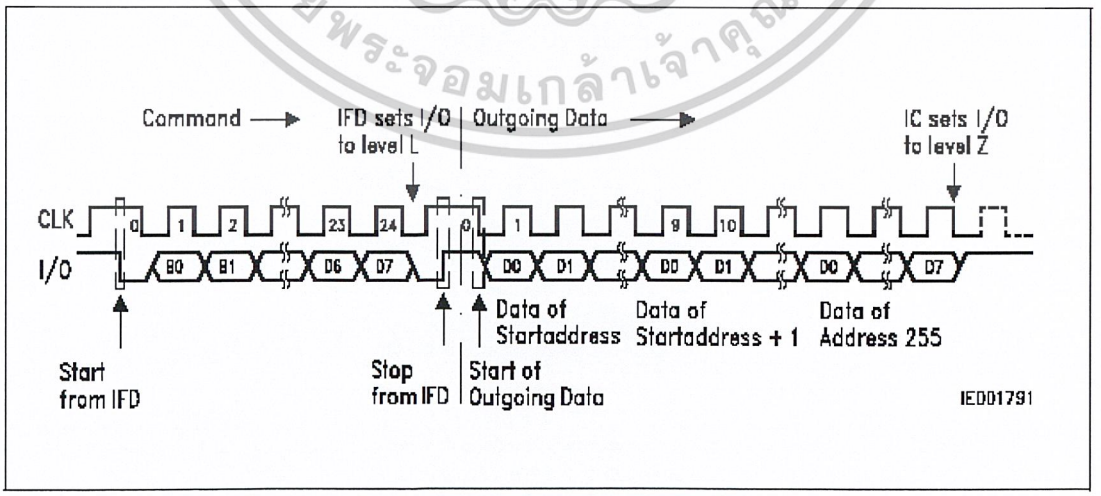


Figure 5
Read Main Memory

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 Read Protection Memory (SLE 4432 and SLE 4442)

The command transfers the protection bits under a continuous input of 32 clock pulses to the output. I/O is switched to high impedance Z by an additional pulse. The protection memory can always be read, and indicates the data bytes of the main memory protected against changing.

Address (decimal)	Main Memory	Protection Memory	Security Memory (only SLE 4442)
255	Data Byte 255 (D7 ... D0)	–	–
:	:	–	–
32	Data Byte 32 (D7 ... D0)	–	–
31	Data Byte 31 (D7 ... D0)	Protection Bit 31 (D31)	–
:	:	:	–
3	Data Byte 3 (D7 ... D0)	Protection Bit 3 (D3)	Reference Data Byte 3 (D7 ... D0)
2	Data Byte 2 (D7 ... D0)	Protection Bit 2 (D2)	Reference Data Byte 2 (D7 ... D0)
1	Data Byte 1 (D7 ... D0)	Protection Bit 1 (D1)	Reference Data Byte 1 (D7 ... D0)
0	Data Byte 0 (D7 ... D0)	Protection Bit 0 (D0)	Error Counter

Command: READ PROTECTION MEMORY

	Control								Address	Data
	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	A7...A0	D7...D0
Binary	0	0	1	1	0	1	0	0	No effect	No effect
Hexadecimal	34_H								No effect	No effect

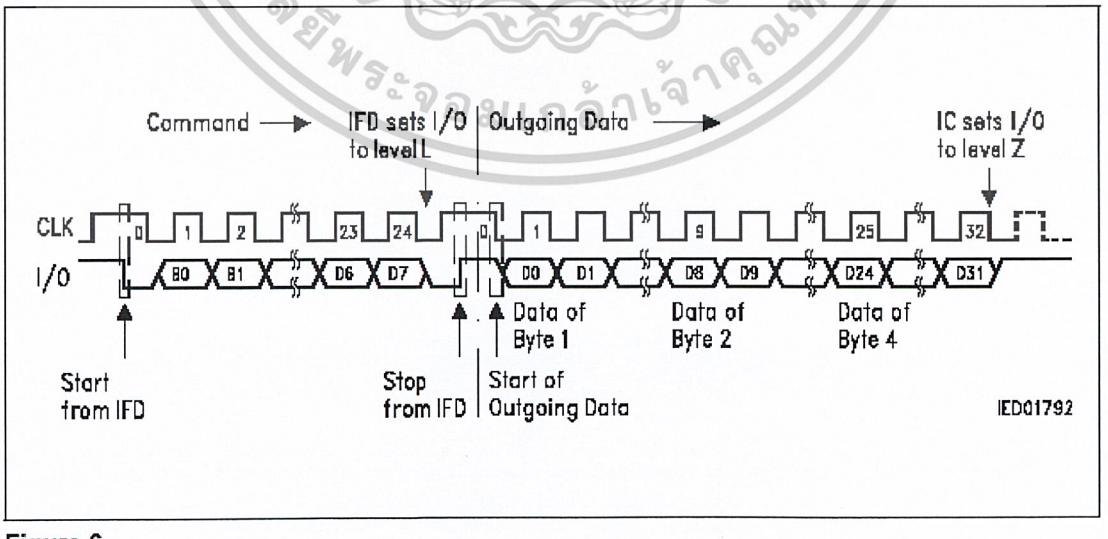


Figure 6
Read Protection Memory

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 Update Main Memory (SLE 4432 and SLE 4442)

The command programs the addressed EEPROM byte with the data byte transmitted. Depending on the old and new data, one of the following sequences will take place during the processing mode:

- erase and write (5 ms) corresponding to m = 255 clock pulses
- write without erase (2.5 ms) corresponding to m = 124 clock pulses
- erase without write (2.5 ms) corresponding to m = 124 clock pulses

(All values at 50 kHz clock rate.)

Address (decimal)	Main Memory	Protection Memory	Security Memory (only SLE 4442)
255	Data Byte 255 (D7 ... D0)	–	–
:	:	–	–
32	Data Byte 32 (D7 ... D0)	–	–
31	Data Byte 31 (D7 ... D0)	Protection Bit 31 (D31)	–
:	:	:	–
3	Data Byte 3 (D7 ... D0)	Protection Bit 3 (D3)	Reference Data Byte 3 (D7 ... D0)
2	Data Byte 2 (D7 ... D0)	Protection Bit 2 (D2)	Reference Data Byte 2 (D7 ... D0)
1	Data Byte 1 (D7 ... D0)	Protection Bit 1 (D1)	Reference Data Byte 1 (D7 ... D0)
0	Data Byte 0 (D7 ... D0)	Protection Bit 0 (D0)	Error Counter

Command: UPDATE MAIN MEMORY

	Control								Address	Data
	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	A7...A0	D7...D0
Binary	0	0	1	1	1	0	0	0	Address	Input data
Hexadecimal	38_H								00_H...FF_H	Input data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายกิติชน สุขรุจิ

วัน เดือน ปีเกิด 7 มกราคม พ.ศ. 2526

ภูมิลำเนา 615/17 ม.2 แขวงคลองถนน เขตบางเขน
จังหวัดกรุเทพฯ 10220 โทรศัพท์ 0-2531-1513

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนประเทืองทิพย์วิทยา จังหวัดกรุงเทพฯ

มัธยมศึกษา โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย จังหวัดกรุงเทพฯ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนเซนต์จอห์น โปลีเทคนิค

ประกาศานียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา

ปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายจิรายุ สุรำไพ

วัน เดือน ปีเกิด 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2523

ภูมิลำเนา 2140 /200 ซอยรามคำแหง 34 ถนนรามคำแหง
แขวงหัวหมาก จังหวัดกรุงเทพฯ 10240
โทรศัพท์ 0-2732-0336

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนศิริกุลพิทยา จังหวัดกรุงเทพฯ
มัธยมศึกษา	โรงเรียนเบญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคตรัง
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายบัณฑิต ศิลประเสริฐ
วัน เดือน ปีเกิด	7 ธันวาคม พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	1/670 ถนนสุวรรณศร ตำบลอรัญประเทศ
	อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว 27120

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนสำเร็จวิทยา จังหวัดสระแก้ว
มัธยมศึกษา	โรงเรียนสำเร็จวิทยา จังหวัดสระแก้ว
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นางสาวสลิลพรรณ ดำฤทธิ์

วัน เดือน ปีเกิด 7 กันยายน พ.ศ. 2522

ภูมิลำเนา 11/33 ถนนวิเชียรชม ต.บ่อยาง อ.เมือง จังหวัดสงขลา 90000 โทรศัพท์ 074-441104

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนอำมาตย์พิทยานุสรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

มัธยมศึกษา โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุเทพฯ

ปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้