

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประยุกต์ใช้งานสมาร์ทการ์ดสำหรับสถานศึกษา
APPLICATION OF SMART CARD FOR SCHOOL



โดย

นาย พีระกิจ สมสุข
นางสาว พุทธิศา ศรีวงศ์

รฟ.
พ 796ก
2549

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

b. 11628224
i.

**ปฏิญานิทรรศน์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ปริญญาบัตรฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

(ผศ. ไพศาล สิทธิโยภาสกุล)

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์



(อาจารย์สถาพร พรหมวงศ์)

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการทำงานของบัตรสมาร์ทการ์ดโดยการนำบัตรสมาร์ทการ์ดมาประยุกต์ใช้กับฐานข้อมูลและเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด เพื่อรักษาความปลอดภัยในการเข้า-ออกของสถานศึกษา โดยบันทึกเวลาเข้าออกของผู้ใช้ลงในฐานข้อมูลส่วนกลางซึ่งสามารถเรียกดูฐานข้อมูลดังกล่าวได้ตลอดเวลา ในส่วนของบัตรสมาร์ทการ์ดจะสามารถบันทึกข้อมูลต่างๆของผู้ถือบัตร อาทิเช่น ชื่อ นามสกุล คณะศีกษา ภาควิชา ชั้นปี รวมไปถึงสิทธิในการเข้า-ออกสถานศึกษา นอกจากนี้เพิ่มความปลอดภัยของสถานศึกษาแล้ว ยังช่วยลดระยะเวลาในการตรวจเช็คจำนวนนักศึกษาในชั้นเรียนของคณาจารย์อีกด้วย

ส่วนทางด้านฮาร์ดแวร์นั้นจะประกอบ ด้วยการสร้างบัตรสมาร์ทการ์ดที่มีการบันทึกข้อมูลนักศึกษาภายในบัตรสมาร์ทการ์ด จำลองการสร้างเครื่องอ่าน-เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด การสร้างประตูที่ใช้ผ่านเข้า-ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น 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.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นได้นั้น ขอขอบคุณ อาจารย์ไพศาล สิริธิโยภาสกุล และ อาจารย์สถาพร พรหมวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่คอยให้คำปรึกษาและแนวคิดต่างๆ ในการทำโครงการนี้ รวมทั้งคุณเลศตรวจทานจนกระทั่งสำเร็จเป็นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกๆท่าน ที่เคยสั่งสอนและให้คำแนะนำตลอดมา รวมถึงเพื่อนๆทุกคน ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาต่างๆและเป็นกำลังใจให้

ท้ายที่สุด คณะผู้จัดทำขอขอบคุณบิดา มารดา บุคคลที่มีความสำคัญที่สุดที่คอยให้การสนับสนุนในทุกด้านและคอยให้กำลังใจตลอดเวลา และทำให้ผู้จัดทำมีวันนี้ได้ จึงกราบขอบคุณมา ณ ที่นี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ช
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 แนวคิดเริ่มต้นในการทำโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ	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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ลักษณะของคอนเน็คเตอร์แบบ D-Type	36
2.8.3 การเชื่อมต่อมาตรฐาน RS-232C	37
2.9 โปรแกรมวิซวลเบสิก	38
บทที่ 3 การออกแบบ	39
3.1 ภาพรวมของระบบ	39
3.2 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์	41
3.2.1 วงจรภายในเครื่องอ่านเขียนบัตรสมาร์ตการ์ด	41
3.2.2 การทำงานของวงจร รีเลย์	42
3.3 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์	43
3.3.1 โปรแกรมควบคุมการเปิดประตู	43
3.3.2 โปรแกรมการเขียนข้อมูลลงบัตรสมาร์ตการ์ด	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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ผลการทดลองในส่วนของโปรแกรมการบันทึกและอ่านข้อมูลจากบัตรสมาร์ทการ์ด	54
4.1.1 เริ่มต้นการทำงาน	54
4.1.2 การเพิ่มข้อมูล	55
4.1.3 การแก้ไขและค้นหาข้อมูล	57
4.1.4 การกำหนดค่าการผ่านเข้าออก	58
4.1.5 การสร้างบัตรสมาร์ทการ์ด	58
4.2 ทดสอบการผ่านเข้า-ออก ประตู	61
4.2.1 การเปิดพอร์ตอนุกรมที่ทำการเชื่อมต่อ	61
4.3 การทำงานในส่วนฮาร์ดแวร์	62
4.3.1 เครื่องอ่านสมาร์ทการ์ด	62
4.3.2 การจำลองประตู	63
4.3.3 วงจรรีเลย์	64
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	65
5.1 สรุปการพัฒนาโครงการ	65
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	65
5.3 แนวทางในการพัฒนา	65
บรรณานุกรม	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 2-4 โครงสร้างภายในของสมาร์ตการ์ดชนิด Com - Bi Card	10
รูปที่ 2-5 โครงสร้างภายในของสมาร์ตการ์ดชนิด Hybrid Card	10
รูปที่ 2-6 บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างภายในของสมาร์ตการ์ดเบอร์ SLE4442	12
รูปที่ 2-7 บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมของการ์ดที่มีระบบป้องกันข้อมูล	13
รูปที่ 2-8 รูปสัญลักษณ์ของการรีเซตและการตอบรับการรีเซตด้วย ATR	15
รูปที่ 2-9 รูปสัญลักษณ์ของการส่งคำสั่งไปยังการ์ด	17
รูปที่ 2-10 รูปสัญลักษณ์ของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำหลัก	18
รูปที่ 2-11 รูปสัญลักษณ์ของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำที่มีการป้องกัน	19
รูปที่ 2-12 รูปสัญลักษณ์ของการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลัก	20
แบบการลบข้อมูลแล้วเขียนข้อมูลซ้ำ	20
รูปที่ 2-13 รูปสัญลักษณ์ของการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลัก	20
แบบการลบหรือเขียนข้อมูล (อย่างใดอย่างหนึ่ง)	20
รูปที่ 2-14 รูปสัญลักษณ์ของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำปลอตดภัย	21
รูปที่ 2-15 รูปสัญลักษณ์ของการเปรียบเทียบและพิสูจน์ข้อมูล	23
รูปที่ 2-16 กระบวนการเปรียบเทียบรหัสผ่านกับรหัส PSC	24
รูปที่ 2-17 รูปสัญลักษณ์ของ โหมคการประมวลผล	25
รูปที่ 2-18 โครงสร้างภายในของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051	28
รูปที่ 2-19 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 2-26 การเปลี่ยนแปลงสัญญาณทีทีแอล(TTL)	38
รูปที่ 3-1 ภาพรวมของระบบ	39
รูปที่ 3-2 วงจรภายในของเครื่องอ่าน-เขียนสมาร์ทการ์ด	41
รูปที่ 3-3 วงจรรีเลย์	42
รูปที่ 3-4 โฟลว์ชาร์ทแสดงโปรแกรมการเปิดประตู	43
รูปที่ 3-5 โฟลว์ชาร์ทแสดงโปรแกรมการเขียนข้อมูลลงบัตรสมาร์ทการ์ด	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 การขึ้นข้อความทักทายเมื่อทำการล็อกอินเรียบร้อยแล้ว	54
รูปที่ 4-3 การขึ้นข้อความบอกว่า पासเวิร์ดผิด	55
รูปที่ 4-4 หน้าจอในการกรอกข้อมูลส่วนตัวของนักศึกษา	55
รูปที่ 4-5 หน้าจอในการกำหนดสิทธิในการผ่านเข้า-ออกพื้นที่	56
รูปที่ 4-6 หน้าจอในการค้นหา	56
รูปที่ 4-7 หน้าจอในการค้นหาข้อมูลที่มีรหัสสมาร์ทการ์ดเป็น 00008	57
รูปที่ 4-8 หน้าจอการกำหนดสิทธิในการผ่านเข้าออก	57
รูปที่ 4-9 เปิดพอร์ต ที่เสียบ serial port	58
รูปที่ 4-10 ทำการ verify PSC ผิดได้ 3 ครั้ง (ครั้งที่1)	58
รูปที่ 4-11 ทำการ verify PSC ผิด ครั้งที่สอง	59
รูปที่ 4-12 Verify PSC ถูกต้อง	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 การจัดหาคอนเน็คเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C แบบ DB-25 และ DB-9	36
ตารางที่ 3.1 ตารางเก็บข้อมูลนักศึกษา	52
ตารางที่ 3.2 ตารางเก็บข้อมูลเวลาการเข้า-ออก	52
ตารางที่ 3.3 ตารางการกำหนดคสิทธิในการเข้าออก	53
ตารางที่ 3.4 ตารางเก็บข้อมูลห้อง	53

บทที่ 1

บทนำ

1.1.แนวคิดเริ่มต้นในการทำโครงการ

เนื่องจากในปัจจุบันระบบรักษาความปลอดภัยมีความสำคัญต่อองค์กรต่างๆเป็นอย่างมาก ในสถานศึกษาก็เช่นกัน ผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดที่จะเพิ่มความปลอดภัยให้กับการผ่านเข้า-ออกใน ส่วนต่างๆของสถานศึกษา โดยกำหนดในสิทธิการผ่านเข้า-ออกส่วนต่างๆของ นักศึกษาใน สถานศึกษา โครงการนี้จึงได้จัดทำระบบควบคุมการผ่านเข้า-ออกในสถานศึกษาขึ้นมา

ในโครงการนี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้บัตรสมาร์ทการ์ดเนื่องจากว่าบัตรสมาร์ทการ์ดนั้นมี ประสิทธิภาพมากกว่าบัตรแถบแม่เหล็กที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน คุณสมบัตินั้นคือ สามารถประมวลผล ได้ในตัวเอง มีความจุที่มากกว่าบัตรแบบอื่นๆ และมีความคงทนต่อสนามแม่เหล็ก โดยเมื่อ เปรียบเทียบคุณสมบัติกับราคาแล้วถือว่าเหมาะสม และบัตรสมาร์ทการ์ดนั้นยังสามารถที่จะนำไป ประยุกต์ต่อไปได้ในอนาคตเพื่อให้ความสามารถเพิ่มมากขึ้น ในโครงการได้จำลองการเข้า-ออก ขึ้นเอง ซึ่งเราสามารถที่จะสร้างขึ้นได้เองและมีราคาที่ถูกกว่าเครื่องอ่านบัตรชนิดอื่น นอกจากนี้ยัง สามารถที่จะนำไปใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวัน

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1 สามารถนำบัตรไปประยุกต์ใช้งานกับฐานข้อมูล
- 2.2 ศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานของบัตรสมาร์ทการ์ด
- 2.3 เป็นการเพิ่มระบบรักษาความปลอดภัยในตัวอาคาร
- 2.4 ช่วยประหยัดเวลาและอำนวยความสะดวกในสถานศึกษา
- 2.5 สามารถนำข้อมูลที่ได้อามาวิเคราะห์ได้ง่ายขึ้น

1.3.ขอบเขตโครงการ

โครงการนี้แบ่งออกเป็น

1.3.1 ด้านฮาร์ดแวร์

1.3.1.1 สร้างบัตรสมาร์ทการ์ดจำลอง

1.3.1.2 ทำเครื่องอ่าน-เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด

1.3.1.3 ทำแบบจำลองการเปิดปิดของประตู เมื่อผ่านเข้า-ออกโดยบัตรสมาร์ทการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ด้านซอฟต์แวร์

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 เข้าใจหลักการทำงานของบัตรสมาร์ทการ์ด

1.4.2 ออกแบบและเขียน โปรแกรมเกี่ยวกับฐานข้อมูลได้

1.4.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับองค์กรต่างๆได้

1.4.4 เพิ่มความสะดวกสบายและลดความยุ่งยาก ในด้านต่างๆ

1.4.5 เพิ่มความปลอดภัยให้กับอาคารหรือสิ่งของ

1.5.ขั้นตอนการดำเนินงาน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ธุรกรรมรายการ (Transaction) สมาร์ตการ์ดสามารถทำงานได้ด้วยตัวของมันเอง โดยไม่ต้องอาศัยติดต่อสื่อสารกับระบบหลัก (Font End) นั่นก็คือสมาร์ตการ์ดไม่จำเป็นต้องมีการติดต่อสื่อสารกับศูนย์กลางข้อมูลเหมือนกับบัตรแถบแม่เหล็ก (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 เป็นผลให้สมาร์ตการ์ดในรูปของบัตร โทรศัพท์มีการนำไปใช้ถึง 60 ล้านใบ (เฉพาะประเทศฝรั่งเศส) และต่อยอดความสำเร็จอีกกว่า 100 ล้านใบจาก 50 ประเทศทั่วโลกในปี 1997 กระนั้นสมาร์ตการ์ดก็ยังเป็นเพียงบัตร โทรศัพท์ การนำสมาร์ตการ์ดมาใช้ทางการเงินการธนาคารกลับเป็นไปอย่างเชื่องช้า เนื่องจากบัตรที่เกี่ยวข้องกับระบบการเงินการธนาคาร มีความยุ่งยากมากกว่าบัตร โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในปี 1960 เทคโนโลยีการประมวลผลเพื่อเข้ารหัสลับข้อมูลของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์มีความพร้อมมากขึ้น จึงมีการนำมาใช้ในการเข้ารหัสลับข้อมูลในบัตรเครดิต ซึ่งแต่เดิมนั้นการเข้ารหัสลับจะมีการใช้งานเฉพาะในหน่วยงานทหาร หรือหน่วยงานราชการลับเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ทำให้บัตรเครดิตสามารถทำการเข้ารหัสลับ-ถอดรหัสลับข้อมูลได้ด้วยตัวเอง ทำให้การใช้บัตรเครดิตมีความปลอดภัยสูงขึ้นจนสามารถนำมาใช้เป็นบัตรเครดิต หรือบัตรเงินสดได้อย่างสมบูรณ์แบบ

ในปี 1984 ธนาคารในฝรั่งเศสได้นำบัตรเครดิตมาใช้เป็นบัตรเครดิตเป็นครั้งแรก ในระยะแรกนั้นต้องประสบกับปัญหามากมาย เกี่ยวกับการเข้ากันได้ของบัตรต่างธนาคาร ซึ่งต้องใช้เวลากว่า 10 ปีที่จะทำให้เข้ากันได้ทั้งหมด เป็นเหตุให้มีการรวมกันของ Europay, VISA และ MASTER เพื่อกำหนดมาตรฐานแก่บัตรเครดิต ในรูปของบัตรเครดิตให้มีมาตรฐานเดียวกันทุกธนาคารในชื่อของมาตรฐาน EMV (Europay, MASTER, VISA) โดยอ้างอิงกับมาตรฐาน ISO7816 เป็นหลัก ทำให้มีผู้ที่ต้องการพัฒนาแอปพลิเคชันเครดิตหรือเดบิตบนบัตรเครดิต ต้องทำตามข้อกำหนดของมาตรฐาน EMV เท่านั้น

2.3 ส่วนประกอบและโครงสร้างของบัตรเครดิต

2.3.1 ตัวบัตรพลาสติก

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 หน้าสัมผัสและชิปสมาร์ทการ์ด (Smart card Module)

สมาร์ทการ์ดโมดูล หรือ หน้าสัมผัสและชิปสมาร์ทการ์ด คือ ส่วนที่แสดงความเป็นตัวตนของสมาร์ทการ์ดที่ชัดเจนที่สุด ดังนั้นการที่จะระบุกว่าบัตรใบใดเป็นบัตรสมาร์ทการ์ดนั้น ต้องดูที่หลักการทำงานและลูกเล่นของบัตรเป็นหลัก ซึ่งต้องใช้ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสมาร์ทการ์ดพอสมควร

ในการผลิตสมาร์ทการ์ดโมดูล ส่วนที่เป็นหน้าสัมผัสของสมาร์ทการ์ดประกอบด้วยโลหะหลายชิ้นประกอบกัน แต่ละส่วนจะถูกยึดด้วยแถบฟิล์มบาง ๆ ทางด้านหลังของหน้าสัมผัสเพื่อให้คงรูปอยู่ได้ แถบฟิล์มตัวนี้จะมีการเจาะช่องเล็ก ๆ สำหรับการเชื่อมต่อสายนำสัญญาณกับชิปสมาร์ทการ์ดกับหน้าสัมผัส หลังจากทีวางชิปสมาร์ทการ์ดลงในตำแหน่งที่ต้องการและเชื่อมต่อสายนำสัญญาณจากชิปสมาร์ทการ์ดเข้ากับหน้าสัมผัสเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการผนึกชิปสมาร์ทการ์ดเพื่อป้องกันตัวชิป และสายนำสัญญาณต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมภายนอก (เป็นการทดสอบขั้นต้น) ส่วนขั้นตอนที่เหลือจะเป็นการนำหน้าสัมผัสและชิปใส่ลงในบัตรพลาสติก และทดสอบการทำงานของชิปขั้นสุดท้าย

2.4 ชนิดของสมาร์ทการ์ด

การแบ่งชนิดของสมาร์ทการ์ดในปัจจุบันอาจทำได้ยากสักหน่อย เนื่องจากมีการใส่เทคโนโลยีใหม่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงขอแสดงการแบ่งชนิดของสมาร์ทการ์ดให้เข้าใจได้ง่ายๆ ดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 การแบ่งสมาร์ทการ์ดตามชนิดของหน่วยความจำ

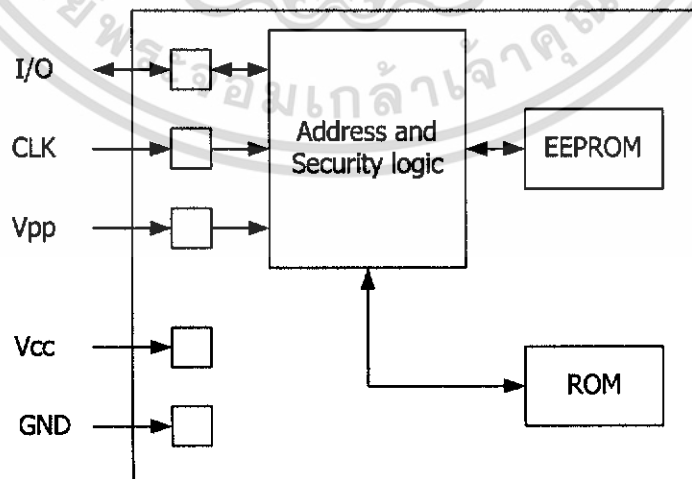
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2-1 จะเห็นได้ว่าเราสามารถแบ่งสมาร์ตการ์ดจากโครงสร้างภายในได้ 2 ชนิดก็คือ สมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำ (Memory Card) และ สมาร์ตการ์ดชนิดไมโครโปรเซสเซอร์ (Processor Card) ซึ่งชิปทั้งสองแบบจะมีหน้าสัมผัสเหมือนกัน แต่สัญญาณที่ต้องป้อนให้แก่หน้าสัมผัสบางหน้าสัมผัส จะไม่มีการใช้งานในสมาร์ตการ์ดชนิดกัน 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

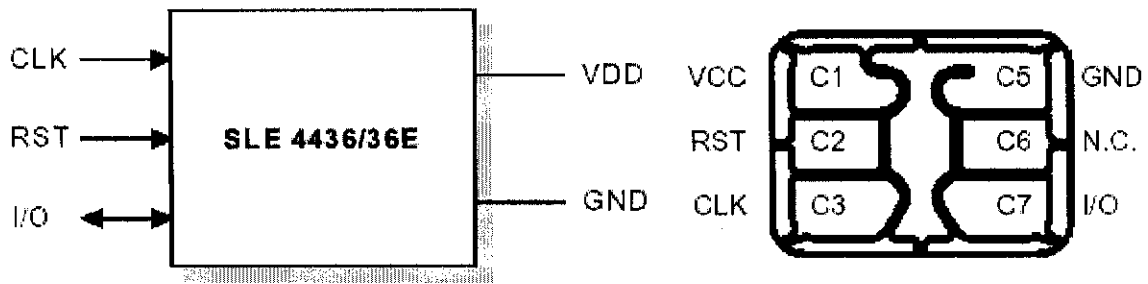
2.4.1 การ์ดหน่วยความจำ (Memory card)

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



รูปที่ 2-2 บล็อกไดอะแกรม โครงสร้างภายในชิปสมาร์ตการ์ดชนิดหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-3 รูปแสดงส่วนประกอบบัตรสมาร์ทการ์ด

ชื่อหน้าสัมผัสและหน้าที่ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 หน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ของบัตรสมาร์ทการ์ด

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

สมาร์ทการ์ดที่เป็นพื้นฐานของสมาร์ทการ์ดในปัจจุบัน ก็คือสมาร์ทการ์ดชนิด Free Access Memory สมาร์ทการ์ดชนิดนี้เปิดโอกาสให้อ่านหรือเขียนข้อมูลในแอดเดรสใด ๆ ก็ได้ตามชื่อของสมาร์ทการ์ดชนิดนี้ ไม่มีการป้องกันข้อมูลใด ๆ ภายในสมาร์ทการ์ดชนิดนี้ ซึ่งแน่นอนว่าเป็นสมาร์ทการ์ดที่มีความปลอดภัยต่ำที่สุด ถึงกระนั้นการอ่านข้อมูลก็ไม่ใช่ว่าจะง่ายนักเมื่อมีการออกแบบหน่วยความจำข้อมูลให้มีการสลับตำแหน่งของบิตข้อมูล โดยมีวงจรควบคุมการสลับตำแหน่งของบิตเป็นส่วนป้องกันข้อมูลอีกต่อหนึ่ง ดังนั้นการอ่านข้อมูลออกแบบธรรมดาจะไม่ได้ข้อมูลที่ถูกต้องหากไม่ติดต่อกับวงจรควบคุมการสลับตำแหน่งของบิตโดยตรง

นอกจากนี้สมาร์ทการ์ดชนิดหน่วยความจำแบบธรรมดา ยังมีการใส่วงจรกำหนดเงื่อนไขการอ่านเขียนข้อมูลลงไปด้วย ทำให้สามารถกำหนดเงื่อนไขการอ่าน-เขียนข้อมูลได้ทุกไบต์ โดยสมาร์ทการ์ดที่มีวงจรป้องกันการอ่าน-เขียนชนิดนี้ถูกเรียกว่า PIN Protect Memory เนื่องจากการเข้าถึงข้อมูลจะต้องแสดงรหัสผ่านให้บัตรทราบก่อนจึงจะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ วงจรกำหนดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

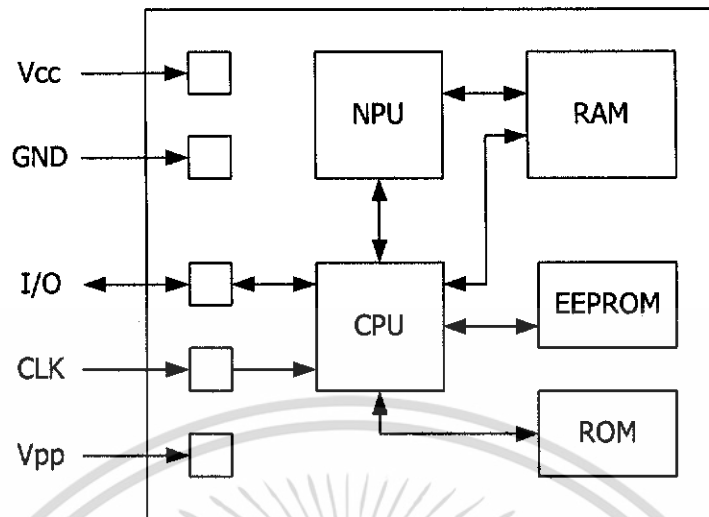
เงื่อนไขการอ่าน-เขียนข้อมูลจะมีพิเศษที่มีชื่อว่า Bit Protect ซึ่งเป็นบิตข้อมูลที่ฝากไว้กับข้อมูลให้เป็นบิตที่ 9 แต่ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยคำสั่งเขียนข้อมูลธรรมดา เพราะ Bit Protect ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลจริง ๆ ในการแก้ไข Bit Protect นี้จะสามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้เพียงครั้งเดียวด้วยคำสั่งเฉพาะเท่านั้น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

สมาร์ทการ์ดอีกชนิดหนึ่งที่มีใช้เป็นบัตรโทรศัพท์ในประเทศไทยนั้นคือการ์ดหน่วยความจำชนิด Token ภายในสมาร์ทการ์ดชนิดนี้ จะมีการเก็บข้อมูลในลักษณะจำนวนนับ (Counter) ซึ่งจำนวนนับนี้จะเป็นตัวเลขแทนมูลค่าของเงินที่ระบุบนบัตร การนับเลขเป็นการนับถอยหลังเพื่อเป็นการนับมูลค่าที่คงเหลือในบัตร หมายความว่าหากใช้บัตรในการโทรศัพท์ไปเรื่อย ๆ มูลค่าในบัตรก็จะถูกลดลงตามไปด้วยเช่นกัน ในการเข้าถึงข้อมูลของสมาร์ทการ์ดชนิดนี้ต้องมีการแสดงรหัสผ่านให้บัตรทราบเหมือนกับการ์ดหน่วยความจำชนิด PIN Protect แต่ไม่มี Bit Protect เท่านั้นเอง

สมาร์ทการ์ดชนิดหน่วยความจำเป็นสมาร์ทการ์ดพื้นฐานของสมาร์ทการ์ดรุ่นใหม่ ๆ ในปัจจุบัน ด้วยโครงสร้างและการทำงานที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ราคาถูก สามารถเก็บข้อมูลได้จำนวนมาก และความเร็วในการทำงานของชิปไม่สูงนัก จึงทำให้สมาร์ทการ์ดชนิดนี้เหมาะที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับงานที่ข้อมูลไม่ค่อยสำคัญมากนัก เช่น บัตรลงเวลาทำงาน บัตรผ่านประตู บัตรโทรศัพท์ ฯลฯ ปัจจุบันสมาร์ทการ์ดชนิดหน่วยความจำ มีขนาดหน่วยความจำสูงสุดถึง 64 กิโลไบต์ และอีกไม่นานนักเราจะได้เห็นสมาร์ทการ์ดที่มีขนาดหน่วยความจำข้อมูลถึง 128 กิโลไบต์

2.4.2 การ์ดชนิดโปรเซสเซอร์ (Processor card)

สมาร์ทการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Asynchronous card เป็นสมาร์ทการ์ดที่ได้รับการปรับปรุงจากสมาร์ทการ์ดชนิดหน่วยความจำด้วยการใส่เทคโนโลยีไมโครโปรเซสเซอร์เข้าไปในชิป เพื่อให้ชิปสามารถประมวลผลข้อมูล และเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ข้อมูลได้สูงขึ้น จากการที่ใส่ไมโครโปรเซสเซอร์ลงไปนั้น ทำให้จำเป็นต้องมีการเพิ่มส่วนของหน่วยความจำไว้สำหรับจัดเก็บระบบปฏิบัติการของไมโครโปรเซสเซอร์ และหน่วยความจำชั่วคราวสำหรับการประมวลผลข้อมูล นอกจากนี้ยังมีการใส่ชิปประมวลผลทางคณิตศาสตร์ลงในชิปสมาร์ทการ์ด เพื่อช่วยให้การประมวลผลข้อมูลด้วยอัลกอริทึมสำหรับเข้ารหัสลับและถอดรหัสลับ ทำให้สมาร์ทการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์มีความเร็วในการทำงานที่สูงกว่าสมาร์ทการ์ดชนิดหน่วยความจำหลายเท่า



รูปที่ 2-4 บล็อกไดอะแกรม โครงสร้างภายในชิปสมาร์ทการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์

ในการรับส่งข้อมูลให้กับสมาร์ทการ์ดชนิดนี้ จะใช้หน้าสัมผัสเดียวกับสมาร์ทการ์ดชนิดหน่วยความจำ โดยสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนจะถูกใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาให้แก่โปรเซสเซอร์ภายในสมาร์ทการ์ด ข้อมูลที่รับส่งจึงไม่จำเป็นต้องสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้แก่ชิป เพียงกำหนดอัตราการรับ-ส่งข้อมูลเป็น 9,600 บิตต่อวินาที ก็สามารถติดต่อกับโปรเซสเซอร์ของชิปได้ แต่การเข้าถึงข้อมูลจะไม่สามารถทำได้เหมือนสมาร์ทการ์ดชนิดหน่วยความจำ การเข้าถึงข้อมูลต้องกระทำผ่านโปรเซสเซอร์ของสมาร์ทการ์ดเท่านั้น ไม่ว่าจะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลก็ตาม เพราะหน่วยความจำจะอยู่ภายในความควบคุมของโปรเซสเซอร์เพียงอย่างเดียว ข้อดีอย่างหนึ่งที่ไม่สามารถติดต่อกับหน่วยความจำในชิปได้โดยตรงก็คือ การลอบเข้าถึงข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาตแทบเป็นไปไม่ได้ ยกเว้นมีความบกพร่องในการกำหนดเงื่อนไขในการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นความลับ

2.4.3 การ์ดชนิดแบบไม่มีสัมผัส (Contact less card)

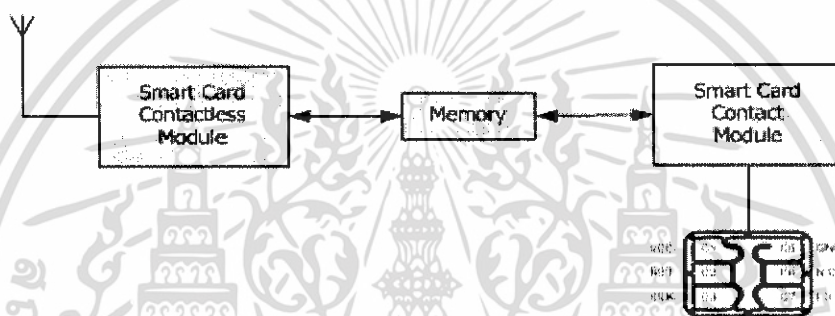
สมาร์ทการ์ดแบบ ไม่ใช้หน้าสัมผัสในการเข้าถึงข้อมูล ระบบของสมาร์ทการ์ดแบบนี้เป็นระบบที่ทันสมัยที่สุดเลยก็ว่าได้ การสื่อสารกับสมาร์ทการ์ดชนิดนี้ใช้การสื่อสารโดยใช้คลื่นวิทยุ โดยการส่งความถี่ 13.56 MHz ไปยังสมาร์ทการ์ด ที่ตัวสมาร์ทการ์ดจะมีเสาอากาศที่เป็นขดลวดที่ได้รับการแมชชิงมาอย่างดีคอยรับสัญญาณ จะเห็นได้ว่าสมาร์ทการ์ดประเภทนี้จะแปลกกว่าชนิดอื่นตรงที่ว่าใช้กระแสไฟฟ้าที่มาจากคลื่นวิทยุทำงานเท่านั้นดังนั้นการออกแบบสมาร์ทการ์ดแบบนี้จึงต้องออกแบบให้ใช้ไฟต่ำที่สุดเท่าที่จะน้อยได้ ไม่งั้นจะไม่เพียงพอในการทำงานของการ์ด ถ้ามองดูที่สมาร์ทการ์ดประเภทนี้แล้วเราไม่อาจบอกได้ว่าเป็นสมาร์ทการ์ดแบบไม่ใช้หน้าสัมผัส เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างภายนอกเหมือนบัตรพลาสติกใบหนึ่งสมาร์ทการ์ดแบบนี้พบบ่อยในอาคารที่จอดรถ เพราะว่าสามารถอ่านข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว หรือจะพบว่านิยมใช้เป็น Security Card

2.4.4 การ์ดชนิดถูกผสม (Com-BI card)

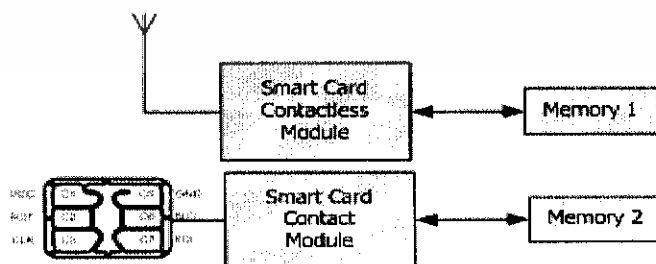
สมาร์ทการ์ดชนิดนี้เป็นการรวมเอาสมาร์ทการ์ดแบบมีสัมผัสกับแบบไม่มีสัมผัสมารวมเข้าด้วยกัน โดยใช้หน่วยความจำร่วมกันเพื่อให้การทำรายการที่จำเป็นต้องอยู่ภายใต้ระบบรักษาความปลอดภัย สามารถทำได้โดยผ่านทางหน้าสัมผัสที่มีไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมอยู่และสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสบายผ่านทางคลื่นวิทยุ โดยมีโครงสร้างภายในดังรูป



รูปที่ 2-4 โครงสร้างภายในของสมาร์ทการ์ดชนิด Com - Bi Card

2.4.5 Hybrid Card

สมาร์ทการ์ดชนิดนี้มีลักษณะ โครงสร้างเหมือนการ์ดประเภท Com - Bi Card แต่จะแตกต่างกันที่หน่วยความจำข้อมูล โดยหน่วยความจำระหว่างมีหน้าสัมผัสและไม่มีหน้าสัมผัสจะถูกแยกออกจากกันอย่างสิ้นเชิง เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ในปัจจุบัน Hybrid Card จะมีความหมายรวมถึงบัตรที่มีคุณสมบัติในการใช้งานตั้งแต่สองอย่างขึ้นไปเช่น การ์ดที่มีทั้งแถบแม่เหล็กและชิปสมาร์ทการ์ด , บัตรสมาร์ทการ์ดที่มีหน้าสัมผัสและไม่มีหน้าสัมผัส



รูปที่ 2-5 โครงสร้างภายในของสมาร์ทการ์ดชนิด Hybrid Card

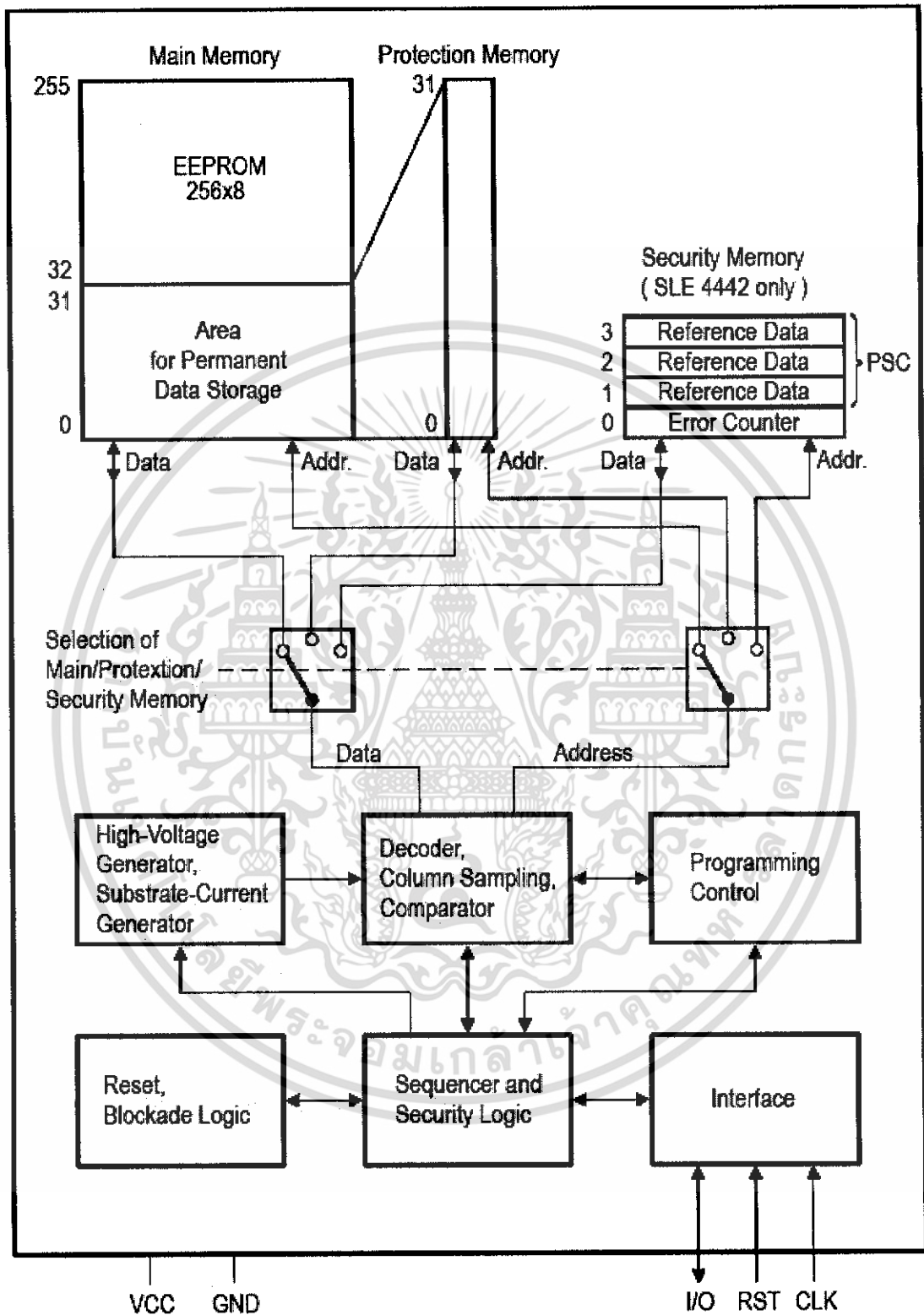
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การ์ดที่มีระบบป้องกันข้อมูล

การ์ดที่มีระบบป้องกันความปลอดภัยข้อมูล คือ สมาร์ทการ์ดที่การอ่านข้อมูลสามารถทำได้ อย่างอิสระ แต่การเขียนข้อมูลจะไม่สามารถทำได้หากไม่มีรหัสผ่านที่ถูกต้อง วิธีการในลักษณะนี้ ช่วยให้ข้อมูลภายในสมาร์ทการ์ดได้รับการปกป้องและมีความน่าเชื่อถือ รูปแบบการสื่อสารข้อมูล ของสมาร์ทการ์ดชนิดนี้เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous) ตามมาตรฐาน ISO7816 ซึ่งรูปแบบคำสั่งจะแตกต่างกันไปในผู้ผลิตแต่ละราย โดยในโครงการนี้ได้เลือกใช้ สมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442 เนื่องจากเป็นการ์ดที่มีคุณสมบัติของการรักษาความปลอดภัยข้อมูล อย่างครบถ้วน และยังสามารถนำมาใช้งานได้ง่ายในบ้านเรา

2.5.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของสมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442

Smart Card เบอร์ SLE4442 มีหน่วยความจำแบบ EEPROM ขนาด 256 ไบต์ โดยแบ่งเป็น Protectable Data Memory 32 ไบต์ และ Unprotected Data Memory 224 ไบต์ สามารถอ่านและ เขียนได้ 100,000 ครั้ง เก็บข้อมูลได้นานถึง 10 ปี ส่วนที่เป็น Protectable Data Memory นั้นสามารถ เขียนข้อมูลถาวรไว้โดยจะลบหรือแก้ไขเปลี่ยนแปลงไม่ได้อีกเลย และในส่วนนี้ได้ถูกเขียนข้อมูล ถาวรไว้แล้ว 12 ไบต์ ตามมาตรฐาน ISO7816 นอกจากนี้ SLE4442 ยังมีPSC (Programmable Security Code) 3 ไบต์ เพื่อใช้ในการตรวจสอบค่าให้ตรงกับค่า PSC ที่มีในบัตรก่อนจึงจะเขียน ข้อมูลลงในบัตรได้และ EC (Error Counter) เพื่อใช้ในการนับจำนวนครั้งที่ทำการตรวจสอบ Verify ค่า PSC โดยถ้าทำการตรวจสอบ Verify ค่า PSC ไม่ถูกต้องถึง 3 ครั้ง บัตรนี้จะเขียนข้อมูลไม่ได้อีก เลยทันที การนับ Error Counter นี้จะถูก Reset เมื่อได้ทำการ Verify ค่า PSC ได้ถูกต้อง ค่า PSC มาตรฐานของบัตรใหม่ที่ผลิตจากโรงงานคือ FFFFFFF



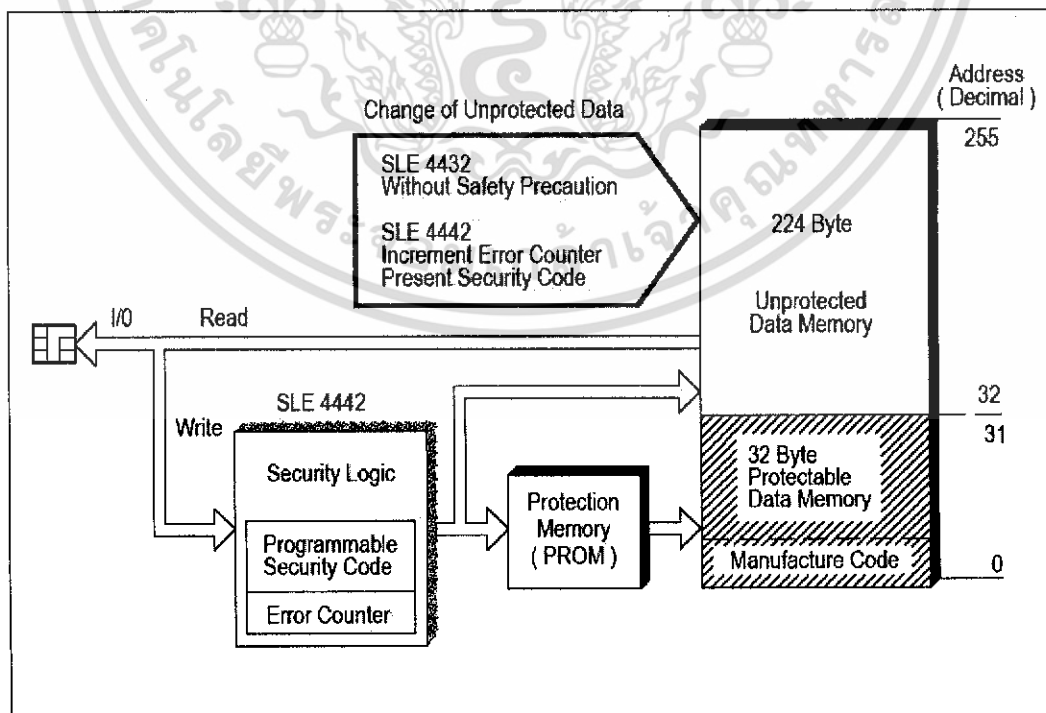
รูปที่ 2-6 บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างภายในของสมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ซึ่งถูกกำหนดเอาไว้โดยตัวว่าจะผิดได้ไม่เกิน 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 จะถูกรีเซ็ตกลับไปเป็น 3 ครั้งเหมือนอย่างตอนแรกเริ่ม



รูปที่ 2-7 บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมของการ์ดที่มีระบบป้องกันข้อมูล

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

2.5.2 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของสมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442

รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของสมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442 เป็นการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านและสมาร์ทการ์ดแบบ 2 ทิศทาง (ข้อมูลบนสาย I/O จะถูกอ่านค่าที่ขอบขาของสัญญาณนาฬิกา) โดยรูปแบบการสื่อสารนี้ประกอบด้วย 4 โหมดการทำงาน ได้แก่

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

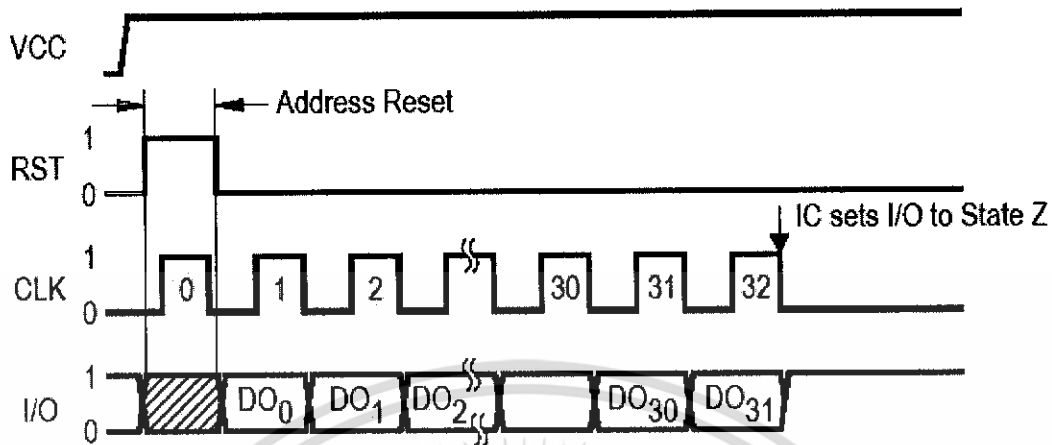
2.5.2.1 การรีเซตและการตอบรับการรีเซตด้วย ATR (Answer To Reset)

เมื่อรีเซตการทำงานของการ์ดจะทำให้การ์ดมีการตอบรับการรีเซตด้วยข้อมูล ATR สำหรับข้อมูล ATR ที่ตอบกลับมาจากสมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442 จะประกอบด้วยข้อมูล 4 ไบต์ การอ่านข้อมูลที่ว่านี้สามารถทำได้โดยอ้างอิงจากสัญญาณในรูปที่ 2-8 โดยหลังจากที่ขา RST เป็นลอจิกต่ำเมื่อมีสัญญาณนาฬิกาถูกต่อไปเข้ามา จะทำให้เกิดสัญญาณเอาต์พุตของสมาร์ทการ์ดขึ้นที่ขา I/O ซึ่งก็คือ สัญญาณตอบรับการรีเซตนั่นเอง หลังจากทีครบ 4 ไบต์แล้ว ที่ขา I/O จะเปลี่ยนเป็นลอจิกสูงเพื่อเป็นการบอกถึงการสิ้นสุดการรีเซต

ตารางที่ 2.2 ลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการตอบรับการรีเซต

Answer-to-Reset (Hex)	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
	DO ₇ ... DO ₀	DO ₁₅ ... DO ₈	DO ₂₃ ... DO ₁₆	DO ₃₁ ... DO ₂₄

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-8 รูปสัญญาณของการรีเซตและการตอบรับการรีเซตด้วย ATR

2.5.2.2 โหมดการส่งคำสั่ง (Command Mode)

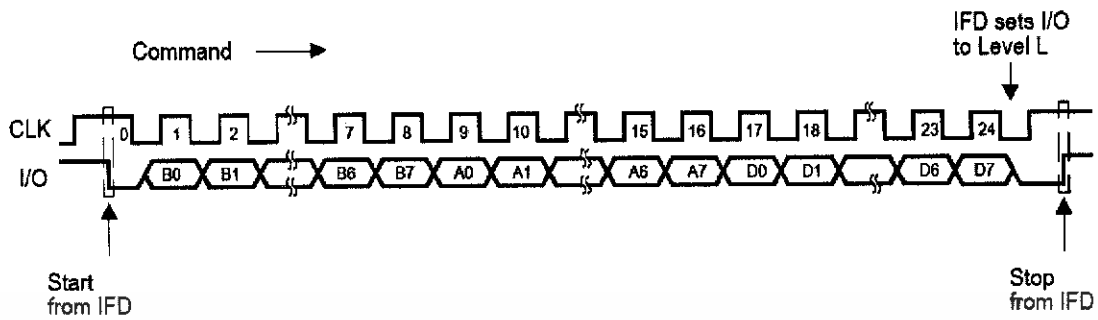
การส่งคำสั่งไปยังสมาร์ทการ์ดหรือการทำงานในโหมดการส่งคำสั่ง (Command Mode) ก็คือ กระบวนการต่อเนื่องหลังจากการรีเซ็ตไปเรียบร้อยแล้ว โดยการ์ดจะรอรับคำสั่งที่ส่งมาจากเครื่องอ่านซึ่งมีรูปแบบเป็นข้อมูลมีความยาว 3 ไบต์ โครงสร้างของข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วย คำสั่ง (Command), แอดเดรส (Address) และ ข้อมูล (Data) โดยคำสั่งทั้งหมดที่สมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442 รองรับถูกแสดงดังตารางที่ 2.3 ส่วนรูปสัญญาณที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานของโหมดการส่งคำสั่งก็เป็นดังรูปที่ 2-9 จะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลแต่ละครั้งจะต้องมีการส่งสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดกำกับไปกับตัวข้อมูลด้วย โดยสถานะเริ่มต้นก็คือการเปลี่ยนระดับจากลอจิกค่าสูงเป็นค่าต่ำที่ขา I/O ในขณะที่ระดับลอจิกที่ขา CLK เป็นค่าสูง ส่วนสถานะสิ้นสุดก็คือการเปลี่ยนระดับจากลอจิกค่าต่ำเป็นสูงที่ขา I/O ในขณะที่ขา CLK เป็นค่าสูง

ตารางที่ 2.3 โครงสร้างและความหมายของชุดคำสั่งที่สมาร์ทการ์ดเบอร์ 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 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2-9 รูปสัญญาณของการส่งคำสั่งไปยังการ์ด

ตารางที่ 2.4 รูปแบบและส่วนประกอบของคำสั่ง

MSB		Control				LSB		MSB		Address								LSB		MSB								Data		LSB	
B7	B8	B5	B4	B3	B2	B1	B0	A7	A8	A5	A4	A3	A2	A1	A0	D7	D8	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 (OFFH) 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง 62674 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.2.3 การเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลัก (Update Main Memory)

คือคำสั่งที่ใช้ในการเขียนข้อมูลยังแอดเดรสใด ๆ ของหน่วยความจำทั้ง 256 ไบต์ ในกรณีที่
ใช้คำสั่งนี้เขียนข้อมูลลงยังหน่วยความจำ 32 ไบต์แรก ข้อมูลจะยังคงแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ภายหลัง

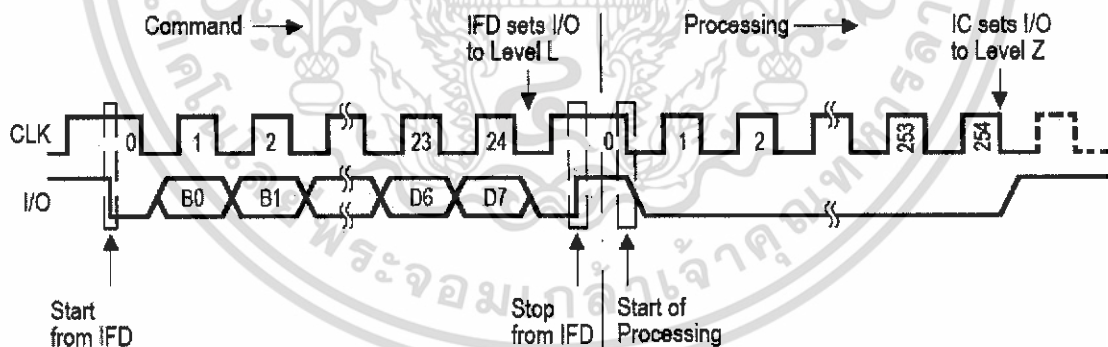
ตารางที่ 2.7 รูปแบบคำสั่งในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลัก

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 เฟส คือ

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

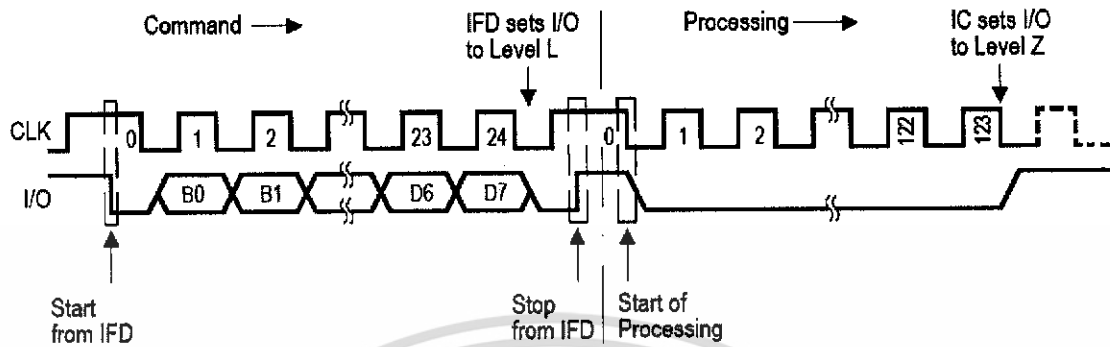


รูปที่ 2-12 รูปสัญญาณของการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหลักแบบการลบข้อมูลแล้วเขียนข้อมูลซ้ำ

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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)

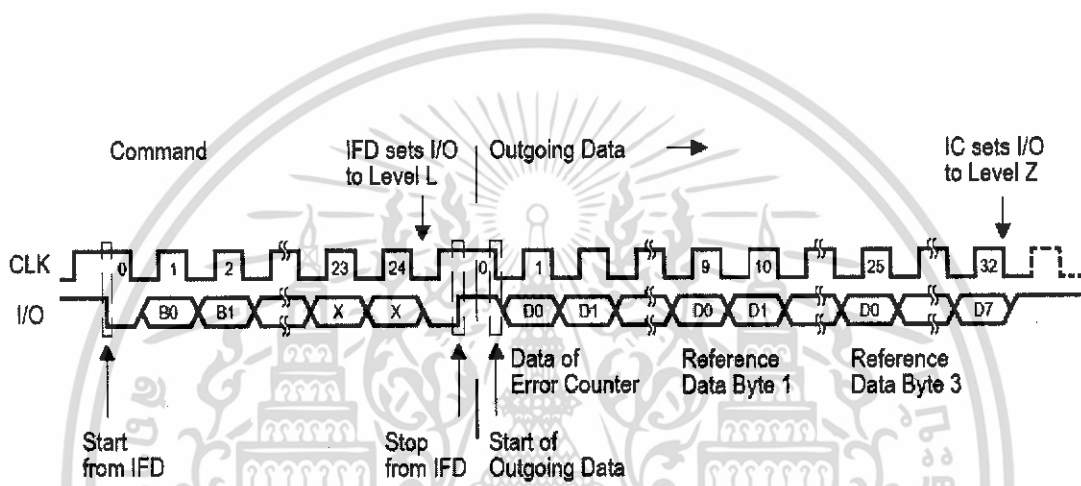
คือ การอ่านค่าของ Error Counter เพื่อตรวจสอบว่าการ์ดไบต์นั้น ๆ ได้ถูกล็อกไปแล้วหรือยัง โดยค่าภายในบิต D2, D1 และ D0 ของ Error Counter จะเป็นส่วนที่บอกถึงสถานะของการ์ดไบต์นั้น ๆ หากค่าของบิต D2, D1 และ D0 เป็น 0 ทั้งหมด ก็แสดงว่าการ์ดได้ถูกล็อกไปแล้ว ซึ่งจะไม่สามารถแก้ไขอะไรได้และจะไม่สามารถเขียนข้อมูลลงยังการ์ดนั้นได้อีกต่อไป (แต่ว่าการอ่านข้อมูลในการ์ดจะยังคงทำได้ตามปกติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการเข้าไปเปลี่ยนรหัสป้องกันของการ์ดนั่นเอง คำสั่งจะถูกกระทำต่อเมื่อมีการส่งรหัส PSC ที่ถูกต้องไปยังการ์ดเสียก่อน โดยในกรณีที่ป้อนรหัสผิด ค่าของบิต D2, D1 และ D0 ใน Error Counter จะค่อย ๆ ถูกเปลี่ยนจากค่า “1” เป็น “0” ไล่ไปทีละบิตตามจำนวนครั้งที่ป้อนผิด หากทั้งหมดกลายเป็นศูนย์เมื่อไรการ์ดก็จะถูกล็อกทันที 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

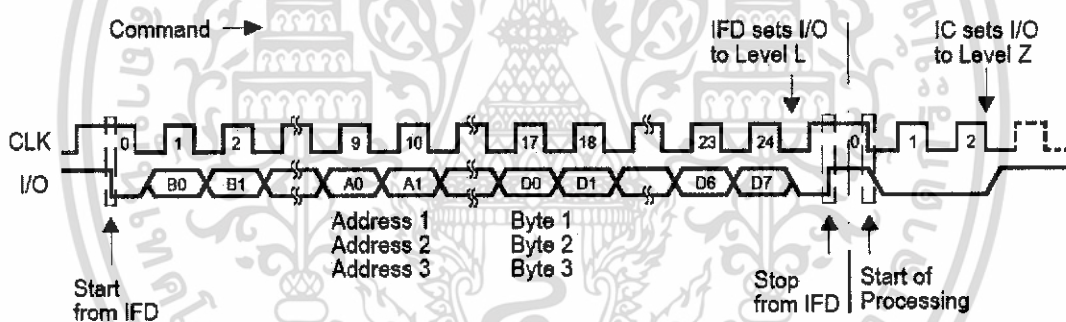
2.5.2.2.7 การเปรียบเทียบและพิสูจน์ข้อมูล (Compare Verification Data)

คือ การสั่งให้การ์ดทำการเปรียบเทียบรหัส PSC กับรหัสผ่านที่เราได้ส่งไปยังการ์ด ในการเปรียบเทียบที่ว่านี้ ข้อมูลที่การ์ดจะส่งกลับมาคือค่าของ Error Counter ที่จะบอกว่ารหัสที่เราป้อนนั้นถูกต้องหรือไม่ และยังมีโอกาสพลาดอีกก็ครั้งเท่านั้น (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 รูปสัญลักษณ์ของการเปรียบเทียบและพิสูจน์ข้อมูล

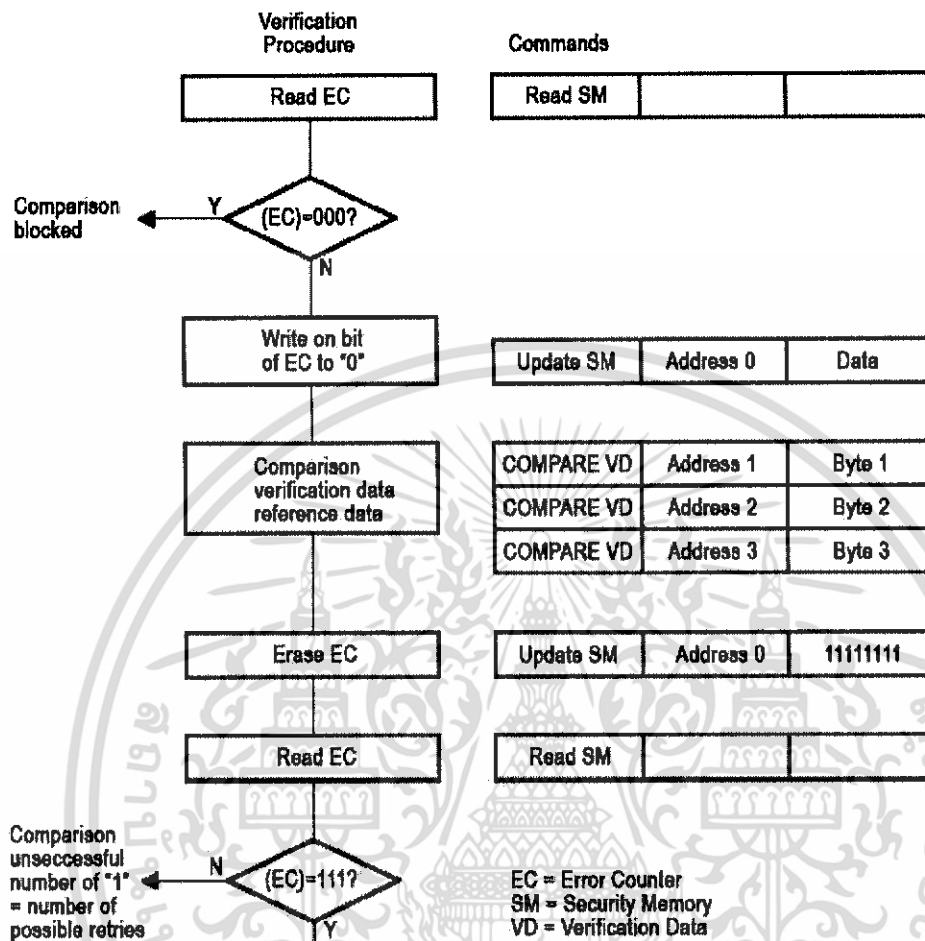
การเปรียบเทียบค่า PSC

ในสมาร์ทการ์ด เบอร์ SLE 4442 ผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่า PSC ที่ถูกเก็บอยู่ในหน่วยความจำที่มีระบบรักษาความปลอดภัย ต้องถูกต้องเพื่อที่จะสามารถทำการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูล เมื่อเราทำการป้อนรหัส PSC ผิดนั้นจะเป็นผลทำให้บิตถูกเปลี่ยนจากลอจิกสูงไปสู่อลอจิกต่ำ ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนกลับเป็นลอจิกสูงได้ ถ้าป้อน PSC ผิด 3 ครั้ง จะทำให้บิตถูกเปลี่ยนครบ 3 ครั้ง ซึ่งจะมีผลทำให้บัตรสมาร์ทการ์ดใบนั้นไม่สามารถลบ และเขียนข้อมูลได้อีก แต่ยังคงอ่านข้อมูลได้ตามปกติ

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 Oddd 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-16 กระบวนการเปรียบเทียบรหัสผ่านกับรหัส PSC

2.5.2.3 โหมดการอ่านข้อมูล (Outgoing Data Mode)

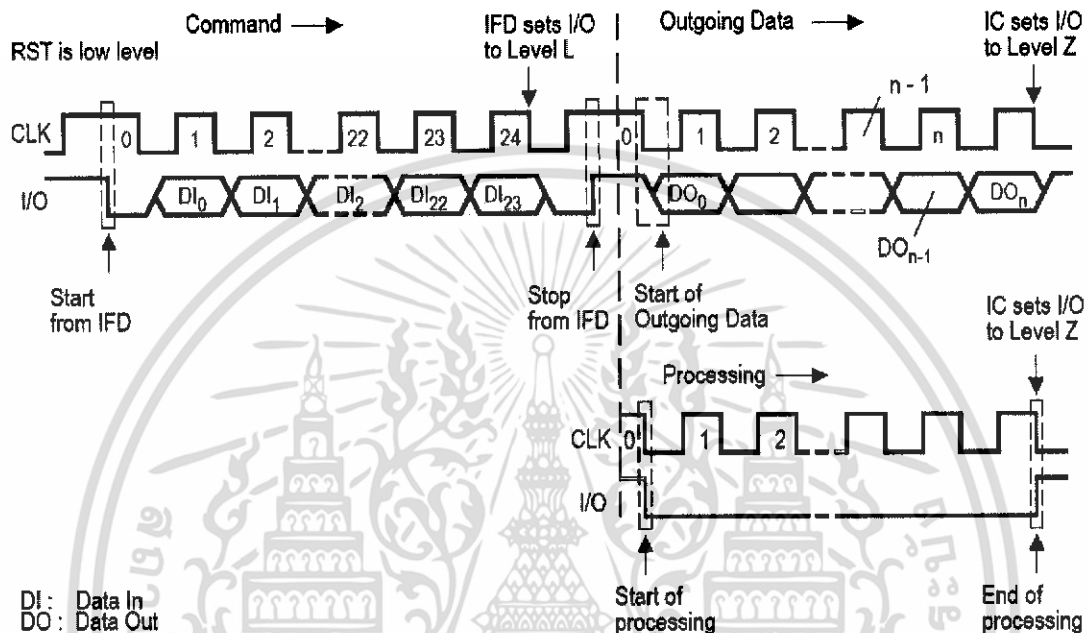
โหมดการทำงานนี้จะเกิดขึ้นหลังจากที่มีการส่งคำสั่งในกลุ่มของการขออ่านข้อมูลไปยังสมาร์ทการ์ดเพื่อขออ่านข้อมูลจากพื้นที่ใด ๆ ในหน่วยความจำ หลังจากที่ได้รับคำสั่งดังกล่าว สมาร์ทการ์ดจะส่งข้อมูลที่ถูกร้องขอกลับมายังเครื่องอ่าน ซึ่งก็เท่ากับว่าเครื่องอ่านจะสามารถอ่านข้อมูลที่ต้องการออกมาได้สำเร็จจากโหมดการทำงานนี้

2.5.2.4 โหมดดำเนินการ (Processing Mode)

โหมดดำเนินการจะเกิดขึ้นหลังจากที่มีการส่งคำสั่งในกลุ่มของการขอเขียนหรือลบข้อมูลออกจากพื้นที่ใด ๆ ในหน่วยความจำ โดยหลังจากที่ได้รับคำสั่งดังกล่าว สมาร์ทการ์ดจะเริ่มดำเนินการตามที่ได้รับคำสั่งมา ในโหมดการทำงานนี้ข้อมูลจากขา I/O จะไม่ถูกนำมาใช้ร่วมในการทำงานเลย (โดยจะมีสถานะเป็นลอจิกค่าตลอดทั้งช่วง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดการส่งคำสั่ง, โหมดการอ่านข้อมูล และโหมดการดำเนินการ จะเรียกรวมกันว่าเป็น โหมดการประมวลผล (Operational Modes) ซึ่งรูปสัญญาณของโหมดการประมวลผล ดังแสดงใน รูปที่ 2-17



รูปที่ 2-17 รูปสัญญาณของโหมดการประมวลผล

2.6. มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับสมาร์ตการ์ด

มาตรฐานของสมาร์ตการ์ดมีทั้งหมด 2 มาตรฐานด้วยกัน คือ

1. ISO 7816

2. AFNOR (แตกต่างกันตรงที่การจัดเรียงลำดับของขาสัญญาณและตำแหน่งของ

ขาสัญญาณ) เนื่องจากในปัจจุบันสมาร์ตการ์ดแทบจะทั้งหมดใช้มาตรฐาน ISO 7816 ดังนั้นจะกล่าว เฉพาะมาตรฐานนี้เท่านั้น

2.6.1 มาตรฐาน ISO7816

เป็นการกำหนดในเรื่องของคุณลักษณะของบัตรพลาสติกที่จะมาทำเป็นสมาร์ตการ์ด โดยมีหัวข้อย่อได้ดังนี้

- มาตรฐาน ISO7816-1 เป็นมาตรฐานที่กำหนดด้วยเรื่องคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของสมาร์ตการ์ด

- มาตรฐาน ISO7816-2 เป็นมาตรฐานที่กำหนดขนาดของหน้าสัมผัส และตำแหน่งของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเห็นว่าเว็บไซต์ทางการค้า ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา 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 และวงจรมีสัญญาณนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือคำว่า “คอนโทรลเลอร์” (controller) หมายถึงอุปกรณ์ควบคุม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมโดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ ขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายใน อย่างไรก็ตามลักษณะขาต่าง ๆ จะเหมือนกัน โดยในโครงงานนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ MCS-51 (IC AT89C2051)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัทอินเทล (Intel Corporation) ถูกผลิตขึ้นและได้มีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายตั้งแต่ปีค.ศ.1980 เป็นต้นมาและได้มีบริษัทต่างๆหลายบริษัทได้รับลิขสิทธิ์ในการผลิตและจำหน่ายและได้รับพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในด้านต่างๆ มากขึ้นและหนึ่งในจำนวนนั้นก็บริษัทเอเทลม (ATMEL) ได้พัฒนาชิปตระกูล MCS-51 ขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีของแฟลชเมมโมรี่ต่างจากของ Intel ที่ใช้ EPROM และรวมซึ่งข้อดีของแฟลชเมมโมรี่ก็คือทำให้สามารถเขียนโปรแกรมและสามารถลบทิ้งลงไปได้ง่ายในปัจจุบันเทคโนโลยีระบบฝังตัว (embedded system) ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ได้มีการเพิ่มหน่วยประมวลผลเข้าไปภายในตัวมันใน ขณะที่เทคโนโลยีหน่วยประมวลผลได้มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา โดยทั่วไปแล้ววงจรควบคุมการทำงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ อาจอยู่ในรูปของวงจรดิจิทัลต่างๆไป แต่ในปัจจุบันจะพบว่าระบบฝังจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มากขึ้น เนื่องจากมีความยืดหยุ่นสูง ทำให้การควบคุมการทำงานจะเน้นไปที่การทำงานทางซอฟต์แวร์ แทนการ พัฒนาทางด้านฮาร์ดแวร์ เช่นในอดีตส่วนใหญ่ผู้พัฒนาเทคโนโลยี ระบบฝังตัวจะให้ความสำคัญกับไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

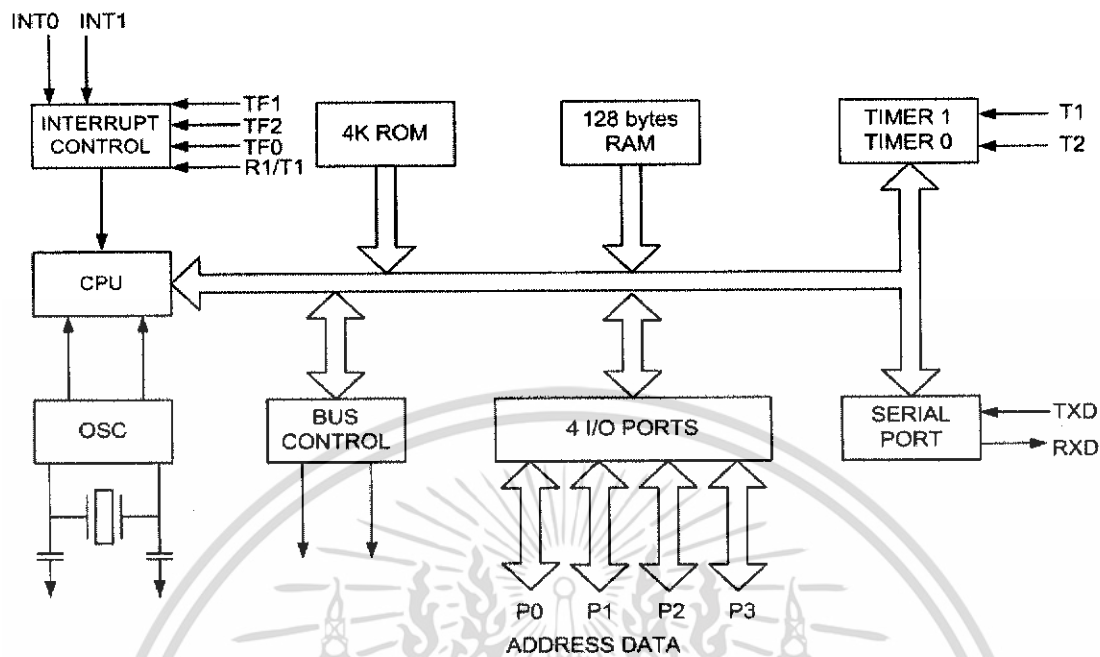
หลัก การแบ่งระดับความซับซ้อนของระบบฝังตัวสามารถแบ่งได้หลาย ระดับระบบฝังตัวที่มีความซับซ้อนมากๆ จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีความสามารถสูง เป็นหน่วยประมวลผลกลาง เช่น ตระกูล x86 ของบริษัทอินเทล สำหรับระบบฝังตัวขนาดเล็ก จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการประมวลผลแบบ 4 บิต หรือ 8 บิต ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่เหมาะสมกับการศึกษาเบื้องต้นตัวหนึ่งก็คือไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล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

ในปี ค.ศ. 1981 บริษัทอินเทลได้เปิดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 8 บิต โดยให้ชื่อว่า 8051 โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้จะมีหน่วยความจำประเภทแรมขนาด 128 ไบต์ หน่วยความจำประเภทรอมขนาด 4 กิโลไบต์ มีพอร์ตขนานขนาด 8 บิต จำนวน 4 พอร์ตมีไทมเมอร์ 2 ตัวและพอร์ตอนุกรม 1 พอร์ต โดยทั้งหมดจะรวมอยู่ในชิปเพียงชิปเดียว ไดอะแกรมภายในตัวมันแสดงได้ ดังรูป 2.1 และเนื่องจากหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบรอมที่อยู่ภายในตัวมันดังนั้นการโปรแกรมการทำงานต้องโปรแกรมมาจากโรงงานที่ผลิตชิปนี้ออกมาโดยตรงนอกจากนี้ทางบริษัทอินเทลยังได้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาอีกหลายเบอร์ที่มีโครงสร้างภายในใกล้เคียงกับ 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)
- มีหน่วยความจำสำหรับ โปรแกรมภายในขนาด 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-18 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

ความเร็วในการทำงานของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT 89C2051 การให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานนั้นจะต้องโปรแกรมให้กับตัวมันก่อนการวัดความเร็วในการทำคำสั่งของโปรแกรมจะดูจากรอบสัญญาณนาฬิกา หรือที่เรียกว่าเมกซ์ซีไซเคิล ซึ่งในตารางคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละตัว จะมีข้อมูลบอกไว้ว่าการทำคำสั่งแต่ละคำสั่งจะใช้สัญญาณนาฬิกาที่เมกซ์ซีไซเคิลสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ที่เป็นมาตรฐานนั้น 1 เมกซ์ซีไซเคิลจะใช้สัญญาณนาฬิกา 12 ลูก ดังนั้นถ้า MCS-51 ทำงานที่สัญญาณนาฬิกา 12 MHz แล้วการทำงาน 1 ไซเคิล จะมีค่าเท่ากับ 1 ไมโครวินาที หรือมีความเร็วในการทำงาน 1 MHz ถ้าหากต้องการให้ MCS-51 ตัวนั้นทำงานได้เร็วขึ้นจะต้องเพิ่มสัญญาณนาฬิกาให้ไอซี

โครงสร้างภายในพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8051 ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ ส่วนของหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บข้อมูลขนาด 128 ไบต์ (Internal Data Memory) ส่วนของหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรมที่มีขนาด 4 กิโลไบต์ (Internal Program Memory) อุปกรณ์ควบคุมการอินเทอร์รัพท์ (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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	EA/VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

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 แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุต สามารถทำได้ โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อกับขั้ว ส่งผลให้ขานั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานให้เป็นได้ทั้งขาติดต่อกับแอดเดรสและขาข้อมูล

ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป นอกจากนี้ในอนุกรม AT89Sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของ ไทม์เมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทม์เมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขา สำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการ โปรแกรมข้อมูลในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของ หน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังแสดงในตาราง ที่ 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 - ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทมเมอร์จากภายนอกช่องที่ 0
P3.5	T1 - ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทมเมอร์จากภายนอกช่องที่ 1
P3.6	WR – ใช้เป็นขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก
P3.7	RD – ใช้เป็นขาสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซต สถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมกซ์อินไซเคิล

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้งในแต่ละเมซินไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีส่งสัญญาณใด ๆ ออกมา

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

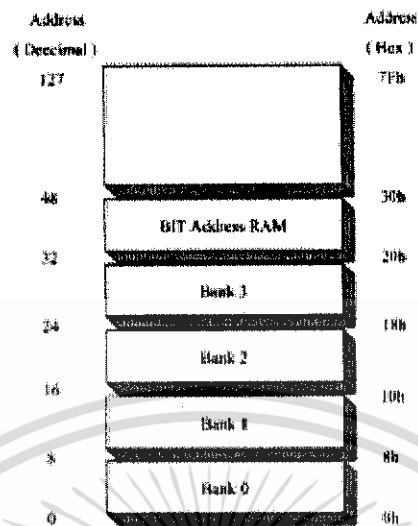
ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตัลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.7.2 หน่วยความจำ (Memory)

ไอซีในตระกูล MCS-51 แบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล

2.7.2.1 หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory) ของไอซีตระกูล MCS-51 สามารถอ้างได้ถึง 64 กิโลไบต์สำหรับ ไอซี AT89C2051 มีหน่วยความจำขนาด 2 กิโลไบต์ แบบภายใน (Internal Program Memory) ไม่สามารถต่อเพิ่มเติมจากภายนอกได้อีกและหน่วยความจำโปรแกรมภายในขนาด 2 กิโลไบต์ เป็นแบบแฟรสมเมโมรี่สามารถโปรแกรมได้ประมาณ 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



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) ดังตารางที่ 2.14

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 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CSH	M588								Address Range
00	04	0A	10	18	26	34	42	50	200H
01	05	0B	11	19	27	35	43	51	201H
02	06	0C	12	20	28	36	44	52	202H
03	07	0D	13	21	29	37	45	53	203H
04	08	0E	14	22	30	38	46	54	204H
05	09	0F	15	23	31	39	47	55	205H
06	0A	10	16	24	32	40	48	56	206H
07	0B	11	17	25	33	41	49	57	207H
08	0C	12	18	26	34	42	50	58	208H
09	0D	13	19	27	35	43	51	59	209H
0A	0E	14	20	28	36	44	52	60	210H
0B	0F	15	21	29	37	45	53	61	211H
0C	10	16	22	30	38	46	54	62	212H
0D	11	17	23	31	39	47	55	63	213H
0E	12	18	24	32	40	48	56	64	214H
0F	13	19	25	33	41	49	57	65	215H
10	14	20	26	34	42	50	58	66	216H
11	15	21	27	35	43	51	59	67	217H
12	16	22	28	36	44	52	60	68	218H
13	17	23	29	37	45	53	61	69	219H
14	18	24	30	38	46	54	62	70	220H
15	19	25	31	39	47	55	63	71	221H
16	1A	26	32	40	48	56	64	72	222H
17	1B	27	33	41	49	57	65	73	223H
18	1C	28	34	42	50	58	66	74	224H
19	1D	29	35	43	51	59	67	75	225H
1A	1E	2A	36	44	52	60	68	76	226H
1B	1F	2B	37	45	53	61	69	77	227H
1C	20	2C	38	46	54	62	70	78	228H
1D	21	2D	39	47	55	63	71	79	229H
1E	22	2E	40	48	56	64	72	80	230H
1F	23	2F	41	49	57	65	73	81	231H
20	24	30	42	50	58	66	74	82	232H
21	25	31	43	51	59	67	75	83	233H
22	26	32	44	52	60	68	76	84	234H
23	27	33	45	53	61	69	77	85	235H
24	28	34	46	54	62	70	78	86	236H
25	29	35	47	55	63	71	79	87	237H
26	2A	36	48	56	64	72	80	88	238H
27	2B	37	49	57	65	73	81	89	239H
28	2C	38	50	58	66	74	82	90	240H
29	2D	39	51	59	67	75	83	91	241H
2A	2E	3A	52	60	68	76	84	92	242H
2B	2F	3B	53	61	69	77	85	93	243H
2C	30	3C	54	62	70	78	86	94	244H
2D	31	3D	55	63	71	79	87	95	245H
2E	32	3E	56	64	72	80	88	96	246H
2F	33	3F	57	65	73	81	89	97	247H
30	34	40	58	66	74	82	90	98	248H
31	35	41	59	67	75	83	91	99	249H
32	36	42	60	68	76	84	92	100	250H
33	37	43	61	69	77	85	93	101	251H
34	38	44	62	70	78	86	94	102	252H
35	39	45	63	71	79	87	95	103	253H
36	3A	46	64	72	80	88	96	104	254H
37	3B	47	65	73	81	89	97	105	255H

รูปที่ 2-21 หน่วยความจำภายในบริเวณที่อ้างถึงแบบบิตได้

3) 30H-7FH เป็นส่วนของหน่วยความจำข้อมูลที่อ้างในลักษณะไบต์เท่านั้นสามารถนำไปใช้งานได้โดยอิสระ

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์เฉพาะหรือ รีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register) ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะอยู่ในหน่วยความจำตำแหน่งแอดเดรสที่ 80H-FFH ซึ่งสามารถจะเรียกใช้ชื่อของรีจิสเตอร์ได้โดยตรง หรืออาจจะเรียกชื่อตามตำแหน่งแอดเดรสก็ได้ รีจิสเตอร์เฉพาะจะประกอบด้วย

Byte Address	Bit Address	
FFH		
FDH	FD7H, FD6H, FD5H, FD4H, FD3H, FD2H, FD1H, FD0H	B
EDH	ED7H, ED6H, ED5H, ED4H, ED3H, ED2H, ED1H, ED0H	ACC
CDH	CP, AC, P, MRES, MIO, OP, ES, P	PCON
BDH	BD7H, BD6H, BD5H, BD4H, BD3H, BD2H, BD1H, BD0H	IP
ADH	AD7H, AD6H, AD5H, AD4H, AD3H, AD2H, AD1H, AD0H	PSW
8FH	FA, FDF, FDE, FEB, E7A, E71, E70, E60	IE
8EH	AEH, AEH, ACH, ACH, ACH, ACH, ACH, ACH, ACH, ACH	IE
8DH	ADH, ADH, ADH, ADH, ADH, ADH, ADH, ADH	IE
8CH	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในขณะนี้	
8BH	8B7H, 8B6H, 8B5H, 8B4H, 8B3H, 8B2H, 8B1H, 8B0H	SCON
8AH	8A7H, 8A6H, 8A5H, 8A4H, 8A3H, 8A2H, 8A1H, 8A0H	PI
89H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในขณะนี้	
88H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในขณะนี้	
87H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในขณะนี้	
86H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในขณะนี้	
85H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในขณะนี้	
84H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในขณะนี้	
83H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในขณะนี้	
82H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในขณะนี้	
81H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในขณะนี้	
80H	807H, 806H, 805H, 804H, 803H, 802H, 801H, 800H	TCON
		PCON
		COM
		CP
		SP
		PC

Special Function Registers

รูปที่ 2-22 การจัดหน่วยความจำและตำแหน่งของรีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register)

2.7.3 พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งหมดในตระกูล **MCS-51** เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีวงจรสื่อสารแบบฟูลดูเพล็กซ์ คือมีการเชื่อมโยงข้อมูลในลักษณะสองทิศทางได้ในเวลาเดียวกัน ทำให้รับและส่งข้อมูลได้พร้อมกัน โดยวงจรสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ **MCS-51** นี้เป็นแบบอะซิงโครนัส ซึ่งตัวรับส่งข้อมูลชนิดอะซิงโครนัส จะมีบัฟเฟอร์สำหรับข้อมูลเป็นพิเศษ เพื่อเพิ่มความเร็วในการสื่อสารพอร์ตชนิดอนุกรมนี้สามารถเลือกโปรแกรมเพื่อเลือกใช้การทำงานแบบใดแบบหนึ่งใน 4 แบบ ด้วยการใส่โปรแกรมควบคุมอัตราการส่งข้อมูลและรูปแบบของข้อมูล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2.8 RS-232C

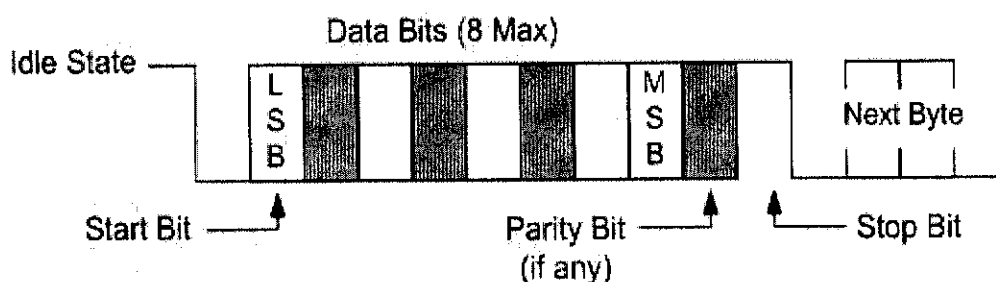
ในปี ค.ศ. 1969 สมาคมผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (Electronic Industries Association: EIA) ได้กำหนดตามมาตรฐานอุปกรณ์สื่อสารแบบอนุกรม ภายใต้ชื่อว่า พอร์ต RS-232C โดยตัวอักษร RS ย่อมาจาก Recommended Standard และส่วน 232 จะเป็นหมายเลขบ่งบอกของมาตรฐานตัวนี้ตัวอักษร C คือหมายเลขของฉบับสุดท้ายของมาตรฐาน จุดประสงค์ของมาตรฐานตัวนี้ก็เพื่อบรรยายคุณลักษณะของการเชื่อมต่ออุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง (Data Terminal Equipment: DTE) กับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data Communication Equipment: DCE) สำหรับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ DTE หมายถึงตัวคอมพิวเตอร์ และ DCE หมายถึงโมเด็ม 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

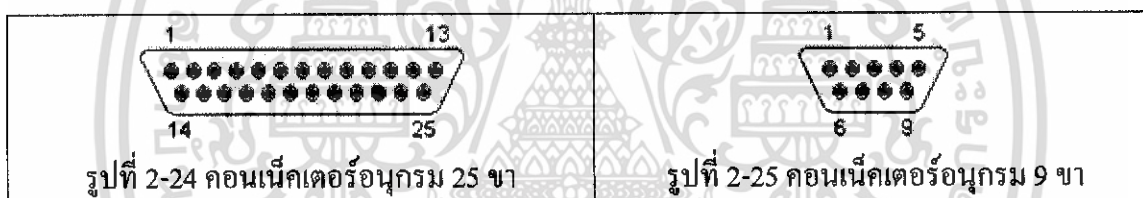
- บิตเริ่มต้น (Start Bit) ใส่ที่จุดเริ่มต้นเพื่อบอกฝ่ายรับข้อมูลว่าข้อมูลกำลังจะมาถึง
- บิตข้อมูล (Data Character) การส่งบิตข้อมูลจะส่งเป็นกลุ่มมีขนาดโดยทั่วไปเป็น 7 หรือ 8 บิต
- บิตพาริตี (Parity Bit) ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ส่ง
- บิตจบ (Stop Bit) เป็นบิตที่ส่งมาปิดท้ายข้อมูล



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 เช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 ซึ่งหัวต่อทั้ง 2 ชนิดนี้จะมีลักษณะการทำงานของสัญญาณเหมือนกัน แต่การจัดเรียงไม่เหมือนกัน โดยสามารถแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาได้ดังรูปที่ 2-24 และ 2-25



รูปที่ 2-24 คอนเน็กเตอร์อนุกรม 25 ขา

รูปที่ 2-25 คอนเน็กเตอร์อนุกรม 9 ขา

ตารางที่ 2.16 การจัดขาคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน 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 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

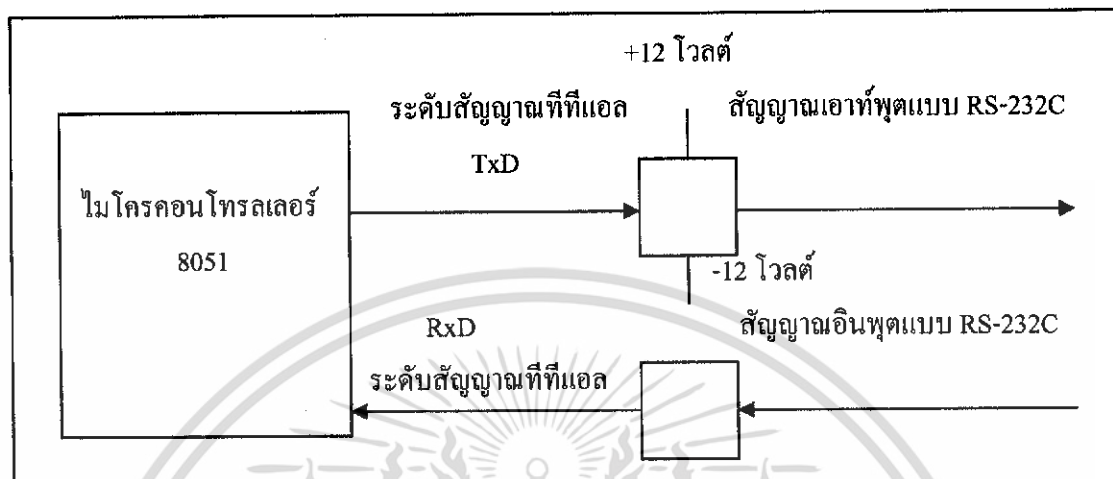
สำหรับรายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232C มีดังนี้

1. Data Carrier Detect: DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect: CD ขานี้จะแอกทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก
2. Received Data: RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลทีอ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์
3. Transmitted Data: TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป
4. Data Terminal Ready: DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง
5. Signal Ground: GND ขากราวด์ของระบบ
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 ใช้เมื่อมีการเชื่อมต่อกับ โมเด็ม

2.8.3 การเชื่อมต่อมาตรฐาน RS-232C

ในเชื่อมต่ออนุกรมเข้ากับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ มักจะกำหนดในการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-232C เพื่อให้มีการใช้งานเส้นสัญญาณหรือรูปแบบของตัวเชื่อมต่อที่สอดคล้องกัน จะได้ลดปัญหาการเข้ากันไม่ได้ระหว่างสัญญาณของอุปกรณ์ที่มาเชื่อมต่อทั้งสองด้าน เนื่องจากระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ และการแทนความหมายของระดับลอจิกตามมาตรฐานนี้แตกต่างกันไปจากที่ใช้งานกันในระบบดิจิทัลทั่วไป 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

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



รูปที่ 2-26 การเปลี่ยนแปลงสัญญาณทีทีแอล(TTL)

2.9 โปรแกรมมิงวิชวลเบสิกคอบเน็ต

Visual Basic.NET หรือ VB.NET เป็นเครื่องมือที่ใช้พัฒนาโปรแกรมแบบ Visual Programming (Visual Programming เป็นวิธีการเขียนโปรแกรมที่มีเครื่องมือช่วยพัฒนาโปรแกรมได้ง่าย โดยโปรแกรมที่สร้างจะมีลักษณะเหมือนตอนออกแบบหน้าจอ วิธีการพัฒนาโปรแกรมก็ง่าย เพียงแค่ออกแบบหน้าจอที่ต้องการ, กำหนดคุณสมบัติและเขียนโค้ดกำกับเท่านั้น ซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว) บนวินโดวส์ซึ่งได้รับการพัฒนามาจากภาษา BASIC (Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code) ซึ่งเป็นภาษาโปรแกรมที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายสำหรับผู้เริ่มต้นหัดเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เนื่องจากภาษาเบสิกเป็นภาษาโปรแกรมที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย

VB.NET เป็นเวอร์ชันล่าสุดของ Visual Basic ที่บริษัทไมโครซอฟท์ได้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง 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)

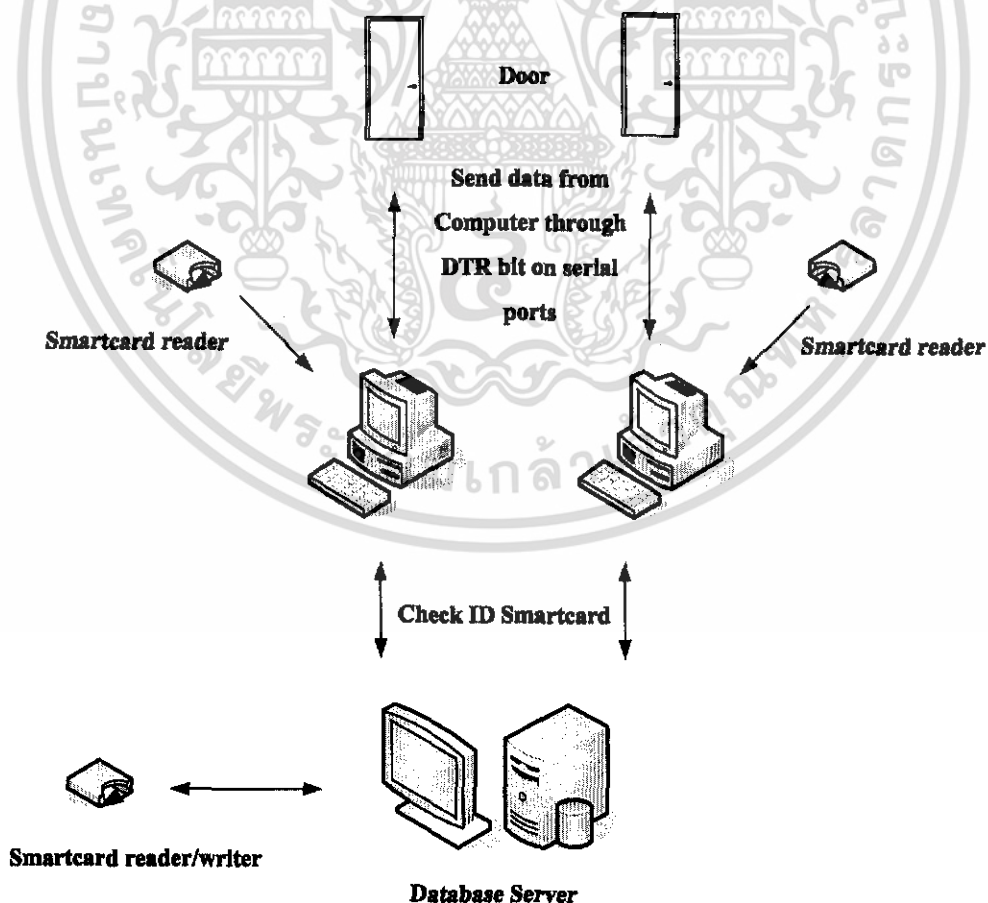
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

ในโครงการการควบคุมการผ่านเข้าออกโดยใช้สมาร์ทการ์ดนี้ จะมีส่วนประกอบหลักๆที่สำคัญคือ เครื่องอ่าน-เขียนสมาร์ทการ์ด ซึ่งควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ติดต่อกับพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ และจะมีการควบคุมการเปิดปิดประตูโดยประมวลผลจากคอมพิวเตอร์ส่งคำสั่งผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์ ทางด้านฝั่งเซิร์ฟเวอร์หรือผู้ดูแลระบบกำหนดได้ว่าจะให้ใครมีสิทธิ์สามารถให้ใครเข้าออกเวลาไหน และสามารถเข้ามาตรวจสอบข้อมูลการเข้าออกได้จากคอมพิวเตอร์

3.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 3-1 ภาพรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

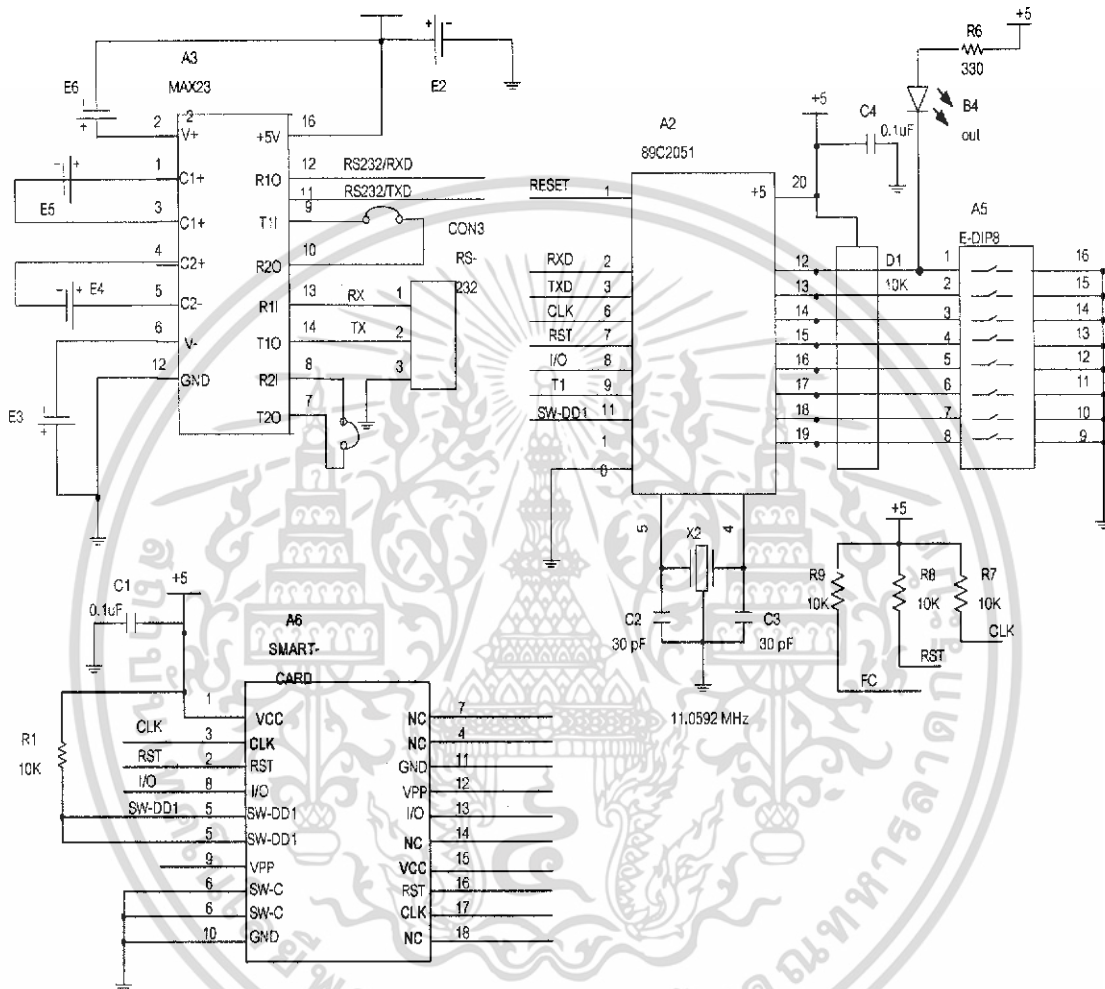
นักเรียนทุกคนจะมีบัตรสมาร์ทการ์ดเป็นบัตรประจำตัว และที่ประตูทางเข้า-ออก จะติดตั้งเครื่องอ่านข้อมูลบัตรสมาร์ทการ์ด เมื่อนักเรียนคนใดต้องการผ่านเข้า-ออกประตูจะต้องทำการรูดบัตรสมาร์ทการ์ด จากนั้นข้อมูลจากบัตรก็จะถูกตรวจสอบและส่งไปยังฐานข้อมูลผ่าน โปรแกรมที่ติดตั้งอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลต่างๆลงในฐานข้อมูล เมื่อการตรวจสอบถูกต้องคอมพิวเตอร์จะจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อมาส่งตัวรีเลย์ซึ่งเสมือนเป็นสวิทซ์ทำให้เปิดประตูได้ นอกจากนี้ระบบยังสามารถนำข้อมูลที่เก็บมาประมวลผลเพื่อตรวจดูประวัติการเข้า-ออกของนักเรียนแต่ละคนในเวลาต่างๆได้อีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์

3.2.1 วงจรภายในเครื่องอ่านเขียนบัตรสมาร์ทการ์ด

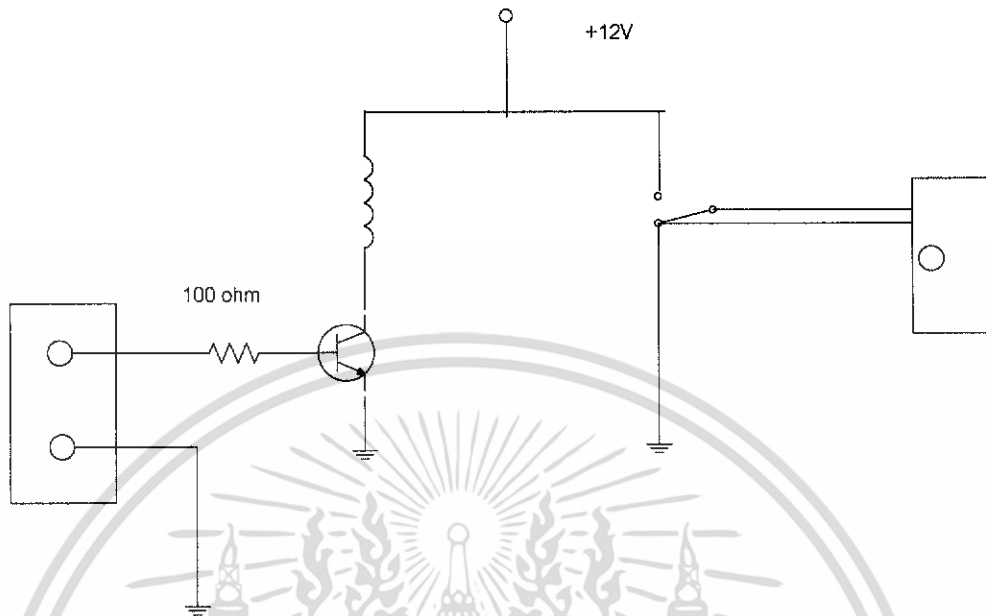


รูปที่ 3-2 วงจรภายในของเครื่องอ่าน-เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การทำงานของวงจร รีเลย์

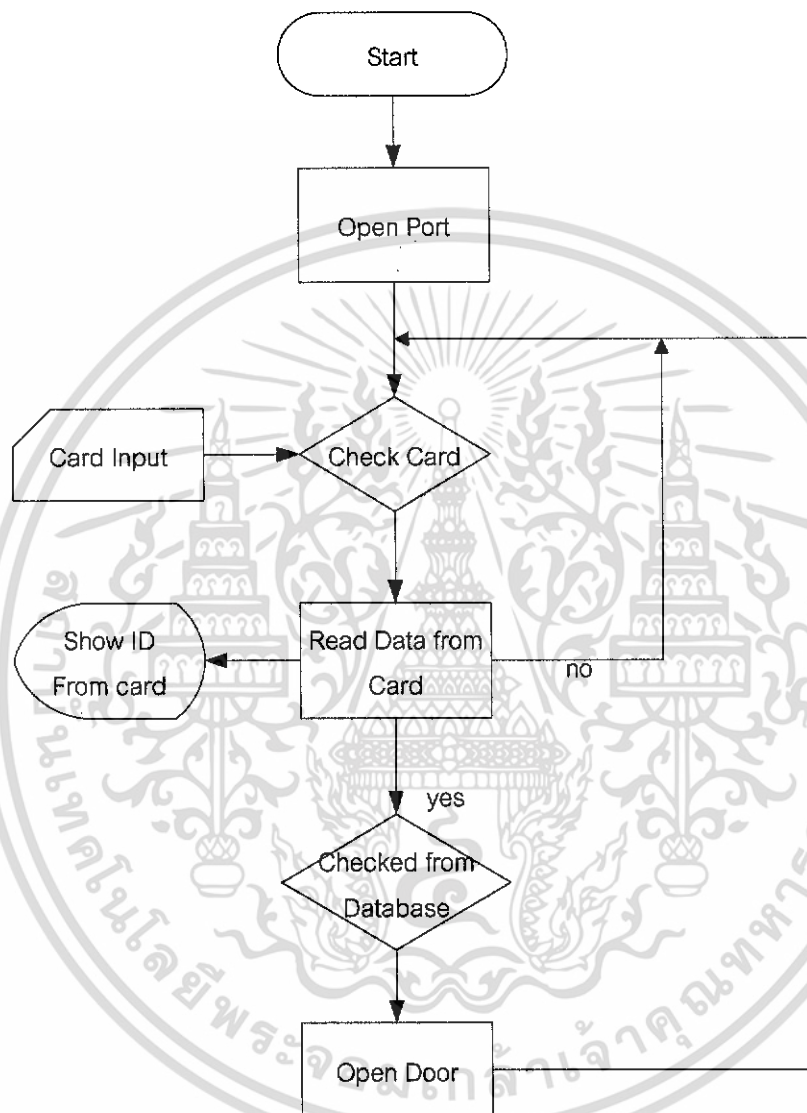


รูปที่ 3-3 วงจรรีเลย์

รีเลย์เป็น สวิตช์ อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ สัญญาณจาก พอร์ต อนุกรม โดยจะใช้ขาดีทีอาร์ ซึ่งเป็น ขา4 และ กราวนด์ ขา5 ผ่าน ทรานซิสเตอร์ BC547 เพื่อ ขยายสัญญาณ ทางขาบี ไปยัง รีเลย์ เมื่อ พอร์ตอนุกรม ส่งสัญญาณมาทางขา 4 จะทำให้มี ศักย์ไฟฟ้า ทำให้ รีเลย์สวิตช์ ทำงาน โดยจะ จ่ายไฟ +12 โวลต์ ไปยังประตุมแม่เหล็กเพื่อ ปลดกลอน

3.3 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

3.3.1 โปรแกรมการเปิดประตู

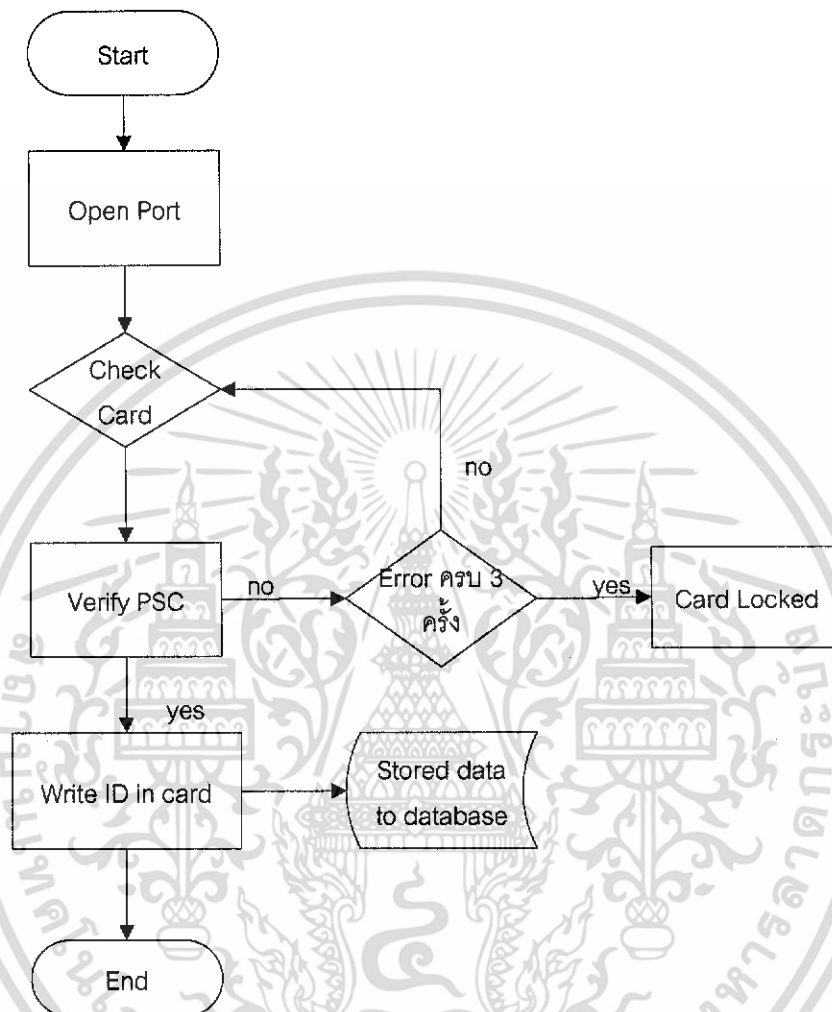


รูปที่ 3-4 โฟลว์ชาร์ทแสดงโปรแกรมการเปิดประตู

เมื่อเริ่มระบบการทำงาน ผู้ดูแลระบบจะ ต้องสั่งให้เปิดพอร์ทและเริ่มระบบการควบคุมผ่านเข้าออก โดยระบบจะตรวจสอบว่ามีบัตรอยู่ในช่องเสียบบัตรหรือไม่ทุกๆ 0.8 วินาที เมื่อมีบัตรเข้ามาในช่องเสียบบัตรจะอ่านข้อมูลจากบัตรในแอดเดรสที่ 22และนำมาแสดงบนส่วนติดต่อผู้ใช้งานนั้นจะนำไปตรวจสอบจากฐานข้อมูลว่ามีผู้ใช้หรือไม่ ถ้ามีก็ทำการเปิดประตูโดยส่งบิตดีที่อาร์มายังรีเลย์สวิตซ์ทำให้ประตูเปิด และทำการเก็บข้อมูลผู้ใช้งานบนฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 โปรแกรมการเขียนข้อมูลลงบัตรสมาร์ทการ์ด



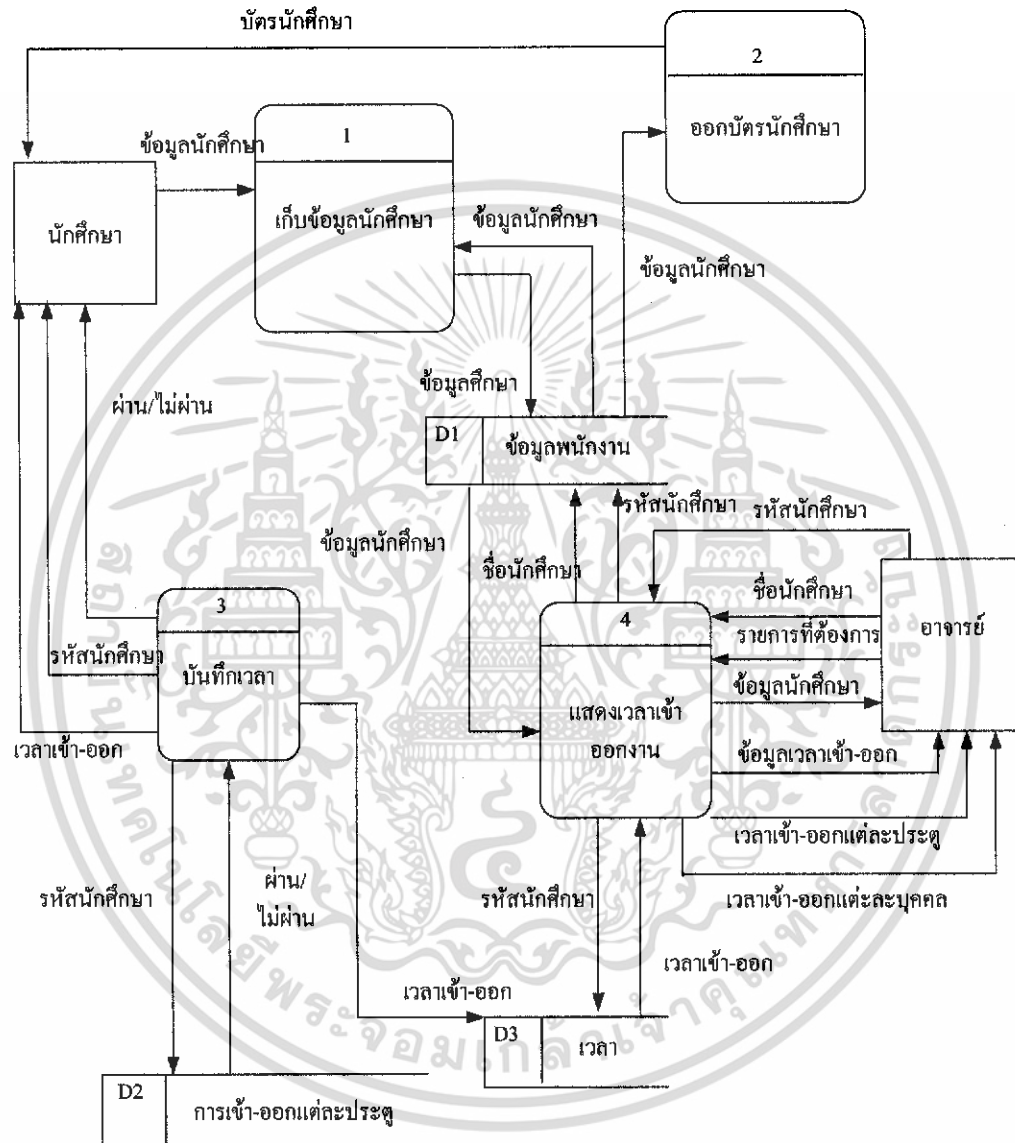
รูปที่ 3-5 โฟลว์ชาร์ตแสดงโปรแกรมการเขียนข้อมูลลงบัตรสมาร์ทการ์ด

เมื่อจ่ายไฟให้ระบบแล้วจะทำการเปิดพอร์ตจากโปรแกรม จากนั้นทำการตรวจสอบว่ามีบัตรในช่องเสียบบัตร หรือไม่ ถ้ามีจะต้องทำการใส่ค่า Programmable Security Code (PSC) ที่มีขนาด 3 ไบต์ โดยจะต้องทำการตรวจสอบ Verify PSC ก่อนกา เขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ดเสมอและ ค่า PSC จะสามารถใส่ได้เพียง 3 ครั้งถ้าผิดครบ 3 ครั้ง จะทำการล๊อค ทำให้ไม่สามารถใช้งานบัตรใบนั้นได้อีกต่อไป โดยจะเก็บค่า Error ใน Error Counter (EC) เสร็จแล้วก็จะทำการ เขียนข้อมูลลงบนบัตร โดยมีรูปแบบ เป็นตัวเลข 6 ตัว ตามที่ผู้ดูแลระบบกำหนดให้และทำการเขียนข้อมูลลงบนบัตรและ เก็บข้อมูลลงบนฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

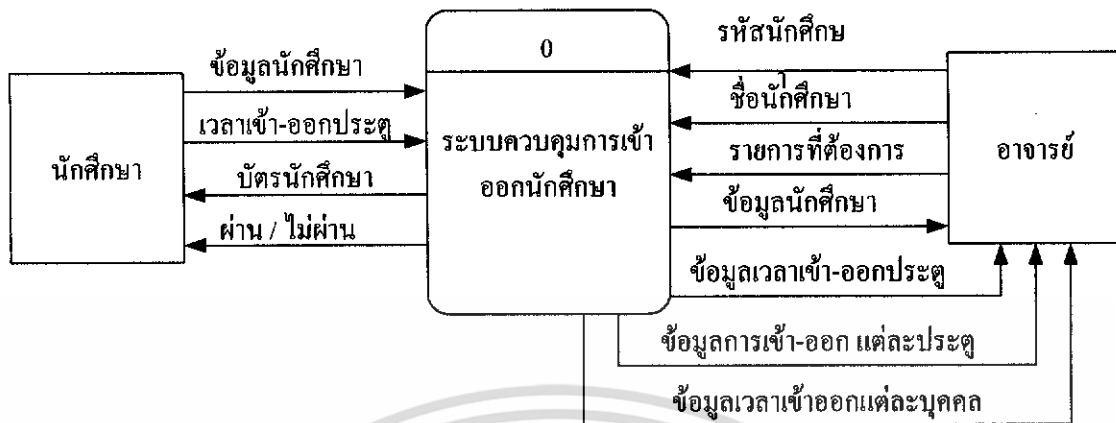
3.3.3 Dataflow diagram

สำหรับภาพรวมของระบบควบคุมการผ่านเข้า-ออกผ่านบัตรสมาร์ทการ์ด แสดงได้ดังรูป



รูปที่ 3-6 ภาพรวมของโปรแกรมควบคุมการผ่านเข้า-ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-7 context diagram

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

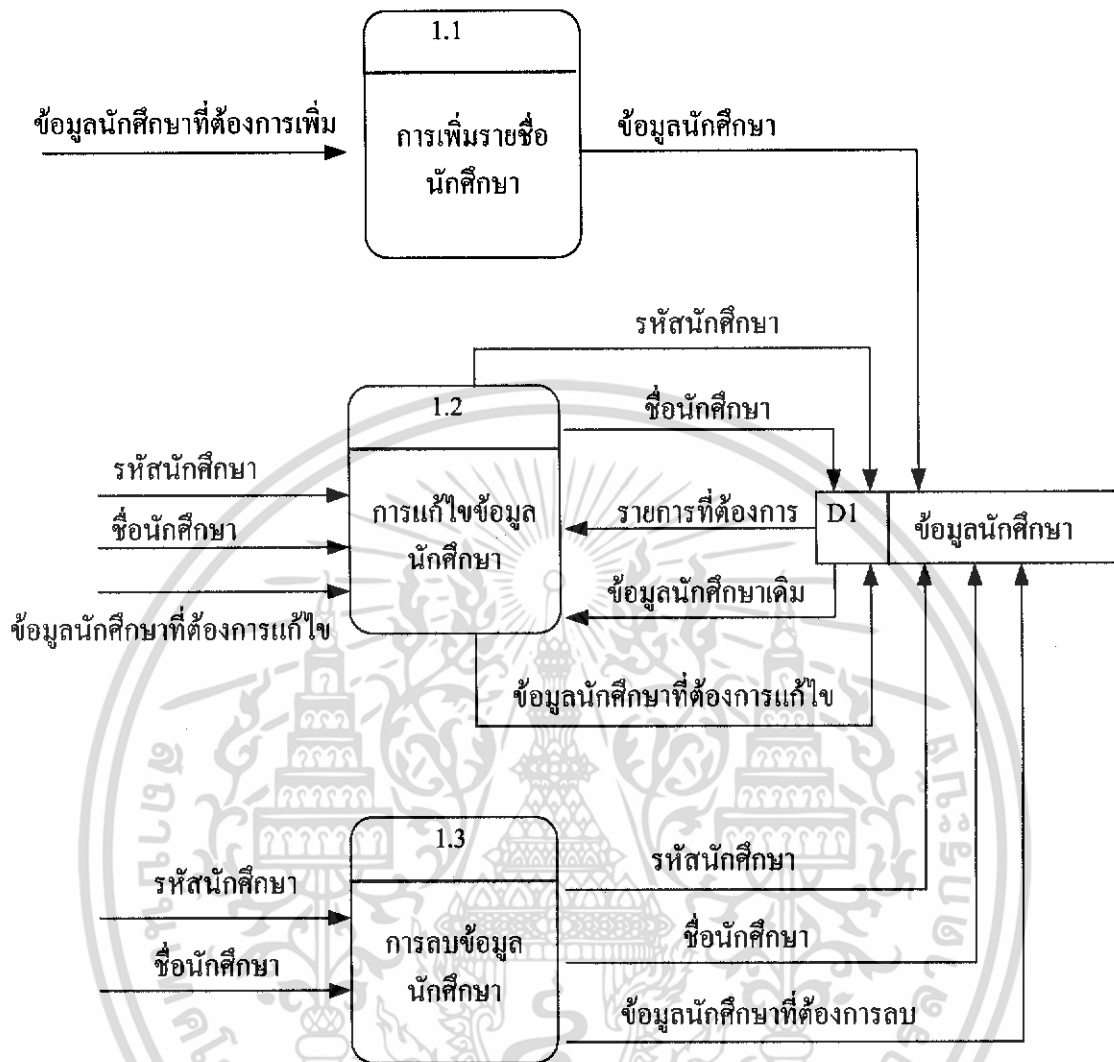
3.3.3.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลนักศึกษา



รูปที่ 3-8 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลนักศึกษา

โดยรูปที่ 3-8 จะแสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลนักศึกษาโดยนักศึกษาจะเป็นผู้ให้ข้อมูลแก่ระบบ โดยที่ระบบจะนำข้อมูลที่ได้เก็บลงฐานข้อมูลนักศึกษา การเก็บข้อมูลนักศึกษานั้นสามารถแบ่งได้เป็นอีก 3 ขั้นตอนย่อยๆ ดังรูป

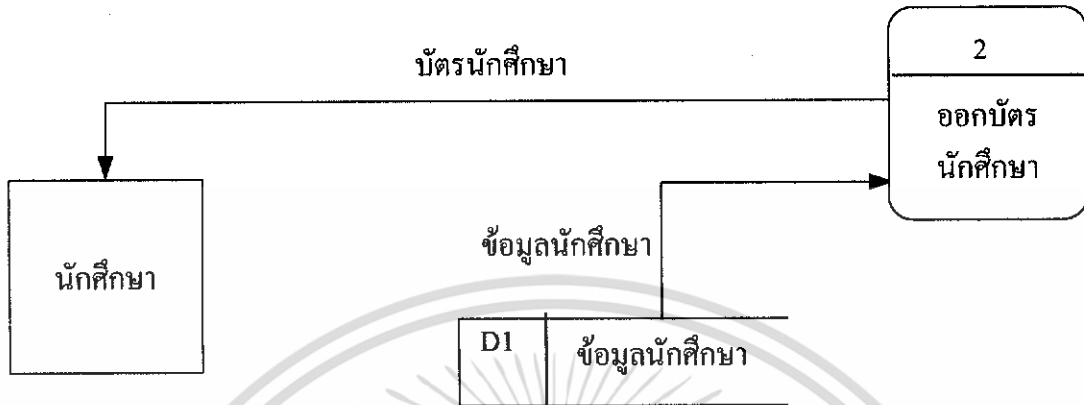
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-9 ขั้นตอนย่อยของการเก็บข้อมูลนักศึกษา

จากรูปจะเห็นว่าข้อมูลย่อยของการเก็บข้อมูลพนักงาน คือ การเพิ่มรายชื่อนักศึกษา และการแก้ไขข้อมูลนักศึกษา การลบข้อมูลนักศึกษา

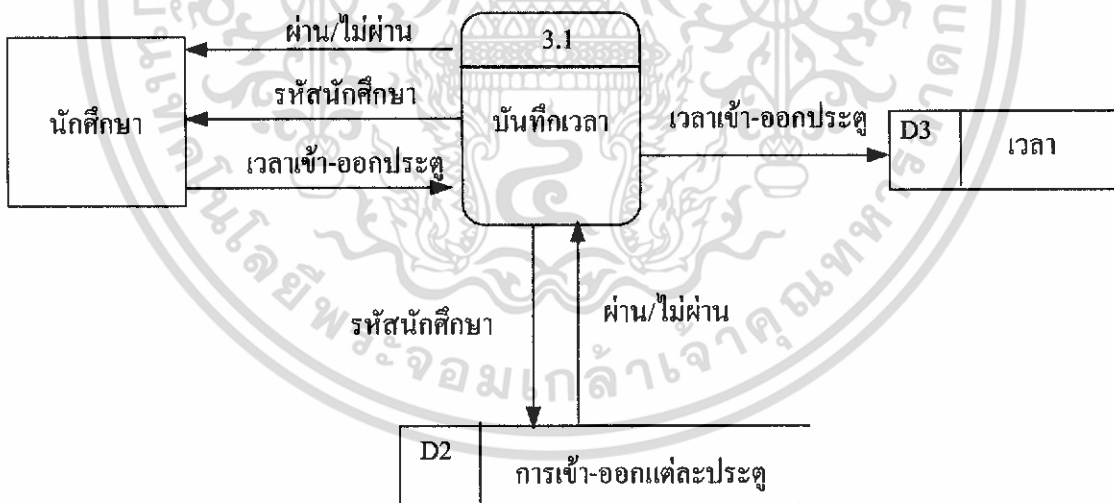
3.3.3.2 ขั้นตอนการออกบัตรนักศึกษา



รูปที่ 3-10 การออกบัตรนักศึกษา

ในการออกบัตรนักศึกษา ระบบจะนำข้อมูลจากฐานข้อมูลนักศึกษามาออกบัตรนักศึกษา

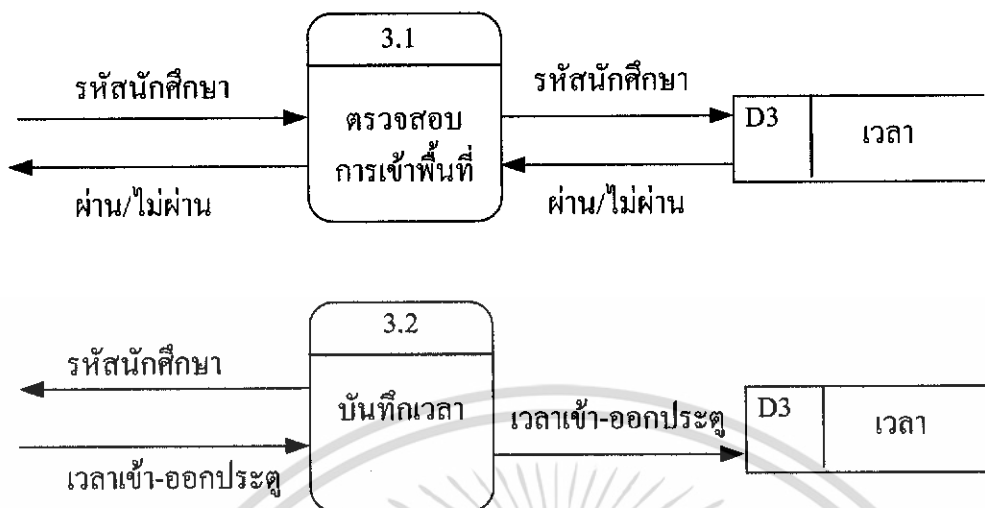
3.3.3.3 ขั้นตอนบันทึกเวลาการเข้า-ออกแต่ละประตู



รูปที่ 3-11 ขั้นตอนการบันทึกเวลา

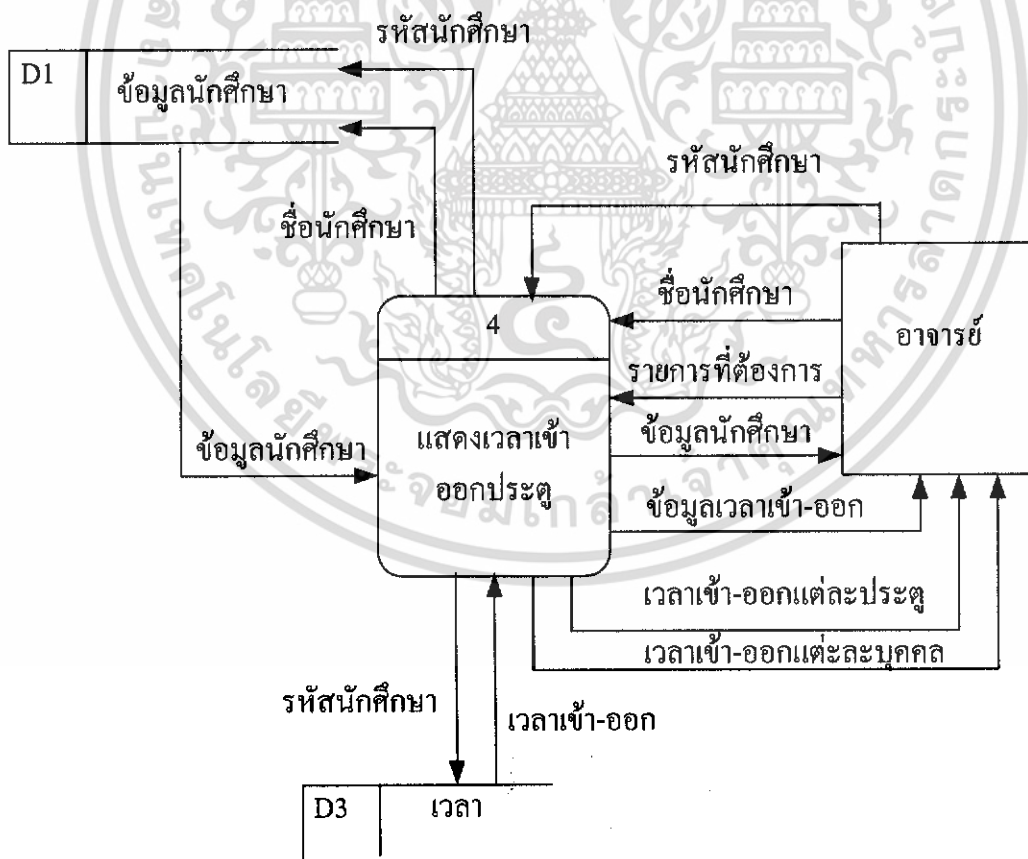
จากรูปจะแสดงขั้นตอนการบันทึกเวลาของนักศึกษา โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อย ดังรูปที่ 3-11 คือ จะมีการตรวจสอบสิทธิในการเข้าพื้นที่ก่อน หลังจากนั้นก็จะมีการบันทึกเวลาลงฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-12 ขั้นตอนย่อยของการบันทึกเวลา

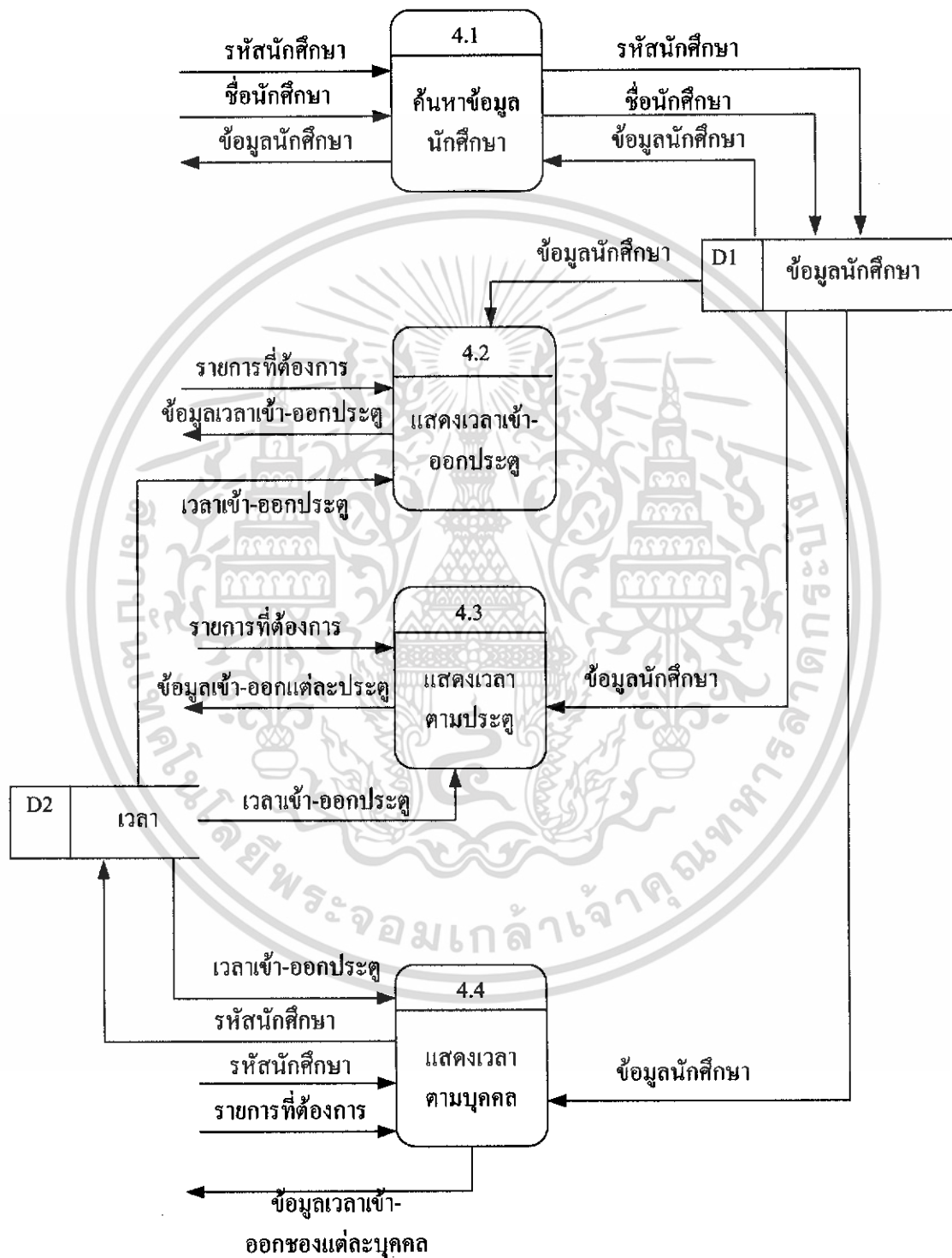
3.3.3.4 ขั้นตอนแสดงเวลาเข้า-ออกประตู



รูปที่ 3-13 ขั้นตอนแสดงเวลาเข้าออกประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

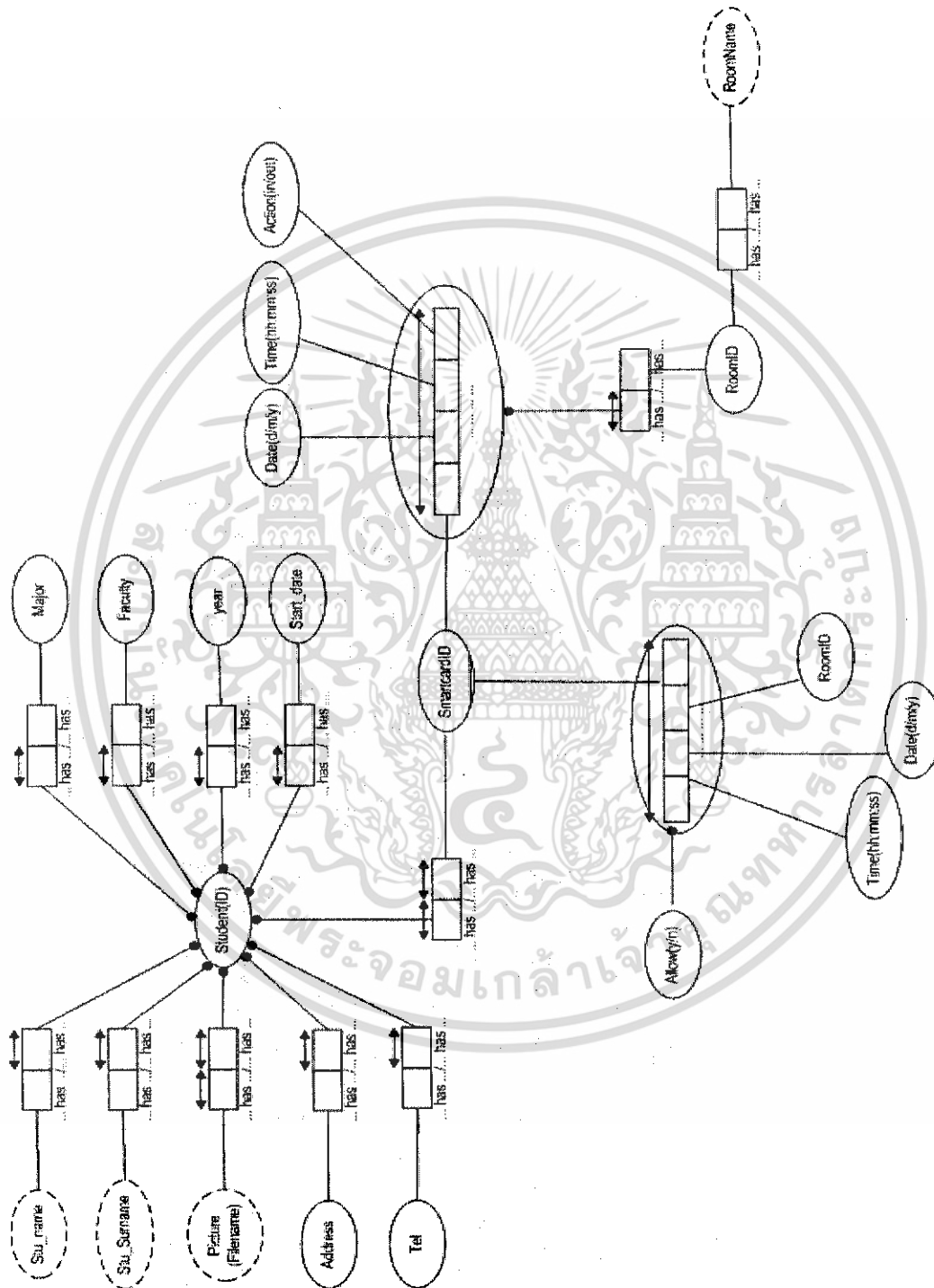


รูปที่ 3-14 ขั้นตอนย่อยของการแสดงเวลาเข้า-ออกงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การออกแบบฐานข้อมูล

3.3.4.1 niam-model

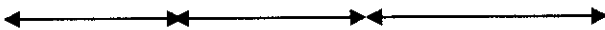


รูปที่ 3-15 ฐานข้อมูลของระบบ (NIAM-MODEL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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)	รหัสบัตรสมาร์ทการ์ด
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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตารางกำหนดสิทธิในการเข้าออก

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

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

ตารางที่ 3.4 ตารางเก็บข้อมูลห้อง

RoomID	RoomName
--------	----------

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

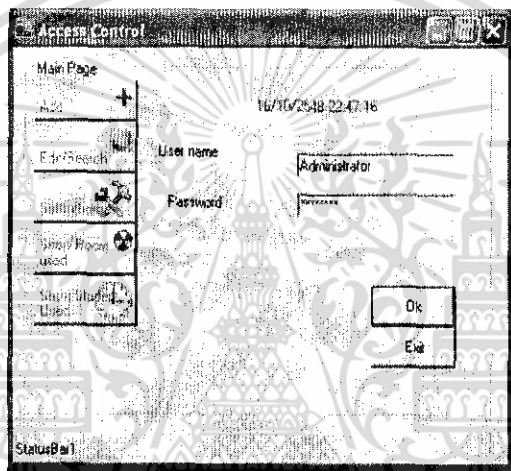
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองในส่วนของโปรแกรมการบันทึกและอ่านข้อมูลจากบัตรสมาชิกการ์ด

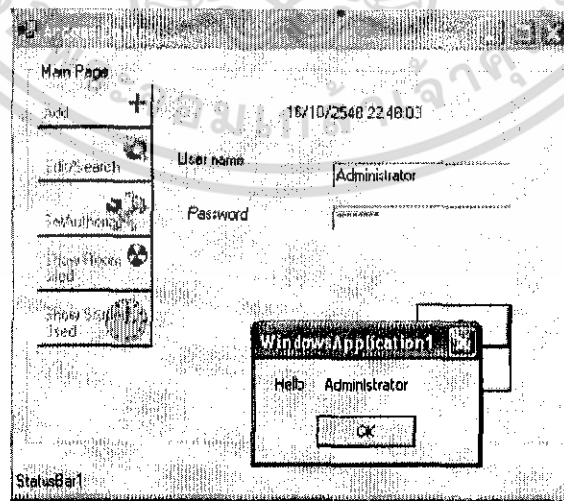
4.1.1 การเริ่มต้นการทำงาน

- การเริ่มต้นการทำงานจะเข้าสู่หน้าจอหลักเพื่อล็อกอิน โดยจะมีช่องให้ใส่ชื่อผู้ใช้ (username) กับ พาสเวิร์ด



รูปที่ 4-1 หน้าจอหลักเพื่อล็อกอิน

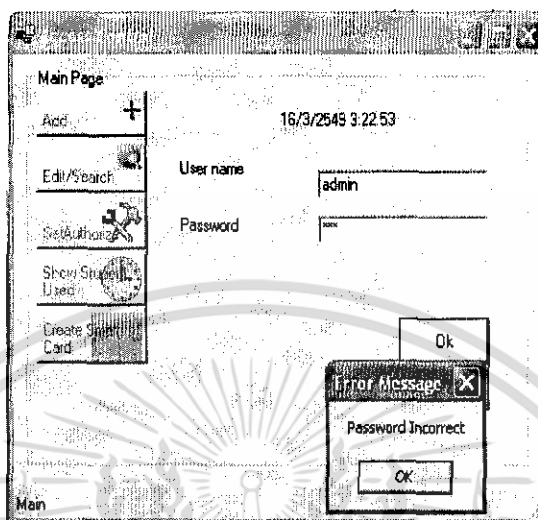
- เมื่อเราทำการล็อกอินถูกต้องจะมีข้อความทักทาย



รูปที่ 4-2 การขึ้นข้อความทักทายเมื่อทำการล็อกอินเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้าใส่พาสเวิร์ดผิดจะขึ้นข้อความว่าพาสเวิร์ดผิด



รูปที่ 4-3 การขึ้นข้อความบอกว่าพาสเวิร์ดผิด

- เมื่อเราใส่พาสเวิร์ดถูกต้องเมนูทางด้านซ้ายจะเปลี่ยนสีตัวอักษรเป็นสีดำ และสามารถทำการคลิกเลือกเมนูได้

4.1.2 การเพิ่มข้อมูล

- เมื่อเราต้องการเพิ่มข้อมูลให้เลือกใช้คำสั่ง ADD ทางเมนูด้านซ้ายมือจะขึ้นหน้าจอให้เรากรอกรายละเอียดต่างเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวในส่วนของหน้า StudentInfo

- ในหน้านี้ส่วนของ ID จะไม่ต้องกรอกเพราะว่าทางระบบจะรันอัตโนมัติโดยจะกำหนดเป็นตัวเลขหกหลัก และเราจะนำค่าไอดีนี้ไป create สมาร์ทการ์ดต่อไป

The screenshot shows a window titled "Access Control" with a "Group" menu and an "Exit" button. The "Authority" tab is selected, displaying the following fields:

Student Information	
ID	00001
Name	Paerakit
Surname	Somsuk
Stuent ID	45010596
Faculty	Engineer
Major	Information technology
Year	4
Personal Information	
Address	92/1 Krungthonburi Klongsan banglampoolang 10600 Bkk Thailand
Birthdate	23/08/84
Tel	06-733-2341
Tel2	02-458-7894

At the bottom, there are "OK", "Cancel", and "Edit" buttons. A small image of a person's face is visible on the right side of the form.

รูปที่ 4-4 หน้าจอในการกรอกข้อมูลส่วนตัวของนักศึกษา

-เมื่อเลือกเข้าหน้าต่าง Authority จะเป็นการกำหนดสิทธิเริ่มต้นในการผ่านเข้า-ออกของนักศึกษาโดยจะให้กำหนดสิทธิในการเข้าออกได้ทั้งในวันธรรมดาและวันเสาร์อาทิตย์

The screenshot shows the same "Access Control" window, but with the "Authority" tab selected. The "Database" section is visible, containing the following fields:

Database	
StudentInfo Authority	
WeekDay	to
Weekend	to
Adviser name	
Group	
Status	
Last Used	

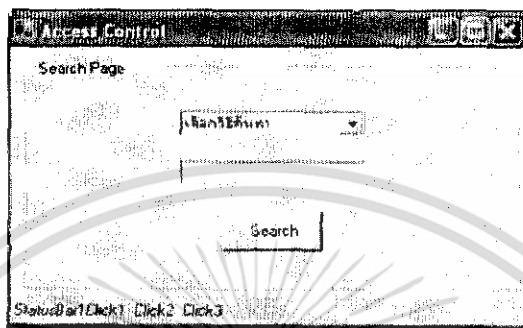
At the bottom, there are "Save", "Cancel", and "Add Picture" buttons.

รูปที่ 4-5 หน้าจอในการกำหนดสิทธิในการผ่านเข้า-ออกพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกิจการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

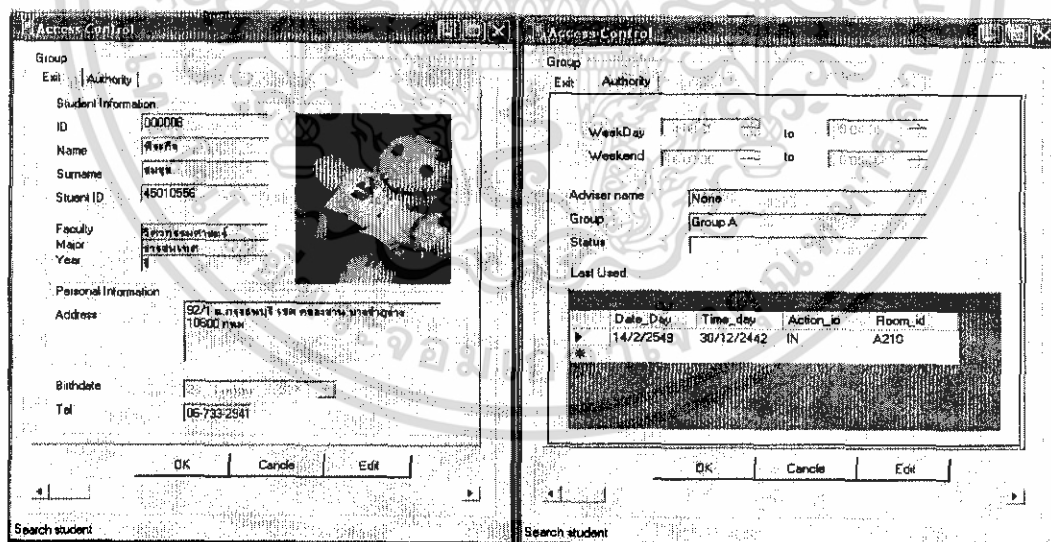
4.1.3 การแก้ไขและค้นหาข้อมูล

-เมื่อเราต้องการแก้ไขและค้นหาข้อมูลให้เลือกเมนู edit/search โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกให้ทำการค้นหาได้จาก ชื่อนักศึกษา, รหัสบัตรสมาร์ตการ์ดหรือ รหัสนักศึกษา



รูปที่ 4-6 หน้าจอในการค้นหา

-เมื่อเราต้องการแก้ไขข้อมูลของนักศึกษา ที่มีรหัสบัตรสมาร์ตการ์ดเป็น 00001 เราเลือกการค้นหาโดยรหัสบัตรการ์ด โปรแกรมจะเรียกข้อมูลมาจากนั้นเราจะสามารถทำการแก้ไขได้



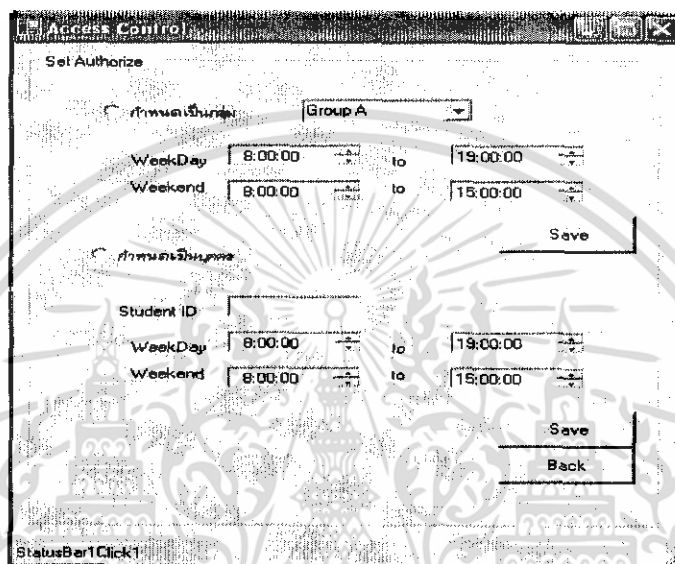
รูปที่ 4-7 หน้าจอในการค้นหาข้อมูลที่มีรหัสบัตรการ์ดเป็น 00008

-ซึ่งในหน้าจอนี้จะมีข้อมูลที่ไม่สามารถแก้ไขได้คือ Last Used ซึ่งจะ แสดงวันและเวลาในการเข้า ห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การกำหนดค่าการผ่านเข้าออก

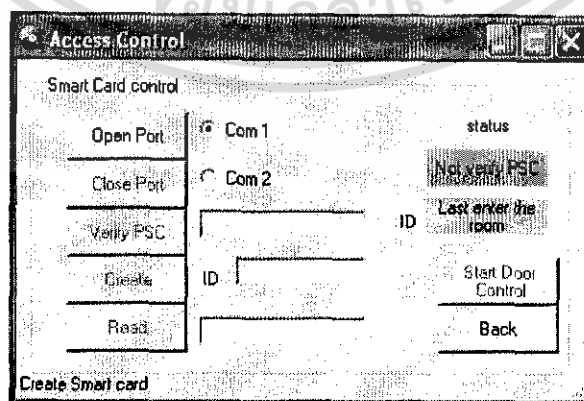
- ในการกำหนดค่าการผ่านเข้าออกทำได้โดยเลือกเมนู Set Authorize โดยจะเป็นการกำหนดช่วงเวลาในการเข้าใช้งานเป็นกลุ่มหรือเป็นบุคคลได้และจะแยกเก็บ เป็นวันทำงาน กับ วันหยุด



รูปที่ 4-8 หน้าจอการกำหนดสิทธิ์ในการผ่านเข้าออก

4.1.5 การสร้างบัตรสมาร์ทการ์ด

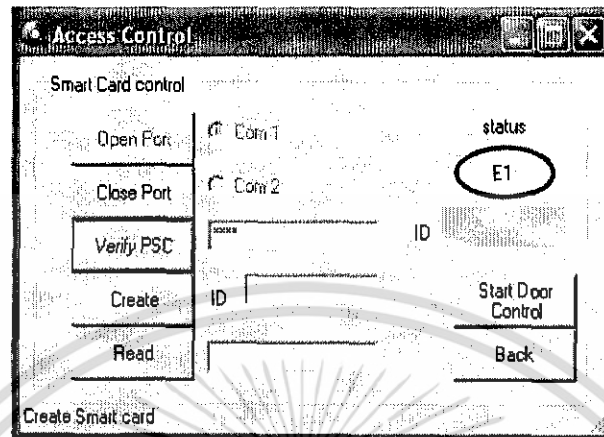
- เราสามารถเข้าสู่การทำงานนี้โดยเลือกเมนู Create Smartcard ในหน้าแรก
- จากนั้นเราจะทำการเลือกพอร์ตที่จะใช้เสียบ serial port และทำการเปิดพอร์ต



รูปที่ 4-9 เปิดพอร์ต ที่เสียบ serial port

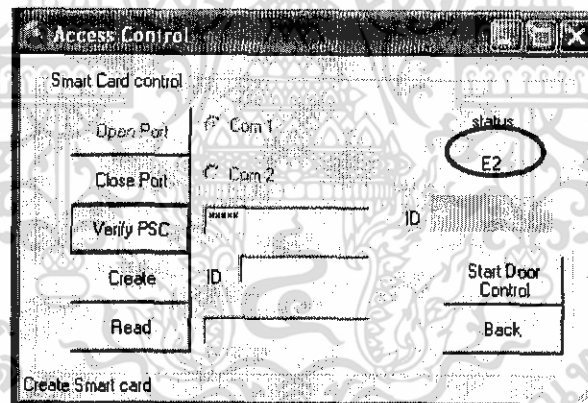
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จากนั้นเราต้องใส่ค่า psc จะใส่ได้โดยผิดได้ 3 ครั้ง ถ้ามากกว่านี้บัตรจะถูกไล่ออก



รูปที่ 4-10 ทำการ verify PSC ผิดได้ 3 ครั้ง (ครั้งที่ 1)

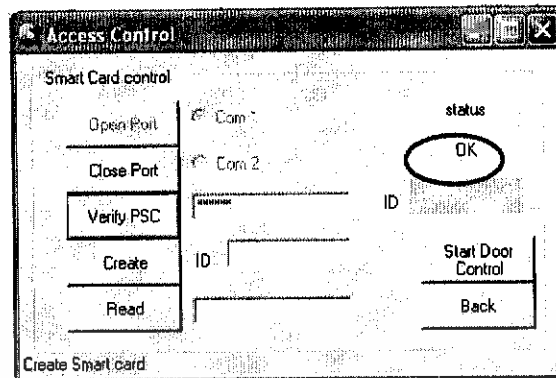
- รูปที่ 4-10 ทำการ verify PSC ผิดครั้งที่หนึ่งจะขึ้นข้อความสถานะเป็น E1



รูปที่ 4-11 ทำการ verify PSC ผิด ครั้งที่สอง

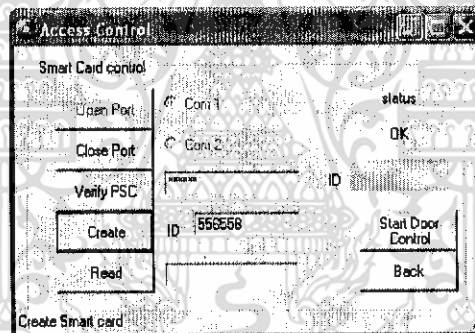
- รูปที่ 4-11 ทำการ verify PSC ผิดครั้งที่หนึ่งจะขึ้นข้อความสถานะเป็น E1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



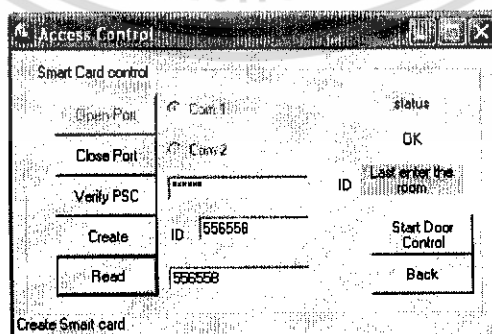
รูปที่ 4-12 Verify PSC ถูกต้อง

- เมื่อเราใส่ค่า PSC ถูกต้อง จะขึ้นสถานะ o.k. เราจะนำค่าไอดีที่ได้จากการที่เราเพิ่มข้อมูล นักศึกษามาทำการ create บัตรขึ้นมา



รูปที่ 4-13 สามารถ Create บัตรได้

- เมื่อเราค่านข้อมูลในบัตรสมาร์ทการ์ดจะพบว่ามีค่าเดียวกับที่เรา create



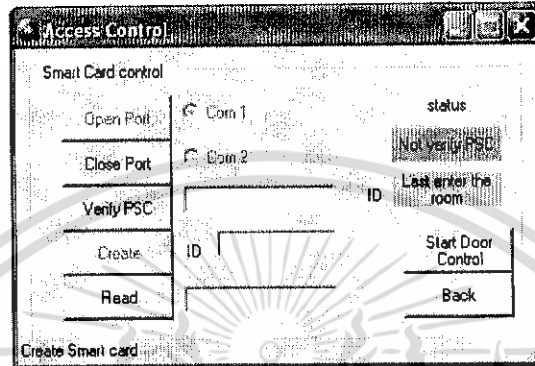
รูปที่ 4-14 เมื่อค่านจะได้ ค่าข้อมูลเดียวกับที่ create

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดสอบการผ่านเข้า-ออก ประตู

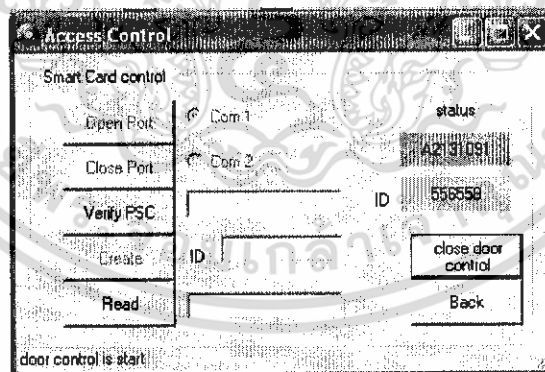
4.2.1 การเปิดพอร์ตท่อนุกรมที่ทำการเชื่อมต่อ

- เมื่อเราจะทำการเปิดประตู เราต้องเปิดพอร์ตที่จะทำการเชื่อมต่อก่อน



รูปที่ 4-15 การเปิดพอร์ต ที่ เสียบ serial port

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

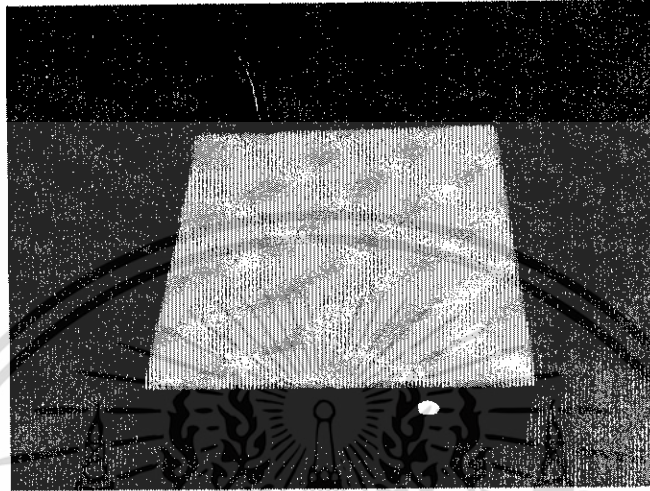


รูปที่ 4-16 ในขณะที่ Start Door Control และรอการปิดประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทำงานในส่วนฮาร์ดแวร์

4.3.1 เครื่องอ่านบัตรสมาร์ทการ์ด



รูปที่ 4-17 เครื่องอ่านบัตรสมาร์ทการ์ด



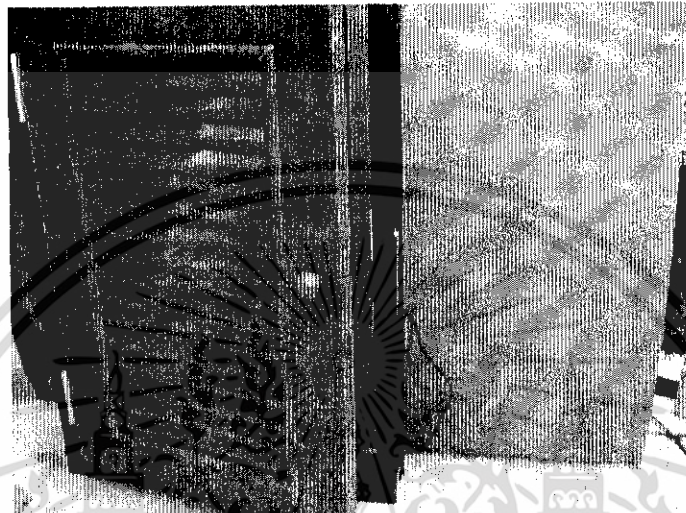
รูปที่ 4-18 เครื่องอ่านบัตรสมาร์ทการ์ดขณะเสียบบัตร

รูป 4-17 และ 4-18 จะแสดงเครื่องอ่านบัตรสมาร์ทการ์ด โดยรูปแรกจะเป็นสถานะพร้อมรอการทำงาน ส่วนรูป 4-18 จะเป็นรูปแสดงเครื่องอ่านบัตรสมาร์ทการ์ดเมื่อเราเสียบบัตรสมาร์ทการ์ด จะเห็นว่า มีไฟสถานะสีเหลืองติดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การจำลองประตู

- มีการจำลองประตูขึ้นมา โดยในสถานะปกติประตูจะปิดอยู่ โดยจะมีตัวล็อก แสดงดังรูปที่ 4-20 เมื่อเราทำการเชื่อมต่อระบบและมีไฟเลี้ยงส่งมาที่วงจรีเลย์จะทำให้ประตูเปิดได้



รูปที่ 4-19 รูปแสดงการจำลองประตู



รูปที่ 4-20 รูปแสดงกลอนที่ใช้กับประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 วงจรีเลย์

- เป็นวงจรที่ใช้ควบคุมการเปิดปิดประตู โดยมีการทำงานโดยอาศัยไฟเลี้ยงที่ส่งมาถ้ามีค่าถึงค่าหนึ่งก็จะสั่งให้เปิดประตู



รูปที่ 4-21 วงจรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการพัฒนาโครงการ

จากการทำโครงการนี้ ทำให้เราได้ศึกษาพื้นฐานการทำงานต่างๆของบัตรสมาร์ทการ์ด และได้เรียนรู้ถึงวิธีการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ การติดต่อสื่อสารผ่านทางพอร์ทอนุกรม เรียนรู้ถึงการสร้างวงจรที่ใช้ในการติดต่อสมาร์ทการ์ดและได้เรียนรู้ถึงรูปแบบการเขียนโปรแกรมในการติดต่อเครื่องอ่านเขียนสมาร์ทการ์ดผ่านทางพอร์ทอนุกรม การเขียนโปรแกรมติดต่อกับฐานข้อมูล รวมไปถึงการทำวงจรการเปิดปิดประตู โดยใช้ตัวรีเลย์

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

- เมื่อนำโปรแกรมไปติดตั้งลงบนพีซีเครื่องอื่นแล้วทำการรัน บางครั้งอาจเกิด error ได้ ทำให้ต้องเสียเวลาแก้ไขใหม่ สามารถแก้ไขได้โดยทำเป็นโปรแกรม setup
- โปรแกรมวิซวลเบสิกคอทเน็ตไม่มีส่วนที่จัดการกับพอร์ทอนุกรมโดยตรงต้องอาศัยโมดูลภายนอกมาช่วย
- สายของพอร์ทอนุกรมส่งสัญญาณได้น้อย มีการสกดทอนภายในสายสูง ทำให้สัญญาณที่ผ่านอุปกรณ์มีค่าน้อย ดังนั้นเราจึงต้องทำการขยายสัญญาณโดยผ่านอุปกรณ์ขยายสัญญาณก่อนนำไปใช้งาน

5.3 แนวทางการพัฒนา

- สามารถนำไปใช้ประยุกต์กับหลายๆ การเข้าออก โดยเชื่อมต่อเป็นระบบเน็ตเวิร์คของชั้นหรือตึกนั้นที่ต้องการเพิ่มความปลอดภัย
- สามารถนำไปพัฒนากับการใช้สมาร์ทการ์ดรุ่นสัมผัส หรือ RFID เพื่อให้มีความสะดวกในการใช้งานมากยิ่งขึ้น
- สามารถขยายระบบในทางกว้าง คือ เพิ่มการทำงานในด้านอื่น เช่น การควบคุมที่จอดรถ หรือ การใช้เป็นบัตรเงินสด โดยใช้แอสเซมบลีในช่วงอื่นในการจัดเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, MCS-51 Microcontroller Theory & Practical Approach: Atmel AT89C5x, บริษัท อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด
- รศ.สมยศ จุณณะปิยะ, การประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรเลอร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พิมพ์ครั้งที่ 5
- เลิศ แซ่ตั้ง, เทคโนโลยีสมาร์ทการ์ด, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- อภิชาติ ภู่วัฒน, เริ่มต้นเขียน โปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic, Infopress Develop Book
- อารัมภีร์ จันทร์ไช, โสรัศย์ อุณหวารากร, เรียนรู้และเข้าใจสมาร์ทการ์ดในภาคปฏิบัติ, วารสารเคมีคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 240-243 และ 246

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้