สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การประยุกต์ใช้งานสมาร์ตการ์ด

SMART CARD APPLICATION



โดย

นาย ชัยรัตน์ องค์วิศิษฐ์ 41014097

นาย ชยวัธน์ วงศกิตติรักษ์ 41014089

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 46131
วัน, เดือน, ปี 20 มี.ค. 2546

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

b11285714

การประยุกต์ใช้งานสมาร์ตการ์ด

SMART CARD APPLICATION

โดย

นาย ชัยรัตน์ องค์วิศิษฐ์ 41014097

นาย ชยวัธน์ วงศกิตติรักษ์ 41014089

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ เกียรติกูล เจียรนัยธนะกิจ



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2544

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การประยุกต์ใช้งานสมาร์ตการ์ด

SMART CARD APPLICATION

ผู้จัดทำ

1. นาย ชัยรัตน์ องค์วิศิษฐ์
2. นาย ชยวัธน์ วงศกิตติรักษ์



อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ เกียรติกูล เจียรนัยธนะกิจ)

การประยุกต์ใช้งานสมาร์ตการ์ด

นาย ชัยรัตน์ องค์วิศิษฐ์
นาย ชยวัธน์ วงศกิตติรักษ์

อ. เกียรติกูล เจียรนัยธนะกิจ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันสมาร์ตการ์ดได้รับความนิยมทวีเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ สำหรับนำไปประยุกต์ใช้งานในรูปแบบต่างๆ อย่างแพร่หลายในนานาประเทศทั่วโลก จากความนิยมที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วต่อการนำสมาร์ตการ์ดมาประยุกต์ใช้งานดังกล่าว เป็นผลจากการที่สมาร์ตการ์ดมีคุณสมบัติการทำงานที่พิเศษโดดเด่นเหนือกว่าบัตรชนิดอื่นๆ หลายประการด้วยกัน กล่าวคือมีหน่วยประมวลผลภายในตัวเอง ทำให้สามารถทำการคำนวณและประมวลผลข้อมูลได้ภายในตัวสมาร์ตการ์ดเอง มีขนาดของหน่วยความจำที่สูงกว่าบัตรแบบอื่น อีกทั้งยังมีความทนทานต่อสนามแม่เหล็กอีกด้วย

โดยในโครงงานนี้ ได้นำสมาร์ตการ์ดเข้ามาประยุกต์ใช้ในงานคิดราคาค่าบริการและควบคุมการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับธุรกิจอินเทอร์เน็ตคาเฟ่ เนื่องจากระบบคิดค่าบริการที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันยังมีโอกาสพัฒนาได้อีกมาก อีกทั้งปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตคาเฟ่มีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นโดยลำดับ ซึ่งในส่วนฮาร์ดแวร์ของโครงงานนี้ได้ทำการสร้างวงจรสำหรับเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด , วงจรสำหรับเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ของสมาร์ตการ์ด และยังได้ทำการสร้างสมาร์ตการ์ดจำลองขึ้นมา 3 ชนิด ในขณะที่ในส่วนของซอฟท์แวร์ ได้ทำการเขียนระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดและโปรแกรมสำหรับใช้ติดต่อกับเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด โดยแบ่งออกเป็นโปรแกรมสำหรับใช้ในการคำนวณและหักยอดค่าใช้จ่ายจากสมาร์ตการ์ดตามระยะเวลาที่ใช้คอมพิวเตอร์จริง และโปรแกรมสำหรับทำการแก้ไขยอดเงินและข้อมูลต่างๆ ภายในสมาร์ตการ์ด

Smart card Application

Chairat Onkvisit

Chayawat Wongkittirak

Kietikul Jearanaitanakij Advisor

Abstract

In the present days, smart card has been gaining increasing popularity for its various application purposes in countries across the world. Such rapid rise in smart card popularity could well be attributed to its several outstanding features over other conventional cards currently in use, such as, its feature of incorporating own processing unit onto the card, thereby making its own calculation processing possible, its greater memory capacity over other conventional cards, and its better durability feature against any magnetic field impact.

This project has chosen to study the application of smart card for the popular Internet Café business operations, since the present calculation system in use can still be much further improved and developed. This should well contribute to the fast-expanding popularity of Internet Café services during the coming future. With regard to hardware application in this study,specific circuitry has been developed for smart card reader/writer application, together with specific circuitry for firmware reader/writer application as well. Furthermore, 3 types of smart card model have been developed for applications tests in this study. As for software application, programs for smart card operation system and for communication with the smart card reader/writer have been developed for the study. They are classified into program for calculating and deducting the amount in smart card according to the actual usage period of the computer, and program for adjusting the balance amount and other data within the smart card.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้คงไม่สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ถ้าหากไม่ได้รับการร่วมมือจากหลายฝ่าย ขอขอบพระคุณบุคคลที่มีรายนามต่อไปนี้

- อาจารย์เกียรติกูล เจียรนัยธนะกิจ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ช่วยชี้แนะดูแลและแก้ไขข้อผิดพลาดในการทำโครงงานนี้เป็นอย่างดี
- อาจารย์ธนา หงษ์สุวรรณ ที่ช่วยชี้แนะในส่วนของการเข้ารหัสและการใช้ CHAP
- อาจารย์ทุกท่านที่ช่วยประสิทธิประสาทวิชา ซึ่งทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจ จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี
- คุณพ่อ และ คุณแม่ที่ช่วยเหลือ อบรม ดูแล เลี้ยงดู จนทำให้มีวันนี้ได้
- น้องสาว ที่ช่วยจัดหน้า ตรวจสอบและแก้ไขคำที่เขียนผิดในวิทยานิพนธ์เล่มนี้
- เพื่อนๆในอินเทอร์เน็ต สำหรับข้อมูล,เอกสารต่างๆ และข้อชี้แนะสิ่งต่างๆ
- เพื่อนๆทั้งภาคคอมพิวเตอร์และภาคอิเล็คโทรนิกส์ ที่ให้ข้อชี้แนะและข้อมูลต่างๆ
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังแห่งนี้ที่ทำให้มีวันนี้เกิดขึ้นได้

คณะผู้จัดทำ
ชยวัธน์ วงศกิตติรักษ์
ชัยรัตน์ องค์วิศิษฐ์

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ VI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 วิธีการดำเนินงาน 3

บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้น 5

- บัตรชนิดรหัสแท่ง (barcode) 5
- บัตรแถบแม่เหล็ก (Magnetic Stripe Card) 6
- สมาร์ตการ์ด (บัตรอัจฉริยะ) 8

1. แบบเมโมรี่การ์ด (Memory card) 8

2. แบบไมโครโปรเซสเซอร์การ์ด (Microprocessor Card) 9

- อินเทอร์เฟซของสมาร์ตการ์ด 11

1. สมาร์ตการ์ดแบบมีหน้าสัมผัส (Contact Smart Card) 11

2. สมาร์ตการ์ดแบบไม่มีหน้าสัมผัส (Contactless Smart Card) 14

- ข้อดีของสมาร์ตการ์ด 15
- เหตุผลที่เลือกใช้สมาร์ตการ์ด 15
- เหตุผลที่เลือกใช้สมาร์ตการ์ดเป็นแบบมีหน้าสัมผัส 15
- ชนิดของข้อมูลที่เก็บไว้ในตัวสมาร์ตการ์ด 15
- ระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ด 16
- CHAP 17

บทที่ 3 การคำนวณ การสร้าง การออกแบบ 19

3.1 สมาร์ตการ์ดจำลอง 19

3.1.1 การ์ด A 20
3.1.2 การ์ด B 22
3.1.3 การ์ด C 24

3.2 การออกแบบ เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด (Smart card Reader/Writer) 26
3.3 อุปกรณ์เสริมสำหรับเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด 42
3.4 เครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ 44
3.5 หลักการทำงานของโปรแกรมที่ออกแบบไว้ 47

บทที่ 4 ผลการทดลองและผลการทดสอบ 56
4.1 สมาร์ตการ์ดที่ได้รับการคัดเลือกมาใช้ในโครงงานนี้ 56
4.2 ผลการทดลอง/การทดสอบในส่วนของเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด 57
4.3 ผลการทดลอง/การทดสอบในส่วนของเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ของสมาร์ตการ์ด 58
4.4 ผลการทดสอบโปรแกรม 66

บทที่ 5 : สรุปและวิจารณ์ 67
5.1 สรุปและวิจารณ์ 67
5.2 สิ่งที่ได้รับจากโครงงานนี้ 67
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ 67

ภาคผนวก ก. คู่มือการติดตั้งเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด 69
ภาคผนวก ข. คู่มือการติดตั้งเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ 70

บรรณานุกรม 71

สารบัญรูปภาพ

หน้าที่

รูปที่ 2-1 แสดงด้านหน้าของบัตรแบบรหัสแท่ง 5

รูปที่ 2-2 แสดงด้านหลังของบัตรแบบรหัสแท่ง 6

รูปที่ 2-3 แสดงด้านหน้าของบัตรแบบแถบแม่เหล็ก 6

รูปที่ 2-4 แสดงด้านหลังของบัตรแบบแถบแม่เหล็ก 7

รูปที่ 2-5 แสดงด้านหลังของบัตรแบบแถบแม่เหล็กจากบัตรต่างๆ 7

รูปที่ 2-6 แสดงด้านหลังของบัตร โทรศัพท์ชนิดที่เป็นสมาร์ตการ์ดแบบเมโมรี่การ์ด 8

รูปที่ 2-7 แสดงด้านหลังของบัตร โทรศัพท์ชนิดที่เป็นสมาร์ตการ์ดแบบเมโมรี่การ์ด 8

รูปที่ 2-8 แสดงด้านหน้าของซิมการ์ด 9

รูปที่ 2-9 แสดงด้านหลังของซิมการ์ด 9

รูปที่ 2-10 แสดงสมาร์ตการ์ดที่ใช้ในระบบถอดรหัสสัญญาณของระบบโทรทัศน์บอกรับสมาชิก 10

รูปที่ 2-11 แสดงด้านหน้าของสมาร์ตการ์ดแบบมีหน้าสัมผัส 11

รูปที่ 2-12 แสดงข้อกำหนดตามมาตรฐาน ISO7816-1 12

รูปที่ 2-13 แสดงข้อกำหนดตามมาตรฐาน ISO7816-2 12

รูปที่ 2-14 แสดงตำแหน่งของหน้าสัมผัสและข้อกำหนดต่างๆ ของมาตรฐาน AFNOR กับ ISO7816 13

รูปที่ 2-15 แสดงด้านหน้าของสมาร์ตการ์ดแบบไม่มีหน้าสัมผัส 14

รูปที่ 3-1 แสดงการเชื่อมต่อวงจรของตัวการ์ด A 20

รูปที่ 3-2 แสดงด้านบนของ การ์ด A 21

รูปที่ 3-3 แสดงด้านล่างของ การ์ด A 21

รูปที่ 3-4 แสดงการเชื่อมต่อวงจรของตัว การ์ด B 22

รูปที่ 3-5 แสดงด้านบนของ การ์ด B 22

รูปที่ 3-6 แสดงด้านล่างของการ์ด B 23

รูปที่ 3-7 แสดงการเชื่อมต่อวงจรของตัวการ์ด C 24

รูปที่ 3-8 แสดงด้านบนของการ์ด C 25

รูปที่ 3-9 แสดงด้านล่างของการ์ด C 25

รูปที่ 3-10 ข้างต้นแสดงถึง Block Diagram 26

รูปที่ 3-11 แสดงถึง ขาต่างๆของ MAX232 และวงจรในการใช้งานทั่วไป 27

รูปที่ 3-12 แสดงถึงการต่อตัว MAX232 กับพอร์ต RS232 ชนิด DB9 28

รูปที่ 3-13 แสดงถึงคุณสมบัติบางประการของมาตรฐาน ISO 7816-3 29

รูปที่ 3-14 แสดงวงจรในส่วนของตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้กับสมาร์ตการ์ด โดยใช้ Clock = 3.579545 MHz 29

รูปที่ 3-15 แสดงวงจรในส่วนของตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้กับสมาร์ตการ์ด โดยใช้ Clock = 6 MHz 30
รูปที่ 3-16 แสดงถึงตำแหน่งของ Inverter ทั้ง 6 ตัว และตำแหน่งของขาที่ต่อกับภายนอกของ Inverter แต่ละตัว 31
รูปที่ 3-17 แสดงถึงคุณสมบัติบางส่วนของ 74HC04 31
รูปที่ 3-18 แสดงถึงขนาดและลักษณะภายนอกของ IC 74HC04 32
รูปที่ 3-19 แสดงถึงลักษณะรูปร่างของตัว IC เบอร์ MC78L05ACP และรายละเอียดของขาที่ติดต่อกับภายนอก 33
รูปที่ 3-20 แสดงวงจรภายในของตัว IC MC78L05ACP 34
รูปที่ 3-21 แสดงถึงการนำ IC MC78L05ACP ไปใช้งานมาตรฐานทั่วไป 35
รูปที่ 3-22 แสดงวงจรที่ใช้งานจริงในตัวเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดในส่วนของตัวจ่ายไฟ 35
รูปที่ 3-23 แสดงภาพขยายส่วนของจัมเปอร์และตัวอินเวอร์เตอร์ 37
รูปที่ 3-24 แสดงภาพขยายวงจรในส่วนของการติดต่อกับขา I/O ของสมาร์ตการ์ด 37
รูปที่ 3-25 แสดงถึงวงจรของตัว Card Detect Switch 38
รูปที่ 3-26 แสดงวงจรเชื่อมต่อระหว่าง IC MAX232 กับตัวสมาร์ตการ์ด โดยรวม 39
รูปที่ 3-27 แสดงวงจรที่สมบูรณ์ของเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด 39
รูปที่ 3-28 แสดงเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ 40
รูปที่ 3-29 แสดงตัวอย่างการนำสายต่อแหล่งจ่ายไฟ สำหรับต่อไฟ 9 V DC จาก ถ่าน 9 V ไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้งานจริง 43
รูปที่ 3-30 แสดงตำแหน่งของการวางอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องอ่า/เขียนเฟิร์มแวร์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ (แผ่นปริ้นซ์) 45
รูปที่ 3-31 แสดงเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ ที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ 45
รูปที่ 4-1 แสดงถึงสมาร์ตการ์ด B ที่สั่งซื้อมา 56
รูปที่ 4-2 แสดงการนำเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ไปใช้งานกับสมาร์ตการ์ดจำลอง B 59
รูปที่ 4-3 แสดงหน้าจอของโปรแกรม ในขณะที่กำลังเขียนข้อมูลลง PIC16F84A ที่อยู่ในสมาร์ตการ์ดจำลอง B 60
รูปที่ 4-4 แสดงหน้าจอของโปรแกรม ในขณะที่กำลังอ่านข้อมูลจาก PIC16F84A ที่อยู่ในสมาร์ตการ์ดจำลอง B 61
รูปที่ 4-5 แสดงการนำเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ไปใช้งานกับ IC PIC16F84A 62
รูปที่ 4-6 แสดงการนำเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ไปใช้งานกับ IC EEPROM 24LC16 63
รูปที่ 4-7 แสดงหน้าจอของโปรแกรม ในขณะที่กำลังเขียนข้อมูลลง IC EEPROM 24LC16 63
รูปที่ 4-8 แสดงหน้าจอของโปรแกรม ในขณะที่กำลังอ่านข้อมูลจาก IC EEPROM 24LC16 64
รูปที่ 4-9 แสดงถึงการแก้ไขข้อมูลที่อ่านได้จาก IC EEPROM 24LC16 ในโปรแกรม 65

บทที่ 1 : บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

เนื่องด้วยในปัจจุบันสมาร์ตการ์ดได้มีการใช้งานอย่างกว้างขวางในงานหลายๆ ประเภท และมีแนวโน้มที่จะเข้ามาแทนที่บัตรแถบแม่เหล็ก (Magnetic Stripe Card) สำหรับงานที่ต้องการความปลอดภัย อาทิ บัตร ATM, บัตร VISA เป็นต้น

สมาร์ตการ์ดมีคุณสมบัติเด่นที่แตกต่างจากการ์ดชนิดอื่นๆ โดยสิ้นเชิง อาทิเช่น สมาร์ตการ์ดชนิดโพรเซสเซอร์การ์ด จะมีหน่วยประมวลภายในตัว จึงทำให้สามารถประมวลผลข้อมูลต่างๆ ได้ภายในตัวสมาร์ตการ์ดเอง และคุณสมบัติที่สำคัญอีกประการคือสมาร์ตการ์ดมีหน่วยความจำที่มีความจุสูงกว่าการ์ดชนิดอื่นหลายเท่าตัว ประกอบกับการติดต่อกับสมาร์ตการ์ดเป็นเรื่องที่ง่าย โดยเครื่องอ่าน /เขียนข้อมูลของสมาร์ตการ์ด ที่ได้จัดสร้างขึ้นในโครงงานนี้ มีต้นทุนต่ำกว่า 500 บาท ในขณะที่เครื่องอ่านบัตรแบบรหัสแท่ง (Barcode) นั้นมีราคาสูงหลายพันบาท และเครื่องอ่าน/เขียนข้อมูลของบัตรแถบแม่เหล็กก็มีราคาที่สูงกว่าเครื่องอ่าน /เขียนข้อมูลของสมาร์ตการ์ดที่สร้างขึ้นมา เช่นกัน และสมาร์ตการ์ดยังมีคุณสมบัติที่คงทนต่อสนามแม่เหล็ก ในขณะที่บัตรแถบแม่เหล็กไม่มีคุณสมบัตินี้ และเนื่องจากปัจจุบันเป็นที่แน่นอนว่าแนวโน้มของการใช้งานสมาร์ตการ์ดมีเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ และราคาต่อหน่วยของสมาร์ตการ์ด (เมื่อเทียบกับสมาร์ตการ์ดที่มีความจุของหน่วยความจำและใช้หน่วยประมวลรุ่นเดียวกัน) มีราคาที่ลดต่ำลง จึงเป็นโอกาสอันดีที่จะนำสมาร์ตการ์ดมาประยุกต์ใช้งานเข้ากับงานในรูปแบบต่างๆ โดยในโครงงานนี้ได้นำสมาร์ตการ์ดเข้ามาประยุกต์ใช้ในการควบคุมการใช้งาน และคิดราคาค่าบริการในอินเทอร์เน็ตคาเฟ่ เนื่องจากเล็งเห็นว่า ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตคาเฟ่กำลังได้รับความนิยมสูงมาก มีผู้ให้บริการเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงเป็นโอกาสอันดีที่จะนำสมาร์ตการ์ดมาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งในโครงงานนี้เราได้มีการสร้างเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด, ตัวสมาร์ตการ์ดจำลอง และเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ (เครื่องอ่าน/เขียน Smart card OS) สำหรับใช้งานกับสมาร์ตการ์ดที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A ขึ้นเองด้วย โดยในการสร้างนั้นได้คำนึงถึงประสิทธิภาพในการใช้งานและต้นทุนในการผลิตเป็นสำคัญ เพื่อที่จะสามารถทำให้โครงงานการประยุกต์ใช้งานสมาร์ตการ์ดอันนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในเชิงพาณิชย์ โดยตัวเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดที่ได้จากการทดลองและสร้างขึ้นมาในโครงงานนี้ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า 500 บาท มีขนาดรูปร่างที่เล็กกระทัดรัด เหมาะสำหรับใช้งานในสถานที่ ที่มีพื้นที่น้อย เช่น อินเทอร์เน็ตคาเฟ่ ได้เป็นอย่างดี และมีน้ำหนักที่เบาสะดวกต่อการพกพา นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์เสริมเพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานรูปแบบต่างๆ อาทิ เช่น ชุดสายต่อแหล่งจ่ายไฟเพื่อใช้กับถ่าน 9 โวลต์ สำหรับในกรณีที่นำไปใช้งานกับโน้ตบุ๊ก เป็นต้น ดังนั้นด้วยเหตุผลเหล่านี้จึงเป็นสิ่งที่สามารถบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในธุรกิจจริงๆ ได้เป็นอย่างดี

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อนำสมาร์ตการ์ดมาประยุกต์ใช้งานกับระบบคิดค่าใช้บริการในอินเทอร์เน็ตคาเฟ่

1.2.2 เพื่อศึกษาถึงสมาร์ตการ์ดแต่ละชนิดและหลักการทำการงานสมาร์ตการ์ด เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ไปทำการคัดเลือกสมาร์ตการ์ดชนิดที่เหมาะสมที่สุดกับโครงงานนี้ และนำไปใช้ในการสร้างฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ ต่างๆที่ใช้ในโครงงานนี้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการนำสมาร์ตการ์ดเข้ามาประยุกต์ใช้งานในการควบคุมการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ และคิดค่าบริการในอินเทอร์เน็ตคาเฟ่ โดยได้ทำการจัดสร้างเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด, ตัวสมาร์ตการ์ดจำลอง, เครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ (เครื่องอ่าน/เขียน Smart card OS) และโปรแกรมติดต่อระหว่างเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด กับเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับหักยอดเงินผู้ใช้ตามระยะเวลาที่ได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ รวมถึงโปรแกรมสำหรับแก้ไขยอดเงินและข้อมูลอื่นๆ ในสมาร์ตการ์ด

โดยในโครงงานการประยุกต์ใช้งานสมาร์ตการ์ดนี้ มีเนื้อหารายละเอียดครอบครอบคลุมดังต่อไปนี้

1. ทำการสร้างตัวเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด สำหรับทำการติดต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับตัวสมาร์ตการ์ด ผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS-232 แบบ DB9 ตามมาตรฐาน ISO7816 โดยในการสร้างนี้ได้คำนึงถึงขนาด, ประสิทธิภาพในการใช้งานและต้นทุนการผลิตเป็นสำคัญ เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในเชิงพาณิชย์ ได้จริง

2. ทำการสร้างตัวสมาร์ตการ์ดจำลอง ซึ่งสร้างจากแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB – Printed Circuit Board) โดยได้ออกแบบให้มีหน้าสัมผัสและขาสัญญาณในการติดต่อสื่อสารเหมือนกับสมาร์ตการ์ดจริง และบนแผ่นวงจรพิมพ์จะมีตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ และ EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROMs) ติดตั้งอยู่เพื่อ ให้สามารถใช้งานได้เหมือนกับสมาร์ตการ์ดจริงทุกประการ โดยเหตุผลที่เราสร้างตัวสมาร์ตการ์ดจำลองนี้ขึ้น เนื่องจากต้องการใช้เป็นตัวทดสอบการใช้งานการเขียนโปรแกรมและเพื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบคุณสมบัติ / การใช้งานต่างๆของสมาร์ตการ์ดแต่ละรุ่น ก่อนที่จะทำการคัดเลือกรุ่นที่จะนำมาใช้งานจริง และสั่งซื้อตัวสมาร์ตการ์ดจริง ซึ่งตัวสมาร์ตการ์ดจำลองบางอันได้ออกแบบให้มีคุณสมบัติเพิ่มเติมขึ้นมานอกเหนือจากสมาร์ตการ์ดจริง คือออกแบบให้มีไฟ LED ซึ่งต่อจากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยที่เราสามารถที่จะโปรแกรมตัวไมโคคอนโทรลเลอร์ให้ ไฟ LED แสดงสถานะ, ขั้นตอนการทำงานต่างๆของการ์ด เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกสำหรับขั้นตอนของการพัฒนา/ดีบักโปรแกรมให้สามารถทำได้ง่ายขึ้น และตัวสมาร์ตการ์ดจำลองนี้ยังมีราคาที่ถูกกว่าสมาร์ตการ์ดจริง

3. ทำการสร้างตัวเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ เพื่อใช้สำหรับทำการเขียนข้อมูลลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่อยู่ในสมาร์ตการ์ด โดยใช้ในการติดต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับสมาร์ตการ์ด ผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS-232 แบบ DB9
4. ทำการเขียนโปรแกรมที่ทำการติดต่อกับเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS232

โดยโปรแกรมนี้จะทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการเป็น Microsoft Windows 98 โดยโปรแกรมนี้จะแบ่งออกเป็น 2 อันคือ

1. โปรแกรมสำหรับผู้ดูแลระบบทำหน้าที่แก้ไขข้อมูลต่างๆ อาทิ ยอดเงิน รายละเอียดของเจ้าของบัตร อัตราค่าบริการ เป็นต้น โดยมีฟังก์ชันการทำงานต่างๆ อาทิ เช่น เติมยอดเงินลงบนบัตร สั่งล็อกเครื่อง เป็นต้น

2. โปรแกรมที่ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมนี้จะเป็นโปรแกรมที่ติดตั้งลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลูกค้ามาใช้งาน (เช่น เครื่องในอินเทอร์เน็ตคาเฟ่) โดยมีหลักการทำงานคร่าว ๆ ดังต่อไปนี้

ในสถานะปกติ ที่ไม่มีสมาร์ตการ์ดเสียบผ่านเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด ตัวโปรแกรมจะทำการล็อกคอมพิวเตอร์ เมื่อมีการเสียบสมาร์ตการ์ด (มีลูกค้ามาใช้งาน) โปรแกรมจะทำการตรวจสอบยอดเงินในตัวสมาร์ตการ์ด โดยหากมียอดเงินเพียงพอ โปรแกรมก็จะทำการปลดล็อกคอมพิวเตอร์ ให้ลูกค้าสามารถใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไปตามค่าที่ได้กำหนดไว้ โปรแกรมก็จะทำการหักยอดเงินจากสมาร์ตการ์ด จากนั้นทำการตรวจสอบยอดเงินที่เหลือในตัวสมาร์ตการ์ด โดยหากมียอดเงินเพียงพอโปรแกรมก็จะทำการปล่อยให้ใช้งานต่อไปได้ตามปกติ แต่ถ้าหากทำการตรวจสอบยอดเงินในตัว สมาร์ตการ์ด โดยหากมียอดเงินไม่เพียงพอ โปรแกรมก็จะทำการล็อกคอมพิวเตอร์ และทำการแจ้งให้ผู้ใช้ทราบทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ว่ายอดเงินในสมาร์ตการ์ดมีเหลือไม่พอ

5. ทำการเขียนระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ด (Smart card OS) ในการรับคำสั่งจากโปรแกรมทั้งสองข้างต้นมาประมวลผลบนสมาร์ตการ์ดแล้วส่งผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลนั้นกลับไป

1.4 วิธีการดำเนินงาน

งานวิจัยที่จัดทำขึ้นในโครงงานนี้ เริ่มต้นจากการศึกษารูปแบบการนำสมาร์ตการ์ดไปประยุกต์ใช้งานในรูปแบบต่างๆ ทำการศึกษาถึงบัตรที่ใช้เก็บข้อมูลแต่ละชนิดเพื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของบัตรแต่ละชนิด และทำการศึกษาถึงสมาร์ตการ์ดชนิดต่างๆ เพื่อทำการศึกษาหาชนิดที่เหมาะสมกับงานที่เรานำมาประยุกต์ใช้ จากนั้นก็ทำการศึกษาถึงหลักการทำงานของสมาร์ตการ์ด ทำการศึกษาและจัดสร้าง

เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดชนิดที่เรานำมาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งในการสร้างเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดนั้นได้ทำการสร้างขึ้นตามมาตรฐาน ISO7816 หลังจากนั้นทำการหาข้อมูลของสมาร์ตการ์ดรุ่นต่างๆที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด และทำการศึกษาโครงสร้างวงจรของสมาร์ตการ์ดเหล่านั้น แล้วจึงนำข้อมูลมาสร้างตัวสมาร์ตการ์ดจำลองของแต่ละรุ่นขึ้นมาเพื่อศึกษาถึงข้อดีและข้อเสียของสมาร์ตการ์ดแต่ละรุ่น ก่อนที่จะทำการตัดสินใจเลือกรุ่นที่เหมาะสมกับงานที่เรานำมาใช้งานมากที่สุด เมื่อเราได้ตัดสินใจเลือกรุ่นที่ต้องการแล้ว จากนั้นทำการศึกษาวงจรที่ใช้ติดต่อกับตัวสมาร์ตการ์ดในการเขียนเฟิร์มแวร์ (smart card OS) ลงไป แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาจัดสร้างเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์สำหรับสมาร์ตการ์ดรุ่นที่เรานำมาใช้งานขึ้นมาและทำการสั่งซื้อสมาร์ตการ์ดตัวจริงมา



บทที่ 2 : ทฤษฎีเบื้องต้น

ปัญหาที่ศึกษา – ต้องการพัฒนาระบบการควบคุมการคิดค่าใช้บริการและการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ในอินเทอร์เน็ตคาเฟ่

แนวทางการแก้ปัญหา

จากการศึกษา เราจะทำระบบคิดค่าใช้บริการและควบคุมการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ในอินเทอร์เน็ตคาเฟ่ โดยจะใช้บัตรเพื่อเก็บข้อมูลจำนวนเงินที่ใช้แทนเงินสด ซึ่งเป็นระบบ Prepaid กล่าวคือ ผู้ใช้งานจะต้องทำการจ่ายเงินเพื่อซื้อบัตรตามมูลค่าของบัตรนั้นๆ จากนั้นจึงนำบัตรที่ได้มาใช้งานในระบบได้

โดยในระบบนี้จะประกอบไปด้วย

1. ตัวบัตร ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆที่จำเป็นอาทิ จำนวนเงิน ข้อมูลผู้ใช้ พาสเวิร์ด เป็นต้น
2. ตัวฮาร์ดแวร์อินเทอร์เฟซที่ทำหน้าที่ติดต่อระหว่างตัวบัตรกับคอมพิวเตอร์
3. ตัวโปรแกรมที่ทำหน้าที่ควบคุมการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ และหักยอดเงินของผู้ใช้จากบัตร

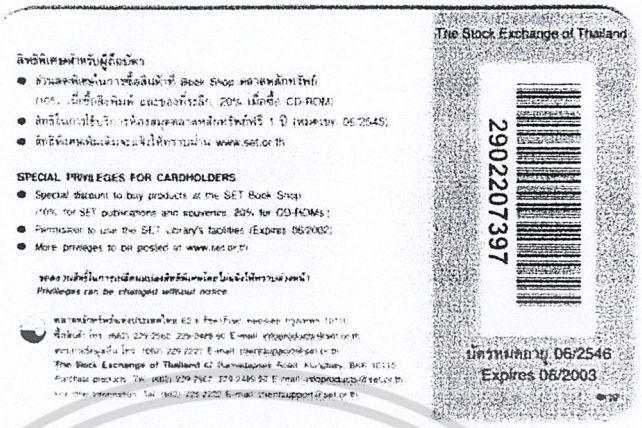
ปัญหา - การเลือกชนิดของบัตร ในการเก็บข้อมูลต่างๆ อาทิ จำนวนยอดเงิน วันหมดอายุ

ในที่นี้จากการศึกษา พบว่ามีบัตรอยู่ 3 ชนิดใหญ่ๆ ดังนี้

1.บัตรชนิดรหัสแท่ง (barcode)



รูปที่ 2-1 แสดงด้านหน้าของบัตรแบบบรหัสแท่ง



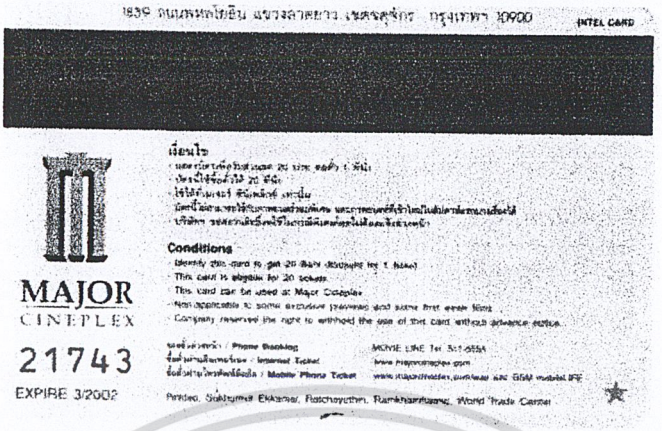
รูปที่ 2-2 แสดงด้านหลังของบัตรแบบบรหัสแท่ง

- **ข้อดีคือ** เป็นเทคโนโลยีที่ง่าย และเป็นมาตรฐานที่ได้การยอมรับและใช้งานอย่างกว้างขวาง มีความสะดวกและง่ายต่อการนำมาประยุกต์ใช้งาน และยังมีราคาที่ถูกที่สุดในบรรดาบัตรทั้ง 3 แบบนี้
- **ข้อเสียคือ** สามารถปลอมแปลงได้ง่ายมาก เพียงแค่นำบัตรต้นฉบับไปถ่ายเอกสารก็สามารถใช้งานข้อมูลแทนที่ได้เหมือนบัตรตัวต้นฉบับทุกประการ ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้งานที่ต้องการความปลอดภัยของข้อมูล โดยทั่วไปจะใช้เป็นบัตรประจำตัวหรือบัตรสมาชิกต่างๆ โดยใช้งานควบคู่ไปกับข้อมูลแสดงความเป็นตัวตนบุคคลตามข้อมูลที่ปรากฏบนบัตร ซึ่งจะใช้รหัสแท่งเพียงเพื่อเป็นตัวนำข้อมูลเข้าสู่ระบบการประมวลผล

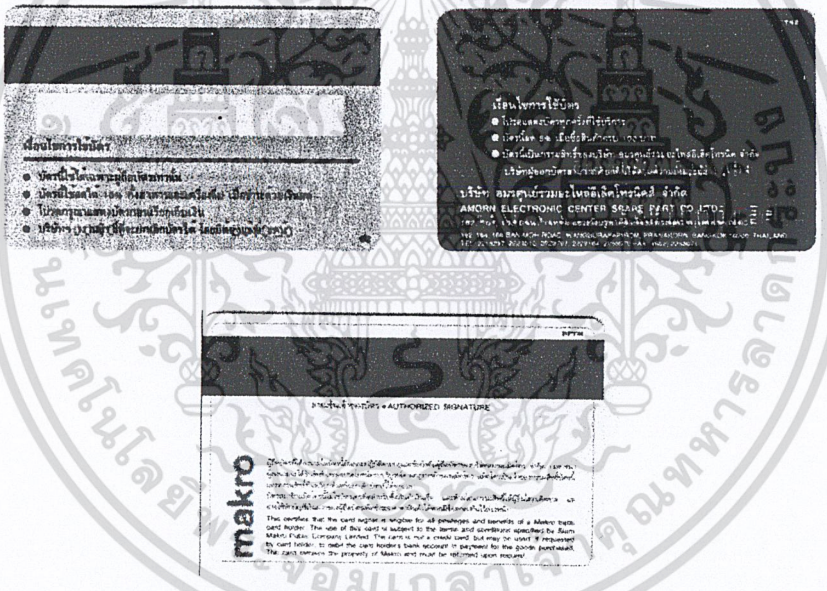
2.บัตรแถบแม่เหล็ก (Magnetic Stripe Card)



รูปที่ 2-3 แสดงด้านหน้าของบัตรแบบแถบแม่เหล็ก



รูปที่ 2-4 แสดงด้านหลังของบัตรแบบแถบแม่เหล็ก



รูปที่ 2-5 แสดงด้านหลังของบัตรแบบแถบแม่เหล็กจากบัตรต่างๆ

- **ข้อดีคือ** ผู้ใช้สามารถอ่านข้อมูลเบื้องต้นได้ แล้วใช้อุปกรณ์อ่าน/บันทึก ข้อมูลลงแถบแม่เหล็ก เพื่อนำไปประมวลผลทางระบบคอมพิวเตอร์ใดๆ โดยมีราคาที่ค่อนข้างถูก ทั้งยังสามารถอ่านและบันทึกข้อมูลลงในบัตรได้
- **ข้อเสียคือ** ไม่มีความปลอดภัยของข้อมูล เนื่องจากถ้าหากเราทราบถึงโครงสร้างรูปแบบของการจัดเก็บข้อมูลภายในแถบแม่เหล็กก็จะสามารถทำการอ่านข้อมูลนั้นขึ้นมาและทำการปลอมแปลงได้ และข้อมูลที่เก็บไว้ภายในแถบ

แม่เหล็ก ก็มีความเสี่ยงที่จะเสียหาย/สูญหายได้ เมื่อถูกความร้อนหรือสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

3.สมาร์ตการ์ด (บัตรอัจฉริยะ)

แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1.1 แบบเมโมรี่การ์ด (Memory card) หรือเรียกอีกแบบว่า synchronous สมาร์ตการ์ด

ภายในบัตรจะประกอบด้วยหน่วยความจำเพียงอย่างเดียวไว้สำหรับเก็บข้อมูลต่างๆ โดยทั่วไปมักจะนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่ไม่ต้องการ การประมวลผลจากบัตร หรืองานที่ต้องการเก็บข้อมูลอย่างเดียว อาทิ การนำไปประยุกต์ใช้เป็นบัตรโทรศัพท์

- **ข้อดีคือ** มีความปลอดภัยในระดับหนึ่งเนื่องจากหน่วยความจำที่ใช้ใน บัตรส่วนใหญ่จะใช้แบบ Security Memory ซึ่งจะมีส่วนที่ป้องกันการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำแบบ Sequential Reading ได้ซึ่งทำไม่สามารถคัดลอกบัตรโดยตรงได้



รูปที่ 2-6 แสดงด้านหน้าของบัตรโทรศัพท์ชนิดที่เป็นสมาร์ตการ์ดแบบเมโมรี่การ์ด



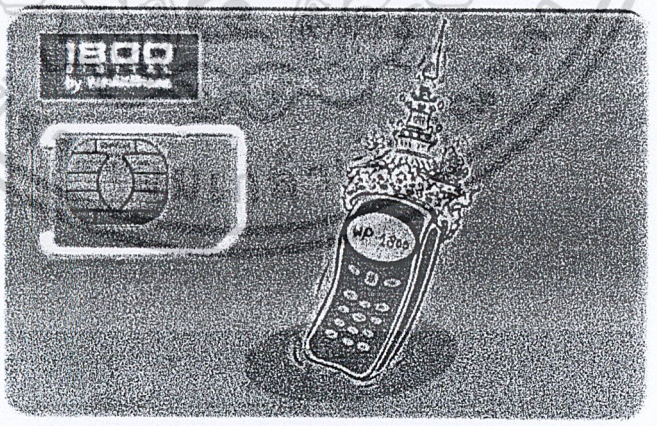
รูปที่ 2-7 แสดงด้านหลังของบัตรโทรศัพท์ชนิดที่เป็นสมาร์ตการ์ดแบบเมโมรีการ์ด

1.2 **แบบไมโครโปรเซสเซอร์การ์ด (Microprocessor Card) หรือเรียกอีกแบบว่า asynchronous สมาร์ตการ์ด**

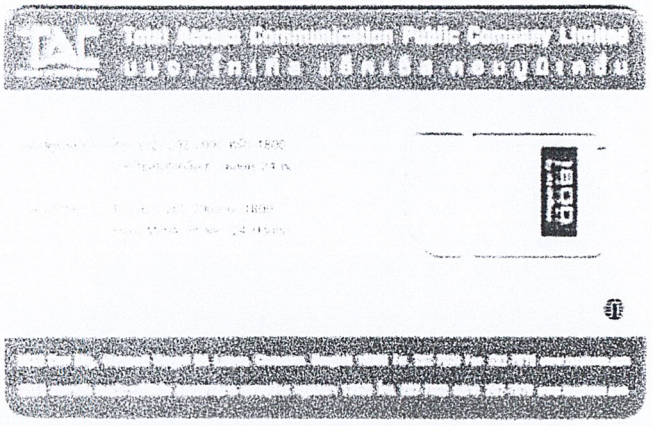
ภายในจะประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผล (โพรเซสเซอร์) และหน่วยความจำ ซึ่งบัตรแบบนี้จะมีความปลอดภัยของข้อมูลที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากโดยทั่วไปส่วนของความจำในบัตรนั้นจะไม่มีการติดต่อกับขาภายนอกของสมาร์ตการ์ดโดยตรง ซึ่งการติดต่อกับความจำนั้นจะต้องทำการติดต่อผ่านทางหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ของบัตรเท่านั้น จึงทำให้มีความปลอดภัยของข้อมูลที่สูงมาก

ตัวอย่างของบัตรประเภทนี้ที่มีใช้งานกันทั่วไป มีดังนี้

1. ซิมการ์ดที่มีใช้งานในโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM (Global System Mobile)

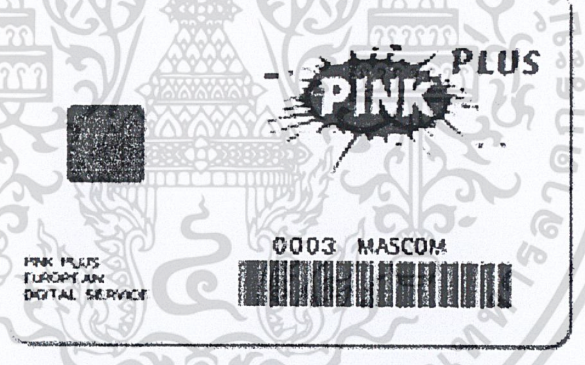


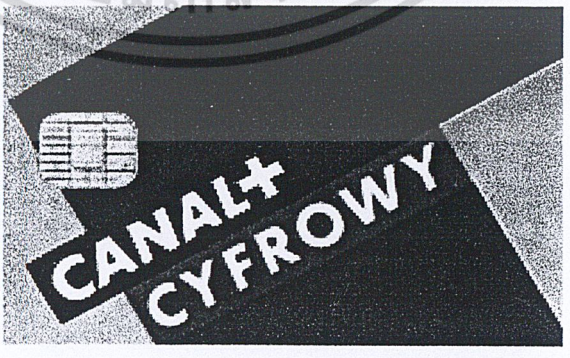
รูปที่ 2-8 แสดงด้านหน้าของซิมการ์ด

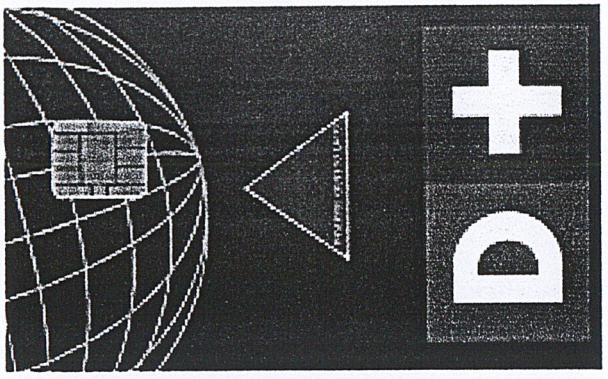


รูปที่ 2-9 แสดงด้านหลังของชมการด

2.สมาร์ตการ์ด ที่ใช้ในระบบถอดรหัสสัญญาณของระบบโทรทัศน์บอกรับสมาชิกต่างๆ





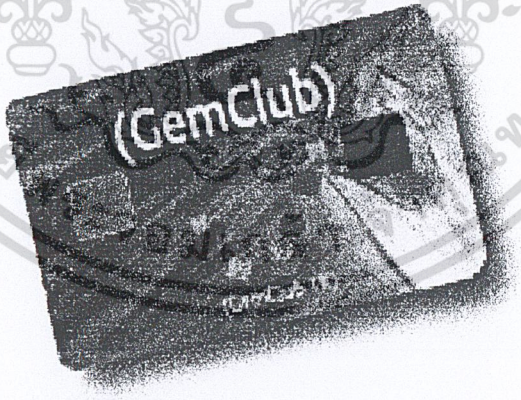


รูปที่ 2-10 แสดงสมาร์ตการ์ดที่ใช้ในระบบถอดรหัสสัญญาณของระบบโทรทัศน์บอกรับสมาชิก
(ในรูปแสดงด้านที่มีหน้าสัมผัสขาสัญญาณของสมาร์ตการ์ด)

<u>อินเทอร์เฟซของสมาร์ตการ์ด</u>

โดยทั่วไปแล้วสมาร์ตการ์ดจะมี ชนิดของอินเทอร์เฟซ อยู่ 2 แบบคือ

1. **สมาร์ตการ์ดแบบมีหน้าสัมผัส**

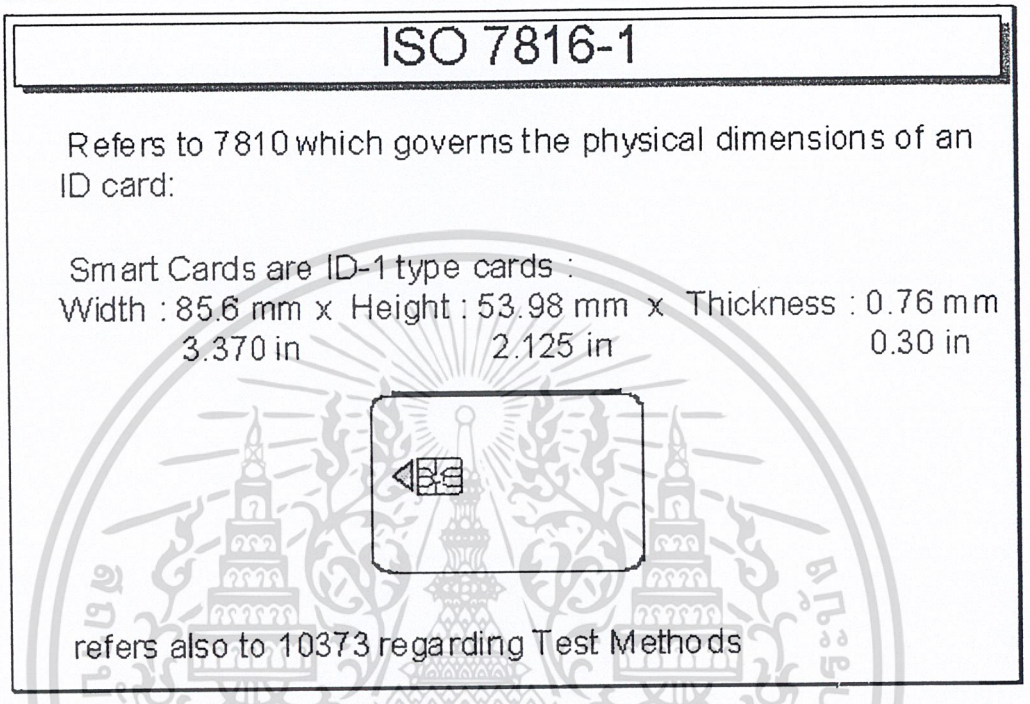


รูปที่ 2-11 แสดงด้านหน้าของสมาร์ตการ์ด แบบมีหน้าสัมผัส

อินเทอร์เฟซ ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลโดยผ่านขั้วนำสัญญาณแถบโลหะที่อยู่ทางด้านหน้าของการ์ด ซึ่งตำแหน่งหน้าสัมผัสของขาสัญญาณต่างๆ ที่อยู่บนการ์ดจะมีอยู่ 2 มาตรฐาน ดังนี้

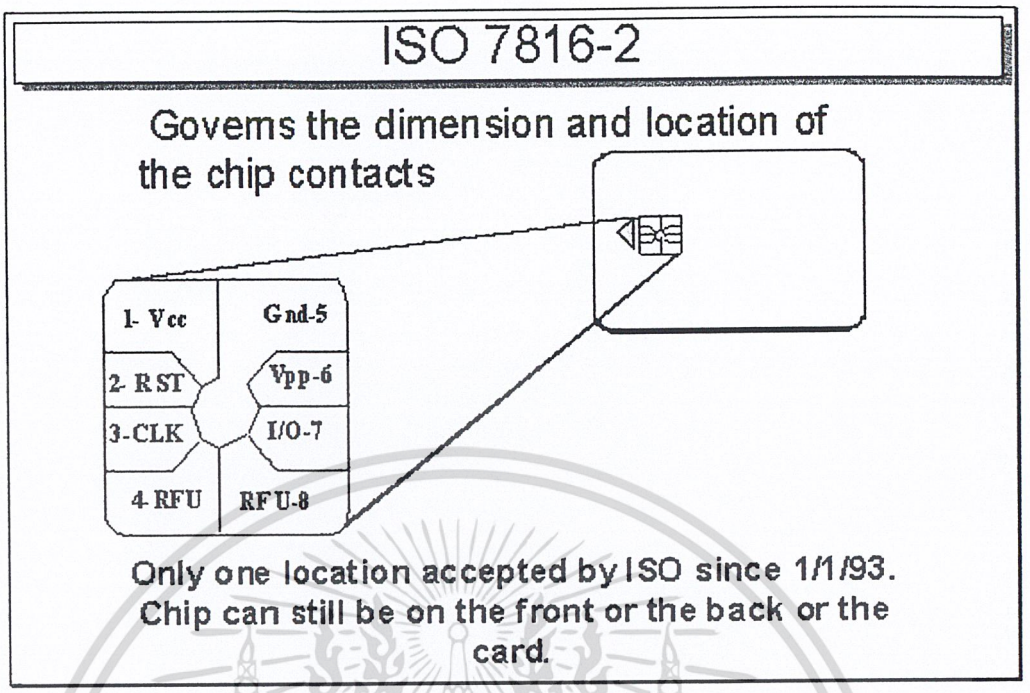
1.1 **มาตรฐาน ISO** เป็นรูปแบบการอินเทอร์เฟซ ที่ได้กำหนดไว้ใน ISO7816 ซึ่งปัจจุบันสมาร์ตการ์ดที่เราพบเห็นกันส่วนใหญ่ อาทิ ซิมการ์ดที่ใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เป็นต้น จะใช้มาตรฐานนี้ และตัวสมาร์ตการ์ดกับเครื่องอ่าน/เขียน สมาร์ตการ์ดที่ใช้ในโครงงานนี้ก็จะยึดถือตามมาตรฐานนี้

ผิดพลาด!



รูปที่ 2-12 แสดงข้อกำหนดตามมาตรฐาน ISO7816-1

ผิดพลาด!

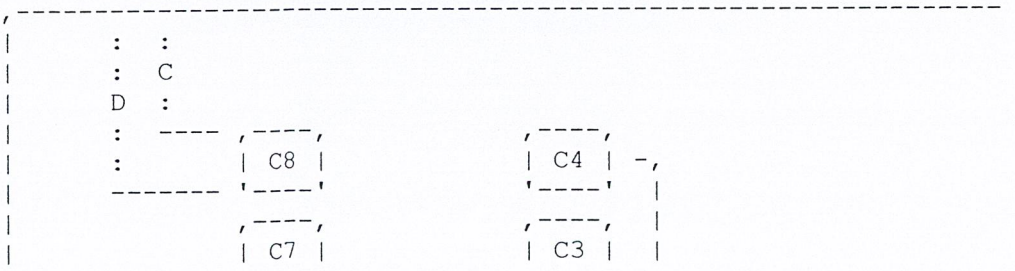


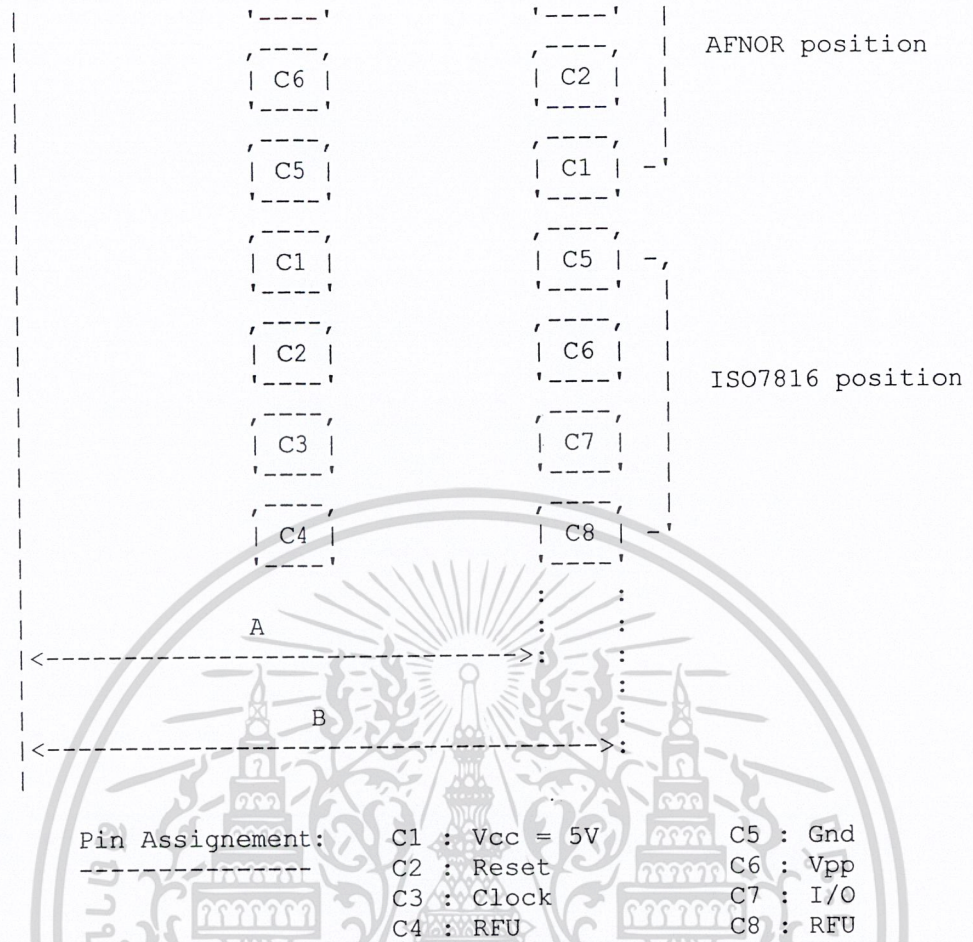
รูปที่ 2-13 แสดงข้อกำหนดตามมาตรฐาน ISO7816-2

1.2 มาตรฐาน AFNOR มีขาสัญญาณเหมือนกับมาตรฐาน ISO7816 จะแตกต่างกันตรงที่การจัดเรียงลำดับของขาสัญญาณและตำแหน่งของขาสัญญาณ

โดยรูปที่ 2-14 นี้จะแสดงถึงรูปแบบการจัดเรียงของขาสัญญาณและตำแหน่งของหน้าสัมผัสของขาสัญญาณ (Pin contact) บนตัวสมาร์ตการ์ดเปรียบเทียบกันระหว่างแบบ ISO7816 กับแบบ AFNOR

<u>หมายเหตุ</u> : ตำแหน่งของสัญญาณของแบบ AFNOR สามารถเปลี่ยนแปลงได้และถูกใช้เนื่องจากเหตุผลของการมีความเข้ากันได้กับบัตรแบบแถบแม่เหล็ก





รูปที่ 2-14 แสดงตำแหน่งของหน้าสัมผัสและข้อกำหนดต่างๆ ของมาตรฐาน AFNOR กับ ISO7816

Contact Location: (ขนาดในตารางข้างล่างมีหน่วยเป็น มิลลิเมตร)

	A	B	C	D
C1	10.25	12.25	19.23	20.93
C2	10.25	12.25	21.77	23.47
C3	10.25	12.25	24.31	26.01
C4	10.25	12.25	26.85	28.55
C5	17.87	19.87	19.23	20.93
C6	17.87	19.87	21.77	23.47
C7	17.87	19.87	24.31	26.01
C8	17.87	19.87	28.85	28.55

ISO7816 location

	A	B	C	D
C1	17.87	19.87	16.69	18.39
C2	17.87	19.87	14.15	15.85
C3	17.87	19.87	11.61	13.31
C4	17.87	19.87	9.07	10.77
C5	10.25	12.25	16.69	18.39
C6	10.25	12.25	14.15	15.85
C7	10.25	12.25	11.61	13.31
C8	10.25	12.25	9.07	10.77

AFNOR location

รูปที่ 2-15 แสดงค่าของตัวแปร C1-C8 ที่ใช้งานในรูปที่ 2-14 ของแบบ ISO7816 และ AFNOR

2. สมาร์ตการ์ดแบบไม่มีหน้าสัมผัส



รูปที่ 2-16 แสดงด้านหน้าของสมาร์ตการ์ดแบบไม่มีหน้าสัมผัส

สมาร์ตการ์ดชนิดนี้จะไม่มีหน้าสัมผัสของขาสัญญาณบนตัวการ์ด แต่จะใช้อินเทอร์เฟช ติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับตัวการ์ด โดยผ่านตัวกลางแบบไร้สาย (Wireless) อาทิ เช่น คลื่นวิทยุ (Radio Frequency) เป็นต้น

<u>ข้อดีของสมาร์ตการ์ด</u>

โดยรวมแล้วสมาร์ตการ์ดมีข้อดีคือ

1. มีความปลอดภัยของข้อมูลที่เก็บในการ์ดสูงกว่าการ์ดชนิดอื่นๆที่กล่าวมาข้างต้น
2. ตัวการ์ดมีหน่วยประมวลผลอยู่ภายใน (เฉพาะการ์ดแบบโพรเซสเซอร์) ทำให้สามารถประมวลผลข้อมูลได้ที่ตัวการ์ดเอง ในขณะที่การ์ดชนิดอื่นๆที่กล่าวมาข้างต้นไม่สามารถทำได้
3. มีความจุของข้อมูลที่สามารถเก็บในการ์ดสูงกว่าการ์ดชนิดอื่นๆที่กล่าวมาข้างต้นหลายเท่าตัว
4. ทนทานต่อสนามแม่เหล็ก (ข้อมูลในการ์ดไม่ถูกทำลายจากสนามแม่เหล็ก)
5. มีชนิดของการ์ดและอินเทอร์เฟช ให้เลือกหลายแบบทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในรูปต่างๆได้เป็นอย่างดี

<u>เหตุผลที่เลือกใช้สมาร์ตการ์ด</u>

เนื่องจากรูปแบบของงานที่เรานำมาประยุกต์ใช้นั้น ต้องการความปลอดภัยของข้อมูลเป็นสำคัญ เนื่องจากต้องทำการเก็บจำนวนเงินไว้ในตัวบัตร, รหัสผ่าน (password) เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกใช้บัตรที่มีความปลอดภัยในการเก็บรักษาข้อมูลที่สูง และสามารถทำการปลอมแปลงได้ยาก และเนื่องจากส่วนเชื่อมต่อทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับสมาร์ตการ์ดมีราคาต้นทุนที่ต่ำ จึงเหมาะที่จะนำมาสมาร์ตการ์ดประยุกต์ใช้งานมากที่สุด โดยสมาร์ตการ์ดชนิดที่เลือกใช้ในโครงงานนี้ เป็นแบบไมโครโพรเซสเซอร์การ์ดชนิดมีหน้าสัมผัส (Contact Microprocessor cards) ซึ่งจะมีหน่วยประมวลผลในตัวสมาร์ตการ์ดเอง ซึ่งจะทำให้เราสามารถที่จะใช้หน่วยประมวลดังกล่าวนี้ในการประมวลผลการเข้าและถอดรหัสข้อมูลต่างๆ ที่ติดต่อระหว่างตัวสมาร์ตการ์ด และคอมพิวเตอร์ได้ซึ่งจะทำให้มีความปลอดภัยของข้อมูลที่สูงมาก

<u>เหตุผลที่เลือกใช้สมาร์ตการ์ดเป็นแบบหน้าสัมผัส</u>

เนื่องจากรูปแบบของงานที่เรานำสมาร์ตการ์ดมาประยุกต์ใช้งานในโครงงานนี้เป็นงานที่ต้องมีการติดต่อสื่อสารข้อมูลกับตัวการ์ดตลอดเวลาที่มีการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้น จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้การ์ดแบบไม่มีหน้าสัมผัส เพราะการ์ดแบบไม่มีหน้าสัมผัสนี้มีโอกาสที่จะมีความผิดพลาดในการติดต่อได้ เพราะอาจมีการเคลื่อนที่ของตัวการ์ดไปอยู่ในจุดที่คลื่นวิทยุไปไม่ถึงหรือ ถูกสิ่งของกีดขวางทำให้ความเข้มของคลื่นวิทยุต่ำลง และ เหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ โดยทั่วไปแล้วในอินเทอร์เน็ตคาเฟ่ เครื่องคอมพิวเตอร์มักตั้งอยู่ติดๆกัน ดังนั้นหากใช้การ์ดแบบไม่มีหน้าสัมผัส อาจจะทำให้มีการรบกวนกันเองของสัญญาณวิทยุที่ติดต่อสื่อสารระหว่างตัวสมาร์ตการ์ดกับเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดแต่ละชุดได้ ดังนั้นสมาร์ตการ์ดชนิดแบบมีหน้าสัมผัส จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้งานในโครงงานนี้ ประกอบกับระบบที่ใช้งานกับสมาร์ตการ์ดแบบมีหน้าสัมผัสจะมีต้นทุนของค่าอุปกรณ์ที่ถูกกว่า เนื่องจากมีโครงสร้างที่มีความซับซ้อนน้อยกว่า

<u>ชนิดของข้อมูลที่เก็บไว้ในตัวสมาร์ตการ์ด</u>

แบ่งออกตามชนิดของการ เข้าถึงข้อมูล (access) ได้ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลที่ไว้สำหรับการอ่านเท่านั้น (Read only)
2. ข้อมูลที่ไว้สำหรับการ Added เท่านั้น
3. ข้อมูลที่ไว้สำหรับการ Update เท่านั้น
4. ข้อมูลที่ไม่ให้มีการเข้าถึง (no access)

<u>ระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ด</u>

เป็นส่วนซอฟท์แวร์ที่โปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่รับคำสั่งจากซอฟท์แวร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วประมวลผลคำสั่งที่ได้รับนั้นจนเสร็จสิ้น ซึ่งอาจจะมีการส่ง

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลลัพธ์ของการประมวลผลคำสั่งที่ได้รับนั้นกลับมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย โดยมีการติดต่อกับหน่วยความจำเพื่ออ่านข้อมูลและเขียนข้อมูลบนสมาร์ตการ์ด

รูปแบบมาตรฐานของคำสั่งที่ใช้ในสมาร์ตการ์ด
แต่ละคำสั่งจะมีความยาวอย่างน้อย 6 ไบต์ โดยในแต่ละไบต์จะมีความหมายดังนี้

1.CLA (Class) เป็นคลาสของคำสั่งว่าคำสั่งที่ได้รับนั้นอยู่ในคลาสไหน ซึ่งในโครงงานนี้จะใช้เฉพาะคลาส01 เท่านั้น

2.INS (Instruction) เป็นไบต์ที่บ่งบอกว่าคำสั่งนั้นเป็นคำสั่งอะไร

3.P1 เป็นส่วนแบ่งย่อยของคำสั่ง

4.P2 เป็นส่วนแบ่งย่อยของคำสั่ง

5.P3 เป็นส่วนแบ่งย่อยของคำสั่ง

6.Length เป็นไบต์ที่บอกว่าคำสั่งนั้นมีความยาวเท่าใด (ไม่นับรวม 6 ไบต์แรก)

7. ไบต์เสริมอื่นๆ ในคำสั่งการพิสูจน์ตนไบต์ที่ตามหลังไบต์ที่หกจะมีได้ 16 ไบต์เท่านั้น ในคำสั่งเขียนข้อมูลมีได้มากที่สุด 18 ไบต์โดย 2 ไบต์แรกเป็นตำแหน่งที่ต้องการจะเขียนนอกนั้นเป็นข้อมูลที่จะเขียน ส่วนคำสั่งอ่านข้อมูลจะไม่มีไบต์เสริมตามมาคือมีแค่ 6 ไบต์แรกเท่านั้น

Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP)

CHAP เป็นโปรโตคอล (protocol) การทำการพิสูจน์ตนของการสื่อสารแบบจุดถึงจุด (point to point) เพื่อยืนยันพิสูจน์ตนของแต่ละฝั่งที่ทำการติดต่อสื่อสารกันว่าถูกต้อง

ขั้นตอนการทำการพิสูจน์ตน แบบ CHAP

1.หลังจากเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างกันได้สำเร็จแล้ว ผู้ต้องการการพิสูจน์ตน (authenticator) จะส่งข้อความ challenge ไปยังอีกฝั่งหนึ่งของการเชื่อมต่อ

2.ฝั่งที่ได้รับข้อความ (message) challenge จะตอบสนองด้วยการคำนวณค่าโดยใช้ฟังก์ชันแฮชแบบทางเดียว

(one-way hash function)

46131

3.ฝั่งที่ต้องการพิสูจน์ตนจะทำการตรวจสอบว่าค่าที่ได้รับกลับมานั้นตรงกับค่าที่ได้คาดหวังไว้หรือไม่ ถ้าค่าที่ได้รับกลับมาไม่ตรงกัน การเชื่อมต่อควรจะถูกยกเลิก

4.ฝั่งที่ต้องการพิสูจน์ตนควรจะส่งข้อความ challenge ไปเป็นระยะๆในช่วงเวลาที่ไม่แน่นอน แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 1-3

ข้อดี

CHAP จัดหาการป้องกันการโจมตีโดยวิธี playback attack ฝั่งที่ต้องการการพิสูจน์ตน่จะเป็นผู้ควบคุมความถี่และเวลาของการส่งข้อความ challenge

วิธีการ authentication วิธีนี้ขึ้นอยู่กับค่าลับ (secret value) ที่จะรู้กันระหว่างผู้ต้องการพิสูจน์ตนและอีกฝั่งหนึ่งที่ถูกต้องเท่านั้น ไม่มีการส่งค่าลับนี้ผ่านการเชื่อมต่อจึงไม่ต้องกลัวว่าจะถูกดักจับค่าลับไป

หลักการในการออกแบบ

CHAP ต้องการความยาวของค่าลับอย่างน้อยที่สุด 1 ออกเทท(octet) . ค่าลับควรจะใหญ่พอและไม่สามารถคาดเดาได้ง่ายดังเช่นการเลือกรหัสผ่านที่ดี ควรจะมีความยาวอย่างน้อยเท่ากับค่าที่ได้จากการแฮช ของฟังก์ชันแฮช ที่เลือกนำมาใช้ (16 ออกเททสำหรับ MD5)

ฟังก์ชันแฮช แบบทางเดียวที่เลือกใช้ต้องไม่สามารถหาค่าลับได้ถ้ารู้ challenge และ ค่าการตอบสนอง

แต่ละค่า challenge ควรจะไม่ซ้ำกันในแต่ละครั้งเนื่องจากผู้โจมตีอาจจะใช้ค่าการตอบสนองครั้งก่อนที่ดักจับไว้ได้มาใช้ตอบกลับไป

MD5 Message Digest Algorithm

อัลกอริทึม MD5 สามารถรับอินพุตความยาวใดๆได้และสร้างเอาท์พุท 128 บิต (message digest) จากอินพุต อัลกอริทึมที่ใช้นั้นต้องไม่มีทางที่ 2 ข้อความอินพุตใดๆที่ต่างกันจะมี message digest เหมือนกันหรือสามารถสร้างข้อความอินพุตได้จาก message digest ที่ได้รับ คือฟังก์ชันต้องไม่สามารถย้อนกลับได้

อัลกอริทึม MD5 ถูกออกแบบให้ค่อนข้างเร็วบนเครื่อง 32 บิต นอกจากนี้ อัลกอริทึม MD5 ไม่ต้องการตารางแทนค่าขนาดใหญ่ดังนั้นสามารถเขียนโค้ดโปรแกรมได้กระชับ

บทที่ 3 : การคำนวณ การสร้าง การออกแบบ

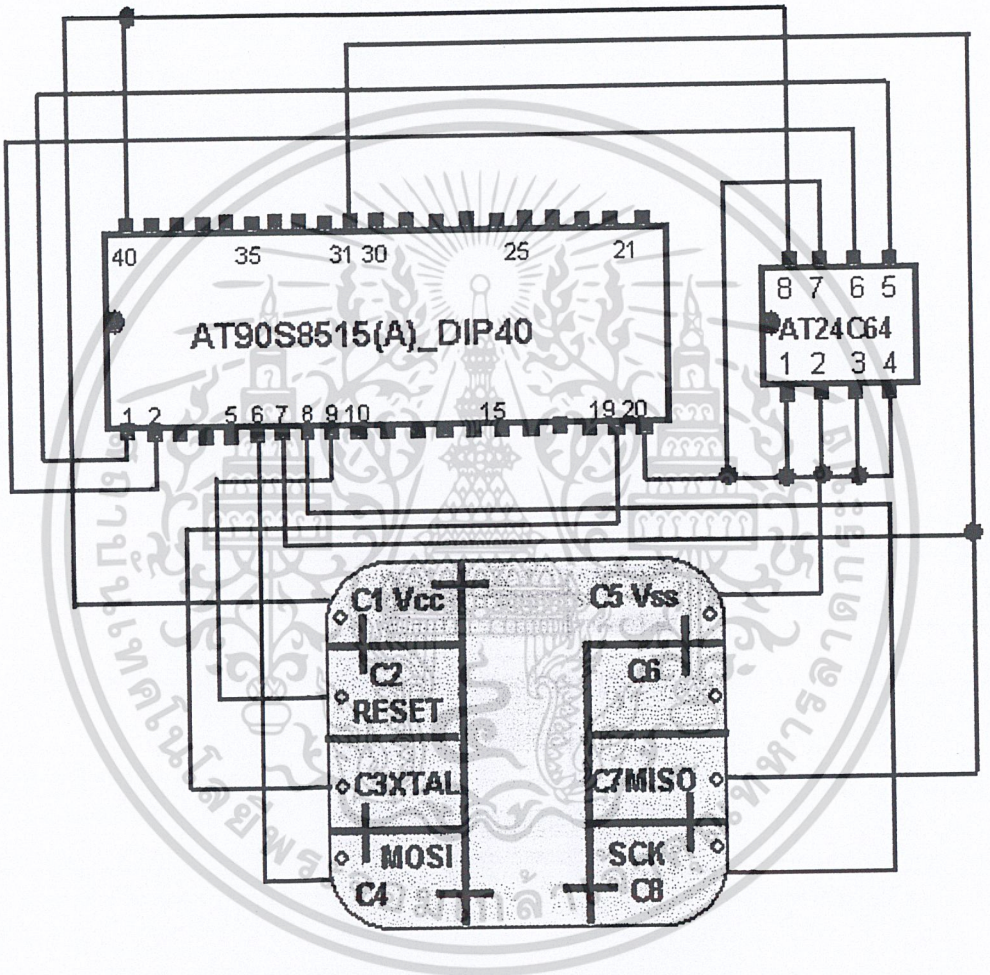
3.1 สมาร์ตการ์ดจำลอง

จุดประสงค์ของการสร้างสมาร์ตการ์ดจำลอง

เพื่อเป็นการศึกษาเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียต่างๆ, ทดสอบการใช้งานของสมาร์ตการ์ดรุ่นต่างๆ ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด ก่อนที่จะทำการสั่งซื้อสมาร์ตการ์ดตัวจริงมาจากต่างประเทศ เนื่องจากสมาร์ตการ์ดที่มีจำหน่ายอยู่ตามท้องตลาด มีหลากหลายรุ่นซึ่งแต่ละรุ่นใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ และหน่วยความจำที่แตกต่างกัน ซึ่งมีข้อดี ข้อเสียที่ต่างกันออกไป รวมไปถึงราคา ดังนั้นจึงต้องมีการจัดสร้างสมาร์ตการ์ดจำลองขึ้นก่อนการสั่งซื้อการ์ดจริง เนื่องจากสมาร์ตการ์ดจำลองที่เราสามารถสร้างขึ้นได้เองนั้นมีราคาถูกกว่าสมาร์ตการ์ดจริงถึงเกือบ 50 % และการสั่งซื้อจากต่างประเทศต้องเสียค่าจัดส่ง (shipping)ที่แพงและใช้เวลาที่ยาวนาน และเหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือสมาร์ตการ์ดจำลองสามารถทำการโปรแกรมข้อมูลลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ และหน่วยความจำได้ง่ายกว่า เพราะสมาร์ตการ์ดจำลองสร้างขึ้นมาจาก ไอซีที่เป็นแพ็กเก็ตแบบดีไอพี (Dual In-Line Packet) ที่ใช้งานกันทั่วไป จึงสามารถนำไปใช้งานกับเครื่องโปรแกรมไอซีทั่วไปได้ทันที ทำให้ได้รับความสะดวก รวดเร็ว และง่ายในการโปรแกรมข้อมูลลงในสมาร์ตการ์ดจำลอง ซึ่งจะแตกต่างกับสมาร์ตการ์ดจริงตรงที่เมื่อเวลาจะโปรแกรมข้อมูลลงตัวการ์ดจะต้องสร้างอินเทอร์เฟซเฉพาะขึ้นมา เพื่อเชื่อมต่อระหว่างตัวสมาร์ตการ์ดกับเครื่องโปรแกรมไอซี ซึ่งเป็นการเสียเวลาและเงินทุนเป็นอย่างมาก หากจะต้องทำการสร้างอินเทอร์เฟซสำหรับการ์ดที่เราต้องการศึกษา เพื่อทดสอบการใช้งานของการ์ดซึ่งมีหลายรุ่น ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าหากใช้สมาร์ตการ์ดจริง จะต้องสร้างอินเทอร์เฟซหลายตัวเพื่อที่จะใช้โปรแกรมข้อมูลลงการ์ดในแต่ละรุ่น ซึ่งในท้ายที่สุดแล้วก็จะเลือกการ์ดเพียงรุ่นเดียวเพื่อมาใช้งานในโครงงานนี้เท่านั้น จึงเป็นการทำให้อินเทอร์เฟซ ที่สร้างมาสำหรับรุ่นอื่นๆไม่ได้ใช้งานอีกต่อไป ดังนั้นการสร้างสมาร์ตการ์ดจำลองขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาและทดสอบสมาร์ตการ์ดรุ่นต่างๆ จึงเป็นวิธีที่ดีที่สุด นอกจากนี้ยังคุ้มค่าและรวดเร็วอีกด้วย โดยในสมาร์ตการ์ดจำลองนี้เรายังสามารถเพิ่มเติมคุณสมบัติต่างๆนอกเหนือจากที่การ์ดจริงมีได้อีกด้วย เช่น เพิ่มไฟ LED ลงไปใน การ์ด โดยต่อจากพอร์ตของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกในขั้นตอนของการพัฒนาหรือดีบักโปรแกรม ซึ่งทำได้โดยการโปรแกรมตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้ ตัวไฟ LED แสดงสถานะและ ขั้นตอนการทำงานต่างๆของตัวการ์ด ในส่วนของสมาร์ตการ์ดจำลองนั้นเราได้ทำการสร้างสมาร์ตการ์ดจำลองขึ้น 3 แบบด้วยกัน เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการทดลองใช้งานสมาร์ตการ์ด ที่มีขายในท้องตลาด ทั้ง 3 รุ่นดังต่อไปนี้

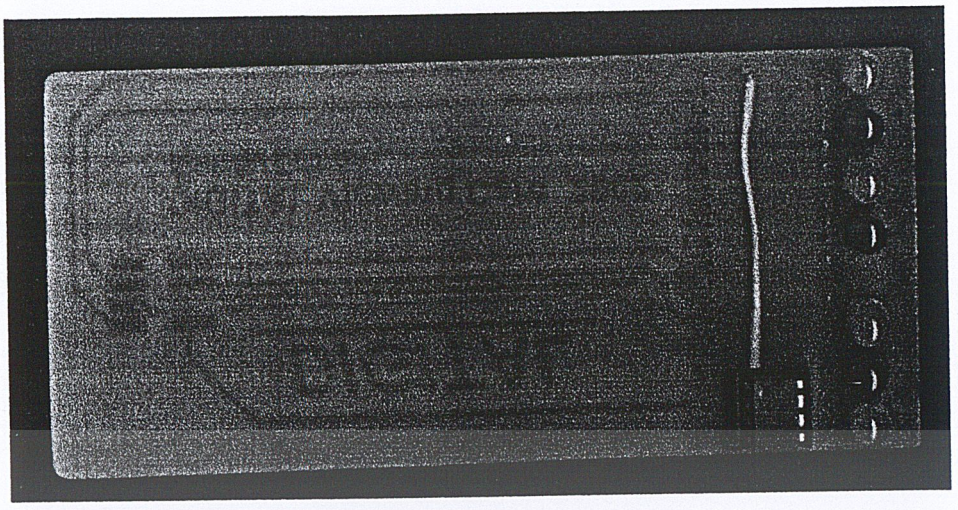
3.1.1 การ์ด A ประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEL AT90S8515 กับ Memory EEPROM ATMEL AT24C64 (ขนาด 64 K)

โดย การ์ด อันนี้ได้ออกแบบให้มี ไฟ LED ถึง 7 ดวง ซึ่งต่อจากพอร์ตของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยที่เราสามารถโปรแกรมตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้ ไฟ LED แสดงสถานะ, ขั้นตอนการทำงานต่างๆของตัว การ์ด เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกสำหรับขั้นตอนของการพัฒนาหรือดีบักโปรแกรม



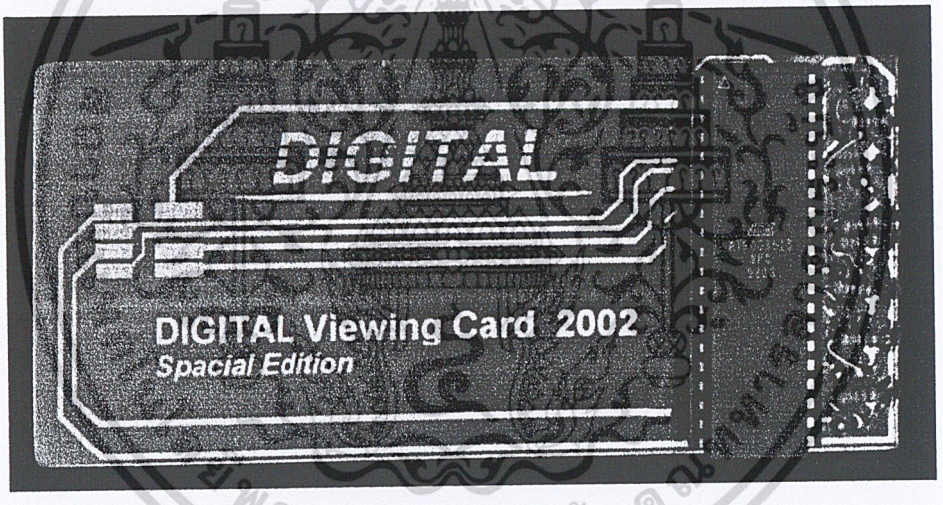
รูปที่ 3-1 แสดงการเชื่อมต่อวงจรของตัวการ์ด A

โดยในรูป 3-1 เป็นวงจรอันเดียวกันกับวงจรที่ใช้ในการ์ดจริงที่มีขายอยู่ในท้องตลาด โดยรูปที่แสดงข้างต้นนี้จะไม่รวมวงจรที่ LED เพิ่มเติมขึ้นมานอกเหนือจากวงจรของการ์ดจริง



รูปที่ 3-2 แสดงด้านบนของ การ์ด A

โดยที่ภายในรูป 3-2 จะเห็นตัว EEROM AT24C64 และไฟ LED ทั้ง 7 ดวง



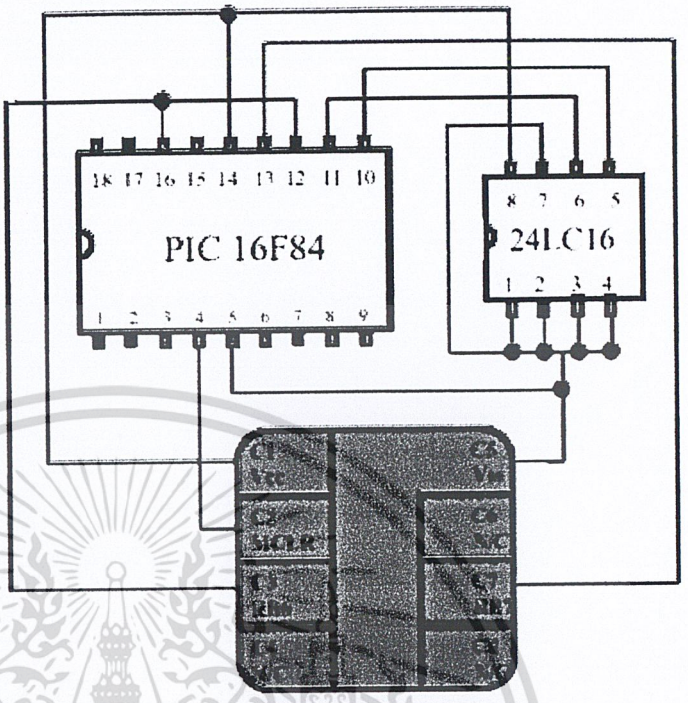
รูปที่ 3-3 แสดงด้านล่างของ การ์ด A

โดยที่ภายในรูป 3-3 จะเห็นตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEL AT90S8515 และตัวต้านทานซึ่งต่อกับไฟ LED ด้านบนทั้ง 7 ดวง

3.1.2 การ์ด B ประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Microchip PIC16F84A กับ Memory EEPROM Microchip 24LC16 (ขนาด 16 K)

CONTACT DESCRIPTION

Pin#	Name	Function
C1	Vcc	Power Supply
C2	MCLR	Master Clear
C3	RB6/Osc1	Clock Input
C4	N/C	No Connect
C5	Vss	Ground
C6	N/C	No Connect
C7	RB7	Data I/O
C8	N/C	No Connect



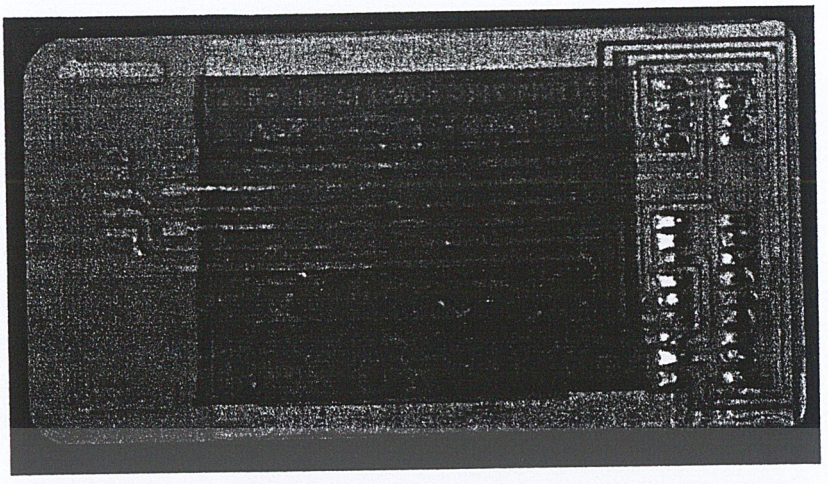
รูปที่ 3-4 แสดงการเชื่อมต่อวงจรของตัวการ์ด B

โดยในรูป 3-4 เป็นวงจรอันเดียวกันกับวงจรที่ใช้ใน การ์ด B จริงที่มีขายอยู่ในท้องตลาด



รูปที่ 3-5 แสดงด้านบนของ การ์ด B

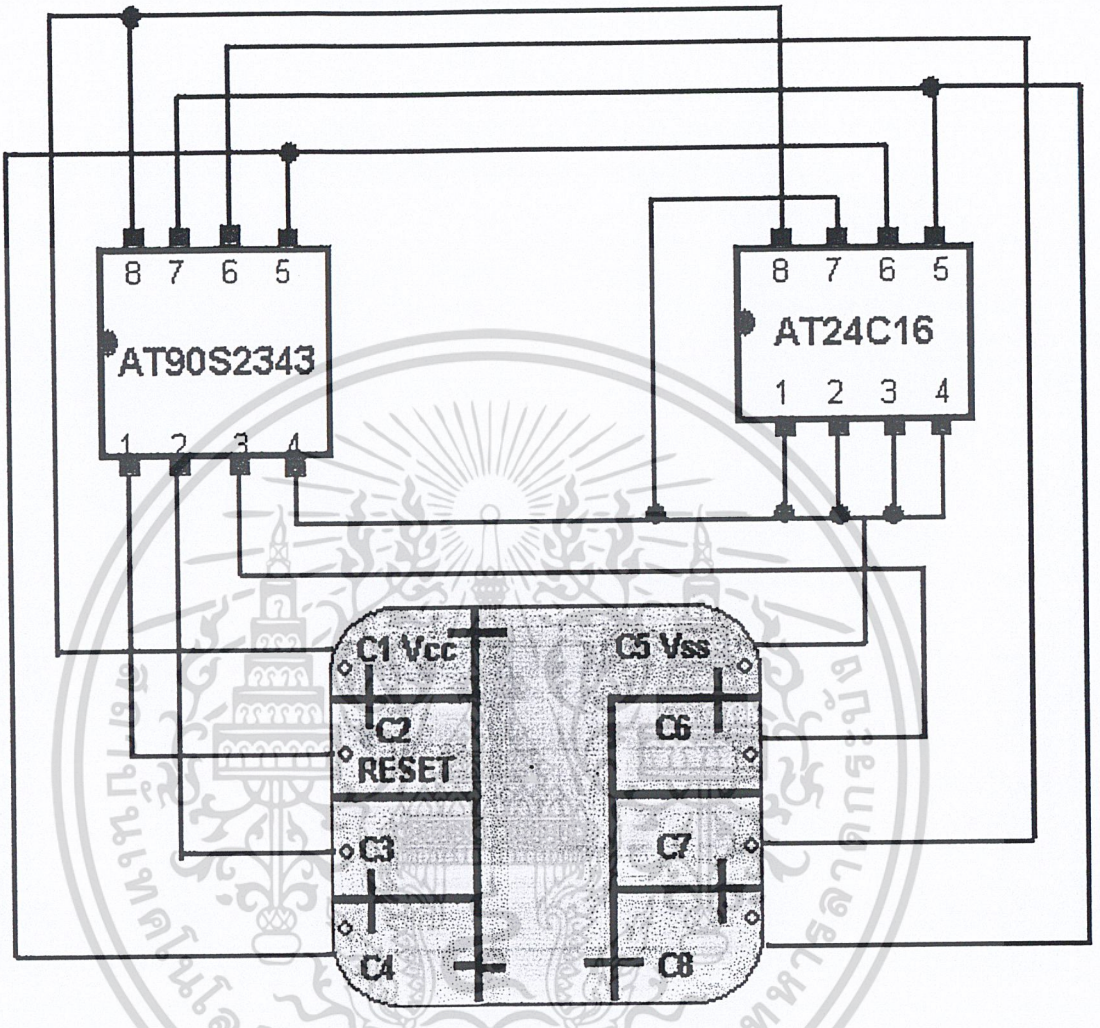
โดยที่ภายในรูป 3-5 จะเห็นตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ Microchip PIC16F84A และ EEprom 24LC16



รูปที่ 3-6 แสดงด้านล่างของการ์ด B

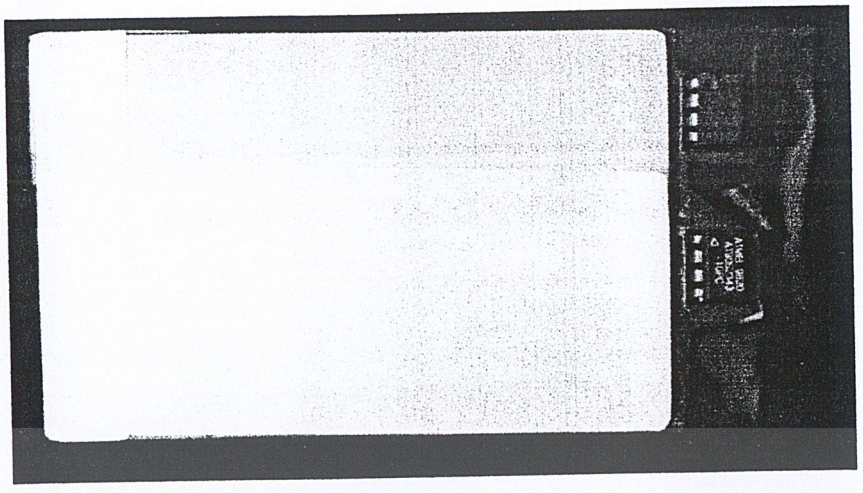
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.1.3 **การ์ด C** ประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEL AT90S2343 กับ Memory EEPROM ATMEL AT24C16 (ขนาด 16 K)



รูปที่ 3-7 แสดงการเชื่อมต่อวงจรของตัวการ์ด C

โดยที่รูป 3-7 เป็นวงจรอันเดียวกันกับวงจรที่ใช้ในการ์ด C จริงที่มีขายอยู่ในท้องตลาด



รูปที่ 3-8 แสดงด้านบนของการ์ด C

โดยที่ภายในรูป 3-8 จะเห็นตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEL AT90S2343 และ EEPROM 24C16

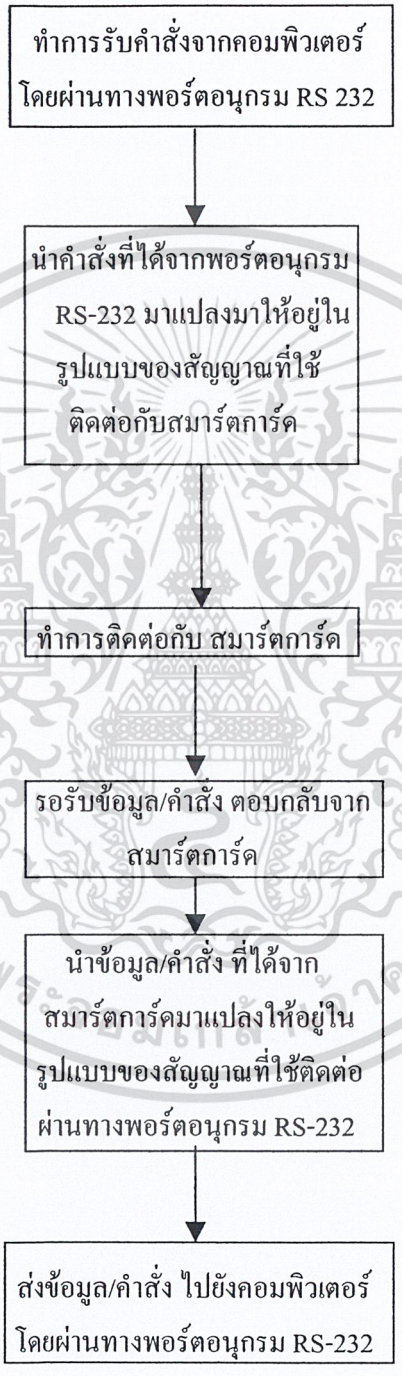


รูปที่ 3-9 แสดงด้านล่างของการ์ด C

3.2 เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด (Smart card Reader/Writer)

การออกแบบ เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด

เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด ได้ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้กับสมาร์ตการ์ดประเภท Asynchronous (Processor Card) ส่วนใหญ่ได้



รูปที่ 3-10 Block Diagram แสดงถึงแนวคิดการทำงานของ เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด

ในขั้นตอนแรกของการออกแบบ เราจะพิจารณาถึงคุณสมบัติของ เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด ดังต่อไปนี้

1. ใช้ติดต่อกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทาง พอร์ตอนุกรม RS232 แบบ DB9

ซึ่งเหตุผลที่เราเลือกใช้พอร์ตแบบอนุกรม (Serial Port) แทนที่จะใช้ พอร์ตแบบขนาน (Parallel Port) ทั้งๆ การติดต่อกับพอร์ตแบบขนาน มีความซับซ้อนยุ่งยากน้อยกว่า เนื่องจากพอร์ตแบบอนุกรม ใช้สายนำสัญญาณน้อยกว่า และมีขนาดของหัวนำสัญญาณที่เล็กกว่าทำให้การจัดวางรูปแบบของอุปกรณ์บนตัวเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดทำได้ง่ายกว่า อีกทั้งยังทำให้เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด มีขนาดที่เล็กกว่า นอกจากนี้พอร์ตแบบอนุกรม ยังมีการป้องกันการเสียหายอันเกิดขึ้นโดยไม่ได้ตั้งใจ โดยสามารถเสียบสายเคเบิ้ลของพอร์ตแบบอนุกรมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในขณะที่เครื่องเปิดอยู่ได้ เนื่องจากเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดนี้มีอินเทอร์เฟซ ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยใช้พอร์ตอนุกรม RS232 ดังนั้นจึงต้องใช้ตัว IC MAX 232 เพื่อใช้เป็นไดรฟ์เวอร์ ในการติดต่อกับพอร์ต RS232 โดย IC ตัวที่เรานำมาใช้เป็นของ MAXIM ใช้ Power +5 โวลต์ โดยเราเลือกใช้แพ็กเก็ต แบบ 16 ขา Plastic DIP

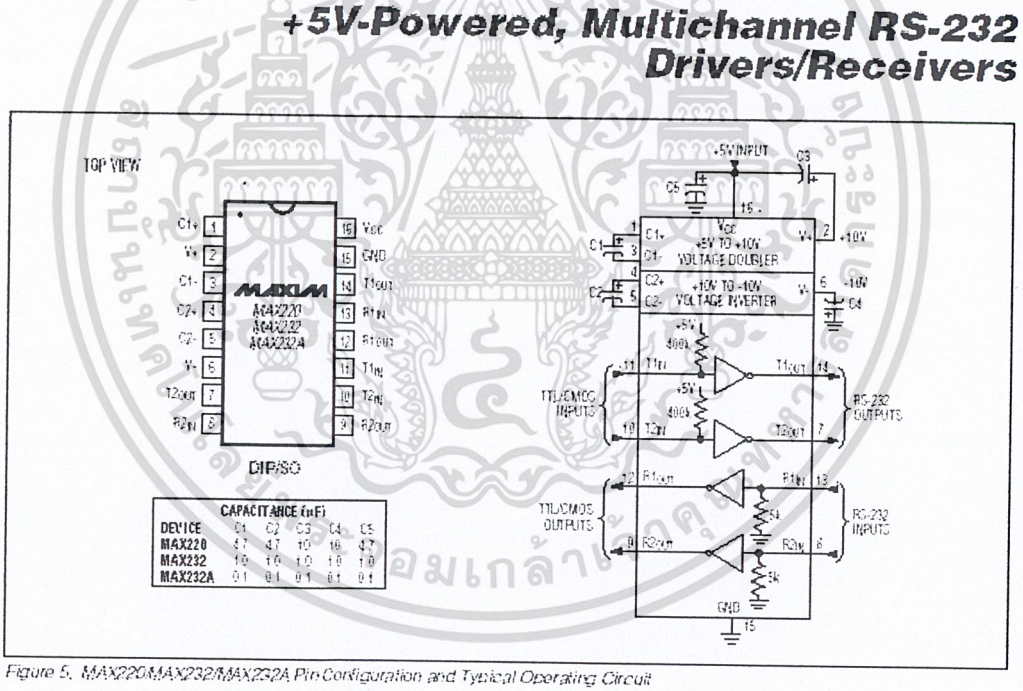
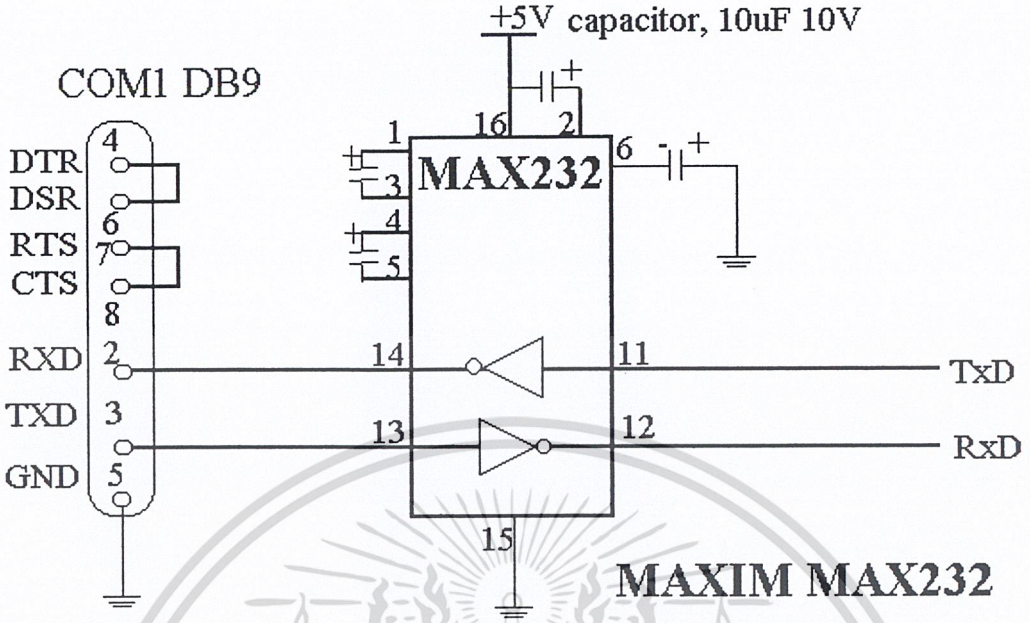


Figure 5. MAX220/MAX232/MAX232A Pin Configuration and Typical Operating Circuit

รูปที่ 3-11 แสดงถึงขาต่างๆ ของ MAX232 และวงจรในการใช้งานทั่วไป

จากรูปที่ 3-11 จะเห็นได้ว่าในการที่จะใช้งานตัว MAX232 นี้จำเป็นจะต้องมีการต่อตัวเก็บประจุ (Capacitor) ภายนอก 4 ตัว ซึ่งก็คือ C1-C4 โดยในวงจรของเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด เราได้ออกแบบให้ใช้ ตัวเก็บประจุ 4 ตัวนี้เป็นชนิดแทนทาลัม สำหรับค่าของตัวเก็บประจุนั้นก็ใช้ตามที่โรงงานผู้ผลิตกำหนด ดังรูปที่ 3-11 ซึ่งก็คือ 1.0 uF



รูปที่ 3-12 แสดงถึงการต่อตัว MAX232 กับพอร์ตอนุกรม RS232 ชนิด DB9

2. สัญญาณนาฬิกาที่ใช้กับเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด

ในตอนแรกตัวเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดที่ได้สร้างขึ้นมาเรากำหนดให้สัญญาณนาฬิกาที่ใช้ติดต่อกับสมาร์ตการ์ด เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 7816 ซึ่งก็คือ 3.57 MHz ซึ่งเมื่อใช้ สัญญาณนาฬิกา = 3.57 MHz จะทำให้อัตราความเร็วของการรับส่งข้อมูลที่ติดต่อระหว่าง สมาร์ตการ์ด กับตัวเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด มีค่าเท่ากับ 9600 baud [คำนวณจาก3.571200/372X1000000 = 9600 bps (bytes per second)]

ISO 7816-3

Governs the electronic signals and transmission protocols

Electrical Characteristics

Initial clock between 1 and 5 MHz

Initial I/O rate = Clock / 372.

Clock = 3.57 MHz for 9600 baud.

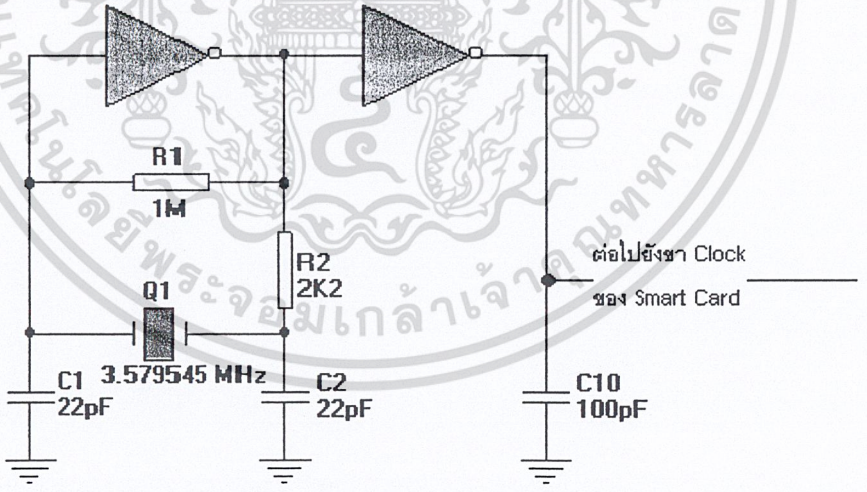
Transmission Protocols

Defined transmission protocols are T=0 and T=1

T=14 is reserved for proprietary protocols

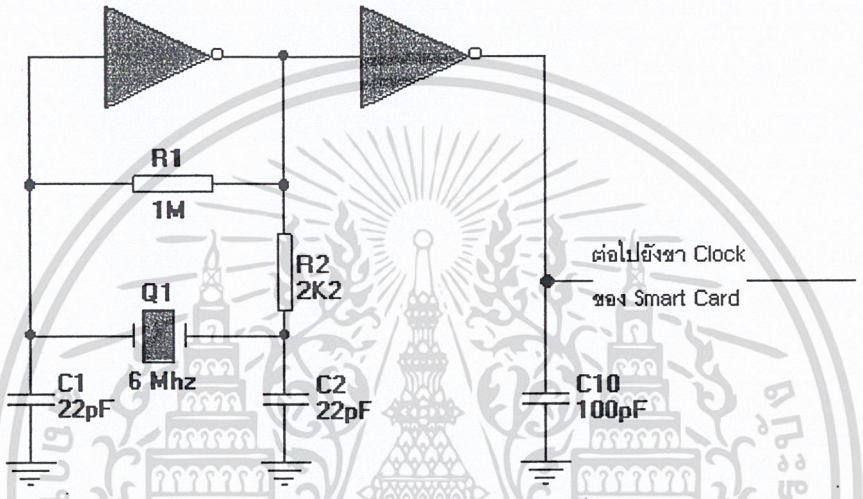
รูปที่ 3-13 แสดงถึงคุณสมบัติบางประการของมาตรฐาน ISO7816-3

โดยเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดที่สร้างขึ้นในตอนแรกนี้ เราจะใช้คริสตอลค่า 3.579545 MHz (เหตุผลที่ใช้คริสตอลค่า 3.579545 MHz เนื่องจากเป็นค่าที่ใกล้เคียงที่สุดเมื่อเทียบกับ 3.57 MHz) เป็นตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Oscillators) ให้กับตัวสมาร์ตการ์ด



รูปที่ 3-14 แสดงวงจรในส่วนของตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้กับสมาร์ตการ์ด
โดยใช้สัญญาณนาฬิกา = 3.579545 MHz

รูปที่ 3-14 แสดงถึงวงจรในส่วนของตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้กับสมาร์ตการ์ด โดยมีหัวใจหลักของการทำงานคือ คริสตัล ค่า 3.579545 MHz เป็นตัวกำเนิดสัญญาณ แต่ภายหลังได้ทำการปรับปรุงวงจรใหม่ โดยเพิ่มค่าสัญญาณนาฬิกาเป็น 6 Mhz โดยใช้คริสตัลค่า 6 MHz เป็นตัวกำเนิดสัญญาณ เนื่องจากตัวสมาร์ตการ์ดสามารถรองรับการทำงานที่ความ 6 Mhz ได้ และมีข้อดีคือทำให้สมาร์ตการ์ดทำงานเร็วขึ้นและเป็นการเพิ่มความเร็วของการรับส่งข้อมูลที่ติดต่อสื่อสารระหว่างสมาร์ตการ์ดกับ ตัวเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดให้สูงขึ้น ซึ่งมีค่าประมาณ 14400 baud

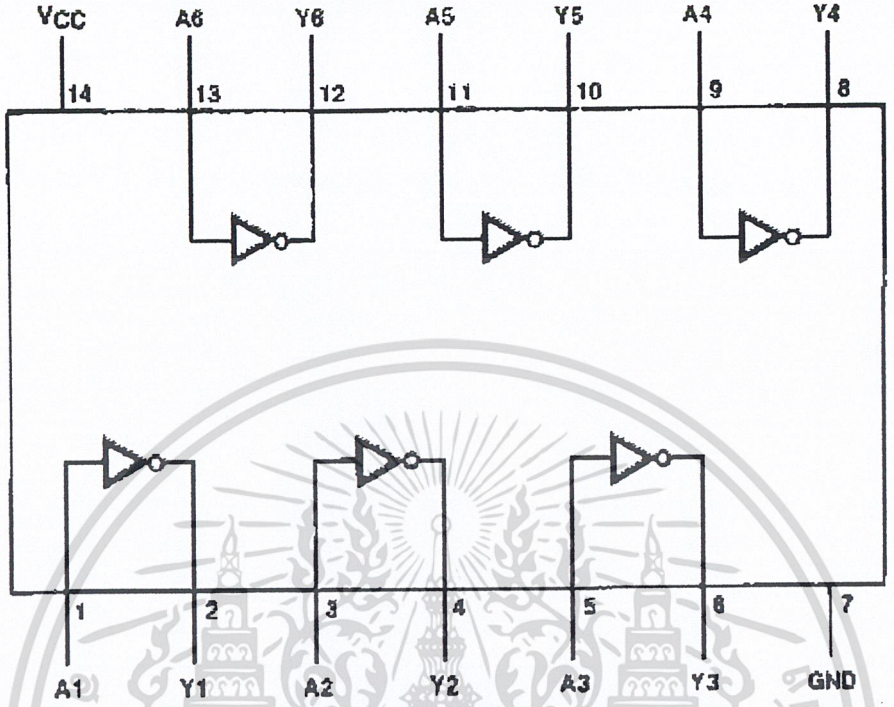


รูปที่ 3-15 แสดงวงจรในส่วนของตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้กับสมาร์ตการ์ด โดยใช้สัญญาณนาฬิกา = 6 MHz

โดยจากวงจรจะเห็นว่าต้องใช้ ตัวเก็บประจุ 2 ตัวในการต่อกับคริสตอลซึ่งในการออกแบบนี้จะใช้แบบแทนทาลัม ซึ่งค่าที่ใช้คือ 22 pF (ฟิโคฟารัด) จากนั้นในวงจรก็จะใช้ตัวอินเวอร์เตอร์เกต 2 ตัว เพื่อให้เกิดเป็นสัญญาณนาฬิกา โดยตัวอินเวอร์เตอร์เกต จะใช้จาก IC เบอร์ 74HC04 โดยภายใน IC 74HC04 จะมีตัวอินเวอร์เตอร์เกตอยู่ 6 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 3-15

Connection Diagram

Pin Assignments for DIP, SOIC, SOP and TSSOP



Top View

รูปที่ 3-16 แสดงถึงตำแหน่งของตัวอินเวอร์เตอร์ทั้ง 6 ตัว และตำแหน่งของขาที่ต่อกับภายนอกของ ตัวอินเวอร์เตอร์แต่ละตัว

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

(Note 2)

Supply Voltage (V_{CC})	−0.5 to +7.0V
DC Input Voltage (V_{IN})	−1.5 to V_{CC} +1.5V
DC Output Voltage (V_{OUT})	−0.5 to V_{CC} +0.5V
Clamp Diode Current (I_{IK}, I_{OK})	±20 mA
DC Output Current, per pin (I_{OUT})	±25 mA
DC V_{CC} or GND Current, per pin (I_{CC})	±50 mA
Storage Temperature Range (T_{STG})	−65°C to +150°C
Power Dissipation (P_D)	
(Note 3)	600 mW
S.O. Package only	500 mW
Lead Temperature (T_L)	
(Soldering 10 seconds)	260°C

Recommended Operating Conditions

	Min	Max	Units
Supply Voltage (V_{CC})	2	6	V
DC Input or Output Voltage (V_{IN}, V_{OUT})	0	V_{CC}	V
Operating Temperature Range (T_A)	−40	+85	°C
Input Rise or Fall Times			
(t_r, t_f) V_{CC} = 2.0V		1000	ns
V_{CC} = 4.5V		500	ns
V_{CC} = 6.0V		400	ns

Note 1: Absolute Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

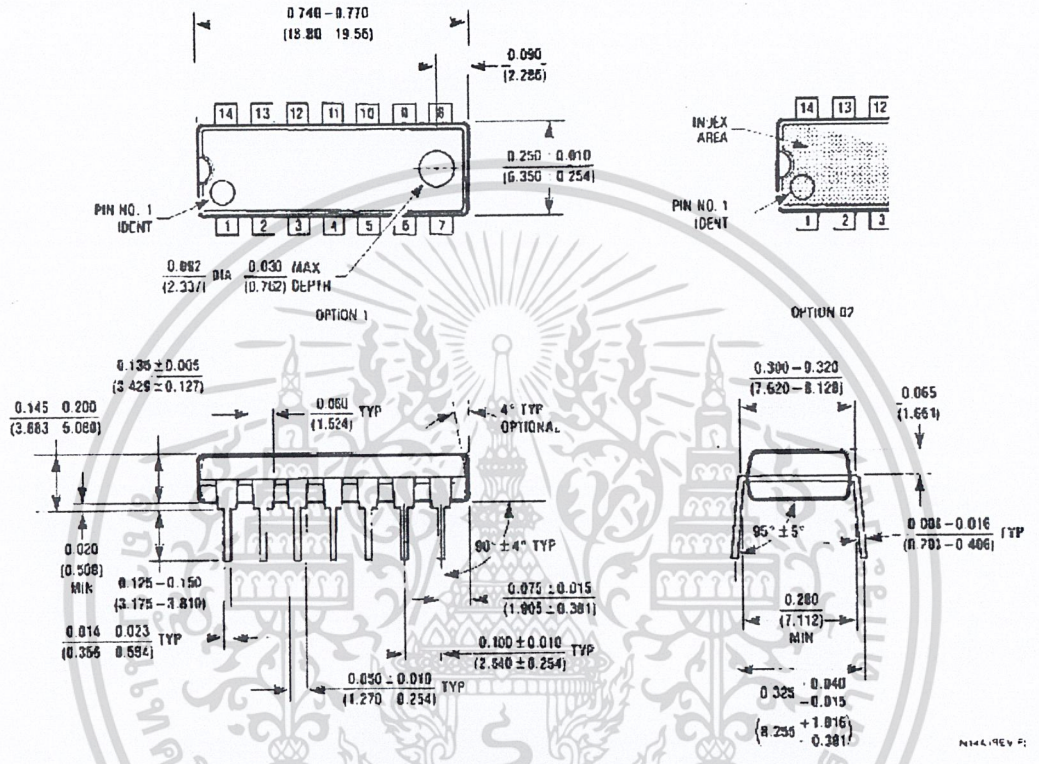
Note 2: Unless otherwise specified all voltages are referenced to ground.

Note 3: Power Dissipation temperature derating — plastic "N" package: 12 mW/°C from 65°C to 85°C.

รูปที่ 3-17 แสดงถึงคุณสมบัติบางส่วนของ 74HC04

จากรูปที่ 3-16 เราจะเห็นว่า Supply Voltage (Vcc) ที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 2 โวลต์ ถึง 6 โวลต์ ดังนั้นในวงจรนี้เราจะออกแบบให้ IC 74HC04 ใช้ Supply Voltage (Vcc) ที่มีค่าเท่ากับ 5 V เพื่อเป็นการลดความซับซ้อนในวงจร และง่ายต่อการออกแบบเนื่องจาก ในตัว IC MAX232 และตัว สมาร์ตการ์ด ก็ใช้ Supply Voltage (Vcc) มีค่า เท่ากับ 5 V เช่นกัน

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
Package Number N14A

รูปที่ 3-18 แสดงถึงขนาดและลักษณะภายนอกของ IC 74HC04

โดยตัว IC 74HC04 ตัวที่เรานำมาใช้ในวงจร ซึ่งเราเลือกใช้ในแพ็กเกจ แบบ PDIP (Plastic Dual-In-Line Package)

3. IC Voltage Regulator ที่ใช้กับเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดในโครงงานนี้

เนื่องจากตัวสมาร์ตการ์ด และตัว IC ต่างๆ ใช้ Supply Voltage (Vcc) = 5V เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการออกแบบวงจรจึงเลือกใช้ IC Voltage Regulator ชนิด Positive แบบ 5V ซึ่ง IC ตัวที่เราเลือกใช้คือเบอร์ MC78L05ACP ซึ่งเหตุผลที่เลือกใช้คือ

1. มีช่วงของการรับ Voltage Input ได้กว้าง ซึ่งทำให้ตัวเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดที่เราออกแบบนั้นสามารถใช้ Supply Voltage ได้กว้าง คือ ใช้ได้ตั้งแต่ในช่วง 5 โวลต์ ถึง 15 โวลต์ ทำให้มีความยืดหยุ่นในการติดตั้งและใช้งาน โดยสามารถใช้ไฟ 12 โวลต์ จาก แหล่งจากไฟของเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรงก็ได้หรือสามารถใช้ ถ่านแบบก้อนสี่เหลี่ยม 9 V ก็ได้ เพื่อความสะดวกในการพกพาเวลาต่อกับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Laptop) ก็ได้ เป็นต้น

2.Output Voltage มีค่าคงที่ซึ่ง = 5 โวลต์ และมีค่าผิดพลาดไม่เกิน 5 %

3.มีราคาถูก

4.มีการจำกัดกระแสของ Internal Short Circuit

5.มีการป้องกัน Internal Thermal Overload

6.มีความสะดวกในการใช้งานเนื่องจากไม่ต้องใช้อุปกรณ์ต่อภายนอก

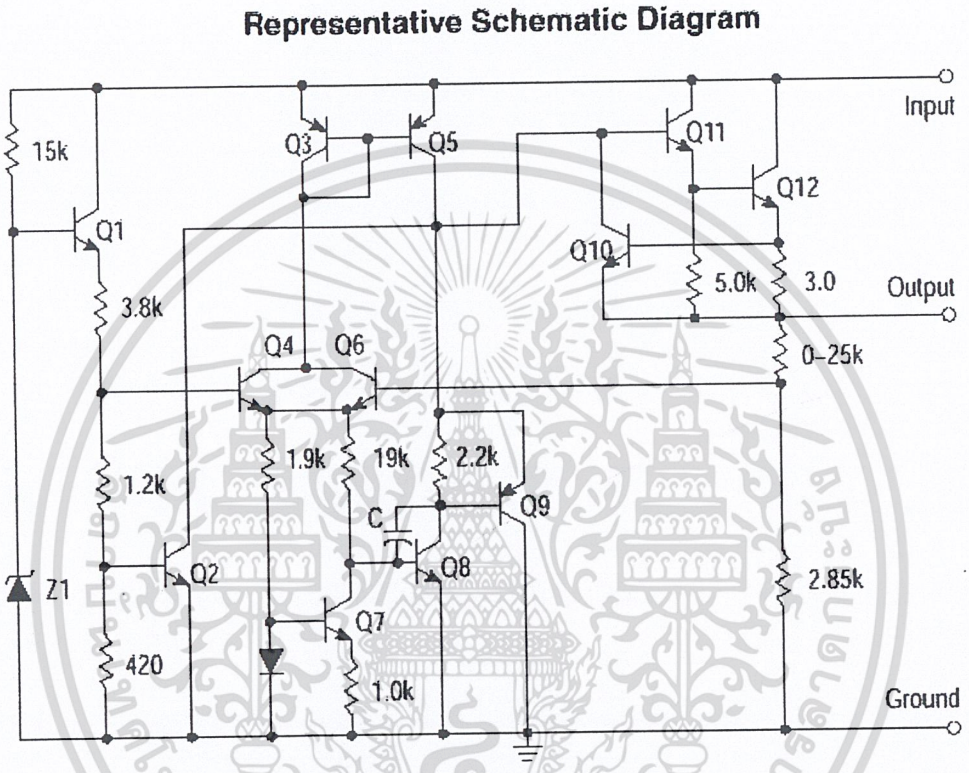
7.มีขนาดที่เล็ก ทำให้ประหยัดเนื้อที่ และง่ายต่อการออกแบบจัดวางอุปกรณ์



รูปที่ 3-19 แสดงถึงลักษณะรูปร่างของตัว IC เบอร์ MC78L05ACP
และรายละเอียดของขาที่ติดต่อกับภายนอก

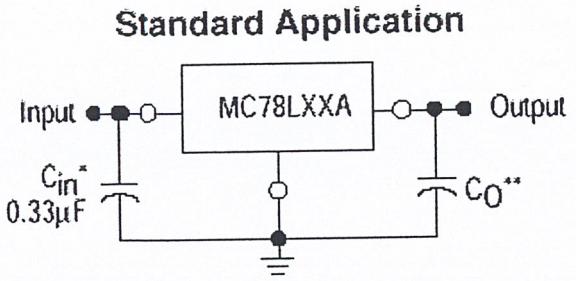
ซึ่งจากรูปที่ 3-18 จะเห็นได้ว่าตัว IC เบอร์ MC78L05ACP มีรูปแบบที่นำไปออกแบบใช้งานได้ง่ายมากโดยมีขาเชื่อมต่อ เพียง 3 ขาเท่านั้น ซึ่งก็คือ

1. ขาของไฟออก
2. ขาของกราวนด์
3. ขาของไฟเข้า



รูปที่ 3-20 แสดงวงจรภายในของตัว IC MC78L05ACP

จากรูปที่ 3-19 จะเห็นได้ว่าหากเราไม่ใช้ตัว IC Voltage Regulator จะต้องใช้วงจรตามรูปข้างต้นซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อน และทำให้การออกแบบยากลำบากขึ้นละยังทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่ในการจัดวางอุปกรณ์อีกด้วย



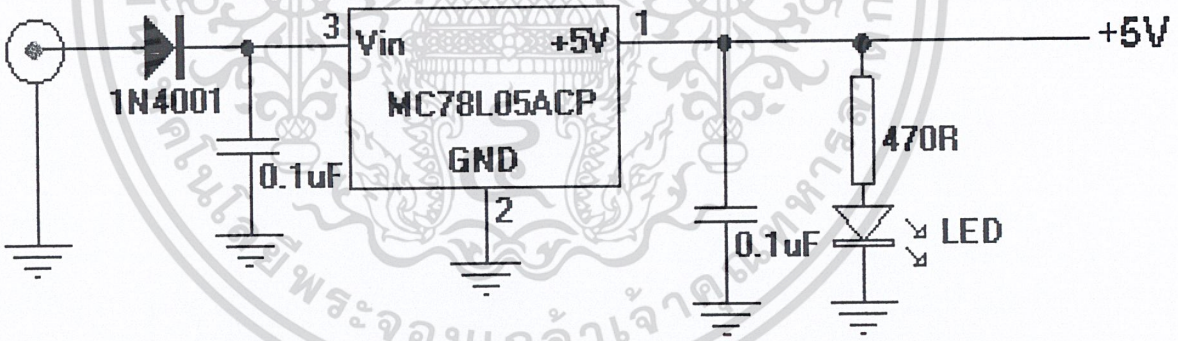
A common ground is required between the input and the output voltages. The input voltage must remain typically 2.0 V above the output voltage even during the low point on the input ripple voltage.

*C_{in} is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.

**C_O is not needed for stability; however, it does improve transient response.

รูปที่ 3-21 แสดงถึงการนำ IC MC78L05ACP ไปใช้งานมาตรฐานทั่วไป

โดยในวงจรเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด มีรูปแบบการใช้งาน IC MC78L05ACP และการเชื่อมต่อตามรูปที่ 3-21 โดยเราใช้ Cin มีค่าเท่ากับ 0.1 uF และ Co มีค่าเท่ากับ 0.1 uF



รูปที่ 3-22 แสดงวงจรที่ใช้งานจริงในตัว เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดในส่วนของตัวจ่ายไฟ

จากรูปที่ 3-22 จะเห็นว่า จากตรงขาที่ต่อไฟเข้าเราได้นำเอาไดโอด เบอร์ IN4001 มาต่อคั้นกลางกับ IC Voltage Regulator เพื่อให้ตัวไดโอด IN4001 ทำหน้าที่กรองกระแส เพื่อป้องกันในกรณีที่ไฟที่เข้ามาเป็นไฟ AC ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับวงจรได้ และในตอนท้ายจะเห็นว่าได้ออกแบบให้ติดตั้ง LED ไว้เพื่อตรวจสอบกระแสไฟที่เข้าวงจรและตรวจสอบการทำงานของตัว IC MC78L05ACP โดย LED จากวงจรจะเห็นได้ว่าถูกต่อมาจากขาเอาต์พุตของตัว IC Voltage Regulator โดยมีตัวต้านทานขนาด 1/8 วัตต์ ค่า 470 Ω ต่อคั้นกลางระหว่าง IC MC78L05ACP กับตัว LED เนื่องจากแรงดันที่ออกมาจากขาเอาต์พุตของตัว IC Voltage

Regulator มีค่าสูงเกินไปสำหรับ LED จึงต้องทำการออกแบบให้มีตัวต้านทานขั้นกลางเพื่อให้มีแรงดันคร่อมบนตัวต้านทาน เพื่อควบคุมแรงดันที่จ่ายไปยัง LED โดยค่ากระแสที่เราต้องการเพื่อให้เหมาะสมกับ LED ควรมีค่าประมาณ 0.0063 A โดยเราสามารถคำนวณ หาค่าความต้านทานที่ต้องการได้ดังนี้

โดยทั่วไปแล้วแรงดันตกคร่อมตัว LED = 2 โวลต์ ดังนั้นต้องมีแรงดันตกค่อมตัวต้านทานเท่ากับ 5-2 = 3 โวลต์

จากสูตร V = IR

ทราบค่า โวลต์เตจ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3 โวลต์

ทราบค่ากระแส เนื่องจากการต่ออนุกรมกระแสจะเท่ากันทั้งวงจร ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านตัว LED จะต้องมีค่าเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0063 A

ดังนั้นเมื่อเรานำค่าเข้าไปแทนในสูตรเราจะหาค่าความต้านทาน ได้ดังนี้

จากสูตร $V = IR$

$3 = 0.0063 \times R$

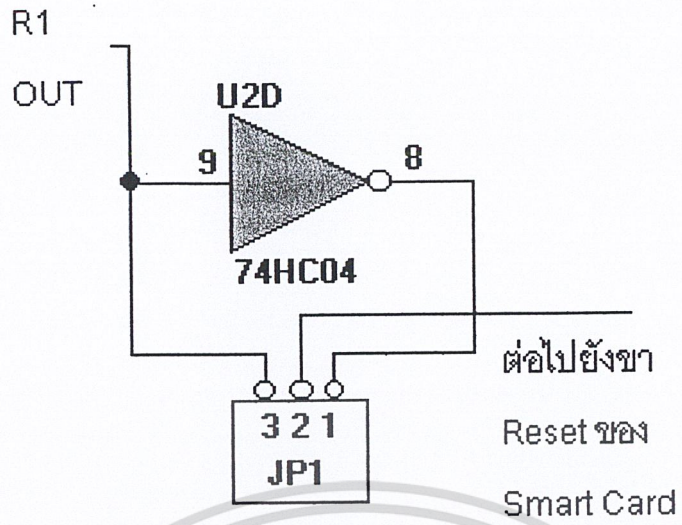
$R = 3/0.0063$

$R = 476.190476190476190476190476190476$

ซึ่งค่าของตัวต้านทานที่ใกล้เคียงที่สุดที่หาได้ตามท้องตลาดคือ 470 Ω ดังนั้นเราจึงใช้ตัวต้านทานค่า 470 Ω ต่อขั้นกลางระหว่าง IC MC78L05ACP กับตัว LED

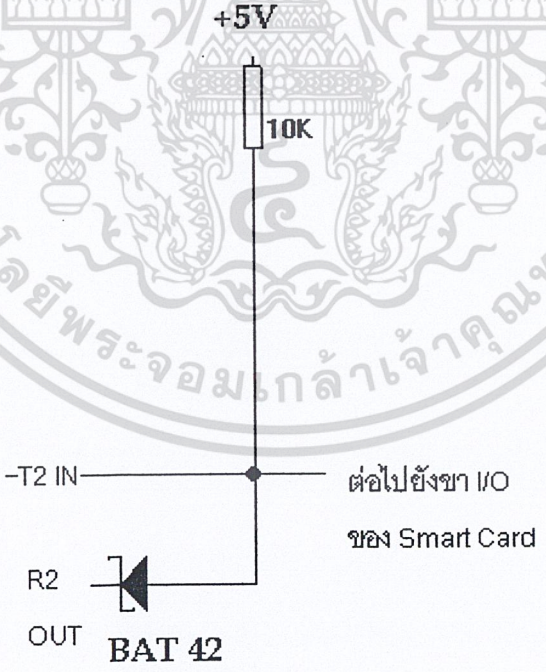
การออกแบบวงจรเชื่อมต่อระหว่าง IC MAX232 กับตัว สมาร์ตการ์ด

โดยในการออกแบบนี้ในขั้นแรก ตามคุณสมบัติที่ได้กำหนดไว้ให้ตัวเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดนี้ ได้กำหนดให้สามารถใช้งานได้กับสมาร์ตการ์ด ตามมาตรฐาน ISO7816 ที่เป็นแบบ Asynchronous (Processor Card) ทั้งแบบ Phoenix และ Smart Mouse โดยทั้งสองแบบนี้มีข้อแตกต่าง ตรงที่ ลอจิกของขารีเซต โดยแบบ Phoenix ขารีเซต จะ Active Low ส่วนแบบ Smart Mouse ขา รีเซต จะ Active High ดังนั้นในการออกแบบในส่วนที่ติดต่อของขารีเซตของสมาร์ตการ์ด จึงต้องทำการออกแบบให้มีจัมเปอร์ ในการเลือกว่าจะต่อผ่าน ตัวอินเวอร์เตอร์หรือไม่ โดยตัวอินเวอร์เตอร์ ที่เราใช้นี้ก็มาจาก IC 74HC04 ตัวเดียวกับที่ได้ใช้ในส่วนของการสร้างสัญญาณนาฬิกาให้กับสมาร์ตการ์ด โดยได้กล่าวถึงในก่อนหน้านี้แล้ว



รูปที่ 3-23 แสดงภาพขยายส่วนของจัมเปอร์และตัวอินเวอร์เตอร์

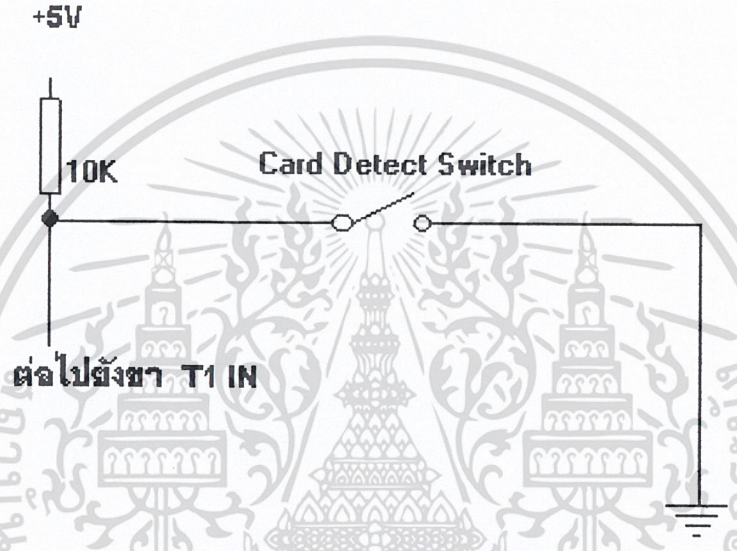
ในส่วนของการติดต่อกับขา I/O ของสมาร์ตการ์ด นั้น เราก็ได้ทำต่อจาก T2 IN กับ R2 OUT ไปยังขา I/O ของสมาร์ตการ์ด ดังรูปที่ 3-24



รูปที่ 3-24 แสดงภาพขยายวงจรในส่วนของการติดต่อกับขา I/O ของสมาร์ตการ์ด

จากรูปที่ 3-24 จะเห็นว่าจะมีตัวต้านทานค่า 10 KΩ ต่ออยู่ระหว่างไฟ 5 V และขา I/O เนื่องจากต้องการที่จะให้มีแรงดันตกคร่อมที่ตัวตานทานเพื่อที่จะลดแรงดันไปยังขา I/O ของสมาร์ตการ์ดและลดแรงดันที่ไปยังขา IC ซึ่งในส่วนที่ต่อกับขา R2 ของ IC MAX232 นั้น จะเห็นได้ว่าจะมี SMALL SIGNAL SCHOTTKY DIODE BAT42 เพื่อเป็นตัว PULL UP แรงดันเอาไว้

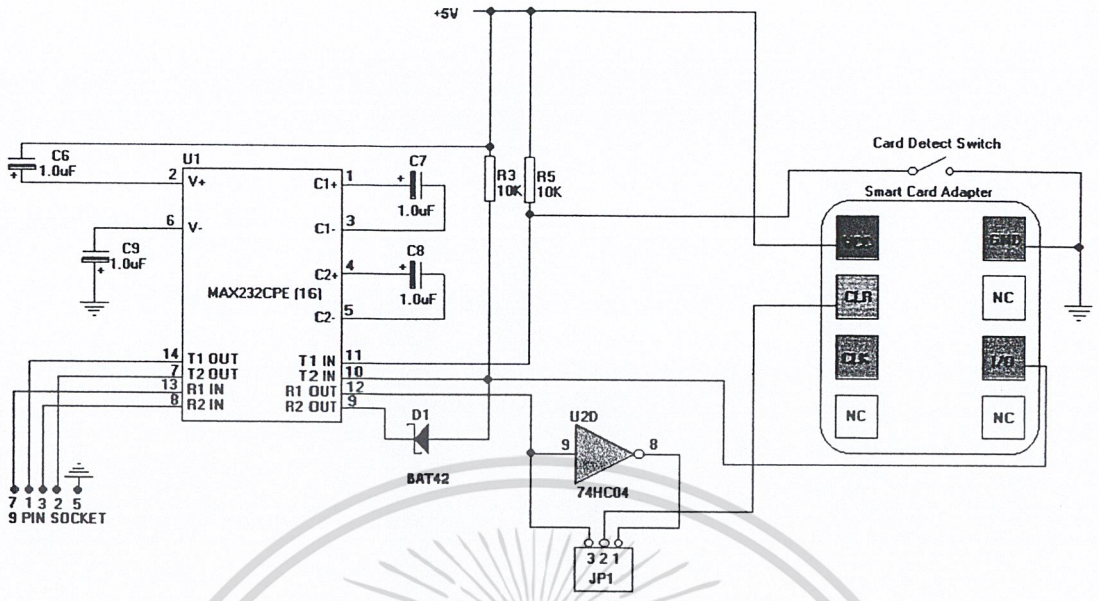
วงจรในส่วนของตัว Card Detect Switch



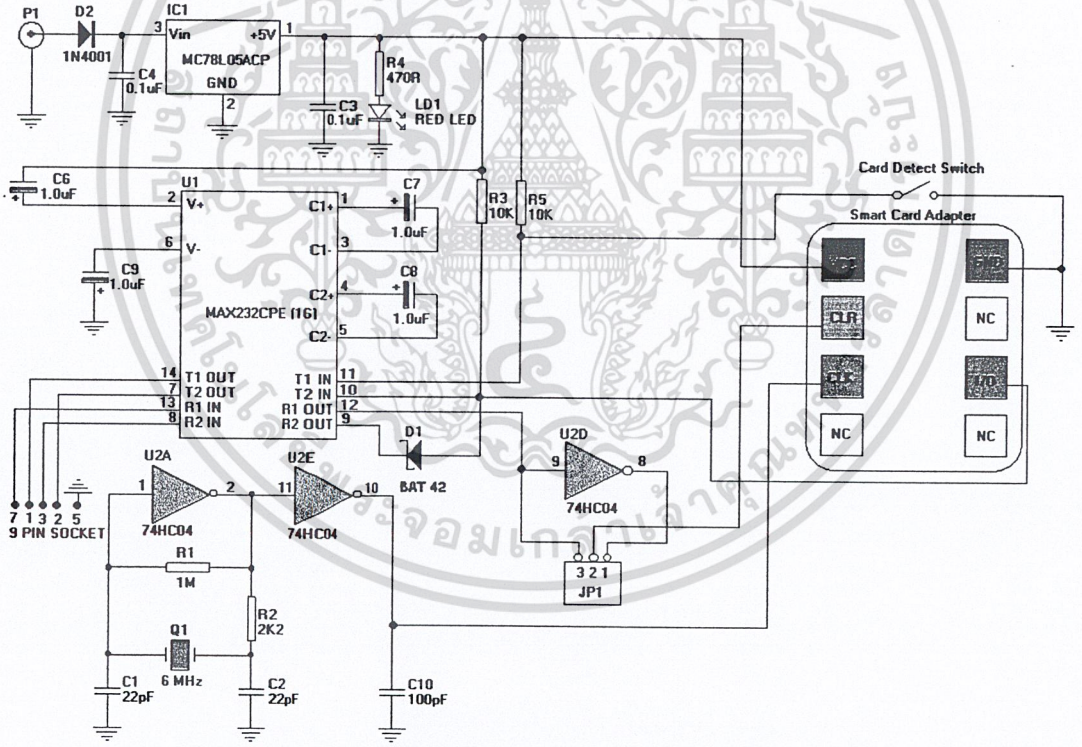
รูปที่ 3-25 แสดงถึงวงจรของตัว Card Detect Switch

โดยตัว Card Detect Switch นี้จะอยู่ในสล็อตของสมาร์ตการ์ดซึ่งเป็นแบบ Normal Close โดยในสถานะที่ไม่มีสมาร์ตการ์ดอยู่ในสล็อต ตัววงจรจะถูกเชื่อมต่อกับกราวนด์ ส่งผลให้กระแสที่ไหลจากตัวต้านทาน จะไปไหลลงกราวนด์ หมด ซึ่งจะทำให้ไม่มีกระแสไหลไปยังขา T1 IN ของตัว IC MAX232 เลย ส่งผลให้ลอจิกที่ขา T1 มีค่าเป็น 0 ในส่วนของกรณีที่มีการ์ดอยู่ใน Slot ตัวสวิตช์ จะอยู่ในสถานะ Open ทำให้ วงจรไม่ต่อกับกราวนด์ ส่งผลให้กระแสจากตัวต้านไหลไปยังขา T1 IN ของตัว IC MAX232 เลย ส่งผลให้ลอจิกที่ขา T1 มีค่าเป็น 1 ซึ่งที่ตัว IC MAX232 จะทำการแปลงค่าลอจิกนี้ส่งออกไปยังคอมพิวเตอร์ ทางพอร์ตอนุกรม RS-232

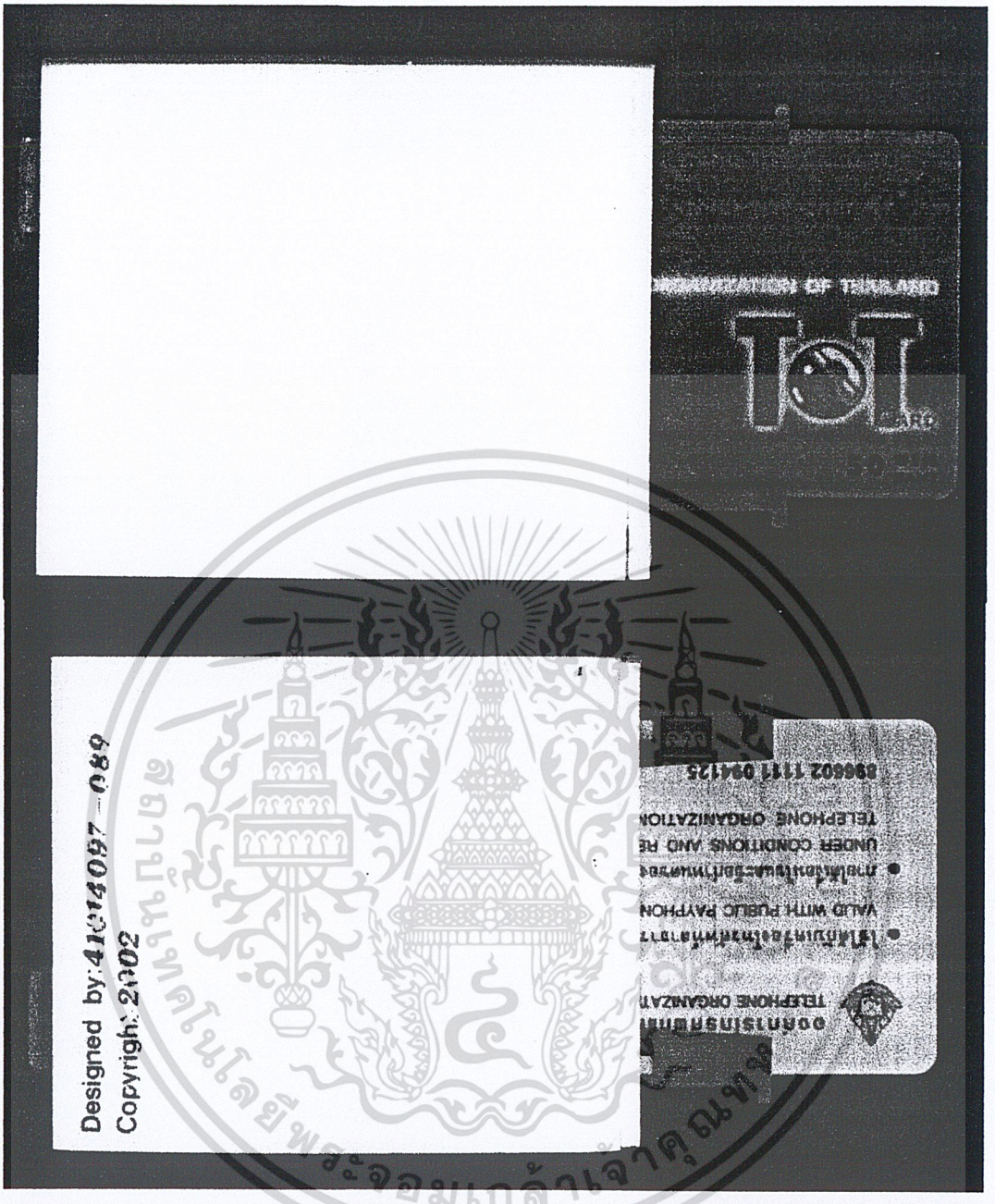
โดยเหตุผลที่ต้องในตัวต้านทานไว้ในวงจรก็เพื่อต้องการให้มีแรงดันตกคร่อมที่ตัวต้านทาน เพื่อที่จะลดแรงดันที่ไหลไปยังขา T1 IN ของ IC MAX232 ในกรณีที่สวิตช์ อยู่ในสถานะ Open (มี การ์ด อยู่ใน Slot)



รูปที่ 3-26 แสดงวงจรเชื่อมต่อระหว่าง IC MAX232 กับตัวสมาร์ตการ์ด โดยรวม



รูปที่ 3-27 แสดงวงจรที่สมบูรณ์ของเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด
โดยรวมทุกส่วนของวงจรที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นไว้หมดแล้ว



รูปที่ 3-28 แสดงเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์

รายการอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องใช้ในเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด

1. IC MAX232 (RS-232 Driver) จำนวน 1 ตัว
2. IC 74HC04 (ตัวอินเวอร์เตอร์เกต) จำนวน 1 ตัว
3. IC MC78L05ACP (Positive Voltage Regulator 5V) จำนวน 1 ตัว
4. Diode เบอร์ IN4001 จำนวน 1 ตัว
5. SMALL SIGNAL SCHOTTKY DIODE เบอร์ BAT42 จำนวน 1 ตัว
6. ตัวเก็บประจุ ค่า 0.1 uF ชนิด แทนทาลัม ขนาด 35 โวลต์ หรือสูงกว่า จำนวน 2 ตัว
7. ตัวเก็บประจุ ค่า 1.0 uF ชนิด แทนทาลัม ขนาด 35 โวลต์ หรือสูงกว่า จำนวน 4 ตัว
8. ตัวเก็บประจุ ค่า 100 pF ขนาด 35 โวลต์ หรือสูงกว่า จำนวน 1 ตัว
9. ตัวต้านทาน ขนาด 1/8 วัตต์ ค่า 470 Ω ค่าความผิดพลาด 5 % จำนวน 1 ตัว
10. ตัวต้านทาน ขนาด 1/8 วัตต์ ค่า 10 KΩ ค่าความผิดพลาด 5 % จำนวน 2 ตัว
11. ตัวต้านทาน ขนาด 1/8 วัตต์ ค่า 1 MΩ ค่าความผิดพลาด 5 % จำนวน 1 ตัว
12. ตัวต้านทาน ขนาด 1/8 วัตต์ ค่า 2K2 Ω ค่าความผิดพลาด 5 % จำนวน 1 ตัว
13. SMART CARD SLOT ตามมาตรฐาน ISO7816 แบบที่มี Card Detect Switch แบบ Normal Close จำนวน 1 ตัว
14. LED จำนวน 1 ตัว
15. หัวต่อพอร์ตอนุกรม RS-232 แบบ DB9 ตัวเมีย ชนิดติดตั้งบนแผ่นวงจรพิมพ์ จำนวน 1 ตัว
16. แจ็คต่อไฟ ขนาด 2.1 mm แบบตัวผู้ ชนิดติดตั้งบนแผ่นวงจรพิมพ์ จำนวน 1 ตัว
17. จัมเปอร์ สล็อต ขนาด 3 ขา จำนวน 1 ตัว
18. หัวเสียบจัมเปอร์ จำนวน 1 ตัว
19. ซ็อกเก็ต IC ขนาด 14 ขา จำนวน 1 ตัว สำหรับ IC 74HC04
20. ซ็อกเก็ต IC ขนาด 16 ขา จำนวน 1 ตัว สำหรับ IC MAX232

3.3 อุปกรณ์เสริมสำหรับ เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด

1. สายต่อแหล่งจากไฟ สำหรับต่อไฟ 12 V DCจาก คอมพิวเตอร์

สาย ต่อแหล่งจ่ายไฟ สำหรับต่อไฟ 12 V DC จาก แหล่งจ่ายไฟของคอมพิวเตอร์นี้ ได้ออกแบบขึ้นเพื่อเพิ่มความสะดวกในกรณีที่นำเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด ไปติดในเคส ของเครื่องคอมพิวเตอร์ แบบ Desktop ทางช่องใส่ Disk Drive 1.44 MB

โดยออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ไฟจากภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้โดยตรง โดยที่ไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟภายนอก โดยประกอบไปด้วย ขั้วไฟในคอมพิวเตอร์ แบบตัวเมีย 1 ตัว เพื่อใช้สำหรับรับไฟจาก แหล่งจ่ายไฟเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยไฟฟ้าที่รับเข้ามาจากแหล่งจ่ายไฟ นี้จะมี 5 โวลต์ DC และ 12 โวลต์ DC โดยทางไฟ 5 โวลต์ DC นี้ได้นำมาต่อกับ แจ็คต่อไฟ ขนาด 2.1 mm สีดำ โดยออกแบบแจ็คไว้สำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการใช้งานกับอุปกรณ์ ที่ใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 V DC และสำหรับไว้เผื่อในกรณีการใช้งานในอนาคต ในส่วนของไฟ 12 โวลต์ DC ที่รับเข้ามานั้นได้นำไปต่อกับแจ็คต่อไฟ ขนาด 2.1 mm สีเทา โดยแจ็คนี้ออกแบบสำหรับใช้ในการเชื่อมต่อเพื่อเป็น แหล่งจ่ายไฟ ให้กับตัว เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด และที่ปลายอีกด้านหนึ่งของสายเป็น ขั้วไฟในคอมพิวเตอร์ แบบตัวผู้ 1 ตัว ซึ่งแจ็คอันนี้ได้ต่อสายตรง 4 เส้น มาจากขั้วไฟในคอมพิวเตอร์ แบบตัวเมีย ดังที่ได้กล่าวข้างต้นแล้ว เพื่อใช้สำหรับต่ออุปกรณ์อื่นๆในเครื่องคอมพิวเตอร์ ต่อไป โดยเราออกแบบแจ็คนี้ขึ้น เพื่อให้เมื่อเรานำ ชุดสายต่อแหล่งจ่ายไฟนี้ และตัว เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด ไปติดตั้งแล้วไม่ส่งผลกระทบต่อจำนวนพอร์ตของแหล่งจ่ายไฟ โดยจำนวนของพอร์ตจะยังมีอยู่เท่าเดิม เนื่องจากเราออกแบบให้มีไฟเข้ามา 1 พอร์ต และออกกลับไป 1 พอร์ต ดังเดิม

2. สายต่อแหล่งจ่ายไฟ สำหรับต่อไฟ 9 V DC จาก ถ่าน 9 V

สาย ต่อแหล่งจ่ายไฟ สำหรับต่อไฟจากถ่าน 9 V DC อันนี้ได้ออกแบบขึ้นเพื่อเพิ่มความสะดวกในกรณีที่นำเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด ไปใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก หรือในสถานที่ ที่ไม่สามารถใช้งานหม้อแปลงได้หรือใช้กรณีที่มีพกพาออกไปใช้นอกสถานที่

โดยออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ไฟจากถ่าน 9 V ได้โดยตรง ซึ่งทำให้ได้รับความสะดวก, มีขนาดกะทัดรัดและมีน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย เนื่องจากไม่ต้องใช้หม้อแปลงและไม่ต้องเชื่อมต่อกับไฟบ้าน



รูปที่ 3-29 แสดงตัวอย่างการนำสายต่อแหล่งจ่ายไฟ สำหรับต่อไฟ 9 V DC จาก ถ่าน 9 V ไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้งานจริง

3.4 เครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์

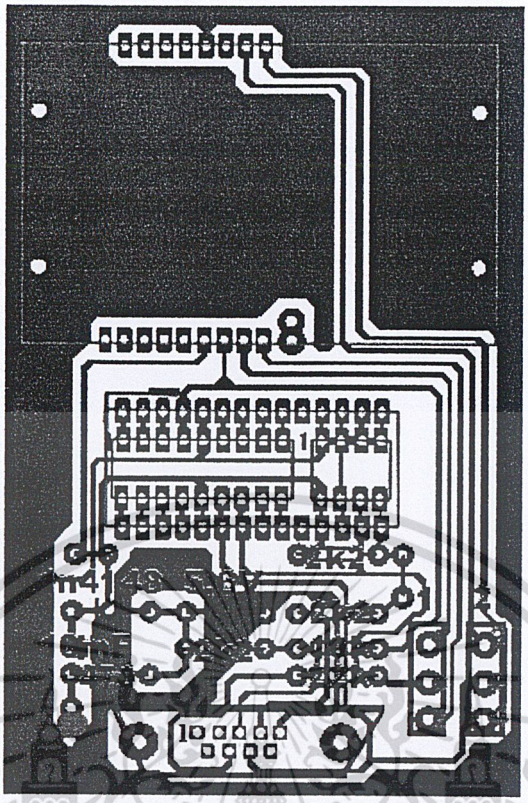
เครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ นี้ คือเครื่องโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้สำหรับโปรแกรมข้อมูลลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A ที่อยู่บนตัวสมาร์ตการ์ด

โดยเครื่อง อ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ นี้ได้ออกแบบให้สามารถโปรแกรมข้อมูลลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A, PIC16F84, PIC16C84 และสามารถโปรแกรมข้อมูลลงบน Serial EEPROM เบอร์ AT24Cxx (Atmel) และ 24LCxx (Microchip) โดยเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ นี้ทำการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS-232 แบบ DB 9 ซึ่งเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ นี้ได้ออกแบบให้ใช้ไฟจากพอร์ตอนุกรม RS-232 จากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง จึงไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟภายนอก ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกและการง่ายในการใช้งาน

เครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์นี้ ได้ออกแบบให้มีอินเทอร์เฟช 2 แบบ ดังนี้

1. แบบแรก เป็นการอินเทอร์เฟชเชื่อมต่อกับขาคอนแทคของสมาร์ตการ์ดโดยตรง ซึ่งแบบนี้จะสามารถโปรแกรมได้เฉพาะตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A, PIC16F84, PIC16C84 ในส่วนของ EEPROM จะไม่สามารถโปรแกรมได้
2. แบบที่ 2 เป็นอินเทอร์เฟชเชื่อมต่อกับขาซ็อกเก็ต (Socket) สำหรับใส่ไอซี โดยซ็อกเก็ตนี้จะมีอยู่ 2 อัน อันแรกคือซ็อกเก็ต ขนาด 18 ขา ใช้สำหรับโปรแกรมข้อมูลลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A, PIC16F84, PIC16C84 อันที่สองเป็นซ็อกเก็ตขนาด 8 ขา ใช้สำหรับโปรแกรมข้อมูลลงบน Serial EEPROM เบอร์ AT24Cxx (Atmel) และ 24LCxx (Microchip)

โดยในเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ ได้ออกแบบให้มีสวิตซ์ 2 ตัว เพื่อใช้ในการเลือกขาที่ต่อไปยัง SMART CARD SLOT เผื่อไว้สำหรับในอนาคต ในกรณีที่ขาที่เชื่อมต่อระหว่างขาสัญญาณที่หน้าสัมผัสสมาร์ตการ์ดกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่อยู่ภายในมีการเปลี่ยนแปลง แต่สำหรับในทุกกรณีที่ใช้โครงงานนี้ สวิตซ์ทั้ง 2 ตัวจะต้องผลักไปทางด้านบนเสมอ (สำหรับรูปของการผลักสวิตซ์ไปทางด้านบนสามารถดูได้ในรูปที่ 3-31) กล่าวคือถ้าดูตามรูปที่ 3-30 ขา 1 กับ C จะเชื่อมต่อกัน และขา 3 กับ C จะเชื่อมต่อกัน



รูปที่ 3-30 แสดงตำแหน่งของการวางอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ (แผ่นปรินซ์)



รูปที่ 3-31 แสดงเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ ที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์

รายการอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องใช้ในเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์

1. Diode เบอร์ 1N4148 จำนวน 1 ตัว
2. Zener Diode 5.6 V จำนวน 1 ตัว
3. LED จำนวน 1 ตัว
4. ซ็อกเก็ต IC ขนาด 18 ขา จำนวน 1 ตัว
5. ซ็อกเก็ต IC ขนาด 8 ขา จำนวน 1 ตัว
6. SMART CARD SLOT ตามมาตรฐาน ISO7816 แบบที่มี Card Detect Switch แบบ Normal Close จำนวน 1 ตัว
7. หัวต่อ RS-232 แบบ DB9 ตัวเมีย ชนิดติดตั้งบนแผ่นวงจรพิมพ์ จำนวน 1 ตัว
8. ตัวต้านทาน ขนาด 1/4 วัตต์ ค่า 470 Ω ค่าความผิดพลาด 5 % จำนวน 1 ตัว
9. ตัวต้านทาน ขนาด 1/4 วัตต์ ค่า 2.2 KΩ ค่าความผิดพลาด 5 % จำนวน 4 ตัว
10. ตัวต้านทาน ขนาด 1/4 วัตต์ ค่า 10 KΩ ค่าความผิดพลาด 5 % จำนวน 1 ตัว
11. ตัวต้านทาน ขนาด 1/4 วัตต์ ค่า 470 Ω ค่าความผิดพลาด 5 % จำนวน 1 ตัว
12. ตัวเก็บประจุค่า 10 uF ชนิดอิเล็คโทรไลต์ ขนาด 16 โวลต์ หรือสูงกว่า จำนวน 1 ตัว
13. สวิตซ์ แบบโยกได้ 3 จังหวะ (ต่อ-ไม่ต่อ-ต่อ) แบบ 3 ขา จำนวน 2 ตัว

3.5 หลักการทำงานของโปรแกรมที่ออกแบบไว้

แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. ส่วนระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดบนไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ส่วนของโปรแกรมที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์
3. ส่วนโปรแกรมสำหรับผู้ดูแลระบบ

1. ส่วนระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดบนไมโครคอนโทรลเลอร์

เป็นส่วนของโปรแกรมที่ทำหน้าควบคุมหน่วยประมวลผล (ไมโครคอนโทรลเลอร์) บนสมาร์ตการ์ดซึ่งจะทำหน้าที่ประมวลการทำงานต่างๆบน สมาร์ตการ์ด โดยทำการรับข้อมูลคำสั่งจากโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางตัวเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดและทำหน้าที่ติดต่อกับตัวหน่วยความจำบนสมาร์ตการ์ดเพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูลลงบนหน่วยความจำของสมาร์ตการ์ด

- อ่านคำสั่งที่ส่งมาจากโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์
- แปลคำสั่งที่ได้รับว่าเป็นคำสั่งอะไร
- ทำการประมวลผลคำสั่งตามที่ได้รับนั้น
- ส่งผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลคำสั่งนั้นกลับไปยังโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์
- Authentication ยืนยันว่าเป็นบัตรสมาร์ตการ์ดที่ถูกต้องจริงๆ ไม่ได้ถูกปลอมแปลงขึ้นมา โดยเมื่อได้รับ challenge มาจากโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ก็จะทำการคำนวณโดยใช้ฟังก์ชัน hash และค่า secret เดียวกันกับโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วส่งค่าที่ได้ตอบกลับไป

ขั้นตอนการออกแบบและสร้างระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ด

1.ศึกษาการทำงานของระบบสมาร์ตการ์ดที่ใช้กันโดยทั่วไป

2.ออกแบบกำหนดฟังก์ชันการทำงานของระบบทั้งหมด และการทำงานเฉพาะในส่วนของระบบปฏิบัติการ

3..กำหนดคำสั่งของสมาร์ตการ์ดที่จำเป็นต้องใช้ในการติดต่อกับโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์

4.กำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำที่เก็บค่าต่างๆของบัตรว่าจะเก็บไว้ที่ตำแหน่งแอดเดรส (address) ใด

5.เขียนโค้ดโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F84

มีโพรซีเยอร์ที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- RdCommand ทำหน้าที่รับคำสั่งจากโปรแกรมหลักบนเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมแล้วแยกเก็บแต่ละไบต์ของคำสั่งตามรีจิสเตอร์ที่กำหนดไว้
- RdCommand2 ทำหน้าที่แยกแยะว่าเป็นคำสั่งอะไรแล้วจึงกระโดดไปทำงานตามคำสั่งนั้นๆ
- InstFF ทำการเขียนหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลลงบนหน่วยความจำตามคำสั่ง FF

- Inst2 (Inst = 02 อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ) แยกแยะจากคำสั่งว่าต้องการจะอ่านข้อมูลอะไรจากหน่วยความจำ
- GetBal อ่านข้อมูลยอดเงินคงเหลือในหน่วยความจำบนบัตร
- RdEE อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ ส่วนใหญ่จะถูกเรียกใช้โดย Inst 02
- WtEE เขียนข้อมูลลงบนหน่วยความจำ ส่วนใหญ่จะถูกเรียกใช้โดย Inst FF

MainLoop เป็นลูปที่ใช้วนรับคำสั่งจากโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์

2. <u>ส่วนของโปรแกรมที่ทำงานควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์</u>

เป็นส่วนโปรแกรมที่ควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ในอินเตอร์เน็ทคาเฟ่แต่ละเครื่อง และทำหน้าที่ติดต่อกับสมาร์ตการ์ดโดยผ่านเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดทางพอร์ตอนุกรม(RS 232) ซึ่งมีหน้าที่คือ

- ติดต่อกับสมาร์ทการ์ดโดยส่งคำสั่งไปยังระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดเพื่อประมวลผลคำสั่งตามต้องการ
- หักค่าใช้บริการจากยอดเงินที่เหลือในบัตร โดยส่งคำสั่งเพื่อเปลี่ยนแปลงค่ายอดเงินคงเหลือตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้
- ทำการล็อก (lock) หน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อยอดเงินคงเหลือในบัตรหมด หรือ เมื่อบัตรหมดอายุแล้ว
- ผู้ดูแลระบบสามารถเปลี่ยนค่าต่างๆของระบบได้ เช่น อัตราค่าใช้บริการต่างๆ, ยอดเงินคงเหลือ, ข้อมูลต่างๆในบัตร โดยต้องใส่รหัสผ่านผู้ดูแลระบบก่อน
- ผู้ดูแลระบบสามารถสั่งปลดล็อกเครื่องได้ โดยต้องใส่รหัสผ่านผู้ดูแลระบบก่อน
- สามารถเรียกดูข้อมูลต่างๆได้จากโปรแกรม เช่น ยอดเงินคงเหลือ, อัตราค่าใช้บริการ, ข้อมูลส่วนตัวในบัตร
- Authentication พิสูจน์ตนกับบัตรสมาร์ตการ์ดว่ามีสิทธิ์ที่จะสามารถเปลี่ยนข้อมูลบนบัตรนั้นๆได้

<u>ขั้นตอนการออกแบบและสร้างโปรแกรมหลักบนเครื่องคอมพิวเตอร์</u>

1.ออกแบบกำหนดฟังก์ชันการทำงานเฉพาะส่วนของโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์

2.กำหนดและเขียนคลาสไดอะแกรม (class diagram)

3.เขียนโค้ดโปรแกรมตามคลาสไดอะแกรมที่ได้ออกแบบไว้

4.ทดสอบโค้ดโปรแกรมที่เขียนขึ้นว่าเป็นไปตามความต้องการหรือไม่

5.แก้ไขปรับปรุงโปรแกรม

มียูนิตที่สำคัญดังต่อไปนี้

1.Umain เป็นยูนิตหลักของโปรแกรมเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานต่างๆของระบบ มีหน้าที่หลักๆดังนี้

1.1 Initial ตั้งค่าเริ่มต้นต่างๆที่จำเป็นของระบบ

1.2 DecCredit ทำหน้าที่หักค่าใช้บริการจากยอดเงินคงเหลือในบัตรเมื่อถึงช่วงเวลาที่กำหนด และทำการตรวจสอบยอดเงินในบัตรเมื่อยอดเงินในบัตรหมดจะ ทำการล็อกหน้าจอ จนกว่าจะทำการเติมเงินในบัตรเรียบร้อยแล้ว

1.3 CheckCredit แสดงยอดเงินคงเหลือในบัตร

2.UlockForm เป็นยูนิตส่วนที่เกี่ยวกับส่วนของการล็อกหน้าจอทั้งหมด มีฟังก์ชันที่สำคัญดังนี้

3.1 LockFormShow จะทำงานเมื่อยอดเงินคงเหลือในบัตรหมด ซึ่งฟังก์ชันนี้จะทำการยกเลิกคีย์ต่างๆของระบบให้ไม่สามารถทำงานได้ เช่น Ctrl+Alt+Del , Alt+F4 และ system tray เพื่อไม่ให้ออกจากหน้าจอนี้ไปทำงานอื่นๆได้

3.2 LockFormClose จะทำงานก็ต่อเมื่อเติมเงินในบัตรแล้วหรือใส่รหัสผ่านของผู้ดูแลระบบโดยฟังก์ชันนี้จะทำการตั้งค่าให้กลับมาใช้ system key ต่างๆ ได้อีกครั้งหลังจากทำการปิดการล็อกหน้าจอเรียบร้อยแล้ว

3.USCardInterface เป็นยูนิตส่วนที่ทำหน้าที่เป็นส่วนติดต่อกับระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดโดยเฉพาะ เป็นยูนิตที่จะถูกเรียกโดยยูนิตอื่น มีฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญดังนี้

3.1 Connect(UsedPort:integer) เป็นฟังก์ชันที่ทำหน้าที่เริ่มการติดต่อกับระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดผ่านทางพอร์ตอนุกรมที่กำหนดไว้

3.2 Disconnect ทำการยกเลิกการเชื่อมต่อกับระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ด

3.3 Reset ทำการส่งสัญญาณรีเซ็ต และดูว่ามีการตอบสนองกลับมาหรือไม่

3.4 SendCommand เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการส่งคำสั่งไปยังระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดผ่านทางพอร์ตอนุกรม

3.5 GetBalance เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการส่งคำสั่งไปยังระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดเพื่อขอยอดเงินคงเหลือในบัตรกลับมา

3.6 CardIn เป็นฟังก์ชันที่มีหน้าที่ตรวจสอบว่ามีบัตรสมาร์ตการ์ดอยู่ในเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดหรือไม่

3. <u>โปรแกรมสำหรับผู้ดูแลระบบ</u>

เป็นโปรแกรมสำหรับผู้ดูแลระบบในการเปลี่ยนค่าต่างๆของระบบ เช่น ค่าใช้บริการ ยอดเงินในบัตร ซึ่งในการใช้งานจะต้องใส่รหัสผ่านผู้ดูแลระบบให้ถูกต้องก่อนจึงจะสามารถใช้งานได้

ขั้นตอนการออกแบบและสร้างโปรแกรมสำหรับผู้ดูแลระบบ

1.กำหนดว่าต้องการฟังก์ชันการทำงานอะไรบ้าง

2.เขียนคลาสไดอะแกรม

3.เขียนโค้ดโปรแกรมตามไดอะแกรมที่เขียนขึ้น

4.ทดสอบโปรแกรม

5.แก้ไขและปรับปรุงโปรแกรม

มียูนิตที่สำคัญดังต่อไปนี้

- UcardInfo เป็นยูนิตที่มีหน้าที่ในการเปลี่ยนค่าข้อมูลต่างๆในบัตร เช่น ยอดเงินคงเหลือในบัตร ,ชื่อผู้ใช้บริการ ,วันหมดอายุบัตร
- UsystemInfo เป็นยูนิตที่มีหน้าที่ในการเปลี่ยนค่าต่างๆของระบบ เช่น อัตราค่าใช้บริการ ,
- รหัสผ่านผู้ดูแลระบบ



ข้อมูลที่เก็บในสมาร์ตการ์ด

1.ค่า ATR (20 BYTE)

2.ค่า Serial Number ของสมาร์ตการ์ด (8 ตัวอักษร)

3.ค่าของจำนวนเงินที่เก็บในสมาร์ตการ์ด (6 หลัก ในเลขฐาน 10)

4.ค่าเวอร์ชัน (Version) ของสมาร์ตการ์ด (4 ตัวอักษร)

5.ค่ารหัสประเทศของสมาร์ตการ์ด (Country Code) (3 ตัวอักษร)

6.ค่าหน่วยของเงินที่ใช้ในการแสดงผลที่หน้าจอ (Currency) (3 ตัวอักษร)

5.ค่า ชื่อ นามสกุลของสมาชิกผู้ใช้งาน (ชื่อ 10 ตัวอักษร นามสกุล 10 ตัวอักษร)

6.ค่า ที่อยู่ ของสมาชิกผู้ใช้งาน (บ้านเลขที่ 8 ตัวอักษร ชื่อซอย 16 ตัวอักษร ชื่อถนน 16 ตัวอักษร ชื่อแขวง/ตำบล 16 ตัวอักษร ชื่ออำเภอ/เขต 16 ตัวอักษร จังหวัด 16 ตัวอักษร รหัสไปรษณีย์ 5 ตัวอักษร)

7.เบอร์โทรศัพท์ (9 ตัวอักษร) เบอร์ต่อ (4 ตัวอักษร)

การทำงานของระบบ

เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์เริ่มโหลดเข้าสู่ระบบปฏิบัติการ โปรแกรมหลักบนเครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะถูกโหลดขึ้นมาทำงานแล้วทำการติดต่อกับระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดโดยทันทีเพื่อตรวจสอบว่าในเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดมีบัตรอยู่และยอดเงินคงเหลือยังไม่หมดโดยตัวโปรแกรมจะทำงานอยู่เบื้องหลังไม่สามารถที่จะปิดโปรแกรมได้โดยตัวผู้ใช้บริการ แล้วจะทำการหักค่าใช้บริการจากยอดเงินคงเหลือในบัตรไปเรื่อยๆตามช่วงเวลาที่กำหนด

กรณีที่ยอดเงินในบัตรหมดโปรแกรมจะทำการล็อกหน้าจอโดยทำการดิสเอเบิล(disable) คีย์ต่างๆของระบบ เช่น Ctrl+Alt+Del , Alt+F4 และปิดทาสก์บาร์เพื่อไม่ให้ผู้ใช้บริการสามารถทำงานอื่นได้จนกว่าจะเติมเงินในบัตรแล้ว หรือใส่รหัสผ่านผู้ดูแลระบบก่อนจึงจะทำการปลดล็อกหน้าจอและคีย์ต่างๆของระบบอีกครั้งเพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้งานได้ตามปกติต่อไป

โดยในระหว่างที่โปรแกรมทำงานอยู่นั้นตัวโปรแกรมจะทำการเขียนข้อมูลลงบนรีจิสทรี (registry) ของระบบปฏิบัติการเป็นระยะๆเพื่อให้ระบบปฏิบัติการโหลดโปรแกรมควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์นี้ขึ้นมาทุกครั้งที่เริ่มเข้าสู่ระบบปฏิบัติการ เพื่อป้องกันการเข้าไปลบข้อมูลในรีจิสทรีส่วนนี้

ในระหว่างที่โปรแกรมทำงาน ผู้ใช้บริการสามารถตรวจสอบยอดเงินคงเหลือในบัตรและข้อมูลอื่นๆในบัตรได้ด้วย

การทำงานของโปรแกรมสำหรับผู้ดูแลระบบ

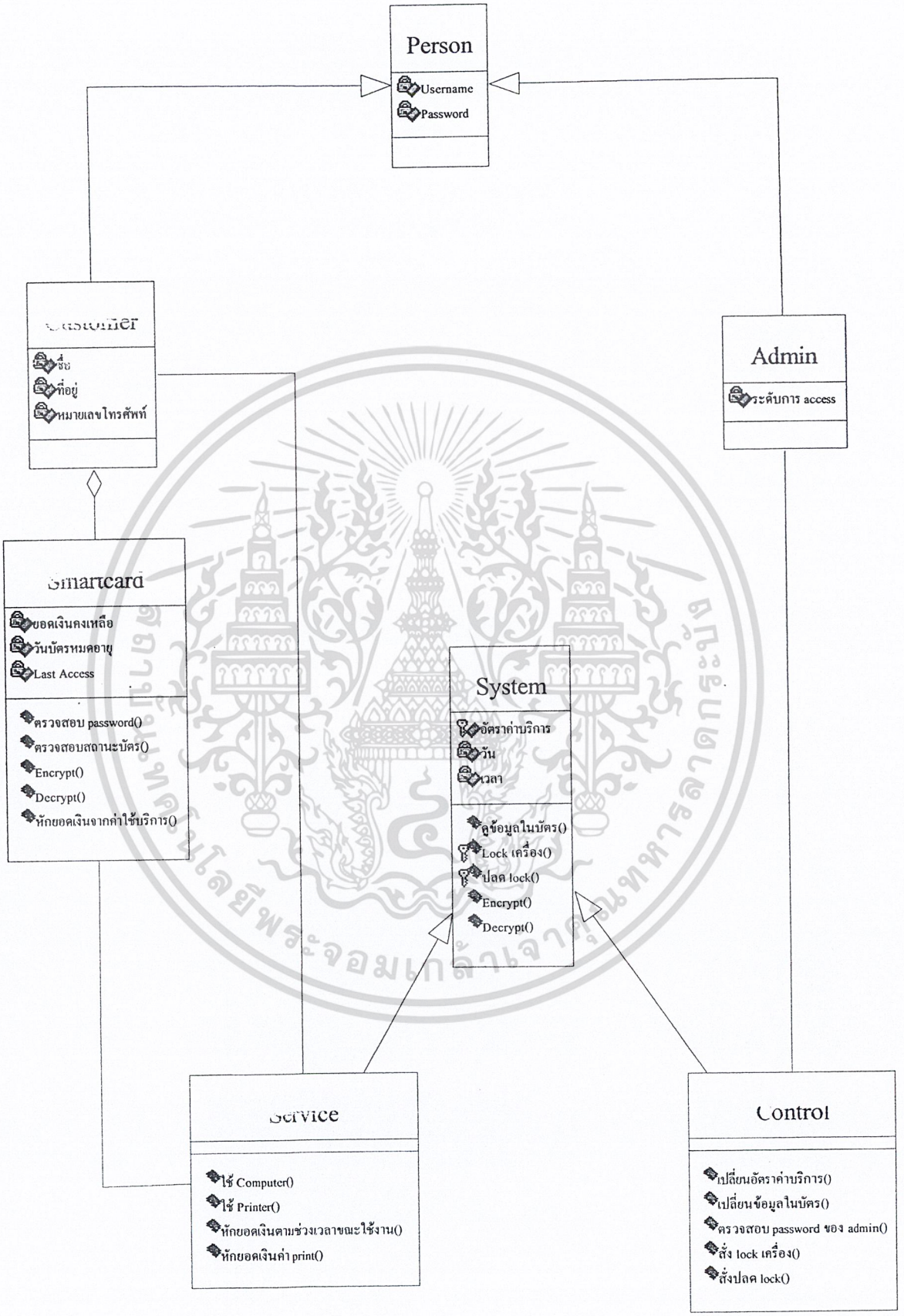
ผู้ใช้ต้องใส่รหัสผ่านผู้ดูแลระบบที่ถูกต้องก่อน จึงจะมีสิทธิเข้าไปเปลี่ยนค่าต่างๆในบัตร และค่าต่างๆของระบบได้ เมื่อรหัสผ่านถูกต้องโปรแกรมจะแสดงหน้าจอสำหรับเปลี่ยนค่าต่างๆทั้งหมดขึ้นมาให้เราสามารถเปลี่ยนได้ เมื่อกดปุ่มยืนยันการเปลี่ยนแปลงแล้ว โปรแกรมจึงจะเปลี่ยนค่าต่างๆให้เป็นไปตามที่ต้องการ

แสดงไดอะแกรมของการออกแบบโปรแกรม



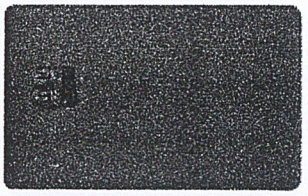

: ลูกค้า
เครื่องอ่าน/เขียนบัตร
คอมพิวเตอร์
จอภาพ
คีย์บอร์ดและเมาส์
ใส่บัตร
รายงานว่าใส่บัตรแล้ว
ส่งสัญญาณ Reset
ส่งสัญญาณ ATR
แสดงเมนูใส่พาสเวิร์ด
ลูกค้ากรอกพาสเวิร์ด
พาสเวิร์ด
พาสเวิร์ด
พาสเวิร์ดถูกต้อง
แสดงพาสเวิร์ดถูกต้อง
ใช้งานคอมพิวเตอร์
งานที่รับจากคีย์บอร์ดและเมาส์
หักยอดเงินตามเวลา
คืนบัตร
รายงานว่าบัตรถูกนำออกไปแล้ว
แสดงจบการทำงาน


: ผู้ดูแลระบบ
เครื่องอ่าน/เขียนบัตร
คอมพิวเตอร์
จอภาพ
คีย์บอร์ดและเมาส์
ใส่บัตร
รายงานว่าใส่บัตรแล้ว
ส่งสัญญาณ Reset
ส่งสัญญาณ ATR
แสดงเมนูกรอกพาสเวิร์ด
กรอกพาสเวิร์ดผู้ดูแลระบบ
พาสเวิร์ด
พาสเวิร์ดถูกต้อง
แสดงเมนูให้เลือกรายการ
เลือกรายการเปลี่ยนข้อมูลรายละเอียดในบัตร
เลือกรายการเปลี่ยนข้อมูลรายละเอียดในบัตรถูกต้อง
แสดงข้อมูลรายละเอียดในบัตร
เปลี่ยนข้อมูลในบัตรที่ต้องการเปลี่ยน
ข้อมูลที่เปลี่ยนใหม่
ข้อมูลที่เปลี่ยน
ข้อมูลในบัตรที่เปลี่ยนแล้ว
แสดงข้อมูลในบัตรที่เปลี่ยนแล้ว
คืนบัตร


Person
Username
Password
Customer
ชื่อ
ที่อยู่
หมายเลขโทรศัพท์
Admin
ระดับการ access
Smartcard
ยอดเงินคงเหลือ
วันบัตรหมดอายุ
Last Access
ตรวจสอบ password()
ตรวจสอบสถานะบัตร()
Encrypt()
Decrypt()
หักยอดเงินจากค่าใช้บริการ()
System
อัตราค่าบริการ
วัน
เวลา
ดูข้อมูลในบัตร()
Lock เครื่อง()
ปลด lock()
Encrypt()
Decrypt()
Service
ใช้ Computer()
ใช้ Printer()
หักยอดเงินตามช่วงเวลาขณะใช้งาน()
หักยอดเงินค่า print()
Control
เปลี่ยนอัตราค่าบริการ()
เปลี่ยนข้อมูลในบัตร()
ตรวจสอบ password ของ admin()
สั่ง lock เครื่อง()
สั่งปลด lock()

บทที่ 4 ผลการทดลองและผลการทดสอบ

4.1 สมาร์ตการ์ดที่ได้รับการคัดเลือกมาใช้ในโครงงานนี้



รูปที่ 4-1 แสดงถึงสมาร์ตการ์ด B ที่สั่งซื้อมา

จากสมาร์ตการ์ดจำลอง จำนวน 3 ชนิด ที่ได้จัดสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาสำหรับใช้ในการคัดเลือกสมาร์ตการ์ดที่จะนำมาใช้ในโครงงานนี้ จากการศึกษาได้คัดเลือกสมาร์ตการ์ด B มาใช้งานในโครงงานนี้ เนื่องจาก

1. ตัวสมาร์ตการ์ด B มีราคาที่ถูกที่สุด ในบรรดาการ์ดทั้ง 3 ชนิดด้วยกัน กล่าวคือ จากการศึกษาราคาตามท้องตลาดพบว่า การ์ด B มีราคาอยู่ที่ประมาณ 4 – 5 ปอนด์ ในขณะที่การ์ด A และ C นั้นมีราคาอยู่ที่ 10 ปอนด์ และจำนวนหน่วยความจำที่มีอยู่ในการ์ด B นั้นมีขนาดเพียงพอสำหรับใช้งานในโครงงานนี้
2. ตัวสมาร์ตการ์ด B นั้นใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ของ Microchip ตระกูล PIC เบอร์ 16F84A ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบ RISC ซึ่งมีจำนวนคำสั่งน้อย ทำให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรมและพัฒนา อีกทั้งยัง ได้รับความนิยมสูงและมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน เนื่องจากสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานใน Application อื่น ได้โดยง่าย
3. เนื่องจากวงจรที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A (เครื่องโปรแกรมข้อมูลลงบน PIC16F84) ใช้วงจรที่ไม่ซับซ้อนและสามารถสร้างขึ้นได้ง่ายโดยใช้อุปกรณ์เพียงไมกี่ตัวเท่านั้น ทำให้มีต้นทุนต่ำ และมีโปรแกรมหลายตัวออกมารองรับ จึงทำให้เหมาะสมที่จะเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A
4. ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A สามารถทำงานกับสัญญาณนาฬิกา (clock frequency) ได้สูงถึง 10 Mhz จึงเหมาะที่จะนำมาใช้งานเนื่องจากสามารถรองรับการขยายตัวของอัตราการส่งผ่านข้อมูล ในอนาคตได้

4.2 ผลการทดลอง/การทดสอบในส่วนของเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด

ในการทดสอบเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดนั้นเนื่องจากเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดที่ใช้ในโครงงานนี้ได้สร้างขึ้นตามมาตรฐาน ISO7816 จึงทำให้เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดนี้สามารถใช้งานได้กับโปรแกรมส่วนใหญ่ที่มีอยู่บนอินเทอร์เน็ต ดังนั้นในการทดลอง/ทดสอบในส่วนนี้เราได้ทำการแบ่งการทดลอง/ทดสอบออกเป็น 2 ส่วนหลักๆดังนี้

1. ทำการทดสอบเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดกับโปรแกรมที่ได้มาจากอินเทอร์เน็ต
2. ทำการทดสอบเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดกับโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นมาเองเพื่อใช้ในโครงงานนี้

ในการทดสอบเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดกับโปรแกรมที่ได้มาจากอินเทอร์เน็ตนั้นเราได้ทำการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด
2. โปรแกรมสำหรับอ่านข้อมูลสมุดโทรศัพท์ (Phone Book) จากซิมการ์ดของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ Gsm โดยโปรแกรมได้มาจากในอินเทอร์เน็ต
3. ซิมการ์ดของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ Gsm พร้อม การ์ดแปลงขนาดของซิมการ์ดให้เป็นซิมแผ่นใหญ่ (ซึ่งซิมแผ่นใหญ่จัดเป็นสมาร์ตการ์ดตามมาตรฐาน ISO7816 แบบโพรเซสเซอร์การ์ด)

ผลจากการทดลองพบว่าเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด สามารถทำงานกับโปรแกรมและตัวซิมการ์ด ได้อย่างถูกต้อง โดยสังเกตจากผลลัพธ์ ที่ได้จากการอ่านข้อมูลของสมุดโทรศัพท์ในตัวซิมการ์ดได้อย่างถูกต้อง และในส่วนของการทดสอบการเขียนข้อมูลลงในตัวซิมการ์ดนั้น นั้นได้ทำการเพิ่มเติมข้อมูลและลบข้อมูลในสมุดโทรศัพท์ของซิมการ์ดพบว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

จากการทดลองในขั้นตอนนี้สามารถสรุปได้ว่าเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด สามารถทำการอ่านข้อมูลและเขียนข้อมูลในสมาร์ตการ์ดตามมาตรฐาน ISO7816 แบบโพรเซสเซอร์การ์ด ได้อย่างถูกต้อง

ในการทดสอบเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด กับโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นมาเองเพื่อใช้ในโครงงานนี้ ได้ทำการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด
2. โปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นมาเองเพื่อใช้ในโครงงานนี้ซึ่งก็คือโปรแกรมที่ใช้ในการหักยอดเงินจากสมาร์ตการ์ดตามเวลาที่ผู้ใช้งานได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในอินเทอร์เน็ตคาเฟ่สำหรับรายละเอียดของโปรแกรมจะได้มีการกล่าวถึงโดยละเอียดในส่วนหลังจากนี้

3. สมาร์ตการ์ดจำลองที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A และ EEPROM 24LC16 ที่ได้บรรจุระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดไว้เรียบร้อยแล้ว (ซึ่งจัดเป็นสมาร์ตการ์ดตามมาตรฐาน ISO7816 แบบโพรเซสเซอร์การ์ด) สำหรับรายละเอียดของระบบปฏิบัติการจะได้มีการกล่าวถึงโดยละเอียดในส่วนหลังจากนี้

ผลจากการทดลองพบว่าเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด สามารถทำงานกับโปรแกรมและสมาร์ตการ์ดได้อย่างถูกต้อง โดยสังเกตจากผลลัพธ์ ที่ได้จากการอ่านข้อมูลค่ายอดเงินที่เก็บไว้ในตัวสมาร์ตการ์ดได้อย่างถูกต้อง และในส่วนของการทดสอบการเขียนข้อมูลลงในตัวสมาร์ตการ์ดนั้น ได้ทำการทดสอบโดยให้ตัวโปรแกรมหักยอดเงินจากสมาร์ตการ์ดตามระยะเวลาที่ได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ไป พบว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

จากการทดลองในขั้นตอนนี้สามารถสรุปได้ว่าเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด สามารถทำการอ่านข้อมูลและเขียนข้อมูลในสมาร์ตการ์ดตามมาตรฐาน ISO7816 แบบโพรเซสเซอร์การ์ด ได้อย่างถูกต้อง

4.3 ผลการทดลอง/การทดสอบในส่วนของเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ของสมาร์ตการ์ด

ในการทดสอบเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ของสมาร์ตการ์ดนั้นเนื่องจากเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ได้ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้กับของโปรแกรมที่มีอยู่บนอินเทอร์เน็ต (ซึ่งใช้สำหรับโปรแกรมข้อมูลลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A, PIC16F84, PIC16C84 และโปรแกรมข้อมูลลงบน Serial EEPROM เบอร์ AT24Cxx (Atmel) และ 24LCxx (Microchip)) ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วและประหยัดเนื่องจากเราไม่ต้องเสียเวลาในการเขียนโปรแกรมในส่วนนี้ขึ้นมาเองและไม่ต้องเสียเวลาในการดีบักและทดสอบโปรแกรม

ในการทดสอบเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ของสมาร์ตการ์ด กับโปรแกรมที่ได้มาจากอินเทอร์เน็ต ได้ทำการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. เครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ของสมาร์ตการ์ด
2. โปรแกรมสำหรับสั่งงานเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ของสมาร์ตการ์ดให้ทำการอ่านเขียนข้อมูลบนไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A, PIC16F84, PIC16C84 และข้อมูลบน Serial EEPROM เบอร์ 24Cxx (Atmel) และ 24LCxx (Microchip) โดยตัวโปรแกรมได้มาจากในอินเทอร์เน็ต
3. สมาร์ตการ์ดจำลองที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A และ EEPROM 24LC16 ที่ยังไม่ได้บรรจุระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดไว้ สำหรับรายละเอียดของระบบปฏิบัติการจะได้มีการกล่าวถึงโดยละเอียดในส่วนหลังจากนี้
4. ไอซี ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ 16F84A ในแพ็กเกจแบบ DIP (Dual In-line Packet) ขนาด 18 ขา
5. ไอซี EEPROM เบอร์ 24LC16 ในแพ็กเกจแบบ DIP (Dual In-line Packet) ขนาด 8 ขา
6. ระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ด ในรูปแบบของไฟล์ .hex

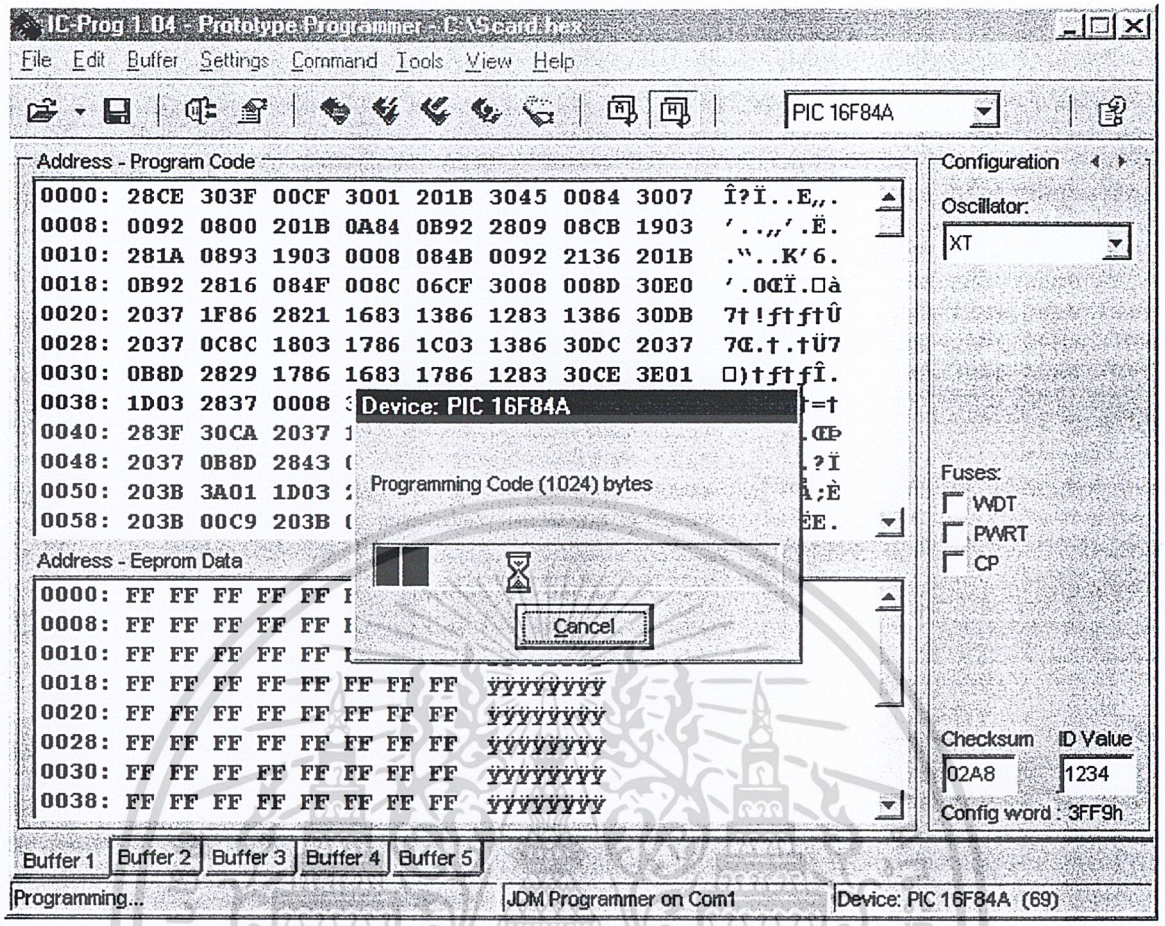
7. ไฟล์สำหรับทดสอบการอ่าน/เขียน ข้อมูลของ EEPROM 24LC16 ในรูปแบบของไฟล์ .hex

โดยในการทดสอบนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

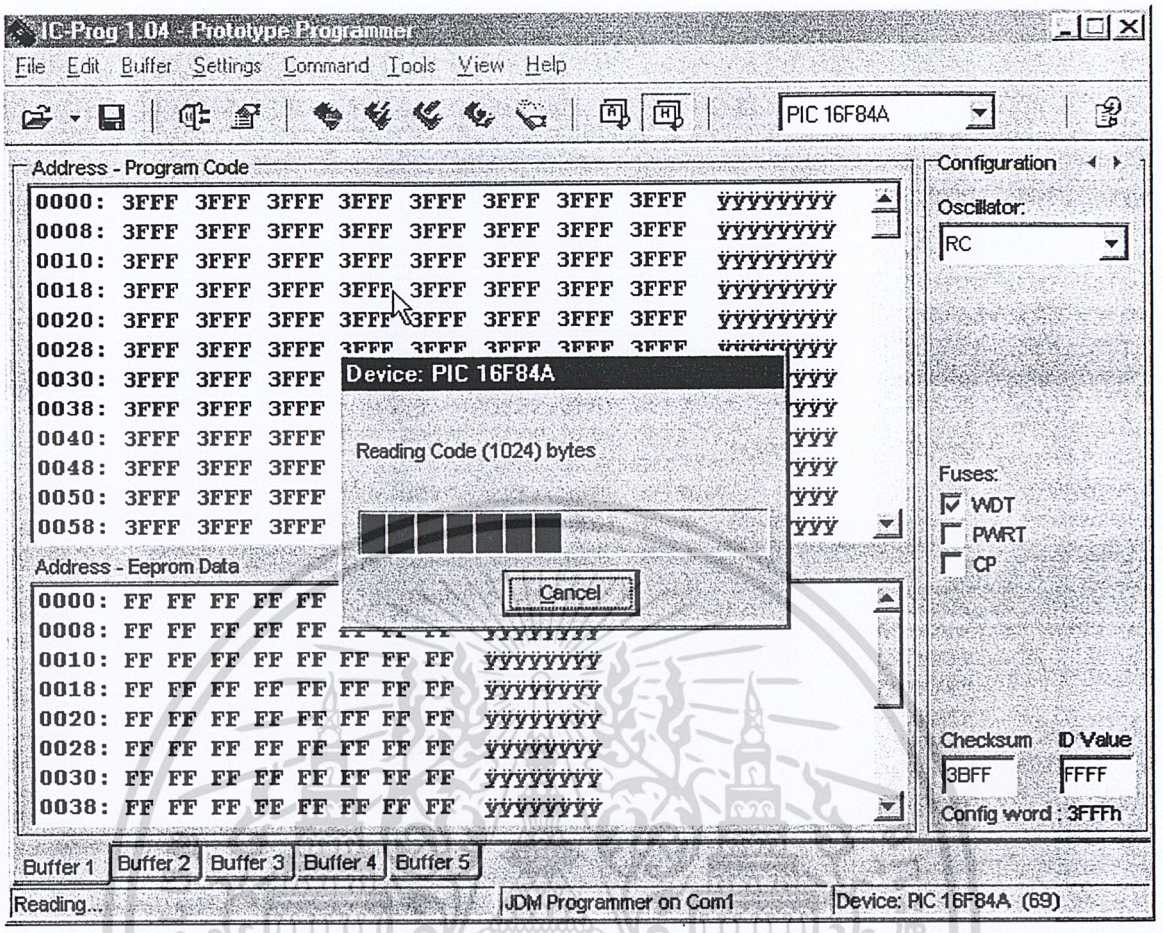
1. การทดสอบโดยใช้สมาร์ตการ์ดจำลองที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A และ EEPROM 24LC16 (สมาร์ตการ์ดจำลอง B) โดยในการทดสอบนี้จะสามารถทดสอบการอ่าน/เขียนข้อมูลลงบน ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F84A ได้อย่างเดียวเท่านั้น สำหรับ EEPROM 24LC16 นั้นไม่สามารถทดสอบการอ่าน/เขียนข้อมูลได้เนื่องตัวสมาร์ตการ์ดได้ออกแบบให้ส่วนของ EEPROM ไม่มีส่วนเชื่อมต่อกับขาคอนแทคของสมาร์ตการ์ด เนื่องจากเหตุผลทางด้านความปลอดภัย ดังนั้นการจะอ่าน/เขียนข้อมูลลงบน EEPROM ได้นั้นจะต้องกระทำผ่านตัวไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F84A เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งการอ่าน/เขียนข้อมูลลงบนตัว EEPROM นี้จะขึ้นอยู่กับระบบปฏิบัติการที่บรรจุอยู่ในตัว PIC16F84A และคำสั่งที่ส่งไปยังตัว PIC16F84A



รูปที่4-2 แสดงการนำเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ไปใช้งานกับสมาร์ตการ์ดจำลอง B



รูปที่ 4-3 แสดงหน้าจอของโปรแกรม ในขณะที่กำลังเขียนข้อมูลลง PIC16F84A ที่อยู่ในสมาร์ตการ์ด จำลอง B



รูปที่ 4-4 แสดงหน้าจอของโปรแกรม ในขณะที่กำลังอ่านข้อมูลจาก PIC16F84A ที่อยู่ในสมาร์ตการ์ดจำลอง B

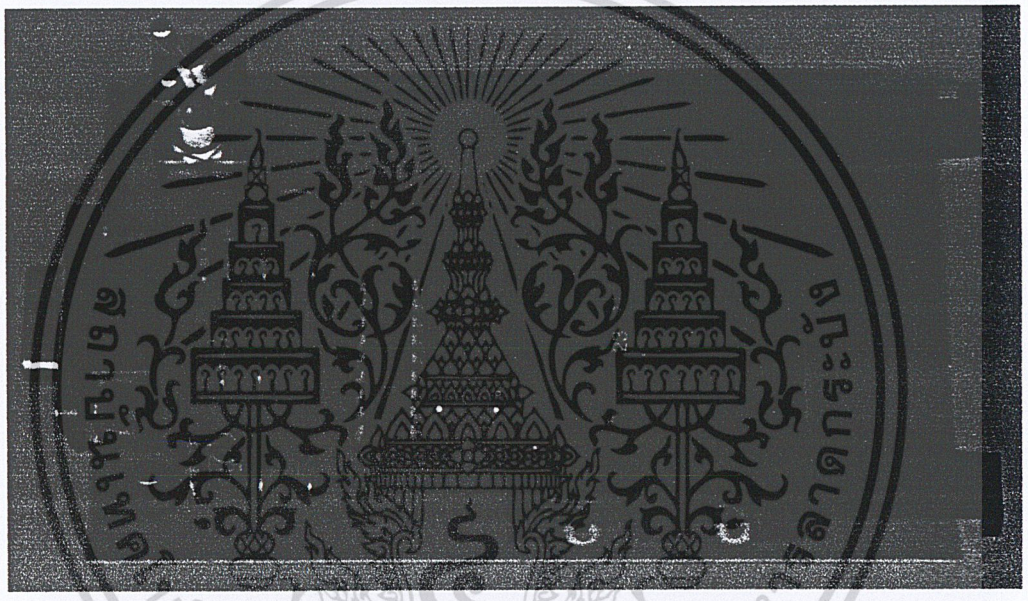
ผลจากการทดลองพบว่าเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ของสมาร์ตการ์ด พบว่าสามารถทำงานกับโปรแกรมและตัวสมาร์ตการ์ด ได้อย่างถูกต้อง โดยสังเกตจากผลลัพธ์ ที่ได้จากการเขียนข้อมูลของระบบปฏิบัติการลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A ที่อยู่บนสมาร์ตการ์ด ได้อย่างถูกต้อง และในส่วนของการทดสอบการอ่านข้อมูลนั้นได้ทำการทดสอบอ่านข้อมูลของระบบปฏิบัติการที่บรรจุอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A ที่อยู่บนสมาร์ตการ์ด (ในส่วนของการทดสอบอ่านข้อมูลจากตัว PIC16F84A นั้นจะต้องทำการทดสอบกับตัว PIC 16F84A ที่ไม่มีการเซ็ตค่าแฟล็ก CP (code protect) ไว้ เนื่องจากถ้าตัวตัว PIC 16F84A มีการเซ็ตค่าแฟล็ก CP (code protect) ไว้จะทำให้ไม่สามารถอ่านข้อมูลจาก PIC16F84A ได้)

โดยจากการทดลองอ่านข้อมูลพบว่าสามารถอ่านค่าข้อมูลของระบบปฏิบัติการที่บรรจุอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A ได้อย่างถูกต้อง

จากการทดลองในขั้นตอนนี้สามารถสรุปได้ว่าเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ของสมาร์ตการ์ด สามารถทำการอ่านข้อมูลและเขียนข้อมูลของระบบปฏิบัติการลงบนตัวบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A ในสมาร์ตการ์ดตามมาตรฐาน ISO7816 แบบโพรเซสเซอร์การ์ด ได้อย่างถูกต้อง

2. การทดสอบโดยใช้ไอซีแพ็กเก็ตแบบ DIP ของ PIC16F84A และ EEPROM 24LC16 โดยในการทดสอบนี้จะแบ่งออกเป็นการทดสอบอ่าน/เขียนข้อมูลลงบนไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F84A และการทดสอบอ่าน/เขียนข้อมูลลงบน EEPROM 24LC16

1. การทดสอบอ่าน/เขียนข้อมูลลงบน PIC16F84A



รูปที่4-5 แสดงการนำเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ไปใช้งานกับ IC PIC16F84A

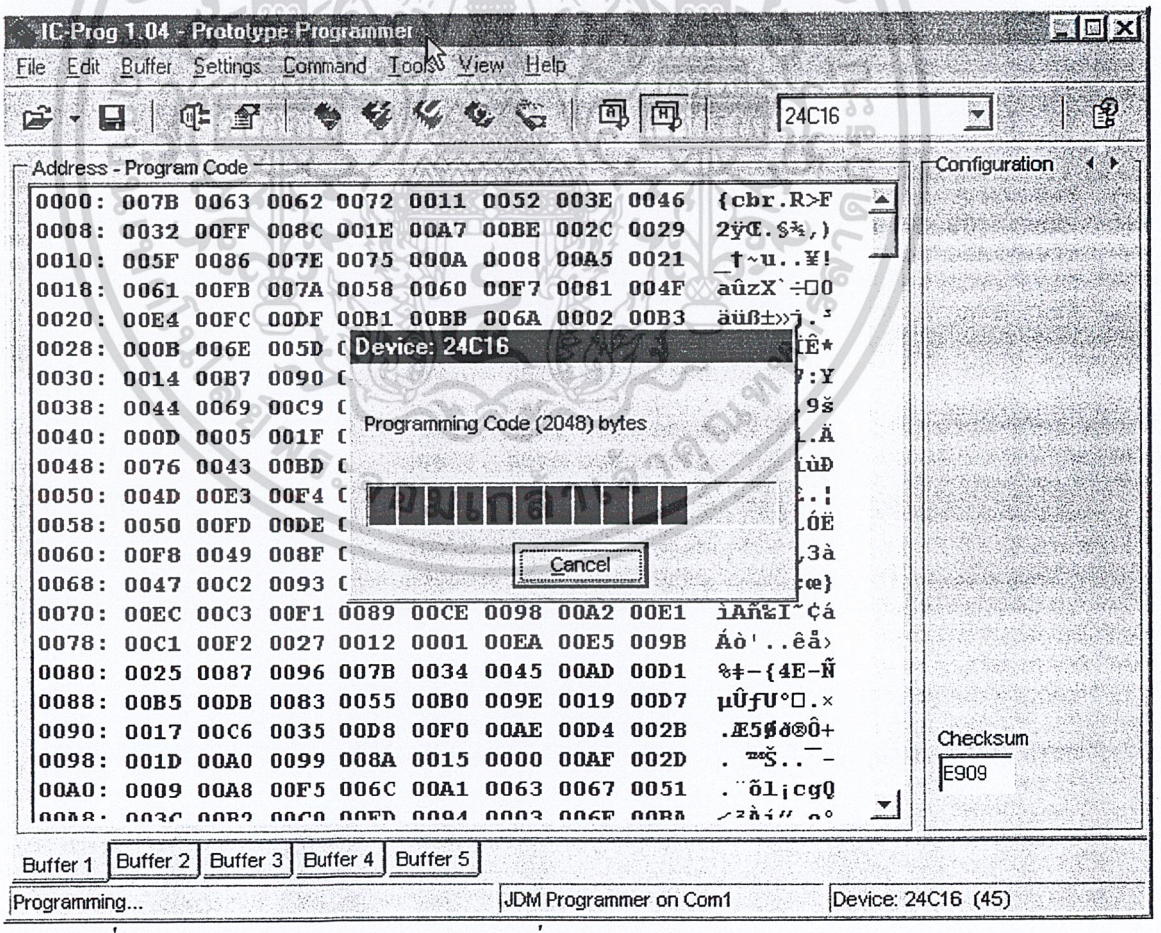
ผลจากการทดลองพบว่าเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ของสมาร์ตการ์ด สามารถทำงานกับโปรแกรมและตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A ได้อย่างถูกต้อง โดยสังเกตจากผลลัพธ์ที่ได้จากการเขียนข้อมูลของระบบปฏิบัติการลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A ที่อยู่บนสมาร์ตการ์ด ได้อย่างถูกต้อง และในส่วนของการทดสอบการอ่านข้อมูลนั้นได้ทำการทดสอบอ่านข้อมูลของระบบปฏิบัติการที่บรรจุอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A ที่อยู่บนสมาร์ตการ์ด (ในส่วนของการทดสอบอ่านข้อมูลจากตัว PIC16F84A นั้นจะต้องทำการทดสอบกับตัว PIC 16F84 ที่ไม่มีการเซ็ตค่าแฟล็ก CP (code protect) ไว้ เนื่องจากถ้าตัวตัว PIC 16F84 มีการเซ็ตค่าแฟล็ก CP (code protect) ไว้จะทำให้ไม่สามารถอ่านข้อมูลจาก PIC16F84A ได้)

โดยจากการทดลองอ่านข้อมูลพบว่าสามารถอ่านค่าข้อมูลของระบบปฏิบัติการที่บรรจุอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A ได้อย่างถูกต้อง

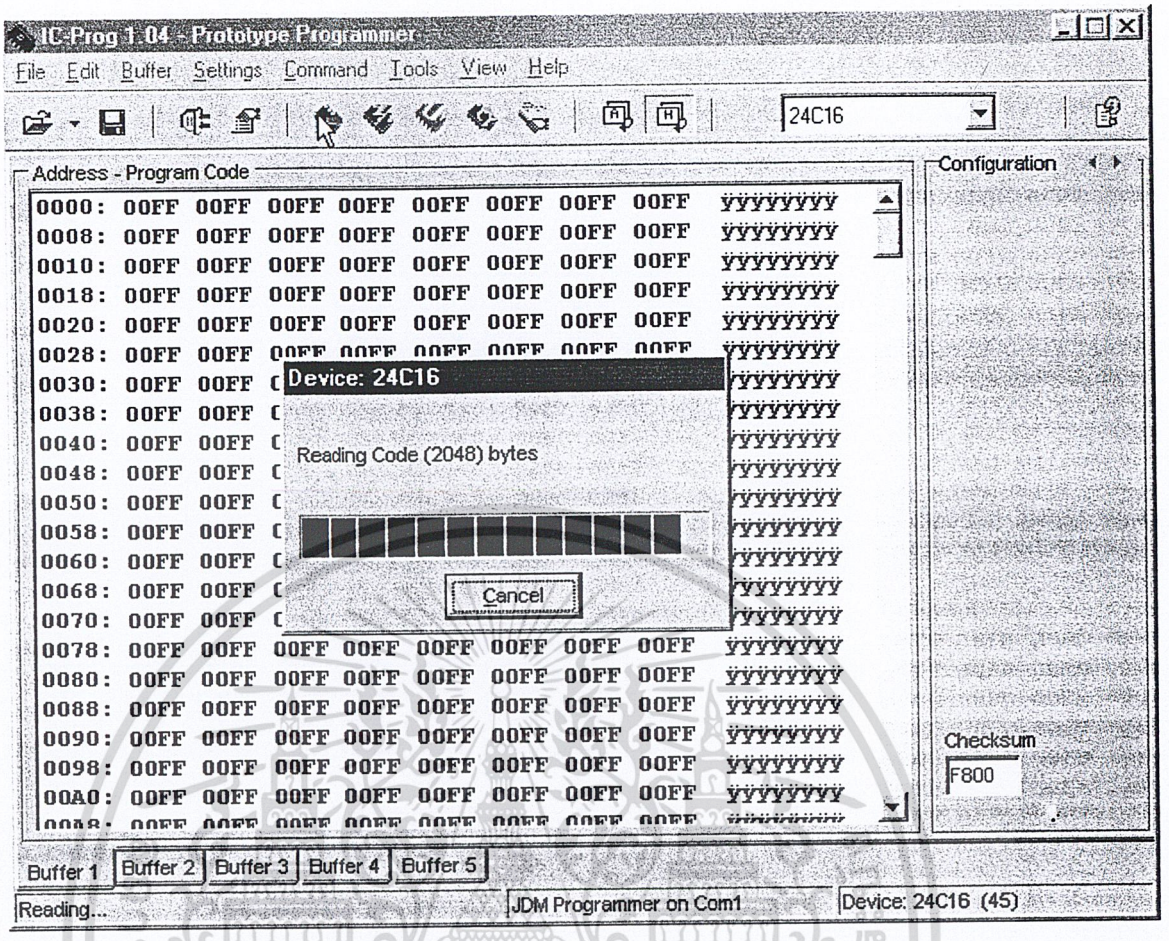
2. การทดสอบอ่าน/เขียนข้อมูลลงบน EEPROM 24LC16



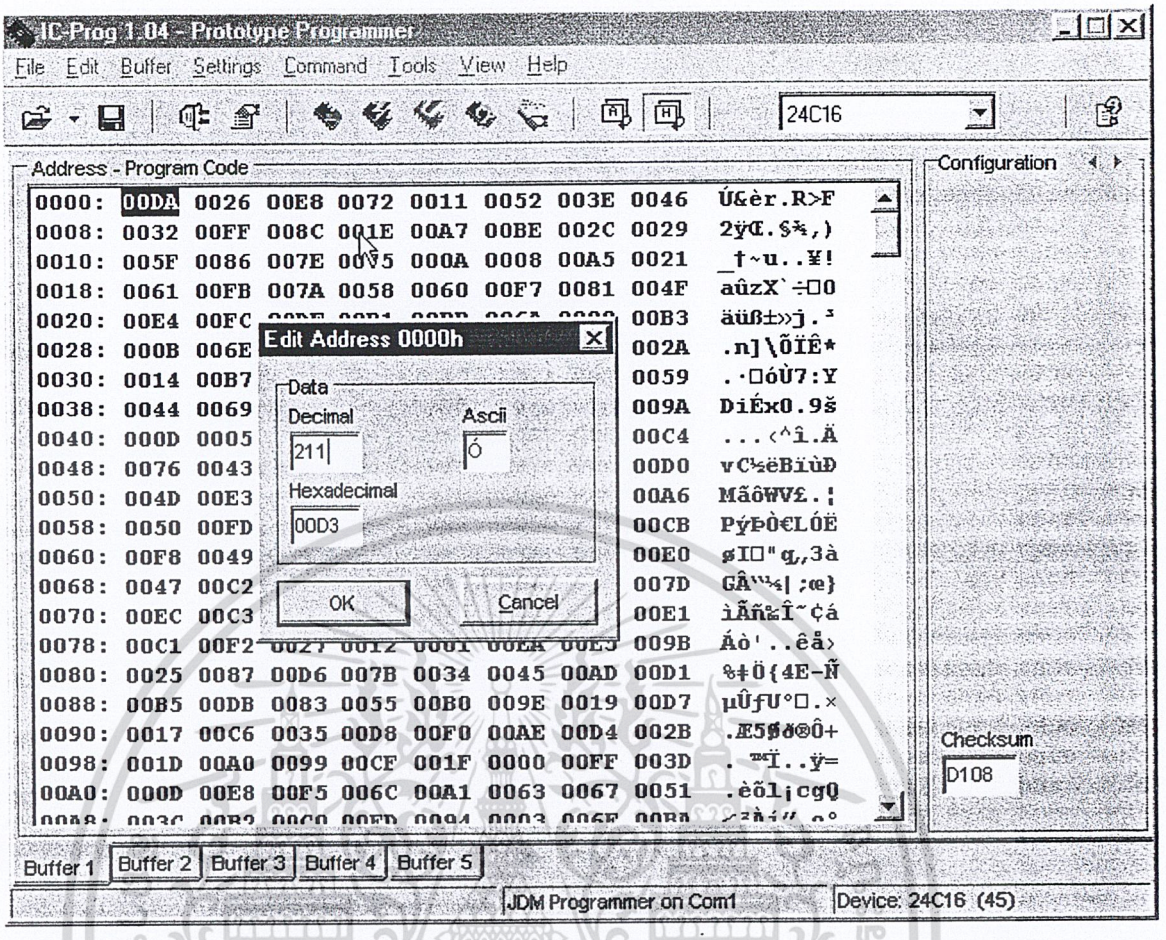
รูปที่4-6 แสดงการนำเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ไปใช้งานกับ IC EEPROM 24LC16



รูปที่ 4-7 แสดงหน้าจอของโปรแกรมในขณะที่กำลังเขียนข้อมูลลง IC EEPROM 24LC16



รูปที่ 4-8 แสดงหน้าจอของโปรแกรม ในขณะที่กำลังอ่านข้อมูลจาก IC EEPROM 24LC16



รูปที่4-9 แสดงถึงการแก้ไขข้อมูลที่อ่านได้จาก IC EEPROM 24LC16 ในโปรแกรม

ผลจากการทดลองพบว่าเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ของสมาร์ตการ์ด สามารถทำงานกับโปรแกรมและตัว EEPROM 24LC16 ได้อย่างถูกต้อง โดยสังเกตจากผลลัพธ์ที่ได้จากการเขียนข้อมูลของไฟล์ทดสอบลงบน EEPROM 24LC16 ได้อย่างถูกต้อง และในส่วนของการทดสอบการอ่านข้อมูลนั้นได้ทำการทดสอบอ่านข้อมูลของไฟล์ทดสอบที่บรรจุอยู่ใน EEPROM 24LC16

โดยจากการทดลองพบว่าสามารถอ่านค่าข้อมูลของไฟล์ทดสอบที่บรรจุอยู่ใน EEPROM 24LC16 ได้อย่างถูกต้อง

จากการทดลองในขั้นตอนนี้สามารถสรุปได้ว่าเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ของสมาร์ตการ์ด สามารถทำการอ่านข้อมูลและเขียนข้อมูลของไฟล์ทดสอบลงบนตัวบนตัว EEPROM 24LC16 ได้อย่างถูกต้อง

4.4 ผลการทดสอบโปรแกรม

ได้แยกการทดสอบออกเป็นส่วนๆ เพื่อจะได้หาจุดผิดพลาดของโปรแกรมได้ง่าย แล้วแก้ไขให้ถูกต้องต่อไป

การทดสอบระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ด

ทำโดยเขียนโปรแกรมขึ้นมาติดต่อกับระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดผ่านทางพอร์ตอนุกรมโดยลองส่งคำสั่งต่างๆตามที่ได้กำหนดไว้ในระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ด ว่าตอบสนองกลับมาถูกต้องเป็นไปตามที่คาดหวังไว้หรือไม่

จากการทดลองปรากฏว่าระบบปฏิบัติการสามารถทำงานและตอบสนองต่อคำสั่งที่ส่งมาได้อย่างถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้

การทดสอบโปรแกรมหลักที่ควบคุมเครื่อง

ทดสอบโปรแกรมร่วมกับระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดที่สำเร็จแล้ว ว่าสามารถติดต่อสื่อสารกับระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดได้ถูกต้องหรือไม่ และการตอบสนองจากบัตรที่เข้ามาเป็นไปตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ ทั้งกรณีที่มีและไม่มีบัตรอยู่ในเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด

จากการทดลองปรากฏว่าโปรแกรมควบคุมเครื่องสามารถทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ดได้อย่างถูกต้อง

ผลที่ได้จากการทดสอบระบบ

เมื่อเครื่องเริ่มโหลดเข้าสู่ระบบปฏิบัติการ (วินโดว์ 98) ระบบปฏิบัติการจะทำการโหลดโปรแกรมควบคุมเครื่องขึ้นมาทำงานซึ่งโปรแกรมจะทำงานอยู่เบื้องหลังโดยต้องไม่ให้ผู้ใช้บริการสามารถปิดได้ ทดสอบโดยลองพยายามที่จะปิดโปรแกรมดูแล้วแต่ไม่สามารถที่จะปิดโปรแกรมได้ทั้งจาก Ctrl+Alt+Del และ Alt+F4 เมื่อยอดเงินคงเหลือในบัตรหมดหรือดึงบัตรออกโปรแกรมจะทำการล็อกหน้าจอทันที และจะปลดล็อกก็ต่อเมื่อใส่บัตรใหม่ที่สามารถใช้งานได้เข้าไป หรือใส่รหัสผ่านของผู้ดูแลระบบที่ถูกต้อง

ซึ่งจากผลการทดสอบนี้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ดังที่ตั้งใจไว้

บทที่ 5 บทสรุปและแนวทางในการพัฒนาต่อ

5.1 สรุป

จากโครงงานที่ได้จัดทำขึ้นเป็นเรื่องของการนำสมาร์ตการ์ดมาประยุกต์ใช้งานเข้ากับระบบคิดค่าใช้บริการในอินเทอร์เน็ตคาเฟ่ โดยในทางด้านฮาร์ดแวร์ที่ได้จัดทำขึ้นมานั้น สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและทำงานได้ตรงตามที่คาดหมายไว้โดยอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่างๆที่ใช้ในโครงงานนี้นั้นส่วนใหญ่ได้จัดสร้างขึ้นมาเอง เพื่อให้สามารถนำโครงงานนี้ไปพัฒนาใช้งานในเชิงพาณิชย์ได้จริง โดยฮาร์ดแวร์ที่ได้สร้างขึ้นมานั้นมีต้นทุนที่ต่ำ และเนื่องจากเราได้จัดสร้างฮาร์ดแวร์ขึ้นมาเองทำให้การซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ เป็นเรื่องที่ง่ายเนื่องจากเราใช้อุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่หาได้ภายในประเทศ ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาในเรื่องของอะไหล่ ที่ใช้ในการซ่อมบำรุง

ซึ่งการนำโครงงานนี้ไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะที่ใกล้เคียงกันจะเป็นเรื่องที่ง่ายเนื่องจากผู้ใช้สามารถใช้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เดิมได้ทันที เพียงแค่นำส่วนของซอฟท์แวร์ไปปรับปรุงเท่านั้น

5.2 สิ่งที่ได้จากการทำโครงงานนี้

จากการศึกษา จัดทำโครงงานนี้ทำให้ได้รับความรู้เกี่ยวกับสมาร์ตการ์ดในรูปแบบและชนิดต่างๆ โดยได้เรียนรู้ถึง มาตรฐาน ISO7816, รูปแบบของการส่งผ่านข้อมูลติดต่อกับสมาร์ตการ์ด, โปรโตคอลรูปแบบต่างๆที่สมาร์ตการ์ดใช้ในการติดต่อสื่อสาร (โปรโตคอล T =0 และ T = 1) , การติดต่อสื่อสารผ่านทางพอร์ตอนุกรม, ได้รู้จักถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดต่างๆ ที่ใช้ในสมาร์ตการ์ดแต่ละรุ่นและได้เรียนรู้ถึงการสร้างวงจรที่ใช้ในการติดต่อกับสมาร์ตการ์ดชนิดที่มีหน่วยประมวลผลในตัวแบบมีหน้าสัมผัส, ได้เรียนรู้ถึงรูปแบบการเขียนโปรแกรมในการติดต่อกับเครื่องอ่านเขียนสมาร์ตการ์ดชนิดที่มีหน่วยประมวลผลในตัวแบบมีหน้าสัมผัส ผ่านทางพอร์ตอนุกรม, ได้เรียนรู้ถึงรูปแบบของการเขียนโปรแกรมระบบปฏิบัติการของสมาร์ตการ์ด

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

สำหรับแนวทางที่คาดว่าจะสามารถนำไปพัฒนาต่อนั้นน่าจะเป็นการปรับปรุงในส่วนขีดความสามารถของเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด ให้มีไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ภายในเพื่อเพิ่มความสามารถในส่วนของการหักยอดเงินจากตัวสมาร์ตการ์ดโดยตรง โดยไม่ต้องติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยควรจะออกแบบให้เครื่องเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด มีนาฬิกาอยู่ในตัว เพื่อใช้ในการจับระยะเวลาที่ใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะได้ใช้ในการคำนวณยอดเงินที่ต้องหักจากสมาร์ตการ์ด และควรออกแบบให้มีหน้าจอแสดงผลโดยอาจจะใช้ 7-segment หรือจอ LCD เพื่อใช้ในการแสดงยอดเงินคงเหลือในการ์ด และระยะที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์, ระยะเวลาคงเหลือโดยคิดจากยอดเงินที่คงเหลืออยู่ในการ์ด และออกแบบให้เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด สามารถควบคุมการใช้คอมพิวเตอร์ได้โดยตรง โดยควรจะออกแบบให้

ควบคุมไฟที่ไปเลี้ยงจอภาพ (Monitor) โดยการใช้รีเลย์ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตัวเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด เพื่อใช้เป็นสวิตช์ ควบคุมการปิดเปิดจอภาพ กล่าวคือ เมื่อมีการเสียบสมาร์ตการ์ดที่มียอดเงินในบัตรเพียงพอกับจำนวนขั้นต่ำ เข้ากับเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งการให้ รีเลย์ทำการเชื่อมต่อวงจร เพื่อให้ไฟไปเลี้ยงที่จอภาพซึ่งจะทำให้สามารถใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ และเมื่อยอดเงินในบัตรหมดลงหรือไม่มีบัตรเสียบอยู่ที่เครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งการให้รีเลย์เปิดวงจร เพื่อให้ไม่มีไฟไปเลี้ยงที่จอภาพ ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

ซึ่งจากแนวคิดการออกแบบข้างต้นนี้จะทำให้ไม่ต้องมีโปรแกรมในส่วนคอมพิวเตอร์อีกต่อไป เนื่องจากเราได้ย้ายหน้าที่ในการการจับระยะเวลาที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะได้ใช้ในการคำนวณยอดเงินที่ต้องหักจากสมาร์ตการ์ด จากเดิมที่ต้องทำบนคอมพิวเตอร์ไปทำในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์แทนแล้ว

และแนวทางอื่นๆ สำหรับการพัฒนาต่อไปน่าจะเป็นการนำสมาร์ตการ์ดไปประยุกต์ใช้งานในงานทางด้านอื่นๆ เช่น ใช้เป็นบัตรผ่านประตู หรือใช้เป็นบัตรเก็บข้อมูลการสะสมแต้มเพื่อแลกของรางวัลเป็นต้น

ภาคผนวก ก

คู่มือการติดตั้งเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด

1. วิธีการติดตั้งเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด

ทำการติดตั้งเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS-232 แบบDB9 โดยใช้สายอนุกรมที่ปลายด้านหนึ่งเป็นตัวผู้ อีกด้านเป็นตัวเมีย

โดยใช้ปลายสายด้านที่เป็นหัวแบบ DB9 ตัวเมียเสียบเข้ากับเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด และปลายสายอีกด้านหนึ่งที่เป็นหัวแบบ DB9 ตัวผู้ นำมาเสียบเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

โดยปกติแล้วเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะส่วนใหญ่ จะมีช่องต่อพอร์ตอนุกรม RS-232 แบบ DB9 อยู่ 2 ช่อง ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็น พอร์ตคอม 1 และ พอร์ตคอม 2 ซึ่งเมื่อติดตั้งเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด เข้ากับพอร์ตใดนั้น ก็จะต้องทำการเซตค่าระบุว่าต่อเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด กับพอร์ตคอม 1 หรือคอม 2 ในตัวโปรแกรมที่ใช้งาน แต่สำหรับในเครื่องคอมพิวเตอร์แบบกระเป๋าหิ้ว (โน้ตบุ๊ก) ส่วนใหญ่ จะมีช่องต่อพอร์ตอนุกรม RS-232 แบบ DB9 อยู่ 1 ช่อง ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นพอร์ตคอม 1 และในส่วนของแหล่งจ่ายไฟที่ใช้สำหรับจ่ายไฟให้กับเครื่องอ่าน/เขียนสมาร์ตการ์ด นั้นสามารถทำการติดตั้งได้ 3 รูปแบบดังต่อไปนี้

1. ใช้หม้อแปลง แปลงจากไฟบ้าน 220 โวลต์ AC ไปเป็นไฟที่อยู่ในช่วงระหว่าง 5 – 15 โวลต์ DC โดยที่ปลายของหม้อแปลงด้านที่จ่ายไฟ 5 – 15 โวลต์ DC นั้นต้องเป็นแจ๊คแบบกลม ขนาด 2.1 mm ตัวผู้ขาตรงกลางเป็นขาบวก โดยหม้อแปลงที่นำมาใช้งานจะต้องมีขนาดอย่างต่ำเท่ากับ 300 มิลลิแอมป์

2. ใช้ถ่าน 9 โวลต์ โดยต่อผ่านสายแหล่งจ่ายไฟ ที่ได้จัดทำไว้หัวข้ออุปกรณ์เสริม

3. ใช้ไฟ 12 โวลต์ จากเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยต่อผ่านสายแหล่งจ่ายไฟ ที่ได้จัดทำไว้หัวข้ออุปกรณ์เสริม

ภาคผนวก ข

คู่มือการติดตั้งเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์

1. วิธีการติดตั้งเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์

ทำการติดตั้งเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS-232 แบบ DB9 โดยใช้สายอนุกรมที่ปลายด้านหนึ่งเป็นตัวผู้ อีกด้านเป็นตัวเมีย

โดยใช้ปลายสายด้านที่เป็นหัวแบบ DB9 ตัวเมียเสียบเข้ากับเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ และปลายสายอีกด้านหนึ่งที่เป็นหัวแบบ DB9 ตัวผู้ นำมาเสียบเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

โดยปกติแล้วเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะส่วนใหญ่ จะมีช่องต่อพอร์ตอนุกรม RS-232 แบบ DB9 อยู่ 2 ช่อง ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็น พอร์ตคอม 1 และ พอร์ตคอม 2 ซึ่งเมื่อติดตั้งเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ เข้ากับพอร์ตใดนั้น ก็จะต้องทำการเซตค่าระบุว่าต่อเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ กับพอร์ตคอม 1 หรือคอม 2 ในตัวโปรแกรมที่ใช้งาน แต่สำหรับในเครื่องคอมพิวเตอร์แบบกระเป๋าหิ้ว (โน้ตบุ๊ก) ส่วนใหญ่ จะมีช่องต่อพอร์ตอนุกรม RS-232 แบบ DB9 อยู่ 1 ช่อง ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็น พอร์ตคอม 1 และในส่วนของแหล่งจ่ายไฟเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์นั้น ตัวเครื่องอ่าน/เขียนเฟิร์มแวร์ ใช้ไฟจากพอร์ตอนุกรมโดยตรง จึงไม่จำเป็นที่จะต้องใช้แหล่งจ่ายไฟภายนอก

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บรรณานุกรม

[1] Henry Dreifus & J. Thomas Monk , Smart cards : a guide to building and managing smart card applications , John Wiley & Sons , 1998

[2] W. Rankl & W. Effing , Smart card handbook translated by Chanterelle Translations , John Wiley , 1997

[3] Keitiphoom Chairatt , Design and development of smart card system for student's identification card , Chulalongkorn University , 1996

