สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประยุกต์ใช้งานสมาร์ตการ์ดสำหรับสถานศึกษา

APPLICATION OF SMART CARD FOR SCHOOL

โดย

นาย พีระกิจ สมสุข

นางสาว พุทธิดา ศรีวงศ์

ป.พ.
พ 791ก
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62674
วัน,เดือน,ปี 21 ส.ค. 2549

b 11628224
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION OF SMART CARD FOR SCHOOL

BY

MR. PEERAKIT SOMSUK

MS. PUTTIDA SRIWONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การประยุกต์ใช้งานสมาร์ตการ์ดสำหรับสถานศึกษา
ชื่อนักศึกษา	นาย พีระกิจ สมสุข รหัสประจำตัว 45010556
	นางสาว พุทธิดา ศรีวงศ์ รหัสประจำตัว 45010558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ไพศาล สิทธิโยภาสกุล
	อาจารย์สถาพร พรหมวงศ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2548

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

.....

(ผศ. ไพศาล สิทธิโยภาสกุล)

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

(อาจารย์สถาพร พรหมวงศ์)

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การประยุกต์การใช้งานบัตรสมาร์ตการ์ดในสถานศึกษา		
ชื่อนักศึกษา	นายพีระกิจ สมสุข	รหัสนักศึกษา	45010556
	นางสาวพุทธิดา ศรีวงศ์	รหัสนักศึกษา	45010558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ไพศาล สิทธิโยภาสกุล		
	อาจารย์สถาพร พรหมวงศ์		
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2548		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการทำงานของบัตรสมาร์ตการ์ดโดยการนำบัตรสมาร์ตการ์ดมาประยุกต์ใช้กับฐานข้อมูลและเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ตการ์ด เพื่อรักษาความปลอดภัยในการเข้า-ออกของสถานศึกษา โดยบันทึกเวลาเข้าออกของผู้ใช้ลงในฐานข้อมูลส่วนกลาง ซึ่งสามารถเรียกดูฐานข้อมูลดังกล่าวได้ตลอดเวลา ในส่วนของบัตรสมาร์ตการ์ดจะสามารถบันทึกข้อมูลต่างๆของผู้ถือบัตร อาทิเช่น ชื่อ นามสกุล คณะศึกษา ภาควิชา ชั้นปี รวมไปถึงสิทธิในการเข้า-ออกสถานศึกษา นอกจากเพิ่มความปลอดภัยของสถานศึกษาแล้ว ยังช่วยลดระยะเวลาในการตรวจเช็คจำนวนนักศึกษาในชั้นเรียนของคณาจารย์อีกด้วย

ส่วนทางด้านฮาร์ดแวร์นั้นจะประกอบ ด้วยการสร้างบัตรสมาร์ตการ์ดที่มีการบันทึกข้อมูลนักศึกษาภายในบัตรสมาร์ตการ์ด จำลองการสร้างเครื่องอ่าน-เขียนบัตรสมาร์ตการ์ด การสร้างประตูที่ใช้ผ่านเข้า-ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Application of smart card for school	
Student	Mr. Peerakit Somsuk	ID. 45010556
	Miss. Puttida Sriwong	ID. 45010558
Advisor	Asst. Prof. Paisarn Sidthiyopasakul	
	Mr. Sathaporn Promwong	
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering	
Department	Information Engineering	
Academic Year	2005	

Abstract

The object of this project is study application of smart card by applied database and smart card reader-writer for security control in school by time record of user into main database, which can be checked all of the time.

For smart card, it collect all information of user such as name, surname, faculty, majoring and class. Including the enter/leave authorize of school. Not only school security increasing, it's can reduce the name list checking time for teachers. For the hardware are the smart card which recorded student data, smart card reader-writer(reproducer) and smart entry door.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นได้นั้น ขอขอบคุณ อาจารย์ไพศาล สิทธิโยภาสกุล และอาจารย์สถาพร พรหมวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่คอยให้คำปรึกษาและแนวคิดต่างๆในการทำโครงงานนี้ รวมทั้งดูแลตรวจทานจนกระทั่งสำเร็จเป็นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกๆท่าน ที่เคยสั่งสอนและให้คำแนะนำตลอดมา รวมถึงเพื่อนๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาต่างๆและเป็นกำลังใจให้

ท้ายที่สุด คณะผู้จัดทำขอขอบคุณบิดา มารดา บุคคลที่มีความสำคัญที่สุดที่คอยให้การสนับสนุนในทุกด้านและคอยให้กำลังใจตลอดเวลา และทำให้ผู้จัดทำมีวันนี้ได้ จึงกราบขอบคุณมา ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ช
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 แนวคิดเริ่มต้นในการทำโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 สมาร์ตการ์ดคืออะไร	3
2.2 ประวัติความเป็นมาของสมาร์ตการ์ด	3
2.3 ส่วนประกอบและโครงสร้างของสมาร์ตการ์ด	4
2.3.1 ตัวบัตรพลาสติก	4
2.3.2 หน้าสัมผัสและชิปสมาร์ตการ์ด (Smart card Module)	5
2.4 ชนิดของสมาร์ตการ์ด	5
2.4.1 การ์ดหน่วยความจำ (Memory card)	6
2.4.2 การ์ดชนิดโปรเซสเซอร์ (Processor card)	8
2.4.3 การ์ดชนิดแบบไม่มีสัมผัส (Contact less card)	9
2.4.4 การ์ดชนิดลูกผสม (Com-Bi card)	10
2.4.5 Hybrid Card	10
2.5 การ์ดที่มีระบบป้องกันข้อมูล	11
2.5.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของสมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442	11
2.5.2 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของสมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442	14
2.5.2.1 การรีเซตและการตอบรับการรีเซตด้วย ATR (Answer To Reset)	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5.2.2 โหมดการส่งคำสั่ง (Command Mode)	15
2.5.2.3 โหมดการอ่านข้อมูล (Outgoing Data Mode)	24
2.5.2.4 โหมดดำเนินการ (Processing Mode)	24
2.6 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับสมาร์ตการ์ด	25
2.6.1 มาตรฐาน ISO7816	25
2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	26
2.7.1 คุณลักษณะพื้นฐานของ MCS-51	27
2.7.2 หน่วยความจำ (Memory)	31
2.7.2.1 หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)	31
2.7.2.2 หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)	31
2.7.3 พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	34
2.8 RS-232C	35
2.8.1 องค์ประกอบของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	35
2.8.2 ลักษณะของคอนเน็กเตอร์แบบ D-Type	36
2.8.3 การเชื่อมต่อมาตรฐาน RS-232C	37
2.9 โปรแกรมวิชวลเบสิก	38
บทที่ 3 การออกแบบ	39
3.1 ภาพรวมของระบบ	39
3.2 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์	41
3.2.1วงจรภายในเครื่องอ่านเขียนบัตรสมาร์ตการ์ด	41
3.2.2 การทำงานของวงจร รีเลย์	42
3.3 การออกแบบทางด้านซอฟท์แวร์	43
3.3.1 โปรแกรมควบคุมการการเปิดประตู	43
3.3.2 โปรแกรมการเขียนข้อมูลลงบัตรสมาร์ทการ์ด	44
3.3.3 Dataflow Diagram	45
3.3.3.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลนักศึกษา	46
3.3.3.2 ขั้นตอนการออกบัตรนักศึกษา	48
3.3.3.3 ขั้นตอนบันทึกเวลาการเข้า-ออกแต่ละประตู	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3.3.4 ขั้นตอนแสดงเวลาเข้า-ออกประตู	49
3.3.4 การออกแบบฐานข้อมูล	51
3.3.4.1 niam-model	54
3.3.4.2 Data Dictionary	52
บทที่ 4 การทดลอง	54
4.1 ผลการทดลองในส่วนของโปรแกรมการบันทึกและอ่านข้อมูลจากบัตรสมาร์ตการ์ด	54
4.1.1 เริ่มต้นการทำงาน	54
4.1.2 การเพิ่มข้อมูล	55
4.1.3 การแก้ไขและค้นหาข้อมูล	57
4.1.4 การกำหนดค่าการผ่านเข้าออก	58
4.1.5 การสร้างบัตรสมาร์ตการ์ด	58
4.2 ทดสอบการผ่านเข้า-ออก ประตู	61
4.2.1 การเปิดพอร์ทอนุกรมที่ทำการเชื่อมต่อ	61
4.3 การทำงานในส่วนฮาร์ดแวร์	62
4.3.1 เครื่องอ่านสมาร์ตการ์ด	62
4.3.2 การจำลองประตู	63
4.3.3 วงจรรีเลย์	64
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	65
5.1 สรุปการพัฒนาโครงงาน	65
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	65
5.3 แนวทางในการพัฒนา	65
บรรณานุกรม	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 2-1 การแบ่งสมาร์ตการ์ดตามชนิดของหน่วยความจำ	5
รูปที่ 2-2 บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในชิปสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำ	6
รูปที่ 2-3 ส่วนประกอบบัตรสมาร์ตการ์ด	7
รูปที่ 2-4 บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในชิปสมาร์ตการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์	9
รูปที่ 2-4โครงสร้างภายในของสมาร์ตการ์ดชนิด Com - Bi Card	10
รูปที่ 2-5โครงสร้างภายในของสมาร์ตการ์ดชนิด Hybrid Card	10
รูปที่ 2-6 บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างภายในของสมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442	12
รูปที่ 2-7 บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมของการ์ดที่มีระบบป้องกันข้อมูล	13
รูปที่ 2-8 รูปสัญญาณของการรีเซตและการตอบรับการรีเซตด้วย ATR	15
รูปที่ 2-9 รูปสัญญาณของการส่งคำสั่งไปยังการ์ด	17
รูปที่ 2-10 รูปสัญญาณของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำหลัก	18
รูปที่ 2-11 รูปสัญญาณของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำที่มีการป้องกัน	19
รูปที่ 2-12 รูปสัญญาณของการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลัก แบบการลบข้อมูลแล้วเขียนข้อมูลซ้ำ	20
รูปที่ 2-13 รูปสัญญาณของการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลัก แบบการลบหรือเขียนข้อมูล (อย่างใดอย่างหนึ่ง)	20
รูปที่ 2-14 รูปสัญญาณของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำปลอดภัย	21
รูปที่ 2-15 รูปสัญญาณของการเปรียบเทียบและพิสูจน์ข้อมูล	23
รูปที่ 2-16 กระบวนการเปรียบเทียบรหัสผ่านกับรหัส PSC	24
รูปที่ 2-17 รูปสัญญาณของโหมดการประมวลผล	25
รูปที่ 2-18 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051	28
รูปที่ 2-19 การจัดขามาตรฐานของของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	29
รูปที่ 2-20 พื้นที่หน่วยความจำภายในของไอซี AT89C2051	32
รูปที่ 2-21 หน่วยความจำภายในบริเวณที่อ้างถึงแบบบิตได้	33
รูปที่ 2-22 การจัดหน่วยความจำและตำแหน่งของรีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register)	34
รูปที่ 2-23 การส่งข้อมูลอนุกรม	36
รูปที่ 2-24 คอนเน็คเตอร์อนุกรม 25 ขา	36
รูปที่ 2-25 คอนเน็คเตอร์อนุกรม 9 ขา	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 2-26 การเปลี่ยนแปลงสัญญาณทีทีแอล(TTL)	38
รูปที่ 3-1 ภาพรวมของระบบ	39
รูปที่ 3-2 วงจรภายในของเครื่องอ่าน-เขียนสมาร์ตการ์ด	41
รูปที่ 3-3 วงจรรีเลย์	42
รูปที่ 3-4 โฟลว์ชาร์ทแสดงโปรแกรมการเปิดประตู	43
รูปที่ 3-5โฟลว์ชาร์ทแสดงโปรแกรมการเขียนข้อมูลลงบัตรสมาร์ทการ์ด	44
รูปที่ 3-6 ภาพรวมของโปรแกรมควบคุมการผ่านเข้า-ออก	45
รูปที่ 3-7 context diagram	46
รูปที่ 3-8 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลนักศึกษา	46
รูปที่ 3-9 ขั้นตอนย่อยของการเก็บข้อมูลนักศึกษา	47
รูปที่ 3-10 การออกบัตรนักศึกษา	48
รูปที่ 3-11 ขั้นตอนการบันทึกเวลา	48
รูปที่ 3-12 ขั้นตอนย่อยของการบันทึกเวลา	49
รูปที่ 3-13 ขั้นตอนแสดงเวลาเข้าออกประตู	49
รูปที่ 3-14 ขั้นตอนย่อยของการแสดงเวลาเข้า-ออกงาน	50
รูปที่ 3-18 ฐานข้อมูลของระบบ (NIAM-MODEL)	51
รูปที่ 4-1 หน้าจอหลักเพื่อล็อกอิน	54
รูปที่ 4-2 การขึ้นข้อความทักทายเมื่อทำการล็อกอินเรียบร้อย	54
รูปที่ 4-3 การขึ้นข้อความบอกว่าพาสเวิร์ดผิด	55
รูปที่ 4-4 หน้าจอในการกรอกข้อมูลส่วนตัวของนักศึกษา	55
รูปที่ 4-5 หน้าจอในการกำหนดสิทธิในการผ่านเข้า-ออกพื้นที่	56
รูปที่ 4-6 หน้าจอในการค้นหา	56
รูปที่ 4-7 หน้าจอในการค้นหาข้อมูลที่มีรหัสสมาร์ตการ์ดเป็น 00008	57
รูปที่ 4-8 หน้าจอการกำหนดสิทธิในการผ่านเข้าออก	57
รูปที่ 4-9 เปิดพอร์ท ที่เสียบ serial port	58
รูปที่ 4-10 ทำการ verify PSC ผิดได้ 3ครั้ง (ครั้งที่1)	58
รูปที่ 4-11ทำการ verify PSC ผิด ครั้งที่สอง	59
รูปที่ 4-12 Verify PSC ถูกต้อง	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 4-13 สามารถ Create บัตรได้	59
รูปที่ 4-14 เมื่อกดอ่านจะได้ ค่าข้อมูลเดียวกับที่ Create	60
รูปที่ 4-15 การเปิดพอร์ท ที่ เสียบ serial port	60
รูปที่ 4-16 ในขณะที่ Start Door Control และรอการปิดประตู	60
รูปที่ 4-17 เครื่องอ่านบัตรสมาร์ตการ์ด	61
รูปที่ 4-18 เครื่องอ่านบัตรสมาร์ตการ์ดขณะเสียบบัตร	61
รูปที่ 4-19 การจำลองประตู	62
รูปที่ 4-20 กลอนที่ใช้กับประตู	62
รูปที่ 4-21 วงจรรีเลย์	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 2.1 หน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ของบัตรสมาร์ตการ์ด	7
ตารางที่ 2.2 ลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการตอบรับการรีเซต	14
ตารางที่ 2.3 โครงสร้างและความหมายของชุดคำสั่งที่สมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442 รองรับ	16
ตารางที่ 2.4 รูปแบบและส่วนประกอบของคำสั่ง	17
ตารางที่ 2.5 ลักษณะหน่วยความจำ และรูปแบบคำสั่งในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำหลัก	18
ตารางที่ 2.6 รูปแบบคำสั่งในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำที่มีการป้องกัน	19
ตารางที่ 2.7 รูปแบบคำสั่งในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลัก	19
ตารางที่ 2.8 รูปแบบคำสั่งในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำที่มีการป้องกัน	21
ตารางที่ 2.9 รูปแบบคำสั่งในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำปลอดภัย	21
ตารางที่ 2.10 รูปแบบคำสั่งในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำปลอดภัย	22
ตารางที่ 2.11 รูปแบบคำสั่งในการเปรียบเทียบและพิสูจน์ข้อมูล	22
ตารางที่ 2.12 แสดงรูปแบบคำสั่ง PSC ในการเข้าถึงหน่วยความจำแบบต่างๆ	23
ตารางที่ 2.13 หน้าที่พิเศษของขาพอร์ต 3	30
ตารางที่ 2.14 รีจิสเตอร์ R0-R7	32
ตารางที่ 2.15 รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ (SFR)	33
ตารางที่ 2.16 การจัดขาคอนเน็คเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C แบบ DB-25 และ DB-9	36
ตารางที่ 3.1 ตารางเก็บข้อมูลนักศึกษา	52
ตารางที่ 3.2 ตารางเก็บข้อมูลเวลาการเข้า-ออก	52
ตารางที่ 3.3 ตารางการกำหนดสิทธิในการเข้าออก	53
ตารางที่ 3.4 ตารางเก็บข้อมูลห้อง	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1.แนวคิดเริ่มต้นในการทำโครงงาน

เนื่องจากในปัจจุบันระบบรักษาความปลอดภัยมีความสำคัญต่อองค์กรต่างๆเป็นอย่างมาก ในสถานศึกษาก็เช่นกัน ผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดที่จะเพิ่มความปลอดภัยให้กับการผ่านเข้า-ออกในส่วนต่างๆของสถานศึกษา โดยกำหนดในสิทธิการผ่านเข้า-ออกส่วนต่างๆของ นักศึกษาในสถานศึกษา โครงงานนี้จึงได้จัดทำระบบควบคุมการผ่านเข้า-ออกในสถานศึกษาขึ้นมา

ในโครงงานนี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้บัตรสมาร์ตการ์ดเนื่องจากว่าบัตรสมาร์ตการ์ดนั้นมีประสิทธิภาพมากว่าบัตรแถบแม่เหล็กที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน คุณสมบัตินั้นคือ สามารถประมวลผลได้ในตัวเอง มีความจุที่มากกว่าบัตรแบบอื่นๆ และมีความคงทนต่อสนามแม่เหล็ก โดยเมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติกับราคาแล้วถือว่าเหมาะสม และบัตรสมาร์ตการ์ดนั้นยังสามารถที่จะนำไปประยุกต์ต่อไปได้ในอนาคตเพื่อให้มีความสามารถเพิ่มมากขึ้น ในโครงงานได้จำลองการเข้า-ออกขึ้นเอง ซึ่งเราสามารถที่จะสร้างขึ้นได้เองและมีราคาที่ถูกกว่าเครื่องอ่านบัตรชนิดอื่น นอกจากนี้ยังสามารถที่จะนำไปใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวัน

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงงาน

2.1 สามารถนำบัตรไปประยุกต์ใช้งานกับฐานข้อมูล

2.2 ศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานของบัตรสมาร์ตการ์ต

2.3เป็นการเพิ่มระบบรักษาความปลอดภัยในตัวอาคาร

2.4 ช่วยประหยัดเวลาและอำนวยความสะดวกในสถานศึกษา

2.5 สามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ได้ง่ายขึ้น

1.3.ขอบเขตโครงงาน

โครงงานนี้แบ่งออกเป็น

1.3.1 ด้านฮาร์ดแวร์

1.3.1.1 สร้างบัตรสมาร์ตการ์ดจำลอง

1.3.1.2 ทำเครื่องอ่าน-เขียนบัตรสมาร์ตการ์ด

1.3.1.3 ทำแบบจำลองการเปิดปิดของประตู เมื่อผ่านเข้า-ออกโดยบัตรสมาร์ตการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ด้านซอฟท์แวร์

1.3.2.1 โปรแกรมระหว่างเครื่องอ่านเขียนกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) กับฐานข้อมูล

1.3.2.2 โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล

1.3.2.2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับสมาชิก

1.3.2.2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการเข้า-ออกห้องต่างๆ และการยืนยันสิทธิ์การเข้าออกห้องต่างๆ

1.3.2.2.3 สามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้

1.4.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เข้าใจหลักการทำงานของบัตรสมาร์ตการ์ด

1.4.2 ออกแบบและเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับฐานข้อมูลได้

1.4.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับองค์กรต่างๆได้

1.4.4 เพิ่มความสะดวกสบายและลดความยุ่งยาก ในด้านต่างๆ

1.4.5 เพิ่มความปลอดภัยให้กับอาคารหรือสิ่งของ

1.5.ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

ลำดับ	ขั้นตอน	2548							2549	
		มิ.ย	ก.ค.	ส.ค	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค	ม.ค.	ก.พ
1	ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นและออกแบบระบบ									
2	ออกแบบระบบฐานข้อมูล									
3	ทำโปรแกรมที่ใช้ติดต่อฐานข้อมูล									
4	ทำฮาร์ดแวร์									
5	ทำโปรแกรมติดต่อกับฮาร์ดแวร์									
6	ทำการทดลอง บันทึกผล									
7	ทำเอกสาร									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 สมาร์ตการ์ดคืออะไร

สมาร์ตการ์ด (Smart card) คือบัตรพลาสติกที่มีชิปไอซี (Integrated Circuit) ติดหรือฝังอยู่ในตัวบัตรพลาสติกตามมาตรฐาน ISO (International Standard Organization) เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลและประมวลผลภายในตัวเองโดยวิธีการเข้ารหัสลับตามมาตรฐาน DES Algorithm (Data Encryption Standard) เพื่อให้ระบบมีระดับความปลอดภัยสูงขึ้น ด้วยคุณสมบัติสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้สมาร์ตการ์ดมีความแตกต่างจากบัตรพลาสติกทั่วไปก็คือ ขณะทำรายการ (Transaction) สมาร์ตการ์ดสามารถทำงานได้ด้วยตัวของมันเอง โดยไม่ต้องอาศัยติดต่อสื่อสารกับระบบหลัก (Font End) นั้นก็คือสมาร์ตการ์ดไม่จำเป็นต้องมีการติดต่อสื่อสารกับศูนย์กลางข้อมูลเหมือนกับบัตรแถบแม่เหล็ก (Off-line) ทำให้ประหยัดในเรื่องระบบสื่อสารไปได้มาก

2.2 ประวัติความเป็นมาของสมาร์ตการ์ด

สมาร์ตการ์ดปรากฏขึ้นครั้งแรกในประเทศเยอรมัน ในปี 1968 โดยชาวเยอรมัน (Jurgen Dethloff และ Helmut Grotupp) เป็นผู้คิดค้น แต่ผู้ที่ได้มาซึ่งสิทธิบัตรกลับเป็นชาวญี่ปุ่น (Kunitaka Arimura) ในปี 1970 และมีการจดสิทธิบัตรในชื่อของสมาร์ตการ์ดโดยชาวฝรั่งเศส (Roland Moreno) ในปี 1974 ในระยะแรกนั้นสมาร์ตการ์ดยังทำงานได้ไม่สมบูรณ์นัก เพราะสมาร์ตการ์ดรุ่นแรก ๆ ยังมีปัญหาทางเทคนิคเล็ก ๆ น้อย ๆ ซึ่งถึงแม้ว่าสมาร์ตการ์ดจะถือกำเนิดในยุโรป แต่ในระยะแรกสมาร์ตการ์ดกลับไม่ค่อยได้รับความสนใจเท่าที่ควร จนกระทั่งปี 1984 บริษัท French PTT (Postal and Telecommunications Services) ได้นำสมาร์ตการ์ดมาใช้งานเป็นบัตรโทรศัพท์ เพื่อป้องกันการโกงค่าโทรศัพท์ ซึ่งในครั้งนั้นถือว่าเป็นโครงการนำร่องโดยมีการนำบัตรแถบแม่เหล็ก บัตรแถบแสง (Optical Storage) และสมาร์ตการ์ดมาทำการทดลองใช้งานเปรียบเทียบกัน ซึ่งแน่นอนว่าสมาร์ตการ์ดได้พิสูจน์ให้เห็นคุณลักษณะที่เหนือกว่าบัตรชนิดอื่น ทั้งในเรื่องของความทนทาน ความปลอดภัย ความสวยงาม เป็นผลให้สมาร์ตการ์ดในรูปของบัตรโทรศัพท์มีการนำไปใช้ถึง 60 ล้านใบ (เฉพาะประเทศฝรั่งเศส) และตอกย้ำความสำเร็จอีกกว่า 100 ล้านใบจาก 50 ประเทศทั่วโลกในปี 1997 กระนั้นสมาร์ตการ์ดก็ยังเป็นเพียงบัตรโทรศัพท์ การนำสมาร์ตการ์ดมาใช้ทางด้านการเงินการธนาคารกลับเป็นไปอย่างเชื่องช้า เนื่องจากบัตรที่เกี่ยวข้องกับระบบการเงินการธนาคารมีความยุ่งยากมากกว่าบัตรโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในปี 1960 เทคโนโลยีการประมวลผลเพื่อเข้ารหัสลับข้อมูลของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์มีความพร้อมมากขึ้น จึงมีการนำมาใช้ในการเข้ารหัสลับข้อมูลในสมาร์ตการ์ด ซึ่งแต่เดิมนั้นการเข้ารหัสลับจะมีการใช้งานเฉพาะในหน่วยงานทหาร หรือหน่วยงานราชการลับเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ทำให้สมาร์ตการ์ดสามารถทำการเข้ารหัสลับ–ถอดรหัสลับข้อมูลได้ด้วยตัวมันเอง ทำให้การใช้สมาร์ตการ์ดมีความปลอดภัยสูงขึ้นจนสามารถนำมาใช้เป็นบัตรเครดิต หรือบัตรเงินสดได้อย่างสมบูรณ์แบบ

ในปี 1984 ธนาคารในฝรั่งเศสได้นำสมาร์ตการ์ดมาใช้เป็นบัตรเครดิตเป็นครั้งแรก ในระยะแรกนั้นต้องประสบกับปัญหามากมาย เกี่ยวกับการเข้ากันได้ของบัตรต่างธนาคาร ซึ่งต้องใช้เวลาถึง 10 ปีที่จะทำให้เข้ากันได้ทั้งหมด เป็นเหตุให้มีการรวมกันของ Europay, VISA และ MASTER เพื่อกำหนดมาตรฐานแก่เครดิตการ์ด ในรูปของสมาร์ตการ์ดให้มีมาตรฐานเดียวกันทุกธนาคารในชื่อของมาตรฐาน EMV (Europay, MASTER, VISA) โดยอ้างอิงกับมาตรฐาน ISO7816 เป็นหลัก ทำให้มีผู้ที่ต้องการพัฒนาแอพพลิเคชั่นเครดิตหรือเดบิตบนสมาร์ตการ์ด ต้องทำตามข้อกำหนดของมาตรฐาน EMV เท่านั้น

2.3 ส่วนประกอบและโครงสร้างของสมาร์ตการ์ด

2.3.1 ตัวบัตรพลาสติก

สมาร์ตการ์ดเป็นชิปไอซีขนาดเล็กที่ถูกสร้างขึ้นเช่นเดียวกับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ นำมาติดลงบนหน้าสัมผัส และทำการฝังลงในเนื้อบัตรพลาสติก ซึ่งพลาสติกที่นิยมนำมาทำเป็นตัวบัตรจะใช้พลาสติก 4 ชนิด ได้แก่ PVC (Polyvinyl Choloride), ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), PC (Polycarbonate) และ PET (Polyethylene Terephthalate) ในประเทศไทยจะใช้บัตรพลาสติก PVC มากเป็นอันดับหนึ่ง ส่วนอันดับสองเป็นบัตรพลาสติกชนิด ABS ซึ่งบัตรพลาสติกชนิด PVC มักนำมาใช้เป็นบัตรเอทีเอ็ม บัตรเครดิต–เดบิต บัตรประจำตัวประชาชน ฯลฯ ส่วนบัตรพลาสติกชนิด ABS ไม่ค่อยพบว่าใช้งานกันมากนักเนื่องจากราคาสูงกว่าและลายที่พิมพ์ลงบนบัตรไม่สวยงามคงทนเท่าบัตรพลาสติกชนิด PVC จะพบก็เพียงบัตรพลาสติกเนื้อผสมโดยใช้พลาสติกชนิด ABS เป็นแกนและฉาบผิวด้วยพลาสติกชนิด PVC แต่ความทนทานของตัวบัตรจะสู้บัตรพลาสติกเนื้อ PVC ล้วนไม่ได้

สำหรับบัตรพลาสติกอีก 2 ชนิดที่เหลือ ยังไม่พบว่ามีการใช้งานในประเทศไทย อาจเนื่องมาจากราคาที่สูงเกินไปของวัสดุที่นำมาใช้ทำเป็นตัวบัตร และคุณสมบัติของวัสดุที่ด้อยกว่าพลาสติกชนิด PVC แต่ข้อเสียที่สำคัญของพลาสติกชนิด PVC ก็ไม่ด้อยไปกว่าข้อดีของมัน นั้นก็คือมันไม่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ซึ่งเท่ากับเป็นขยะสำหรับสิ่งแวดล้อมเลยทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

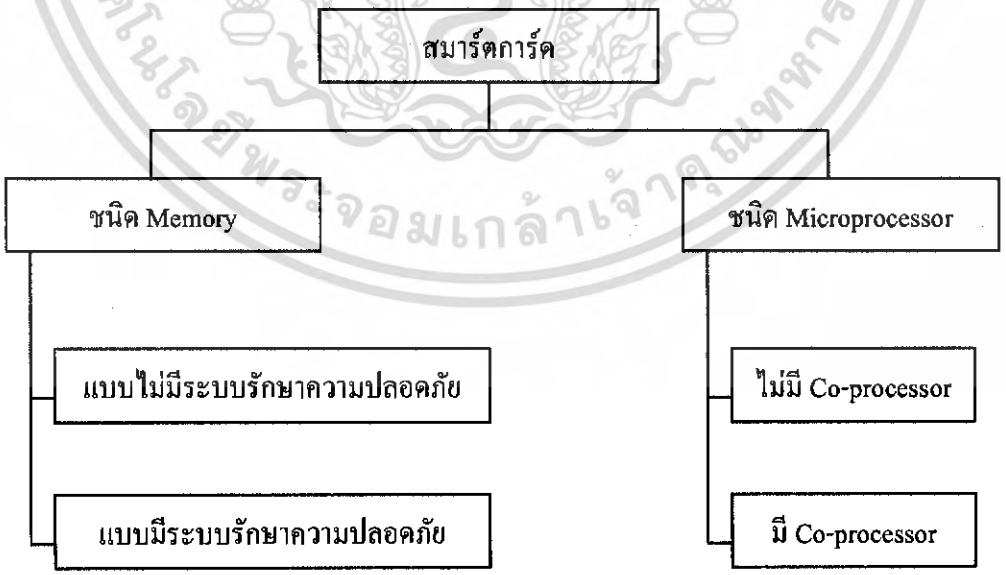
2.3.2 หน้าสัมผัสและชิปสมาร์ตการ์ด (Smart card Module)

สมาร์ตการ์ดโมดูล หรือ หน้าสัมผัสและชิปสมาร์ตการ์ด คือ ส่วนที่แสดงความเป็นตัวตนของสมาร์ตการ์ดที่ชัดเจนที่สุด ดังนั้นการที่จะระบุกว่าบัตรใบใดเป็นบัตรสมาร์ตการ์ดนั้น ต้องดูที่หลักการทำงานและลูกเล่นของบัตรเป็นหลัก ซึ่งต้องใช้ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสมาร์ตการ์ดพอสมควร

ในการผลิตสมาร์ตการ์ดโมดูล ส่วนที่เป็นหน้าสัมผัสของสมาร์ตการ์ดประกอบด้วยโลหะหลายชิ้นประกอบกัน แต่ละส่วนจะถูกยึดด้วยแถบฟิล์มบาง ๆ ทางด้านหลังของหน้าสัมผัสเพื่อให้คงรูปอยู่ได้ แถบฟิล์มตัวนี้จะมีการเจาะช่องเล็ก ๆ สำหรับการเชื่อมต่อสายนำสัญญาณกับชิปสมาร์ตการ์ดกับหน้าสัมผัส หลังจากที่วางชิปสมาร์ตการ์ดลงในตำแหน่งที่ต้องการและเชื่อมต่อสายนำสัญญาณจากชิปสมาร์ตการ์ดเข้ากับหน้าสัมผัสเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการผนึกชิปสมาร์ตการ์ดเพื่อป้องกันตัวชิป และสายนำสัญญาณต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมภายนอก (เป็นการทดสอบขั้นต้น) ส่วนขั้นตอนที่เหลือจะเป็นการนำหน้าสัมผัสและชิปใส่ลงในบัตรพลาสติก และทดสอบการทำงานของชิปขั้นสุดท้าย

2.4 ชนิดของสมาร์ตการ์ด

การแบ่งชนิดของสมาร์ตการ์ดในปัจจุบันอาจทำได้ยากสักหน่อย เนื่องจากมีการใส่เทคโนโลยีใหม่ตลอดเวลาดังนั้นจึงขอแสดงการแบ่งชนิดของสมาร์ตการ์ดให้เข้าใจได้ง่ายๆ ดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 การแบ่งสมาร์ตการ์ดตามชนิดของหน่วยความจำ

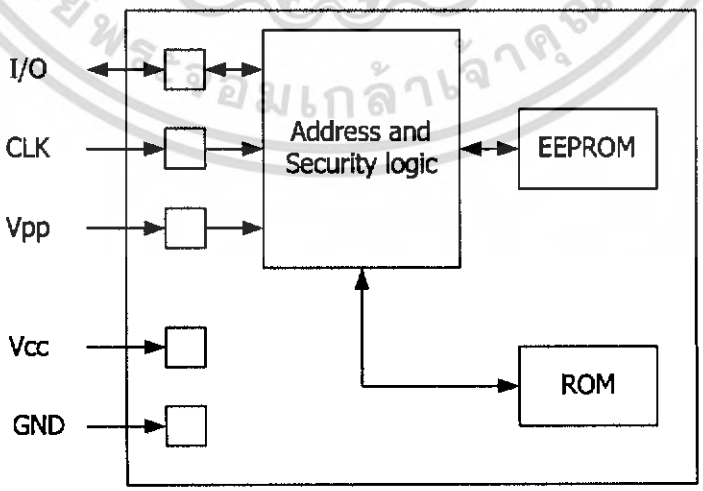
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2-1 จะเห็นได้ว่าเราสามารถแบ่งสมาร์ตการ์ดจากโครงสร้างภายในได้ 2 ชนิดก็คือ สมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำ (Memory Card) และ สมาร์ตการ์ดชนิดไมโครโปรเซสเซอร์ (Processor Card) ซึ่งชิปทั้งสองแบบจะมีหน้าสัมผัสเหมือนกัน แต่สัญญาณที่ต้องป้อนให้แก่หน้าสัมผัสบางหน้าสัมผัส จะไม่มีการใช้งานในสมาร์ตการ์ดต่างชนิดกัน เช่น แรงดันไฟฟ้าสำหรับการเขียนข้อมูลลงในชิป (Vpp) จะมีใช้ในสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำเท่านั้น, สัญญาณนาฬิกาสำหรับป้อนให้ชิปทำงาน (CLK) ต้องป้อนให้กับชิปเหมือนกัน สำหรับสัญญาณนาฬิกา (CLK) ที่ป้อนให้ชิปสมาร์ตการ์ดเป็นสัญญาณนาฬิกาภายนอกที่ป้อนให้ชิปทำงานได้ เพราะภายในชิปสมาร์ตการ์ดไม่มีวงจรสำหรับสร้างสัญญาณนาฬิกา แต่หน้าสัมผัส I/O จะมีการรับ-ส่งข้อมูลที่แตกต่างกันในเรื่องของความถี่ และวิธีการควบคุมจังหวะการรับ-ส่งของข้อมูลแต่ละบิต

ในการแบ่งสมาร์ตการ์ดออกเป็น 2 ชนิด ตามชนิดของวงจรภายในดังที่กล่าวมา อาจแบ่งได้อีกลักษณะคือ แบ่งตามความถี่ในการรับ-ส่งข้อมูลผ่านหน้าสัมผัส I/O ของสมาร์ตการ์ด ดังที่กล่าวไปแล้ว ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

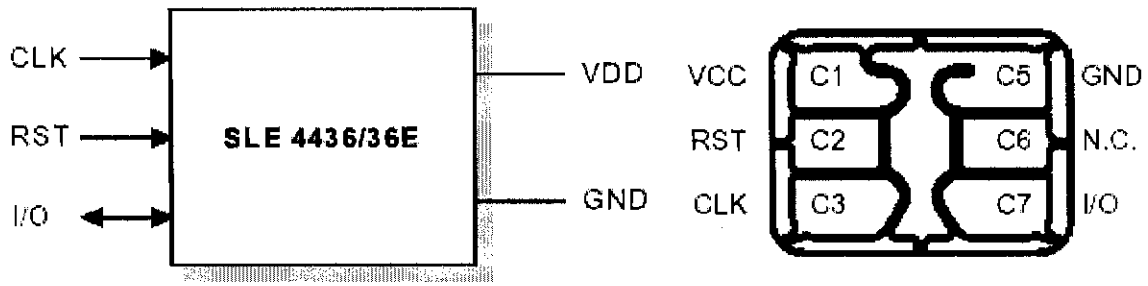
2.4.1 การ์ดหน่วยความจำ (Memory card)

สมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำ (Memory) หรืออีกชื่อหนึ่งคือ Synchronous card การ์ดชนิดนี้เป็นการ์ดประเภทที่มีหน่วยความจำเพียงอย่างเดียวไม่มี ซีพียู เนื่องจากสมาร์ตการ์ดชนิดนี้มีการรับ-ส่งข้อมูลตามสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้แก่ชิป (ข้อมูลแต่ละบิตที่ส่งให้แก่ชิปต้องสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกา) สมาร์ตการ์ดชนิดนี้มีโครงสร้างที่ประกอบไปด้วย ส่วนวงจรสำหรับการติดต่อสื่อสารกับภายนอก หน่วยความจำข้อมูล และหน่วยความจำสำหรับเก็บชุดคำสั่งของสมาร์ตการ์ด ดังรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในชิปสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-3 รูปแสดงส่วนประกอบบัตรสมาร์ตการ์ด

ชื่อหน้าสัมผัสและหน้าที่ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 หน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ของบัตรสมาร์ตการ์ด

Card Contact	สัญลักษณ์	การใช้งาน
C1	VCC	แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า
C2	RST	สัญญาณรีเซต
C3	CLK	สัญญาณนาฬิกา
C5	GND	กราวนด์
C6	N.C.	Not Connected
C7	I/O	Input-Output สำหรับรับส่งข้อมูล

สมาร์ตการ์ดที่เป็นพื้นฐานของสมาร์ตการ์ดในปัจจุบัน ก็คือสมาร์ตการ์ดชนิด Free Access Memory สมาร์ตการ์ดชนิดนี้เปิดโอกาสให้อ่านหรือเขียนข้อมูลในแอดเดรสใด ๆ ก็ได้ตามชื่อของสมาร์ตการ์ดชนิดนี้ ไม่มีการป้องกันข้อมูลใด ๆ ภายในสมาร์ตการ์ดชนิดนี้ ซึ่งแน่นอนว่าเป็นสมาร์ตการ์ดที่มีความปลอดภัยต่ำที่สุด ถึงกระนั้นการอ่านข้อมูลก็ไม่ใช่เรื่องง่ายนักเมื่อมีการออกแบบหน่วยความจำข้อมูลให้มีการสลับตำแหน่งของบิตข้อมูล โดยมีวงจรควบคุมการสลับตำแหน่งของบิตเป็นส่วนป้องกันข้อมูลอีกต่อหนึ่ง ดังนั้นการอ่านข้อมูลออกแบบธรรมดาจะไม่ได้ข้อมูลที่ถูกต้องหากไม่ติดต่อกับวงจรควบคุมการสลับตำแหน่งของบิตโดยตรง

นอกจากนี้สมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำแบบธรรมดา ยังมีการใส่วงจรกำหนดเงื่อนไขการอ่านเขียนข้อมูลลงไปด้วย ทำให้สามารถกำหนดเงื่อนไขการอ่าน-เขียนข้อมูลได้ทุกไบต์ โดยสมาร์ตการ์ดที่มีวงจรป้องกันการอ่าน-เขียนชนิดนี้ถูกเรียกว่า PIN Protect Memory เนื่องจากการเข้าถึงข้อมูลจะต้องแสดงรหัสผ่านให้บัตรทราบก่อนจึงจะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ วงจรกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขการอ่าน-เขียนข้อมูลจะมีบิตพิเศษที่มีชื่อว่า Bit Protect ซึ่งเป็นบิตข้อมูลที่ฝากไว้กับข้อมูลให้เป็นบิตที่ 9 แต่ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยคำสั่งเขียนข้อมูลธรรมดา เพราะ Bit Protect ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลจริง ๆ ในการแก้ไข Bit Protect นี้จะสามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้เพียงครั้งเดียวด้วยคำสั่งเฉพาะเท่านั้น เช่น หากต้องการบังคับไม่ให้ข้อมูลไบต์ใดไม่สามารถแก้ไขได้ก็ให้ทำการเคลียร์บิตที่ 9 ของข้อมูลไบต์นั้น ๆ แต่สำหรับรหัสผ่านในการเข้าถึงข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ต้องแสดงรหัสผ่านชุดเก่าให้บัตรได้ทราบเสียก่อนจึงจะสามารถเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านได้

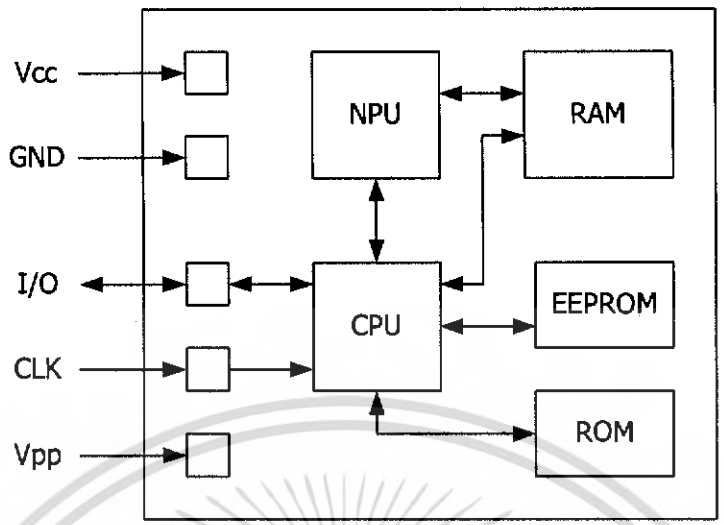
สมาร์ตการ์ดอีกชนิดหนึ่งที่มีใช้เป็นบัตรโทรศัพท์ในประเทศไทยนั้นคือการ์หน่วยความจำชนิด Token ภายในสมาร์ตการ์ดชนิดนี้ จะมีการเก็บข้อมูลในลักษณะจำนวนนับ (Counter) ซึ่งจำนวนนับนี้จะเป็นตัวเลขแทนมูลค่าของเงินที่ระบุบนบัตร การนับเลขเป็นการนับถอยหลังเพื่อเป็นการนับมูลค่าที่คงเหลือในบัตร หมายความว่าหากใช้บัตรในการโทรศัพท์ไปเรื่อย ๆ มูลค่าในบัตรก็จะถูกลดลงตามไปด้วยเช่นกัน ในการเข้าถึงข้อมูลของสมาร์ตการ์ดชนิดนี้ต้องมีการแสดงรหัสผ่านให้บัตรทราบเหมือนกับการ์ดหน่วยความจำ ชนิด PIN Protect แต่ไม่มี Bit Protect เท่านั้นเอง

สมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำเป็นสมาร์ตการ์ดพื้นฐานของสมาร์ดการ์ดรุ่นใหม่ๆในปัจจุบัน ด้วยโครงสร้างและการทำงานที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ราคาถูก สามารถเก็บข้อมูลได้จำนวนมาก และความเร็วในการทำงานของชิปไม่สูงนัก จึงทำให้สมาร์ตการ์ดชนิดนี้เหมาะที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับงานที่ข้อมูลไม่ค่อยสำคัญมากนัก เช่น บัตรลงเวลาทำงาน บัตรผ่านประตู บัตรโทรศัพท์ ฯลฯ ปัจจุบันสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำ มีขนาดหน่วยความจำสูงสุดถึง 64 กิโลไบต์ และอีกไม่นานนักเราจะได้เห็นสมาร์ตการ์ดที่มีขนาดหน่วยความจำข้อมูลถึง 128 กิโลไบต์

2.4.2 การ์ดชนิดโปรเซสเซอร์ (Processor card)

สมาร์ตการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Asynchronous card เป็นสมาร์ตการ์ดที่ได้รับการปรับปรุงจากสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำด้วยการใส่เทคโนโลยีไมโครโปรเซสเซอร์เข้าไปในชิป เพื่อให้ชิปสามารถประมวลผลข้อมูล และเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ข้อมูลได้สูงขึ้น จากการที่ใส่ไมโครโปรเซสเซอร์ลงไปในชิปนั้น ทำให้จำเป็นต้องมีการเพิ่มส่วนของหน่วยความจำไว้สำหรับจัดเก็บระบบปฏิบัติการของไมโครโปรเซสเซอร์ และหน่วยความจำชั่วคราวสำหรับการประมวลผลข้อมูล นอกจากนี้ยังมีการใส่ชิปประมวลผลทางคณิตศาสตร์ลงในชิปสมาร์ตการ์ด เพื่อช่วยให้การประมวลผลข้อมูลด้วยอัลกอริทึมสำหรับเข้ารหัสลับและถอดรหัสลับ ทำให้สมาร์ตการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์มีความเร็วในการทำงานที่สูงกว่าสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำหลายเท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-4 บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในชิปสมาร์ตการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์

ในการรับส่งข้อมูลให้กับสมาร์ตการ์ดชนิดนี้ จะใช้หน้าสัมผัสเดียวกับสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำ โดยสัญญาณนาฬิการที่ป้อนจะถูกใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาให้แก่โปรเซสเซอร์ภายในสมาร์ตการ์ด ข้อมูลที่รับส่งจึงไม่จำเป็นต้องสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้แก่ชิป เพียงกำหนดอัตราการรับ-ส่งข้อมูลเป็น 9,600 บิตต่อวินาที ก็สามารถติดต่อกับโปรเซสเซอร์ของชิปได้ แต่การเข้าถึงข้อมูลจะไม่สามารถทำได้เหมือนสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำ การเข้าถึงข้อมูลต้องกระทำผ่านโปรเซสเซอร์ของสมาร์ตการ์ดเท่านั้น ไม่ว่าจะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลก็ตาม เพราะหน่วยความจำจะอยู่ภายในความควบคุมของโปรเซสเซอร์เพียงอย่างเดียว ข้อดีอย่างหนึ่งที่ไม่สามารถติดต่อกับหน่วยความจำในชิปได้โดยตรงก็คือ การลอบเข้าถึงข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาตแทบเป็นไปไม่ได้ ยกเว้นมีความบกพร่องในการกำหนดเงื่อนไขในการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นความลับ

2.4.3 การ์ดชนิดแบบไม่มีสัมผัส (Contact less card)

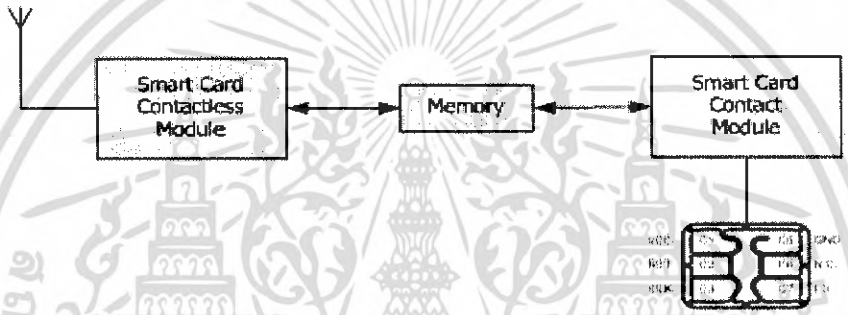
สมาร์ตการ์ดแบบ ไม่ใช้หน้าสัมผัสในการเข้าถึงข้อมูล ระบบของสมาร์ตการ์ดแบบนี้เป็นระบบที่ทันสมัยที่สุดเลยก็ว่าได้ การสื่อสารกับสมาร์ตการ์ดชนิดนี้ใช้การสื่อสารโดยใช้คลื่นวิทยุโดยการส่งความถี่ 13.56 MHz ไปยังสมาร์ตการ์ด ที่ตัวสมาร์ตการ์ดจะมีเสาอากาศที่เป็นขดลวดที่ได้รับการแมชชิ่งมาอย่างดีคอยรับสัญญาณ จะเห็นได้ว่าสมาร์ตการ์ดประเภทนี้จะแปลกกว่าชนิดอื่นตรงที่ว่าใช้กระแสไฟฟ้าที่มาจากคลื่นวิทยุทำงานเท่านั้นดังนั้นการออกแบบสมาร์ตการ์ดแบบนี้จึงต้องออกแบบให้ใช้ไฟต่ำที่สุดเท่าที่จะน้อยได้ ไม่งั้นจะไม่เพียงพอในการทำงานของการ์ด ถ้ามองดูที่สมาร์ตการ์ดประเภทนี้แล้วเราไม่ออจบอกได้ว่าเป็นสมาร์ตการ์ดแบบไม่ใช้หน้าสัมผัส เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างภายนอกเหมือนบัตรพลาสติกใบหนึ่งสมาร์ตการ์ดแบบนี้พบบ่อยในอาคารที่จอดรถ เพราะว่าสามารถอ่านข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว หรือจะพบว่านิยมใช้เป็น Security Card

2.4.4 การ์ดชนิดลูกผสม (Com-Bi card)

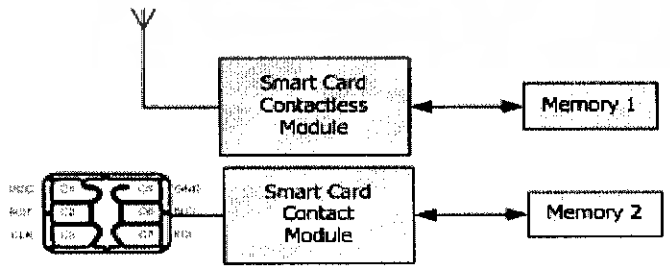
สมาร์ตการ์ดชนิดนี้เป็นการรวมเอาสมาร์ตการ์ดแบบมีสัมผัสกับแบบไม่มีสัมผัสมารวมเข้าด้วยกัน โดยใช้หน่วยความจำร่วมกันเพื่อให้การทำรายการที่จำเป็นต้องอยู่ภายใต้ระบบรักษาความปลอดภัย สามารถทำได้โดยผ่านทางหน้าสัมผัสที่มีไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมอยู่และสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสบายผ่านทางคลื่นวิทยุ โดยมีโครงสร้างภายในดังรูป



รูปที่ 2-4โครงสร้างภายในของสมาร์ตการ์ดชนิด Com - Bi Card

2.4.5 Hybrid Card

สมาร์ตการชนิดนี้มีลักษณะโครงสร้างเหมือนการ์ดประเภท Com - Bi Card แต่จะแตกต่างกันที่หน่วยความจำข้อมูล โดยหน่วยความจำระหว่างมีหน้าสัมผัสและไม่มีหน้าสัมผัสจะถูกแยกออกจากกันอย่างสิ้นเชิง เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ในปัจจุบัน Hybrid Card จะมีความหมายรวมถึงบัตรที่มีคุณสมบัติในการใช้งานตั้งแต่สองอย่างขึ้นไปเช่น การ์ดที่มีทั้งแถบแม่เหล็กและชิปสมาร์ตการ์ด , บัตรสมาร์ตการ์ดที่มีหน้าสัมผัสและไม่มีหน้าสัมผัส



รูปที่ 2-5โครงสร้างภายในของสมาร์ตการ์ดชนิด Hybrid Card

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

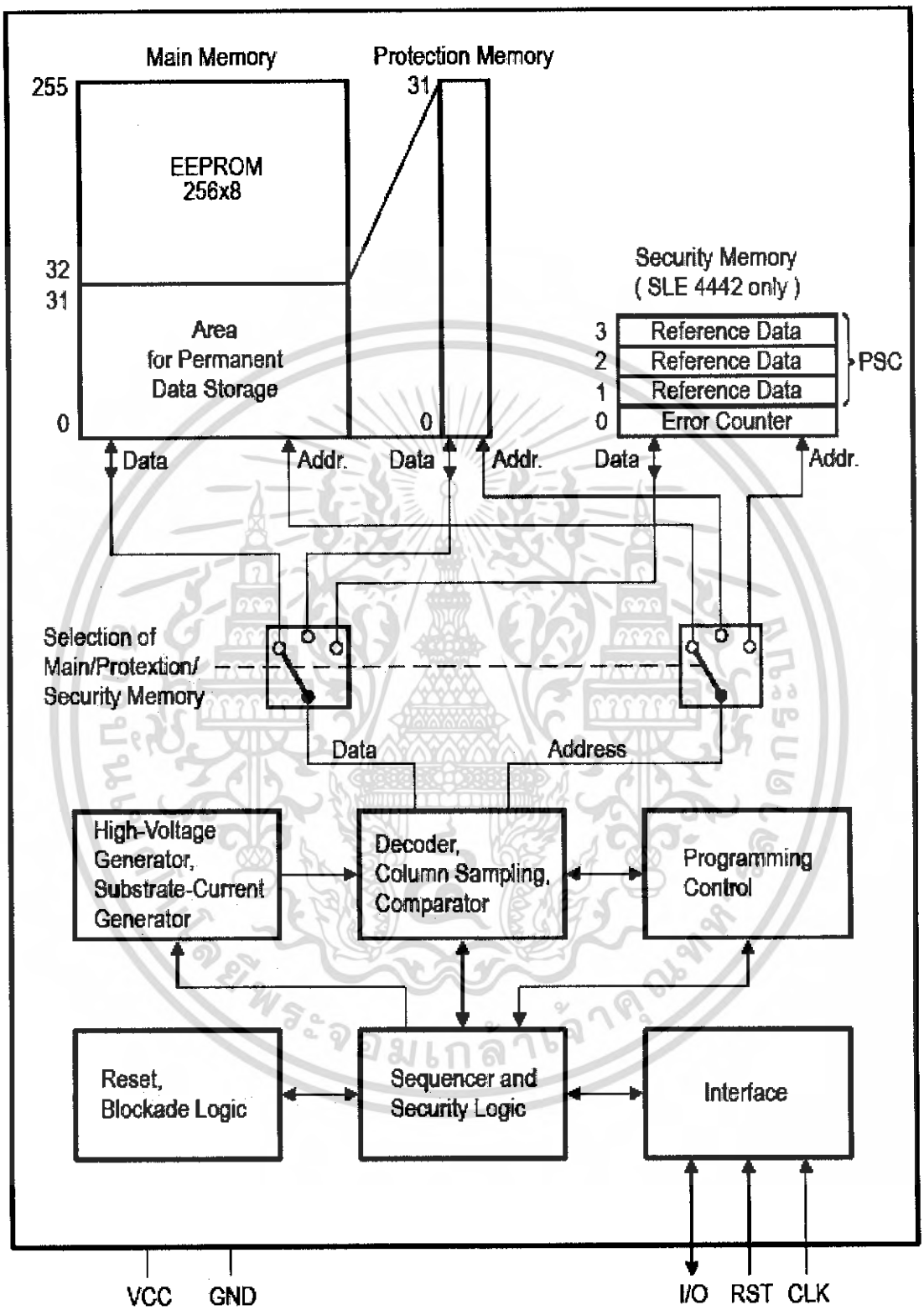
2.5 การ์ดที่มีระบบป้องกันข้อมูล

การ์ดที่มีระบบป้องกันความปลอดภัยข้อมูล คือ สมาร์ตการ์ดที่การอ่านข้อมูลสามารถทำได้อย่างอิสระ แต่การเขียนข้อมูลจะไม่สามารถทำได้หากไม่มีรหัสผ่านที่ถูกต้อง วิธีการในลักษณะนี้ช่วยให้ข้อมูลภายในสมาร์ตการ์ดได้รับการปกป้องและมีความน่าเชื่อถือ รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของสมาร์ตการ์ดชนิดนี้เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous) ตามมาตรฐาน ISO7816 ซึ่งรูปแบบคำสั่งจะแตกต่างกันไปในผู้ผลิตแต่ละราย โดยในโครงงานนี้ได้เลือกใช้สมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442 เนื่องจากเป็นการ์ดที่มีคุณสมบัติของการรักษาความปลอดภัยข้อมูลอย่างครบถ้วน และยังสามารถหามาใช้งานได้ง่ายในบ้านเรา

2.5.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของสมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442

Smart Card เบอร์ SLE4442 มีหน่วยความจำแบบ EEPROM ขนาด 256 ไบต์ โดยแบ่งเป็น Protectable Data Memory 32 ไบต์ และ Unprotected Data Memory 224 ไบต์ สามารถอ่านและเขียนได้ 100,000 ครั้ง เก็บข้อมูลได้นานถึง 10 ปีส่วนที่เป็น Protectable Data Memory นั้นสามารถเขียนข้อมูลถาวรไว้โดยจะลบหรือแก้ไขเปลี่ยนแปลงไม่ได้อีกเลย และในส่วนนี้ได้ถูกเขียนข้อมูลถาวรไว้แล้ว 12 ไบต์ ตามมาตรฐาน ISO7816 นอกจากนี้ SLE4442 ยังมีPSC (Programmable Security Code) 3 ไบต์ เพื่อใช้ในการตรวจสอบค่าให้ตรงกับค่า PSC ที่มีในบัตรก่อนจึงจะเขียนข้อมูลลงในบัตรได้และ EC (Error Counter) เพื่อใช้ในการนับจำนวนครั้งที่ทำการตรวจสอบ Verify ค่า PSC โดยถ้าทำการตรวจสอบ Verify ค่า PSC ไม่ถูกต้องถึง 3 ครั้ง บัตรนี้จะเขียนข้อมูลไม่ได้อีกเลยทันที การนับ Error Counter นี้จะถูก Reset เมื่อได้ทำการ Verify ค่า PSC ได้ถูกต้อง ค่า PSC มาตรฐานของบัตรใหม่ที่ผลิตจากโรงงานคือ FFFFFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



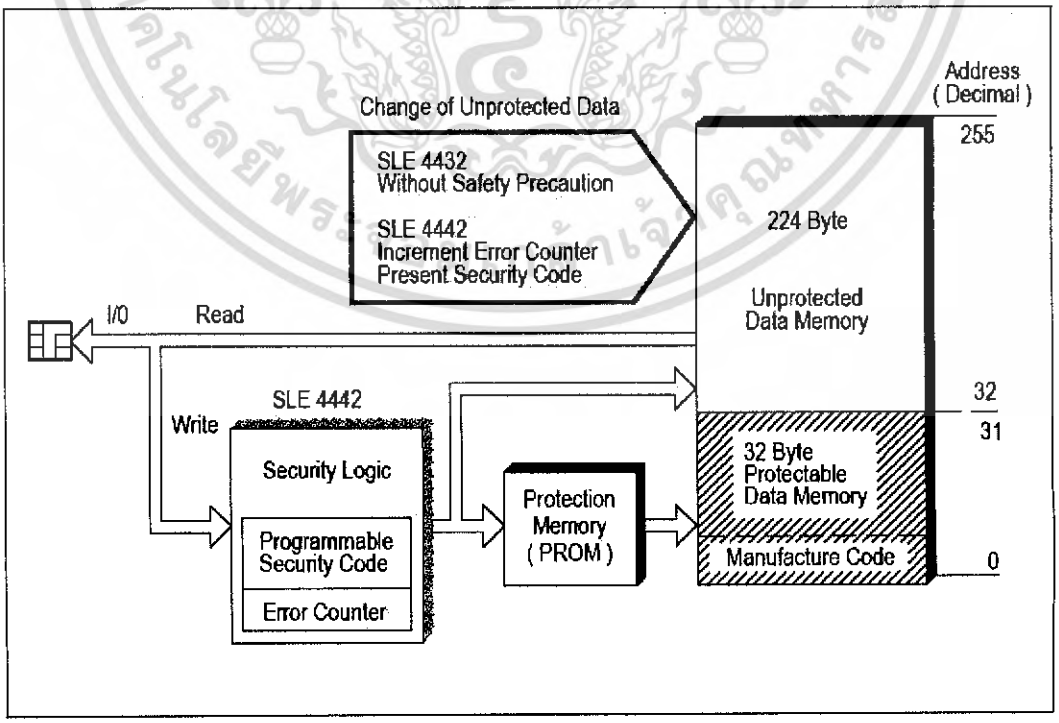
รูปที่ 2-6 บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างภายในของสมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2-6 จะเห็นได้ว่าหน่วยความจำขนาด 256 ไบต์ ที่อยู่ภายในสมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442 จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ ข้อมูลในช่วง 32 ไบต์แรกซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีระบบป้องกันการเขียนข้อมูลทับ และหน่วยความจำส่วนถัดมาซึ่งเป็นอีอีพรอม (EEPROM) ที่สามารถทั้งเขียนและอ่านได้ กลไกในการปกป้องข้อมูลของสมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442 มาจากส่วนที่เป็นหน่วยความจำปลอดภัย (Security Memory) ที่ได้รับการปกป้องโดยข้อมูลสำคัญ 2 ส่วน คือ

- ข้อมูลอ้างอิง (Reference Data หรือ PSC) เป็นข้อมูลขนาด 3 ไบต์ ที่เก็บค่าของรหัสผ่านสำหรับการเข้าไปแก้ไขข้อมูลในหน่วยความจำเอาไว้ (รหัส PSC ไม่สามารถถูกอ่านออกมาได้) รหัส PSC จะถูกกำหนดเป็นค่าหนึ่งมาโดยผู้ผลิตก่อนซึ่งสามารถจะมาปรับเปลี่ยนเองได้ในภายหลังเมื่อใช้งาน

- ไบต์แสดงความผิดพลาด (Error Counter Byte) เป็นข้อมูลที่บอกถึงจำนวนครั้งที่ป้อนรหัส PSC ผิด ซึ่งถูกกำหนดเอาไว้ตายตัวว่าจะผิดได้ไม่เกิน 3 ครั้ง หากเกินกว่านั้นการ์ดจะล็อคตัวเองอย่างถาวรทันที และไม่มีทางปลดล็อคได้ แม้ว่าจะป้อนรหัส PSC ที่ถูกต้องไปแล้วก็ตาม การเขียนข้อมูลยังหน่วยความจำก็จะไม่สามารถทำได้อีกต่อไป แต่ยังคงอ่านข้อมูลออกมาได้ตามปกติ การป้อนรหัส PSC ผิดแต่ละครั้ง Error Counter จะถูกลดลง 1 ค่าทันที ถ้าหากค่า Error Counter ถูกลดลงจนมีค่าเป็น 0 เมื่อไรก็แสดงว่าการ์ดได้ถูกล็อคไปเรียบร้อยแล้ว (ในกรณีที่ป้อนรหัสถูกในครั้งที่ 3 ค่าของ Error Counter จะถูกรีเซตกลับไปเป็น 3 ครั้งเหมือนอย่างตอนแรกเริ่ม



รูปที่ 2-7 บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมของการ์ดที่มีระบบป้องกันข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2-7 จะเห็นได้ว่าการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำนั้น เราสามารถจะอ่านข้อมูลออกมาได้โดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนของการป้อนรหัส PSC แต่สำหรับการเขียนข้อมูลแล้วเราจะต้องป้อนรหัส PSC ที่ถูกต้องเสียก่อน เพื่อเปิดลอจิกในการเขียนข้อมูลลงยังหน่วยความจำ นอกจากนั้นก็จะเห็นได้ว่าข้อมูล 4 ไบต์แรก เป็นข้อมูลของผู้ผลิตหรือ Manufacturer Code โดยพื้นที่ส่วนนี้ใช้เก็บข้อมูลของ ATR โดยความหมายของข้อมูลที่อยู่ในพื้นที่ส่วนนี้แต่ละไบต์จะถูกกำหนดโดยผู้ผลิตการ์ดแต่ละราย

2.5.2 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของสมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442

รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของสมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442 เป็นการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านและสมาร์ตการ์ดแบบ 2 ทิศทาง (ข้อมูลบนสาย I/O จะถูกอ่านค่าที่ขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกา) โดยรูปแบบการสื่อสารนี้ประกอบด้วย 4 โหมดการทำงาน ได้แก่

- การรีเซตและการตอบรับการรีเซตด้วย ATR (Answer To Reset)
- โหมดการส่งคำสั่ง (Command Mode)
- โหมดการอ่านข้อมูล (Outgoing Data Mode)
- โหมดการดำเนินการ (Processing Mode)

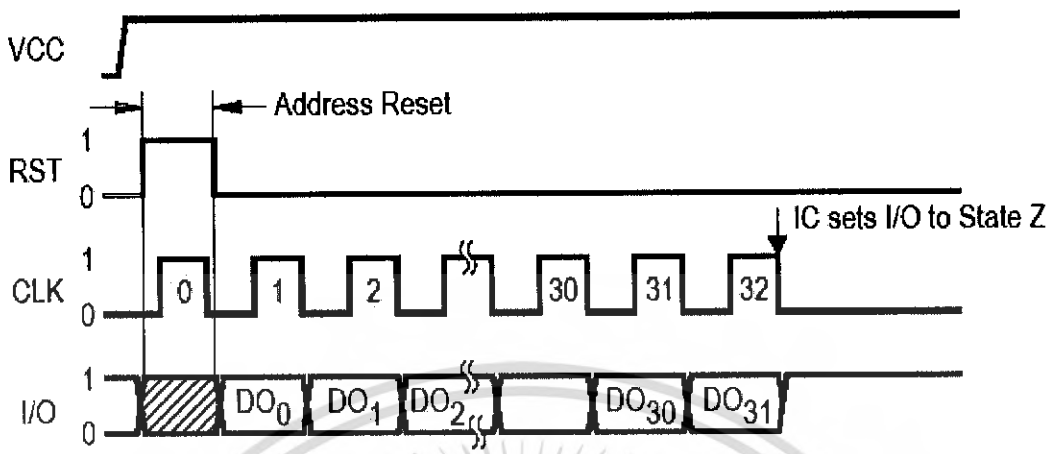
2.5.2.1 การรีเซตและการตอบรับการรีเซตด้วย ATR (Answer To Reset)

เมื่อรีเซตการทำงานของการ์ดจะทำให้การ์ดมีการตอบรับการรีเซตด้วยข้อมูล ATR สำหรับข้อมูลATR ที่ตอบกลับมาจากสมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442 จะประกอบด้วยข้อมูล 4 ไบต์ การอ่านข้อมูลที่ว่านี้สามารถทำได้โดยอ้างอิงจากสัญญาณในรูปที่ 2-8 โดยหลังจากที่ขา RST เป็นลอจิกต่ำ เมื่อมีสัญญาณนาฬิกาลูกต่อไปเข้ามา จะทำให้เกิดสัญญาณเอาท์พุตของสมาร์ตการ์ดขึ้นที่ขา I/O ซึ่งก็คือ สัญญาณตอบรับการรีเซตนั้นเอง หลังจากที่ครบ 4 ไบต์แล้ว ที่ขา I/O จะเปลี่ยนเป็นลอจิกสูงเพื่อเป็นการบอกถึงการสิ้นสุดการรีเซต

ตารางที่ 2.2 ลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการตอบรับการรีเซต

Answer-to-Reset (Hex)	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
	$DO_7 \dots DO_0$	$DO_{15} \dots DO_8$	$DO_{23} \dots DO_{16}$	$DO_{31} \dots DO_{24}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-8 รูปสัญญาณของการรีเซตและการตอบรับการรีเซตด้วย ATR

2.5.2.2 โหมดการส่งคำสั่ง (Command Mode)

การส่งคำสั่งไปยังสมาร์ตการ์ดหรือการทำงานในโหมดการส่งคำสั่ง (Command Mode) ก็คือ กระบวนการต่อเนื่องหลังจากการ์ดถูกรีเซตไปเรียบร้อยแล้ว โดยการ์ดจะรอรับคำสั่งที่ส่งมาจากเครื่องอ่านซึ่งมีรูปแบบเป็นข้อมูลมีความยาว 3 ไบต์ โครงสร้างของข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วย คำสั่ง (Command), แอดเดรส (Address) และ ข้อมูล (Data) โดยคำสั่งทั้งหมดที่สมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442 รองรับถูกแสดงดังตารางที่ 2.3 ส่วนรูปสัญญาณที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานของโหมดการส่งคำสั่งก็เป็นดังรูปที่ 2-9 จะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลแต่ละครั้งจะต้องมีการส่งสภาวะเริ่มต้นและสภาวะสิ้นสุดกำกับไปกับตัวข้อมูลด้วย โดยสภาวะเริ่มต้นก็คือการเปลี่ยนระดับจากลอจิกค่าสูงเป็นค่าต่ำที่ขา I/O ในขณะที่ระดับลอจิกที่ขา CLK เป็นค่าสูง ส่วนสภาวะสิ้นสุดก็คือการเปลี่ยนระดับจากลอจิกค่าต่ำเป็นสูงที่ขา I/O ในขณะที่ขา CLK เป็นค่าสูง

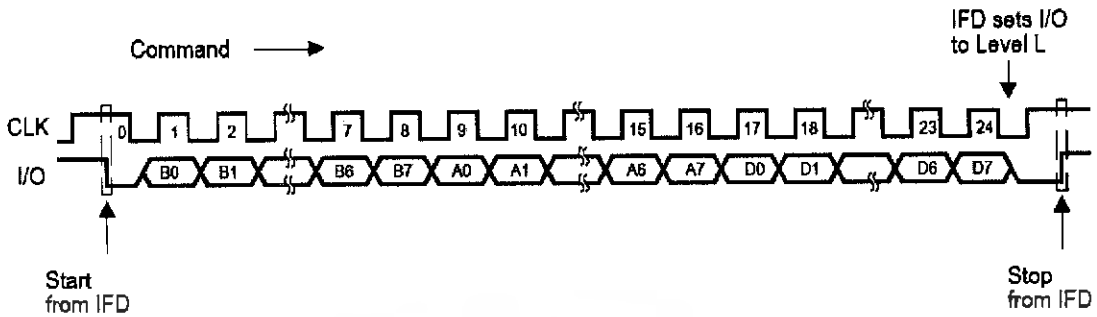
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 โครงสร้างและความหมายของชุดคำสั่งที่สมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442 รองรับ

Byte 1 Control								**Byte 2 Address**	**Byte 3 Data**	**Operation**	**Mode**
B 7	B 6	B 5	B 4	B 3	B 2	B 1	B 0	A7-A0	D7-D0		
0	0	1	1	0	0	0	0	address	no effect	READ MAIN MEMORY	outgoing data
0	0	1	1	1	0	0	0	address	input data	UPDATE MAIN MEMORY	processing
0	0	1	1	0	1	0	0	no effect	no effect	READ PROTECTION MEMORY	outgoing data
0	0	1	1	1	1	0	0	address	input data	WRITE PROTECTION MEMORY	processing
0	0	1	1	0	0	0	1	no effect	no effect	READ SECURITY MEMORY	outgoing data
0	0	1	1	1	0	0	1	address	input data	UPDATE SECURITY MEMORY	processing
0	0	1	1	0	0	1	1	address	input data	COMPARE VERIFICATION DATA	processing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2-9 รูปสัญญาณของการส่งคำสั่งไปยังการ์ด

ตารางที่ 2.4 รูปแบบและส่วนประกอบของคำสั่ง

MSB			Control				LSB	MSB			Address				LSB	MSB			Data				LSB
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

2.5.2.2.1 การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำหลัก (Read Main Memory)

คือ คำสั่งที่ใช้ในการอ่านข้อมูลทั้งหมดออกมาจากหน่วยความจำของการ์ด ทั้งจากพื้นที่ส่วนที่ได้รับการป้องกัน (หน่วยความจำ 32 ไบต์แรก) และส่วนที่ไม่ได้รับการป้องกัน (หน่วยความจำ 224 ไบต์หลัง) โดยจะเป็นการอ่านค่าโดยเริ่มต้นจากแอดเดรสที่ส่งไปจนถึงแอดเดรสสุดท้าย (0FFH) ของพื้นที่หน่วยความจำ

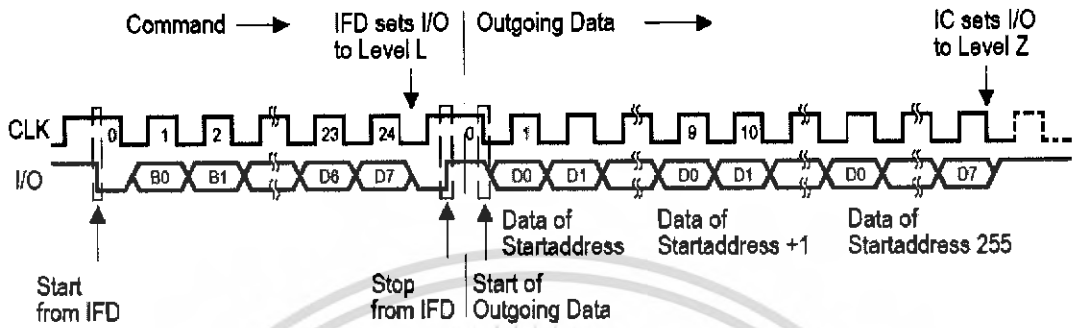
ตารางที่ 2.5 ลักษณะหน่วยความจำ และรูปแบบคำสั่งในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำหลัก

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
62674



รูปที่ 2-10 รูปสัญญาณของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำหลัก

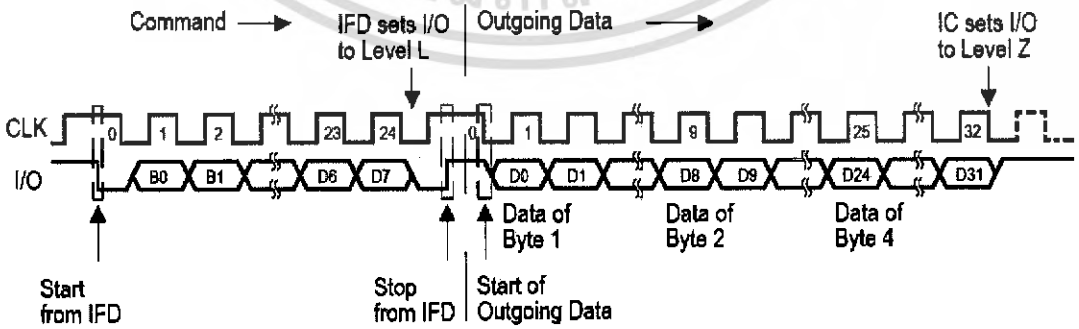
2.5.2.2.2 การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำที่มีการป้องกัน (Read Protection Memory)

คือ คำสั่งที่ใช้ในการอ่านข้อมูลทั้งหมดออกมาจากหน่วยความจำ 32 ไบต์แรก

ตารางที่ 2.6 รูปแบบคำสั่งในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำที่มีการป้องกัน

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



รูปที่ 2-11 รูปสัญญาณของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำที่มีการป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.2.3 การเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลัก (Update Main Memory)

คือคำสั่งที่ใช้ในการเขียนข้อมูลยังแอดเดรสใด ๆ ของหน่วยความจำทั้ง 256 ไบต์ ในกรณีที่ใช้คำสั่งนี้เขียนข้อมูลลงยังหน่วยความจำ 32 ไบต์แรก ข้อมูลจะยังคงแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ภายหลัง

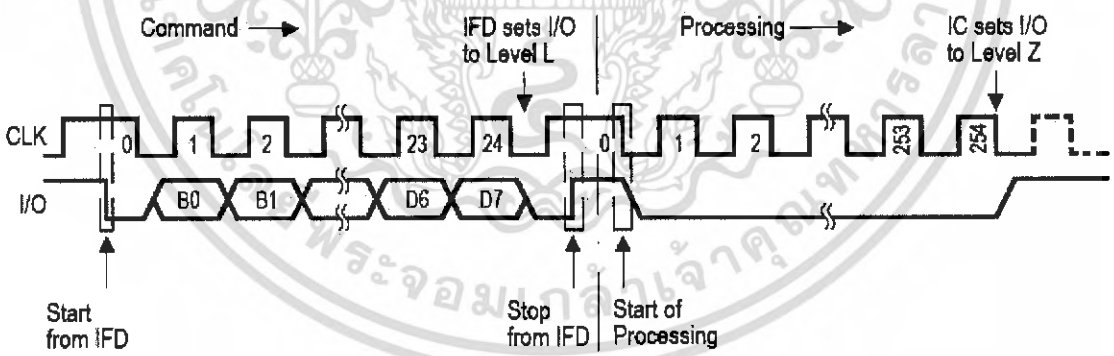
ตารางที่ 2.7 รูปแบบคำสั่งในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลัก

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

สำหรับการเขียนข้อมูลจะประกอบด้วย 3 เงื่อนไข คือ

- การลบข้อมูลที่แอดเดรสของหน่วยความจำที่กำหนด ให้เป็น 0FFH แล้วทำการเขียนข้อมูลซ้ำลงยังแอดเดรสเดิม กระบวนการนี้ต้องใช้เวลา 5 มิลลิวินาที หรือเท่ากับสัญญาณนาฬิกา 255 ลูก

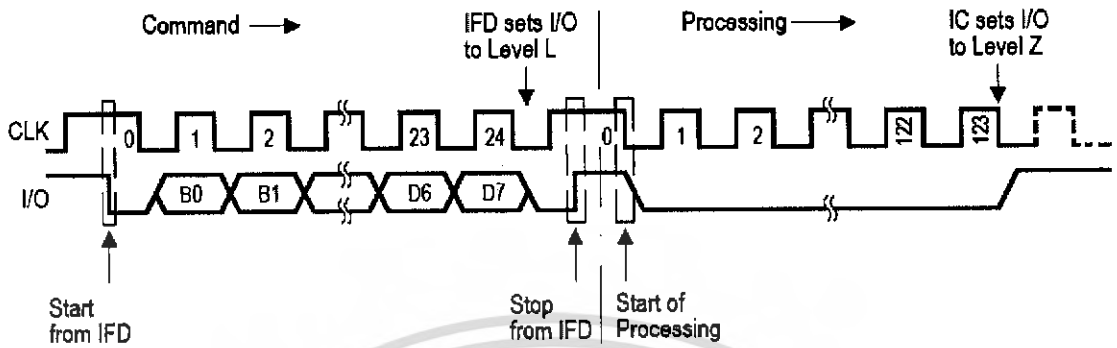


รูปที่ 2-12 รูปสัญญาณของการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลักแบบการลบข้อมูลแล้วเขียนข้อมูลซ้ำ

- การเขียนข้อมูลที่แอดเดรสของหน่วยความจำที่กำหนดโดยไม่ต้องลบข้อมูลออก สำหรับกรณีนี้แอดเดรสดังกล่าวจะต้องเป็นที่ว่าง (มีค่าข้อมูลเป็น 0FFH) อยู่ก่อนหน้านี้แล้วเท่านั้น กระบวนการนี้จะใช้เวลา 2.5 มิลลิวินาที หรือเท่ากับสัญญาณนาฬิกา 124 ลูก

- การลบข้อมูลที่แอดเดรสของหน่วยความจำที่กำหนด (ให้มีค่าข้อมูลเป็น 0FFH) โดยไม่มีการเขียนข้อมูลต่อ สำหรับกระบวนการนี้ใช้เวลา 2.5 มิลลิวินาที หรือเท่ากับสัญญาณนาฬิกา 124 ลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-13 รูปสัญญาณของการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลัก
แบบการลบหรือเขียนข้อมูล (อย่างใดอย่างหนึ่ง)

2.5.2.2.4 การเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำที่มีการป้องกัน (Write Protection Memory)

คือ การเขียนข้อมูลลงยังแอดเดรสของหน่วยความจำใด ๆ ใน 32 ไบต์แรก คำสั่งนี้มีเงื่อนไขว่าข้อมูลที่เขียนลงไปจะถูกเขียนลงยังแอดเดรสของหน่วยความจำที่กำหนดอย่างถาวร ไม่สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงอะไรได้อีก สำหรับรูปสัญญาณของกระบวนการนี้อ้างอิงได้จากรูปสัญญาณของการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลัก (Update Main Memory)

ตารางที่ 2.8 รูปแบบคำสั่งในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำที่มีการป้องกัน

Command: WRITE PROTECTION MEMORY

	Control								Address	Data
	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	A7...A0	D7...D0
Binary	0	0	1	1	1	1	0	0	Address	Input data
Hexadecimal	$3C_H$								$00_H...1F_H$	Input data

2.5.2.2.5 การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำปลอดภัย (Read Security Memory)

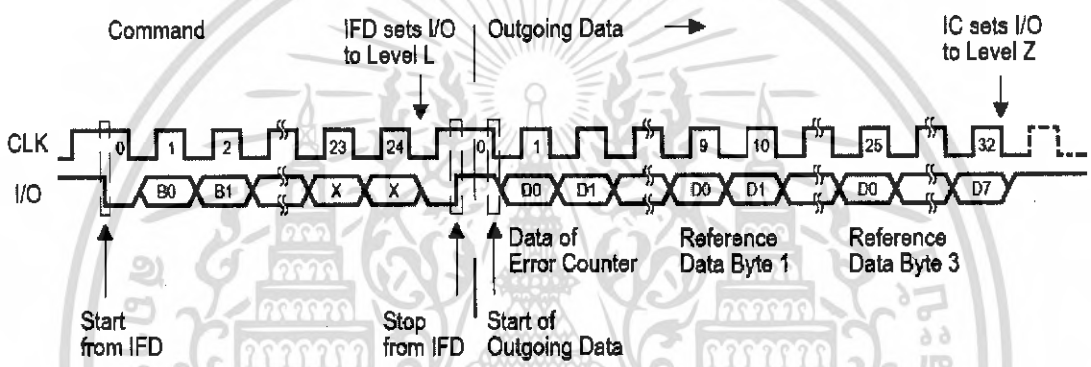
คือ การอ่านค่าของ Error Counter เพื่อตรวจดูว่าการ์ดใบนั้น ๆ ได้ถูกล็อคไปแล้วหรือยัง โดยค่าภายในบิต D2, D1 และ D0 ของ Error Counter จะเป็นส่วนที่บอกถึงสถานะของการ์ดใบนั้น ๆ หากค่าของบิต D2, D1 และ D0 เป็น 0 ทั้งหมด ก็แสดงว่าการ์ดได้ถูกล็อคไปแล้ว ซึ่งจะไม่สามารถแก้ไขอะไรได้และจะไม่สามารถเขียนข้อมูลลงยังการ์ดนั้นได้อีกต่อไป (แต่ว่าการอ่านข้อมูลในการ์ดจะยังคงทำได้ตามปกติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 รูปแบบคำสั่งในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำปลอดภัย

Command: READ SECURITY MEMORY

	Control								Address	Data
	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	A7...A0	D7...D0
Binary	0	0	1	1	0	0	0	1	No effect	No effect
Hexadecimal	31_H								No effect	No effect



รูปที่ 2-14 รูปสัญญาณของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำปลอดภัย

2.5.2.2.6 การเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำปลอดภัย (Update Security Memory)

คือ การเข้าไปแก้ไขข้อมูลของรหัส PSC ภายในการ์ด หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการเข้าไปเปลี่ยนรหัสป้องกันของการ์ดนั้นเอง คำสั่งจะถูกกระทำต่อเมื่อมีการส่งรหัส PSC ที่ถูกต้องไปยังการ์ดเสียก่อน โดยในกรณีที่ป้อนรหัสผิด ค่าของบิต D2, D1 และ D0 ใน Error Counter จะค่อย ๆ ถูกเปลี่ยนจากค่า "1" เป็น "0" ไล่ไปทีละบิตตามจำนวนครั้งที่ป้อนผิด หากทั้งหมดกลายเป็นศูนย์เมื่อไรการ์ดก็จะถูกล็อคทันที ซึ่งนั่นหมายความว่าโอกาสที่ป้อนรหัสผิดมีเพียง 3 ครั้งเท่านั้น สำหรับรูปสัญญาณของกระบวนการนี้จะเหมือนกับรูปสัญญาณของการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลัก

ตารางที่ 2.10 รูปแบบคำสั่งในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำปลอดภัย

Command: UPDATE SECURITY MEMORY

	Control								Address	Data
	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	A7...A0	D7...D0
Binary	0	0	1	1	1	0	0	1	Address	Input data
Hexadecimal	39_H								$00_H...03_H$	Input data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

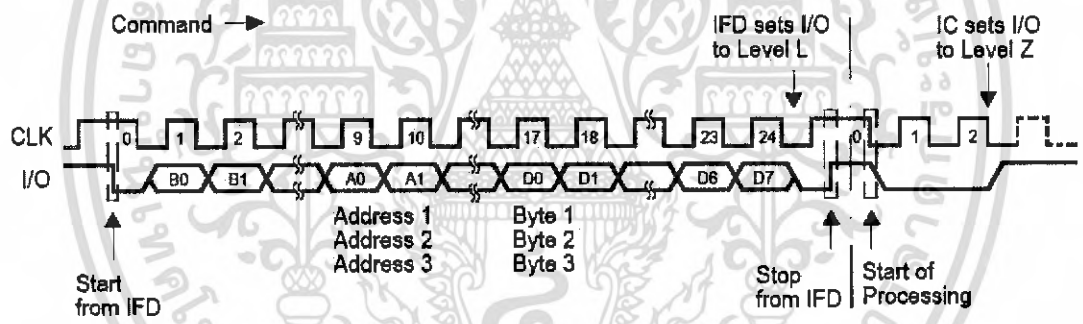
2.5.2.2.7 การเปรียบเทียบและพิสูจน์ข้อมูล (Compare Verification Data)

คือ การสั่งให้การ์ดทำการเปรียบเทียบรหัส PSC กับรหัสผ่านที่เราได้ส่งไปยังการ์ด ในการเปรียบเทียบที่ว่านี้ ข้อมูลที่การ์ดจะส่งกลับมาคือค่าของ Error Counter ที่จะบอกว่ารหัสที่เราป้อนนั้นถูกต้องหรือไม่ และยังเหลือโอกาสพลาดอีกกี่ครั้งเท่านั้น (โดยเราจะไม่สามารถเข้าไปอ่านรหัส PSC ของการ์ดออกมาได้)

ตารางที่ 2.11 รูปแบบคำสั่งในการเปรียบเทียบและพิสูจน์ข้อมูล

Command: COMPARE VERIFICATION DATA

	Control								Address	Data
	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	A7...A0	D7...D0
Binary	0	0	1	1	0	0	1	1	Address	Input data
Hexadecimal	33_H								$00_H...03_H$	Input data



รูปที่ 2-15 รูปสัญญาณของการเปรียบเทียบและพิสูจน์ข้อมูล

การเปรียบเทียบค่า PSC

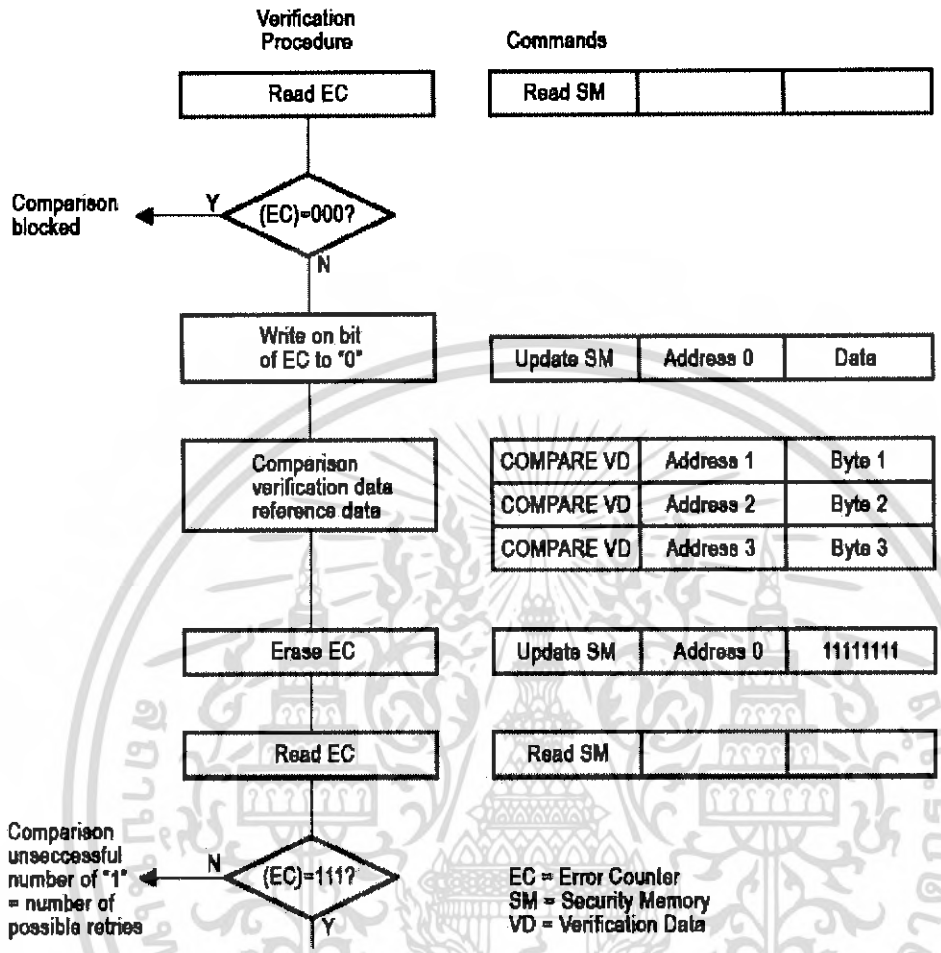
ในสมาร์ตการ์ด เบอร์ SLE 4442 ผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่า PSC ที่ถูกเก็บอยู่ในหน่วยความจำที่มีระบบรักษาความปลอดภัย ต้องถูกต้องเพื่อที่จะสามารถทำการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูล เมื่อเราทำการป้อนรหัส PSC ผิดนั้นจะเป็นผลทำให้บิตถูกเปลี่ยนจากลอจิกสูงไปสู่ลอจิกต่ำ ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนกลับเป็นลอจิกสูงได้ ถ้าป้อน PSC ผิด 3 ครั้ง จะทำให้บิตถูกเปลี่ยนครบ 3 ครั้ง ซึ่งจะมีผลทำให้บัตรสมาร์ตการ์ดใบนั้นไม่สามารถลบ และเขียนข้อมูลได้อีก แต่ยังคงอ่านข้อมูลได้ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 แสดงรูปแบบคำสั่ง PSC ในการเข้าถึงหน่วยความจำแบบต่างๆ

Command	Control	Address	Data	Remark
	B7…B0	A7…A0	D7…D0	
Read Security Memory	31_H	No effect	No effect	Check Error Counter
Update Security Memory	39_H	00_H	Input Data	Write free bit in Error Counter input data: 0000 0ddd binary
Compare Verification Data	33_H	01_H	Input Data	Reference Data Byte 1
Compare Verification Data	33_H	02_H	Input Data	Reference Data Byte 1
Compare Verification Data	33_H	03_H	Input Data	Reference Data Byte 1
Update Security Memory	39_H	00_H	FF_H	Erase Error Counter
Read Security Memory	31_H	No effect	No effect	Check Error Counter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-16 กระบวนการเปรียบเทียบรหัสผ่านกับรหัส PSC

2.5.2.3 โหมดการอ่านข้อมูล (Outgoing Data Mode)

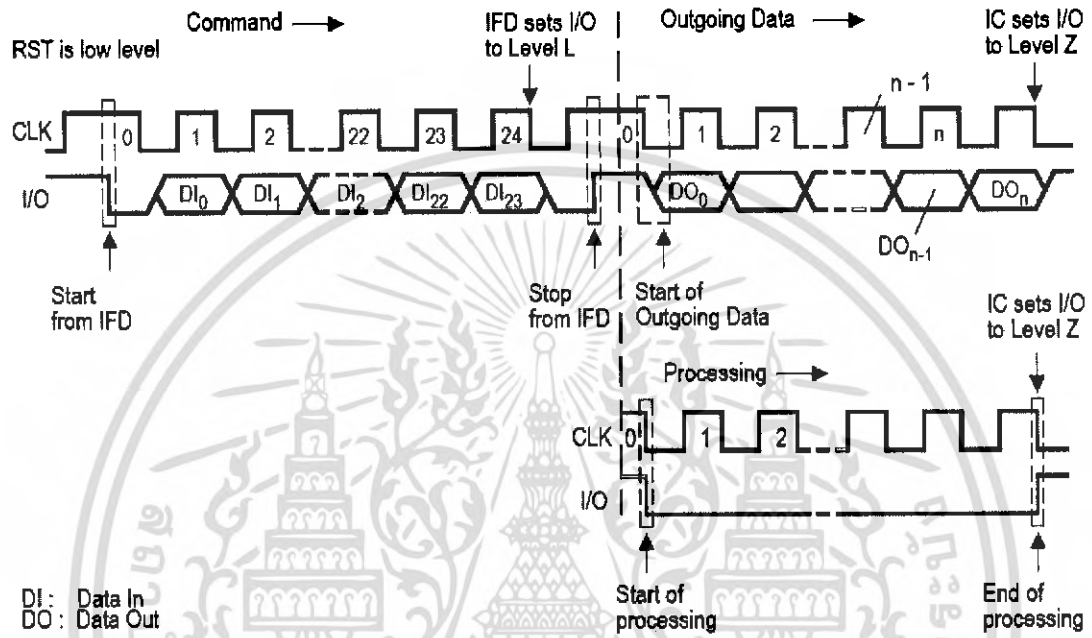
โหมดการทำงานนี้จะเกิดขึ้นหลังจากที่มีการส่งคำสั่งในกลุ่มของการขออ่านข้อมูลไปยังสมาร์ตการ์ดเพื่อขออ่านข้อมูลจากพื้นที่ใด ๆ ในหน่วยความจำ หลังจากที่ได้รับคำสั่งดังกล่าว สมาร์ตการ์ดจะส่งข้อมูลที่ถูกร้องขอกลับมายังเครื่องอ่าน ซึ่งก็เท่ากับว่าเครื่องอ่านจะสามารถอ่านข้อมูลที่ต้องการออกมาได้สำเร็จจากโหมดการทำงานนี้

2.5.2.4 โหมดดำเนินการ (Processing Mode)

โหมดดำเนินการจะเกิดขึ้นหลังจากที่มีการส่งคำสั่งในกลุ่มของการขอเขียนหรือลบข้อมูลออกจากพื้นที่ใด ๆ ในหน่วยความจำ โดยหลังจากที่ได้รับคำสั่งดังกล่าว สมาร์ตการ์ดจะเริ่มดำเนินกระบวนการตามที่ได้รับการสั่งมา ในโหมดการทำงานนี้ข้อมูลจากขา I/O จะไม่ถูกนำมาใช้ร่วมในการทำงานเลย (โดยจะมีสถานะเป็นลอจิกต่ำตลอดทั้งช่วง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดการส่งคำสั่ง, โหมดการอ่านข้อมูล และโหมดการดำเนินการ จะเรียกรวมกันว่าเป็นโหมดการประมวลผล (Operational Modes) ซึ่งรูปสัญญาณของโหมดการประมวลผล ดังแสดงในรูปที่ 2-17



รูปที่ 2-17 รูปสัญญาณของโหมดการประมวลผล

2.6. มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับสมาร์ตการ์ด

มาตรฐานของสมาร์ตการ์ดมีทั้งหมด 2 มาตรฐานด้วยกัน คือ

1. ISO 7816
2. AFNOR (แตกต่างกันตรงที่การจัดเรียงลำดับของขาสัญญาณและตำแหน่งของขาสัญญาณ) เนื่องจากในปัจจุบันสมาร์ตการ์ดแทบจะทั้งหมดใช้มาตรฐาน ISO 7816 ดังนั้นจะกล่าวเฉพาะมาตรฐานนี้เท่านั้น

2.6.1มาตรฐาน ISO7816

เป็นการกำหนดในเรื่องของคุณลักษณะของบัตรพลาสติกที่จะมาทำเป็นสมาร์ตการ์ด โดยมีหัวข้อย่อยได้ดังนี้

- มาตรฐาน ISO7816-1 เป็นมาตรฐานที่กำหนดด้วยเรื่องคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของสมาร์ตการ์ด
- มาตรฐาน ISO7816-2 เป็นมาตรฐานที่กำหนดขนาดของหน้าสัมผัส และตำแหน่งของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าสัมผัสชิปสมาร์ตการ์ดบนบัตร ประกอบด้วย

-ขนาดของหน้าสัมผัสของชิปสมาร์ตการ์ด

-ตำแหน่งของหน้าสัมผัสบนบัตร

-มาตรฐาน ISO7816-3 เป็นมาตรฐานที่กำหนดคุณสมบัติทางไฟฟ้าและ protocol ที่ใช้ในการสื่อสารกับชิปสมาร์ตการ์ด

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำ 2 คำรวมกันคือ "ไมโคร" (micro) ซึ่งหมายถึง ไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็ก ภายในประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU: Arithmetic Logic Unit) วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ และวงจรสัญญาณนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือคำว่า "คอนโทรลเลอร์" (controller) หมายถึงอุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมโดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ ขึ้นอยู่กันโครงสร้างภายในอย่างไรก็ตามลักษณะขาต่าง ๆ จะเหมือนกัน โดยในโครงงานนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ MCS-51 (IC AT89C2051)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51เป็นไมโครคอนโทรเลอร์ของบริษัทอินเทล (Intel Coporation) ถูกผลิตขึ้นและได้มีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายตั้งแต่ปีค.ศ.1980 เป็นต้นมาและได้มีบริษัทต่างๆหลายบริษัทได้รับลิขสิทธิ์ในการผลิตและจำหน่ายและได้รับพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในด้านต่างๆ มากขึ้นและหนึ่งในจำนวนนั้นก็มีบริษัทเอทเมล (ATMEL)ได้พัฒนาชิปตระกูล MCS-51 ขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีของแฟรสเมมโมรีต่างจากของ Intel ที่ใช้ EPROM และรอมซึ่งข้อดีของแฟรสเมมโมรีก็คือทำให้สามารถเขียนโปรแกรมและสามารถลบทับลงไปอย่างง่ายในปัจจุบันเทคโนโลยีระบบฝังตัว (embedded system) ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ได้มีการเพิ่มหน่วยประมวลผลเข้าไปภายในตัวมันใน ขณะที่เทคโนโลยีหน่วยประมวลผลได้มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา โดยทั่วไปแล้ววงจรควบคุมการทำงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ อาจอยู่ในรูปของวงจรดิจิตอลทั่วๆไป แต่ในปัจจุบันจะพบว่าระบบฝังจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มากขึ้น เนื่องจากมีความยืดหยุ่นสูง ทำให้การควบคุมการทำงานจะเน้นไปที่การทำงานทางซอฟต์แวร์ แทนการ พัฒนาทางด้านฮาร์ดแวร์ เช่นในอดีตส่วนใหญ่ผู้พัฒนาเทคโนโลยี ระบบฝังตัวจะให้ความสำคัญกับไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

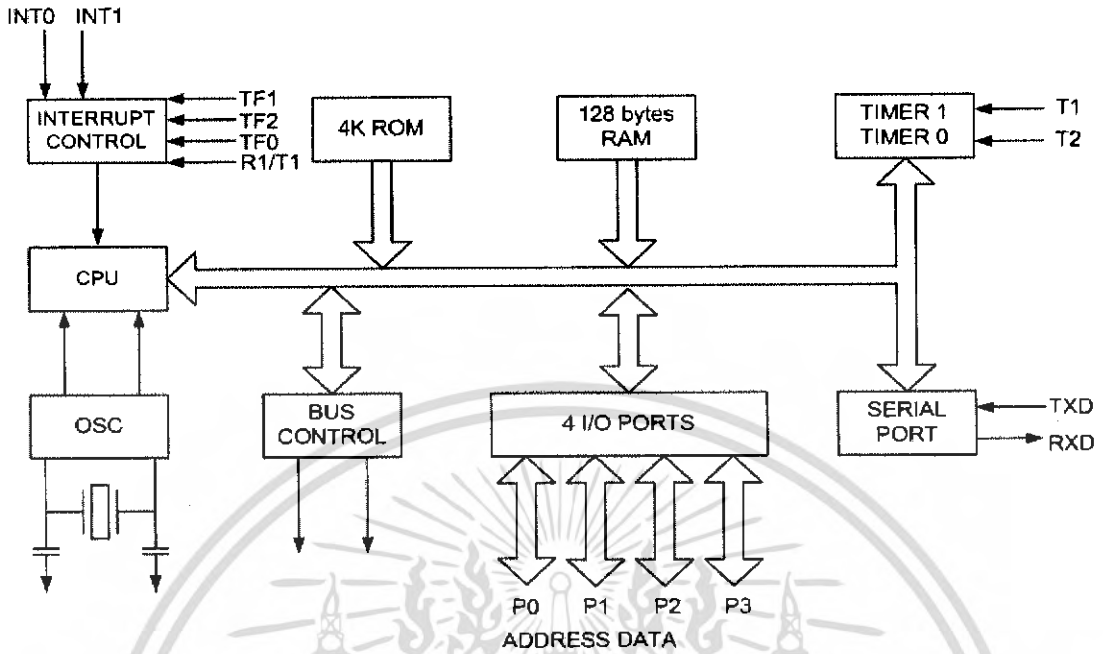
หลัก การแบ่งระดับความซับซ้อนของระบบฝังตัวสามารถแบ่งได้หลาย ระดับระบบฝังตัวที่มีความซับซ้อนมากๆ จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีความสามารถสูง เป็นหน่วยประมวลผลกลาง เช่น ตระกูล x86 ของบริษัทอินเทล สำหรับระบบฝังตัวขนาดเล็ก จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการประมวลผลแบบ 4 บิต หรือ 8 บิตไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่เหมาะสมกับการศึกษาเบื้องต้นตัวหนึ่งก็คือไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ในปี ค.ศ. 1981 บริษัทอินเทลได้เปิดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 8 บิต โดยให้ชื่อว่า 8051 โตยไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้จะมีหน่วยความจำประเภทแรมขนาด 128ไบต์ หน่วยความจำประเภทรอมขนาด 4 กิโลไบต์ มีพอร์ตขนานขนาด 8 บิต จำนวน 4 พอร์ตมีไทเมอร์ 2 ตัวและพอร์ตอนุกรม 1 พอร์ต โดยทั้งหมดจะรวมอยู่ภายในชิปเพียงชิปเดียว ไดอะแกรมภายในตัวมันแสดงได้ ดังรูป2.1และเนื่องจากหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบรอมที่อยู่ภายในตัวมันดังนั้นการโปรแกรมการทำงานต้องโปรแกรมมาจากโรงงานที่ผลิตชิปนี้ออกมาโดยตรงนอกจากนี้ทางบริษัทอินเทลยังได้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาอีกหลายเบอร์ที่มีโครงสร้างภายในใกล้เคียงกับ 8051 โดยเรียกรวมๆ ว่า ตระกูล MCS-51 หรือตระกูล 51 โดยมีการปรับปรุงโครงสร้างภายในและเพิ่มองค์ประกอบต่างๆ เข้าไปอีกและยังมีบริษัทอื่นๆ ผลิตตามออกมาด้วย แต่จะใช้เบอร์ที่เรียกแตกต่างกันออกไป

2.7.1 คุณลักษณะพื้นฐานของ MCS-51

- เป็นหน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต
- มีความสามารถประมวลผลของลอจิกระดับบิต
- มีขนาดของหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมทำงานได้ถึง 64 กิโลไบต์ (Program Memory)
- มีขนาดของหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์ (Data Memory)
- มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายในขนาด 4 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 ไบต์
- มีพอร์ตสำหรับควบคุม 4 พอร์ต สามารถอ้างอิงพอร์ตได้ระดับบิตต่อบิต
- มีชุด Timer/Counter ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 โหมด
- มีพอร์ตรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) 2 พอร์ต แบบ Full Duplex เลือกรูปแบบได้ 4 โหมด
- มีวงจรควบคุมการอินเตอร์รัปต์จากแหล่งกำเนิดสัญญาณได้ 6 ประเภท
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

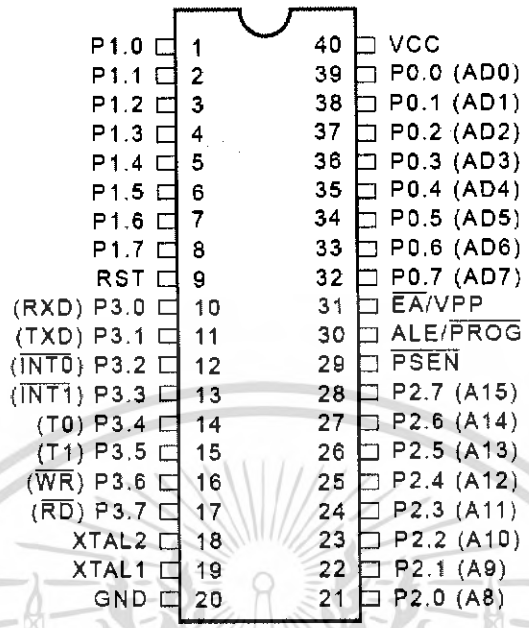


รูปที่ 2-18 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

ความเร็วในการทำงานของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT 89C2051 การให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานนั้นจะต้องโปรแกรมให้กับตัวมันก่อนการวัดความเร็วในการทำคำสั่งของโปรแกรมจะดูจากรอบสัญญาณนาฬิกา หรือที่เรียกว่าแมชชีนไซเคิล ซึ่งในตาราคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละตัว จะมีข้อมูลบอกไว้ว่าการทำคำสั่งแต่ละคำสั่งจะใช้สัญญานาฬิกาที่แมชชีนไซเคิลสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ที่เป็นมาตรฐานนั้น 1 แมชชีไซเคิล จะใช้สัญญาณนาฬิกา12 ลูกดังนั้นถ้า MCS-51 ทำงานที่สัญญาณนาฬิกา 12 MHz แล้วการทำงาน 1 ไซเคิล จะมีค่าเท่ากับ 1 ไมโครวินาที หรือมีความเร็วในการทำงาน 1 MHz ถ้าหากต้องการให้ MCS-51 ตัวนั้นทำงานได้เร็วขึ้นจะต้องเพิ่มสัญญาณนาฬิกาให้ไอซี

โครงสร้างภายในพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51เบอร์805ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ ส่วนของหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บข้อมูลขนาด128 ไบท์ (Internal Data Memory) ส่วนของหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรมที่มีขนาด 4 กิโลไบต์(Internal Program Memory) อุปกรณ์ควบคุมการอินเตอร์รัพท์(Interrupt Control Unit) ตัวตั้งเวลาและตัวนับเวลาขนาด 16 บิต 2 ชุด (Timer/Counter 0 and Timer/Counter 1) พอร์ตควบคุมการสื่อสารอนุกรมแบบ Full Duplex ซึ่งสามารถรับส่งข้อมูลพร้อมกันได้ พอร์ตขนานสำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกจำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต วงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-19 การจัดขามาตรฐานของของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2-19 โดยมีรายละเอียดขั้นต้น ดังนี้

ขา Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์

ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขานั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานให้เป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป นอกจากนี้ในอนุกรม AT89Sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทม์เมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทม์เมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังแสดงในตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 หน้าที่พิเศษของขาพอร์ต 3

ขาพอร์ต	หน้าที่
P3.0	RxD – ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม
P3.1	TxD – ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม
P3.2	INT0 - ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 0
P3.3	INT1 - ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 1
P3.4	T0 - ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่องที่ 0
P3.5	T1 - ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่องที่ 1
P3.6	WR – ใช้เป็นขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก
P3.7	RD – ใช้เป็นขาสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซต สถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล

ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตซ์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบ EEPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้งในแต่ละแมชีนไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใด ๆ ออกมา

ขา EA/Vpp (External Access enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น "0" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น"1"เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบเฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +12 โวลต์

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

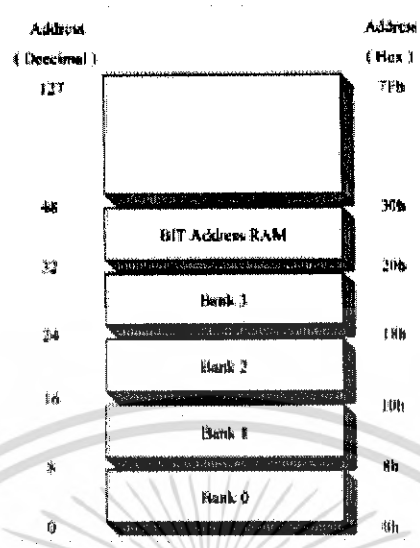
2.7.2 หน่วยความจำ (Memory)

ไอซีในตระกูล MCS-51 แบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล

2.7.2.1หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory) ของไอซีตระกูล MCS-5 สามารถอ้างได้ถึง 64 กิโลไบต์สำหรับ ไอซี AT89C2051 มีหน่วยความจำขนาด 2 กิโลไบต์ แบบภายใน (Internal Program Memory) ไม่สามารถต่อเพิ่มเติมจากภายนอกได้อีกและหน่วยความจำโปรแกรมภายในขนาด 2 กิโลไบต์ เป็นแบบแฟรสเมมโมรีสามารถโปรแกรมได้ประมาณ 1000 ครั้ง (การโปรแกรมต้องอาศัยอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสำหรับโปรแกรม)

2.7.2.2 หน่วยความจำข้อมูล (Data memory) ของไอซี AT89C2051 มีขนาด 128 ไบต์ (00H – 7FH) และอีก 128 ไบต์ ถัดไป (80H – FFH) เป็นส่วนของรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ (Special Function Register หรือ SFR) ไม่สามารถใช้คำสั่ง MOV X (External Data Memory Access) เพื่ออ่านหรือเขียนหน่วยความจำจากภายนอกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-20 พื้นที่หน่วยความจำภายในของไอซี AT89C2051

จากรูปที่ 2-20 จะเห็นได้ว่ามีหน่วยความจำข้อมูลภายในตั้งแต่ 00H- 7FH ถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามประเภทการใช้งานดังนี้

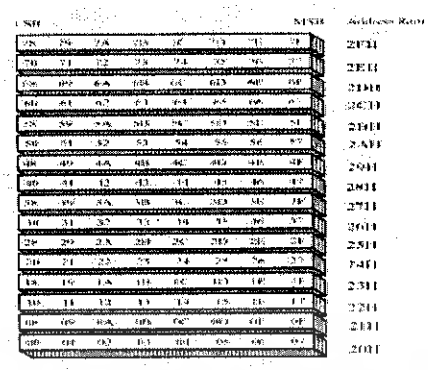
1). 00H-1FH จำนวน 32 ไบต์ ถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มหรือแบงก์ขนาด 8 ไบต์ จำนวน 4 กลุ่มถูกใช้งานเป็นรีจิสเตอร์เรียกว่า R0- R7 และสามารถเลือกแบงก์ได้จากรีจิสเตอร์ PSW (Program Status Word) ดังตารางที่2.14

ตารางที่ 2.14 รีจิสเตอร์ R0-R7

แอดเดรส	รีจิสเตอร์แบงก์	ชื่อรีจิสเตอร์ใช้งาน
00H-07H	0	R0-R7
08H-0FH	1	R0-R7
100H-17H	2	R0-R7
18H-1FH	3	R0-R7

2). 20H-2FH ขนาด 16 ไบต์ ส่วนนี้สามารถอ้างถึงข้อมูลได้ทั้งแบบไบต์ และแบบบิตดังนั้น ถ้ามองการอ้างอิงในลักษณะบิตแล้วก็จะอ้างได้ถึง 128 บิต ดังรูปที่ 2-21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-21 หน่วยความจำภายในบริเวณที่อ้างถึงแบบบิตได้

3) 30H-7FH เป็นส่วนของหน่วยความจำข้อมูลที่อ้างในลักษณะไบต์เท่านั้นสามารถนำไปใช้งานได้อย่างอิสระ

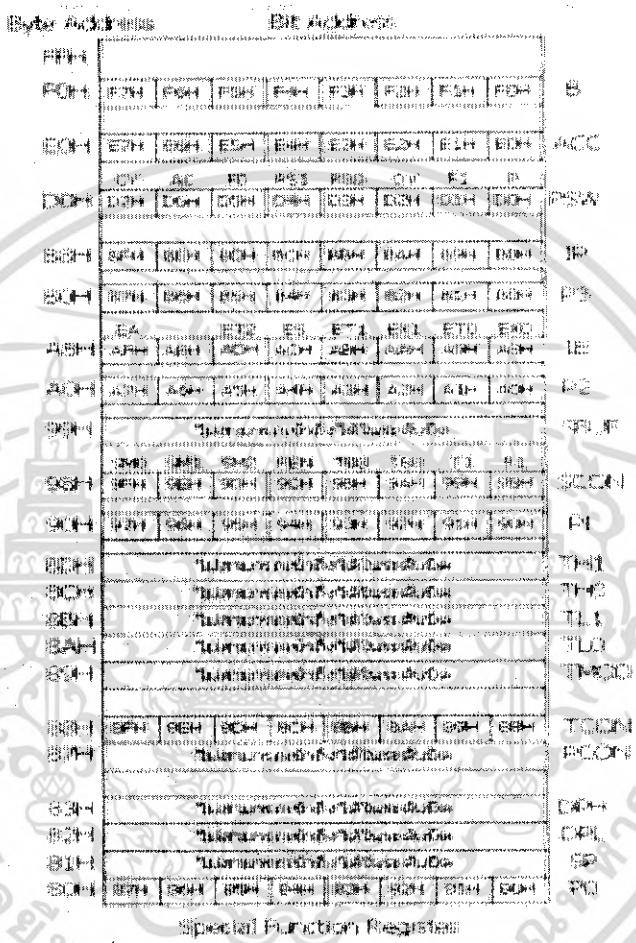
4) 80H-FFH เป็นส่วนของหน่วยความจำ ที่นำมาใช้เป็นรีจิสเตอร์พิเศษ (SFR) ไม่สามารถนำไปใช้งานปกติได้ เนื่องจาก SFR เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับควบคุมหน้าที่และการทำงานของอุปกรณ์ และ พอร์ตต่างๆ มีดังนี้

ตารางที่ 2.15 รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ (SFR)

ชื่อรีจิสเตอร์	คำจำกัดความ	ความสามารถอ้างถึงบิต
ACC	Accumulator	ได้
B	B register	ได้
PSW	Program status word	ได้
SP	Stack Pointer	ได้
DPTR	Data Pointer (DPH&DPL)	ได้
P1	Port 1	ได้
P3	Port 3	ได้
IE	Interrupt Enable	ได้
TMOD	Timer/Counter mode	ไม่ได้
TCON	Timer/Counter control	ได้
SCON	Serial Control	ไม่ได้
SBUF	Serial Data Buffer	ไม่ได้
PCON	Power Control	ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์เฉพาะหรือ รีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register) ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะอยู่ในหน่วยความจำตำแหน่งแอดเดรสที่80H-FFH ซึ่งสามารถจะเรียกใช้ชื่อของรีจิสเตอร์ได้โดยตรง หรืออาจจะเรียกชื่อตามตำแหน่งแอดเดรสก็ได้ รีจิสเตอร์เฉพาะจะประกอบด้วย



รูปที่ 2-22 การจัดหน่วยความจำและตำแหน่งของรีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register)

2.7.3 พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งหมดในตระกูล **MCS-51** เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีวงจรสื่อสารแบบฟูลดูเพล็กซ์ คือมีการเชื่อมโยงข้อมูลในลักษณะสองทิศทางได้ในเวลาเดียวกัน ทำให้รับและส่งข้อมูลได้พร้อมกัน โดยวงจรสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ **MCS-51** นี้เป็นแบบอะซิงโครนัส ซึ่งตัวรับส่งข้อมูลชนิดอะซิงโครนัส จะมีบัฟเฟอร์สำหรับข้อมูลเป็นพิเศษเพื่อเพิ่มความเร็วในการสื่อสารพอร์ตชนิดอนุกรมนั้นสามารถเลือกโปรแกรมเพื่อเลือกใช้การทำงานแบบใดแบบหนึ่งใน 4 แบบ ด้วยการใช้โปรแกรมควบคุมอัตราการส่งข้อมูลและรูปแบบของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการส่งข้อมูลที่เลือกใช้ได้สูงถึง 19,200 บิต/วินาที ด้วยความเร็วของสัญญาณนาฬิกา 1 MHz สำหรับใช้ในระบบเครือข่าย (Networks) และระบบการสื่อสารของไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัวร่วมกัน จะเลือกความเร็วของสัญญาณนาฬิกาด้วยวงจรนับและวงจรตั้งเวลา

2.8 RS-232C

ในปี ค.ศ. 1969 สมาคมผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (Electronic Industries Association: EIA) ได้กำหนดตามมาตรฐานอุปกรณ์สื่อสารแบบอนุกรม ภายใต้ชื่อว่า พอร์ต RS-232C โดยตัวอักษร RS ย่อมาจาก Recommended Standard และส่วน 232 จะเป็นหมายเลขบ่งบอกของมาตรฐานตัวนี้ตัวอักษรCคือหมายเลขของฉบับสุดท้ายของมาตรฐาน จุดประสงค์ของมาตรฐานตัวนี้ก็เพื่อบรรยายคุณลักษณะของการเชื่อมต่ออุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง (Data Terminal Equipment: DTE) กับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data Communication Equipment: DCE) สำหรับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ DTE หมายถึงตัวคอมพิวเตอร์ และ DCE หมายถึง โมเด็ม อุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องพิมพ์ที่รับสัญญาณแบบอนุกรมอาจจะเป็นได้ทั้ง DTE และ DCE ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต

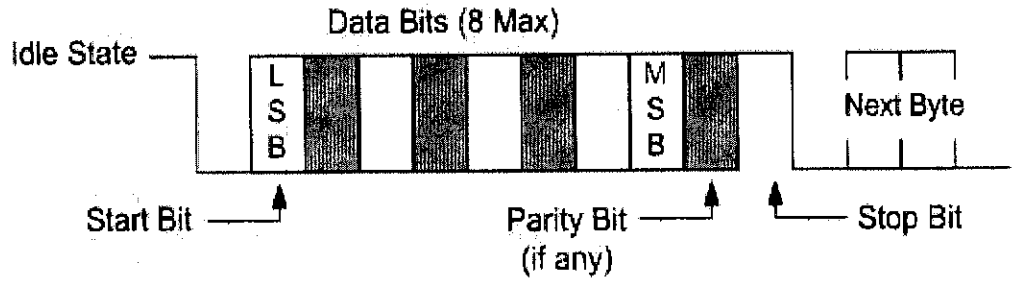
ความเร็วและระยะทางการเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม RS-232C สามารถเชื่อมต่อการถ่ายโอนข้อมูลได้จาก 0-20,000 บิตต่อวินาที ซึ่งเพียงพอสำหรับคอมพิวเตอร์ที่มีอัตราการถ่ายเทข้อมูล 110 ถึง 9,600 บิตต่อวินาที ความยาวของสายเชื่อมต่อสัญญาณตามมาตรฐานของพอร์ตอนุกรม RS-232C จำกัดแค่ 50 ฟุต ซึ่งเพียงพอสำหรับการสื่อสารคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก

2.8.1 องค์ประกอบของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมที่นิยมใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) นั่นคือ ต้องใช้สายสัญญาณเส้นเดียวทำหน้าที่ทั้งส่งข้อมูลและควบคุมการส่งข้อมูล ดังนั้นข้อมูลที่อ่านได้แต่ละบิตจากการส่งแบบอนุกรม ต้องถูกแยกแยะว่าใช้สำหรับจุดประสงค์ใด ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 ส่วนดังนี้

- บิตเริ่มต้น (Start Bit) ใส่ที่จุดเริ่มต้นเพื่อบอกฝ่ายรับข้อมูลว่าข้อมูลกำลังจะมาถึง
- บิตข้อมูล (Data Character) การส่งบิตข้อมูลจะส่งเป็นกลุ่มมีขนาดโดยทั่วไปเป็น 7 หรือ 8 บิต
- บิตพาริตี้ (Parity Bit) ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ส่ง
- บิตจบ (Stop Bit) เป็นบิตที่ส่งมาปิดท้ายข้อมูล

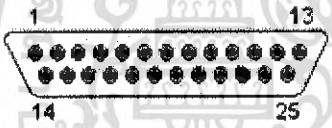
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



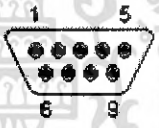
รูปที่ 2-23 การส่งข้อมูลอนุกรม

2.8.2 ลักษณะของคอนเน็กเตอร์แบบ D-Type

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232C จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 หรือ DB-9 ตัวผู้ ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้น เช่นเดียวกับคอนเน็คเตอร์แบบ DB-9 ซึ่งหัวต่อทั้ง 2 ชนิดนี้จะมีลักษณะการทำงานของสัญญาณเหมือนกัน แต่การจัดเรียงไม่เหมือนกัน โดยสามารถแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาได้ดังรูปที่ 2-24 และ 2-25



รูปที่ 2-24 คอนเน็คเตอร์อนุกรม 25 ขา



รูปที่ 2-25 คอนเน็คเตอร์อนุกรม 9 ขา

ตารางที่ 2.16 การจัดขาคอนเน็คเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C แบบ DB-25 และ DB-9

DB-25	DB-9	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
8	1	Data Carrier Detect: DCD	Input
3	2	Received Data: RxD	Input
2	3	Transmitted Data: TxD	Output
20	4	Data Terminal Ready: DTR	Output
7	5	Signal Ground: GND	-
6	6	Data Set Ready: DSR	Input
4	7	Request To Send: RTS	Output
5	8	Clear To Send: CTS	Input
22	9	Ring Indicator: RI	Input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232C มีดังนี้

1. Data Carrier Detect: DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect: CD ขานี้จะแอคทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก

2. Received Data: RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจีสเตอร์บัฟเฟอร์

3. Transmitted Data: TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป

4. Data Terminal Ready: DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง

5. Signal Ground: GND ขากราวนด์ของระบบ

6. Data Set Ready: DSR ใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้เป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR

7. Request To Send: RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS

8. Clear To Send: CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

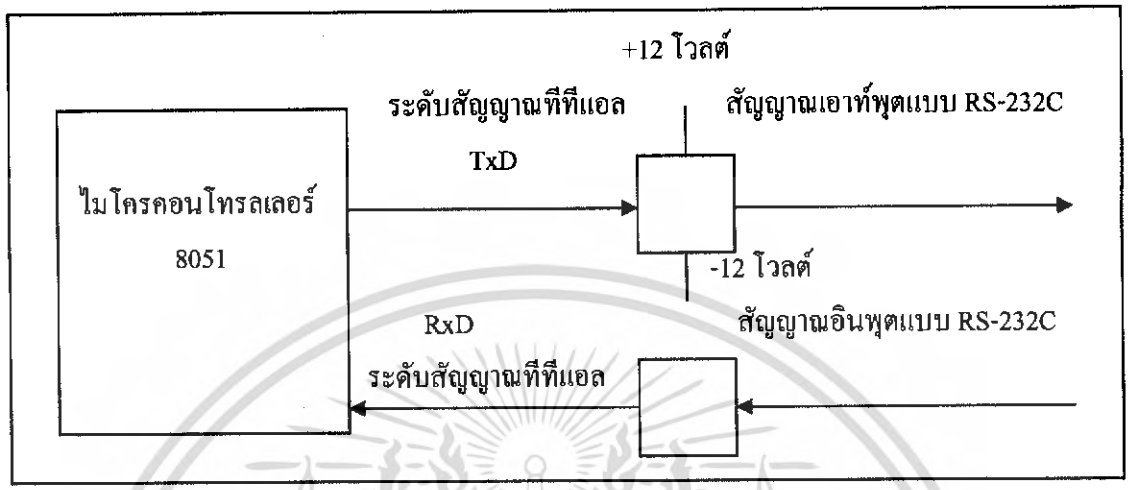
9. Ring Indicator: RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ใช้เมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็ม

2.8.3 การเชื่อมต่อมาตรฐาน RS-232C

ในเชื่อมต่ออนุกรมเข้ากับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ มักจะกำหนดในการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-232C เพื่อให้มีการใช้งานเส้นสัญญาณหรือรูปแบบของตัวเชื่อมต่อที่สอดคล้องกัน จะได้ลดปัญหาการเข้ากันไม่ได้ระหว่างสัญญาณของอุปกรณ์ที่มาเชื่อมต่อทั้งสองด้าน เนื่องจากระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ และการแทนความหมายของระดับลอจิกตามมาตรฐานนี้แตกต่างไปจากที่ใช้งานกันในระบบดิจิตอลทั่วไป โดยระดับสัญญาณของพอร์ต RS-232C เป็นแบบสองขั้ว (Bipolar) ที่ระดับแรงดันไฟฟ้าทางด้านลบช่วง -3 โวลต์ ถึง -12 โวลต์ จะแทนค่าลอจิกสูง และแรงดันไฟฟ้าบวกช่วง +3 โวลต์ ถึง +12 โวลต์ แทนค่าลอจิกต่ำ จะเห็นได้ว่ามีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มอุปกรณ์หรือวงจรพิเศษเข้าไปเพื่อเปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าให้ในช่วง +3 โวลต์ ถึง +5 โวลต์ ซึ่งได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาสัญญาณของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ซึ่งเป็นระดับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าค่า +3 โวลต์ หรือต่ำกว่า -3 โวลต์ ดังรูปที่ 2-26



รูปที่ 2-26 การเปลี่ยนแปลงสัญญาณทีทีแอล(TTL)

2.9 โปรแกรมวิชวลเบสิกดอทเน็ต

Visual Basic.NET หรือ VB.NET เป็นเครื่องมือที่ใช้พัฒนาโปรแกรมแบบ Visual Programming (Visual Programming เป็นวิธีการเขียนโปรแกรมที่มีเครื่องมือช่วยพัฒนาโปรแกรมได้ง่าย โดยโปรแกรมที่สร้างจะมีลักษณะเหมือนตอนออกแบบหน้าจอ วิธีการพัฒนาโปรแกรมก็ง่ายเพียงแค่ออกแบบหน้าจอที่ต้องการ, กำหนดคุสมบัติและเขียนโค้ดกำกับเท่านั้น ซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว) บนวินโดว์ซึ่งได้รับการพัฒนามาจากภาษา BASIC (Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code) ซึ่งเป็นภาษาโปรแกรมที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายสำหรับผู้เริ่มต้นหัดเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เนื่องจากภาษาเบสิคเป็นภาษาโปรแกรมที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย

VB.NET เป็นเวอร์ชันล่าสุดของ Visual Basic ที่บริษัทไมโครซอฟท์ได้พัฒนามาอย่างต่อเนื่อง โดยได้เพิ่มขีดความสามารถขึ้นมาอีกมากมาย โดยสิ่งที่โดดเด่นก็คือการปรับเปลี่ยนภาษาเป็นลักษณะ OOP (Object-Oriented Programming) เต็มตัวเหมือนกับภาษาโปรแกรมสมัยใหม่เช่น C++,C#,Delphi และ JAVA เป็นต้น และด้วยความที่ VB.NET อยู่ในตระกูล . NET จึงซึมซับเอาความสามารถอื่นๆใน .NET เข้ามาด้วยเช่นกัน นอกจากนี้แล้ว VB ยังเป็นภาษาที่ถูกผนวกเข้ากับโปรแกรมอื่นๆของ ไมโครซอฟท์ เพื่อใช้เขียนโปรแกรมลักษณะสคริปต์ (script) หรือมาโคร (macro)

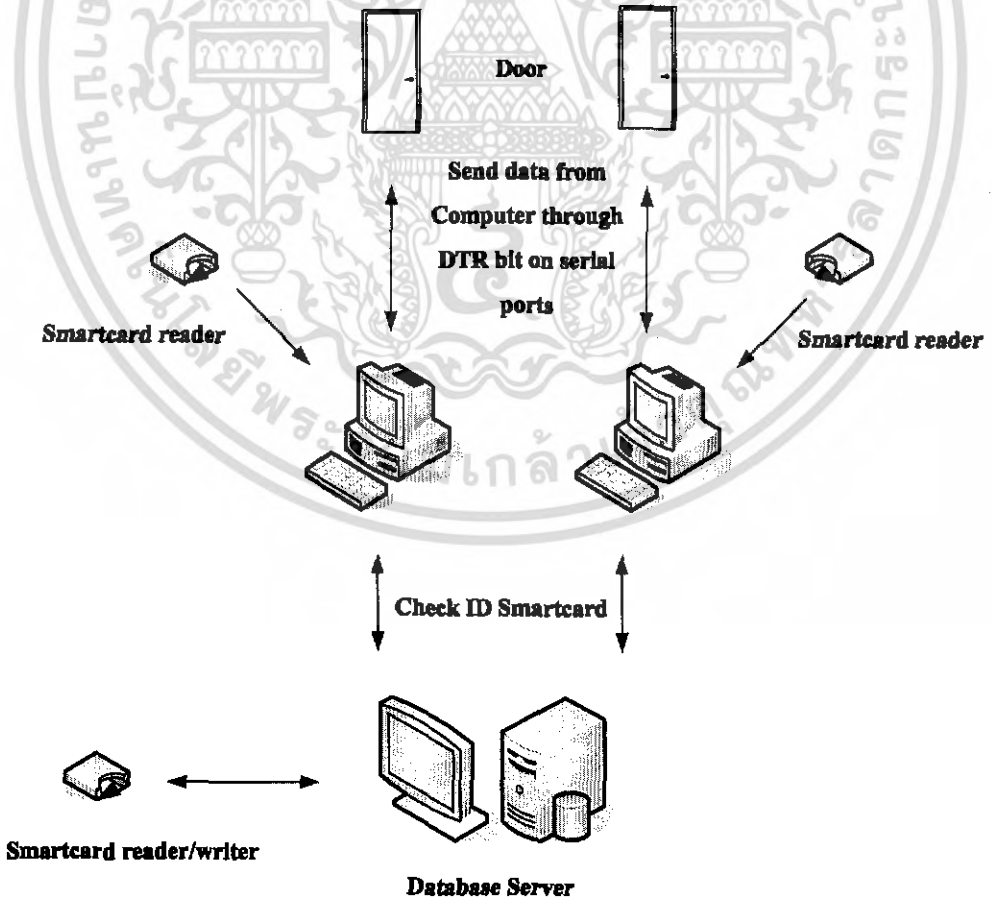
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

ในโครงงานการควบคุมการผ่านเข้าออกโดยใช้สมาร์ตการ์ดนี้ จะมีส่วนประกอบหลักๆที่สำคัญคือ เครื่องอ่าน-เขียนสมาร์ตการ์ด ซึ่งควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ติดต่อกับพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ และจะมีการควบคุมการเปิดปิดประตูโดยประมวลผลจากคอมพิวเตอร์ส่งคำสั่งผ่านไปทางไมโครคอนโทรลเลอร์ ทางด้านฝั่งเซิร์ฟเวอร์หรือผู้ดูแลระบบกำหนดได้ว่าจะให้ใครมีสิทธิ์สามารถให้ใครเข้าออกเวลาไหน และสามารถเข้ามาตรวจสอบข้อมูลการเข้าออกได้จากคอมพิวเตอร์

3.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 3-1 ภาพรวมของระบบ

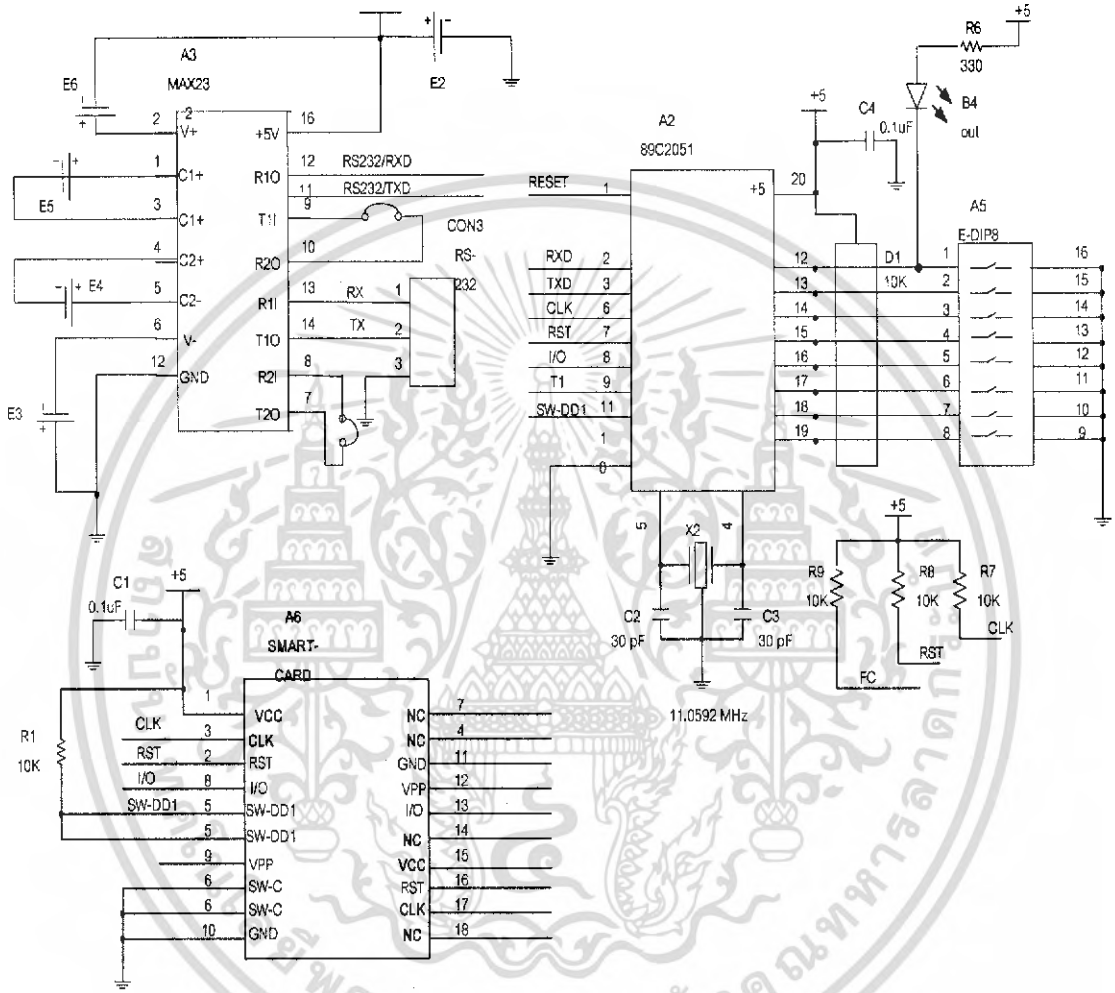
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนทุกคนจะมีบัตรสมาร์ตการ์ดเป็นบัตรประจำตัว และที่ประตูทางเข้า-ออก จะติดตั้งเครื่องอ่านข้อมูลบัตรสมาร์ตการ์ด เมื่อนักเรียนคนใดต้องการผ่านเข้า-ออกประตูจะต้องทำการรูดบัตรสมาร์ตการ์ด จากนั้นข้อมูลจากบัตรก็จะถูกตรวจสอบและส่งไปยังฐานข้อมูลผ่านโปรแกรมที่ติดตั้งอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลต่างๆลงในฐานข้อมูล เมื่อการตรวจสอบถูกต้องคอมพิวเตอร์จะจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อมาสั่งดัวรีเลย์ซึ่งเสมือนเป็นสวิตซ์ทำให้เปิดประตูได้ นอกจากนี้ระบบยังสามารถนำข้อมูลที่เก็บมาประมวลผลเพื่อตรวจดูประวัติการเข้า-ออกของนักเรียนแต่ละคนในเวลาต่างๆได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์

3.2.1 วงจรภายในเครื่องอ่านเขียนบัตรสมาร์ตการ์ด

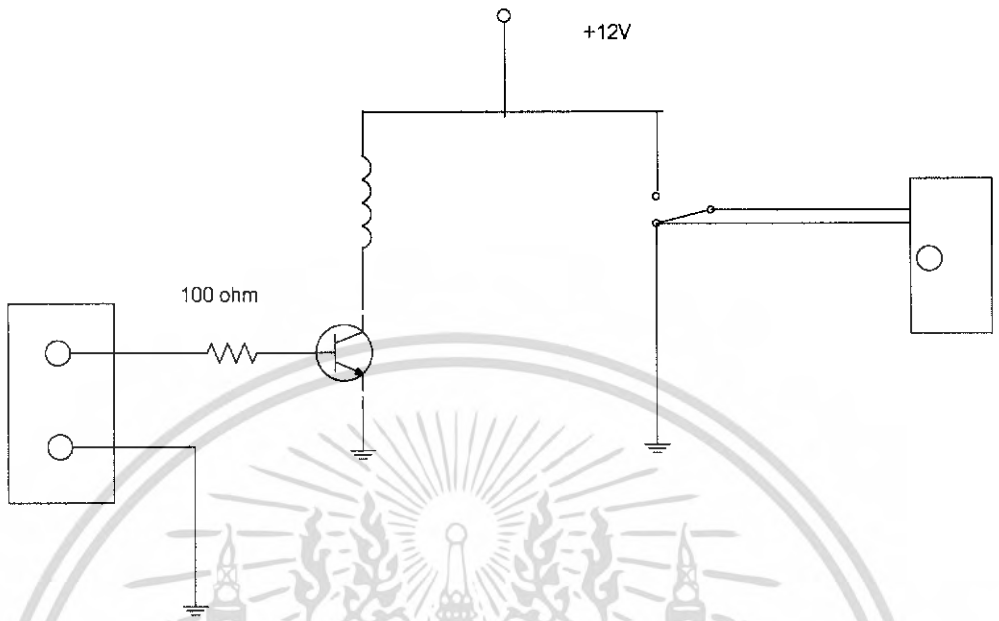


รูปที่ 3-2 วงจรภายในของเครื่องอ่าน-เขียนสมาร์ตการ์ด

จาก คอมพิวเตอร์ จะทำการส่ง และรับข้อมูลผ่าน ซีเรียลพอร์ท โดยใช้ ขา 2และ 3 เป็นขา Tx,Rx และ ขากราวนด์(5) ติดต่อไปยัง max232 เพื่อปรับสัญญาณ โดยใช้ขา 12,13,14 ตามลำดับให้ติดต่อกับ MCS 51 ทางขา 11 และ 12 ในการ รับ และ ส่ง ข้อมูล โดยมีแอลอีดี 2ตัว เพื่อ แสดงการส่งและการรับข้อมูล โดยจะติดต่อไปยัง เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ตการ์ด โดยใช้ ขา8 เพื่อ ทำการเขียน/อ่าน ข้อมูลลงบน สมาร์ตการ์ด มีแอลอีดี แสดงผล ว่ามีบัตรในช่องเสียบบัตรหรือไม่ วงจรใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ โดยมี แอลอีดี เพื่อ แสดงการ เปิด/ปิด ของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การทำงานของวงจร รีเลย์



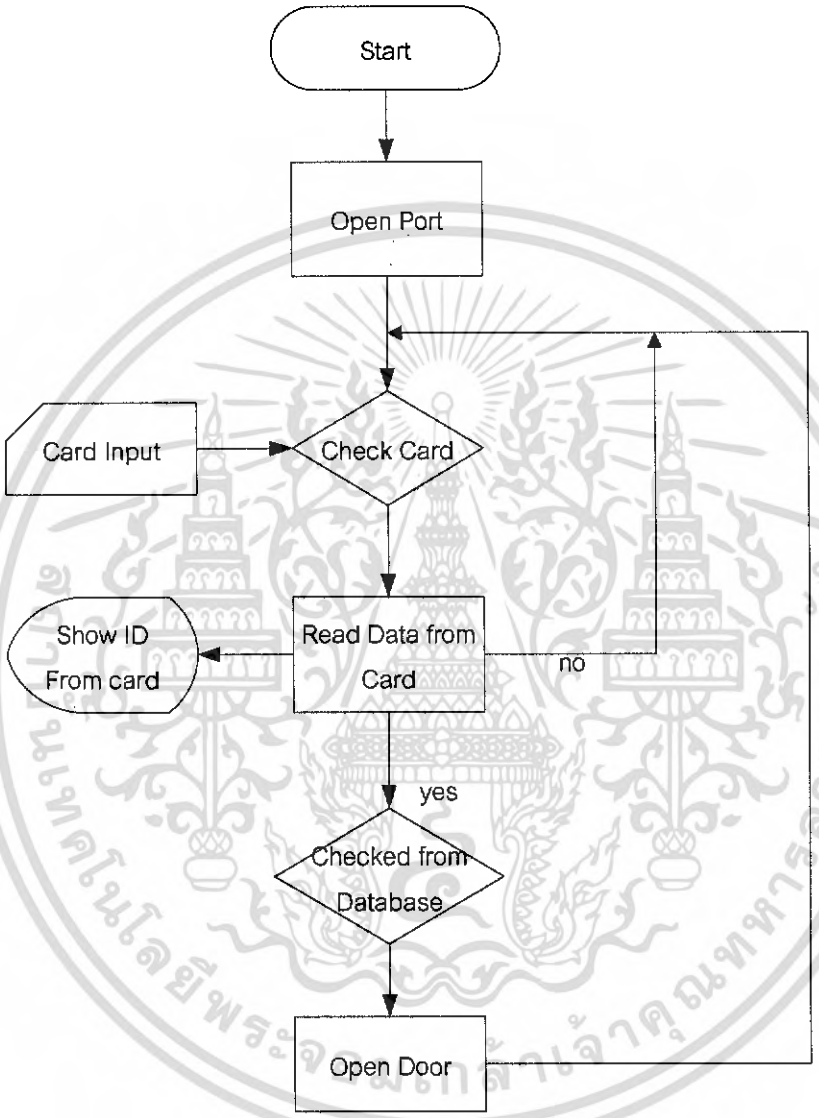
รูปที่ 3-3 วงจรรีเลย์

รีเลย์เป็น สวิตซ์ อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ สัญญาณจาก พอร์ท อนุกรม โดยจะใช้ขาดีทีอาร์ ซึ่งเป็น ขา4 และ กราวนด์ ขา5 ผ่าน ทรานซิสเตอร์ BC547 เพื่อ ขยายสัญญาณ ทางขาบี ไปยัง รีเลย์ เมื่อ พอร์ทอนุกรม ส่งสัญญาณมาทางขา 4 จะทำให้มี ศักย์ไฟฟ้า ทำให้ รีเลยสวิตช์ ทำงาน โดยจะจ่ายไฟ +12โวลต์ ไปยังประตูแม่เหล็กเพื่อ ปลดกลอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบทางด้านซอฟท์แวร์

3.3.1 โปรแกรมการเปิดประตู

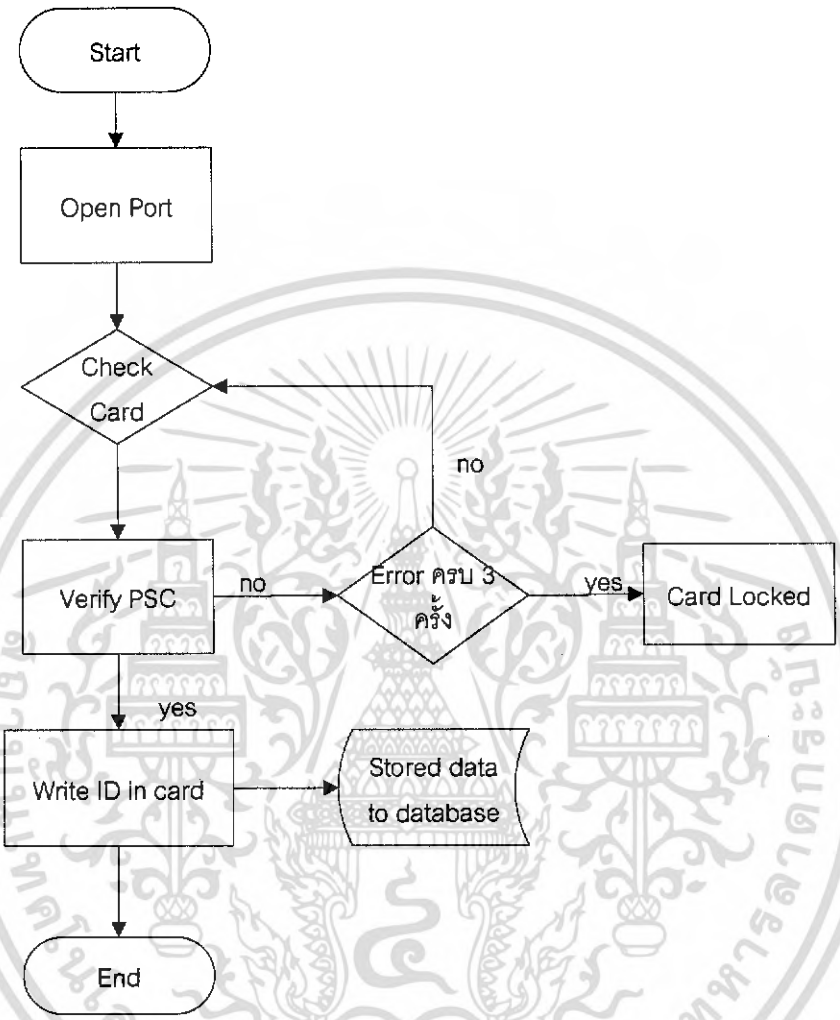


รูปที่ 3-4 โฟลว์ชาร์ทแสดงโปรแกรมการเปิดประตู

เมื่อเริ่มระบบการทำงาน ผู้ดูแลระบบจะ ต้องสั่งให้เปิดพอร์ทและเริ่มระบบการควบคุมผ่านเข้าออก โดยระบบจะตรวจสอบว่ามีบัตรอยู่ในช่องเสียบบัตรหรือไม่ทุกๆ 0.8 วินาที เมื่อมีบัตรเข้ามาในช่องเสียบบัตรจะอ่านข้อมูลจากบัตรในแอดเดรสที่ 22และนำมาแสดงบนส่วนติดต่อผู้ใช้ จากนั้นจะนำไปตรวจสอบจากฐานข้อมูลว่ามีผู้ใช้นี้หรือไม่ ถ้ามีก็ทำการเปิดประตูโดยส่งบิตดีทีอาร์มายังรีเลย์สวิตช์ทำให้ประตูเปิด และทำการเก็บข้อมูลผู้ใช้ลงบนฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 โปรแกรมการเขียนข้อมูลลงบัตรสมาร์ทการ์ด



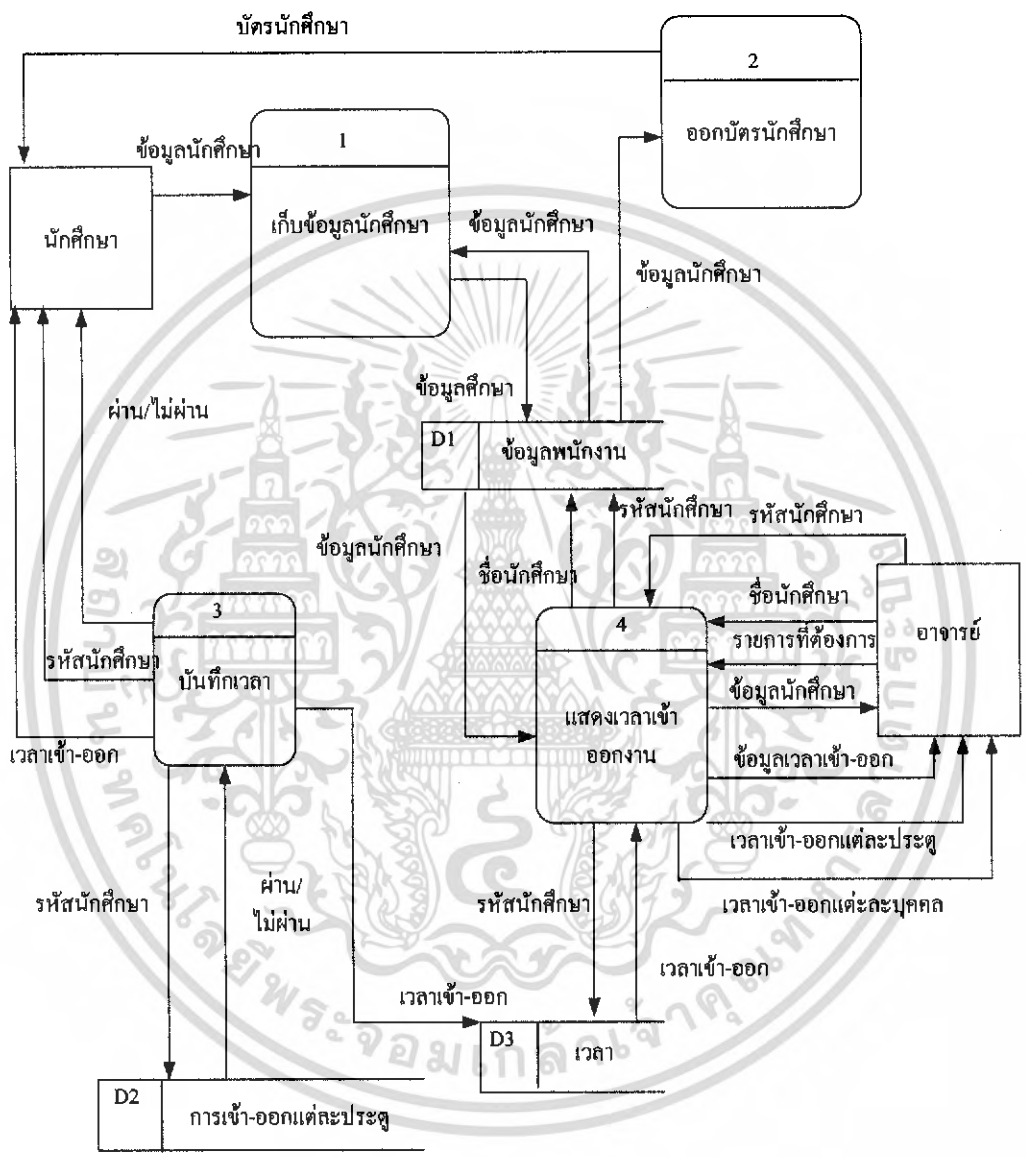
รูปที่ 3-5 โฟลว์ชาร์ทแสดงโปรแกรมการเขียนข้อมูลลงบัตรสมาร์ตการ์ด

เมื่อจ่ายไฟให้ระบบแล้วจะทำการเปิดพอร์ทจากโปรแกรม จากนั้นทำการตรวจสอบว่ามีบัตรในช่องเสียบบัตร หรือไม่ ถ้ามีจะต้องทำการใส่ค่า Pogrammable Security Code (PSC) ที่มีขนาด 3 ไบต์ โดยจะต้องทำการตรวจสอบ Verify PSC ก่อนกา เขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ตการ์ดเสมอและ ค่า PSC จะสามารถใส่ได้เพียง 3 ครั้งถ้าผิดครบ 3 ครั้ง จะทำการล็อค ทำให้ไม่สามารถใช้งานบัตรใบนั้นได้อีกต่อไป โดยจะเก็บค่า Error ใน Error Counter (EC) เสร็จแล้วก็จะทำการ เขียนข้อมูลลงบนบัตรโดยมีรูปแบบ เป็นตัวเลข 6 ตัว ตามที่ผู้ดูแลระบบกำหนดให้และทำการเขียนข้อมูลลงบนบัตรและ เก็บข้อมูลลงบนฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

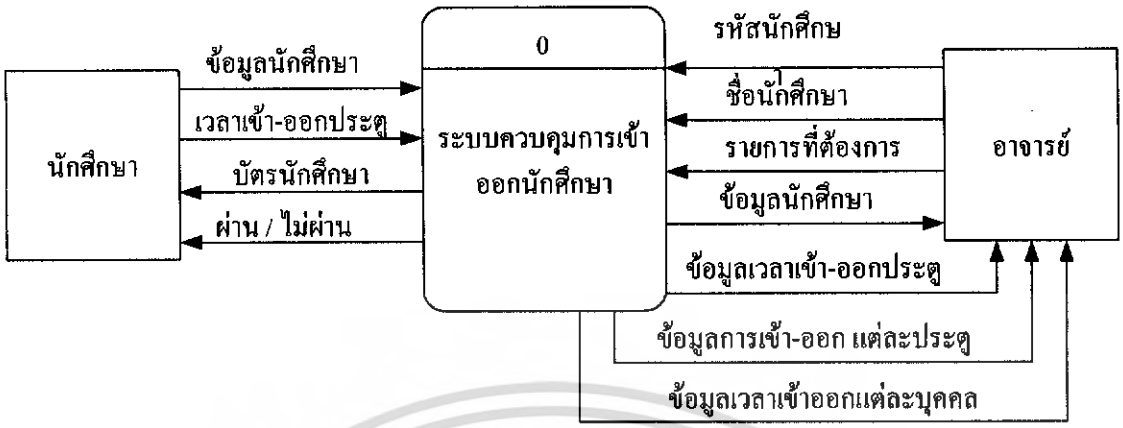
3.3.3 Dataflow diagram

สำหรับภาพรวมของระบบควบคุมการผ่านเข้า-ออกผ่านบัตรสมาร์ตการ์ด แสดงได้ดังรูป



รูปที่ 3-6 ภาพรวมของโปรแกรมควบคุมการผ่านเข้า-ออก

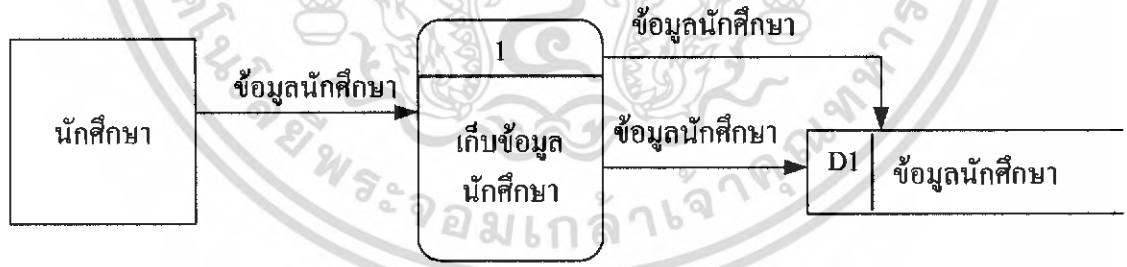
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-7 context diagram

จากรูปที่ 3-7 เป็นการแสดง context diagram ของระบบ ซึ่งจะประกอบด้วยนักศึกษาซึ่งเป็นผู้ให้ข้อมูลนักศึกษารวมทั้งเวลาเข้า-ออกแก่ระบบ ส่วนทางอาจารย์หรือ administrator นั้นจะสามารถตรวจสอบเวลาการเข้า-ออกห้องนั้นๆ หรือ ประวัติในการใช้ห้องของนักศึกษาได้จากรหัสนักศึกษาหรือชื่อนักศึกษาที่ต้องการทราบข้อมูล โดยการทำงานจะแบ่งออกเป็น

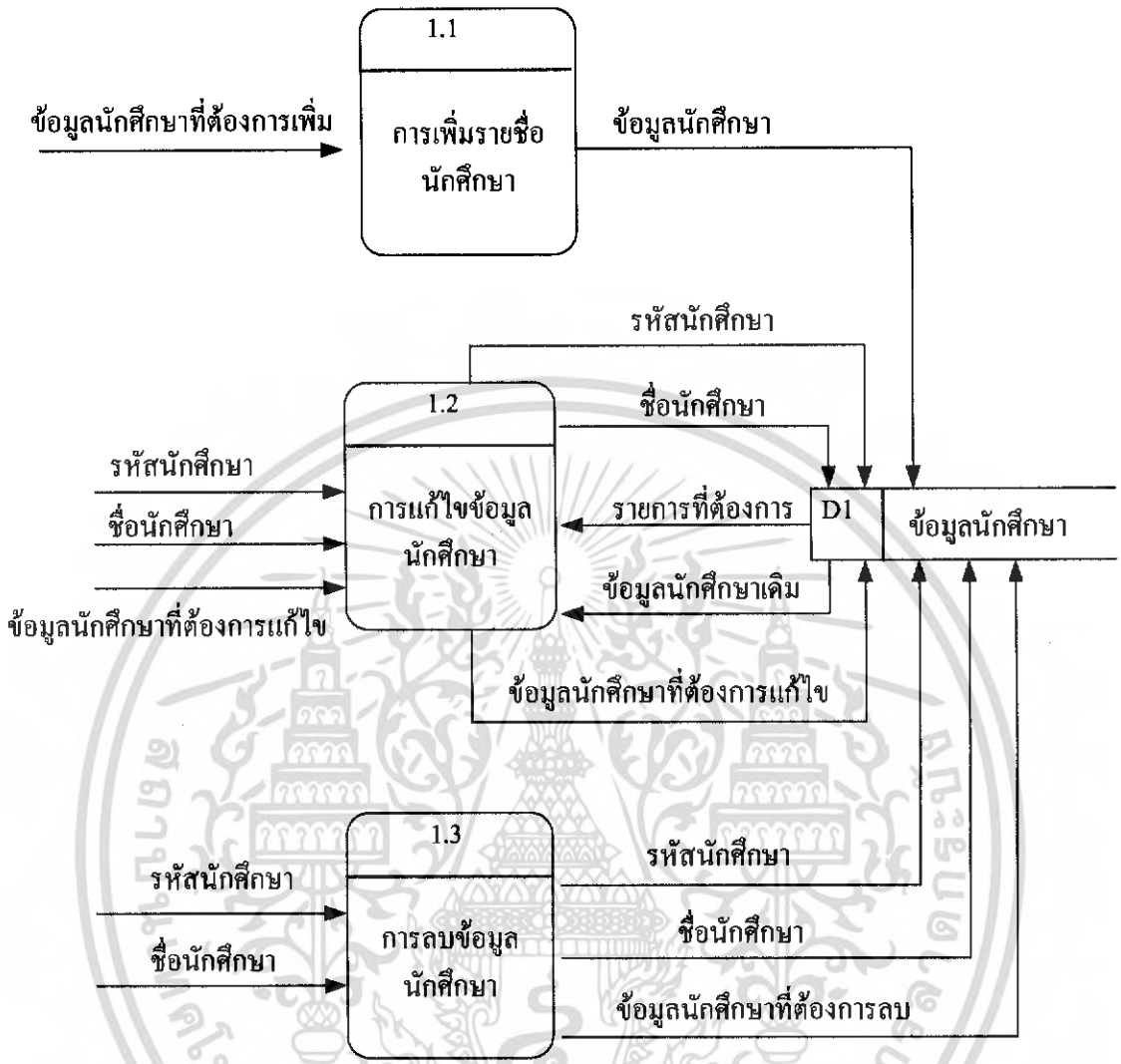
3.3.3.1ขั้นตอนการเก็บข้อมูลนักศึกษา



รูปที่ 3-8 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลนักศึกษา

โดยรูปที่ 3-8 จะแสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลนักศึกษาโดยนักศึกษาจะเป็นผู้ให้ข้อมูลแก่ระบบ โดยที่ระบบจะนำข้อมูลที่ได้เก็บลงฐานข้อมูลนักศึกษา การเก็บข้อมูลนักศึกษานั้นสามารถแบ่งได้เป็นอีก 3 ขั้นตอนย่อยๆ ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

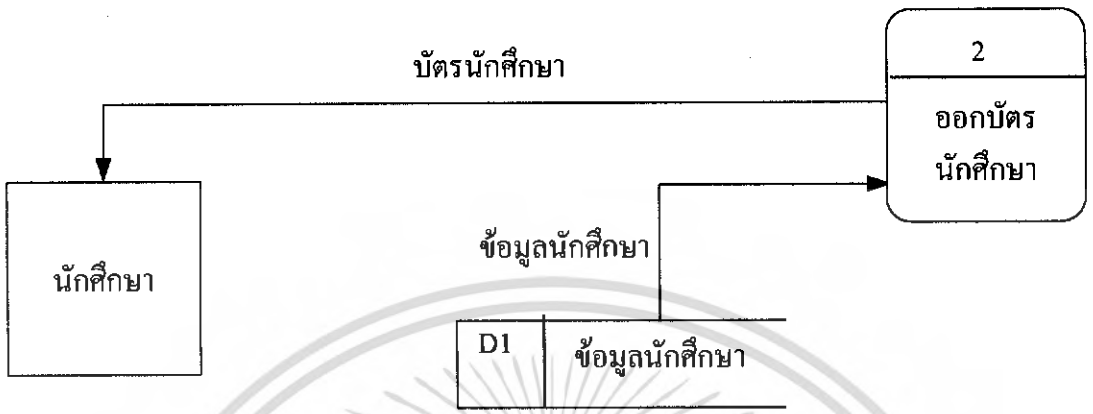


รูปที่ 3-9 ขั้นตอนย่อยของการเก็บข้อมูลนักศึกษา

จากรูปจะเห็นว่าข้อมูลย่อยของการเก็บข้อมูลพนักงาน คือ การเพิ่มรายชื่อนักศึกษา และการแก้ไขข้อมูลนักศึกษา การลบข้อมูลนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

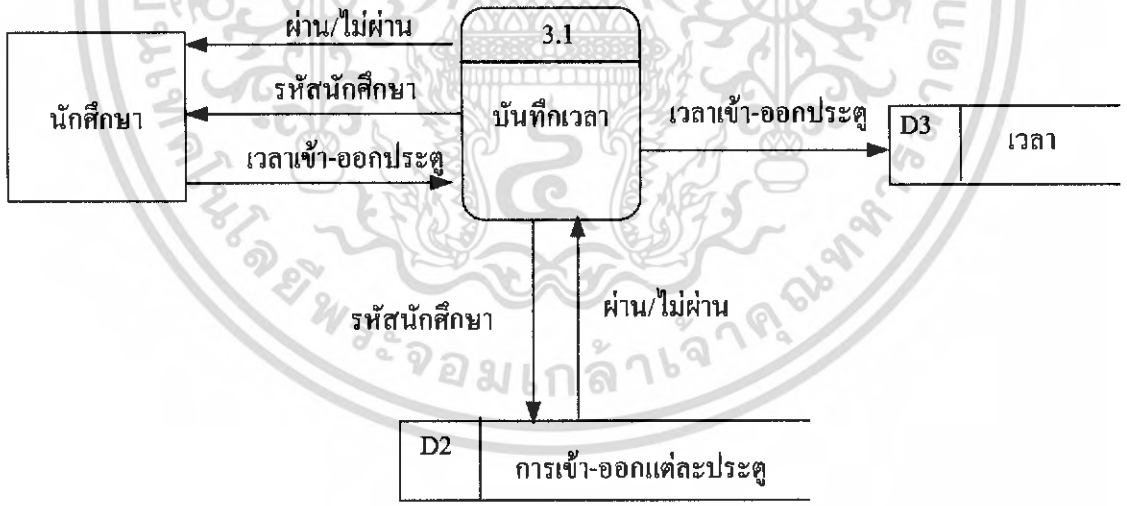
3.3.3.2 ขั้นตอนการออกบัตรนักศึกษา



รูปที่ 3-10 การออกบัตรนักศึกษา

ในการออกบัตรนักศึกษา ระบบจะนำข้อมูลจากฐานข้อมูลนักศึกษามาออกบัตรนักศึกษา

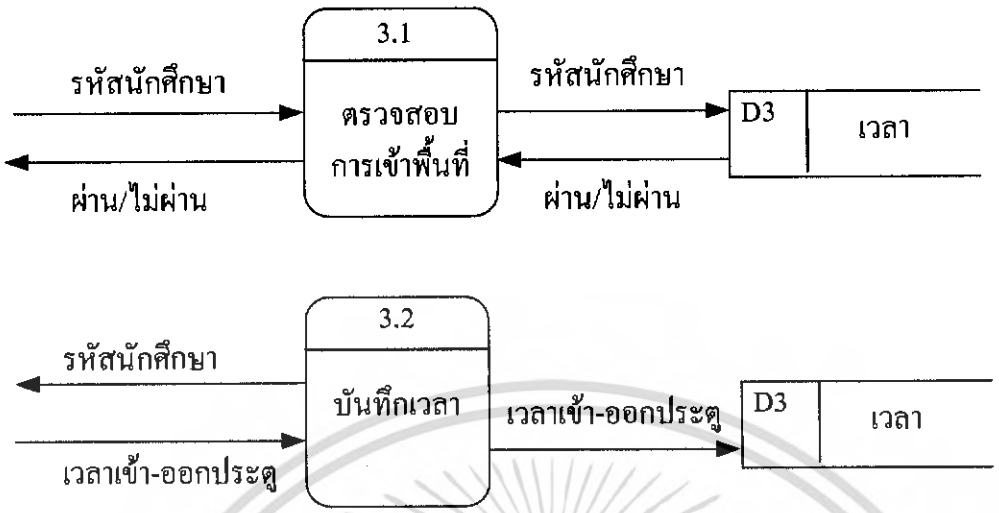
3.3.3.3 ขั้นตอนบันทึกเวลาการเข้า-ออกแต่ละประตู



รูปที่ 3-11 ขั้นตอนการบันทึกเวลา

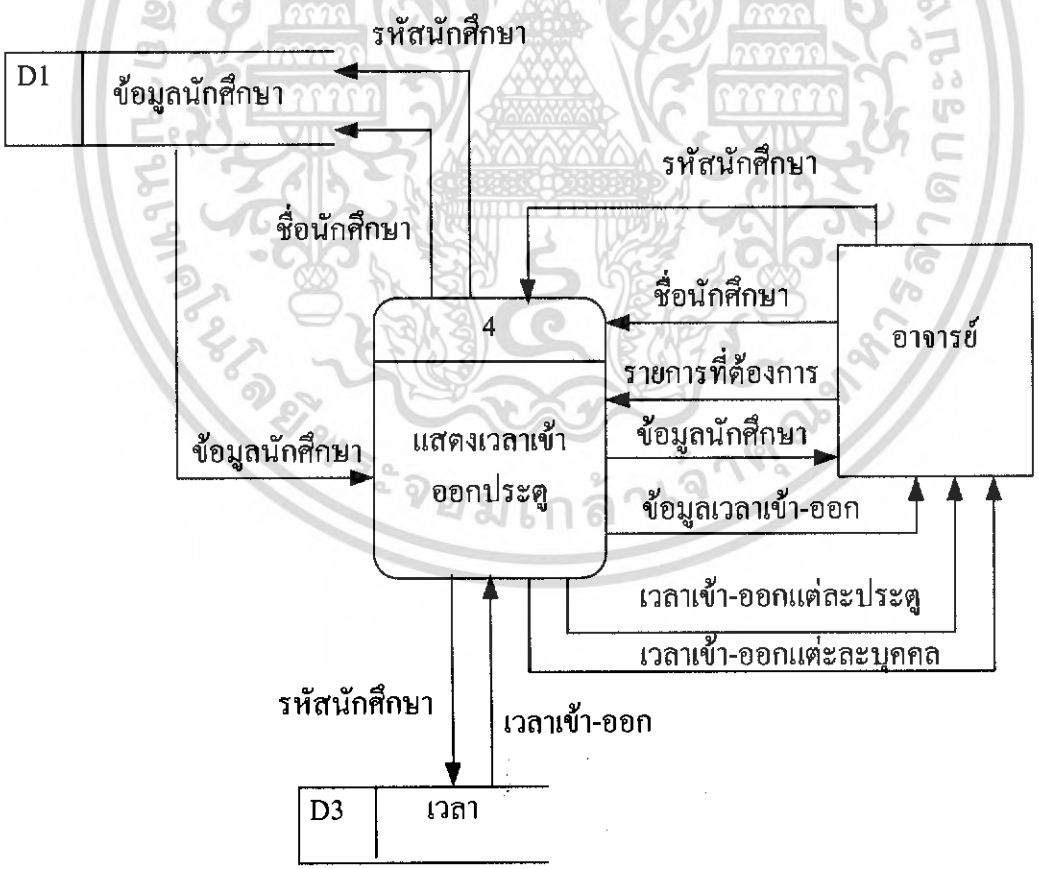
จากรูปจะแสดงขั้นตอนการบันทึกเวลาของนักศึกษา โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อย ดังรูปที่ 3-11 คือ จะมีการตรวจสอบสิทธิในการเข้าพื้นที่ก่อน หลังจากนั้นก็จะมีการบันทึกเวลาลงฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-12 ขั้นตอนย่อยของการบันทึกเวลา

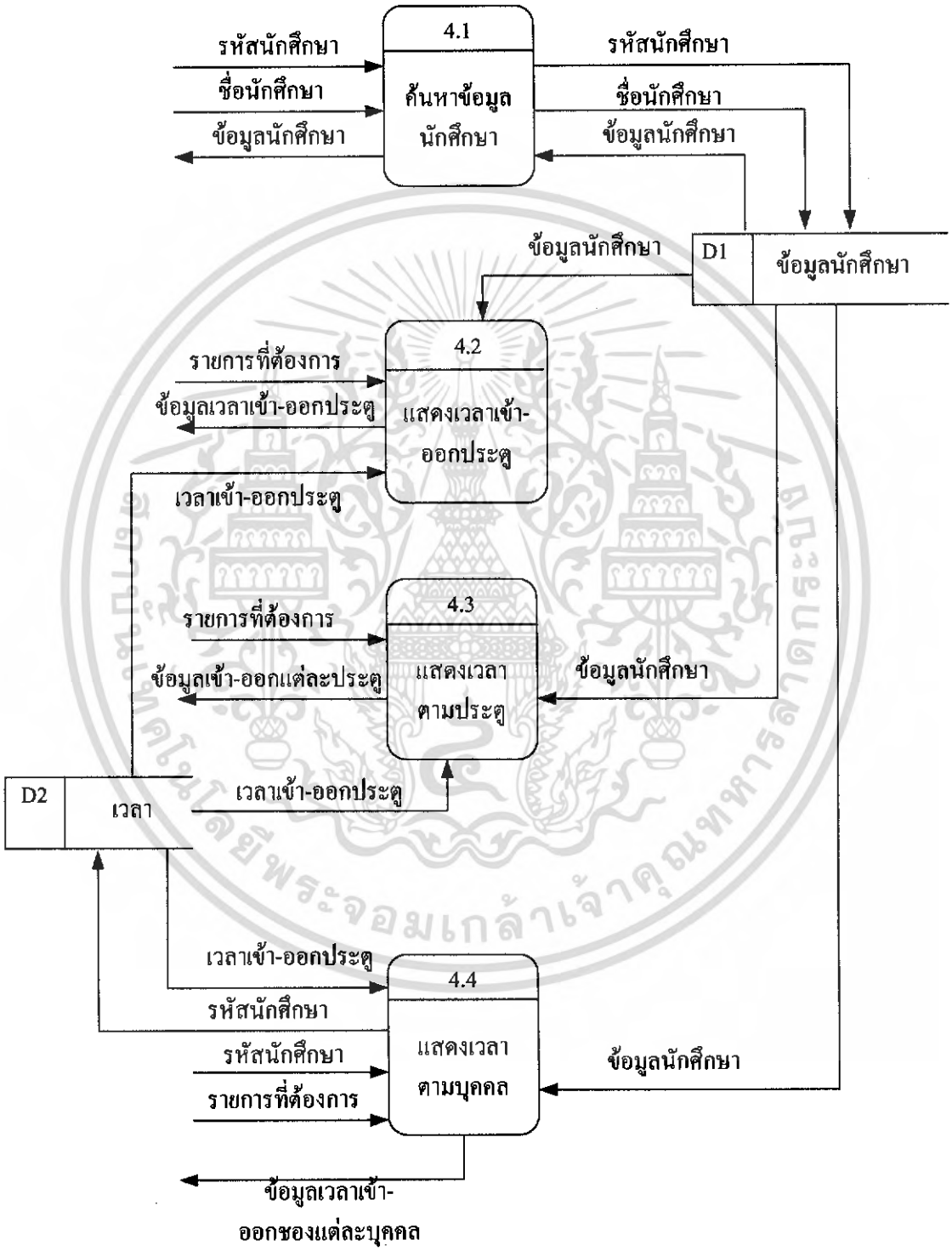
3.3.3.4 ขั้นตอนแสดงเวลาเข้า-ออกประตู



รูปที่ 3-13 ขั้นตอนแสดงเวลาเข้าออกประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3-12 อาจารย์สามารถดูเวลาการเข้า-ออก ของนักศึกษาแต่ละคนได้ว่ามีการผ่านเข้า-ออกเวลาไหนบ้าง โดยจะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนย่อย ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3-13

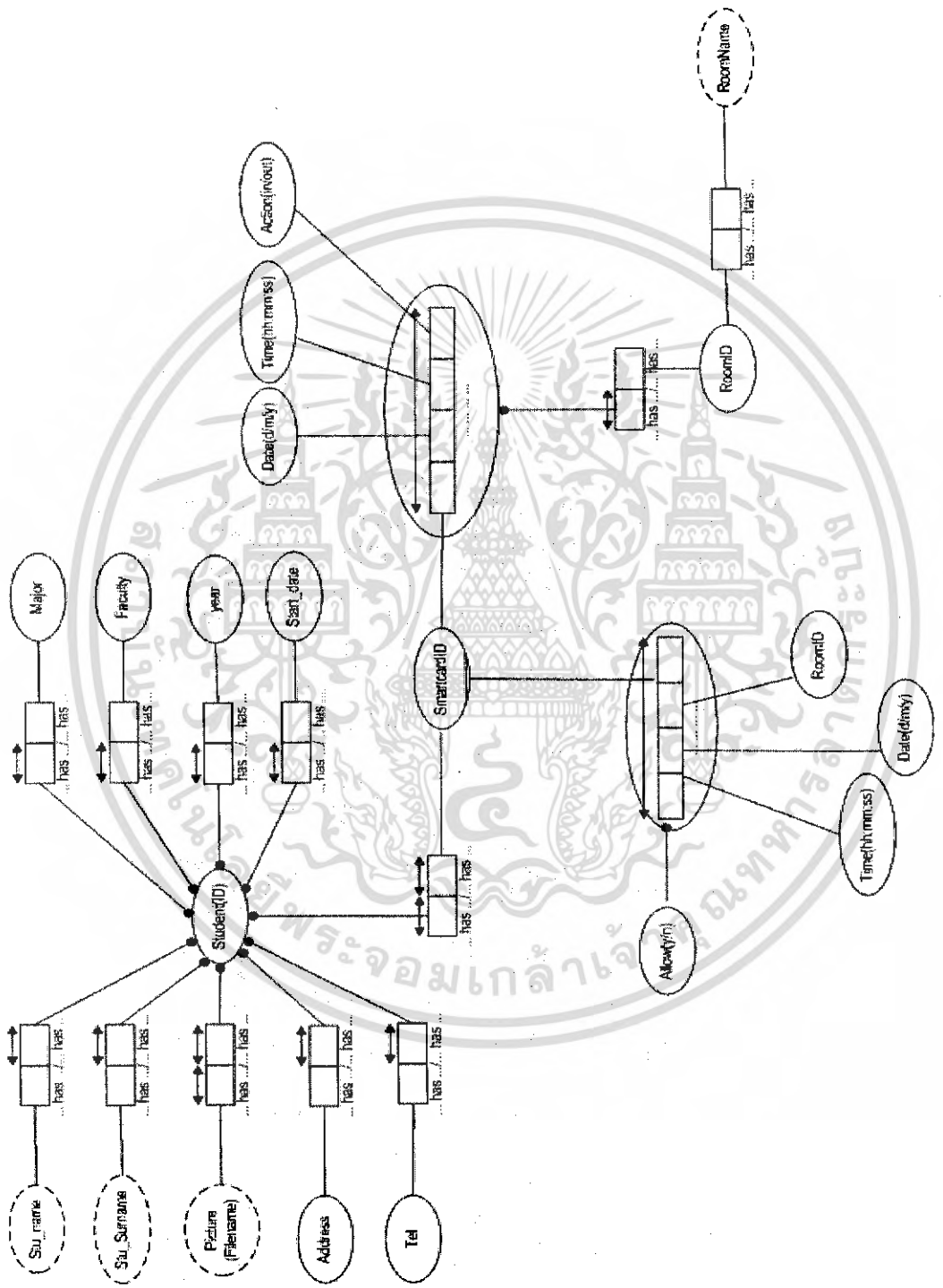


รูปที่ 3-14 ขั้นตอนย่อยของการแสดงเวลาเข้า-ออกงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การออกแบบฐานข้อมูล

3.3.4.1 niam-model



รูปที่ 3-15 ฐานข้อมูลของระบบ (NIAM-MODEL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.2 Data Dictionary

ตารางที่ 3.1 ตารางเก็บข้อมูลนักศึกษา

Student(ID)	Smartcard(ID)	Picture(Filename)	Stu_name	Stu_Surname

Faculty	Major	Year	Address	Tel	Start_date

Field	Type	Description
Student(ID)	nvarchar(10)	รหัสนักศึกษา
Smartcard(ID)	nvarchar(15)	รหัสบัตรสมาร์ตการ์ด
Picture(Filename)	nvarchar(255)	รูปภาพ
Stu_name	nvarchar(20)	ชื่อนักศึกษา
Stu_Surname	nvarchar(20)	นามสกุลนักศึกษา
Faculty	nvarchar(20)	คณะ
Major	nvarchar(20)	ภาควิชา
Year	nvarchar(5)	ชั้นปี
Address	nvarchar(255)	ที่อยู่
Tel	nvarchar(20)	เบอร์โทรศัพท์
Start_date	datetime(8)	วันที่ออกบัตร

ตารางที่ 3.2 ตารางเก็บข้อมูลเวลาการเข้า-ออก

Student(ID)	Date(d/m/y)	Time(hh:mm:ss)	Acton(In/Out)	RoomID

Field	Type	Description
Student(ID)	Nvchar(15)	รหัสนักศึกษา
Date(d/m/y)	Datetime(8)	วันที่ผ่านประตู
Time(hh:mm:ss)	Datetime(8)	เวลาผ่านประตู
Acton(In/Out)	Nvchar(5)	เข้า/ออก
RoomID	Nvchar (10)	รหัสห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตารางการกำหนดสิทธิในการเข้าออก

Student(ID)	Date(d/m/y)	Time(hh:mm:ss)	RoomID	Allow(y/n)

Field	Type	Description
Student(ID)	Nvchar(15)	รหัสนักศึกษา
Date(d/m/y)	Datetime(8)	วันที่ผ่านประตู
Time(hh:mm:ss)	Datetime(8)	เวลาผ่านประตู
RoomID	Nvchar (10)	รหัสห้อง
Allow(y/n)	Nvchar (2)	อนุญาตให้เข้าออก

ตารางที่ 3.4 ตารางเก็บข้อมูลห้อง

RoomID	RoomName

Field	Type	Description
RoomID	Nvchar (10)	รหัสห้อง
RoomName	Nvchar (50)	ชื่อห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

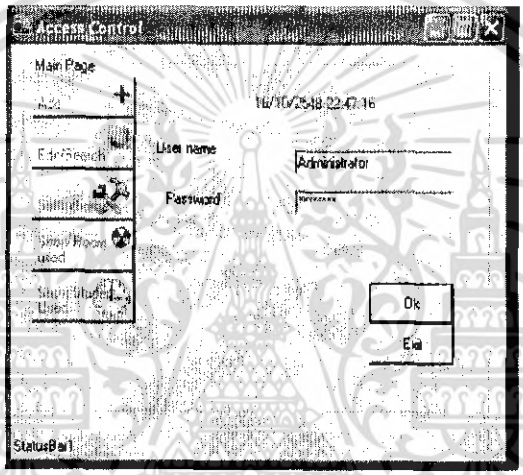
บทที่4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองในส่วนของโปรแกรมการบันทึกและอ่านข้อมูลจากบัตรสมาร์ตการ์ด

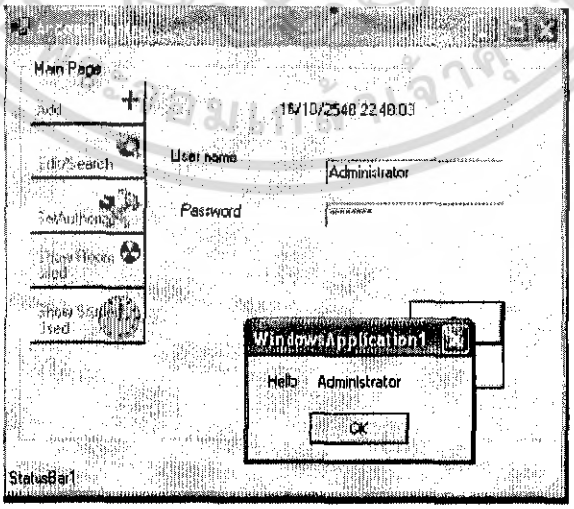
4.1.1 การเริ่มต้นการทำงาน

- การเริ่มต้นการทำงานจะเข้าสู่หน้าหลักเพื่อล็อกอิน โดยจะมีช่องให้ใส่ชื่อผู้ใช้ (username) กับ พาสเวิร์ด



รูปที่ 4-1 หน้าจอหลักเพื่อล็อกอิน

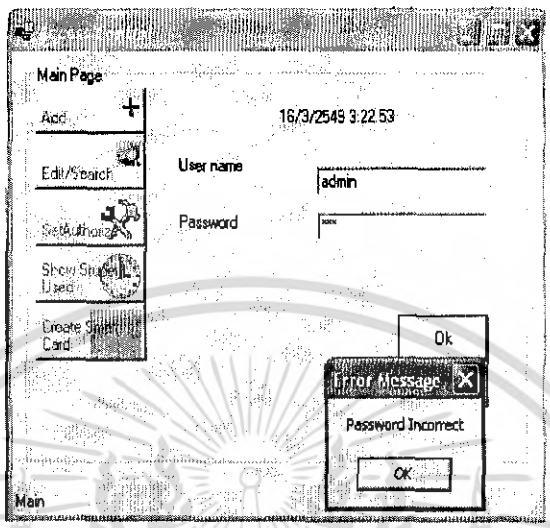
- เมื่อเราทำการล็อกอินถูกต้องจะมีข้อความทักทาย



รูปที่ 4-2 การขึ้นข้อความทักทายเมื่อทำการล็อกอินเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้าใส่พาสเวิร์ดผิดจะขึ้นข้อความว่าพาสเวิร์ดผิด



รูปที่ 4-3 การขึ้นข้อความบอกว่าพาสเวิร์ดผิด

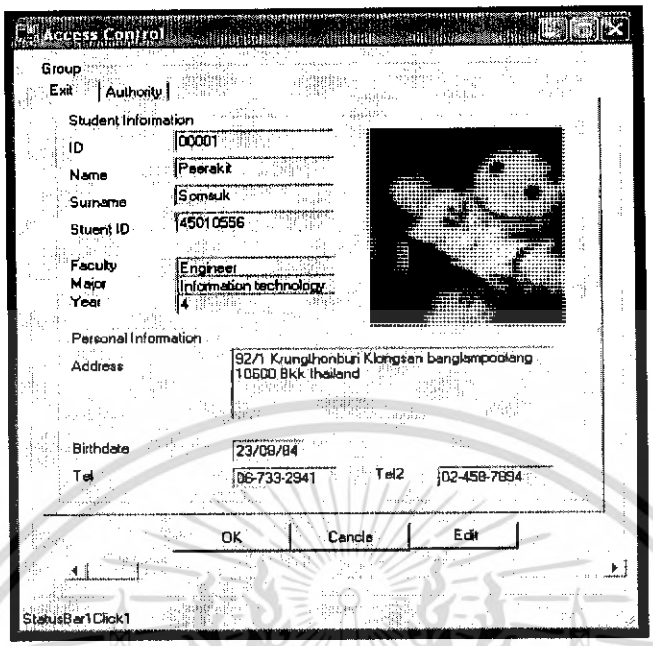
- เมื่อเราใส่พาสเวิร์ดถูกต้องเมนูทางด้านซ้ายจะเปลี่ยนสีตัวอักษรเป็นสีดำ และสามารถทำการกดปุ่มเลือกเมนูได้

4.1.2 การเพิ่มข้อมูล

-เมื่อเราต้องการเพิ่มข้อมูลให้เลือกใช้คำสั่ง ADD ทางเมนูด้านซ้ายมือจะขึ้นหน้าจอให้เรากรอกรายละเอียดต่างเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวในส่วนของหน้า StudentInfo

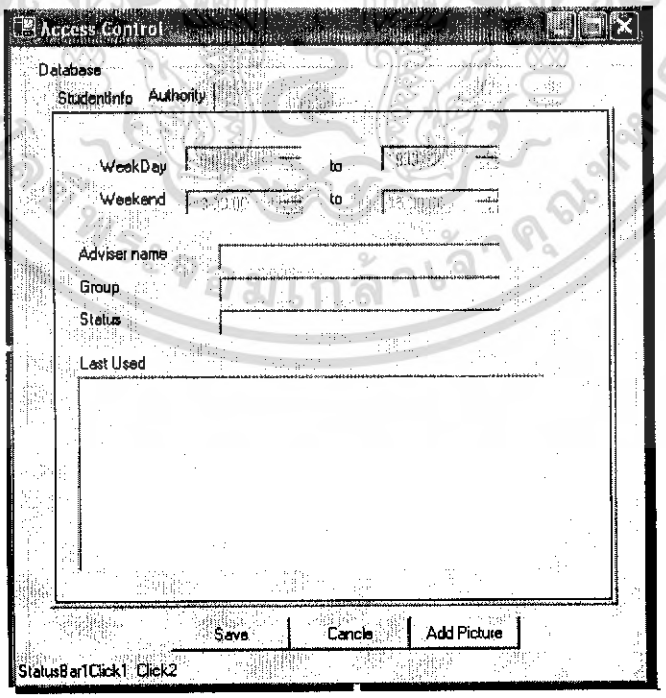
- ในหน้านี้ส่วนของ ID จะไม่ต้องกรอกเพราะว่าทางระบบจะรันอัตโนมัติโดยจะกำหนดเป็นตัวเลขหกหลัก และเราจะนำค่าไอดีนี้ไป create สมาร์ตการ์ดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-4 หน้าจอในการกรอกข้อมูลส่วนตัวของนักศึกษา

-เมื่อเลือกเข้าหน้าต่าง Authority จะเป็นการกำหนดสิทธิเริ่มต้นในการผ่านเข้า-ออกของนักศึกษาโดยจะให้กำหนดสิทธิในการเข้าออกได้ทั้งในวันธรรมดาและวันเสาร์อาทิตย์

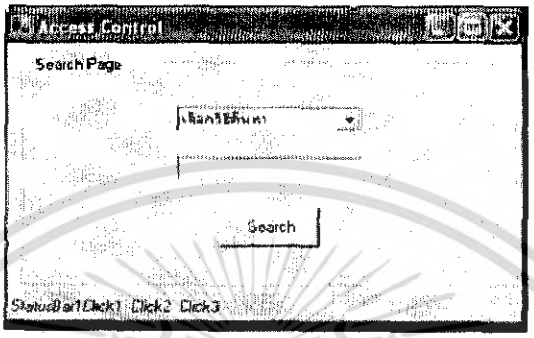


รูปที่ 4-5 หน้าจอในการกำหนดสิทธิในการผ่านเข้า-ออกพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

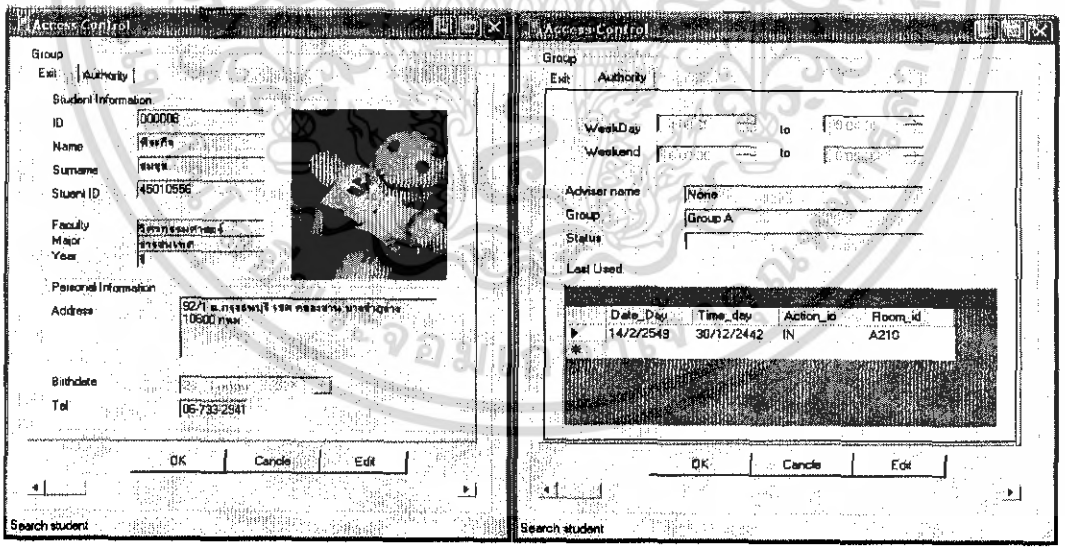
4.1.3 การแก้ไขและค้นหาข้อมูล

-เมื่อเราต้องการแก้ไขและค้นหาข้อมูลให้เลือกเมนู edit/search โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกให้ทำการค้นหาได้จาก ชื่อนักศึกษา ,รหัสบัตรสมาร์ตการ์ดหรือ รหัสนักศึกษา



รูปที่ 4-6 หน้าจอในการค้นหา

-.เมื่อเราต้องการแก้ไขข้อมูลของนักศึกษา ที่มีรหัสบัตรสมาร์ตการ์ดเป็น 00001 เราเลือกการค้นหาโดยรหัสสมาร์ตการ์ด โปรแกรมจะเรียกข้อมูลมาจากนั้นเราจะสามารถทำการแก้ไขได้



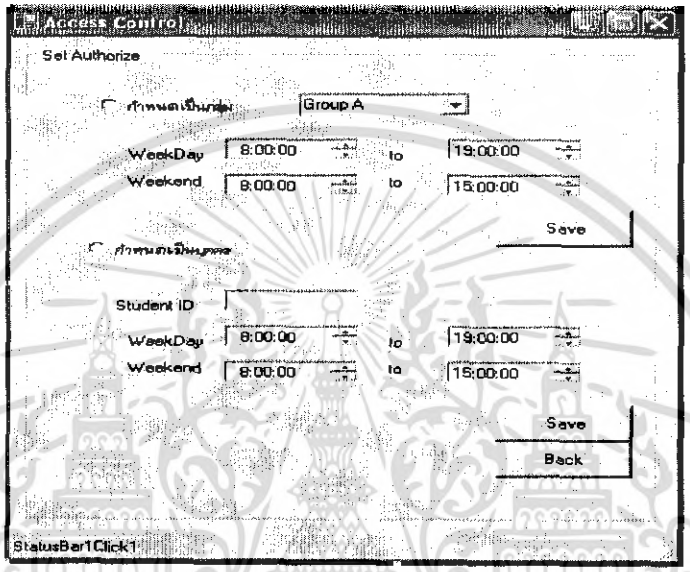
รูปที่ 4-7 หน้าจอในการค้นหาข้อมูลที่มีรหัสสมาร์ตการ์ดเป็น 00008

-ซึ่งในหน้านี้จะมีข้อมูลที่ไม่สามารถแก้ไขได้คือ Last Used ซึ่งจะ แสดงวันและเวลาในการเข้า ห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การกำหนดค่าการผ่านเข้าออก

- ในการกำหนดค่าการผ่านเข้าออกทำได้โดยเลือกเมนู Set Authorize โดยจะเป็นการกำหนดช่วงเวลาในการเข้าใช้งานเป็นกลุ่มหรือเป็นบุคคลได้และจะแยกเก็บ เป็นวันทำงาน กับวันหยุด

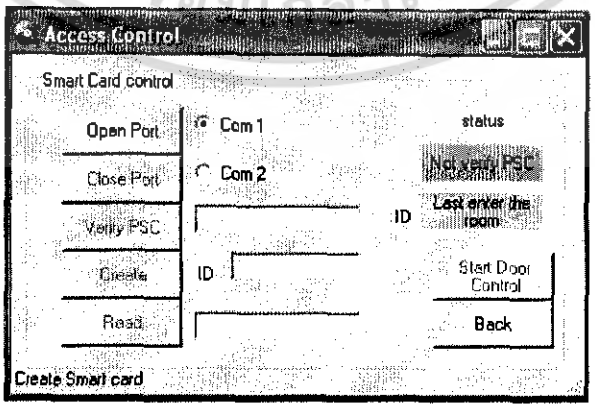


รูปที่ 4-8 หน้าจอการกำหนดสิทธิในการผ่านเข้าออก

4.1.5 การสร้างบัตรสมาร์ตการ์ด

-เราสามารถเข้าสู่การทำงานนี้โดยเลือกเมนู Create Smartcard ในหน้าแรก

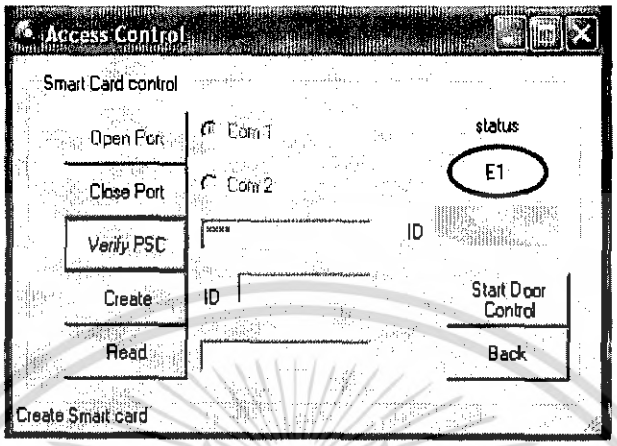
- จากนั้นเราจะทำการเลือกพอร์ทที่จะใช้เสียบ serial port และทำการเปิดพอร์ท



รูปที่ 4-9 เปิดพอร์ท ที่เสียบ serial port

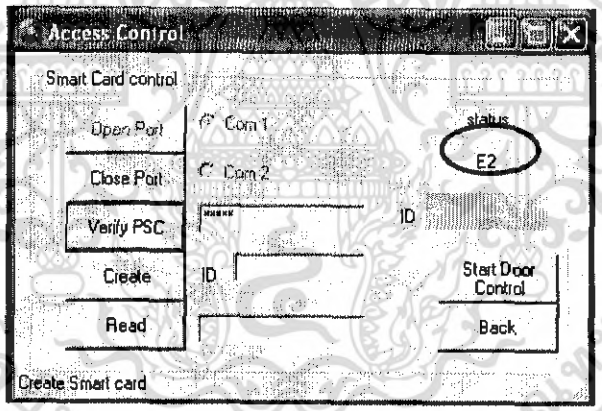
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จากนั้นเราต้องใส่ค่า psc จะใส่ได้โดยผิดได้ 3ครั้ง ถ้ามากกว่านี้บัตรจะถูกล็อค



รูปที่ 4-10 ทำการ verify PSC ผิดได้ 3ครั้ง (ครั้งที่1)

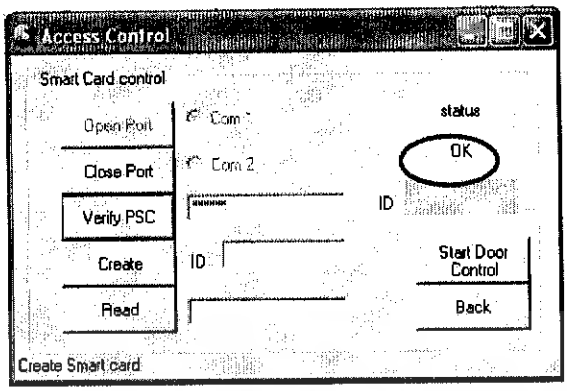
- รูปที่ 4-10 ทำการ verify PSC ผิดครั้งที่หนึ่งจะขึ้นข้อความสถานะเป็น E1



รูปที่ 4-11ทำการ verify PSC ผิด ครั้งที่สอง

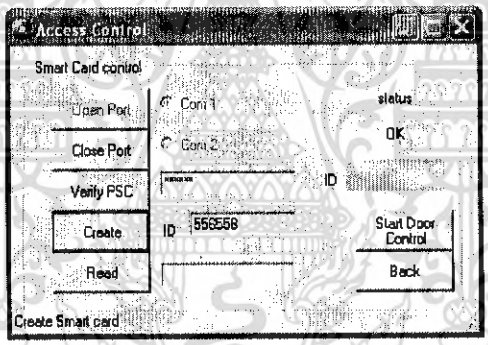
- รูปที่ 4-11 ทำการ verify PSC ผิดครั้งที่หนึ่งจะขึ้นข้อความสถานะเป็น E1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



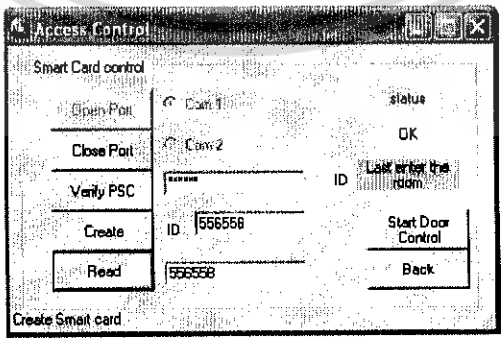
รูปที่ 4-12 Verify PSC ถูกต้อง

- เมื่อเราใส่ค่า PSC ถูกต้อง จะขึ้นสถานะ o.k. เราจะนำค่าไอดีที่ได้จากการที่เราเพิ่มข้อมูลนักศึกษามาทำการ create บัตรขึ้นมา



รูปที่ 4-13 สามารถ Create บัตรได้

- เมื่อเรากดอ่านข้อมูลในบัตรสมาร์ตการ์ดดูจะพบว่ามีค่าเดียวกับที่เรา create



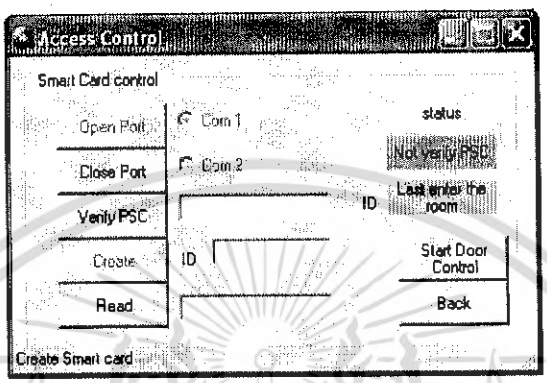
รูปที่ 4-14 เมื่อกดอ่านจะได้ ค่าข้อมูลเดียวกับที่ create

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดสอบการผ่านเข้า-ออก ประตู

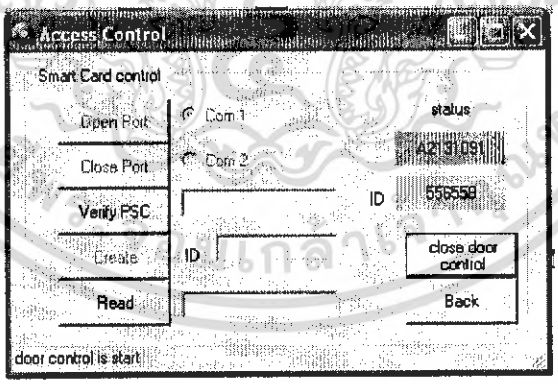
4.2.1 การเปิดพอร์ทอนุกรมที่ทำการเชื่อมต่อ

- เมื่อเราจะทำการเปิดประตู เราต้องเปิดพอร์ทที่จะทำการเชื่อมต่อก่อน



รูปที่ 4-15 การเปิดพอร์ท ที่ เสียบ serial port

-เมื่อเกิดการเชื่อมต่อแล้ว กดปุ่ม Start Door Control จากนั้นระบบจะเริ่มการวนลูปเพื่อรอรับค่า เมื่อเราเสียบบัตรจะทำการอ่านข้อมูลอัตโนมัติ และนำไปตรวจสอบบนฐานข้อมูล และ ทำการเปิดประตูตามลำดับ โดยระบบจะมีการหน่วงเวลาการเปิดประตูไว้ 5 วินาที

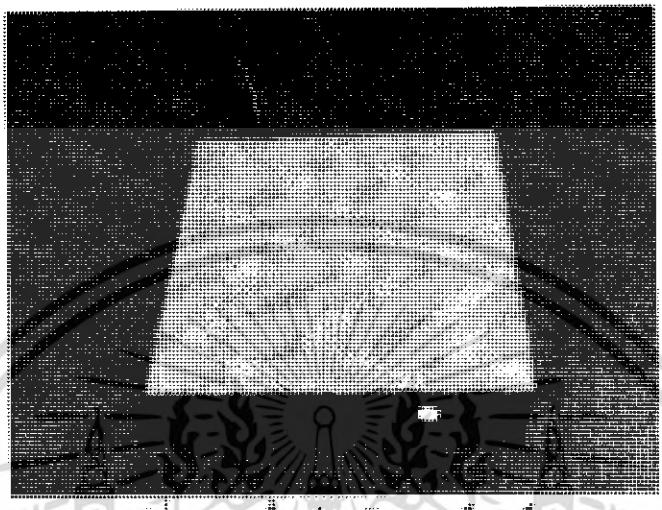


รูปที่ 4-16 ในขณะที่ Start Door Control และรอการปิดประตู

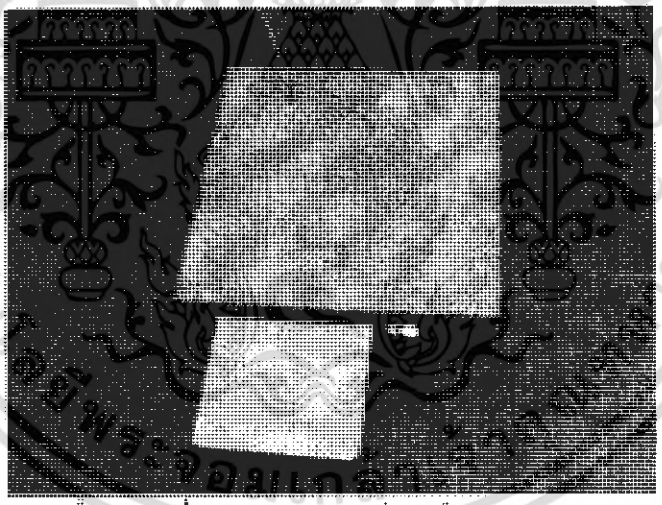
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทำงานในส่วนฮาร์ดแวร์

4.3.1 เครื่องอ่านสมาร์ตการ์ด



รูปที่ 4-17 เครื่องอ่านบัตรสมาร์ตการ์ด



รูปที่ 4-18 เครื่องอ่านบัตรสมาร์ตการ์ดขณะเสียบบัตร

รูป 4-17 และ 4-18 จะแสดงเครื่องอ่านบัตรสมาร์ตการ์ดโดยรูปแรกจะเป็นสถานะพร้อมรอการทำงาน ส่วนรูป 4-18 จะเป็นรูปแสดงเครื่องอ่านบัตรสมาร์ตการ์ดเมื่อเราเสียบบัตรสมาร์ตการ์ดจะเห็นว่ามีไฟสถานะสีเหลืองติดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การจำลองประตู

- มีการจำลองประตูขึ้นมา โดยในสถานะปกติประตูจะปิดอยู่ โดยจะมีตัวล็อค แสดงดังรูปที่ 4-20 เมื่อเราทำการเชื่อมต่อระบบและมีไฟเลี้ยงส่งมาที่วงจรรีเลย์จะทำให้ประตูเปิดได้

รูปที่ 4-19 รูปแสดงการจำลองประตู

รูปที่ 4-20 รูปแสดงกลอนที่ใช้กับประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 วงจรรีเลย์

- เป็นวงจรที่ใช้ควบคุมการเปิดปิดประตู โดยมีการทำงานโดยอาศัยไฟเลี้ยงที่ส่งมาถ้ามีค่าถึงค่าหนึ่งก็จะสั่งให้เปิดประตู

รูปที่ 4-21 วงจรรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการพัฒนาโครงงาน

จากการทำโครงงานนี้ ทำให้เราได้ศึกษาพื้นฐานการทำงานต่างๆของบัตรสมาร์ตการ์ด และได้เรียนรู้ถึงวิธีการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ การติดต่อสื่อสารผ่านทางพอร์ทอนุกรม เรียนรู้ถึงการสร้างวงจรที่ใช้ในการติดต่อสมาร์การ์ดและได้เรียนรู้ถึงรูปแบบการเขียนโปรแกรมในการติดต่อเครื่องอ่านเขียนสมาร์ทการ์ดผ่านทางพอร์ทอนุกรม การเขียนโปรแกรมติดต่อกับฐานข้อมูล รวมไปถึงการทำวงจรการเปิดปิดประตู โดยใช้ตัวรีเลย์

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

- เมื่อเรานำโปรแกรมไปติดตั้งลงบนพีซีเครื่องอื่นแล้วทำการรัน บางครั้งอาจเกิด error ได้ ทำให้ต้องเสียเวลาแก้โค้ดใหม่ สามารถแก้ไขได้โดยทำเป็นโปรแกรม setup
- โปรแกรมวิชวลเบสิคดอทเน็ทไม่มีส่วนที่จัดการกับพอร์ทอนุกรมโดยตรงต้องอาศัยโมดูลภายนอกมาช่วย
- สายของพอร์ทอนุกรมส่งสัญญาณได้น้อย มีการลดทอนภายในสายสูง ทำให้สัญญาณที่ผ่านอุปกรณ์มีค่าน้อย ดังนั้นเราจึงต้องทำการขยายสัญญาณโดยผ่านอุปกรณ์ขยายสัญญาณก่อนนำไปใช้งาน

5.3 แนวทางในการพัฒนา

- สามารถนำไปใช้ประยุกต์กับหลายๆ การเข้าออกโดยเชื่อมต่อเป็นระบบเน็ทเวิร์คของชั้นหรือตึกนั้นที่ต้องการเพิ่มความปลอดภัย
- สามารถนำไปพัฒนากับการใช้สมาร์ทการ์ดรุ่นสัมผัส หรือ RFID เพื่อให้มีความสะดวกในการใช้งานมากยิ่งขึ้น
- สามารถขยายระบบในทางกว้าง คือ เพิ่มการทำงานในด้านอื่น เช่น การควบคุมที่จอดรถ หรือ การใช้เป็นบัตรเงินสด โดยใช้แอดเดรสในช่วงอื่นในการจัดเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, MCS-51 Microcontroller Theory & Practical Approach: Atmel AT89C5x, บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด
- รศ.สมยศ จุณณะปิยะ, การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พิมพ์ครั้งที่ 5
- เลิศ แซ่ตั้ง, เทคโนโลยีสมาร์ตการ์ด, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- อภิชาติ ภู่พลับ, เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic, Infopress Develop Book
- อารัมภีย์ จันทร์ไข, โสรัตย์ อุนหะวรากร, เรียนรู้และเข้าใจสมาร์ตการ์ดในภาคปฏิบัติ, วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 240-243 และ 246

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้