สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องอ่าน/เขียน บัตรสมาร์ทการ์ดสำหรับการดาวน์โหลดโปรแกรมประยุกต์ใช้งาน

SMART CARD READER/WRITER FOR APPLICATION DOWNLOAD

โดย

นางสาวขอขวัญ วานิกร

นางสาวนิรมัย ใหม่ยะ

นายปฏิญญา ภักดีประเสริฐ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

วศ.
ข 281 ก
2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 54950
วัน,เดือน,ปี - 1 ส.ย. 2548

b.11457359
i.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอ่าน/เขียน บัตรสมาร์ทการ์ดสำหรับการดาวน์โหลดโปรแกรมประยุกต์ใช้งาน

SMART CARD READER/WRITER FOR APPLICATION DOWNLOAD

โดย

นางสาวขอขวัญ	วานิกร	43010039
นางสาวนิรมัย	ใหม่ยะ	43010223
นายปฏิญญา	ภักดีประเสริฐ	43010233

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2546

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **เครื่องอ่าน/เขียน บัตรสมาร์ทการ์ดสำหรับการดาวน์โหลดโปรแกรมประยุกต์ใช้งาน**

SMART CARD READER/WRITER FOR APPLICATION DOWNLOAD

ผู้จัดทำ

1. นางสาวขอขวัญ	**วานิกร**	**43010039**
2. นางสาวนิรมัย	**ใหม่ยะ**	**43010223**
3. นายปฏิญญา	**ภักดีประเสริฐ**	**43010233**

ปราโมทย์ ..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอ่าน/เขียน บัตรสมาร์ทการ์ดสำหรับการดาวน์โหลดโปรแกรมประยุกต์ใช้งาน

SMART CARD READER/WRITER FOR APPLICATION DOWNLOAD

โดย นางสาวขอขวัญ วานิกร 43010039

นางสาวนิรมัย ใหม่ยะ 43010223

นายปฏิญญา ภักดีประเสริฐ 43010233

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการสร้างเครื่องอ่าน/เขียน บัตรสมาร์ทการ์ด โดยจะสามารถใช้ได้กับบัตรสมาร์ทการ์ดที่มีมาตรฐานตาม ISO 7816 ซึ่งเป็นหน่วยความจำแบบ อีอีพรอม (EEPROM) เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลต่างๆ ทางผู้จัดทำได้ทำการออกแบบการทำงานของเครื่องโดยให้มีการควบคุมการทำงาน ด้วยไมโครคอน โทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 เบอร์ 89C52 และทำการติดต่อกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 เพื่อดาวน์โหลดโปรแกรมการใช้งานต่างๆที่ต้องการ ลงในหน่วยความจำภายนอกของไมโครคอน โทรลเลอร์ จะทำให้เครื่องนี้สามารถทำงานในลักษณะต่างๆ ได้หลายรูปแบบ

ในโครงงานนี้ได้นำเอาเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดไปประยุกต์ใช้งานกับระบบการจำหน่ายคูปองภายในศูนย์อาหารและมีการติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก เพื่อให้ผู้ใช้สะดวกแก่ใช้งานของโปรแกรมมากขึ้น

ABSTRACT

This project proposes a Smart Card reader / writer which can be used with smart cards (EEPROM) under ISO7816 to record the data. The MCS-51 microcontroller is used to control read /write and data which is sent to the microcomputer via a serial port RS-232 for program download into the external memory of the microcontroller .

In this article, the Smart Card is applied to use with coupon in a food center. Where Visual Basic program is employed for user interface.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 พื้นฐานของสมาร์ทการ์ด	3
2.2 ส่วนประกอบและโครงสร้างของสมาร์ทการ์ด	4
2.2.1 ตัวบัตรพลาสติก	4
2.2.2 หน้าสัมผัสและชิพสมาร์ทการ์ด (Smart card Module)	5
2.2.3 ตำแหน่งขาสำหรับการอินเตอร์เฟสกับสมาร์ทการ์ด	6
2.3 มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง	10
2.3.1 มาตรฐาน ISO7816	10
2.3.1.1 ISO7816-100	10
2.3.1.2 ISO7816-2	11
2.3.1.3 ISO7816-3	11
2.3.1.4 ISO7816-4	11
2.3.1.5 ISO7816-5	11
2.3.1.6 ISO7816-6	11
2.4 องค์ประกอบต่างๆ ในการใช้งานสมาร์ทการ์ด	12
2.4.1 ตัวบัตรและตัวชิพ	12
2.4.2 สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ (Smart Card reader)	12
2.4.3 ซอฟแวร์	12
2.5 ชนิดของสมาร์ทการ์ด	13
2.5.1 การแบ่งสมาร์ทการ์ดโดยใช้ชนิดของชิพเป็นเกณฑ์	13
2.5.1.1 เมมโมรีการ์ด (Memory Card) หรือ ซิงโครนัสการ์ด (Synchronous Card)	13
2.5.1.2 โปรเซสเซอร์การ์ด (Processor Card) หรือ อะซิงโครนัสการ์ด (Asynchronous Card)	15
2.5.2 การแบ่งสมาร์ทการ์ดโดยใช้ชนิดของการสื่อสารเป็นเกณฑ์	16
2.5.2.1 ใช้หน้าสัมผัสของชิพ (Contact Card)	16
2.5.2.2 ไม่ใช้หน้าสัมผัสของชิพ (Contactless Card)	16
2.5.2.3 ใช้ทั้งสองแบบร่วมกัน (Contact and Contactless)	18
2.5.2.3.1 ใช้หน่วยความจำร่วมกัน (Combind Card)	18
2.5.2.3.2 ใช้หน่วยความจำแยกกัน (Hybrid Card)	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6 การเชื่อมต่อชิพสมาร์ทการ์ด	19
2.6.1 การเชื่อมต่อสมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรี (Synchronous card Interface)	20
2.6.1.1 การเชื่อมต่อกับการ์ดที่ไม่มีระบบป้องกันข้อมูล (Free Access Memory Card)	20
2.6.1.2 การเชื่อมต่อกับการ์ดที่มีระบบป้องกันความปลอดภัยข้อมูล (Security Memory Card)	21
2.6.2 การเชื่อมต่อสมาร์ทการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์ (Asynchronous card Interface)	22
2.6.3 โปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารกับสมาร์ทการ์ด	23
2.6.3.1 โปรโตคอล I2C (Inter – Integrated circuit)	23
2.7 การใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์ (Microcontroller :MCS-51)	26
2.7.1 โครงสร้างของ MCS-51	26
2.7.2 โครงสร้างภายในของ 8051 และ 8052	27
2.7.3 การเชื่อมต่อ ไอซี 8255 เข้ากับ MCS-51	28
2.7.3.1 โหมดการทำงานของ 8255	30
2.7.3.2 สัญญาณต่างๆของ 8255	32
2.7.4 การเชื่อมต่อหน่วยความจำ (RAM:Read Access Memory)	33
2.7.4.1 โครงสร้างของแรม(RAM)	33
2.7.4.2 ลำดับการอ่านข้อมูลจากRAM	33
2.7.4.3 ลำดับการเขียนข้อมูลใน RAM	34
2.7.5 การเชื่อมต่อ แอลซีดี โมดูล (LCD Module)	34
2.7.6 การใช้งานคีย์สวิตช์หรือคีย์แพด (Keypad)	36
2.8 การใช้งานโปรแกรมวิชวลเบสิก (Visual Basic : VB) ในการติดต่อกับผู้ใช้ (user)	37
2.8.1 การจัดการเรื่องสตริง (String) และฟังค์ชันที่เกี่ยวข้อง	37
2.8.1.1 การเชื่อมต่อสตริง 2 ชุดเข้าด้วยกัน	37
2.8.1.2 การใช้ฟังค์ชันสำหรับแปลงตัวอักษรกับรหัส ASCII	38
2.8.1.3 การใช้ฟังค์ชันที่ใช้ในการแปลงตัวเลขกับสตริง	38
2.8.1.4 การใช้ฟังค์ชันที่ใช้ในการตัดอักษร Space ใน String	39
2.8.1.5 การใช้ฟังค์ชันที่ทำงานกับอาเรย์ชนิดสตริง	40
2.8.2 พื้นฐานเกี่ยวกับฐานข้อมูล (Database)	40
2.8.2.1 ความหมายของฐานข้อมูล	40
2.8.2.2 องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล (Database System)	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้า
2.8.3 การใช้งานโปรแกรม Visual Basic เพื่อเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลโดยใช้ดาต้าคอนโทรล	43
2.8.3.1 การติดต่อกับไฟล์ฐานข้อมูลด้วยดาต้าคอนโทรล	45
2.8.3.2 การเขียนคำสั่งโปรแกรมกับดาต้าคอนโทรล	49
2.8.4 การใช้คอนโทรลฐานข้อมูลอื่นๆ	51
2.8.4.1 คอนโทรล Data Bound ListBox และ Data Bound ComboBox	51
2.8.4.2 คอนโทรล Data Bound Grid (DBGrid)	52
2.8.4.3 คอนโทรล MSFlexGrid	53
2.8.5 SQL (Structured Query Language)	53
2.8.5.1 ประเภทคำสั่งในภาษาเอสคิวแอล	54
2.8.5.2 การดึงข้อมูลจากตาราง (Select)	54
2.8.5.3 การเพิ่มข้อมูลเรคคอร์ดใหม่ในตาราง (INSERT)	55
2.8.5.4 การแก้ไขข้อมูล (UPDATE)	55
2.8.5.5 การลบข้อมูลจากตาราง (DELETE)	56
2.8.6 การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม (Scrial port) เพื่อติดต่อกับผู้ใช้	56
2.8.6.1 องค์ประกอบในการใช้ MSComm	58
2.8.6.2 การกำหนดคุณสมบัติของ MSComm Control ให้สามารถติดต่อกับพอร์ตได้	59
2.8.6.3 วิธีการรับข้อมูลจากซีเรียลพอร์ต	60
2.9 สมาร์ทการ์ดกับการประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ	60
2.9.1 การประยุกต์ใช้งานด้านการสื่อสาร (The Smart Card Application in telecommunication)	60
2.9.1.1 ใช้ในการบริการโทรศัพท์สาธารณะ (PUBLIC PAYPHONES)	60
2.9.1.2 ใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ (MOBILE PHONES)	61
2.9.2 การประยุกต์ใช้งานด้านการเงิน การธนาคาร (Finance & Banking)	61
2. 9.2.1 ใช้เป็นบัตรที่ใช้แทนเงินสด (Cash Card)	61
2. 9.2.2 ใช้เป็นบัตรเครดิต (Credit Card)	61
2. 9.3 การประยุกต์ใช้งานโดยใช้เป็นบัตรประจำตัวต่างๆ (Identification Card)	61
2. 9.3.1 บัตรพนักงาน (Company Card)	61
2. 9.3.2 บัตรนักศึกษา	61
2. 9.4 การประยุกต์ใช้งานด้านการแพทย์	62
2. 9.5 การประยุกต์ใช้งานด้านระบบรักษาความปลอดภัย	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2. 9.6 การประยุกต์ใช้งานด้านการขนส่งมวลชน	62
2. 9.6.1 ในระบบการจอดรถ (Parking System)	62
2. 9.6.2 ใช้ในรับการชำระค่าผ่านทางและค่าโดยสาร	62
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	63
3.1 วิธีการออกแบบในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์	63
3.1.1 วิธีการออกแบบเพื่อทดสอบการทำงานของพอร์ทเอาท์พุต ของไมโครคอนโทรลเลอร์	64
3.1.2 วิธีการออกแบบการสื่อสารผ่านพอร์ทอนุกรม RS232 (Serial Port)	65
3.1.3 วิธีการออกแบบการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซีเบอร์8255	66
3.1.4 วิธีการออกแบบเพื่อเชื่อมต่อการทำงานกับหน่วยความจำภายนอก (External RAM)	68
3.1.5 วิธีการออกแบบเพื่อนำแอลซีดีโมดูล (LCD Module) มาใช้งานร่วมกับ ไมโครคอนโทรเลอร์	69
3.1.6 วิธีการออกแบบเพื่อนำคีย์แพด (Keypad) มาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์	71
3.2 วิธีการเลือกใช้บัตรสมาร์ทการ์ดและอุปกรณ์เชื่อมต่อกับหน้าสัมผัสของบัตรสมาร์ทการ์ด	72
3.2.1 การเลือกใช้บัตรสมาร์ทการ์ด	72
3.2.2 วิธีการเลือกใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อหน้าสัมผัสของบัตรสมาร์ทการ์ด	73
3.3 วิธีการออกแบบกระบวนการอ่านและเขียนข้อมูลของเครื่องอ่านเขียนบัตรสมาร์ทการ์ด	74
3.3.1 วิธีการออกแบบกระบวนการอ่านข้อมูลภายในบัตรสมาร์ทการ์ด	74
3.3.2 วิธีการออกแบบกระบวนการเขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ด	75
3.3.3 วิธีการออกแบบกระบวนการอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดของ เครื่องอ่านเขียนบัตรสมาร์ทการ์ด	75
3.4 วิธีการออกแบบเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด	77
3.4.1 การออกแบบแอดเดรสการทำงานของส่วนต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์	77
3.5 การออกแบบเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดเพื่อการประยุกต์ใช้งาน (Application)	80
3.5.1 การออกแบบการทำงานของเครื่องที่ติดอยู่ที่จุดจำหน่ายคูปอง (Master หรือเครื่องแม่)	80
3.5.2 การออกแบบการทำงานของเครื่องที่ติดอยู่ที่ร้านอาหารที่อยู่ภายในศูนย์อาหาร (Slaveหรือ เครื่องลูก)	82
3.5.3 การออกแบบระบบฐานข้อมูล	83
3.5.4 การออกแบบการเชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างผู้ใช้ (user) กับระบบโดยใช้ โปรแกรม Visual Basic	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	96
4.1 วิธีการทดลองและผลการทดลองในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์	96
4.1.1 วิธีการทดลองการทำงานของพอร์ทเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์	96
4.1.2 วิธีการทดลองการสื่อสารผ่านพอร์ทอนุกรม RS232 (Serial Port)	98
4.1.3 วิธีการทดลองการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซีเบอร์8255	100
4.1.4 วิธีการทดลองการเชื่อมต่อการทำงานกับหน่วยความจำภายนอก (External RAM)	102
4.1.5 วิธีการทดลองการนำแอลซีดีโมดูล (LCD Module) มาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรเลอร์	103
4.1.6 วิธีการทดลองการนำคีย์แพด(Keypad) มาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์	104
4.2 วิธีการทดลองการอ่าน/เขียนข้อมูล	104
4.2.1 การทดลองการอ่านข้อมูล	104
4.3 วิธีการทดลองกระบวนการอ่านและเขียนข้อมูลของเครื่องอ่านเขียนบัตรสมาร์ทการ์ด	106
4.3.1 การทดลองในส่วนของกระบวนการ เขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ด	106
4.3.2 การทดลองในส่วนของกระบวนการ อ่านข้อมูลภายในบัตรสมาร์ทการ์ด	109
4.4 วิธีการทดลองในส่วนของกระบวนการสิ้นสุดการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด	111
4.5 การทดลองในส่วนของการประยุกต์ใช้งานระบบการจำหน่ายคูปองในศูนย์อาหาร	111
4.5.1 การทดลองการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่จุดจำหน่ายคูปอง (เครื่องแม่)	111
4.5.1.1 การทดลองโดยการคลิ๊กปุ่ม"Add Value"	112
4.5.1.2 การทดลองโดยการคลิ๊กปุ่ม "ResetCard"	114
4.5.1.3 การทดลองโดยการคลิ๊กปุ่ม "TotalCost"	115
4.5.1.4 การทดลองการคลิ๊กปุ่ม "Add New Shop"	118
4.5.1.5 การทดลองการคลิ๊กปุ่ม "View Shop in Food Center"	119
4.5.2 การทดลองการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่ร้านขายอาหารภายในศูนย์อาหาร (เครื่องลูก)	120
4.5.2.1 การทดลองการหักมูลค่าที่อยู่ในบัตร	120
4.5.2.2 การทดลองเก็บข้อมูลการซื้อขายลงในฐานข้อมูล	122
4.5.3 วิธีการทดลองการทำงานของระบบการซื้อขายคูปองภายในศูนย์อาหาร	122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 บทวิจารณ์และแนวทางการพัฒนา	131
5.1 บทวิจารณ์	131
5.1.1 ในส่วนกระบวนการอ่านข้อมูลภายในบัตรสมาร์ทการ์ด	131
5.1.2 ในส่วนกระบวนการเขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ด	131
5.1.3. ในส่วนการนำเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสามาร์ทการ์ดไปประยุกต์ใช้งาน	132
5.1.3.1 การทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่จุดจำหน่ายคูปอง (เครื่องแม่ : Master)	132
5.1.3.2 การทำงานของเครื่องอ่านเขียนบัตรสามาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่ร้านขายอาหารภายในศูนย์อาหาร (เครื่องลูก : Slave)	132
5.2 แนวทางการพัฒนาโครงงาน	132
กิตติกรรมประกาศ	
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 โครงสร้างการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด 2

รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของสมาร์ท 4

รูปที่ 2.2 ขนาดความกว้าง ×ยาว ×หนา ของบัตรสมาร์ทการ์ด 5

รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของสมาร์ทการ์ดโมดูลในสายการผลิตสมาร์ทการ์ด 5

รูปที่ 2.4 ขนาดของหน้าสัมผัสและทิศทางการเสียบบัตรสมาร์ทการ์ดตามมาตรฐาน ISO7816 6

รูปที่ 2.5 ตำแหน่งหน้าสัมผัสที่ผิวหน้าของสมาร์ทการ์ด ตามมาตรฐาน ISO7816 6

รูปที่ 2.6 ตำแหน่งขาสำหรับการอินเตอร์เฟสกับสมาร์ทการ์ด 6

รูปที่ 2.7 วิธีการทดสอบการบิดงอสมาร์ทการ์ด 10

รูปที่ 2.8 หน้าที่การทำงานของแต่ละหน้าสัมผัส 11

รูปที่ 2.9 การแบ่งสมาร์ทการ์ดตามชนิดของหน่วยความจำ และประเภทของหน้าสัมผัส 13

รูปที่ 2.10 บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในชิพสมาร์ทการ์ดชนิด เมมโมรีการ์ด 14

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างหน่วยความจำของ เมมโมรีการ์ด ชนิด PIN Protect 15

รูปที่ 2.12 บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในชิพสมาร์ทการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์การ์ด 16

รูปที่ 2.13 บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในชิพสมาร์ทการ์ดชนิดคอนแทกต์เลส 17

รูปที่ 2.14 โครงสร้างภายในของสมาร์ทการ์ดชนิด คอนแทกต์เลส แบบ คอมไบน์การ์ด 18

รูปที่ 2.15 โครงสร้างภายในของสมาร์ทการ์ดชนิด คอนแทกต์เลส แบบ ไฮบริดจ์การ์ด 18

รูปที่ 2.16 ตัวอย่างวงจรเชื่อมต่อกับชิพสมาร์ทการ์ดด้วยวงจรลอจิก (C-MOS) 20

รูปที่ 2.17 ตัวอย่างวงจรเชื่อมต่อชิพสมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรี 20

รูปที่ 2.18 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนต่างๆของการ์ดที่มีระบบป้องกันความปลอดภัยข้อมูล 22

รูปที่ 2.19 ตัวอย่างวงจรเชื่อมต่อสมาร์ทการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์ 23

รูปที่ 2.20 รายละเอียดของการสื่อสารแบบซิงโครนัส และ การสื่อสารแบบ อะซิงโครนัส ในสมาร์ทการ์ด 23

รูปที่ 2.21 สัญญาณเริ่มต้น และสิ้นสุดการส่งข้อมูล 24

รูปที่ 2.22 การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลของสมาร์ทการ์ดชนิด Memory ด้วย โปรโตคอล I^2C 25

รูปที่ 2.23 การเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำข้อมูลของสมาร์ทการ์ดชนิด Memory ด้วย โปรโตคอล I^2C 25

รูปที่ 2.24 โครงสร้างภายในของ MCS-51 27

รูปที่ 2.25 แสดงการจัดเรียงขาของ 8051 28

รูปที่ 2.26 โครงสร้างภายในของไอซี 8255 29

รูปที่ 2.27 การจัดเรียงขาของไอซี 8255 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.28 การกำหนดค่าคอนโทรลเวิร์ดเพื่อให้ไอซีทำหน้าที่เป็นพอร์ทได้ตามที่เราต้องการ 32
รูปที่ 2.29 โครงสร้างพื้นฐานของRAM 33
รูปที่ 2.30 วงจรของสวิตช์แบบเมตริกซ์หรือคีย์แพด 36
รูปที่ 2.31 รูปคีย์สวิตช์หรือคีย์แพดแบบ 4 ×4 คีย์ 36
รูปที่ 2.32 วงจรการต่อใช้งานของไอซีสแกนคีย์เบอร์ 74C922 37
รูปที่ 2.33 ตัวอย่างฐานข้อมูล 41
รูปที่ 2.34 องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล 41
รูปที่ 2.35 การทำงานของดาต้าคอนโทรล 44
รูปที่ 2.36 ดาต้าคอนโทรลที่อยู่ในรูปของทูลบอกซ์ 44
รูปที่ 2.37 รูปร่างของดาต้าคอนโทรลเมื่อนำมาวางบนฟอร์ม 45
รูปที่ 2.38 การกำหนดคุณสมบัติคอนเนคชัน 45
รูปที่ 2.39 การกำหนดคุณสมบัติ DatabaseName 46
รูปที่ 2.40 การกำหนดคุณสมบัติ DatabaseName เมื่อคลิกที่ปุ่ม ... เพื่อเลือกไดเร็กทอรี่และไฟล์ที่ต้องการ 46
รูปที่ 2.41 การกำหนดตารางจากฐานข้อมูลในไฟล์ 47
รูปที่ 2.42 การกำหนด RecordSet ชนิด Table 47
รูปที่ 2.43 การกำหนด RecordSet ชนิด Dynaset 48
รูปที่ 2.44 การกำหนด RecordSet ชนิด Snapshot 48
รูปที่ 2.45 การใช้งานคอนโทรล Data Bound ComboBox ซึ่งเป็นทูลบอกซ์ 51
รูปที่ 2.46 เมื่อวางคอนโทรล Data Bound ComboBox ลงบนฟอร์ม 52
รูปที่ 2.47 คอนโทรลดาต้าบาวน์กริด (DBGrid) 52
รูปที่ 2.48 ขั้นตอนแรกของการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกโดยใช้วิชวลเบสิกโดยเลือกที่เมนูบาร์ด้านบนของโปรแกรมวิชวลเบสิก 56
รูปที่ 2.49 การเลือกชื่อ Control ชื่อ Microsoft Comm Control 6 57
รูปที่ 2.50 การลาก Control ชื่อMicrosoft Comm จาก ToolBox มาไว้บน Form 57
รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด 63
รูปที่ 3.2 วงจรเพื่อทดลองการทำงานของพอร์ทเอาท์พุตในไมโครคอนโทรลเลอร์ 64
รูปที่ 3.3 แผนผังที่ออกแบบเพื่อใช้ทดลองการทำงานของพอร์ทเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ 64
รูปที่ 3.4 วงจรทดลองการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 65
รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรม 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.6 การจัดเรียงขาของไอซี8255	66
รูปที่ 3.7 วงจรทดลองการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซี8255	67
รูปที่ 3.8 แผนผังการทำงานของโปรแกรมการส่งข้อมูลโดยผ่านพอร์ทของไอซี8255	68
รูปที่ 3.9 การจัดเรียงขาของไอซีเบอร์UT62256C ซึ่งใช้เป็นหน่วยความจำภายนอก	68
รูปที่ 3.10 วงจรทดลองที่มีการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับหน่วยความจำภายนอก	69
รูปที่ 3.11 วงจรการต่อใช้งานจอแอลซีดี	70
รูปที่ 3.12 แผนผังของโปรแกรมการทำงานของแอลซีดีโมดูล	70
รูปที่ 3.13 การต่อใช้งานคีย์แพด	71
รูปที่ 3.14 วงจรการต่อคีย์แพดแบบเมทริกซ์เข้ากับพอร์ท C ของไอซี8255	72
รูปที่ 3.15 ลักษณะบัตรสมาร์ทการ์ดที่มีชิพไอซีเบอร์ SLE4442 บรรจุอยู่	73
รูปที่ 3.16 ลักษณะซ็อกเกต ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับหน้าสัมผัสของสมาร์ทการ์ด	73
รูปที่ 3.17 วงจรการใช้งานของซ็อกเกตที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับหน้าสัมผัสของบัตร	74
รูปที่ 3.18 แผนผังการทำงานของโปรแกรมกระบวนการอ่านข้อมูลภายในบัตรสมาร์ทการ์ด	74
รูปที่ 3.19 แผนผังการทำงานของโปรแกรมกระบวนการเขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ด	75
รูปที่ 3.20 แผนผังการทำงานของโปรแกรมเพื่อกระบวนการอ่านและเขียนข้อมูล ภายในบัตรสมาร์ทการ์ด	76
รูปที่ 3.21 วงจรรวมของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด	79
รูปที่ 3.22 เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ประกอบส่วนต่างๆเข้าด้วยกันแล้ว	80
รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ ที่จุดจำหน่ายคูปอง (เครื่องแม่)	81
รูปที่ 3.24 แผนผังการทำงานของเครื่องที่ติดอยู่ที่ร้านอาหารที่อยู่ ภายในศูนย์อาหาร (Slaveหรือ เครื่องลูก)	82
รูปที่ 3.25 หน้าต่างที่ทำการติดต่อกับผู้ใช้	86
รูปที่ 3.26 แผนผังการทำงานของปุ่ม “Add Value”	87
รูปที่ 3.27 ผลการทดลองเมื่อคลิ๊กปุ่ม Add Value	88
รูปที่ 3.28 แผนผังการทำงานเมื่อคลิ๊กที่ปุ่ม “Total Cost”	89
รูปที่ 3.29 หน้าต่างที่ออกแบบไว้เมื่อทำการคลิ๊กที่ปุ่ม Total Cost	90
รูปที่ 3.30 แผนผังการทำงานของปุ่ม “Add New Shop”	91
รูปที่ 3.31 หน้าต่างที่ออกแบบไว้เมื่อทำการคลิ๊กที่ปุ่ม Add New Shop	91
รูปที่ 3.32 แผนผังการทำงานของปุ่ม “Reset Card”	92
รูปที่ 3.33 แผนผังการทำงานของปุ่ม “ View Shop in Food Center ”	93
รูปที่ 3.34 หน้าต่างที่แสดงขึ้นมาหลังจากคลิ๊กปุ่ม View Shop in Food Center	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.35 เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่จุดจำหน่ายคูปอง (เครื่องแม่) 94

รูปที่ 3.36 ลักษณะภายในเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่ร้านอาหาร ภายในศูนย์อาหาร(เครื่องลูก) 94

รูปที่ 3.37 ลักษณะภายนอกเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่ร้านอาหาร ภายในศูนย์อาหาร(เครื่องลูก) 95

รูปที่ 4.1 ผลการทดลองเมื่อส่งค่าข้อมูล 11001100 ออกทางพอร์ท 0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 96

รูปที่ 4.2 ผลการทดลองเมื่อส่งค่าข้อมูล 01010101 ออกทางพอร์ท 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 97

รูปที่ 4.3 ผลการทดลองเมื่อส่งค่าข้อมูล 01110111 ออกทางพอร์ท 2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 97

รูปที่ 4.4 หน้าต่าง(Window)โปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอลเมื่อเปิดขึ้นมาใช้งานครั้งแรก 98

รูปที่ 4.5 หน้าต่าง(Window) การกำหนดโหมดการทำงานให้ไฮเปอร์เทอร์มินอล 99

รูปที่ 4.6 ผลการทดลองการสื่อสารข้อมูลผ่านทางพอร์ทสื่อสารอนุกรมRS232 99

รูปที่ 4.7 ผลการทดลองการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซี 8255 ซึ่งกำหนดให้พอร์ท A เป็นพอร์ทที่ใช้ในการส่งข้อมูล 100

รูปที่ 4.8 ผลการทดลองการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซี 8255 ซึ่งกำหนดให้พอร์ท B เป็นพอร์ทที่ใช้ในการส่งข้อมูล 101

รูปที่ 4.9 ผลการทดลองการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซี 8255 ซึ่งกำหนดให้พอร์ท C เป็นพอร์ทที่ใช้ในการส่ง ข้อมูล 101

รูปที่ 4.10 ผลการทดลองการการเชื่อมต่อการทำงานกับหน่วยความจำภายนอก โดยใช้ไอซีเบอร์ 62256 ซึ่งใช้แอลอีดีในการแสดงผลแทนข้อมูลที่อยู่ ในตำแหน่งแอดเดรสที่ 0000H 102

รูปที่ 4.11 ผลการทดลองการการเชื่อมต่อการทำงานกับหน่วยความจำภายนอก โดยใช้ไอซีเบอร์ 62256 ซึ่งใช้แอลอีดีในการแสดงผลแทนข้อมูลที่อยู่ ในตำแหน่งแอดเดรสที่ 0100H 103

รูปที่ 4.12 ผลการทดลองการทำงานของจอแอลซีดีโมดูล ที่ต่อใช้งาน ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 103

รูปที่ 4.13 ผลการทดลองการทำงานของคีย์แพด ที่ต่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 104

รูปที่ 4.14 สัญญาณรหัสแอสกี้ที่เป็นอักษร “A” 105

รูปที่ 4.15 สัญญาณรหัสแอสกี้ที่เป็นอักษร “K” 105

รูปที่ 4.16 ผลการทดลองของหน้าจอแรกของโปรแกรม เพื่อเตรียมรอรับบัตรสมาร์ทการ์ด 106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.17 ผลการทดลองที่เกิดความผิดพลาดขึ้นเมื่อบัตรสมาร์ทการ์ด ที่ใส่เข้าไปไม่ใช่เบอร์ SLE4442 107
รูปที่ 4.18 ผลการทดลองโปรแกรมเมื่อมีการใส่บัตรสมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442 เข้ามา 107
รูปที่ 4.19 ผลการทดลองเมื่อเลือกรายการที่ 1 เพื่อที่จะเขียนข้อมูลลงบนบัตร 108
รูปที่ 4.20 ผลการทดลองเมื่อพิมพ์ข้อความที่ต้องการเสร็จแล้ว 108
รูปที่ 4.21 ผลการทดลองเมื่อตอบตกลงหลังจากพิมพ์ข้อความที่ต้องการเสร็จเรียบร้อยแล้ว 109
รูปที่ 4.22 ผลการทดลองก่อนการเริ่มกระบวนการอ่านข้อมูลภายในบัตร 110
รูปที่ 4.23 ผลการทดลองเมื่อมีการเลือกให้เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด ทำงานในกระบวนการอ่าน ข้อมูลภายในบัตร 110
รูปที่ 4.24 ผลการทดลองในกระบวนการสิ้นสุดการทำงานของ เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด 111
รูปที่ 4.25 หน้าต่างที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ 112
รูปที่ 4.26 ผลการทดลองเมื่อคลิ๊กที่ปุ่ม "Add Value" เพื่อเพิ่มมูลค่าเงินลงบนบัตร เท่ากับ 250 บาท 112
รูปที่ 4.27 ผลการทดลองเมื่อใส่มูลค่าที่ต้องการเสร็จเรียบร้อยแล้ว 113
รูปที่ 4.28 ผลการทดลองในการตรวจสอบการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลเมื่อมีการซื้อคูปอง 114
รูปที่ 4.29 ผลการทดลองการตรวจสอบมูลค่าที่เหลือบนบัตร ซึ่งเท่ากับ 150 บาท 115
รูปที่ 4.30 ผลการทดลองเมื่อทำการคลิ๊กที่ปุ่ม "Reset Card" แล้ว 115
รูปที่ 4.31 ผลการทดลองการทำงานเมื่อทำการคลิ๊กที่ปุ่ม "TotalCost" 116
รูปที่ 4.32 ผลการทดลองเมื่อต้องการดูข้อมูลการซื้อขายในวันที่ต้องการ (วันที่ 29/03/2004) 117
รูปที่ 4.33 ผลการทดลองเปรียบเทียบมูลค่าการซื้อขาย ณ จุดจำหน่ายคูปอง กับที่ร้านขายอาหาร 118
รูปที่ 4.34 หน้าต่างผลการทดลองเมื่อคลิ๊กที่ปุ่ม"Add New Shop" 118
รูปที่ 4.35 หน้าต่างผลการทดลองเมื่อทำการเพิ่มรหัสร้าน คือ 12 โดยมี ชื่อร้านคือ "อาหารชั้นหนึ่ง" 119
รูปที่ 4.36 หน้าต่างผลการทดลองเมื่อคลิ๊กที่ปุ่ม "View Shop in Food Center" 120
รูปที่ 4.37 ผลการทดลองเมื่อนำบัตรเสียบเข้าไปในเครื่องที่ร้านขายอาหารจะแสดงค่าที่มีอยู่เดิมบน บัตร 121
รูปที่ 4.38 ผลการทดลองเมื่อป้อนมูลค่าของอาหารผ่านทางคีย์แพด 121
รูปที่ 4.39 ผลการทดลองที่แสดงมูลค่าที่เหลืออยู่หลังหักมูลค่าของอาหารตามที่ลูกค้าซื้อ 122
รูปที่ 4.40 การเพิ่มมูลค่าลงในบัตรเบอร์ 1 มูลค่า 250 บาท 123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.41 การเพิ่มมูลค่าลงในบัตรเบอร์ 4 มูลค่า 100 บาท 123

รูปที่ 4.42 ผลการทดลองการตรวจสอบมูลค่าในบัตรเบอร์ 1 124

รูปที่ 4.43 ผลการทดลองการตรวจสอบมูลค่าในบัตรเบอร์ 4 124

รูปที่ 4.44 ผลการทดลองบัตรเบอร์ 1 เมื่อทำการซื้ออาหารตามร้านที่ 1,2 และ 3 125

รูปที่ 4.45 ผลการทดลองบัตรเบอร์ 4 เมื่อทำการซื้ออาหารตามร้านที่ 1,2 และ 3 126

รูปที่ 4.46 มูลค่าคงเหลือในบัตรเบอร์ 1 เท่ากับ 126

รูปที่ 4.47 มูลค่าคงเหลือในบัตรเบอร์ 4 เท่ากับ 0 บาท 127

รูปที่ 4.48 ผลการทดลองเมื่อนำบัตรมาคืน ณ จุดจำหน่ายคูปองและแสดงมูลค่าที่เหลืออยู่ในบัตรเบอร์ 1 ให้ลูกค้าทราบ 128

รูปที่ 4.49 ผลการทดลองเมื่อนำบัตรมาคืน ณ จุดจำหน่ายคูปองและแสดงมูลค่าที่เหลืออยู่ในบัตรเบอร์ 4 ให้ลูกค้าทราบ 129

รูปที่ 4.50 ผลการทดลองการเก็บข้อมูลการซื้อขายในตารางฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ 130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารกับสมาร์ทการ์ด 7

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณลักษณะทางไฟฟ้าของ VPP ภายใต้การทำงานปกติ 8

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสัญญาณที่ขา CLK ภายใต้การทำงานปกติ 9

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสัญญาณที่ขา RST ภายใต้การทำงานปกติ 9

ตารางที่ 2.5 แสดงระดับแรงดันไฟเลี้ยงและกระแสที่ป้อนให้กับสมาร์ทการ์ดภายใต้การทำงานปกติ 9

ตารางที่ 2.6 ตารางของไมโครคอนโทลเลอร์แบบชิพเดี่ยวในตระกูล 51 26

ตารางที่ 2.7 แสดงพินเนม(PIN NAMES) ของไอซี8255 30

ตารางที่ 2.8 สรุปโหมดการทำงานของ8255 31

ตารางที่ 2.9 แสดงขาสัญญาณของแอลซีดีโมดูล(LCD Module) 35

ตารางที่ 2.10 ค่าจากพอร์ท C เมื่อมีการกดสวิตช์เกิดขึ้น 35

ตารางที่ 2.11 ตัวอย่างตารางที่มี 4 เรคคอร์ด, 4 ฟิลด์ 42

ตารางที่ 3.1 การกำหนดแอดเดรสของไอซีเบอร์8255เพื่อใช้ในการขยายพอร์ท 67

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงแอดเดรสและหน้าที่การทำงานในแต่ละแอดเดรสในแอลซีดีโมดูล 69

ตารางที่ 3.3 แอดเดรสที่ใช้ในการออกแบบ เพื่อรวมการทำงานในส่วนต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ 78

ตารางที่ 3.4 ตาราง Card Record 83

ตารางที่ 3.5 ตาราง Shop Total 84

ตารางที่ 3.6 ตาราง TransactionShop 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการใช้บัตรเพื่อใช้ในการเก็บรักษาข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูลนั้นมีการพัฒนาไปเป็นอันมากโดยเฉพาะระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูลที่ถูกเก็บ โดยมีความสามารถที่สูงขึ้นกว่าเมื่อก่อนมาก เมื่อนำมาประยุกต์ใช้งานจะทำให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกสบายและให้ความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ (เช่นการซื้อของโดยใช้บัตรแทนการใช้ตัวเงินสดในระบบออนไลน์) นอกจากนั้นแล้วยังช่วยประหยัดทรัพยากรธรรมชาติ (ลดการใช้กระดาษในการเก็บข้อมูลโดยจะเป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบดิจิตอลแทน) และทรัพยากรมนุษย์ (การทำงานกระบวนการต่างๆใช้การทำงานผ่านเครื่องจักรอัตโนมัติแทน) ซึ่งเทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้าในการเก็บข้อมูลนั้นจะอยู่ในรูปวงจรรวม (Integrated Circuit:IC) อันที่จะนำไปใช้งานได้อย่างสะดวก โดยสามารถบรรจุลงบนบัตรพลาสติกที่มีขนาดเท่ากับบัตรเครดิตหรือบัตรประจำตัวทั่วไป ซึ่งเราเรียกกันว่า บัตรสมาร์ทการ์ด (Smart Card)

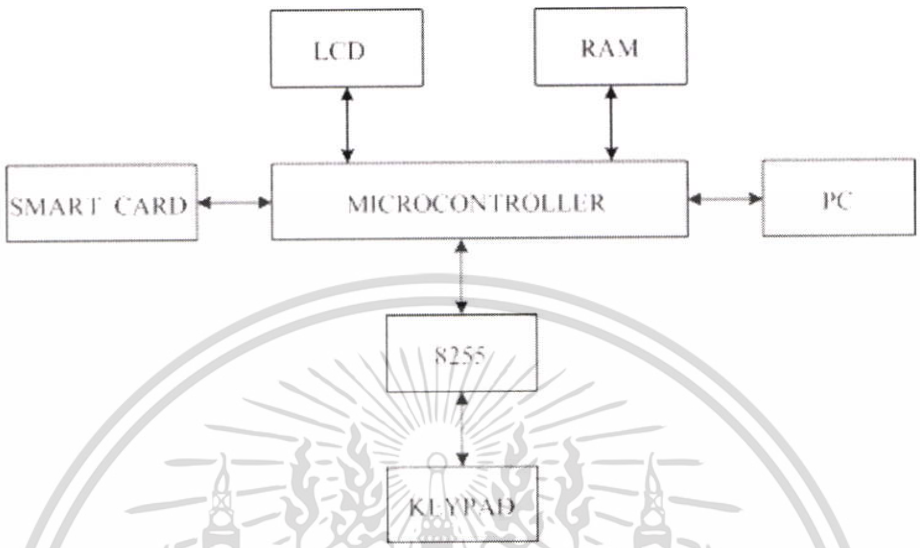
สมาร์ทการ์ด คือ บัตรพลาสติกที่มีชิพไอซี (IC:Integrated circuit) ติดหรือฝังอยู่ในตัวบัตรพลาสติกตามมาตรฐาน ISO (International Standard Organization) เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลและประมวลผลภายในตัวเองโดยวิธีการเข้ารหัสตามมาตรฐาน DES Algorithm (Data Encryption Standard) ทำให้ระบบมีความปลอดภัยสูงขึ้น ด้วยคุณสมบัติประการหนึ่งที่ทำให้สมาร์ทการ์ดแตกต่างจากบัตรพลาสติกทั่วไปก็คือ ขณะทำรายการ (Transaction) สมาร์ทการ์ดสามารถทำงานได้ด้วยตัวของมันเองโดยไม่ต้องอาศัยติดต่อสื่อสารกับระบบหลัก (Font End) นั้นก็คือ สมาร์ทการ์ดไม่จำเป็นต้องมีการติดต่อสื่อสารกับศูนย์กลางข้อมูลเหมือน กับบัตรแถบแม่เหล็ก (Off-line) ทำให้ประหยัดในเรื่องระบบสื่อสารไปได้มาก

ในการประมวลผล และจัดเก็บข้อมูล สมาร์ทการ์ดสามารถทำได้อย่างรวดเร็วกว่าสื่อสำหรับจัดเก็บข้อมูลชนิดอื่นๆ ด้วยขนาดที่เท่ากับบัตรแถบแม่เหล็กทำให้สะดวกในการจัดเก็บและพกพา นอกจากนี้สมาร์ทการ์ดยังมีคุณสมบัติด้านความทนทานไม่ว่าจะเป็นรังสีชนิดต่างๆ สนามแม่เหล็ก ไฟฟ้าสถิต ความชื้น ความร้อน การาบิดงอ ฯลฯ ก็ไม่สามารถทำให้สมาร์ทการ์ดเสียหายได้โดยง่าย ในต่างประเทศก็ได้มีการใช้งานสมาร์ทการ์ดกันอย่างแพร่หลาย จนเป็นไปได้ว่าสมาร์ทการ์ดกำลังเป็นบัตรชนิดใหม่ที่จะเข้ามาแทนที่บัตรแถบแม่เหล็กที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน

จากคุณสมบัติของบัตรสมาร์ทการ์ดและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของกระบวนการทำงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่จะถูกเก็บหรือใช้งานผ่านตัวบัตรสมาร์ทการ์ดนั้น มีราคาที่ยังค่อนข้างสูง ทางผู้จัดทำได้ จึงได้ทำการประดิษฐ์เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดนี้ขึ้น โดยสามารถนำไปใช้งานในลักษณะต่างๆตามที่ต้องการ ภายใต้งบประมาณการทำที่ค่อนต่ำ เป็นการลดต้นทุนของการนำไปประยุกต์ใช้งานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของสมาร์ทการ์ดและกระบวนการทำงานเพื่อให้เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดสามารถอ่านและเขียนบัตรสมาร์ทการ์ดได้นั้นได้นั้นสามารถเขียนเป็นโครงสร้างการทำงานของเครื่องทั้งหมดได้ ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 โครงสร้างการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด

จากรูปที่ 1.1 เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดจะมีการควบคุมการทำงานโดยการทำงานไปยังส่วนต่างๆ

ดังนั้นในรายงานเล่มนี้ได้รวบรวมและอธิบายถึงโครงสร้างและการทำงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีของบัตรสมาร์ทการ์ด รวมทั้งการออกแบบกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับตัวบัตรและข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปพัฒนาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำโครงงาน

1.เพื่อศึกษาถึงโครงสร้างและการทำงานของบัตรสมาร์ทการ์ด อันจะเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญในอนาคต

2.ศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานและสามารถเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ

3.เป็นการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ที่เป็นเทคโนโลยีใหม่ๆ ภายใต้งบประมาณที่ค่อนข้างต่ำ

4.กระตุ้นให้เกิดความสนใจในความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสมาร์ทการ์ด เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยีสมาร์ทการ์ดในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 พื้นฐานของสมาร์ทการ์ด

สมาร์ทการ์ด(Smart Card) มีพื้นฐานมาจากระบบไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งมีแนวคิดเริ่มแรกจากการนำชิพหน่วยความจำ (EEPROM) มาฝังลงในบัตรพลาสติกที่มีขนาดเท่ากับบัตรเครดิตหรือบัตรเอทีเอ็ม ที่มีหน่วยเก็บข้อมูลและหน่วยประมวลผลที่เรียกว่า ไมโครชิพ(microchip) หรือชิพ (chip) ติดอยู่บนบัตร ทำงานโดยมีหน้าสัมผัสเป็นขาเชื่อมต่อกับระบบภายนอก ในการเชื่อมต่อต้องมีการป้อนกระแสไฟฟ้าให้ชิพหน่วยความจำจึงจะสามารถทำงานได้ การสั่งงานเพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูลจากชิพหน่วยความจำนั้นทำได้โดยการเชื่อมต่อสัญญาณผ่านหน้าสัมผัสที่กำหนดไว้แล้ว

ในการเชื่อมต่อขาสัญญาณของชิพหน่วยความจำแบบธรรมดาอาจจะไม่เหมาะสมนักสำหรับบัตรพลาสติกขนาดเล็กเนื่องจากจำนวนขาสัญญาณของหน่วยความจำ(Bus)มีจำนวนไม่น้อย ยิ่งหน่วยความจำที่มีความจุสูงๆยิ่งต้องใช้สัญญาณอ้างอิงตำแหน่งของข้อมูล(AddressBus)มากขึ้นจึงมีการนำเอาระบบสื่อสารแบบซิงเกิลบัส (Single Bus) มาใช้ในการรับส่งข้อมูล ซึ่งมีด้วยกันหลายรูปแบบ ในการนำเอาระบบสื่อสารแบบอนุกรมมาใช้ จำเป็นต้องมีการป้อนสัญญาณนาฬิกาเพื่อกำกับจังหวะการรับ-ส่งข้อมูลแต่ละบิต ทำให้ต้องมีหน้าสัมผัสสำหรับสัญญาณนาฬิกาบนชิพสมาร์ทการ์ดเพิ่มขึ้นมา แต่ก็ทำให้ขาเชื่อมต่อลดลง ด้วยเหตุนี้สมาร์ทการ์ดชนิดหน่วยความจำจึงเป็นสมาร์ทการ์ดชนิดแรกที่ถูกสร้างขึ้น

การนำเอาหน่วยความจำมาใส่ในบัตรพลาสติก ทำให้เกิดข้อดีเหนือบัตรแถบแม่เหล็กด้วยความจุข้อมูลที่มากกว่า ไม่มีผลต่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและรอยขีดข่วน แต่ข้อเสียประการหนึ่งของการใช้หน่วยความจำเพียงอย่างเดียวคือ สามารถทำการอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระเช่นเดียวกับบัตรแถบแม่เหล็ก จึงถือได้ว่าความปลอดภัยของข้อมูลเกือบเป็นศูนย์ นั้นคือข้อมูลภายในสมาร์ทการ์ดชนิดนี้ไม่เป็นความลับ ด้วยเหตุนี้จึงมีการเพิ่มวงจรสำหรับป้องกันลงไปอีก เพื่อให้ผู้ออกบัตรสามารถกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลแต่ละไบต์ด้วยวงจรฟิวส์แมทริกธรรมดาๆ ที่เมื่อกำหนดเงื่อนไขไปแล้วไม่สามารถแก้ไขได้อีกต่อมา เมื่อเทคโนโลยีด้านเซมิคอนดักเตอร์สูงขึ้น จึงมีการออกแบบวงจรที่สามารถกำหนดเป็นกุญแจรหัสทุกครั้งที่บัตรเริ่มทำงาน เพื่อป้องกันการเจาะระบบอีกชั้นหนึ่ง อีกทั้งกุญแจรหัสก็ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้อีกด้วย

ต่อมามีการนำเอาไมโครโปรเซสเซอร์มาใส่ลงในสมาร์ทการ์ด ทำให้เกิดเป็นสมาร์ทการ์ดชนิดใหม่ที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น การเข้าถึงข้อมูลไม่สามารถทำได้โดยตรงเหมือนอย่างสมาร์ทการ์ดชนิดหน่วยความจำ การใช้งานสมาร์ทการ์ดชนิดนี้ต้องเขียนขึ้นเป็นชุดคำสั่ง และส่งให้กับชิพไมโครโปรเซสเซอร์ทำงานแทน การที่ใส่ชิพไมโครโปรเซสเซอร์ลงไปในสมาร์ทการ์ด ทำให้ต้องมีการเพิ่มส่วนของหน่วยความ จำโปรแกรม (OS – Operating System) สำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถทำการประมวลผลคำสั่งต่างๆ และสามารถโปรแกรมการเข้าถึงข้อมูลทำให้ช่องโหว่ที่สำคัญของสมาร์ทการ์ดได้รับการแก้ไขจนเกือบสมบูรณ์แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ส่วนประกอบและโครงสร้างของสมาร์ทการ์ด

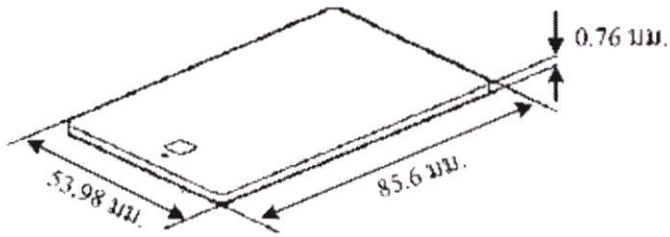
สมาร์ทการ์ดประกอบด้วยบัตรพลาสติก กาวหรือวัสดุที่ใช้เชื่อมต่อ และหน้าสัมผัสที่บรรจุชิพสมาร์ทการ์ดเรียบร้อยแล้ว ซึ่งส่วนประกอบต่างๆกำหนดขึ้นโดยองค์การมาตรฐานสากล ISO (International Standard Organization) โดยมีมาตรฐานตาม ISO7816 ซึ่งเนื้อหาหลักของมาตรฐานนี้ คือ ISO7816-1, ISO7816-2, ISO7816-3 มีข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวกับบัตรสมาร์ทการ์ดได้แก่ ลักษณะทางกายภาพของสมาร์ทการ์ด ขนาดสัดส่วน (กว้าง× ยาว×หนา) และตำแหน่งหน้าสัมผัสบนสมาร์ทการ์ด รวมทั้งคุณสมบัติทางไฟฟ้าของสัญญาณต่างๆ และรูปแบบของโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสาร ซึ่งบัตรจะมีส่วนประกอบต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของสมาร์ทการ์ด

2.2.1 ตัวบัตรพลาสติก

สมาร์ทการ์ดเป็นชิพไอซีที่มีขนาดเล็กที่ถูกสร้างขึ้นเช่นเดียวกับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ นำมาติดลงบนหน้าสัมผัส และทำการฝังลงในเนื้อบัตรพลาสติก ซึ่งพลาสติกที่นิยมนำมาทำเป็นตัวบัตรจะใช้พลาสติก 4 ชนิด ได้แก่ พีวีซี (PVC :Polyvinyl Choloride), เอบีเอส (ABS : Acrylonitrile Butadiene styrene), พีซี(PC : Polycarbonate) และพีอีที (PET :Polyethylene Terephthalate) ในประเทศไทยจะใช้บัตรพลาสติกชนิดพีวีซีมากเป็นอันดับหนึ่ง ส่วนอันดับสองเป็นบัตรพลาสติกชนิด เอบีเอส ซึ่งบัตรพลาสติกชนิดพีวีซี มักนำมาใช้เป็นบัตรเอทีเอ็ม(ATM), บัตรเครดิต–เดบิต, บัตรประจำตัวประชาชน ฯลฯ ส่วนบัตรพลาสติกชนิดเอบีเอส ไม่ค่อยพบว่าใช้งานกันมากนักเนื่องจากราคาสูงกว่าและลายที่พิมพ์ลงบนบัตรไม่สวยงามคงทนเท่าบัตรพลาสติกชนิดพีวีซี

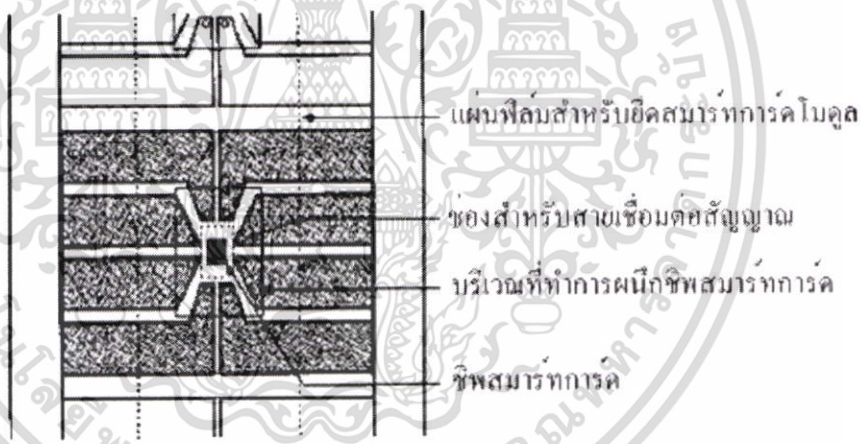
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ขนาดความกว้าง × ยาว × หนา ของบัตรสมาร์ทการ์ด

2.2.2 หน้าสัมผัสและชิพสมาร์ทการ์ด (Smart card Module)

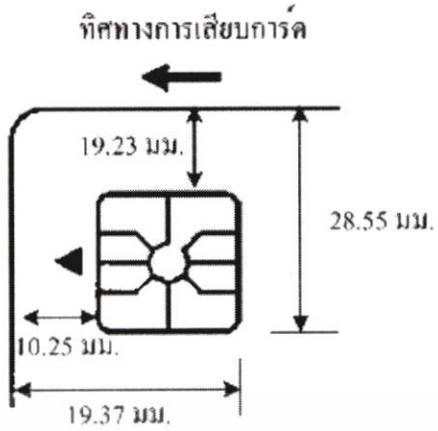
สมาร์ทการ์ดโมดูลหรือหน้าสัมผัสและชิพสมาร์ทการ์ด คือ ส่วนที่แสดงความเป็นตัวตนของสมาร์ทการ์ดที่ชัดเจนที่สุด สมาร์ทการ์ดบางชนิดเมื่อหยิบขึ้นมาเราอาจไม่ทราบได้เลยว่ามันคือสมาร์ทการ์ดที่มีการฝังชิพไว้ในเนื้อบัตร ดังนั้นการที่จะระบุว่าบัตรใบใดเป็นบัตรสมาร์ทการ์ดนั้น ต้องดูที่หลักการทำงานและลูกเล่นของบัตรเป็นหลัก



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของสมาร์ทการ์ดโมดูลในสายการผลิตสมาร์ทการ์ด

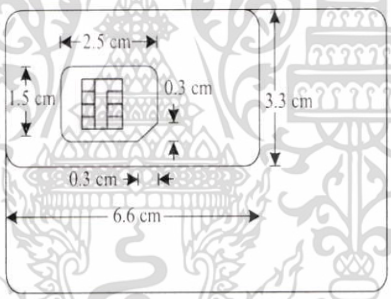
สมาร์ทการ์ดแต่ละใบจะมีการกำหนดขนาดของหน้าสัมผัสและทิศทางการเสียบบัตรไว้โดยกำหนดตามมาตรฐาน ISO7816 ซึ่งมีขนาดและทิศทางดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



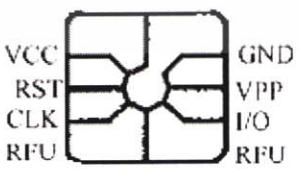
รูปที่ 2.4 ขนาดของหน้าสัมผัสและทิศทางการเสียบบัตรสมาร์ทการ์ดตามมาตรฐาน ISO7816

ตำแหน่งหน้าสัมผัสที่วางอยู่บนบัตรสมาร์ทการ์ด จะมีข้อกำหนดตามมาตรฐาน ISO7816 โดยผู้ผลิตทุกรายนั้นจะมีการใช้มาตรฐานนี้ในการผลิตบัตรที่มีขนาดและตำแหน่งเดียวกันทุกบริษัท โดยขนาดและตำแหน่งแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่2.5 ตำแหน่งหน้าสัมผัสที่ผิวหน้าของสมาร์ทการ์ด ตามมาตรฐาน ISO7816

2.2.3 ตำแหน่งขาสำหรับการอินเตอร์เฟสกับสมาร์ทการ์ด



รูปที่ 2.6 ตำแหน่งขาสำหรับการอินเตอร์เฟสกับสมาร์ทการ์ด

จากรูปที่ 2.6 เป็นตำแหน่งของขาสัมผัสทั้ง 8 ขา ซึ่งเป็นจุดที่เครื่องอ่านใช้อินเตอร์เฟสกับวงจรภายในการ์ด เนื่องจากขาที่ใช้งานเป็นหลักจะมีอยู่เพียง 6 ขาโดยที่ขา อาร์เอฟยู (RFU : Reserved for

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของผู้เขียน ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

future use) มักไม่ถูกใช้งาน (อาจมีการใช้งานบ้างกับการ์ดของบางผู้ผลิตเท่านั้น) ขาสัมผัสที่จะถูกกล่าวถึงนี้จึงจะขอกล่าวเพียง 6 ขาที่สำคัญเท่านั้น ในส่วนของคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสัญญาณที่ขาต่างๆ (ซึ่งก็คือช่วงค่าทางไฟฟ้าของแต่ละสัญญาณที่มาตรฐาน ISO7816 กำหนดไว้นั่นเอง) สามารถเขียนได้ตามตารางที่ 2.1

สัญลักษณ์	สภาวะเงื่อนไข	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	หน่วย
V_{ih} (1)	I_{ih} (max) = ± 500 μA	2.0	V_{cc}	V
	I_{ih} (max) = ± 50 μA	0.7 × V_{cc}	V_{cc} (3)	V
V_{il}	I_{il} (max) = 1 mA	0	0.8	V
V_{oh} (2)	I_{ol} (max) = ± 100 μA	2.4	V_{cc}	V
	I_{ol} (max) = ± 20 μA	3.8	V_{cc}	V
V_{ol}	I_{ol} (max) = 1 mA	0	0.4	V
t_r,t_f	C_{in} = 30 pF ; C_{out} = 30 pF	-	1	μS

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารกับสมาร์ทการ์ด

หมายเหตุ : (1) สำหรับเครื่องอ่านการ์ดบนสภาวะเงื่อนไขที่ต่างกัน 3 กรณี

(2) ในที่นี้กำหนดให้มีการต่อตัวต้านทานพูลอัพ 20 กิโลโอห์ม อยู่ด้วย

(3) ระดับแรงดันของสัญญาณที่ขาไอ/โอ(I/O) ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.3 โวลต์ถึง V_{cc} +0.3 โวลต์

โดยที่

V_{ih} : แรงดันอินพุตค่าสูง

V_{il} : แรงดันอินพุตค่าต่ำ

V_{cc} : ระดับแรงดันไฟเลี้ยงที่ใช้งาน

V_{pp} : ระดับแรงดันที่ใช้โปรแกรมสมาร์ทการ์ดที่ภายในเป็น PROM

V_{oh} : แรงดันเอาต์พุตค่าสูง

V_{ol} : แรงดันเอาต์พุตค่าต่ำ

t_r : ช่วงระยะเวลาขาขึ้น (คิดช่วง 10% ถึง 90% ของแอมปลิจูด)

t_f : ช่วงระยะเวลาขาลง (คิดช่วง 10% ถึง 90% ของแอมปลิจูด)

I_{ih} : กระแสไฟฟ้าอินพุตค่าสูง

I_{il} : กระแสไฟฟ้าอินพุตค่าต่ำ

I_{cc} : ระดับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟ

I_{pp} : กระแสที่ใช้โปรแกรมสมาร์ทการ์ดที่ภายในเป็น PROM

I_{oh} : กระแสไฟฟ้าที่เอาต์พุตค่าสูง

I_{ol} : กระแสไฟฟ้าที่เอาต์พุตค่าต่ำ

C_{in} : ค่าความจุไฟฟ้าที่อินพุต

C_{out} : ค่าความจุไฟฟ้าที่เอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.6 แต่ละขาในรูปจะมีหน้าที่ต่างๆดังนี้ คือ

1. *ขา ไอ/โอ*

ทำงานเป็นอินพุตหรือเอาท์พุตเพื่อรับหรือส่งข้อมูลอนุกรม (Serial data) ด้วยรูปแบบแบบฮาล์ฟดูเพลกซ์ (Half duplex) โดยการผลัดกันส่งข้อมูลบนสายนำสัญญาณเดียว โดยที่ขาไอ/โอนี้จะมีสถานะเป็นได้อยู่ 2 สถานะด้วยกัน คือ สถานะลอจิกสูง (High) เมื่อการ์ดรับหรือส่งบิตข้อมูลที่เป็นลอจิก "1" และสถานะลอจิกต่ำ (Low) เมื่อการ์ดรับหรือส่งข้อมูลที่เป็นบิตลอจิก "0"

2. *ขา* V_{pp}

ใช้ป้อนแรงดันค่าสูงเพื่อเขียนหรือลบข้อมูลในหน่วยความจำ Non-volatile ขานี้จะมีสถานะเป็นไปได้ 2 สถานะด้วยกัน คือ สถานะว่าง (Idle state) และสถานการณ์ทำงาน (Active state) โดยคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสัญญาณที่ขา V_{pp} ควรจะมีค่าเป็นดังตารางที่ 2.2 จะเห็นได้ว่า เมื่อต้องการจะเขียนหรือลบข้อมูลในหน่วยความจำ จะต้องใช้ระดับแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่สูงขึ้นกว่าปกติ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วค่าที่ใช้จะมากหรือน้อยเพียงใดก็ขึ้นกับว่าผู้ผลิตการ์ดชนิดนั้นกำหนดค่าไว้เป็นเท่าไหร่ด้วย

สัญลักษณ์	สภาวะเงื่อนไข	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	หน่วย
V_{pp}	สถานะว่าง	$0.95\times V_{cc}$	$1.05\times V_{cc}$	V
I_{pp}	(ยังไม่ทำการโปรแกรมการ์ด)	-	20	mA
V_{pp}	สถานะทำงาน	$0.975\times V_{cc}$	$1.025\times P$	V
I_{pp}	(เริ่มการโปรแกรมการ์ด)	-	$I_{}$	mA

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณลักษณะทางไฟฟ้าของ V_{pp} ภายใต้การทำงานปกติ

หมายเหตุ : ในที่นี้กำหนดให้ค่า P และ I ในการอินเตอร์เฟสการ์ด มีค่าเท่ากับ 5 และ 50 ตามลำดับ

3. ขาคล็อค (CLK)

ใช้รับสัญญาณที่ส่งมาจากเครื่องอ่าน เพื่อใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับระบบ CPU/MPU Card หรือเพื่อเป็นสัญญาณนาฬิกาอ้างอิงในการเข้าถึงข้อมูลสำหรับการอินเตอร์เฟสกับเมมโมรีการ์ด(หมายถึงการที่ขา *CLK* จะถูกใช้เป็นสัญญาณอ้างอิงในการอ่านหรือเขียนข้อมูลแต่ละบิตให้ขาไอ/โอ โดยเครื่องอ่านจะต้องสร้างสัญญาณนาฬิกาขึ้น 1 ลูก เมื่อต้องการรับหรือส่งข้อมูล 1 บิต) คุณลักษณะทางไฟฟ้าของขา *CLK* ควรจะเป็นตามตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์	สภาวะเงื่อนไข	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	หน่วย
V_{ih} (1)	$I_{ih}(max) = \pm\ 200\ \mu A$	2.4	V_{cc} (2)	V
	$I_{ih}(max) = \pm\ 20\ \mu A$	$0.7 \times V_{cc}$	V_{cc} (2)	V
	$I_{ih}(max) = \pm\ 10\ \mu A$	$V_{cc} - 0.7$	V_{cc} (2)	V
V_{il}	$I_{il}(max) = \pm\ 200\ \mu A$	0 (2)	0.5	V
t_r , t_f	$C_{in} = 30\ pF$	-	9% ของคาบเวลา (แต่ไม่เกิน 5 μ S)	V

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสัญญาณที่ขา *CLK* ภายใต้การทำงานปกติ

หมายเหตุ : (1) สำหรับเครื่องอ่านการ์ดบนสภาวะเงื่อนไขที่ต่างกัน 3 กรณี

(2) ระดับแรงดันของสัญญาณที่ขา *CLK* ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.3 โวลต์ ถึง V_{cc}+0.3 โวลต์

4. *ขา RST*

ใช้ในการรีเซทสมาร์ทการ์ดให้เริ่มต้นทำงานใหม่ คุณลักษณะทางไฟฟ้าของสัญญาณที่ขา *RST* ควรจะเป็นไปตาม ตารางที่ 2.4

สัญลักษณ์	สภาวะเงื่อนไข	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	หน่วย
V_{ih} (1)	$I_{ih}(max) = \pm\ 200\ \mu A$	4	V_{cc} (2)	V
	$I_{ih}(max) = \pm\ 10\ \mu A$	$V_{cc} - 0.7$	V_{cc} (2)	V
V_{il}	$I_{il}(max) = \pm\ 200\ \mu A$	0 (2)	0.6	V

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสัญญาณที่ขา *RST* ภายใต้การทำงานปกติ

หมายเหตุ : (1) สำหรับเครื่องอ่านการ์ดบนสภาวะเงื่อนไขที่ต่างกัน 2 กรณี

(2) ระดับแรงดันของสัญญาณที่ขา *CLK* ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.3 โวลต์ ถึง V_{cc}+0.3 โวลต์

5. *ขา V_{cc} และ ขา GND*

ใช้รับไฟเลี้ยงและกราวด์ที่ป้อนมาจากเครื่องอ่าน โดยระดับแรงดันไฟเลี้ยงและกระแสก็ควรจะมีค่าเป็นตามตาราง ที่ 2.5 ด้วย

สัญลักษณ์	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	หน่วย
V_{cc}	4.75	5.25	V
I_{cc}	-	200	mA

ตารางที่ 2.5 แสดงระดับแรงดันไฟเลี้ยงและกระแสที่ป้อนให้กับสมาร์ทการ์ดภายใต้การทำงานปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

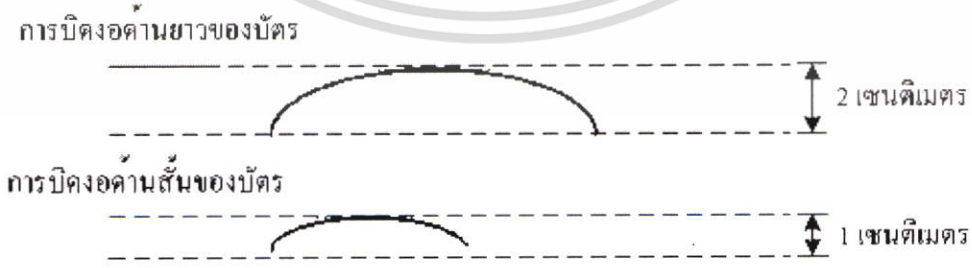
มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับสมาร์ทการ์ดมีด้วยกันหลายมาตรฐาน มาตรฐานหลายๆ ตัว มีเนื้อหาที่ซ้ำซ้อนกันเป็นผลให้สมาร์ทการ์ดเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยุ่งยาก ถึงกระนั้นการพัฒนาระบบเพื่อใช้งานร่วมกับสมาร์ทการ์ดก็ยังยึดถือตามมาตรฐานเหล่านั้น มาตรฐานที่นำมาใช้กับสมาร์ทการ์ดนี้จะมีทั้งมาตรฐานที่มีอยู่แต่เดิมก่อนที่จะมีสมาร์ทการ์ด และมาตรฐานที่กำหนดขึ้นสำหรับสมาร์ทการ์ดโดยเฉพาะซึ่งอ้างอิงจากมาตรฐานบัตรพลาสติกและบัตรแถบแม่เหล็กที่มีอยู่แล้ว

2.3.1 มาตรฐาน ISO7816

เพื่อให้เกิดความเข้ากันได้ของสมาร์ทการ์ด จึงมีการกำหนดมาตรฐานของสมาร์ทการ์ดใน ชื่อของ ISO7816 เป็นการกำหนดในเรื่องของคุณลักษณะของบัตรพลาสติกที่จะนำมาทำเป็นสมาร์ทการ์ด โดยมาตรฐาน ISO7816 มีหัวข้อย่อยโดยแบ่งเป็น ISO7816-1 , ISO7816-2 , ISO7816-3 เป็นต้น

2.3.1.1 ISO7816-1 : มาตรฐานที่กำหนดด้วยเรื่องของคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของสมาร์ทการ์ด ประกอบด้วย

1. ความทนทานต่อแสงและรังสีชนิดต่างๆ
2. ขนาดความหนาของชิพสมาร์ทการ์ด
3. ความทนทานต่อแรงกดดันของหน้าสัมผัส (ทนทานต่อแรงกด 1.5 นิวตันได้โดยไม่เสียหาย)
4. ค่าความต้านทานของหน้าสัมผัส (ไม่เกิน 0.5 โอห์ม ที่กระแส 0.5 ไมโครแอมป์ ถึง 300 มิลลิแอมป์)
5. ความทนทานต่อสนามแม่เหล็ก
6. ความทนทานต่อไฟฟ้าสถิต (1500 โวลต์ ประจุ 100 พิโกฟารัด ที่ 1500 โอห์ม)
7. ความทนทานต่อการบิดงอ เป็นจำนวน 30 ครั้งต่อนาทีโดยบัตรและชิพต้องไม่เกิดความเสียหาย ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 วิธีการทดสอบการบิดงอสมาร์ทการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 ISO7816-2 : มาตรฐานที่กำหนดขนาดของหน้าสัมผัส และตำแหน่งของหน้าสัมผัสชิพสมาร์ทการ์ดบนบัตร ประกอบด้วย

1. ขนาดของหน้าสัมผัสของชิพสมาร์ทการ์ด
2. ตำแหน่งของหน้าสัมผัสบนบัตร

2.3.1.3 ISO7816-3 : มาตรฐานที่กำหนดคุณสมบัติทางไฟฟ้าและโปรโตคอล ที่ใช้ในการสื่อสารกับชิพสมาร์ทการ์ด ประกอบด้วย

1. การอธิบายเกี่ยวกับหน้าที่การทำงานของแต่ละหน้าสัมผัส มีดังนี้

V_{cc} : แรงดันไฟบวกของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่ชิพ

V_{pp} : แรงดันไฟฟ้าสำหรับการเขียนข้อมูลลงในชิพสมาร์ทการ์ด

GND : กราวด์ของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่ชิพ

RST : แรงดันไฟฟ้าสำหรับรีเซทชิพสมาร์ทการ์ด

I/O : อินพุต – เอาท์พุต สำหรับการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

CLK : สัญญาณนาฬิกาสำหรับกำหนดจังหวะการรับ-ส่งข้อมูล

รูปที่2.8 หน้าที่การทำงานของแต่ละหน้าสัมผัส

2. คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสัญญาณ V_{cc} , V_{pp} , RST , I/O และ CLK
3. ขั้นตอนและไทมิ่งไดอะแกรมสำหรับการเชื่อมต่อกับสมาร์ทการ์ด
4. โปรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับสมาร์ทการ์ด

2.3.1.4 ISO7816-4 : มาตรฐานที่กำหนดรายละเอียดในเรื่องของชุดคำสั่งที่ใช้ในสมาร์ทการ์ด

2.3.1.5 ISO7816-5 : มาตรฐานที่กำหนดรายละเอียดในเรื่องของโครงสร้างไฟล์ในสมาร์ทการ์ด

2.3.1.6 ISO7816-6 : มาตรฐานที่กำหนดรายละเอียดในเรื่องของชื่อและโครงสร้างของไฟล์ในสมาร์ทการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 องค์ประกอบต่างๆ ในการใช้งานสมาร์ทการ์ด

2.4.1 ตัวบัตรและตัวชิพ

บัตรและชิพสมาร์ทการ์ดเป็นส่วนแรกที่มักกล่าวถึงกัน เพราะสมาร์ทการ์ดมีหลากหลายรูปแบบ หลากหลายการใช้งาน โดยหลักการแล้วสมาร์ทการ์ดเป็นเพียงบัตรพลาสติกฝังชิพไอซี ที่สามารถเก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูลได้เท่านั้น ผู้ออกแบบระบบมีหน้าที่นำสมาร์ทการ์ดมาใช้งานอย่างชาญฉลาดเหมาะสมตามประเภทของงาน และบริหารข้อมูลภายในสมาร์ทการ์ดให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด

2.4.2 สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ (Smart Card reader)

สำหรับสมาร์ทการ์ดแล้วจำเป็นต้องมีอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อกับชิพสมาร์ทการ์ดโดยเฉพาะซึ่งเรียกว่า สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ โดยภายในสมาร์ทการ์ดรีดเดอร์จะประกอบด้วยขาสำหรับเชื่อมสัญญาณกับหน้าสัมผัสบนชิพสมาร์ทการ์ด (Card Contact) หรือเป็นเสาอากาศรับส่งคลื่นวิทยุสำหรับสมาร์ทการ์ดแบบที่ไม่มีหน้าสัมผัส (Contactless) และหน่วยประมวลผลพร้อมหน่วยความจำสำหรับติดต่อสื่อสารกับชิพสมาร์ทการ์ดโดยตรง การสร้างสมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ขึ้นใช้เองก็สามารถทำได้โดยนำเอาไมโครโปรเซสเซอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ใดก็ได้มาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่อกับสมาร์ทการ์ด แต่ปัจจุบันได้มีผู้ผลิตสมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ออกมาขายในท้องตลาดหลากหลายรูปแบบซึ่งมีราคาย่อมเยาและใช้งานได้ง่ายกว่าการสร้างสมาร์ทการ์ดรีดเดอร์เองเสียอีก

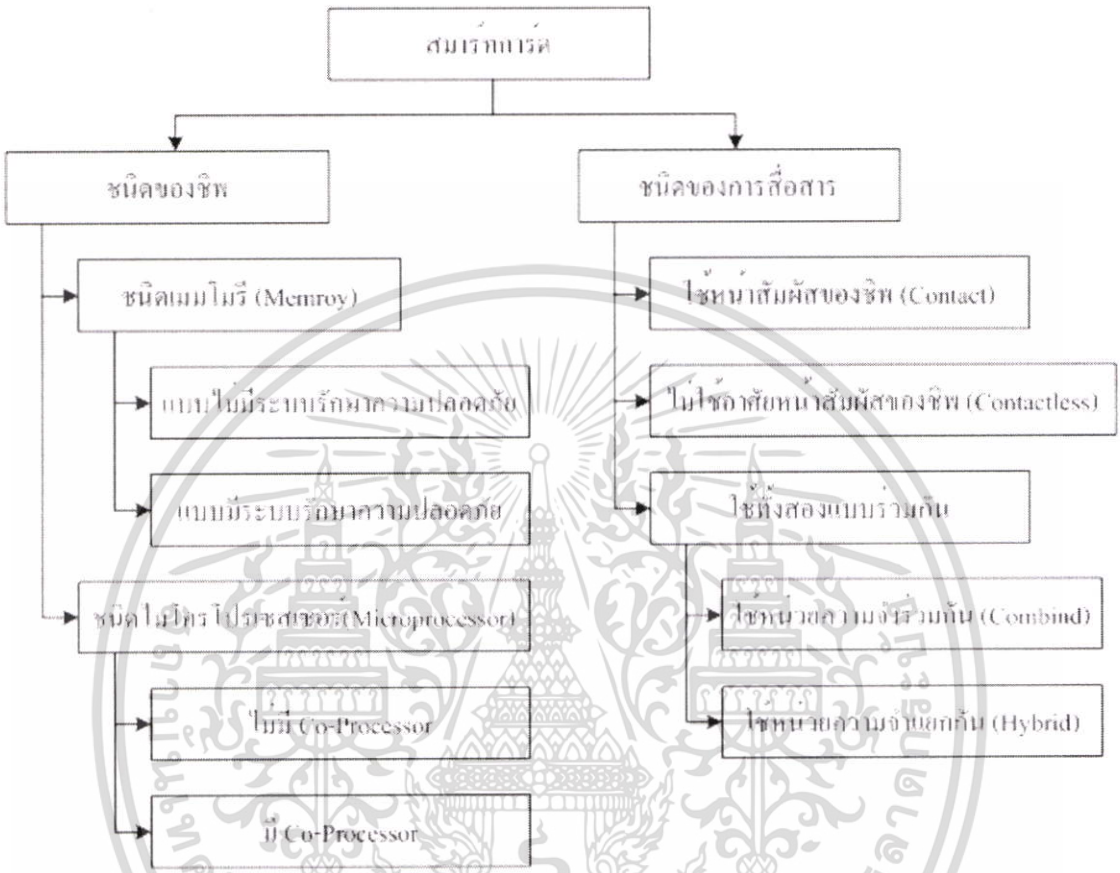
2.4.3 ซอฟแวร์

ในการใช้งานสมาร์ทการ์ดนอกจากตัวบัตรสมาร์ทการ์ดและสมาร์ทการ์ดรีดเดอร์แล้วยังต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญ คือ ซอฟแวร์สำหรับจัดการข้อมูลในสมาร์ทการ์ด และซอฟแวร์สำหรับบริหารงานด้านบัตร หรืออาจเรียกได้อีกอย่างว่า ระบบฟรอนด์เอน (Font-End) ซึ่งระบบฟรอนด์เอน ในสมาร์ทการ์ดจะแตกต่างจากระบบในบัตรพลาสติก เนื่องจากสมาร์ทการ์ดไม่จำเป็นต้องมีการติดต่อสื่อสารกับฟรอนด์เอน ทุกครั้งที่ทำรายการเหมือนในระบบบัตรเครดิต ทำให้ระบบฟรอนด์เอนของสมาร์ทการ์ดมีเวลามากพอในการบริหารงานในด้านอื่นๆ หากต้องการติดต่อสื่อสารกับระบบฟรอนด์เอน จำเป็นต้องใช้สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ที่มีส่วนสำหรับการติดต่อสื่อสาร ไม่ว่าจะเป็นโมเดม(Modem), ระบบสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุ, ระบบสื่อสารอนุกรม RS-485/422 สำหรับการสื่อสารในบริเวณพื้นที่ให้บริการที่ไม่กว้างใหญ่นัก ฯลฯ เพื่อใช้สำหรับ รับ-ส่งข้อมูลระหว่างฟรอนด์เอน เมื่อจำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ชนิดของสมาร์ทการ์ด

เราสามารถแบ่งชนิดของสมาร์ทการ์ด โดยใช้ชนิดของชิพและชนิดของการสื่อสาร เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ดังรูปที่ 2.9



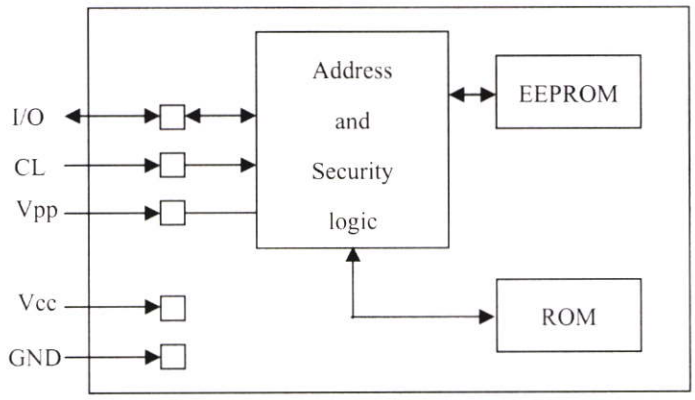
รูปที่ 2.9 การแบ่งสมาร์ทการ์ดตามชนิดของหน่วยความจำ และประเภทของหน้าสัมผัส

2.5.1 การแบ่งสมาร์ทการ์ดโดยใช้ชนิดของชิพเป็นเกณฑ์

2.5.1.1 เมมโมรีการ์ด (Memory Card) หรือ ซิงโครนัสการ์ด (Synchronous Card)

สมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรี หรืออีกชื่อหนึ่งคือ ซิงโครนัสการ์ด เนื่องจากสมาร์ทการ์ดชนิดนี้มีการรับ – ส่งข้อมูลตามสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้แก่ชิพ สมาร์ทการ์ดชนิดนี้มีโครงสร้างที่ประกอบไปด้วย ส่วนของวงจรสำหรับติดต่อสื่อสารภายนอก, หน่วยความจำข้อมูลและหน่วยความจำสำหรับเก็บชุดคำสั่งของสมาร์ทการ์ด ดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

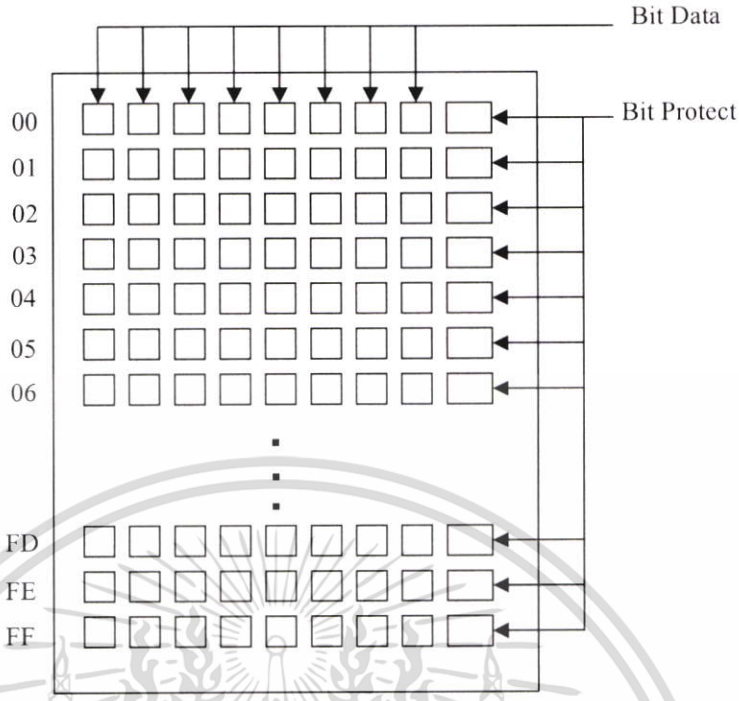


รูปที่ 2.10 บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในชิพสมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรีการ์ด

สมาร์ทการ์ดที่เป็นพื้นฐานของสมาร์ทการ์ดในปัจจุบัน ก็คือ สมาร์ทการ์ดชนิด ที่ไม่มีระบบป้องกันความปลอดภัยของข้อมูล (Free Access Memory) สมาร์ทการ์ดชนิดนี้เปิดโอกาสให้อ่านหรือเขียนข้อมูลในแอดเดรสใดๆ ก็ได้ ตามชื่อของสมาร์ทการ์ดชนิดนี้ ไม่มีการป้องกันข้อมูลใดๆ ภายในสมาร์ทการ์ดชนิดนี้ จึงทำให้สมาร์ทการ์ดชนิดนี้มีความปลอดภัยต่ำที่สุด

นอกจากนี้สมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรี แบบธรรมดา ยังมีการใส่วงจรกำหนดเงื่อนไขการอ่านเขียนข้อมูลลงไปด้วย ทำให้สามารถกำหนดเงื่อนไขการอ่าน-เขียนข้อมูลได้ทุกไบต์ โดยสมาร์ทการ์ดที่มีวงจรป้องกันการอ่าน-เขียนชนิดนี้ถูกเรียกว่า PIN Protect Memory เนื่องจากการเข้าถึงข้อมูลจะต้องแสดงรหัสผ่านให้บัตรรับทราบก่อนจึงจะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ วงจรกำหนดเงื่อนไขการอ่าน-เขียนข้อมูลจะมีบิตพิเศษที่มีชื่อว่า บิตโพรเทกต์(Bit Protect) ซึ่งเป็นบิตข้อมูลที่ฝากไว้กับข้อมูลให้เป็นบิตที่ 9 แต่ไม่สามารถแก้ไขด้วยคำสั่งเขียนข้อมูลธรรมดาเพราะ บิตโพรเทกต์(Bit Protect) ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลจริงๆ ในการแก้ไข บิตโพรเทกต์(Bit Protect) นี้ จะสามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้เพียงครั้งเดียวด้วยคำสั่งเฉพาะเท่านั้นเช่น หากต้องการบังคับไม่ให้ข้อมูลไบต์ใดไม่สามารถแก้ไขได้ก็ให้ทำการเคลียร์บิตที่ 9 ของข้อมูลไบต์นั้นๆ แต่สำหรับรหัสผ่านในการเข้าถึงข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่ต้องแสดงรหัสผ่านชุดเก่าให้บัตรได้รับทราบเสียก่อนจึงสามารถเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

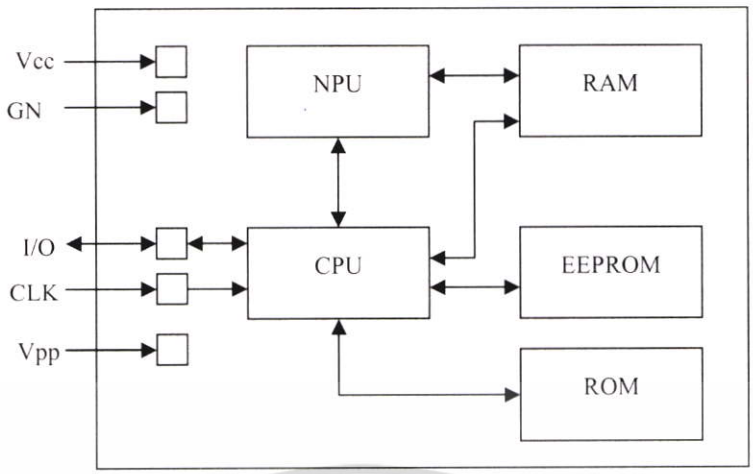


รูปที่2.11 ตัวอย่างหน่วยความจำของเมมโมรีการ์ดชนิด PIN Protect

2.5.1.2 โปรเซสเซอร์การ์ด (Processor Card) หรือ อะซิงโครนัสการ์ด(Asynchronous Card)

สมาร์ทการ์ดชนิดนี้เป็นสมาร์ทการ์ดที่ได้รับการปรับปรุงจากสมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรีด้วยการใส่เทคโนโลยีไมโครโปรเซสเซอร์เข้าไปในชิพ เพื่อให้ชิพสามารถประมวลผลข้อมูลและเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ข้อมูลสูงขึ้น การที่ใส่ไมโครโปรเซสเซอร์ลงในชิพทำให้จำเป็นต้องมีการเพิ่มส่วนของหน่วยความจำสำหรับจัดเก็บระบบปฏิบัติการของไมโครโปรเซสเซอร์ และหน่วยความจำชั่วคราวสำหรับการประมวลผลข้อมูล นอกจากนี้ยังมีการใส่ชิพประมวลผลทางคณิตศาสตร์ลงในชิพสมาร์ทการ์ดเพื่อช่วยในการประมวลผลข้อมูลด้วยอัลกอลิทึมสำหรับเข้า- ถอดรหัส ทำให้สมาร์ทการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์(Processor) มีความเร็วในการทำงานสูงกว่าสมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรีหลายเท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในชิพสมาร์ทการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์การ์ด

ในการรับ-ส่งข้อมูลให้กับสมาร์ทการ์ดชนิดนี้ จะใช้หน้าสัมผัสเดียวกับสมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรี โดยสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนจะถูกใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาแก่โปรเซสเซอร์ภายในสมาร์ทการ์ดข้อมูลที่รับ-ส่ง จึงไม่จำเป็นต้องสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้แก่ชิพ เพียงกำหนดอัตราการรับ-ส่งข้อมูลเป็น 9600 บิต/วินาที ก็จะสามารถติดต่อกับโปรเซสเซอร์ของชิพได้แล้ว แต่การเข้าถึงข้อมูลไม่สามารถทำได้เหมือนอย่างในสมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรี การเข้าถึงข้อมูลต้องกระทำผ่านโปรเซสเซอร์ของสมาร์ทการ์ดเท่านั้น ไม่ว่าจะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลก็ตามเพราะหน่วยความจำจะอยู่ในความควบคุมของโปรเซสเซอร์เพียงอย่างเดียว ข้อดีอย่างหนึ่งที่ไม่สามารถติดต่อกับหน่วยความจำในชิพโดยตรงก็คือ การลอบเข้าถึงข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาตแทบเป็นไปไม่ได้ ยกเว้นมีความบกพร่องในการกำหนดเงื่อนไขในการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นความลับ

2.5.2 การแบ่งสมาร์ทการ์ดโดยใช้ชนิดของการสื่อสารเป็นเกณฑ์

2.5.2.1 ใช้หน้าสัมผัสของชิพ (Contact Card)

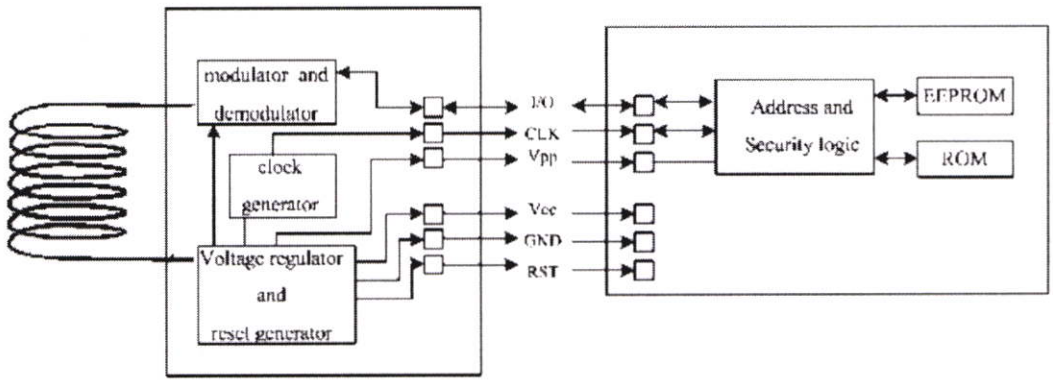
ประเภทนี้นั้นแบ่งได้เป็นเมมโมรีการ์ดและโปรเซสเซอร์การ์ด ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น

2.5.2.2 ไม่ใช้หน้าสัมผัสของชิพ (Contactless Card)

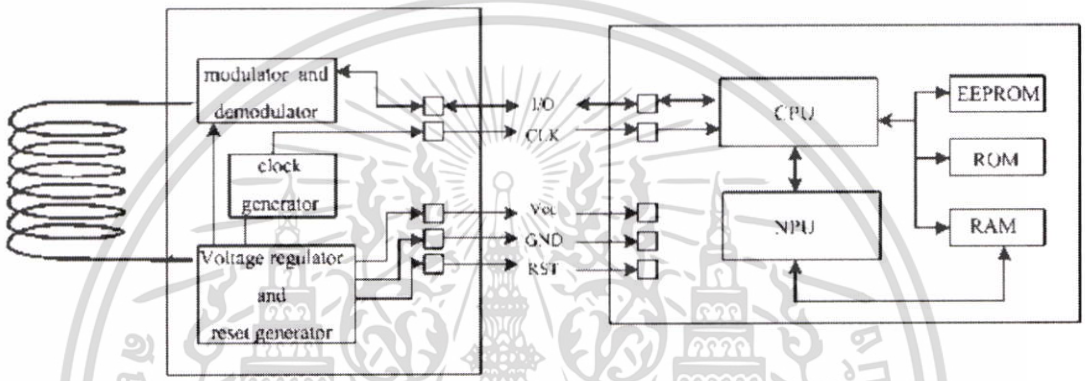
สมาร์ทการ์ดชนิดคอนแทกต์เลส เป็นสมาร์ทการ์ดที่ล้ำสมัยที่สุดในปัจจุบัน ด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านคลื่นวิทยุ โดยการส่งคลื่นวิทยุคลื่นความถี่ 13.56 เมกะเฮิรตซ์ ที่ได้รับการมอดูเลตข้อมูลและส่งให้กับชิพสมาร์ทการ์ด ทางด้านชิพสมาร์ทการ์ดจะใช้ขดลวดเป็นเสารับ-ส่งสัญญาณ โดยเสารับ-ส่งสัญญาณนี้จะเป็นขดลวดขนาดเล็กที่ถูกฝังลงในเนื้อบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



สมาร์ทการ์ดชนิด เมมโมรี แบบ คอนแทกต์เลส



สมาร์ทการ์ดชนิด โปรเซสเซอร์ แบบ คอนแทกต์เลส

รูปที่ 2.13 บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในชิพสมาร์ทการ์ดชนิดคอนแทกต์เลส

จากรูปที่ 2.13 จะเห็นว่าส่วนที่เพิ่มเข้ามาเป็นส่วนที่ใช้รับสัญญาณคลื่นวิทยุมาแบ่งเป็นสองส่วน โดนส่วนแรกจะถูกแปลงเป็นกระแสไฟฟ้าสำหรับป้อนชิพและวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา ให้สามารถทำงานได้ อีกส่วนหนึ่งจะถูกดีมอดูเลต เอาข้อมูลออกจากคลื่นวิทยุและส่งให้แก่ชิพสมาร์ทการ์ดอีกต่อหนึ่ง ส่วนการส่งข้อมูลกลับก็จะใช้กระแสไฟฟ้าที่ได้จากคลื่นวิทยุมาทำการมอดูเลตข้อมูลและส่งกลับไปยังเสารับ-ส่งสัญญาณภายในเนื้อบัตร

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ชิพสมาร์ทการ์ดชนิดคอนแทกต์เลส ถูกออกแบบให้ใช้กระแสไฟฟ้าที่ต่ำ เพราะกระแสไฟฟ้าที่ได้จากคลื่นวิทยุนั้นมีปริมาณเพียงเล็กน้อยไม่เพียงพอที่จะทำให้สมาร์ทการ์ดแบบธรรมดาสามารถทำงานได้ ฉะนั้นสมาร์ทการ์ดชนิดคอนแทกต์เลส รุ่นเก่าๆ จะไม่สามารถทำคำสั่งที่ซับซ้อนมากๆ เช่นคำสั่งในการเข้ารหัสข้อมูลหรือคำสั่งที่ต้องใช้เวลาในการประมวลผลมากๆ และระยะในการรับ-ส่งสัญญาณก็ไม่มากนัก

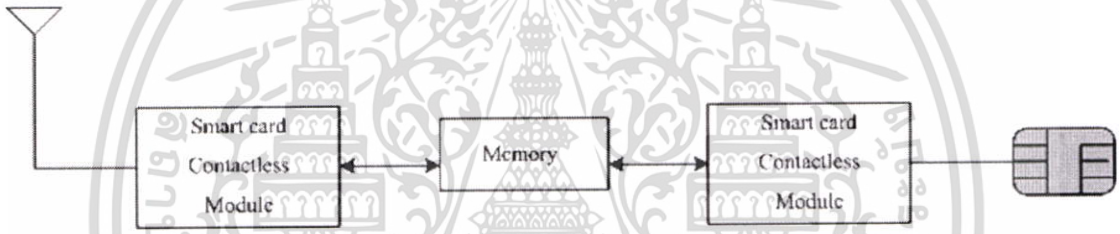
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
54950

2.5.2.3 ใช้ทั้งสองแบบร่วมกัน (Contact and Contactless)

เป็นการรวมเอาสมาร์ทการ์ดชนิดคอนแทกต์และ คอนแทกต์เลสมาอยู่บนบัตรใบเดียวกัน ซึ่งเป็นสมาร์ทการ์ดที่รวมเอาสมาร์ทการ์ดแบบที่หน้าสัมผัส กับสมาร์ทการ์ดแบบไม่มีหน้าสัมผัสเข้าด้วยกัน เพื่อความสะดวกและเพิ่มความรวดเร็วในการใช้งาน สมาร์ทการ์ดชนิดนี้สามารถแบ่งออกได้อีก 2 ประเภท คือ

2.5.2.3.1 ใช้หน่วยความจำร่วมกัน (Combind Card)

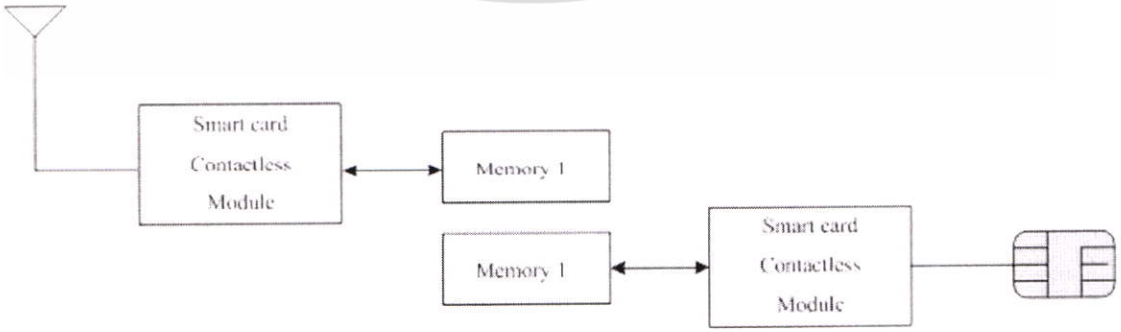
สมาร์ทการ์ดชนิดนี้เป็นการรวมเอาสมาร์ทการ์ดแบบคอนแทกต์และสมาร์ทการ์ดชนิดคอนแทกต์เลสเข้าด้วยกัน โดยใช้หน่วยความจำข้อมูลร่วมกันเพื่อให้การทำรายการที่จำเป็นต้องอยู่ภายใต้ระบบรักษาความปลอดภัย สามารถทำได้โดยผ่านทางหน้าสัมผัสที่มีไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมอยู่ และสามารถใช้งานทั่วไปได้อย่างสะดวกสบาย (Speed Pass) ผ่านทางคลื่นวิทยุ โดยมีโครงสร้างภายในตามรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 โครงสร้างภายในของสมาร์ทการ์ดชนิดคอนแทกต์เลส แบบคอมไบน์การ์ด

2.5.2.3.2 ใช้หน่วยความจำแยกกัน (Hybrid Card)

สมาร์ทการ์ดชนิดนี้มีลักษณะโครงสร้างภายในคล้ายกับคอมไบน์การ์ด แต่จะแตกต่างในเรื่องของหน่วยความจำข้อมูล โดยหน่วยความจำข้อมูลจะถูกแยกจากกันอย่างสิ้นเชิงระหว่างคอนแทกต์และ คอนแทกต์เลส เพื่อความสะดวกในการแยกใช้งาน โดยมีโครงสร้างภายในตามรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 โครงสร้างภายในของสมาร์ทการ์ดชนิด คอนแทกต์เลส แบบไฮบริดจ์การ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การเชื่อมต่อชิพสมาร์ทการ์ด

การใช้งานสมาร์ทการ์ดการเชื่อมต่อ (Interface) มีความแตกต่างจากการเชื่อมต่อและใช้งานชิพไอซีธรรมดาทั่วไป ด้วยระบบสื่อสารแบบซิงเกิลบัส ซึ่งแตกต่างจากการสื่อสารแบบอนุกรมทั่วๆไป ทำให้การเชื่อมต่อกับสมาร์ทการ์ดเป็นเรื่องที่ไม่ง่ายนัก

สำหรับโปรแกรมใช้งานสมาร์ทการ์ด จะมีการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. *โปรแกรมส่วนที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับชิพสมาร์ทการ์ด*

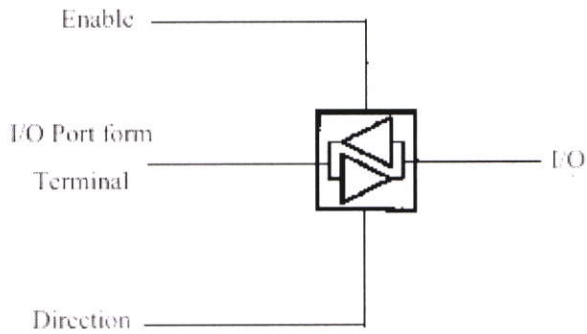
การเขียนโปรแกรมติดต่อสื่อสารกับสมาร์ทการ์ดจะใช้ภาษาระดับต่ำอย่างภาษาแอสแซมบลีเป็นส่วนใหญ่ เพราะภาษาระดับสูงหรือภาษาที่มีความใกล้เคียงภาษาแอสแซมบลีอย่างภาษาซีไม่สามารถทำงานได้ทันเวลา เนื่องจากการ์ดไดร์ฟเวอร์ (Card Driver) ต้องทำการสื่อสารกับชิพสมาร์ทการ์ดโดยตรง (โปรแกรมติดต่อสื่อสารกับสมาร์ทการ์ดมีชื่อเรียกว่า Card Driver) โดยการ์ดไดร์ฟเวอร์ สำหรับสมาร์ทการ์ดแต่ละชนิดจะมีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกันจะต่างกันก็เพียงวิธีการสื่อสารระหว่างสมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรีกับโปรเซสเซอร์เท่านั้นที่ไม่เหมือนกัน สำหรับการเลือกภาษาแอสแซมบลีมาใช้เขียนโปรแกรม ก็ต้องเลือกใช้ให้ตรงกับตระกูลของโปรเซสเซอร์ที่ใช้

2. *โปรแกรมที่ใช้สำหรับบริหารข้อมูลและติดต่อกับผู้ใช้งานในเทอร์มินอล*

ในส่วนนี้จะเขียนด้วยภาษาระดับสูงอย่างภาษาซี เหตุที่เลือกภาษาซีเพราะภาษาซีมีความสามารถในการประมวลผลที่รวดเร็ว สามารถจัดการกับข้อมูลในระดับบิตได้ดีกว่าภาษาระดับสูงภาษาอื่น และพัฒนาเป็นโปรแกรมได้ง่ายกว่า

ส่วนวงจรที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับชิพสมาร์ทการ์ด จะเป็นวงจรที่ทำงานในลักษณะแบบเดียวกับวงจรดิจิตอลชนิดซีมอส(C-MOS) ซึ่งสามารถทำงานได้ที่แรงดันไฟฟ้า 3-15 โวลต์ แต่ในสมาร์ทการ์ดมีการใช้งานเพียง 3 โวลต์เท่านั้น จากรูปที่ 2.16 จะเห็นได้ว่าเพียงทรานซิสเตอร์ตัวเดียวก็สามารถเชื่อมต่อกับชิพสมาร์ทการ์ดได้แล้ว วิธีการนี้ในสภาวะนิ่ง (Idle) ระดับลอจิก (แรงดันไฟฟ้า) ที่ขาเบสจะเป็น “0” ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่ทำงาน เมื่อมีข้อมูลถูกส่งมาที่ขาเบสกระแสที่เกิดขึ้นจากบิตข้อมูลจะเปลี่ยนจากลอจิก “0” เป็นลอจิก “1” จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน สัญญาณข้อมูลจะไปปรากฏที่ขาคอลเล็กเตอร์ ซึ่งสัญญาณที่ขานี้จะถูกส่งต่อให้กับชิพสมาร์ทการ์ดโดยตรง ในทางกลับกันถ้าชิพสมาร์ทการ์ดทำการส่งข้อมูลกลับออกมาที่ขาคอลเล็กเตอร์ ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ขาคอลเล็กเตอร์จะมีการเปลี่ยนแปลงตามลอจิกของบิตข้อมูลที่ส่งมาจากชิพสมาร์ทการ์ด โดยขณะที่บิตที่มีค่าเป็น “1” ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ขาคอลเล็กเตอร์จะคงที่ แต่ถ้าบิตที่มีค่าเป็น “0” ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ขาคอลเล็กเตอร์จะลดลงเช่นกัน หรืออีกวิธีหนึ่งที่ง่ายกว่าการใช้ทรานซิสเตอร์ เราสามารถใช้วงจรลอจิก (C-MOS) มาต่อเป็นวงจรง่ายๆ ดังรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

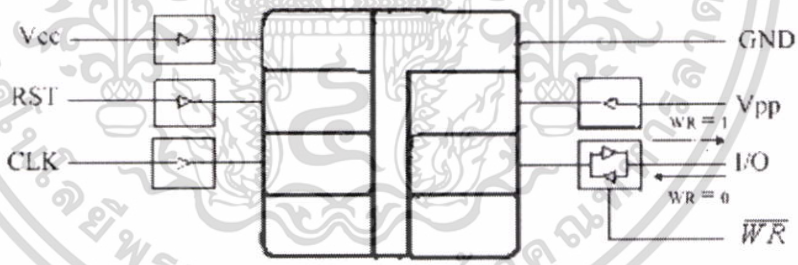


รูปที่ 2.16 ตัวอย่างวงจรเชื่อมต่อกับชิพสมาร์ทการ์ดด้วยวงจรลอจิก (C-MOS)

ในการเชื่อมต่อกับสมาร์ทการ์ดทั้งชนิดเมมโมรีและโปรเซสเซอร์ จะมีความแตกต่างกันในเรื่องของสัญญาณนาฬิกา (CLK) และวิธีการรับ-ส่งข้อมูล (I/O) ซึ่งในที่นี้สามารถแยกวงจรออกเป็น 2 แบบ คือ

2.6.1 การเชื่อมต่อสมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรี (Synchronous card Interface)

การเชื่อมต่อหรือที่เราเรียกว่าการอินเตอร์เฟส(Interface) นั้น ในกรณีของสมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรี เราจะทำการสวิงสัญญาณนาฬิกาเอง เพื่อกำหนดจังหวะการส่งข้อมูลแต่ละบิต สำหรับข้อมูลไอ/โอ เราสามารถใช้บิตข้อมูลแบบ 2 ทิศทางเพียงบิตเดียว โดยกำหนดจังหวะการส่งข้อมูลด้วยสัญญาณ $\overline{WR}$ ซึ่งมีลอจิกเป็น "0" เมื่อต้องการส่งข้อมูลให้แก่สมาร์ทการ์ด ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ตัวอย่างวงจรเชื่อมต่อชิพสมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรี

การเชื่อมต่อกับสมาร์ทการ์ดแบบเมมโมรีนั้น จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ การ์ดที่ไม่มีระบบป้องกันข้อมูล(Free Access Memory Card) และการ์ดที่มีระบบป้องกันความปลอดภัยข้อมูล (Security Memory Card)

2.6.1.1 การเชื่อมต่อกับการ์ดที่ไม่มีระบบป้องกันข้อมูล (Free Access Memory Card)

การ์ดที่ไม่มีระบบป้องกันข้อมูล คือ การ์ดที่สามารถจะถูกอ่านหรือเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ โดยทั่วไปแล้วการ์ดชนิดนี้จะมีลักษณะคล้ายกับหน่วยความจำที่สามารถเข้าถึงได้โดยการเชื่อมต่อแบบซิงโครนัส (Synchronous) ในรูปแบบของระบบบัส ไอสแควร์ซี (I^2C) โดยรูปแบบของคำสั่งที่ใช้ในการติดต่อและควบคุมการ์ดอาจมีความแตกต่างกันบ้างในแต่ละผู้ผลิต แต่ว่าพื้นฐานและหลักการที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปแล้วจะเหมือนกัน โดยการทำความเข้าใจในการ์ดต่อกับการ์ดที่ไม่มีระบบป้องกันข้อมูลนั้นจะมีคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง คือ

- *โปรโตคอลสื่อสารแบบไอสแควร์ซี (I²C)* คือ รูปแบบการสื่อสารข้อมูลบนระบบบัสที่มีสายสัญญาณ 2 เส้น ได้แก่ สายเอสซีแอล (SCL) ซึ่งเป็นสายสัญญาณนาฬิกาอ้างอิงสำหรับกำกับจังหวะในการเขียนหรืออ่านข้อมูลแต่ละบิตของอุปกรณ์ใดๆ บนระบบบัส และสายเอสดีเอ (SDA) ซึ่งเป็นสายข้อมูล

- *การรับรู้ (Acknowledge)* ตามความหมายในระบบบัสแบบไอสแควร์ซี จะหมายถึงสัญญาณที่ตอบรับหลังจากการรับหรือส่งข้อมูลครบจำนวน 1 ไบต์ ก็จะมีการส่งบิตข้อมูลที่เรียกว่า บิตแอ็คโนเลจด์ (Acknowledge) ต่อท้ายไปด้วยเพื่อแสดงขอบเขตของข้อมูลและเพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดในการรับหรือส่งข้อมูลลง

- *สเลฟแอดเดรส (Slave Address)* คือข้อมูลที่จะระบุถึงชนิดและแอดเดรสของอุปกรณ์ที่เชื่อมอยู่ในระบบบัสรวมทั้งยังมีการระบุถึงการอ่านหรือรับข้อมูลผนวกอยู่ด้วย

- *อุปกรณ์แม่ข่าย (Master Device)* คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการทั้งหมดที่เกิดขึ้นบนบัส ไม่ว่าจะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์ลูกข่าย (Slave Device) หรือสมาร์ทการ์ด โดยในที่นี้อุปกรณ์มาสเตอร์ก็คือเครื่องอ่านการ์ดนั่นเอง

- *เพจ (Page)* คือพื้นที่หน่วยความจำของสมาร์ทการ์ดแบบไม่มีระบบป้องกันข้อมูล โดยในแต่ละเพจประกอบด้วยข้อมูล 8 ไบต์

- *สภาวะเริ่มต้น (Start Condition)* คือ การจัดระดับแรงดันที่ขาไอ/โอ และขาคล็อก(CLK) ของเครื่องอ่านการ์ด (อุปกรณ์มาสเตอร์) เพื่อเริ่มการสื่อสารข้อมูล

- *สภาวะสิ้นสุด (Stop Condition)* คือ การจัดระดับแรงดันที่ขาไอ/โอ และขาคล็อก ของเครื่องอ่านการ์ด (อุปกรณ์มาสเตอร์) เพื่อการหยุดการสื่อสารข้อมูล

- *กระบวนการส่งข้อมูล(Transmission)* คือ ข้อมูลสมบูรณ์ที่ถูกส่งจากอุปกรณ์แม่ข่ายไปยังอุปกรณ์ลูกข่าย โดยกระบวนการดังกล่าวจะเริ่มต้นด้วยการจัดสภาวะบนบัสทั้ง 2 เส้นให้สอดคล้องกับสภาวะเริ่มต้น ตามด้วยการส่งกลุ่มของบิตข้อมูล และจบด้วยสภาวะสิ้นสุด

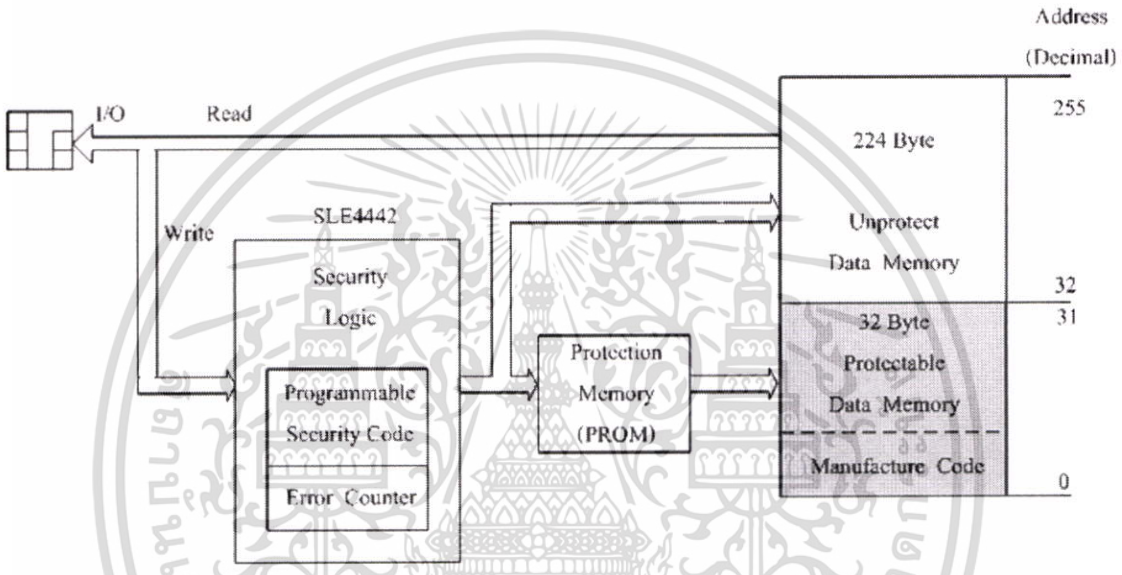
2.6.1.2 การเชื่อมต่อกับการ์ดที่มีระบบป้องกันความปลอดภัยข้อมูล (Security Memory Card)

การ์ดที่มีระบบป้องกันความปลอดภัยข้อมูล คือ การ์ดที่การอ่านข้อมูลสามารถทำได้อย่างอิสระ แต่การเขียนข้อมูลจะไม่สามารถทำได้หากไม่มีรหัสผ่านหรือรหัสพีเอสซี(PSC:Programmable Security Code) ที่ถูกต้องวิธีการในลักษณะนี้ ช่วยให้ข้อมูลภายในสมาร์ทการ์ด ได้รับการปกป้องและมีความน่าเชื่อถือ รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของการ์ดชนิดนี้ เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส ตามมาตรฐาน ISO7816 ซึ่งรูปแบบคำสั่งที่ใช้ในการติดต่อและควบคุมการ์ด จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละผู้ผลิตแต่ละราย โดยส่วนใหญ่แล้วนิยมใช้กับบัตรสมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442 ซึ่งผลิตโดยบริษัทซีเมนส์ เนื่องจากเป็นการ์ดที่มีคุณสมบัติในการรักษาความปลอดภัยข้อมูลอย่างครบถ้วนและสามารถหามาใช้งานได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติโดยทั่วไปของ SLE4442

- ใช้หน่วยความจำ EEPROM 8 บิต ความจุข้อมูล 256 ไบต์
- มีการใช้รูปแบบของ ATR (Answer To Reset) ตามมาตรฐาน ISO7816-3
- อินเตอร์เฟสแบบซิงโครนัส ตามมาตรฐาน ISO7816
- ป้องกันการเขียนข้อมูลด้วยรหัสผ่านพีเอสซี (PSC)
- การลบและเขียนข้อมูลในแต่ละไบต์ใช้เวลาเพียง 2.5 มิลลิวินาที
- มีฟังก์ชันป้องกันข้อมูลในพื้นที่หน่วยความจำ 32 ไบต์แรก โดยสามารถจะกำหนดให้ข้อมูลที่เขียนลงไปยังพื้นที่ช่วงดังกล่าวถูกเขียนลงไปอย่างถาวรได้



รูปที่2.18 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนต่างๆของการ์ดที่มีระบบป้องกันความปลอดภัยข้อมูล

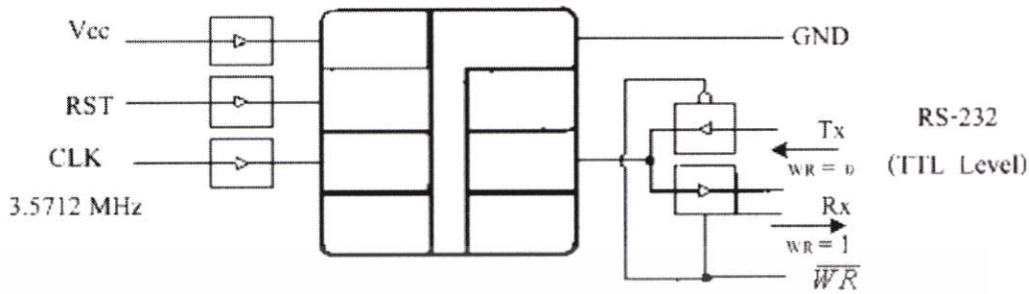
จากรูปที่ 2.18 เป็นไดอะแกรมที่แสดงภาพรวมของ SLE4442 จะเห็นได้ว่าการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำนั้น เราสามารถจะอ่านข้อมูลออกมาได้โดยไม่ผ่านขั้นตอนของการป้อนรหัสพีเอสซี แต่สำหรับการเขียนข้อมูลแล้วเราจะต้องป้อนรหัสพีเอสซี ที่ถูกต้องเสียก่อน เพื่อเปิดลอจิกในการเขียนข้อมูลลงยังหน่วยความจำ นอกจากนั้นก็จะเห็นได้ว่าข้อมูล 4 ไบต์แรก เป็นข้อมูลของผู้ผลิต มีขนาด 4 ไบต์ พื้นที่ส่วนนี้ใช้เก็บข้อมูลของเอทีอาร์ (ATR) โดยความหมายของข้อมูลที่อยู่ในพื้นที่ส่วนนี้แต่ละไบต์จะถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตการ์ดแต่ละราย

2.6.2 การเชื่อมต่อสมาร์ทการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์ (Asynchronous card Interface)

ในกรณีที่เป็นสมาร์ทการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์ วงจรเชื่อมต่อจะมีความยุ่งยากมากขึ้น สัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้แก่ชิพสมาร์ทการ์ด จะเป็นสัญญาณนาฬิกาแบบต่อเนื่อง (Continuous clock) ที่ความถี่ 3.5712 เมกะเฮิรตซ์ ตลอดเวลาที่ใช้งาน ส่วนไอ/โอ จะใช้การรับ-ส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

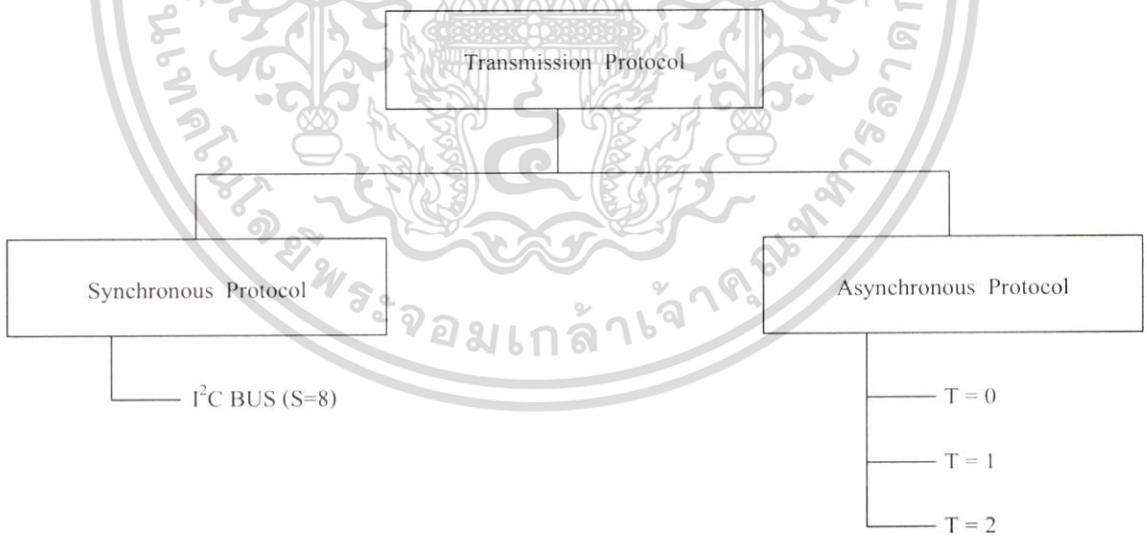
ใช้สัญญาณ $\overline{WR}$ เป็นตัวกำหนดช่วงการรับหรือส่งข้อมูล ซึ่งในสภาวะปกติจะรอรับข้อมูลตลอดเวลา ($\overline{WR} = 1$) ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 ตัวอย่างวงจรเชื่อมต่อสมาร์ทการ์ดชนิดโปรเซสเซอร์

2.6.3 โปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารกับสมาร์ทการ์ด

การสื่อสารกับชิพสมาร์ทการ์ด จำเป็นต้องใช้โปรโตคอลในการสื่อสารที่แตกต่างกันตามชนิดของสมาร์ทการ์ด ดังที่ทราบไปแล้วว่าสมาร์ทการ์ดมีอยู่ 2 ชนิดคือ เมมโมรีและโปรเซสเซอร์ โปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารกับสมาร์ทการ์ดจึงถูกแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลักเช่นกัน คือ การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) และการสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous) ซึ่งแสดงได้ดังรูปและในโครงงานนี้เราจะใช้การสื่อสารแบบซิงโครนัสและใช้โปรโตคอลไอสแควร์ซี



รูปที่ 2.20 รายละเอียดของการสื่อสารแบบซิงโครนัส และ การสื่อสารแบบ อะซิงโครนัส ในสมาร์ทการ์ด

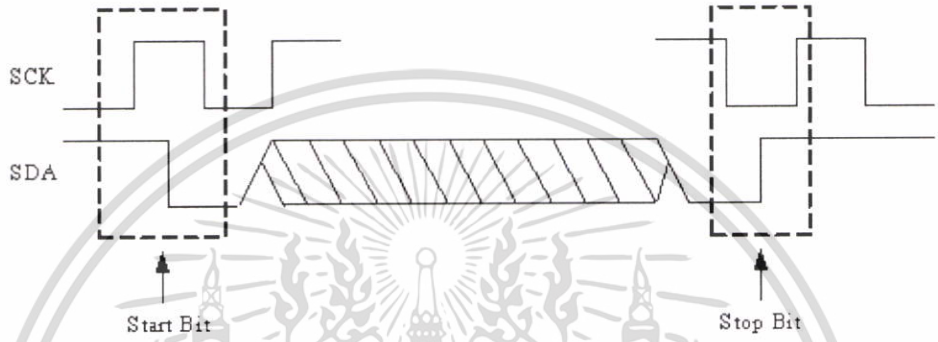
2.6.3.1 โปรโตคอลไอสแควร์ซี (I^2C : Inter – Integrated circuit)

โปรโตคอลไอสแควร์ซี เป็นโปรโตคอลที่มักพบได้บ่อยๆในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไอซีที่อาศัยการสื่อสารแบบซิงเกิลบัส ซึ่งสมาร์ทการ์ดเมมโมรีส่วนใหญ่จะใช้โปรโตคอลชนิดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรโตคอลชนิดนี้มีการใช้สัญญาณเพียง 2 สัญญาณ ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ ได้แก่ สัญญาณข้อมูล (SDA) และสัญญาณนาฬิกา (SCK) การรับส่งข้อมูลในโปรโตคอลชนิดนี้จะใช้สัญญาณนาฬิกาเป็นตัวกำหนดจังหวะการรับ-ส่งข้อมูลแต่ละบิต โดยมีข้อกำหนดเพียงความกว้างของสัญญาณนาฬิกาและบิตข้อมูลจะต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดเท่านั้น

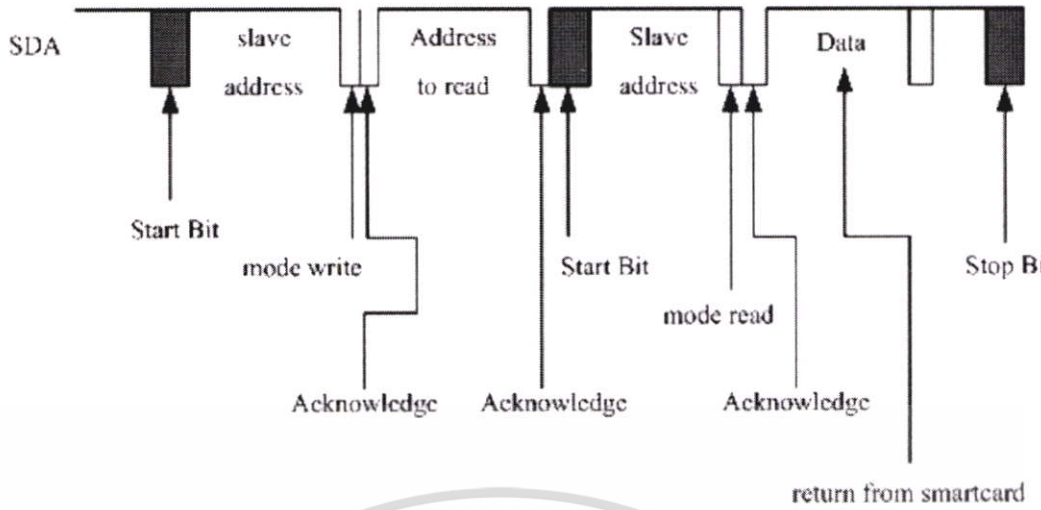
การรับ-ส่งข้อมูลในโปรโตคอลไอสแควร์ซี อาศัยการเปลี่ยนระดับสัญญาณนาฬิกาเป็นตัวกำหนดการรับ-ส่งบิตข้อมูล ซึ่งบิตเริ่มต้นส่งข้อมูล (Start Bit) จะกระทำที่ขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกา ส่วนบิตสิ้นสุด (Stop Bit) จะกระทำที่ขอบขึ้นลงของสัญญาณนาฬิกาดังรูปที่ 2.21



รูปที่2.21 สัญญาณเริ่มต้นและสิ้นสุดการส่งข้อมูล

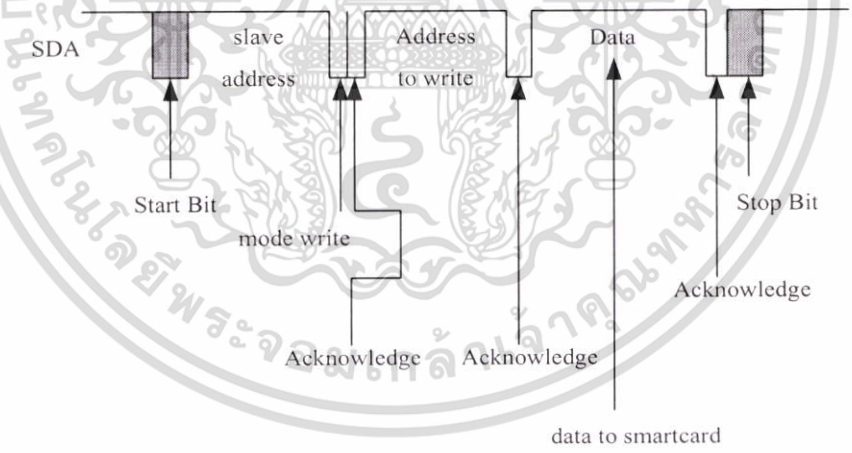
การอ่านข้อมูลจากสมาร์ทการ์ดด้วยโปรโตคอลไอสแควร์ซี จะทำได้ครั้งละ 1 ไบต์เท่านั้น ซึ่งการส่งข้อมูลเพื่อขออ่านข้อมูลนั้นต้องมีการส่งสเลฟแอดเดรส (slave address)ไปเป็นไบต์แรกและตามด้วยบิตกำหนด ให้เป็นการเขียนข้อมูล (ลอจิก “0”) จากนั้นทำการเปลี่ยนลอจิกของสัญญาณเอสดีเอ (SDA) ให้เป็น “1” เพื่อรอบิตตอบรับ (Acknowledge) จากทางชิพสมาร์ทการ์ดซึ่งจะมีลอจิกเป็น “0” เมื่อได้รับบิตตอบรับ แล้วจึงค่อยส่งข้อมูลของแอดเดรสที่ต้องการอ่านข้อมูลตามเข้าไปและรอบิตตอบรับเช่นเดิม หลังจากนั้นการอ่านข้อมูลก็จะเริ่มขึ้นโดยการส่งสเลฟแอดเดรส ไปเป็นไบต์แรกและตามด้วยบิตกำหนดโหมดให้เป็นโหมดการอ่านข้อมูล (ลอจิก “1”) หลังจากที่ได้รับบิตตอบรับ สมาร์ทการ์ดจะส่งข้อมูลจากแอดเดรสที่ต้องการออกมาดังรูปที่ 2.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.22 การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลของสมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรีด้วยโปรโตคอลไอสแควร์ซี

สำหรับการเขียนข้อมูลจะมีส่วนของข้อมูลสองไบต์แรกที่เหมือนกับการอ่านข้อมูล แต่หลังจากที่ส่งแอดเดรสและได้รับบิตตอบรับ จากชิพสมาร์ทการ์ด ให้ทำการส่งข้อมูลที่ต้องการเขียนไปทันที ถ้าการเขียนข้อมูลไม่เกิดความผิดพลาด ชิพสมาร์ทการ์ดจะไม่ส่งบิตตอบรับกลับออกมา ดังรูปที่ 2.23



รูปที่2.23 การเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำข้อมูลของสมาร์ทการ์ดชนิดเมมโมรีด้วยโปรโตคอลไอสแควร์ซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller :MCS-51)

2.7.1 โครงสร้างของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล MCS-51 นี้ผลิตโดยบริษัทอินเทลมีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.6

Device	ROMless Version	EPROM Version	ROM Bytes	RAM Bytes	8-Bit I/O Ports	16-Bit Timer/ Counters	Programmable Counter Array (PCA)	UART	Serial Expansion Port (SEP)	Global Serial Channel (GSC)	DMA Channels	A/D Channels	Interrupt Sources/ Vectors	Power Down and Idle Modes
8051	8031	-	4K	128	4	2		√					5/5	
8051AH	8031AH	8751H 8751BH	4K	128	4	2		√					5/5	
8052AH	8032AH	87525H	8K	256	4	3		√					6/6	
80C51BH	80C31BH	87C51	4K	128	4	2		√					5/5	√
80C52	80C32	-	8K	256	4	3		√					6/6	√
83C51FA	80C51FA	87C51FA	8K	256	4	3	√	√					14/7	√
83C51FB	80C51FB	87C51FB	16K	256	4	3	√	√					14/7	√
83C152JA	80C152JA	-	8K	256	5	2		√		√	2		15/11	√
-	80C152JB	-	-	256	7	2		√		√	2		15/11	√
83C152JC	80C152JC	-	8K	256	5	2		√		√	2		15/11	√
-	80C152JD	-	-	256	7	2		√		√	2		15/11	√
83C452	80C452	87C452P	8K	256	5	2		√					9/8	√

ตารางที่2.6 ตารางของไมโครคอนโทลเลอร์แบบชิพเดี่ยวในตระกูล 51

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1. ใช้แหล่งจ่ายไฟเพียงชุดเดียวโดยมีค่าเท่ากับ +5 โวลต์

2. มีหน่วยความจำโปรแกรมของแต่ละเบอร์ดังแสดงค่าในตารางที่ 2.5

3. การใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและดาต้า (Program Memory and Data Memory) แยกออกจากกันโดยแต่ละอันจะมีความจุ 64 กิโลไบต์

4. จะมีความเร็วในการใช้คำสั่งโดยใช้เวลาเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อทำงานที่ความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์

5. มีไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ (Timer/Counter) ขนาด 16 บิต จำนวน 2 ชุด (สำหรับ 8052 มี 3 ชุด) และมีการทำงานทั้งหมด 4 โหมด

6. สามารถรับอินเตอร์รัพท์ได้ 6 แหล่ง 5 เวคเตอร์

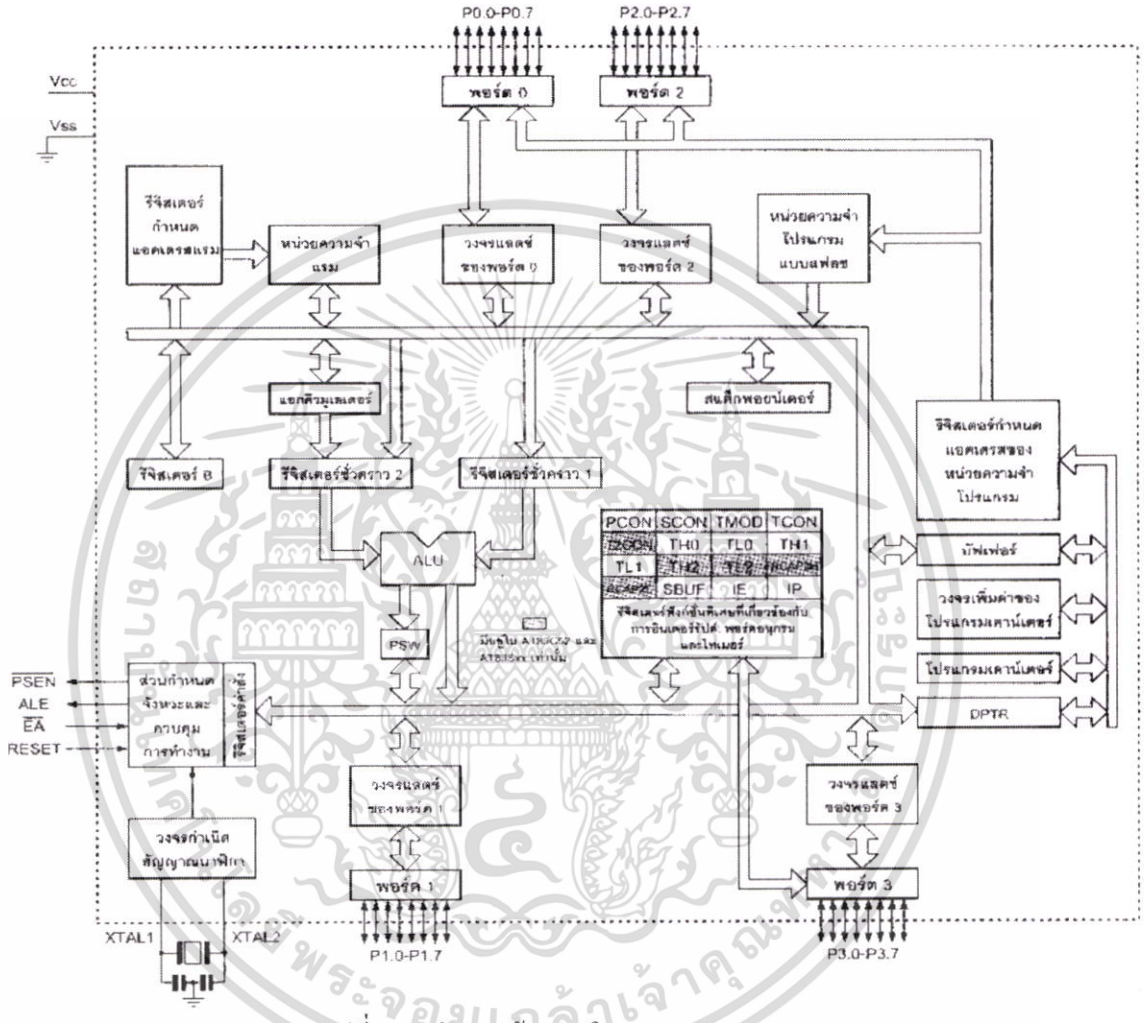
7. มีพอร์ทสำหรับรับ-ส่งข้อมูลอนุกรม(UART) 2 พอร์ท ทั้งรับและส่งในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) และสามารถเลือกรูปแบบการส่งข้อมูลได้ 4 โหมด

8. สามารถใช้คำสั่งในการทำโอเปอร์เรต(Operate)พวกแอนด์(AND), ออร์(OR) หรือคอมพลีเมนท์(Complement) ได้ทั้งแบบ 8 บิตและ 1 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 โครงสร้างภายในของ 8051 และ 8052

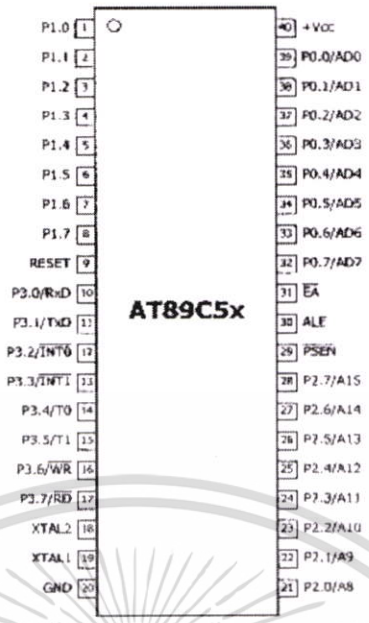
MCS-51 ใช้เทคโนโลยีการผลิตแบบเอ็นมอส(NMOS) หรือซีมอส(CMOS) เบอร์ 8032 และ 8052 จะมีรอมเบสิก (ROM BASIC) อยู่ภายในจึงทำให้สะดวกสำหรับโปรแกรมเมอร์ที่จะเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเบสิก ซึ่งโครงสร้างภายในสำหรับเบอร์ 8051 แสดงตามรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 โครงสร้างภายในของ MCS-51

ในการนำไปใช้งานนั้นเราใช้เป็นวงจรรวมไอซี ซึ่งมีการจัดเรียงขาดังรูปที่ 2.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

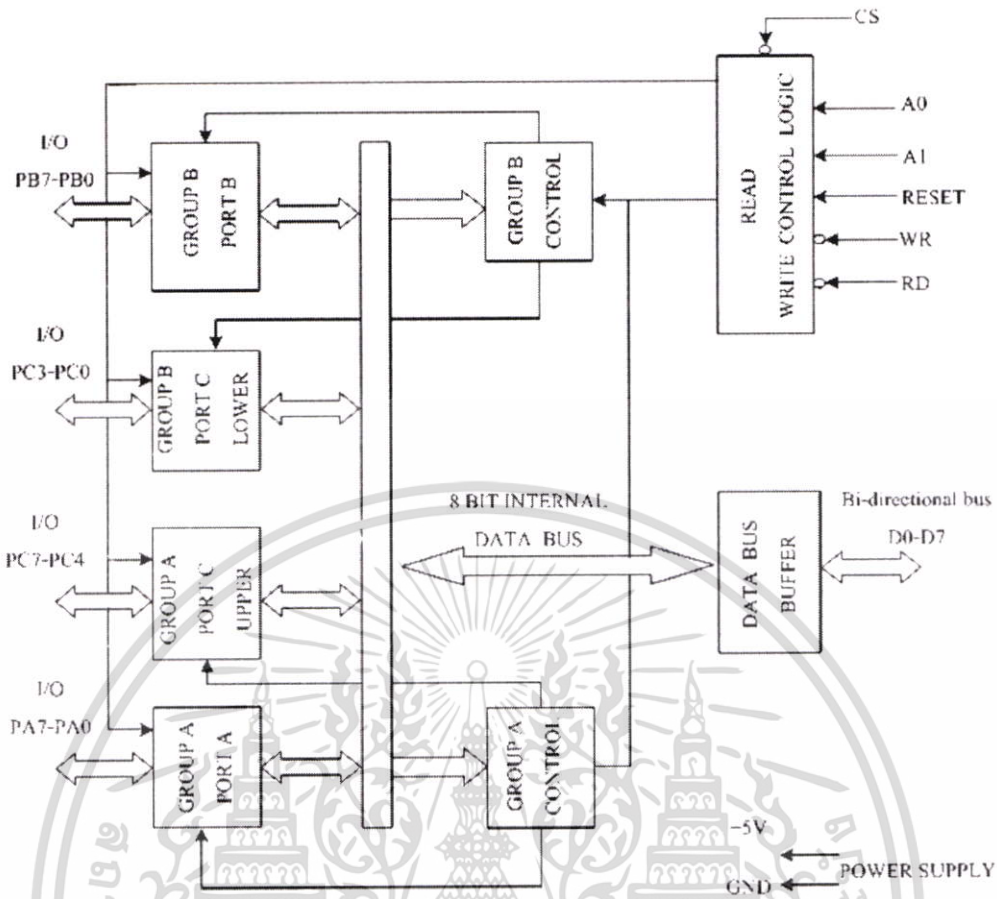


รูปที่ 2.25 แสดงการจัดเรียงขาของ 8051

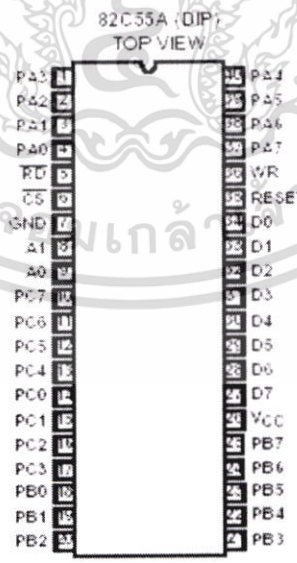
2.7.3 การเชื่อมต่อ ไอซี 8255 เข้ากับ MCS-51

ไอซีเบอร์ 8255 เป็นชิพขนาด 40 ขา โดยจะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเป็นพอร์ทอินพุต/เอาท์พุต โดยมีขาที่ใช้เป็นอินพุต/เอาท์พุตทั้งหมด 24 ขา ซึ่งแบ่งได้เป็นขาของพอร์ท *A*, พอร์ท *B* และพอร์ท *C* โดยที่แต่ละพอร์ทจะมี 8 ขา การทำงานของพอร์ท *C* จะแยกเป็น 2 ส่วน คือ พอร์ท *C* ล่างหรือตั้งแต่ $PC_0 - PC_3$ มีจำนวน 4 บิตและพอร์ท *C* บนหรือตั้งแต่ $PC_4 - PC_7$ มีจำนวน 4 บิตเช่นกัน และที่พอร์ท *C* นี่เองเราสามารถกำหนดให้มันทำงานเป็นอินพุตหรือเอาท์พุตก็ได้ โครงสร้างภายในของไอซี 8255 จะมีโครงสร้างตามรูปที่ 2.26 และมีการจัดเรียงขาของไอซีตามรูปที่ 2.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 โครงสร้างภายในของไอซี 8255



รูปที่ 2.27 การจัดเรียงขาของไอซี 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.27 แต่ละขาของไอซีจะมีชื่อตามตารางที่ 2.7

D_7-D_0	Data Bus (Bi-Directional)
RESET	Reset Input
CS	Chip Select
RD	Read Input
WR	Write Input
A_0,A_1	Port Address
PA_7-PA_0	Port A (bit)
PB_7-PB_0	Port B (bit)
PC_7-PC_0	Port C (bit)
V_{cc}	+5 Volts
GND	0 Volts

ตารางที่ 2.7 แสดงพินเนม(PIN NAMES) ของไอซี8255

2.7.3.1 โหมดการทำงานของ 8255

การทำงานของ 8255 มีอยู่ด้วยกัน 3 โหมด คือ

1.โหมด 0 มีการทำงานแบบเบสิกไอ/โอ (BASIC I/O) จะไม่มีการตรวจสัญญาณ (handshake)

2.โหมด 1 โหมดนี้ใช้ในพอร์ท *A*และพอร์ท *B* จะใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลและใช้พอร์ท *C* ในการตรวจสัญญาณ (handshake)

3.โหมด 2 โหมดนี้ใช้พอร์ท *A* ในการรับ-ส่งข้อมูล 2 ทิศทาง และใช้พอร์ท *B* ในการรับ-ส่งข้อมูลและใช้พอร์ท *C* บิต 0,1 และ 2 ในการรับ-ส่งข้อมูลบิต 4,5 และ 6 เป็นตัวตรวจสัญญาณ(handshake)

เราสามารถเขียนสรุปโหมดการทำงานของ8255 ได้ดังตารางที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

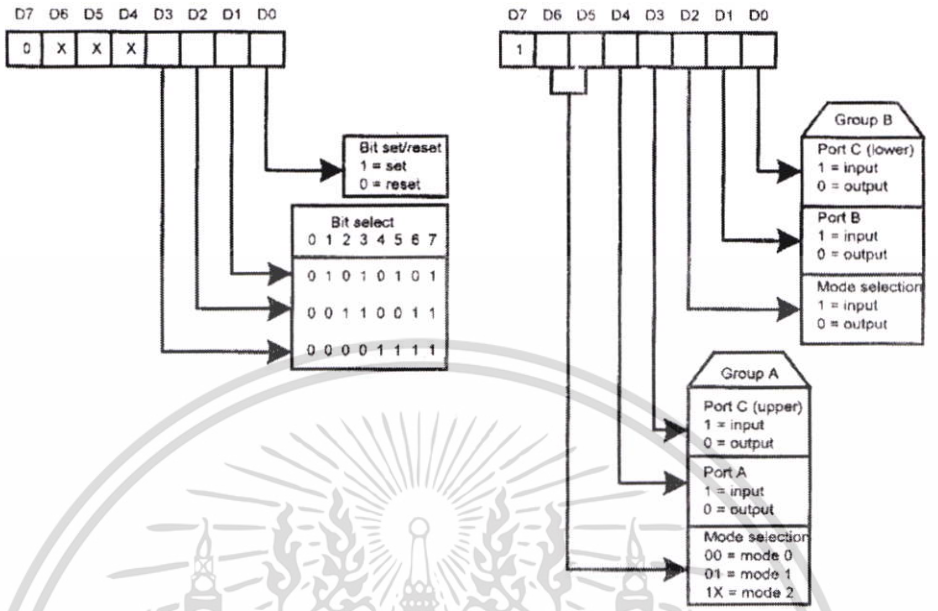
	MODE 0		MODE 1		MODE 2
	IN	OUT	IN	OUT	GROUP A ONLY
PA_0	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_1	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_2	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_3	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_4	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_5	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_6	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PA_7	IN	OUT	IN	OUT	⟷
PB_0	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_1	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_2	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_3	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_4	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_5	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_6	IN	OUT	IN	OUT	—
PB_7	IN	OUT	IN	OUT	—
PC_0	IN	OUT	$INTR_B$	$INTR_B$	I/O
PC_1	IN	OUT	$INTF_B$	$\overline{OBF_B}$	I/O
PC_2	IN	OUT	$\overline{STB_B}$	$\overline{ACK_B}$	I/O
PC_3	IN	OUT	$INTR_A$	$INTR_A$	$INTR_A$
PC_4	IN	OUT	$\overline{STB_A}$	I/O	$\overline{STB_A}$
PC_5	IN	OUT	IBF_A	I/O	IBF_A
PC_6	IN	OUT	I/O	$\overline{ACK_A}$	$\overline{ACK_A}$
PC_7	IN	OUT	I/O	$\overline{OBF_A}$	$\overline{OBF_A}$

ตารางที่ 2.8 สรุปโหมดการทำงานของ8255

การที่เราจะรับ-ส่งข้อมูลผ่านพอร์ททั้ง 3 พอร์ทได้นั้นจะต้องมีการกำหนดค่าเริ่มต้นเป็นรหัสควบคุมเพื่อที่จะให้ไอซีทำงาน ซึ่งเป็นการกำหนดว่าจะให้พอร์ทใดทำหน้าที่เป็นพอร์ทอินพุตหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ทใดทำหน้าที่เป็นพอร์ทเอาท์พุต โดยเราสามารถกำหนดค่าเริ่มต้นซึ่งเรียกว่า คอนโทรลเวิร์ด (CONTROL WORD)ได้ตามรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 การกำหนดค่าคอนโทรลเวิร์ดเพื่อให้ไอซีทำหน้าที่เป็นพอร์ทได้ตามที่เราต้องการ

2.7.3.2 สัญญาณต่างๆของ 8255

จากรูปที่ 2.27 จะมีสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการทำงานดังนี้ คือ

D_0-D_7 : บัสข้อมูลเชื่อมโยงกับ CPU

A_0 -A_7 : ใช้เลือกพอร์ท A,B,C และพอร์ทควบคุม

RESET : เมื่อขานี้ได้รับสัญญาณกระตุ้นลอจิก "1" จะทำให้ 8255 ถูกรีเซ็ตมีผลทำให้ทุกพอร์ทเป็นอินพุตทันที

PA_0 -PA_7 : เป็นพอร์ทขนาน 8 บิต

PB_0 -PB_7 : เป็นพอร์ทขนาน 8 บิต

PC_0 -PC_7 : เป็นพอร์ทขนาน 8 บิต

RD : ใช้ในการอ่านข้อมูลที่พอร์ทขนานของ 8255 ต้องทำให้ลอจิกที่ขานี้มีค่าเป็น "0" พร้อมกับ *CS*

WR : ใช้ในการอ่านข้อมูลหรือโปรแกรมลงบน 8255 ต้องทำให้ลอจิกที่ขานี้มีค่าเป็น "0" พร้อมกับ *CS*

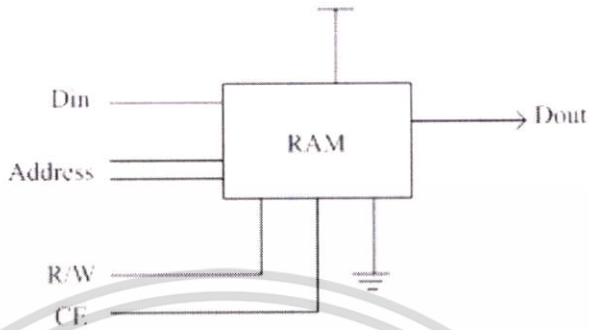
CS : เป็นขาเลือกชิพ 8255 ได้ ขานี้มักจะต่อกับไอ/โอ ดีโค้ดเดอร์ (I/O DECODER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 การเชื่อมต่อหน่วยความจำ (RAM:Read Access Memory)

2.7.4.1 โครงสร้างของแรม (RAM)

โครงสร้างพื้นฐานของแรม สามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่2.29



รูปที่ 2.29 โครงสร้างพื้นฐานของRAM

จากรูปโครงสร้างพื้นฐานของRAM จะมีส่วนของสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมที่สำคัญ คือ

1. D_{in} : เป็นสายสัญญาณที่จะนำเอาข้อมูลไปเก็บใน RAM เมื่อมีการเขียนข้อมูล

2. D_{out} : เป็นสายสัญญาณที่จะนำเอาข้อมูลออกจาก RAM เมื่อข้อมูลได้รับการอ่านเรียบร้อยแล้ว

3. แอดเดรส (Address) : เป็นสายสัญญาณที่ทำหน้าที่กำหนดแอดเดรสของ RAM เพื่อการเขียนหรืออ่านข้อมูล

4. *R/W* : เป็นสายสัญญาณที่ทำหน้าที่กำหนดการเขียนหรืออ่านข้อมูลบน RAM

5. *CE* : เป็นสายสัญญาณเพื่อเลือกชิพในกรณีที่ต้องการต่อหลายๆ ชิพในระบบเพื่อที่จะได้ทราบว่าชิพใดได้รับการเลือก

6. V_{cc}, GND : เป็นสายไฟเลี้ยงวงจรและกราวด์

การทำงานของ RAM จะต้องใช้สัญญาณต่างๆเหล่านี้ร่วมกัน โดยสัญญาณควบคุมนี้จะได้รับการสร้างขึ้นมาจากไมโครโปรเซสเซอร์

2.7.4.2 ลำดับการอ่านข้อมูลจาก RAM

เมื่อเราต้องการอ่านข้อมูลที่มีอยู่ใน RAM นั้นจะมีลำดับขั้นตอนในการอ่านข้อมูลดังนี้

1. จะต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านข้อมูลให้กับ RAM แล้ววงจรภายใน RAM จะทำการถอดรหัสเพื่อกำหนดตำแหน่งที่แท้จริงสำหรับการอ่าน

2. ทำการกำหนดสัญญาณที่ขา *R/W* ให้ถูกต้องตามลอจิก โดยการอ่านหน่วยความจำบางชิพจะต้องกำหนดลอจิกให้เป็น “1” บางชิพอาจต้องกำหนดให้เป็น “0” การกำหนดให้เป็นลอจิกอะไรนั้นจะต้องพิจารณาจากคู่มือของชิพตัวนั้นประกอบ(Data sheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จะต้องให้ระบบรออยู่ชั่วขณะหนึ่ง ซึ่งเรียกช่วงเวลานี้ว่า ช่วงเวลาการอ่าน (read access time) ในการอ่านนี้จะใช้สัญญาณเลือกชิพ ทำการเลือกโดยส่งสัญญาณ *CE* มาก่อน

4. ในช่วงเวลาขณะที่รอนี้ ข้อมูลที่ได้รับการอ่านจะมาปรากฏที่สายสัญญาณ D_{out} เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์ รับข้อมูลออกไป

2.7.4.3 ลำดับการเขียนข้อมูลใน RAM

การเขียนข้อมูลใน RAM มีลักษณะคล้ายกับการอ่าน แต่จะมีข้อแตกต่างอยู่บ้าง โดยการเขียนข้อมูลนั้นจะมีลำดับขั้นตอน ดังนี้คือ

1. ทำการกำหนดแอดเดรสให้กับหน่วยความจำตามตำแหน่งที่ต้องการจะเขียนข้อมูล

2. กำหนดสายสัญญาณข้อมูลเข้าโดยใช้สายสัญญาณ D_{in}

3. ให้ระบบทำการรอเวลาชั่วขณะหนึ่ง เราเรียกช่วงเวลานี้ว่า ช่วงเวลาการเขียน (write access time)

4. เมื่อรอเวลาแล้ว ทำการกำหนดสัญญาณ *R/W* เพื่อการเขียน ซึ่งสัญญาณ *R/W* นี้จะเป็นขบวนพัลส์ (Pulse) เล็กๆ ที่พอเพียงสำหรับการเขียนข้อมูลลงใน RAM

2.7.5 การเชื่อมต่อแอลซีดี โมดูล (LCD Module)

ปัจจุบันแอลซีดี โมดูลหรือจอแอลซีดีนั้นเป็นที่นิยมใช้กันเป็นอย่างมาก สำหรับใช้ในการแสดงผลในเครื่องมือต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีความเหมาะสมหลายๆด้าน เช่นการใช้กระแสเพื่อให้มันทำงานค่อนข้างต่ำ สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรและตัวเลขหรือแสดงเป็นกราฟฟิก (เฉพาะรุ่น) จะมีปัญหาคือในด้านวงจร ซึ่งมีระบบการทำงานที่ซับซ้อนและหาอุปกรณ์ได้ค่อนข้างยาก แต่ขณะนี้ผู้ผลิตแอลซีดีจะผลิตเป็นโมดูล (Module) ออกมาคือ เป็นโมดูลที่มีตัวแอลซีดีและวงจรควบคุมมาให้พร้อม(เรียกว่า LCM) ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ได้ง่ายและสะดวกสำหรับการเขียนโปรแกรม รวมทั้งมีจำหน่ายกันอย่างกว้างขวางและมีราคาที่เหมาะสม ทำให้ผู้ใช้งานทางด้านไมโครโปรเซสเซอร์หันมาใช้แผงแสดงผลด้วยแอลซีดีโมดูล กันมากขึ้น

แอลซีดีโมดูลมีอยู่หลายรุ่นและมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลักคือ แบบด็อทเมทริกซ์และกราฟฟิก โดยแบบด็อทเมทริกซ์จะแสดงผลเป็นตัวอักษรขนาด 5×8 และมีจำนวนตัวอักษรและบรรทัดแตกต่างกันไปในแต่ละรุ่น ส่วนแบบกราฟฟิกจะสามารถแสดงผลในแบบบิทแมพ (Bit Map) คือ จะสร้างเป็นภาพใดๆ ก็ได้ตามต้องการ แนวทางในการใช้งานของทั้ง 2 แบบ จะมีลักษณะใกล้เคียงกัน การใช้งานโดยทั่วไปมักจะใช้แบบด็อทเมทริกซ์มากกว่าเนื่องจากราคาถูกกว่าและเพียงพอต่องานส่วนใหญ่ คุณสมบัติของด็อทเมทริกซ์แอลซีดีโมดูล สามารถสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. มีให้เลือกหลายรุ่นตามความต้องการใช้งาน โดยมีจำนวนตัวอักษรและบรรทัดแตกต่างกันไป

2. ตัวอักษรแสดงด้วยดอทแมทริกซ์ขนาด 5 × 8

3. สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ได้ 2 ลักษณะคือ แบบเมมโมรี่แมพ(Memory Map) และแบบผ่านพอร์ท 8255 ซึ่งจะใช้ขาสัญญาณทั้งหมด 14 ขา (ขั้วต่อ 16 PIN)

4. การใช้งานง่ายและสะดวกกับ ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ เพียงแค่ส่งข้อมูลให้กับแอลซีดีโมดูลเท่านั้น ข้อความก็จะปรากฏบนแผงแสดง และจะค้างไว้ตลอดทำให้ไม่ต้องเสียเวลาของระบบ

5. มีคำสั่งพิเศษสำหรับอำนวยความสะดวกมากมาย เช่น CLEAR, DISPLAY, HOME, CURSOR, ON-OFF CURSOR, BLANK CHARACTER และอื่นๆ อีก

6. สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษและตัวเลขได้ 160 ตัว และสัญลักษณ์พิเศษอีก 32 ตัว รวมทั้งสามารถกำหนดอักษรที่ออกแบบได้อีก 8 ตัว

7. ในการทำงานนั้นจะใช้ปริมาณกระแสที่น้อย รวมทั้งมีน้ำหนักเบาและใช้ไฟเลี้ยงต่ำเพียง 5 โวลต์เท่านั้นก็สามารถทำให้มันทำงานได้

การทำงานนั้นขาของแอลซีดีโมดูลแสดงดังตารางที่ 2.9

PIN	SYMBOL	LEVEL	FUNCTION
1.	V_{ss}	-	0 V GND
2.	V_{cc}	-	+5 V Power Supply
3.	V_{ee}	-	+V For Liquid Crystal Drive
4.	RS	H/L	Register Select H : Data Input L : Instruction Input
5.	R/W	H/L	H : Data Read L : Data Write
6.	E	H	Enable Signal (L->H)
7.	DB_0	H/L	Data Bus Bit 0
8.	DB_1	H/L	Data Bus Bit 1
9.	DB_2	H/L	Data Bus Bit 2
10.	DB_3	H/L	Data Bus Bit 3
11.	DB_4	H/L	Data Bus Bit 4
12.	DB_5	H/L	Data Bus Bit 5
13.	DB_6	H/L	Data Bus Bit 6
14.	DB_7	H/L	Data Bus Bit 7

ตารางที่ 2.9 แสดงขาสัญญาณของแอลซีดีโมดูล(LCD Module)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.6 การใช้งานคีย์สวิตช์หรือคีย์แพด (Keypad)

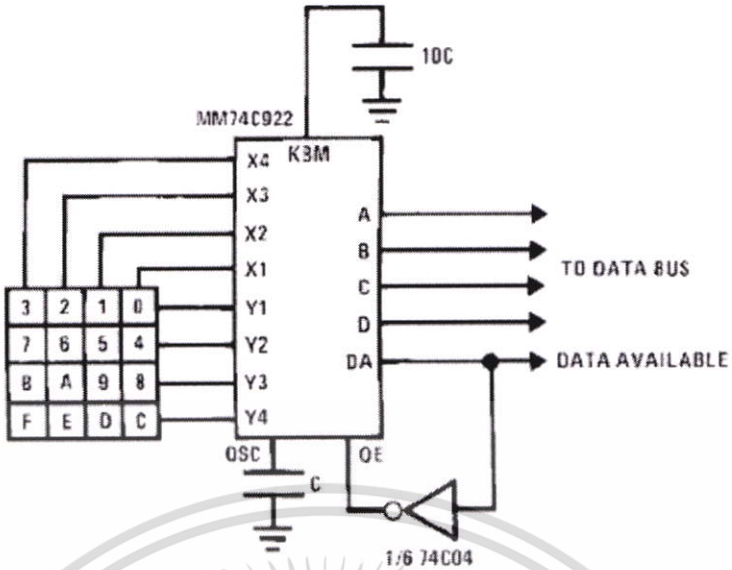
เพื่อให้ง่ายต่อการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ไปใช้งาน ดังนั้นการทำงานของคีย์แพดจึงมีความจำเป็น โดยมีคีย์สวิตช์แบบเมทริกต์เพื่อใช้ในรับค่าอินพุตต่างๆ และนำค่าที่รับมานั้นไปใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ คีย์แพดมีอยู่ด้วยกันหลายแบบแต่แบบที่ง่ายต่อการนำไปใช้งานก็ คือคีย์แพดขนาด 4 ×4 คีย์ ดังรูปที่ 2.31 ซึ่งจะมีการตรวจสอบว่าสวิตช์ใดถูกกดนั้นจะทำโดยการส่งค่าออกไปที่พอร์ทเอาท์พุตให้เป็นลอจิก “0” แล้วอ่านค่าเข้ามาใหม่ การส่งค่าที่สแกนได้ไปที่พอร์ทเอาท์พุตนั้นจะต้องทำอย่างรวดเร็วเพื่อที่จะตรวจสอบการกดสวิตช์ให้ทัน

เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งานได้มีการนำไอซีเบอร์74C922 มาใช้ในการสแกนคีย์เพื่อตรวจสอบว่ามีการกดคีย์ใดหรือไม่ โดยเอาท์พุตที่ออกจากไอซีจะเป็นเลขไบนารี จากนั้นก็สามารถที่จะนำเอาท์พุตที่ได้ไปต่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามวงจรการใช้งานของไอซีในรูปที่ 2.32

รูปที่2.30 วงจรของสวิตช์แบบเมตริกซ์หรือคีย์แพด

รูปที่2.31 รูปคีย์สวิตช์หรือคีย์แพดแบบ 4 × 4 คีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 วงจรการต่อใช้งานของไอซีสแกนคีย์เบอร์ 74C922

เลขไบนารีที่ได้จากการสแกนคีย์จะสามารถนำมาเขียนเป็นตารางที่ 2.10

KEY	PC7 – PC0	KEY	PC7 – PC0
1	1110 1110	7	1110 1011
2	1101 1110	8	1101 1011
3	1011 1110	9	1011 1011
UP	0111 1110	2ND	0111 1011
4	1110 1101	CLEAR	1110 0111
5	1101 1101	0	1101 0111
6	1011 1101	HELP	1011 0111
DOWN	0111 1101	ENTER	0111 0111

ตารางที่ 2.10 ค่าจากพอร์ท C เมื่อมีการกดสวิตช์เกิดขึ้น

2.8 การใช้งานโปรแกรมวิชวลเบสิก (Visual Basic : VB) ในการติดต่อกับผู้ใช้ (user)

2.8.1 การจัดการเรื่องสตริง (String) และฟังค์ชันที่เกี่ยวข้อง

2.8.1.1 การเชื่อมต่อสตริง 2 ชุดเข้าด้วยกัน

การเชื่อมต่อค่าชุดตัวอักษรหรือตัวแปรแบบสตริง(Concatenation) จะทำได้ 2 วิธี คือ การใช้เครื่องหมาย “&” หรือการใช้เครื่องหมาย “+” ตัวอย่างเช่น

```
Dim strA, strB, strC, strD, strE
strA = “I LOVE YOU”
strB = “so much”
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
strC = strA + strB                    'จะได้ strC = "I LOVE YOU so much"
strD = strA & strB                    'จะได้ strD = "I LOVE YOU so much"
```

เช่นกัน

```
strE = strA & " not " + strB          'จะได้ strE = "I LOVE YOU not so much"
```

2.8.1.2 การใช้ฟังค์ชันสำหรับแปลงตัวอักษรกับรหัส ASCII

- ฟังค์ชัน *Asc ( )*

ฟังค์ชัน Asc ( ) จะมีรูปแบบของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม คือ *Asc (String)*

การทำงานของฟังค์ชันนี้จะใช้ในการแปลงค่าตัวอักษรที่อยู่ใน String ให้เป็นรหัสค่าแอสกี้ (ASCII) ซึ่งเป็นรหัสมาตรฐานของตัวอักษรในคอมพิวเตอร์

ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม

```
Dim MyNumber
MyNumber = Asc("A")          'จะได้ค่า MyNumber = 65 ซึ่งเป็นค่ารหัสแอสกี้ ของตัว "A"
MyNumber = Asc("a")          'จะได้ค่า MyNumber = 97 ซึ่งเป็นค่ารหัสแอสกี้ ของตัว "a"
MyNumber = Asc("Apple")      'จะได้ค่า MyNumber = 97 ซึ่งเป็นค่ารหัสแอสกี้ ของตัว "A"
```

- ฟังค์ชัน *Chr ( )*

ฟังค์ชัน *Chr ( )* จะมีรูปแบบของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม คือ *Chr (CharCode)*

การทำงานของฟังค์ชันนี้จะใช้ในการแปลงค่าตัวเลขรหัสแอสกี้ ที่อยู่ใน CharCode ให้เป็นตัวอักษร จะเป็นการทำงานย้อนกลับกระบวนการของฟังค์ชัน *Asc ( )*

ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม

```
Dim Mychar
Mychar = chr(65)          'จะได้ค่า MyChar = "A" ซึ่งเป็นตัวอักษรของรหัสแอสกี้ ค่า 65
Mychar = chr(97)          'จะได้ค่า MyChar = "a" ซึ่งเป็นตัวอักษรของรหัสแอสกี้ค่า 97
Mychar = chr(37)          'จะได้ค่า MyChar = "%" ซึ่งเป็นตัวอักษรของรหัสแอสกี้ ค่า 37
```

2.8.1.3 การใช้ฟังค์ชันที่ใช้ในการแปลงตัวเลขกับสตริง

- ฟังค์ชัน *Str ( )*

ฟังค์ชัน *Str ( )* จะมีรูปแบบของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม คือ *Str (Number)*

การทำงานของฟังค์ชันนี้จะทำการแปลงค่าตัวเลข "Number" ให้เป็นตัวแปรแบบตัวอักษร โดยถ้าค่าตัวเลขเป็นค่าบวกจะได้ผลลัพธ์ จะขึ้นต้นด้วยอักษรว่าง (Space) หนึ่งตัวแล้วตามด้วยตัวเลข ถ้าตัวเลขเป็นค่าลบ ผลลัพธ์ที่ได้ก็จะเป็นเครื่องหมายลบ (-) แล้วตามด้วยตัวเลข

ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม

```
Dim MyString
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MyString = Str(123)              'ตัวแปร MyString = "123"
MyString = Str(-123.45)          'ตัวแปร MyString = "-123.45"
MyString = Str(567.001)          'ตัวแปร MyString = "567.001"
```

- ฟังก์ชัน *Val ( )*

ฟังก์ชัน *Val ( )* จะมีรูปแบบของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม คือ *Val (String)*

การทำงานของฟังก์ชัน Val นี้จะใช้ในการเปลี่ยนค่าตัวเลขที่เก็บไว้ในตัวอักษรสตริง(String) ในตัวแปรชนิดสตริง ให้กลายเป็นค่าตัวแปรชนิดตัวเลขตามที่ตัวอักษรนั้นแสดงอยู่ เพื่อให้สามารถนำค่ามาคำนวณได้

ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม

```
Private Sub Command_Click()
Dim A As String, B As String, Result As Variant    'ประกาศตัวแปร A และ B เป็นแบบสตริง
                                                    และตัวแปรชื่อ "Result"เป็นแบบ Variant
  A = "123"                      'กำหนดให้ A มีค่าเท่ากับ "123" เป็นตัวอักษร
  B = "456"                      'กำหนดให้ B มีค่าเท่ากับ "456" เป็นตัวอักษร
  Result = A + B                 'นำตัวแปร A รวมกับตัวแปร B แล้วจัดเก็บในตัวแปร Result
  Print Result                   'จะได้ค่า Result = "123456" เป็นสตริง
  Result = Val(A) + Val(B)
  Print Result                   'จะได้ค่า Result = "579" เป็นค่าตัวเลข
End Sub
```

2.8.1.4 การใช้ฟังก์ชันที่ใช้ในการตัดอักษรสเปซ(Space) ในสตริง (String)

- ฟังก์ชัน *Len ( )*

ฟังก์ชัน *Len ( )* จะมีรูปแบบของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม คือ *Len(string | varname)*

การทำงานของฟังก์ชันนี้ ใช้ในการหาความยาวของตัวอักษรในสตริงหรือเนื้อที่ที่ใช้ในหน่วยความจำของตัวแปร

ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม

```
Private Type MyRscorc              'กำหนดตัวแปรแบบ Type ชื่อ "MyRecord"
  ProductID As Integer
  Descrirtion As String * 30       'กำหนดให้ใช้เนื้อที่ 30 ตัวอักษร
End Type
Dim Order As MyRecord              'ประกาศตัวแปรชื่อ "Order" เป็นตัวแปรชนิด "MyRecord"
Dim MyInt As Interger, MyCur As Currency
Dim MyString, MyLen
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MyString = "Hello World"
MyLen = Len(MyInt)          'จะได้ค่า 2 เพราะตัวแปรแบบ Integer จะใช้เนื้อที่ 2 ไบต์
MyLen = Len(Order)          'จะได้ 32 เป็นจำนวนเนื้อที่เป็นไบต์ของตัวแปร Order
MyLen = Len(MyString)       'จะได้ค่า 11 เท่ากับจำนวนตัวอักษร
MyLen = Len(MyCur)          'จะได้ค่า 8 เท่ากับจำนวนเนื้อที่ของตัวแปรแบบ Integer
```

2.8.1.5 การใช้ฟังก์ชันที่ทำงานกับอาเรย์ชนิดสตริง

-ฟังก์ชัน *Split*

ฟังก์ชัน *Split* จะมีรูปแบบของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม คือ

Split(expression[,delimiter[,count[,compare]]])

การทำงานของฟังก์ชันนี้จะใช้ในการแยกข้อความ "expression" ไปเก็บไว้ในอาเรย์ 1 มิติ โดยใช้ตัวอักษร "delimiter" เป็นตัวแยก

expression คือ นิพจน์แบบสตริงที่ต้องการนำมาแยก

delimiter คือ ตัวอักษรที่ใช้ในการแยก

count คือ จำนวนครั้งที่ต้องการแยก

compare คือ การกำหนดวิธีการเปรียบเทียบในการค้นหา เหมือนในฟังก์ชัน *Replace*

ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม

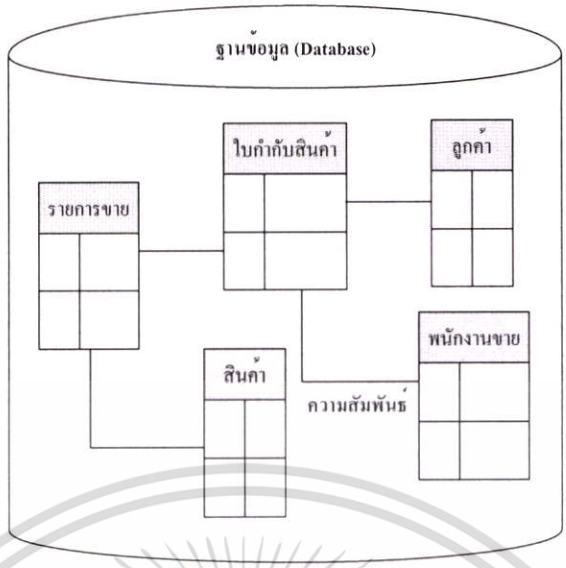
```
Dim strSource As String, strResult() As String
strSource = "Chattavut,Male,2991576,chat@alum.mit.edu
strResult = Split(strSource, ",", -1, vbTextCompare)
' จะได้การทำงานของโปรแกรมคือ  strResult(0) = "Chattavut", strResult(1) = "Male".
                              strResult(2) = "2991576", strResult(3) = chat@alum.mit.edu
```

2.8.2 พื้นฐานเกี่ยวกับฐานข้อมูล (Database)

2.8.2.1 ความหมายของฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล(Database)คือที่อยู่ของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันหรืออาจจะเปรียบเทียบเป็นคลังของข้อมูลก็ได้ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บรวบรวมกันอย่างเป็นระบบและรูปแบบ ทำให้ง่ายต่อการประมวลผลและการจัดการ โดยปรกติการใช้งานจะต้องมีโปรแกรม เพื่อจัดการฐานข้อมูลที่มีอยู่ซึ่งเรียกว่าดีบีเอ็มเอส (DBMS:Database Management System) สำหรับฐานข้อมูลที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบันจะเป็นแบบรีเลชันดาต้าเบส (Relation Database) ซึ่งจะจัดเก็บข้อมูลอยู่ในรูปของ ตาราง(Table) โดยที่ข้อมูลที่อยู่ในแต่ละตารางจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

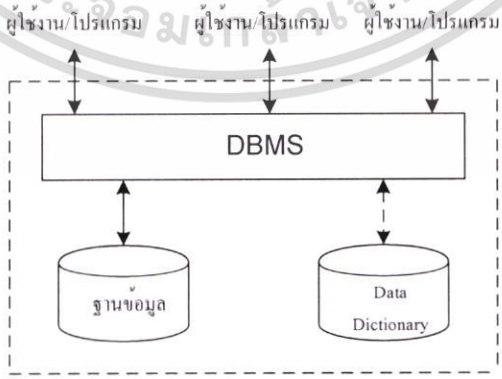


รูปที่ 2.33 ตัวอย่างฐานข้อมูล

จากรูปที่ 2.33 เป็นการแสดงฐานข้อมูลการขายสินค้า ซึ่งประกอบไปด้วยตารางใบกำกับสินค้า, รายการขาย, ลูกค้า, สินค้าและพนักงานขายตามลำดับ จะสังเกตได้ว่าในแต่ละตารางจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและตารางที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลจะเป็นข้อมูลที่มีความเกี่ยวพันกันเท่านั้น ข้อมูลใดที่ไม่เกี่ยวข้องมักจะถูกแยกไปในฐานข้อมูลอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกัน

2.8.2.2 องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล (Database System)

ระบบฐานข้อมูล(Database System) จะประกอบไปด้วย ฐานข้อมูล (Database), ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System หรือ DBMS) และดาต้าดิกชันนารี (Data Dictionary) ดังรูปที่ 2.34 โดยที่ฐานข้อมูลจะเป็นที่จัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ด้วยกัน มีดีบีเอ็มเอส ทำหน้าที่จัดการกับฐานข้อมูลดังกล่าวและโครงสร้างของฐานข้อมูลจะถูกจัดเก็บไว้ในดาต้าดิกชันนารี



รูปที่ 2.34 องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างระหว่างคำว่า "ฐานข้อมูล" กับคำว่า "ระบบฐานข้อมูล" ว่ามีความแตกต่างกันตรงที่ ฐานข้อมูลจะเป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบฐานข้อมูลเท่านั้นมีเพียงตารางและความสัมพันธ์ระหว่างตาราง แต่ระบบฐานข้อมูลจะต้องประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ฐานข้อมูล, ดีบีเอ็มเอส และดาต้าดิกชันนารี

สำหรับดีบีเอ็มเอสนับว่าเป็นส่วนสำคัญในระบบฐานข้อมูลเป็นอย่างยิ่ง เปรียบเสมือนผู้จัดการฐานข้อมูล ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้งานกับฐานข้อมูล โดยที่ดีบีเอ็มเอส จะรับคำสั่งจากผู้ใช้งานหรือจากโปรแกรมต่างๆ หลังจากนั้นจะทำการประมวลผลกับฐานข้อมูลโดยอาศัยโครงสร้างที่จัดเก็บไว้ในดิกชันนารี (โครงสร้างของฐานข้อมูลเหล่านั้นจะเรียกว่า เมต้า ดาต้า : Meta Data) และทำหน้าที่ส่งผลลัพธ์ที่ได้กลับคืนไปยังผู้ใช้งานหรือโปรแกรมโดยที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องรู้เลยว่าดีบีเอ็มเอสจัดเก็บข้อมูลอย่างไร มีกลไกในการเข้าถึงหรือค้นหาข้อมูลอย่างไร ขอเพียงรู้คำสั่งที่ต้องการสั่งงานเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการเท่านั้น ที่เหลือจะเป็นหน้าที่ของดีบีเอ็มเอส ในการดึงข้อมูลหรือการประมวลผลต่างๆ ดังนั้น สำหรับผู้ใช้งานจะรู้สึกว่าการใช้งานดีบีเอ็มเอส ทำได้อย่างง่ายดาย เพราะ ดีบีเอ็มเอส จะซ่อนความยุ่งยากในการเข้าถึงข้อมูลไว้เอง สำหรับดีบีเอ็มเอสที่ได้รับความนิยมสูงสุดในปัจจุบันจะเรียกว่า อาร์ดีบีเอ็มเอส(RDBMS:Relational DBMS) ซึ่งอาร์ดีบีเอ็มเอส นี้จะมีให้เลือกใช้งานมากมาย ทั้งแบบใช้งานคนเดียวหรือหลายคนพร้อมๆ กัน เช่น ไมโครซอฟท์แอคเซส (MS-Access), ฟอกซ์โปร(FoxPro), พาราดอกซ์ (Paradox) เป็นต้น จนถึงระดับเซิฟเวอร์ (Server) ที่เรียกว่า ดาต้าเบส เซิฟเวอร์ (Database Server) เช่น เอสคิวแอล เซิฟเวอร์ (SQL Server), โอราเคิล (Oracle) เป็นต้น

2.8.2.3 คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูล

- **ตาราง (Table) :** เป็นที่จัดเก็บข้อมูล(บางส่วน) ของฐานข้อมูล โดยปกติในฐานข้อมูลหนึ่ง จะประกอบไปด้วยหลายๆ ตารางรวมกัน โดยที่ตารางจะประกอบไปด้วยเรคคอร์ด (Record) และฟิลด์ (Field) โดยที่ใน 1 ตารางจะมีกี่เรคคอร์ด กี่ฟิลด์ก็ได้ดังตารางที่ 2.11

ร้านที่	ชื่อร้าน	มูลค่าที่ขายได้	วันที่
1	ก๋วยเตี๋ยวเรือ	1200	18/02/2004
2	ราดหน้า	1500	18/02/2004
3	อาหารตามสั่ง	2300	18/02/2004
3	น้ำปั่น	1000	18/02/2004

ตารางที่ 2.11 ตัวอย่างตารางที่มี 4 เรคคอร์ด,4 ฟิลด์

- **เอสคิวแอล (SQL : Structured Query Languae) :** เป็นภาษามาตรฐานที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูล เช่น การเรียกค้นข้อมูล, การเพิ่มเติมข้อมูล, การแก้ไขข้อมูลหรือการลบข้อมูลที่มีอยู่ ส่วนใหญ่จะใช้ในรีเลชันชิพ ดาต้าเบส (Relationship Database)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **คิวรี (Query) :** เป็นการเรียกข้อมูลที่ต้องการ ส่วนใหญ่จะใช้เอสคิวแอล เป็นภาษาในการคิวรี
- **เรคคอร์ดเซท (Recordset) :** เป็นกลุ่มของข้อมูลที่ได้จากการทำคิวรี สำหรับเรคคอร์ดเซทที่ได้ สามารถนำไปประมวลผลต่อไปได้
- **อินเด็กซ์ (Index) :** คือการทำดัชนีของข้อมูลเพื่อให้การค้นหาข้อมูลทำได้อย่างรวดเร็ว โดยที่อินเด็กซ์สามารถประกอบไปด้วยหลายๆฟิลด์รวมกันหรือเป็นเพียงฟิลด์เดียวก็ได้
- **ไพรมารี่คีย์ (Primary Key) :** เป็นตัวแทนของเรคคอร์ดในตารางเพื่อใช้ในการเข้าถึงข้อมูล ซึ่งค่าของไพรมารี่คีย์ในเรคคอร์ดหนึ่งๆ จะต้องไม่ซ้ำกับเรคคอร์ดอื่นๆในตาราง(มีคุณสมบัติ Uniqueness) โดยปรกติจะใช้ฟิลด์ที่ทำอินเด็กซ์มาเป็นไพรมารี่คีย์ เช่นกัน
- **ฟอเรนน์คีย์ (Forign Key) :** คือฟิลด์ที่อยู่ในตารางหนึ่ง (อาจเป็นหลายฟิลด์ก็ได้) เพื่อใช้อ้างอิงถึงข้อมูลในอีกตารางหนึ่ง ซึ่งฟิลด์ที่ใช้เป็นฟอเรนน์คีย์ มักจะเป็นไพรมารี่คีย์ ของอีกตารางที่มีความสัมพันธ์กัน
- **รีเลชันชิพ (Relationship) :** คือความสัมพันธ์ระหว่างตาราง ซึ่งประกอบไปด้วยความสัมพันธ์แบบ 1:1 (One-To-One), 1:M (One-To-Many) และ M:N(Many-To-Many) สำหรับทุกตารางในฐานข้อมูลจะต้องมีฟิลด์เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างตารางและเรียกฟิลด์นี้ว่า ฟอเรนน์คีย์ (Forign Key)

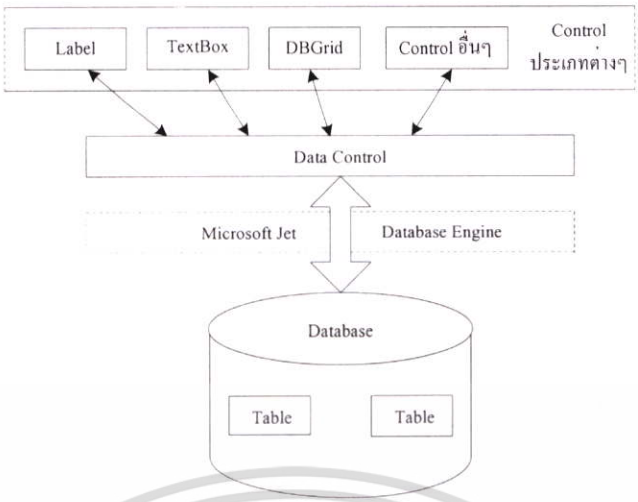
2.8.3 การใช้งานโปรแกรม Visual Basic เพื่อเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลโดยใช้ดาต้าคอนโทรล

ในการติดต่อกับฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิชวล เบสิกนั้น สามารถจะจัดการกับฐานข้อมูลโดยใช้ดาต้าคอนโทรล(Data Control) ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวกที่สุดในการติดต่อกับฐานข้อมูล เนื่องจากดาต้าคอนโทรลจะติดต่อกับฐานข้อมูลและจัดการกับข้อมูลในตารางโดยอัตโนมัติ เช่น การเปิดฐานข้อมูล การแสดงและการแก้ไขข้อมูลในตาราง เป็นต้น แต่อย่างไรก็ดีการใช้ดาต้าคอนโทรลยังมีข้อจำกัดอยู่พอสมควร เช่น ไม่มีฟังค์ชันในการลบข้อมูล เป็นต้น รวมทั้งสามารถจัดการกับตารางได้เพียงหนึ่งตารางเท่านั้น หากต้องการจัดการกับข้อมูลในหลายๆ ตารางพร้อมกัน จะต้องสร้างคิวรี (Query) ให้เสร็จเรียบร้อยก่อนในไมโครซอฟแอคเซส(MS-Access) ดังนั้น หากต้องการนำดาต้าคอนโทรลไปใช้งานจริงจะต้องเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมอีกส่วนหนึ่ง

ดาต้าคอนโทรลเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เราสามารถจัดการกับข้อมูลในตารางได้ เช่น การเพิ่ม การลบ การแก้ไข หรือการค้นหาข้อมูลที่ต้องการเป็นต้น ปรกติแล้วการใช้เดต้าคอนโทรลโดยตรง สามารถติดต่อกับข้อมูลได้เพียงตารางเดียวเท่านั้น การติดต่อกับข้อมูลหลายๆตารางจะต้องอาศัยการทำคิวรี (Query)

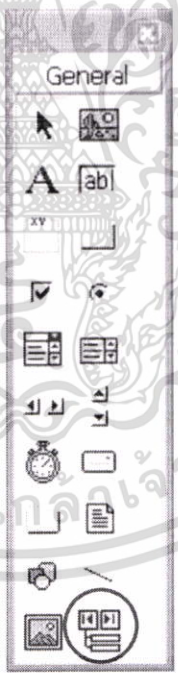
การเข้าถึงข้อมูลในตารางใดๆ นั้นไม่สามารถใช้คอนโทรลโดยทั่วไป เช่น Label TextBox เพื่อติดต่อกับฐานข้อมูลได้โดยตรง การที่จะนำข้อมูลขึ้นมาแสดงหรือแก้ไขนั้นจะต้องทำงานผ่านดาต้าคอนโทรลเสมอ และดาต้าคอนโทรลจะเป็นตัวกลางเพื่อจัดการกับข้อมูลในตารางที่ต้องการ โดยการทำงานนั้นจะมีความสัมพันธ์ดังรูปที่ 2.35

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



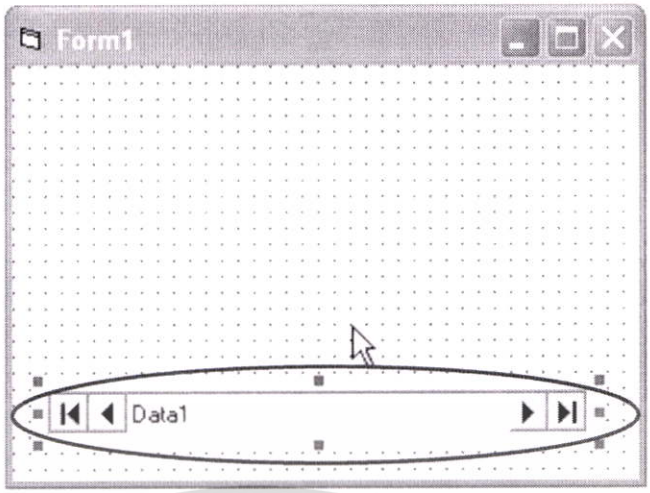
รูปที่ 2.35 การทำงานของดาต้าคอนโทรล

ในการใช้งานจริงนั้นในโปรแกรมวิชวลเบสิกจะมีดาต้าคอนโทรล ซึ่งจะช่วยในการทำการติดต่อกับข้อมูลจากไฟล์ฐานข้อมูล โดยจะอยู่ในรูปของทูลบอกซ์ ดังรูปที่ 2.36 และเมื่อนำไปวางบนฟอร์มจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.37



รูปที่ 2.36 ดาต้าคอนโทรลที่อยู่ในรูปของทูลบอกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

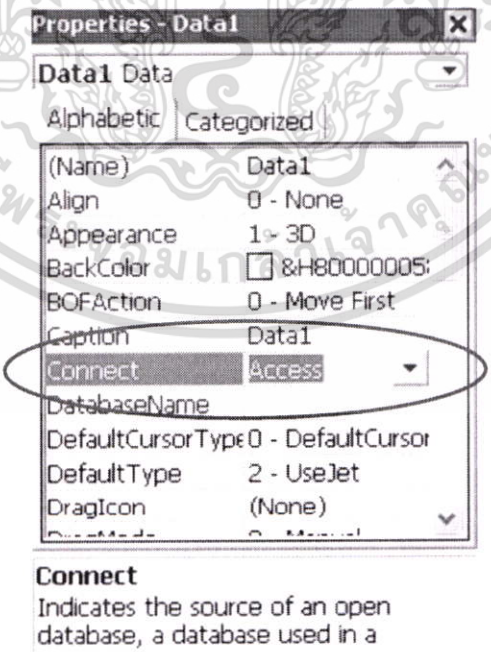


รูปที่ 2.37 รูปร่างของดาต้าคอนโทรลเมื่อนำมาวางบนฟอร์ม

2.8.3.1 การติดต่อกับไฟล์ฐานข้อมูลด้วยดาต้าคอนโทรล

ในการสร้างโปรแกรมฐานข้อมูล จะต้องทำการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลนั้นก่อน ซึ่งในดาต้าคอนโทรล จะเชื่อมต่อผ่านทางคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้คือ

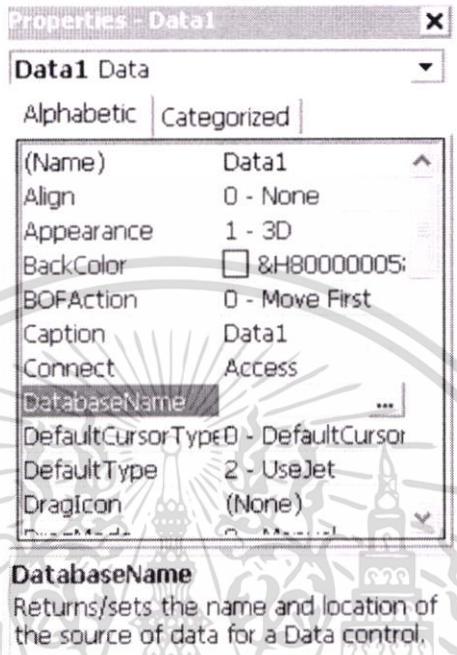
- ***คุณสมบัติ Connect*** : จะเป็นการกำหนดชนิดไฟล์ฐานข้อมูลของโปรแกรมตัวที่เรากำลังทำการเชื่อมต่อ เช่นโปรแกรมที่จะทำงานกับไฟล์ฐานข้อมูลที่สร้างด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์ แอคเซส ดังนั้นเราต้องกำหนดคุณสมบัติ Connect เป็นแอคเซส (Access) นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมฐานข้อมูลตัวอื่นๆ อีก เช่น Dbase, Foxpro และ Excel ที่เราเลือกที่จะทำการติดต่อด้วยได้ ดังรูปที่ 2.38



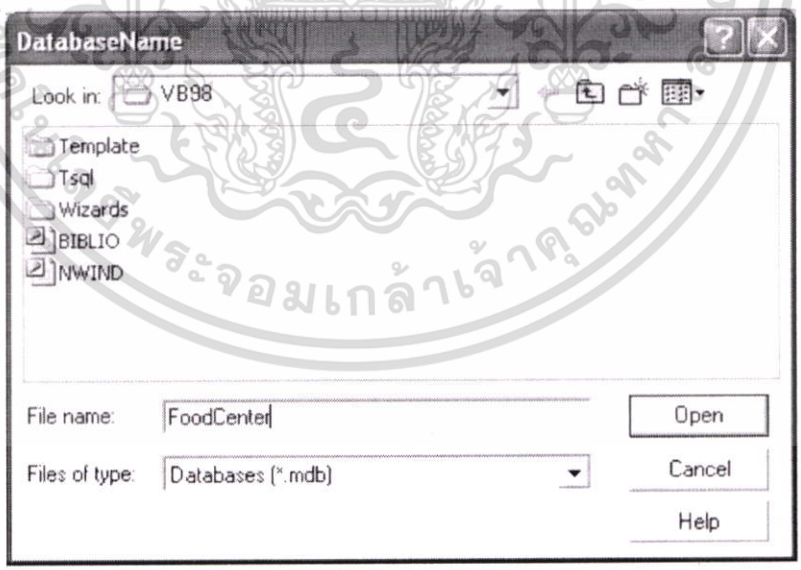
รูปที่ 2.38 การกำหนดคุณสมบัติคอนเนคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ***คุณสมบัติ Database Name*** : เป็นการกำหนดไฟล์ฐานข้อมูลที่จะใช้ โดยต้องระบุทั้งพาร์ท (Path) ที่เก็บไฟล์นั้นด้วย เช่น "C:\Program|DevStudio\Vb\FoodCenter.MDB" เป็นต้น หรืออาจจะเลือกจากไดอะล็อกซ์บ็อกซ์ก็ได้ โดยมีขั้นตอนการกำหนดคุณสมบัติ ตามรูปที่ 2.39



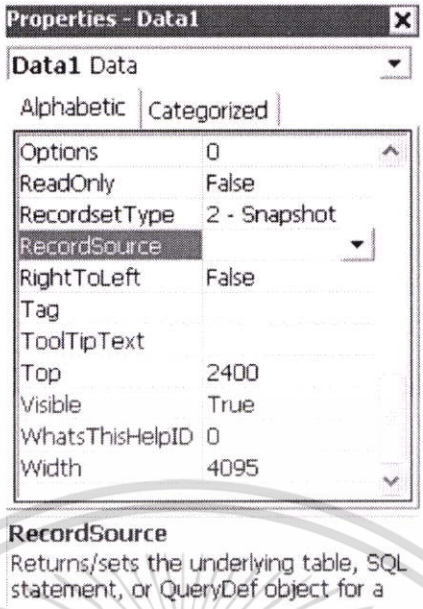
รูปที่ 2.39 การกำหนดคุณสมบัติ DatabaseName



รูปที่ 2.40 การกำหนดคุณสมบัติ DatabaseName เมื่อคลิกที่ปุ่ม ... เพื่อเลือกไดเร็กทอรี่และไฟล์ที่ต้องการ

- ***คุณสมบัติ RecordSource*** : เป็นการกำหนดตารางข้อมูลในฐานข้อมูลที่จะนำมาใช้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปคำสั่งเอสคิวแอล(SQL) หรือคิวรีก็ได้ โดยมีตัวอย่างการกำหนดตารางจากฐานข้อมูลดังรูปที่ 2.41

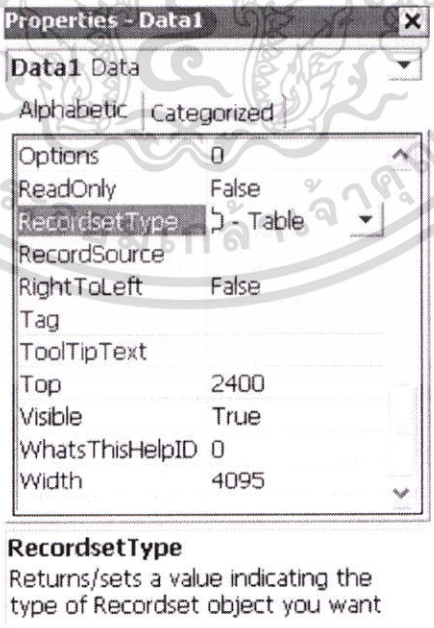
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.41 การกำหนดตารางจากฐานข้อมูลในไฟล์

- ***คุณสมบัติ RecordSet*** : เป็การกำหนดค่าเพื่อทำให้โปรแกรมสามารถทำงานได้เร็วขึ้น โดยใช้คุณสมบัติ RecordSetType ซึ่งมีให้เลือกใช้งาน 3 ชนิดคือ

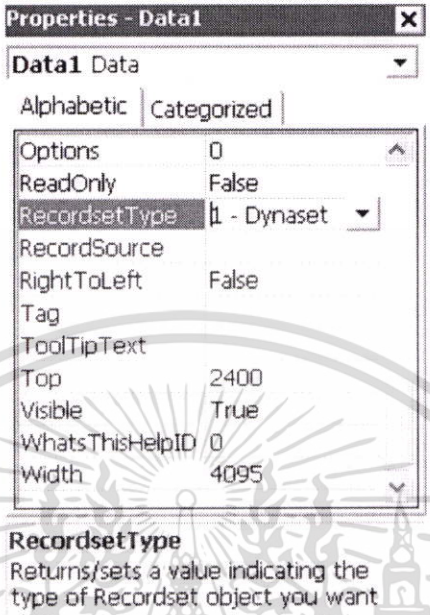
1.ชนิด Table : เป็นชนิดของเรคคอร์ดเซท ที่แทนตารางซึ่ง เรคคอร์ดเซทชนิดนี้จะมีความเร็วในการค้นหาข้อมูลที่ดีที่สุด เนื่องจากใช้อินเด็กซ์ (Index) เป็นฟิลด์พิเศษที่ช่วยในการค้นหาข้อมูล



รูปที่ 2.42 การกำหนด RecordSet ชนิด Table

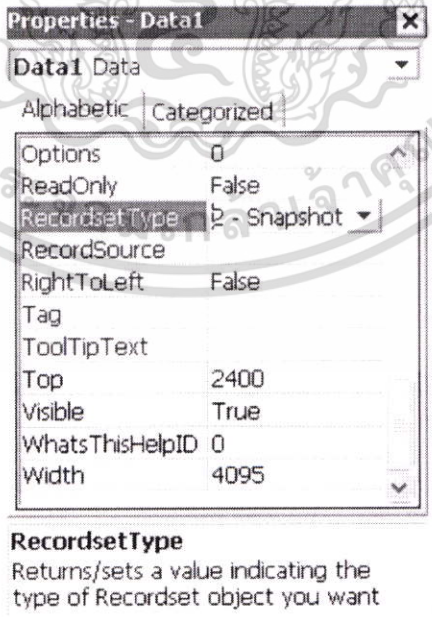
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ชนิด Dynaset : ชนิดของเรคคอร์ดเซท ที่สามารถสร้างจากตารางเดียว หรือหลายตารางก็ได้ และจะสามารถแก้ไขข้อมูลได้ การกำหนดจะทำการกำหนดดังรูปที่ 2.43



รูปที่ 2.43 การกำหนด RecordSet ชนิด Dynaset

3.ชนิด Snapshot : จะเหมือนกับไดนาเซท แต่ต่างกันที่ เรคคอร์ดเซทชนิดนี้จะทำงานได้เร็วกว่า แต่ไม่สามารถแก้ไขค่าข้อมูลได้ ในการกำหนดจะทำการกำหนดดังรูปที่ 2.44



รูปที่ 2.44 การกำหนด RecordSet ชนิด Snapshot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3.2 การเขียนคำสั่งโปรแกรมกับดาต้าคอนโทรล

- การย้ายไปยังเรคคอร์ดต่างๆ ในเรคคอร์ดเซท

ในย้ายไปยังเรคคอร์ดต่างๆ ในดาต้าคอนโทรล จะทำโดยการเรียกเมถอดของเรคคอร์ดเซท ซึ่งมีดังนี้

- MoveFirst : ย้ายไปยังเรคคอร์ดแรก
- MoveLast : ย้ายไปยังเรคคอร์ดสุดท้าย
- MoveNext : ย้ายไปยังเรคคอร์ดถัดไป
- MovePrevious : ย้ายไปยังเรคคอร์ดก่อนหน้านี้
- Move : ย้ายไปยังเรคคอร์ดที่ต้องการ โดยการใช้คำสั่ง

```
Data1.Recordset.Move 5          'ไปยังเรคคอร์ดที่ 5 ใน Recordset
```

-การค้นหาข้อมูลในเรคคอร์ดเซท

ในการค้นหาข้อมูลที่ต้องการในเรคคอร์ดเซท จะทำโดยใช้เมดถอดดังต่อไปนี้ คือ

- FindFirst : ค้นหาเรคคอร์ดแรกที่ตรงกับเงื่อนไข
- FindLast : ค้นหาเรคคอร์ดสุดท้ายที่ตรงกับเงื่อนไข
- FindNext : ค้นหาเรคคอร์ดต่อไปที่ตรงกับเงื่อนไข
- FindPrevious : ค้นหาเรคคอร์ดก่อนหน้าที่ตรงกับเงื่อนไข

- การจัดการกับข้อมูลในเรคคอร์ดเซท

ในการจัดการกับข้อมูลที่อยู่ในเรคคอร์ดเซท สามารถทำได้โดยการใช้การกำหนดเมดถอด ตามคุณสมบัติต่อไปนี้ คือ

- *คุณสมบัติ AddNew* : เพิ่มข้อมูลเข้าไปใน Recordset โดยมีคำสั่งต่อไปนี้ คือ

```
Private Sub cmdAdd_Click( )
    datPrimaryRS>Recordset.AddNew        ' เพิ่มเรคคอร์ดต่อท้ายใหม่
End Sub
```

- *คุณสมบัติ Delete* : ลบข้อมูลใน Recordset โดยมีคำสั่งต่อไปนี้ คือ

```
Private Sub cmdDellete_Click( )
    With datPrimaryRS.Recordset
    .Delete                          ' ลบเรคคอร์ดปัจจุบัน
    .MoveNext                        ' เลื่อนไปยังเรคคอร์ดถัดไป
    If .EOF Then .MoveLast           ' ถ้าไม่มีเรคคอร์ดต่อไปให้ไปยังเรคคอร์ดสุดท้าย
    End With
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-การแก้ไขข้อมูลในเรคอร์ดเซท

ในการแก้ไขข้อมูล จะสามารถแก้ไขค่าของแต่ละฟิลด์ในเรคคอร์ดเซท ได้โดยการกำหนดค่าใหม่ให้ดังตัวอย่างการใช้งาน คือ

```
Sub CmdUpdate_Click( )          ' เป็นการกำหนดค่าใหม่ให้กับฟิลด์ CustomerName,
                                  CustomerAddress
    Data1.Recordset("CustomerName") = "Tharin Sittitummacharee"
    Data2.Recordset("CustomerAddress") = "45/65 Jarunsanitvang rd.Bangkok"
    Data1.Update                ' เปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูล
End Sub
```

จากคำสั่งข้างต้น ก่อนที่จะทำการแก้ไขข้อมูล ควรจะมรการตรวจสอบคุณสมบัติ ReadOnly ของดาต้าคอนโทรลหรือคุณสมบัติ Updateable ของเรคคอร์ดเซท ว่าสามารถที่จะทำการแก้ไขได้หรือไม่ โดยใช้คำสั่งในการเขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
If Data1.ReadOnly = True or Data1.Recordset.Updateable = False Then
    MsgBox "This data can't be updated"
End If
```

- การบันทึกตำแหน่งของเรคคอร์ดไว้

บุคมาร์ค(Bookmark) สามารถเก็บตำแหน่งของเรคคอร์ดที่เราทำงานอยู่ด้วย เพื่อช่วยให้สามารถกลับมาที่เรคคอร์ดเดิมได้อีกครั้งได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้คำสั่งต่อไปนี้ คือ

```
Dim MyBk AsVariant
MyBk = Data1.Recordset.Bookmark     ' เก็บตำแหน่งปัจจุบันไว้
Data1.Recordset.MoveFirst           ' ไปยังเรคคอร์ดแรก
Data1.Recordset.Bookmark = MyBk     ' กลับไปยังตำแหน่งเรคคอร์ดที่เก็บค่าไว้ในตอนแรก
```

- การเปลี่ยนแปลงข้อมูลระหว่างดาต้าคอนโทรลกับไฟล์ฐานข้อมูล

การเปลี่ยนแปลงข้อมูล สามารถทำได้โดยการใช้เมดถอดต่างๆ ดังนี้ คือ

- Refresh : ใช้ในการอ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลใหม่ที่เข้ามาในดาต้าคอนโทรล ซึ่งจะทำให้ค่าต่างๆ ที่แสดงผลบนคอนโทรล ณ เวลานั้นเป็นที่ทันสมัยที่สุด ตัวอย่างการใช้งานเช่น *Data1.Refresh* เป็นต้น
- UpdateRecord : เป็นการทำให้ค่าของข้อมูลที่เราเปลี่ยนแปลงไปในหน้าจอแสดงผลให้มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในไฟล์ฐานข้อมูลโดยตรงตัวอย่างการใช้งานเช่น *Data1.UpdateRecord* เป็นต้น
- UpdateControls : เป็นการอ่านค่าของเรคคอร์ดปัจจุบันมาแสดงในคอนโทรลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

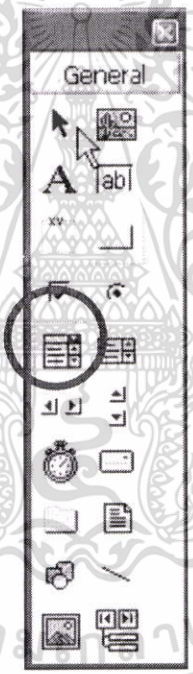
2.8.4 การใช้คอนโทรลฐานข้อมูลอื่นๆ

2.8.4.1 คอนโทรล Data Bound ListBox และ Data Bound ComboBox

คอนโทรล Data Bound ListBox และ คอนโทรล Data Bound ComboBox จะคล้ายกับคอนโทรล ListBox และ ComboBox ธรรมดาแต่จะสามารถแสดงข้อมูลจากเรคคอร์ดเซทโดยอัตโนมัติ เมื่อเรากำหนดค่าคุณสมบัติที่จะแสดงข้อมูลเรียบร้อยแล้วและการทำงานที่ซับซ้อนกับฐานข้อมูลได้ เช่น การแสดงข้อมูลทั้งตาราง การแก้ไขข้อมูลเป็นกลุ่ม เป็นต้น

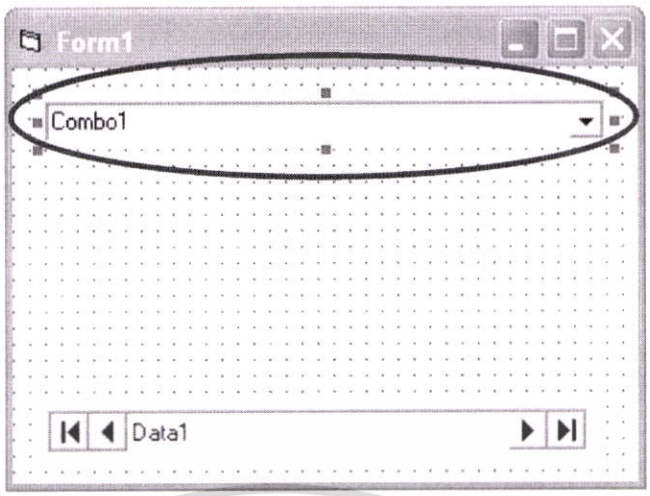
สำหรับคุณสมบัติของคอนโทรล Data Bound ListBoxและ คอนโทรล Data Bound ComboBox ที่เราต้องกำหนดเพื่อแสดงผลข้อมูลจากฐานข้อมูลมีดังนี้

- RowSource : เป็นชื่อของดาต้าคอนโทรลที่เราต้องการให้แสดงผลออกมาในคอนโทรล
- ListField : เป็นฟิลด์ที่เราต้องการให้แสดงจากตารางฐานข้อมูลการใช้งานคอนโทรลแบบนี้จะมีลักษณะดังรูปที่ 2.45



รูปที่ 2.45 การใช้งานคอนโทรล Data Bound ComboBox ซึ่งเป็นทูลบอกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

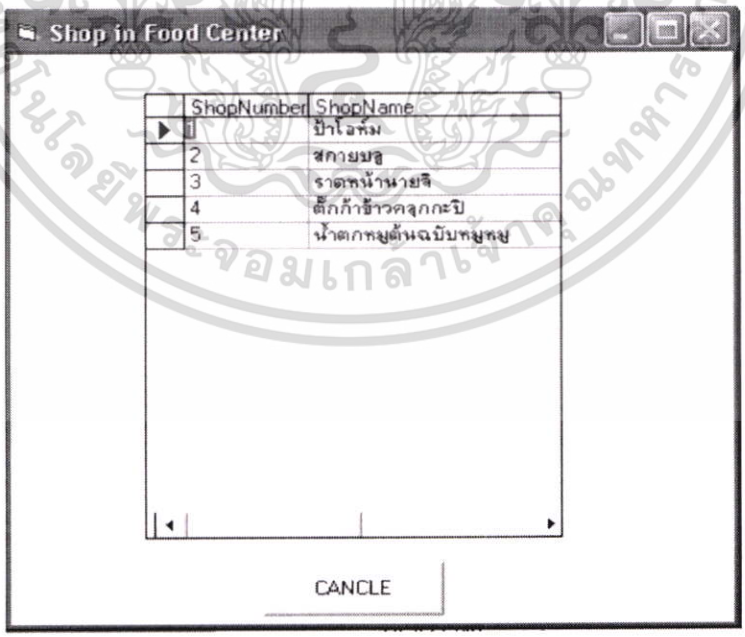


รูปที่ 2.46 เมื่อวางคอนโทรล Data Bound ComboBox ลงบนฟอร์ม

2.8.4.2 คอนโทรล Data Bound Grid (DBGrid)

คอนโทรล Data Bound Grid (DBGrid) จะสามารถแสดงข้อมูลจากเรคคอร์ดเซทของฐานข้อมูลในรูปแบบของช่องตาราง และจะแสดงค่าเรคคอร์ดทุกเรคคอร์ดที่มีอยู่ในดาต้าคอนโทรลตามที่กำหนดในคุณสมบัติดาต้าซอสส์ ซึ่งเหมาะสำหรับใช้แสดงข้อมูลทั้งหมดในคราวเดียว โดยไม่จำเป็นต้องเลื่อนดูทีละเรคคอร์ด

ตัวอย่างการใช้งานของคอนโทรลดาต้าบาวน์กริด จะมีลักษณะ ดังรูปที่ 2.47



รูปที่ 2.47 คอนโทรลดาต้าบาวน์กริด (DBGrid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4.3 คอนโทรล MSFlexGrid

คอนโทรล MSFlexGrid มีความสามารถพิเศษหลายอย่างเหนือกว่าคอนโทรลดาต้าบาวน์กริด โดยที่สามารถแสดงฟอนต์ได้หลายรูปแบบในการแสดงข้อมูล แต่จะไม่สามารถแก้ไขข้อมูลที่แสดงอยู่ในคอนโทรลนี้ได้

- *ความสามารถของคอนโทรล MSFlexGrid*
  - ข้อมูลที่แสดงจะอ่านได้อย่างเดียว ไม่สามารถที่จะนำการแก้ไขข้อมูลได้
  - สามารถย้ายคอลัมน์และแถวได้
  - สามารถจัดกลุ่มข้อมูลที่เหมือนกันเข้าเป็นเซลเดียวได้
  - แต่ละเซลในคอนโทรลสามารถแสดงได้ทั้งข้อความและรูปภาพ
  - ใช้งานร่วมกับดาต้าคอนโทรล ในการแสดงข้อมูลจากไฟล์มาตรฐานข้อมูลได้ทันที
  - มีฟังค์ชันในการค้นหา และแทนที่ข้อความในคอนโทรล
  - สามารถแก้ไขค่าของข้อมูลได้จากคำสั่งในโปรแกรม

2.8.5 SQL (Structured Query Language)

เอสคิวแอล เป็นภาษามาตรฐานที่ใช้ในการจัดการติดต่อกับฐานข้อมูลที่เป็นแบบอาร์ดีบีเอ็มเอส(RDBMS:Relational Database Management System) ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท ไอบีเอ็ม ในปี ค.ศ. 1970 ซึ่งเรียกว่า "Sequel" ต่อมาได้มีการกำหนดขึ้นเป็นมาตรฐานโดยเอเอ็นเอสไอ(ANSI:American National Standard Institute) ในปี ค.ศ.1989 โดยยึดเอารูปแบบมาจากภาษา Sequel ของไอบีเอ็ม และเรียกว่ามาตรฐานเอสคิวแอล-89 (SQL-89) เพื่อให้คำสั่งที่ใช้จัดการฐานข้อมูลในแบบอาร์ดีบีเอ็มเอส ต่างชนิดกันมีมาตรฐานเดียวกันและใช้งานร่วมกันได้และหลังจากนั้น เอเอ็นเอสไอ ได้มีการพัฒนาเอสคิวแอลอย่างต่อเนื่องจนได้กำหนดเป็นมาตรฐานใหม่ล่าสุดในปี ค.ศ.1992 ซึ่งเรียกว่ามาตรฐานเอสคิวแอล-92 (SQL-92)

เนื่องจากเอสคิวแอล เป็นภาษาที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเรียนรู้และใช้งานได้อย่างง่ายดาย จึงทำให้เป็นที่นิยมอย่างรวดเร็ว ดังนั้น อาร์ดีบีเอ็มเอส โดยทั่วไปเช่น เอสคิวแอลเซิฟเวอร์(SQL Server)โอราเคิล(Oracle)หรือไมโครซอฟท์แอคเซส (MS Access) เป็นต้น

นอกจากนี้ยังสามารถใช้ภาษาเอสคิวแอลนี้ เพื่อจัดการกับฐานข้อมูล โดยผ่านอาร์ดีบีเอ็มเอสเอง หรือสั่งผ่านโปรแกรมก็ได้ เช่น หากเราใช้ไมโครซอฟท์แอคเซส ก็สามารถพิมพ์คำสั่งเอสคิวแอลได้โดยตรงในโปรแกรมแอคเซส หรือจะใช้คำสั่งเอสคิวแอล ผ่านวิชวลเบสิก หรือคอมไพล์เลอร์อื่นๆ ก็ได้ การใช้ภาษาเอสคิวแอล เพื่อจัดการกับฐานข้อมูลผ่านวิชวลเบสิก โดยที่เราสามารถดึงข้อมูลที่ต้องการจากตาราง ทั้งจากตารางเดียวหรือหลายตารางก็ได้ อีกทั้งยังสามารถเพิ่มเติม แก้ไข หรือลบข้อมูล และสามารถที่จะสร้าง แก้ไขโครงสร้างตารางได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5.1 ประเภทคำสั่งในภาษาเอสคิวแอล

คำสั่งในภาษาเอสคิวแอล สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆได้แก่

1. Data Definition Language (DDL) ใช้เพื่อจัดการโครงสร้างของฐานข้อมูล เช่น การสร้างตาราง แก้ไขโครงสร้างตาราง สร้างอินเด็กซ์ไพรมารี่คีย์ เป็นต้น

2. Data Manipulation Language (DML) ใช้เพื่อจัดการกับข้อมูลในตารางต่างๆ เช่น การดึงข้อมูลที่ต้องการ การเพิ่มเติม แก้ไข หรือลบข้อมูล เป็นต้น คำสั่งดีเอ็มแอล(DML) ในเอสคิวแอล(SQL) นี้จะประกอบไปด้วยคำสั่งที่จำเป็นต่อการใช้งาน ได้แก่ SELECT,INSERT,DELETE

2.8.5.2 การดึงข้อมูลจากตาราง (Select)

ในการดึงข้อมูลจากตารางเราจะใช้คำสั่ง "Select" โดยที่เราจะสร้างโปรแกรมเพื่อทำการดึงข้อมูลจากตารางที่เป็นฐานข้อมูล โดยมีรูปแบบการใช้คำสั่ง คือ

SELECT ชื่อฟิลด์ FROM ชื่อตาราง

นอกจากการระบุชื่อฟิลด์ที่ต้องการจากตารางแล้ว ยังสามารถดึงข้อมูลทุกๆ ฟิลด์จากตาราง โดยการใช้เครื่องหมาย "*" แทนชื่อฟิลด์ เช่น ถ้าต้องการข้อมูลทุกฟิลด์จากตาราง Product ก็จะเขียนคำสั่งได้เป็น

SELECT * FROM Product

- การดึงข้อมูลเฉพาะบางฟิลด์จากตาราง

การใช้คำสั่ง SELECT ในการดึงข้อมูลบางฟิลด์จากตารางที่ต้องการ โดยการระบุชื่อฟิลด์ที่ต้องการหลังคำสั่ง SELECT และใช้เครื่องหมายคอมมา (,) เป็นตัวคั่นระหว่างฟิลด์ เช่น ถ้าต้องการฟิลด์ ProductId, ProductName และ UnitPrice จากตาราง Product จะสามารถเขียนคำสั่งได้ คือ

SELECT ProductId, ProductName, UnitPrice FROM Product

- การดึงข้อมูลเฉพาะเรคคอร์ดที่ต้องการ

ในการใช้คำสั่ง SELECT เพื่อดึงข้อมูลเฉพาะเรคคอร์ดที่ต้องการ โดยระบุเงื่อนไขที่ต้องการหลังคำว่า WHERE ซึ่งมีรูปแบบการใช้คำสั่ง คือ

SELECT ชื่อฟิลด์ FROM ชื่อตาราง [WHERE เงื่อนไข]

ในการใส่เงื่อนไขหลัง WHERE เช่น ถ้าต้องการเฉพาะเรคคอร์ดที่มี UnitPrice > = 100 เราก็จะใช้คำสั่ง

SELECT ProductID, ProductName, UnitPrice FROM Product

WHERE UnitPrice > = 100

การใช้ WHERE นี้ นอกจากจะใส่เงื่อนไขโดยทั่วไปแล้ว ยังสามารถดึงข้อมูลที่ตรงกับค่าใดค่าหนึ่งในกลุ่มที่กำหนดโดยการใช้ "IN" แทนเครื่องหมายเปรียบเทียบ เช่น ถ้าเราต้องการเรคคอร์ดที่มี UnitPrice = 100, 200, 300 หรือ 500 โดยจะมีการใช้คำสั่ง คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SELECT ProductID, ProductName, UnitPrice FROM Product

WHERE UnitPrice IN (100, 200, 300, 500)

ส่วนการดึงข้อมูลจากตารางที่เป็น Null หรือไม่เป็น Null นั้นไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบโดยใช้เงื่อนไขโดยตรงได้ เช่น ถ้าต้องการเฉพาะเรคคอร์ดที่มีฟิลด์ ProductName เป็น Null ก็ไม่สามารถจะใช้คำสั่ง "SELECT * FROM Product WHERE ProductName = NULL" ได้แต่จะต้องใช้ "IS NULL" (ในกรณีที่เป็น Null) หรือ IS NOT NULL (ในกรณีที่ไม่เป็น Null) เช่น ถ้าต้องการเฉพาะเรคคอร์ดที่มีฟิลด์ ProductName เป็น Null ในตาราง "Product" จะใช้คำสั่ง

SELECT ProductID, ProductName, UnitPrice FROM Product

WHERE ProductName IS NULL

- การจัดเรียงข้อมูลตามฟิลด์ที่ต้องการ

ในการจัดเรียงข้อมูลตามฟิลด์ที่ต้องการได้ โดยใส่ชื่อฟิลด์ที่ต้องการจัดเรียงหลังคำว่า ORDER BY ซึ่งมีรูปแบบการใช้คำสั่ง คือ

SELECT ชื่อฟิลด์ FROM [WHERE เงื่อนไข]

ORDER BY ชื่อฟิลด์ที่ต้องการจัดเรียง

โดยใส่ชื่อฟิลด์ที่ต้องการจัดเรียงหลัง "ORDER BY" เช่น ถ้าต้องการจัดเรียงข้อมูลด้วยฟิลด์ ProductName จะมีการใช้คำสั่ง คือ

SELECT ProductID, ProductName, UnitPrice FROM Product

WHERE UnitPrice >= 1000 ORDER BY ProductName

ส่วนการจัดเรียงข้อมูลด้วยฟิลด์มากกว่า 1 ฟิลด์ขึ้นไป เช่น ถ้าต้องการจัดเรียงด้วยชื่อสินค้าก่อน ถ้าชื่อสินค้าเกิดขึ้นซ้ำกัน ให้จัดเรียงตาม "Categoryld" ก็มีการใส่ชื่อฟิลด์ที่ต้องการจัดเรียงแล้วคั่นด้วยเครื่องหมายคอมมา (,) เช่น

SELECT * FROM Product ORDER BY ProductName, Categoryld

2.8.5.3 การเพิ่มข้อมูลเรคคอร์ดใหม่ในตาราง (INSERT)

การเพิ่มข้อมูลโดยใช้ภาษาเอสคิวแอล จะใช้คำสั่ง INSERT เพื่อเพิ่มข้อมูลในตารางตามค่าของข้อมูลต่างๆ บนหน้าจอ โดยจะมีรูปแบบของคำสั่งคือ

INSERT INTO ชื่อตาราง (ชื่อฟิลด์ที่ 1, ชื่อฟิลด์ที่ 2 ,....., ชื่อฟิลด์ที่ n)

VALUES (ค่าของฟิลด์ที่ 1, ค่าของฟิลด์ที่ 2,...., ค่าของฟิลด์ที่ n)

2.8.5.4 การแก้ไขข้อมูล (UPDATE)

การแก้ไขข้อมูลโดยใช้ภาษาเอสคิวแอล จะใช้คำสั่ง UPDATE เพื่อแก้ไขข้อมูลในตารางตามค่าของข้อมูลต่างๆ บนหน้าจอ โดยจะมีรูปแบบของคำสั่งคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UPDATE ชื่อตาราง

SET (ชื่อฟิลด์ที่ 1 = ค่าของฟิลด์ที่ 1, ชื่อฟิลด์ที่ 2 = ค่าของฟิลด์ที่ 2 , ชื่อของฟิลด์ที่ n = ค่าของฟิลด์ที่ n)

[WHERE เงื่อนไข]

2.8.5.5 การลบข้อมูลจากตาราง (DELETE)

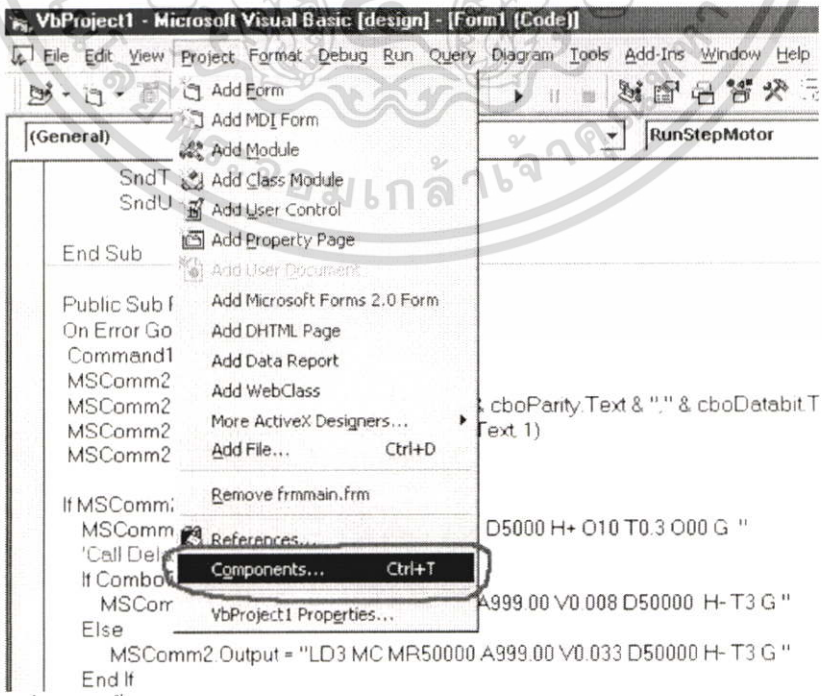
การลบข้อมูลจากตารางโดยใช้ภาษาเอสคิวแอล จะใช้คำสั่ง "DELETE" เพื่อลบข้อมูลเรคคอร์ดปัจจุบัน โดยจะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขที่ต้องการลบ ซึ่งคำสั่ง "DELETE" จะมีรูปแบบการใช้คำสั่งดังนี้

DELETE FROM ชื่อตาราง

[WHERE เงื่อนไข]

2.8.6 การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางพอร์ทสื่อสารอนุกรม (Serial port) เพื่อติดต่อกับผู้ใช้

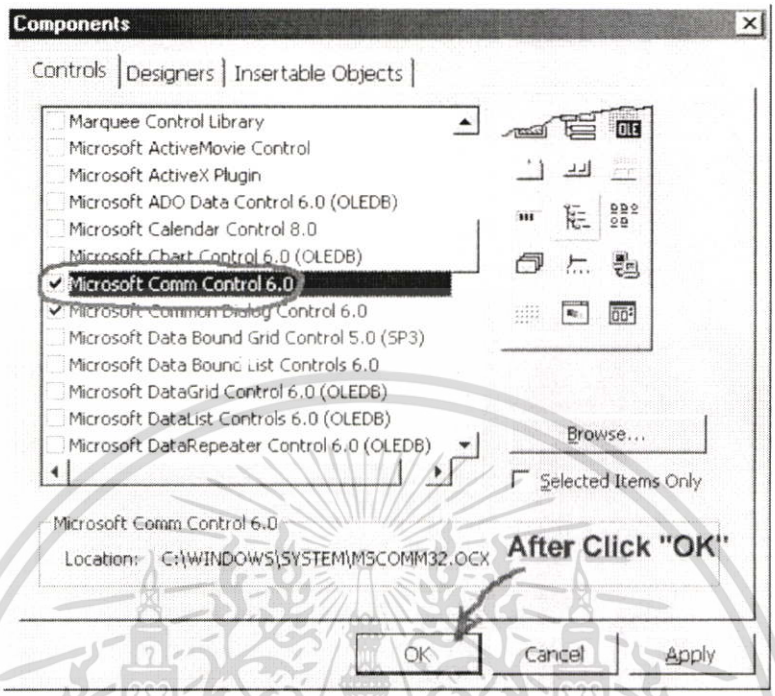
ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางพอร์ทสื่อสารอนุกรมสามารถทำได้โดยใช้วิชวลเบสิกคอนโทรล (VB Control) ที่ชื่อว่า "MSComm" โดยที่ต้องมีการกำหนด Custom Control โดยการเข้าไปที่ เมนู "Project" แล้วเลือกที่ "Companents" จากนั้นเลือกที่ช่อง "MSComm" ก็จะปรากฏ เป็นรูปไอคอนโทรศัพท์สีเหลือง ให้ทำการคลิกที่ไอคอนแล้วลากมาไว้บนฟอร์ม(Form)ในโปรเจค(Project) ของโปรแกรม โดยสามารถทำตามวิธีที่กล่าวมา ได้ดังรูปที่ 2.48 ,รูปที่ 2.49 และรูปที่ 2.50 ตามลำดับ



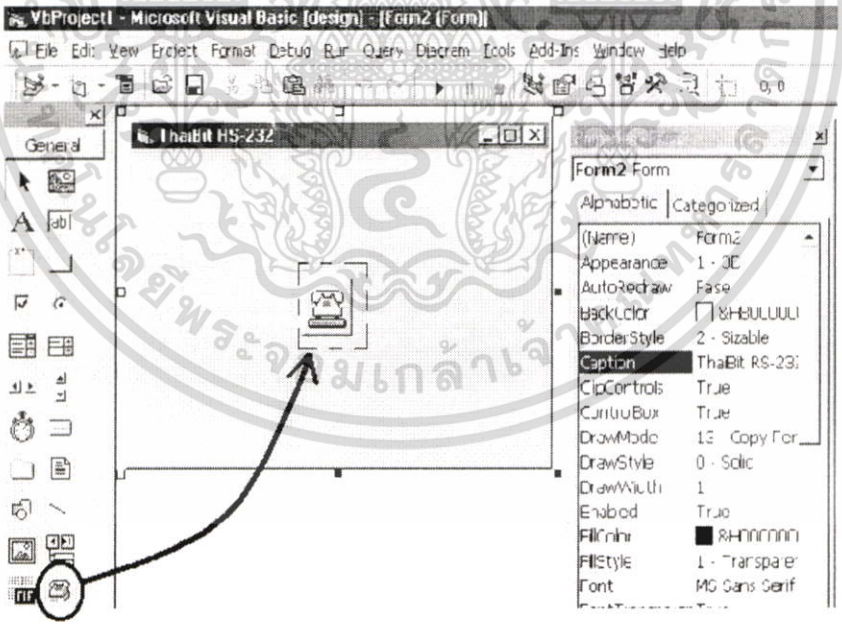
รูปที่ 2.48 ขั้นตอนแรกของการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกโดยใช้วิชวลเบสิก โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกที่เมนูบาร์ด้านบนของโปรแกรมวิชวลเบสิก



รูปที่ 2.49 การเลือกชื่อคอนโทรล ชื่อ "Microsoft Comm Control 6"



รูปที่ 2.50 การลากคอนโทรล ชื่อ "Microsoft Comm" จาก ToolBox มาไว้บนฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับซีเรียลพอร์ท(Serial Port) สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1.การติดต่อแบบอินเตอร์รัพต์

ขบวบการในการอินเตอร์รัพท์ อุปกรณ์รอบข้างเกือบทุกชิ้น จะต้องปฏิบัติงานอยู่เพื่อส่งสัญญาณไปให้แก่ซีพียูเสมอ ถ้าอุปกรณ์นั้นพร้อมที่จะรับส่งสัญญาณแล้ว ก็จะส่งสัญญาณนั้นเป็นรหัสแอสกี้ ในการเขียนโปรแกรมก็จะเขียนโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ เมื่อมีข้อมูลเข้ามา ซึ่งก็จะทำให้มี CommEvent กับ OnComm Event เกิดขึ้น

2.การติดต่อแบบโพลลิ่ง

ในระบบพีซี การโพลจะมีบ้างที่ใช้การส่งผ่านข้อมูลระหว่างเทอร์มินอล(Terminal) กับซีพียู (CPU) ในกรณีข้อมูลเป็นประเภทไบท์ซึ่งจะส่งจากคีย์บอร์ด วิธีการนี้จะมีการตรวจสอบคีย์บอร์ดว่ามีข้อมูลส่งมาหรือไม่ โดยการตรวจสอบจะทำการตรวจสอบอยู่ตลอดเวลา การทำงานกับข้อมูลที่รับเข้ามาจะตรวจสอบด้วยอัตราเร็วที่สูงกว่าอัตราความเร็วของข้อมูลที่ส่งเข้ามาทางคีย์บอร์ด ถ้าการที่ซีพียู (CPU) ส่งสัญญาณออกไปตรวจสอบ แล้วพบว่ามีข้อมูลที่ต้องส่งเข้ามา จะเรียกว่า"Wet Poll" ซึ่งจะเสียช่วงเวลา 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคาบเวลาที่เสียไปนั้น เราสามารถเลี่ยงไปใช้เทคนิค การโพลแบบ "Round Robin" แทน แต่ในวิชวลเบสิก จะใช้การตรวจสอบข้อมูลที่มาจากซีเรียลพอร์ท ตลอด โดยจะใช้คอนโทรลทามเมอร์ (Control Timer) เข้ามาช่วยในการเขียนโปรแกรม โดยจะสามารถตรวจสอบได้ถึงระดับ 1 มิลลิวินาที หรือจะใช้ Do....Loop ในการตรวจสอบก็ได้

ในตัวคอนโทรล "MSComm" จะมีอีเวน (Event) ที่ใช้เพียงอีเวนเดียวเท่านั้นคือ "OnComm vent" ซึ่งจะใช้ในการติดต่อแบบอินเตอร์รัพต์ การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ทสื่อสารอนุกรม (Serial Port) แบบธรรมดาจะใช้ "comEvent" เพียง comEvReceive, comEvSend ถ้าเป็นการติดต่อสื่อสารแบบโมเดมจะใช้หลายตัวในการตรวจสอบสัญญาณ โดยมีรายละเอียดใน Help ของวิชวลเบสิก

2.8.6.1 องค์ประกอบในการใช้ MSComm

1. การตั้งค่าเพื่อใช้ในการติดต่อกับพอร์ท

- ComPort คือ ต้องทำการกำหนดหมายเลขพอร์ทที่ใช้ติดต่อกับRS-232 (Com1,Com2) โดยเรื่องนี้จะมี รายละเอียดใน Serial Port Detail ในเมนูทางด้านซ้ายมือ

- Setting คือ ต้องทำการกำหนดอัตราบอร์ด (Baud) พาไรตี้ (Parity) ดาต้า (Data:จำนวนบิต), Stop ตัวอย่างเช่น 1200,n,8,1 เป็นต้น

- HandShaking คือ จะมีกำหนดได้ 4 แบบ คือ 1.comNone, 2.comXonXoff, 3.comRTS และ4.comTRSXonXoff

2.การใช้ Buffer ในการรับส่งข้อมูล

- InBuffersize คือ การกำหนดบัฟเฟอร์ ในการรับข้อมูลเข้ามา
- OutBuffersize คือ การกำหนด บัฟเฟอร์ในการส่งข้อมูลออกไป
- Rthreshold คือ การที่เรากำหนดการเกิด Event-driven ในการรับข้อมูลเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Sthreshold คือ การที่เรากำหนดการเกิด Event-driven ในการรับข้อมูลออกไป
- Inputlen คือ จำนวนของข้อมูลที่ไปอ่านในบัฟเฟอร์รับข้อมูล
- EOFEnable คือ การที่บอกว่าสิ้นสุดของไฟล์(EOF) End of File

3.ด้านฮาร์ดแวร์

- ParityReplace คือ ค่าของคาแลกเตอร์ที่จะแทนในเมื่อเกิด Parity Error
- NullDiscard คือ การกำหนดให้รับหรือไม่รับค่า "NULL CHARACTER"
- RTSEnable คือ ทำให้มีสัญญาณ "RTS" (Request To Send)
- DTSEnable คือ ทำให้มีสัญญาณ "DTR"(Data Terminal Ready)

2.8.6.2 การกำหนดคุณสมบัติของ MSComm Control ให้สามารถติดต่อกับพอร์ทได้

1. Property ชื่อ "CommPort" คือ ต้องเลือกคอมพอร์ทที่เราจะต่อใช้งาน

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมใช้งาน

```
MSComm1.CommPort=1   'ในที่นี้เลือกจะใช้ Com1อยู่ที่ด้านหลังเครื่องคอมพิวเตอร์
```

2. Property ชื่อ "Settings" คือ การตั้งค่าของการรับส่งข้อมูล ซึ่งจะต้องรู้ด้วยว่าอัตราการรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์ที่ติดต่อด้วยเป็นเท่าไร โดยมีรายละเอียดการใส่ค่าต่างๆ ดังนี้

- MSComm1.Settings = "Baud(อัตราการรับส่งข้อมูล),Parity(ถ้าไม่ใช้ใส่ N,จำนวนบิตข้อมูล, บิตสต๊อบ"

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมใช้งาน

```
MSComm1.Settings = "1200,N,8,1"
```

3. Property ชื่อ "InputLen" คือ การกำหนดขนาดขณะที่มีข้อมูลเข้ามาให้ไปอ่านข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในบัฟเฟอร์

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมใช้งาน

```
MSComm1.InputLen = 1
```

4. Property ชื่อ "PortOpen" คือ จะเปิดให้พอร์ทใช้งานหรือไม่ ถ้าเปิด =True ถ้าปิด =False

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมใช้งาน

```
MSComm1.PortOpen = True
```

5. Property ชื่อ Rthreshold คือ ทำให้เกิดการกระตุ้นด้วย Event-driven เมื่อมีข้อมูลในบัฟเฟอร์รับข้อมูล(Comport)มัน แล้วจะทำให้เกิด CommEvent ใน OnComm Event

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมใช้งาน

```
MSComm1.Rthreshold =1
```

จากค่าต่างๆ ที่กล่าวมา จะเขียนในโพรซีเยอร์ของ VB ซึ่งจะไว้ใน Sub Form_Load() หรือจะสร้าง Sub ขึ้นใหม่ในกรณีที่จะเรียกใช้ภายหลัง

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.6.3 วิธีการรับข้อมูลจากซีเรียลพอร์ท

จากวิธีการเขียนโปรแกรมข้างต้น จะเป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับคอมพอร์ทและเป็นใช้การรับส่งข้อมูลของพอร์ท RS-232 ดังนั้นเราสามารถรับและส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ท RS-232 ได้โดยจะมีการกำหนด Property ดังนี้คือ

Output = ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งของการส่งข้อมูลที่พอร์ท

Input = เป็นส่วนของการรับข้อมูลจากพอร์ทแต่ในส่วนนี้จะต้องนำคำสั่งไปเขียนที่ Event

Property "OnComm" จะอยู่ใน "Sub MSComm_OnComm" ซึ่งจะอ่านข้อมูลเข้ามาจากทางพอร์ท RS232 เอง ถ้าต้องการที่จะพิมพ์ข้อมูลส่งออกพร้อมๆกันขณะที่เราพิมพ์ไปด้วยนั้นจะทำได้โดยทำการเขียนโปรแกรมที่ Event KeyPress ของ Control TextBox ที่เราจะให้เป็นตัวส่งข้อมูลโดยมีคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมดังนี้

ตัวอย่างโปรแกรมการใช้งาน

```
Sub txtRXTX_KeyPress(KeyAscii As Integer)
MSComm1.Output=Chr$(KeyAscii)
End Sub
```

ส่วนการใช้ Prooerty Input ต้องนำมาไว้ที่ Event OnComm ดังนี้

```
Private Sub MSComm1_OnComm()
Dim StrData As Variant  'กำหนดชนิดตัวแปรเพราะต้องการให้เป็นอะไรก็ได้
Str=MSComm1.Input
Text1.Text=StrData
End Sub
```

ในการที่จะทำการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมข้างต้น จะต้องทำการเขียนโปรแกรมแสดงผลออกมา ในที่นี้จะแนบโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบการทำงานไว้ในส่วนของภาคผนวก

2.9 สมาร์ทการ์ดกับการประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ

2.9.1 การประยุกต์ใช้งานด้านการสื่อสาร (The Smart Card Application in telecommunication)

2.9.1.1 ใช้ในการบริการโทรศัพท์สาธารณะ (PUBLIC PAYPHONES) เป็นการนำสมาร์ทการ์ดไปใช้ในรูปแบบบัตรโทรศัพท์ (Phone Card) เนื่องจากมีข้อได้เปรียบบัตรโทรศัพท์ประเภทอื่น คือ

- มีความปลอดภัยสูง ถูกป้องกันโดยระบบความปลอดภัยในบัตรชนิดหน่วยความจำและชนิดไมโครโปรเซสเซอร์

- มีราคาถูกเมื่อเทียบกับประโยชน์ที่ได้รับ (มีความน่าเชื่อถือได้สูง, ระบบและเครื่องอ่านมีราคาถูก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1.2 ใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ (MOBILE PHONES) เป็นการใช้สมาร์ทการ์ดในลักษณะการเก็บเบอร์โทรศัพท์ของผู้ใช้ และรหัสผ่านลงในบัตร โดยเป็นการเอื้อประโยชน์แก่ผู้ใช้บัตรดังนี้

- มีความปลอดภัยสูง และมีระบบการล็อคเครื่องเมื่อกดรหัสผิด

- ใช้เป็นบัตรอ้างอิงของผู้ใช้เมื่อใช้เมื่อใช้งานกับเครื่องอื่นๆได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนเบอร์ เช่น เมื่อเกิดความเสียหายกับเครื่องโทรศัพท์ของตน สามารถนำบัตรไปใช้งานกับเครื่องอื่นๆได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนเบอร์ หรือ ในกรณีการใช้งานต่างประเทศ สามารถนำบัตรไปใช้งานกับเครื่องที่ต่างประเทศได้โดยไม่ต้องนำเครื่องไปและไม่ต้องเปลี่ยนเลขหมายในการใช้งาน

2.9.2 การประยุกต์ใช้งานด้านการเงิน การธนาคาร (Finance & Banking)

2. 9.2.1 ใช้เป็นบัตรที่ใช้แทนเงินสด (Cash Card) เพราะให้ความสะดวกและความมั่นใจในการป้องกันการโกงและการปลอมแปลงบัตร ดังนั้นในต่างประเทศจึงใช้แทนเงินสดในการชำระค่าสินค้า หรือบริการที่มีมูลค่าไม่สูงนัก แต่จะเน้นทางด้านความสะดวกเป็นหลัก ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว บัตรที่ใช้แทนเงินสดได้นี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

- *บัตรประเภทเติมเงินได้ (Electronic Purse Card)* สามารถเติมจำนวนเงินลงไปใหม่ได้เรื่อยๆ (Refillable) คือ เป็นกระเป๋าอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งโดยมากจะออกโดยธนาคารเพื่อทำการโอนเงินไปมาได้ระหว่างบัญชีและบัตร

- *บัตรประเภทเติมเงินไม่ได้ (Token Card)* ถ้าใช้หมดแล้วไม่สามารถเติมเงินลงไปใหม่ได้อีก คือ ใช้ได้ครั้งเดียว (Disposable)

2. 9.2.2 ใช้เป็นบัตรเครดิต (Credit Card) เป็นการนำเอาสมาร์ทการ์ดไปใช้ในลักษณะบัตรเครดิต โดยใช้ร่วมกับแถบแม่เหล็ก เพื่อทำให้เกิดความปลอดภัยยิ่งขึ้น

2. 9.3 การประยุกต์ใช้งานโดยใช้เป็นบัตรประจำตัวต่างๆ (Identification Card)

2. 9.3.1 บัตรพนักงาน (Company Card) ใช้เป็น

- บัตรอ้างอิงของพนักงาน เก็บประวัติส่วนตัว,ประวัติสุขภาพและประวัติการทำงาน, เวลาในการเข้า-ออกงาน

- บัตรเข้า-ออก ในบางบริเวณ

2. 9.3.2 บัตรนักศึกษา

ใช้เป็นบัตรอ้างอิงของนักศึกษา เก็บประวัติการศึกษาและการใช้บริการอื่นๆ ในสถานศึกษา เช่น ชำระค่าลงทะเบียน การใช้บริการห้องสมุด การใช้บริการห้องคอมพิวเตอร์ เป็นบัตรผ่านเข้า-ออกหอพัก ซึ่งการใช้บัตรสมาร์ทการ์ดในงานด้านต่างๆนั้นนอกจากจะช่วยอำนวยความสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้ว ยังเป็นการลดการใช้เจ้าหน้าที่ในการปฏิบัติงานและเป็นการลดการใช้กระดาษในงานต่างๆ ซึ่งเป็นการช่วยประหยัดทรัพยากร ธรรมชาติอีกทางหนึ่งด้วย

2. 9.4 การประยุกต์ใช้งานด้านการแพทย์

ใช้เป็นบัตรสุขภาพ (Health Card) ซึ่งจะมีประวัติการรักษาพยาบาล การแพ้ยา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ คือ ใช้เป็นบัตรอ้างอิงตัวผู้ถือบัตรพร้อมประวัติทางสุขภาพในกรณีเกิดอุบัติเหตุฉุกเฉินได้

2. 9.5 การประยุกต์ใช้งานด้านระบบรักษาความปลอดภัย

เป็นการนำเอาบัตรสมาร์ทการ์ดมาใช้ในการอ้างอิงผู้ถือบัตรและผ่านเข้า-ออก ในพื้นที่ (Access Control) เช่น การนำไปใช้เป็นบัตรประจำห้องพักของโรงแรม บัตรผ่านของพนักงาน สำหรับระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูงมีการนำเอาสมาร์ทการ์ดไปใช้ร่วมกับการตรวจสอบลายนิ้วมือ

2. 9.6 การประยุกต์ใช้งานด้านการขนส่งมวลชน

2. 9.6.1 ในระบบการจอดรถ (Parking System) เป็นการใช้สมาร์ทการ์ดในการชำระเงินค่าจอดรถซึ่งเป็นตัวช่วยอำนวยความสะดวกในการชำระเงินโดยไม่ต้องมีขั้นตอนการทอนเงิน

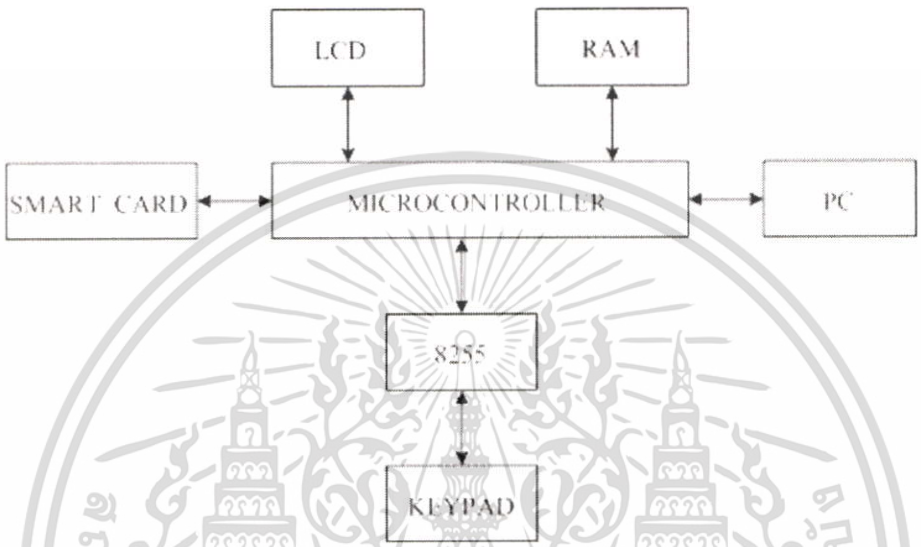
2. 9.6.2 ใช้ในรับการชำระค่าผ่านทางและค่าโดยสาร เช่น บัตรผ่านทางด่วน บัตรรถโดยสาร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

ในการออกแบบส่วนต่างๆ ของการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดนั้น เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจและสะดวกในการออกแบบ จึงขอเขียนโครงสร้างการทำงานในรูปที่ 1.1 มาเขียนซ้ำอีกครั้ง ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด

จากโครงสร้างการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด จะมีการออกแบบการทำงานเป็นส่วนใหญ่ 3 ส่วน คือ

3.1 วิธีการออกแบบในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

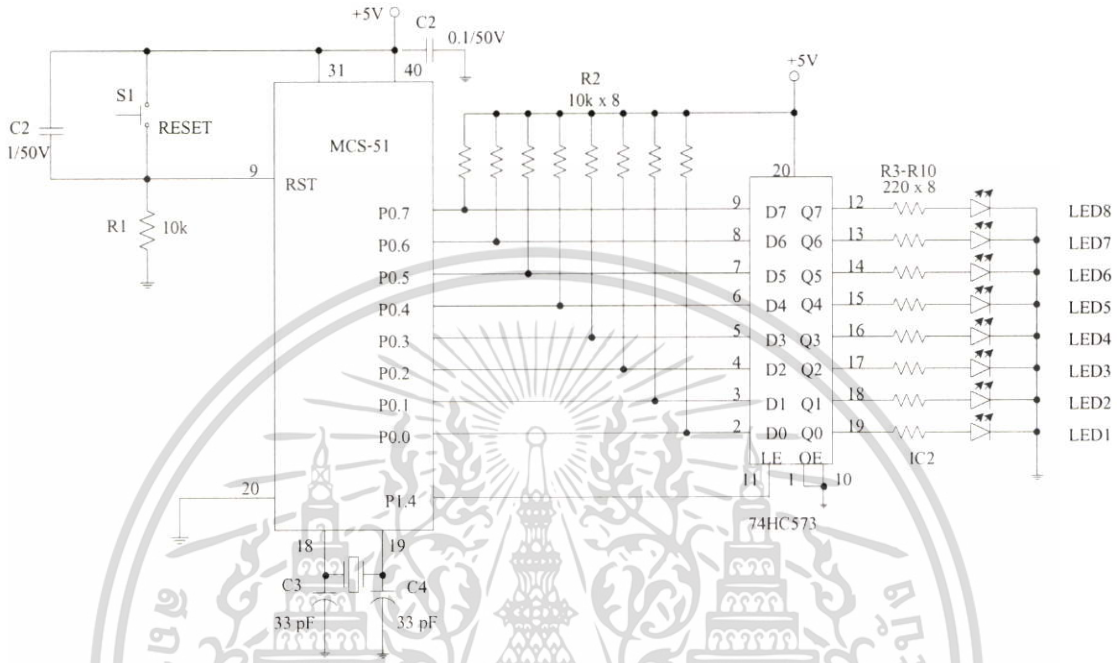
จากรูปที่ 3.1 จะต้องทำการออกแบบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน ของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดโดยที่ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ในโครงงานนี้ได้ออกแบบให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหน้าที่ ดังนี้ คือ เป็นตัวควบคุมกระบวนการในการอ่านและเขียนข้อมูลบนตัวบัตรสมาร์ทการ์ด ซึ่งกระบวนการนี้จะมีการทำงานโดยใช้คีย์แพด(Keypad) เป็นอุปกรณ์ในการรับค่าต่างๆ ตามที่เราต้องการแล้วนำค่าที่ป้อนผ่านคีย์แพดนั้นไปประมวลในไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นนำผลที่ได้ไปแสดงออกโดยแสดงผ่านจอแอลซีดี(LCD) เมื่อมีข้อมูลที่ต้องการจะเก็บก็จะนำข้อมูลนั้นไปใส่ไว้ในหน่วยความจำ(RAM) สรุปได้ว่า หน้าที่ที่ถือว่าเป็นหน้าที่ที่สำคัญที่สุดของไมโครคอนโทรลเลอร์ในโครงงานนี้ก็คือ เป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด นั่นเอง

ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะมีการออกแบบการทำงานเป็นส่วนๆ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

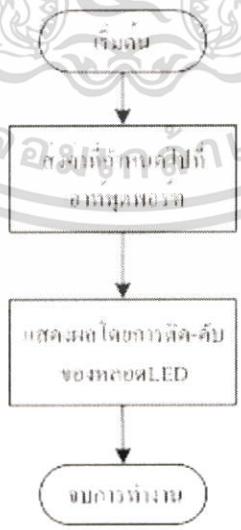
3.1.1 วิธีการออกแบบเพื่อทดสอบการทำงานของพอร์ทเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์

การออกแบบวงจรเพื่อทดลองการทำงานของพอร์ทเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ (พอร์ท *0*,พอร์ท *1*, พอร์ท *2*) นั้นจะทำการต่อวงจรดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรเพื่อทดลองการทำงานของพอร์ทเอาท์พุตในไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อต่อวงจรตามรูปที่ 3.2 แล้วทำการเขียนโปรแกรมเพื่อทดลองการทำงานของพอร์ทเอาท์พุตตามแผนผังที่ได้ออกแบบในรูปที่ 3.3

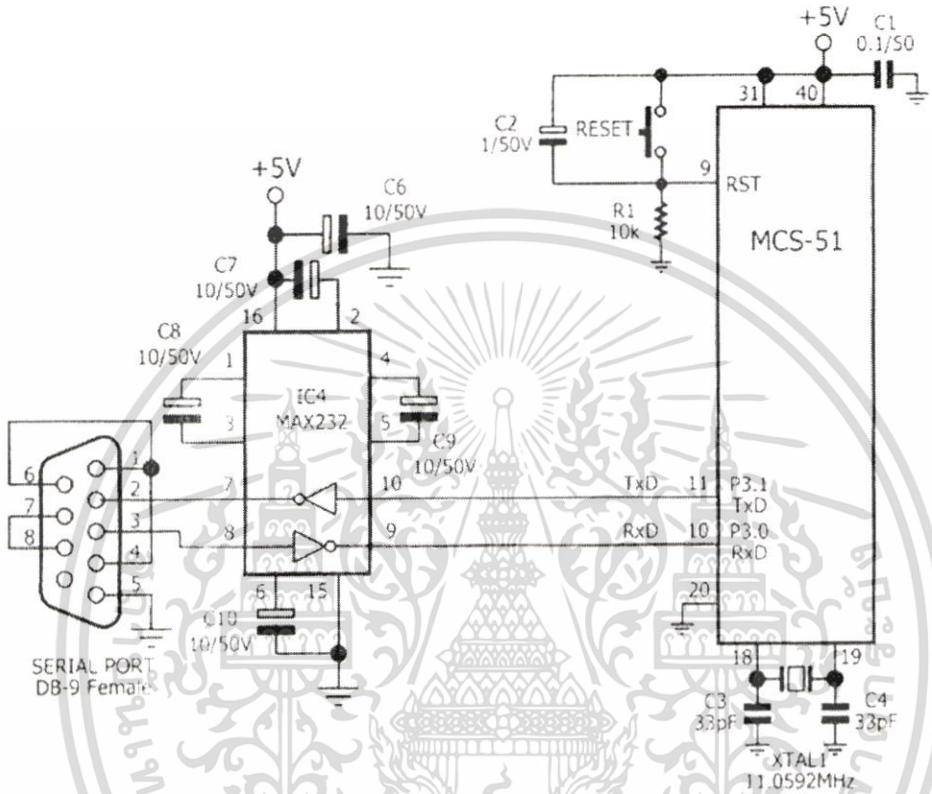


รูปที่ 3.3 แผนผังที่ออกแบบเพื่อใช้ทดลองการทำงานของพอร์ทเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 วิธีการออกแบบการสื่อสารผ่านพอร์ทอนุกรม RS232 (Serial Port)

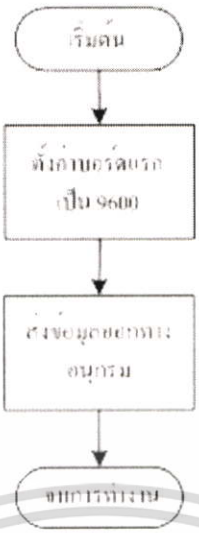
การออกแบบเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรมนั้นจะทำการออกแบบวงจรการทำงาน โดยก่อนที่จะส่งข้อมูลเข้าพอร์ทสื่อสารอนุกรมนั้น จะต้องทำการแปลงระดับแรงดันไฟจากทีทีแอล(TTL) ให้เป็นแรงดันไฟตามตามมาตรฐานของ RS232 ก่อนโดยมีการใช้ไอซีสำหรับการแปลงแรงดันเบอร์ ICMAX232 ดังวงจรในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรทดลองการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อทำการออกแบบเพื่อทดลองการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรมแล้วนั้น ก็จะทำการเขียนโปรแกรมเพื่อทดสอบการทำงานของวงจรในรูปที่ 3.4 โดยมีการออกแบบกระบวนการเขียนโปรแกรมดังแผนผังในรูปที่ 3.5

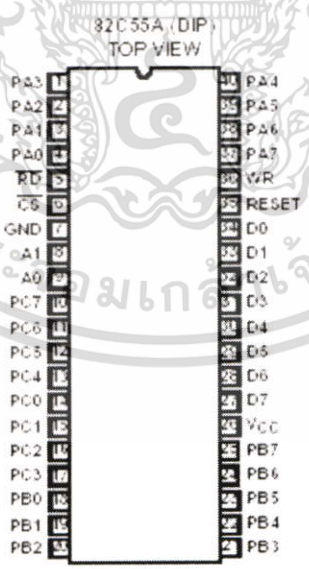
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรม

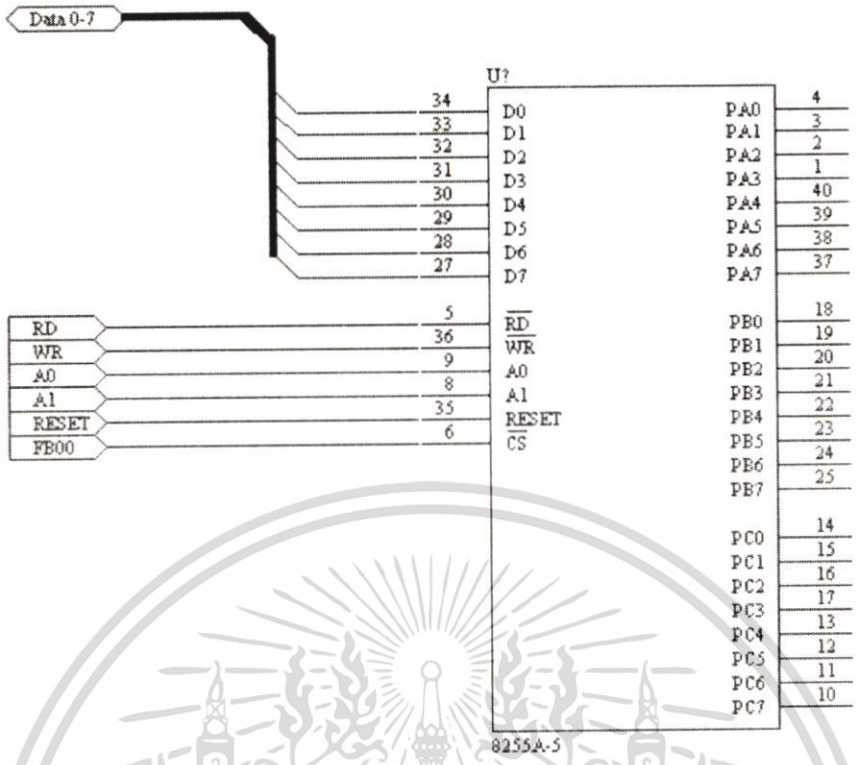
3.1.3 วิธีการออกแบบการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซีเบอร์8255

การออกแบบการขยายพอร์ทให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ในกรณีที่การใช้งานของพอร์ทเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่เพียงพอกับการใช้งานนั้น จะทำการออกแบบวงจรการทำงานของการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซี8255 ซึ่งมีลักษณะการจัดเรียงขาของไอซีตามรูปที่ 3.6 และจะได้วงจรการทำงานดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.6 การจัดเรียงขาของไอซี8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรทดลองการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซี8255

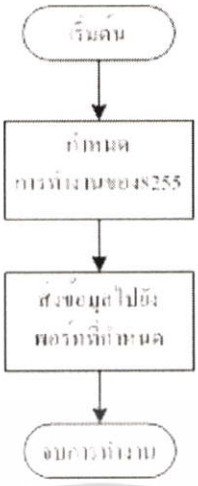
การออกแบบในส่วนของการทดลองการทำงานของไอซี 8255 ซึ่งเป็นไอซีขยายพอร์ทขนาด 8 บิต โดยจะมีจำนวนพอร์ทอยู่ 3 พอร์ทและพอร์ทควบคุมอีก 1 พอร์ทนั้น จะต้องทำการกำหนดแอดเดรสและหน้าที่ในการทำงานในแต่ละแอดเดรสเพื่อที่จะให้การทำงานในแต่ละพอร์ทเป็นตามที่เราต้องการ โดยในโครงงานนี้ได้ออกแบบให้พอร์ท *C* เพื่อเป็นพอร์ทที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลและมีการออกแบบให้แต่ละพอร์ทมีแอดเดรสตามตารางที่ 3.1

พอร์ท (Port)	แอดเดรส (Address)
พอร์ท *A*	*FB00H*
พอร์ท *B*	*FB01H*
พอร์ท *C*	*FB02H*
พอร์ทควบคุม (Control Port)	*FB03H*

ตารางที่ 3.1 การกำหนดแอดเดรสของไอซีเบอร์8255เพื่อใช้ในการขยายพอร์ท

จากวงจรในรูปที่ 3.7 และตารางที่ 3.1 จะทำการออกแบบเพื่อทดลองการส่งข้อมูลผ่านพอร์ทของไอซี 8255 ซึ่งออกแบบให้พอร์ท *A* ,พอร์ท *B* และพอร์ท *C* เป็นพอร์ทเอาท์พุตเพื่อนำข้อมูลที่ต้องการไปใช้ต่อ โดยมีกระบวนการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการส่งข้อมูล ดังแผนผังการทำงานในรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

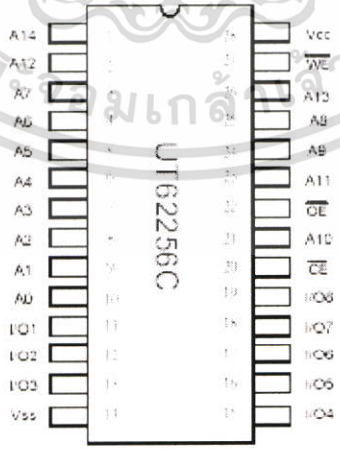


รูปที่ 3.8 แผนผังการทำงานของโปรแกรมการส่งข้อมูลโดยผ่านพอร์ทของไอซี8255

ในการนำพอร์ทที่ขยายเพิ่มนี้ไปใช้ในเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดนั้นจะให้พอร์ท *C* เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับคีย์แพด ซึ่งจะใช้คีย์แพดเป็นอุปกรณ์เพื่อรับข้อมูล

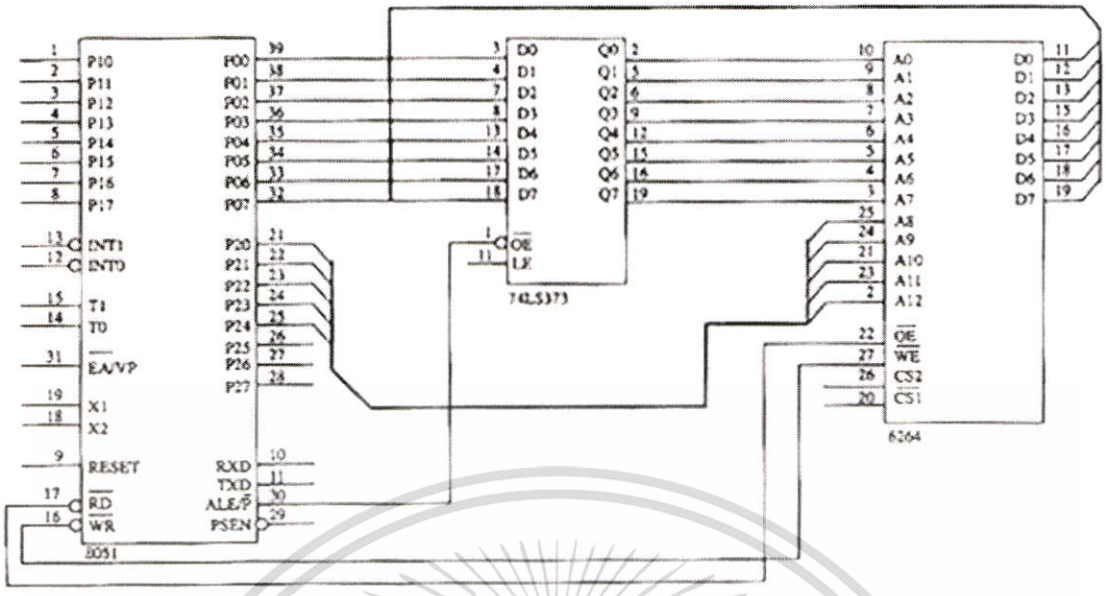
3.1.4 วิธีการออกแบบเพื่อเชื่อมต่อการทำงานกับหน่วยความจำภายนอก (External RAM)

ในส่วนของการออกแบบให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้นั้น เพื่อจะได้เป็นประโยชน์เมื่อนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยขนาดความจุที่ออกแบบไว้นั้นมีขนาด 32 กิโลไบต์ ซึ่งจะมีแอดเดรสตั้งแต่ *0000H – 7FFFH* โดยในโครงงานนี้เลือกใช้ ไอซีเบอร์UT62256C ซึ่งจะมีการจัดเรียงขาตามรูปที่ 3.9 และมีการออกแบบวงจรดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 การจัดเรียงขาของไอซีเบอร์UT62256C ซึ่งใช้เป็นหน่วยความจำภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรทดลองที่มีการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับหน่วยความจำภายนอก

จากวงจรในรูปที่ 3.10 และตารางที่ 3.1 จะทำการออกแบบเพื่อทดลองการส่งข้อมูลผ่านพอร์ทของไอซี 8255

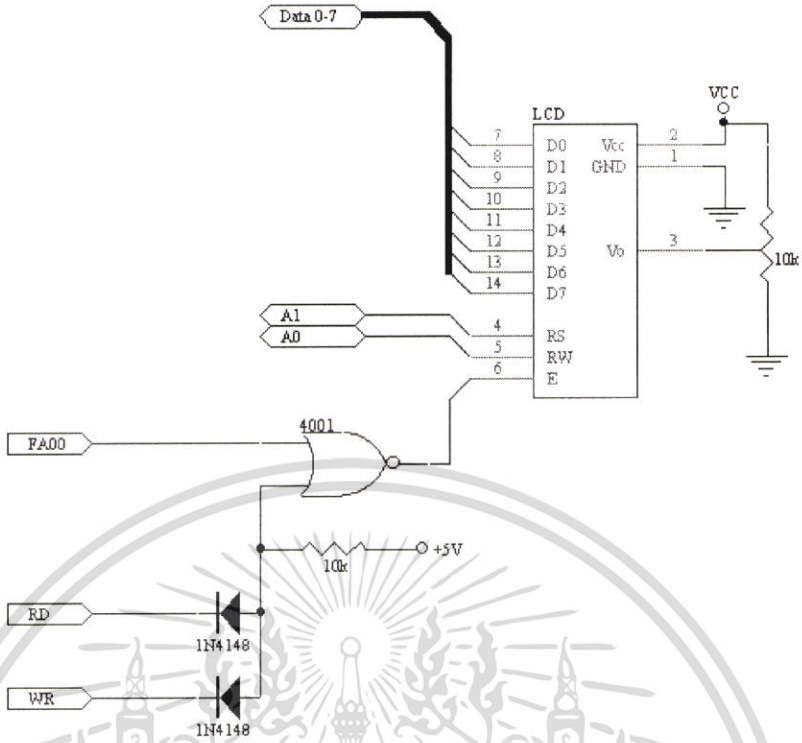
3.1.5 วิธีการออกแบบเพื่อนำแอลซีดีโมดูล (LCD Module) มาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ในโครงงานนี้แอลซีดีโมดูล (LCD Module) จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผล เพื่อติดต่อกับผู้ใช้ โดยได้ทำการออกแบบการเชื่อมต่อเป็นแบบเมมโมรีแมพ(Memory Map) ซึ่งจะมีการออกแบบตำแหน่งของแอดเดรส(Address)และหน้าที่ในแต่ละแอดเดรสไว้ดังตารางที่ 3.2 แล้วทำการออกแบบวงจรดังรูปที่ 3.11

แอดเดรส	หน้าที่
FA00H	เขียนคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของจอแอลซีดี
FA01H	อ่านคำสั่งจากการทำงานของจอแอลซีดี
FA02H	เขียนข้อมูลให้กับจอแอลซีดี
FA03H	อ่านข้อมูลให้กับจอแอลซีดี

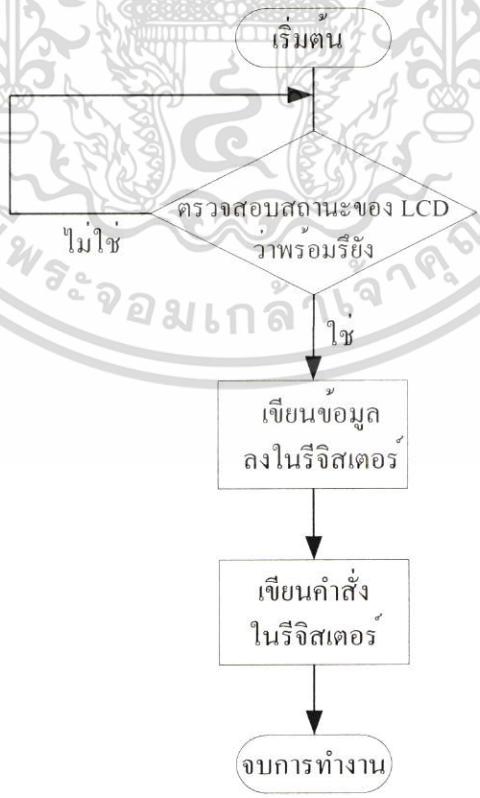
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงแอดเดรสและหน้าที่การทำงานในแต่ละแอดเดรสในแอลซีดีโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 วงจรการต่อใช้งานจอแอลซีดี

จากรูปวงจรและค่าที่กำหนดในตารางที่ได้ออกแบบไว้นั้น สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน ได้ตามแผนผังในรูปที่ 3.12



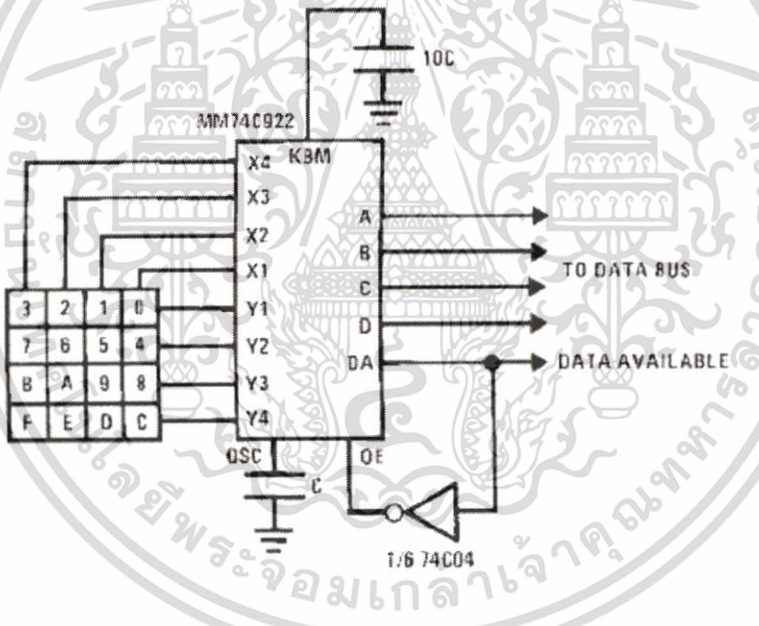
รูปที่ 3.12 แผนผังของโปรแกรมการทำงานของแอลซีดีโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 วิธีการออกแบบเพื่อนำคีย์แพด (Keypad) มาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

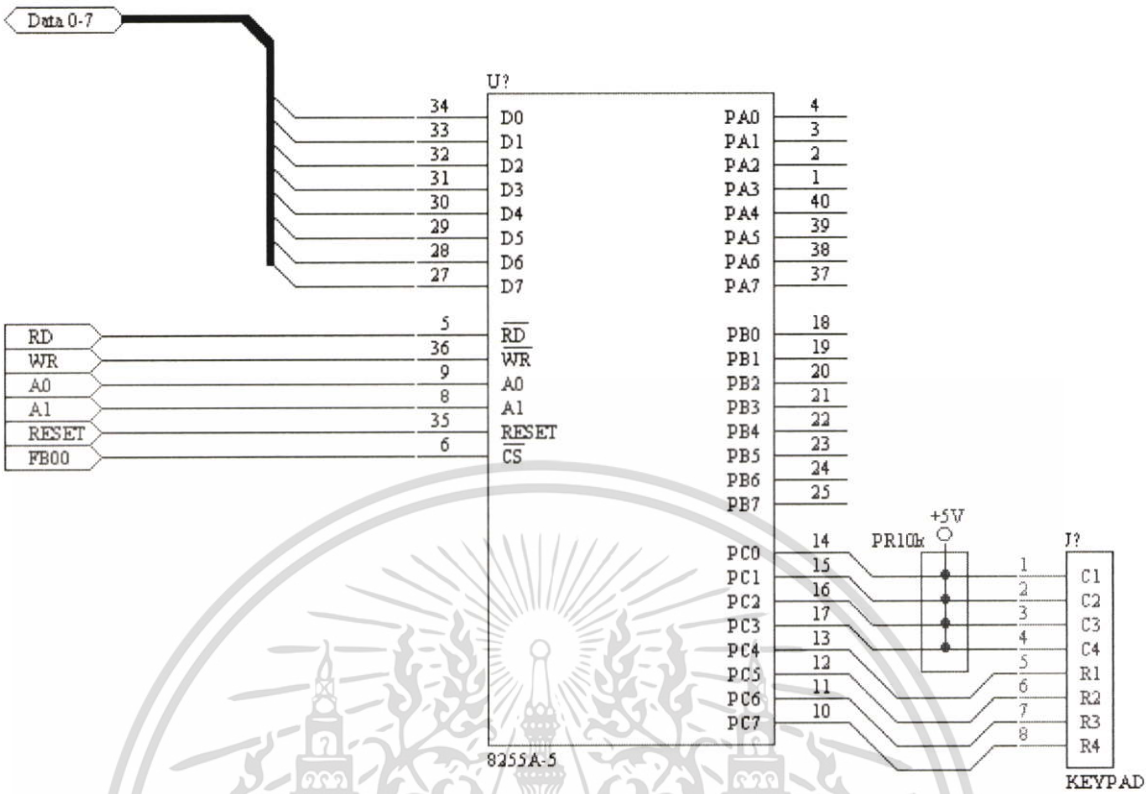
สำหรับส่วนของคีย์แพดนั้นจะมีการใช้ไอซีเบอร์ 74C922 ซึ่งเป็นไอซีที่ใช้สแกนคีย์เพื่อให้สามารถรับค่าที่ต้องการจากคีย์แพดได้โดยตรงไม่ต้องเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมเพื่อแปลงค่าเพราะฉะนั้นจะทำให้โปรแกรมมีขนาดเล็กลงพอที่จะเขียนแอปพลิเคชั่นที่มีความซับซ้อนได้ภายใต้หน่วยความจำของไมโครคอนโทลเลอร์อย่างเพียงพอ

ในการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน ดังนั้นในโครงงานนี้ได้มีการออกแบบการใช้งานของคีย์แพด ซึ่งถือว่าเป็นคีย์สวิตช์แบบเมทริกต์เพื่อใช้ในรับค่าอินพุตต่างๆ และนำค่าที่รับมานั้นไปใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ คีย์แพดมีอยู่ด้วยกันหลายแบบแต่ในโครงงานนี้ได้นำเอาคีย์แพดขนาด 4×4 คีย์ โดยนำคีย์สวิตช์นี้ไปต่อเข้ากับพอร์ท *C* ของไอซี8255 แล้วทำการตรวจสอบว่าสวิตช์ใดถูกกดโดยใช้ไอซีสแกนคีย์เบอร์74C922 เมื่อได้ค่าที่สแกนแล้วจะทำการส่งค่าออกไปที่พอร์ทเอาท์พุตให้เป็นลอจิก “0 ” แล้วอ่านค่าเข้ามาใหม่ การส่งค่าที่สแกนได้ไปที่พอร์ทเอาท์พุตนั้นจะต้องทำอย่างรวดเร็วเพื่อที่จะตรวจสอบการกดสวิตช์ให้ทัน ในโครงงานนี้ได้มีการออกแบบวงจรดังรูปที่ 3.14



รูปที่3.13 การต่อใช้งานคีย์แพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 วงจรการต่อคีย์แพดแบบเมทริกซ์เข้ากับพอร์ท *C* ของไอซี8255

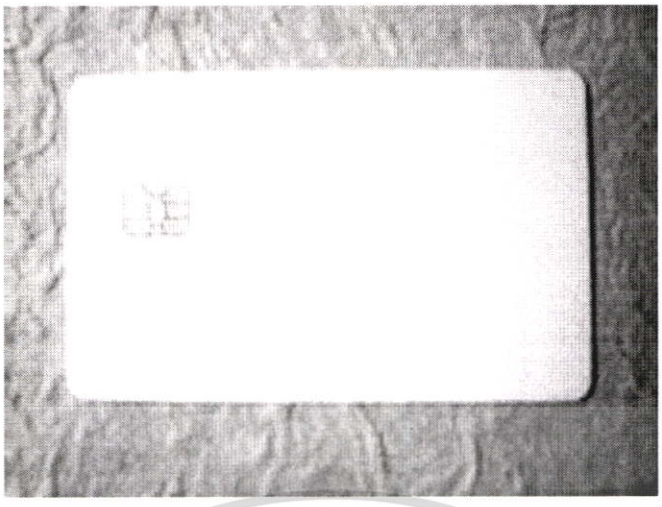
จากวงจรที่ออกแบบในรูปที่ 3.14 จะมีการสแกนสวิตช์ได้โดย จะมีการส่งข้อมูลไปยังพอร์ท *C* บน โดยส่งค่าบิต PC_4 เป็น "0" ก่อน คือ ส่งค่า*1110* จากนั้นอ่านค่าเข้าทางพอร์ท *C* ล่าง ถ้าสวิตช์ที่ 1 ถูกกด ค่าที่อ่านได้จะคือ *1110* ถ้าสวิตช์ 4 ถูกกด ค่าที่อ่านได้จะคือ *1101* ถ้าไม่มีการกดสวิตช์ในหลักที่ 1 เลยค่าที่อ่านเข้ามาจะ คือ *1111* จังหวะต่อไปให้ PB_5 เป็น "0" โดยส่งค่าออกไปเป็น *1101* แล้วอ่านค่าเข้ามา ถ้าอ่านมาได้เป็น *1111* ก็แสดงว่าหลักที่ 2 ไม่มีการกดสวิตช์เกิดขึ้น ถ้าอ่านเข้ามาได้เป็น *1101* แสดงว่าสวิตช์ ถูกกด กระบวนการสแกนจะเกิดขึ้นไปเรื่องๆ เราสามารถสรุปค่าของพอร์ท *C* ของไอซี8255

3.2 วิธีการเลือกใช้บัตรสมาร์ทการ์ดและอุปกรณ์เชื่อมต่อกับหน้าสัมผัสของบัตรสมาร์ทการ์ด

3.2.1 การเลือกใช้บัตรสมาร์ทการ์ด

ในส่วนของการนำบัตรสมาร์ทการ์ดมาใช้งานนั้น ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้บัตรสมาร์ทการ์ดชนิดที่มีการป้องกันหน่วยความจำ(Security Access Memory) โดยมีชิพไอซีเบอร์ SLE4442 ของบริษัทซีเมนส์ฝังอยู่บนตัวบัตร เพื่อใช้บัตรสำหรับเก็บข้อมูลต่างๆ ตามที่ต้องการ การเลือกใช้บัตรเบอร์ SLE4442 ซึ่งจะมีหน่วยความจำสำหรับใช้ในการเก็บข้อมูลต่างๆ อย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการทำโครงงานครั้งนี้นั้นเนื่องมาจากสามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดรวมทั้งมีราคาที่เหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้งานและทำการพัฒนาต่อไปในอนาคตได้ โดยบัตรสมาร์ทการ์ดที่มีชิพไอซีเบอร์ SLE4442 บรรจุอยู่นั้น จะลักษณะดังรูปที่ 3.15

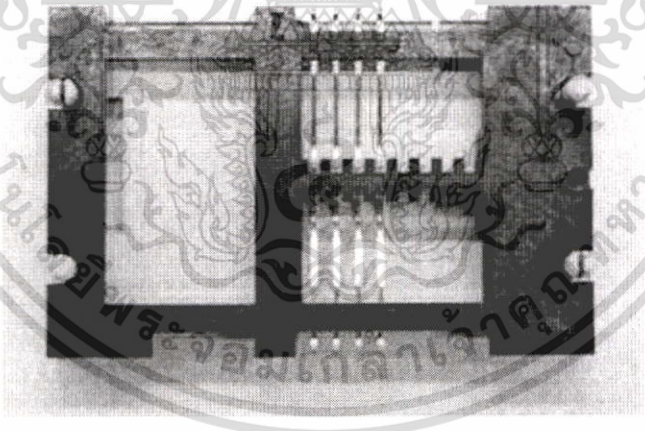
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ลักษณะบัตรสมาร์ทการ์ดที่มีชิพไอซีเบอร์ SLE4442 บรรจุอยู่

3.2.2 วิธีการเลือกใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อหน้าสัมผัสของบัตรสมาร์ทการ์ด

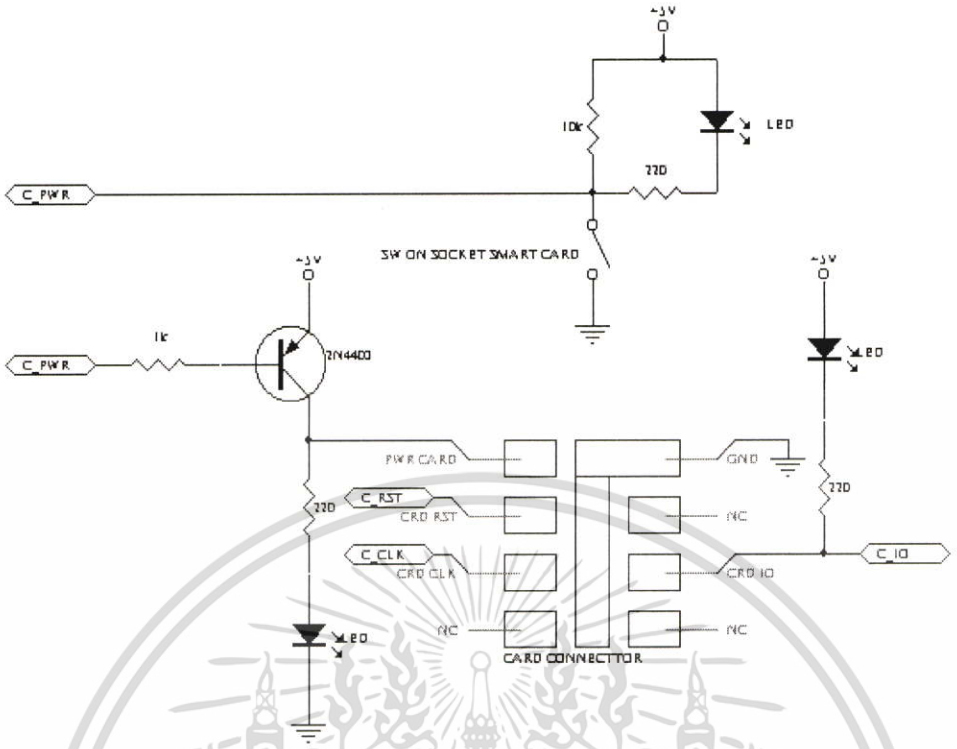
การเชื่อมต่อเข้ากับหน้าสัมผัสของบัตรนั้นจะใช้ซ็อกเกตในการเชื่อมต่อ เพื่ออ่านข้อมูลหรือทำการถ่ายโอนข้อมูลลงบนบัตร โดยซ็อกเกตที่ใช้มีลักษณะดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ลักษณะซ็อกเกต ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับหน้าสัมผัสของสมาร์ทการ์ด

วงจรที่ออกแบบสำหรับการใช้งานของซ็อกเกตเพื่อเชื่อมต่อเข้ากับหน้าสัมผัสของบัตร จะมีการออกแบบวงจรดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

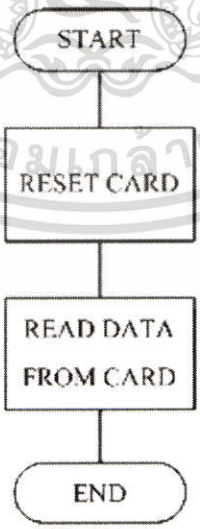


รูปที่ 3.17 วงจรการใช้งานของซ็อกเกตที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับหน้าสัมผัสของบัตร

3.3 วิธีการออกแบบกระบวนการอ่านและเขียนข้อมูลของเครื่องอ่านเขียนบัตรสมาร์ทการ์ด

3.3.1 วิธีการออกแบบกระบวนการอ่านข้อมูลภายในบัตรสมาร์ทการ์ด

กระบวนการออกแบบเพื่อให้เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด สามารถที่จะอ่านข้อมูลภายในบัตรสมาร์ทการ์ดได้นั้น จะมีการออกแบบแผนผังการทำงน (Flow Chart) ดังรูปที่ 3.18

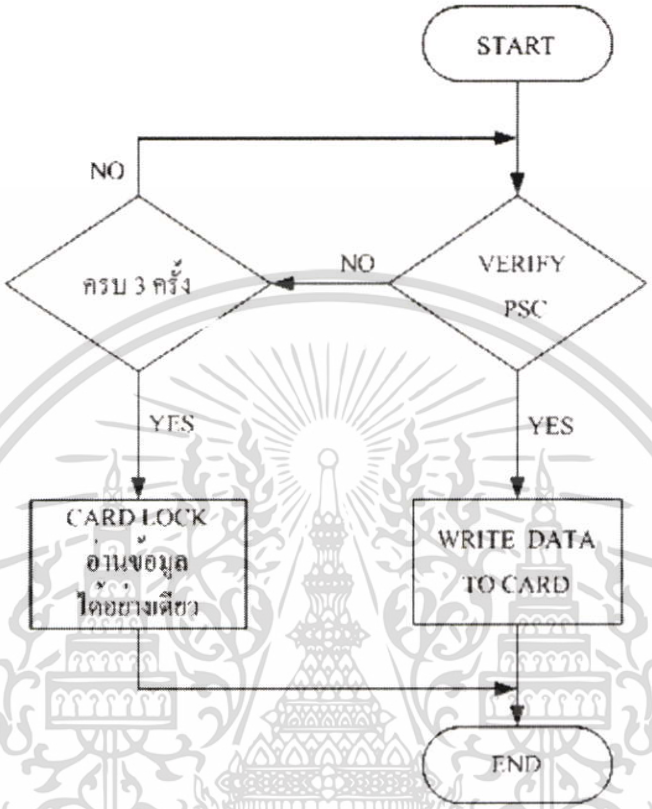


รูปที่ 3.18 แผนผังการทำงานของโปรแกรมกระบวนการอ่านข้อมูลภายในบัตรสมาร์ทการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วิธีการออกแบบกระบวนการเขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ด

กระบวนการออกแบบเพื่อให้เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด สามารถที่จะเขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ดได้นั้น จะมีการออกแบบตามแผนผังการทำงน(Flow Chart) ดังรูปที่ 3.19

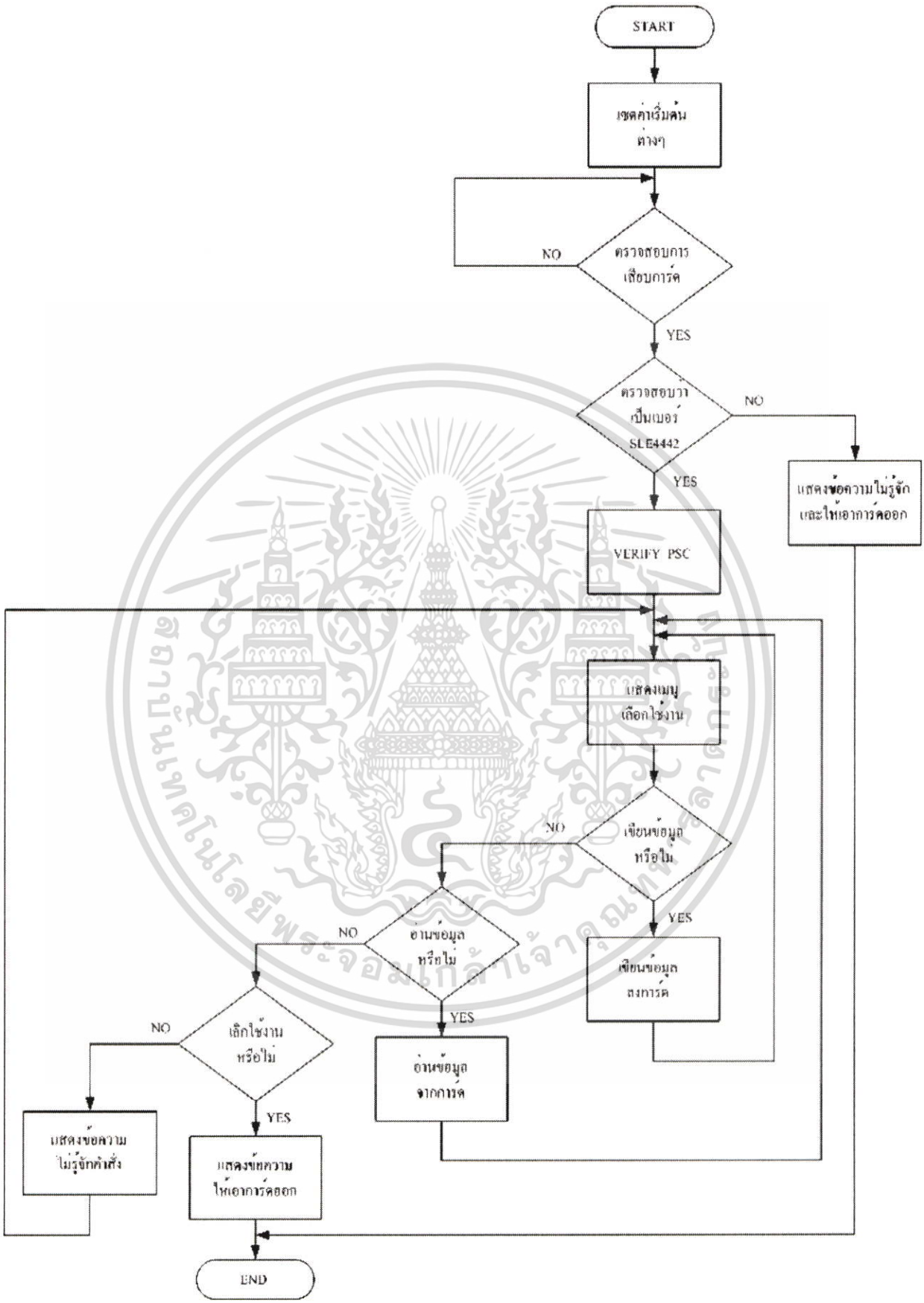


รูปที่ 3.19 แผนผังการทำงานของโปรแกรมกระบวนการเขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ด

3.3.3 วิธีการออกแบบกระบวนการอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดของเครื่องอ่านเขียนบัตรสมาร์ทการ์ดในโครงงานนี้

กระบวนการออกแบบเพื่อให้เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด ให้สามารถที่จะอ่านและเขียนข้อมูลภายในบัตรสมาร์ทการ์ดได้นั้น จะมีการออกแบบตามแผนผังการทำงน (Flow Chart) ดังรูปที่ 3.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 แผนผังการทำงานของโปรแกรมเพื่อกระบวนการอ่านและเขียนข้อมูลภายในบัตรสมาร์ทการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

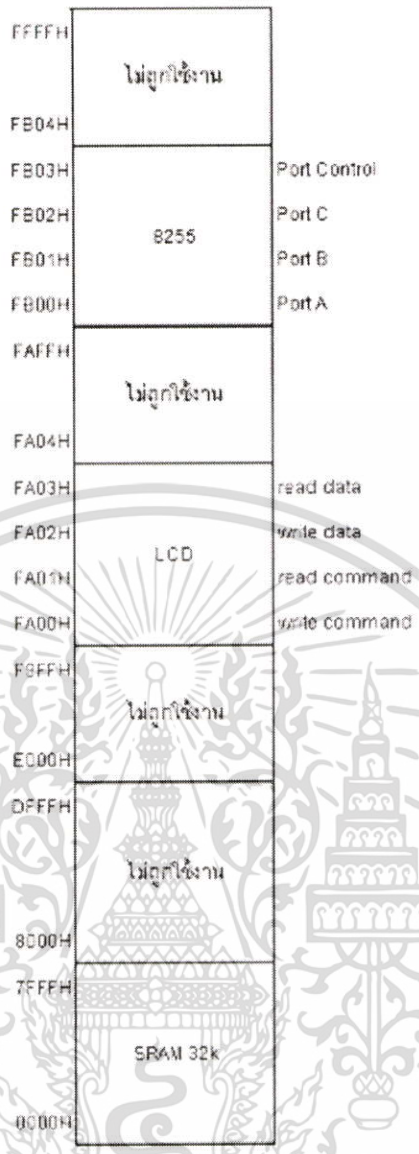
3.4 วิธีการออกแบบเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด

ในการรวมวงจรการทำงานทุกส่วนเข้าด้วยกัน จะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดในวงจร

3.4.1 การออกแบบแอดเดรสการทำงานของส่วนต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์

การติดระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับส่วนการทำงานต่างๆ บนบอร์ดอย่างหน่วยความจำและจอแอลซีดีทำโดยการอ้างแอดเดรสของส่วนการทำงานนั้นๆ ในลักษณะเดียวกับการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก โดยได้ทำการออกแบบหน่วยความจำภายนอกไว้เผื่อสำหรับแอพพลิเคชั่นของสมาร์ทการ์ดที่ต้องใช้บัฟเฟอร์ซึ่งมีขนาดที่เกินกว่าหน่วยความจำข้อมูลภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะรองรับได้ โดยจะถูกกำหนดแอดเดรสไว้ในช่วงตำแหน่งตั้งแต่ *0000H-7FFF* โดยจะมีส่วนในการถอดรหัสของแอดเดรสสำหรับใช้ในการอินเตอร์เฟสกับหน่วยความจำภายนอก ในส่วนของจอแอลซีดีและส่วนขยายพอร์ตโดยใช้ไอซี8255 นั้น จะมีการเชื่อมต่อกับจอแอลซีดีโมดูล ซึ่งจะมีการใช้งานโดยการเรียกผ่านแอดเดรสในช่วงตำแหน่งตั้งแต่ *FA00H* ถึง *FA03H* (โดยที่ *FA00H* จะใช้สำหรับการเขียนคำสั่งให้กับจอแอลซีดีโมดูล, *FA01H* จะใช้สำหรับอ่านคำสั่งจากแอลซีดีโมดูล, *FA02H* จะใช้สำหรับการเขียนข้อมูลให้แอลซีดีโมดูลและ *FA03H* จะใช้สำหรับการอ่านข้อมูลจากแอลซีดีโมดูล) และติดต่อกับส่วนขยายพอร์ต ซึ่งจะมีการใช้งานโดยการเรียกผ่านแอดเดรสในช่วงตำแหน่งตั้งแต่ *FB00H* ถึง *FB03H* (โดยที่ *FB00H* จะใช้สำหรับพอร์ท *A*, *FB01H* จะใช้สำหรับพอร์ท *B* , *FB02H* จะใช้สำหรับพอร์ท *C* และ*FB03H* จะใช้สำหรับพอร์ทควบคุม) โดยจะมีไอซี MAX232 เป็นส่วนอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับพอร์ต RS232 ของคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารอนุกรมกับคอมพิวเตอร์ และในส่วนของการติดต่อกับบัตรสมาร์ทการ์ดนั้น จะถูกควบคุมการทำงานโดยตัวไมโครคอนโทรลเลอร์โดยที่ ขาที่ 1 (ต่อเข้ากับตำแหน่ง *C_IO* ของซ็อกเก็ต) เป็นขาที่ใช้ในกระบวนการเขียนหรืออ่านข้อมูล จากบัตร, ขาที่ 2 (ต่อเข้ากับตำแหน่ง *C_RST* ของซ็อกเก็ต) เป็นขาที่ใช้ในการรีเซตการทำงานของบัตร, ขาที่ 3 (ต่อเข้ากับตำแหน่ง *C_CLK* ของซ็อกเก็ต) เป็นขาที่ใช้สำหรับป้อนสัญญาณนาฬิกาอ้างอิงให้กับบัตร และ ขาที่ 5 เป็นขาควบคุมการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับบัตรด้วยการสั่งให้ทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่ มีการปิดหรือเปิดวงจร ขาที่ 4 ใช้ในการตรวจสอบว่ามีการ์ดเสียบบัตรเข้ามาที่ซ็อกเก็ตแล้วหรือไม่

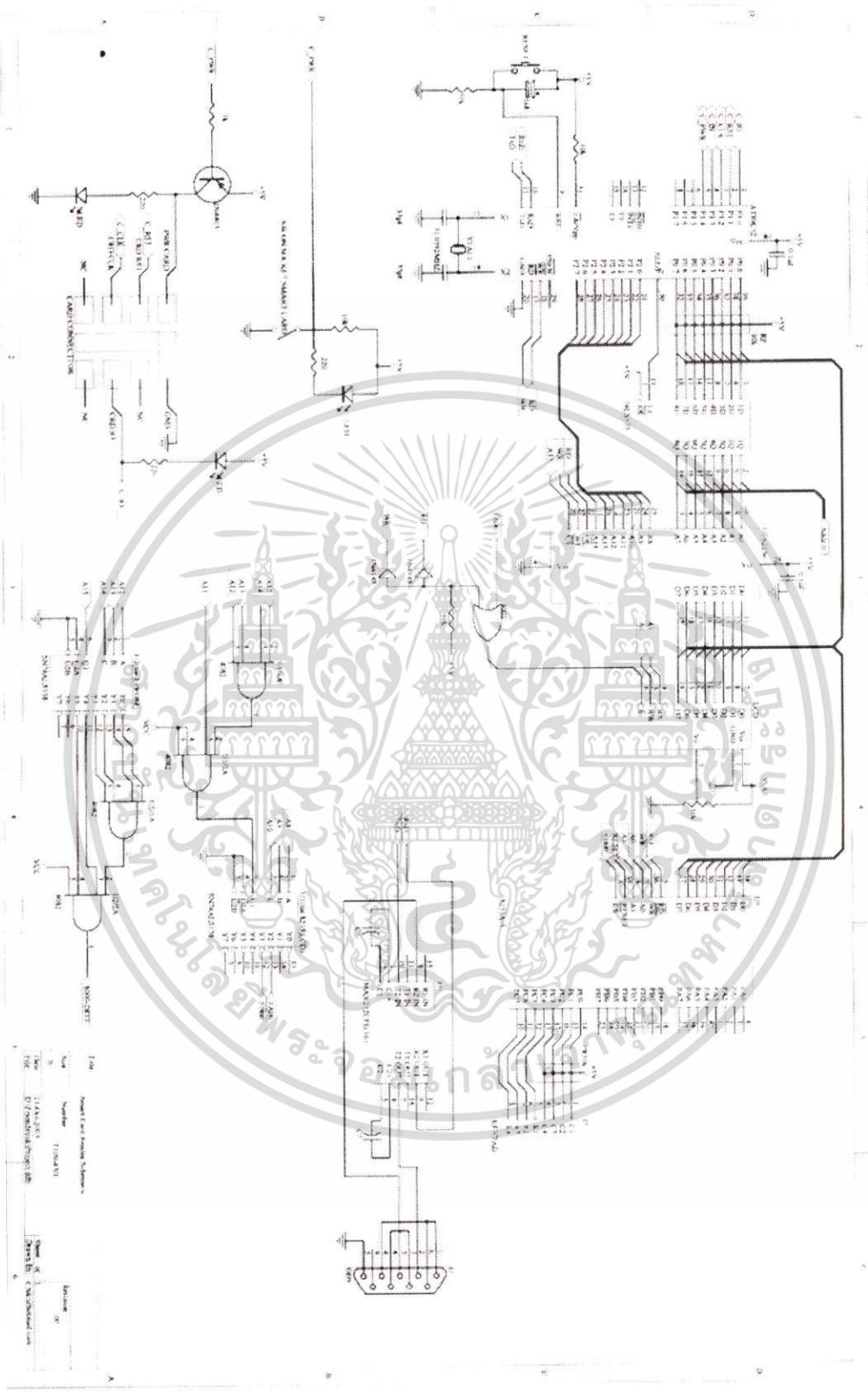
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 3.3 แอดเดรสที่ใช้ในการออกแบบ เพื่อรวมการทำงานในส่วนต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์

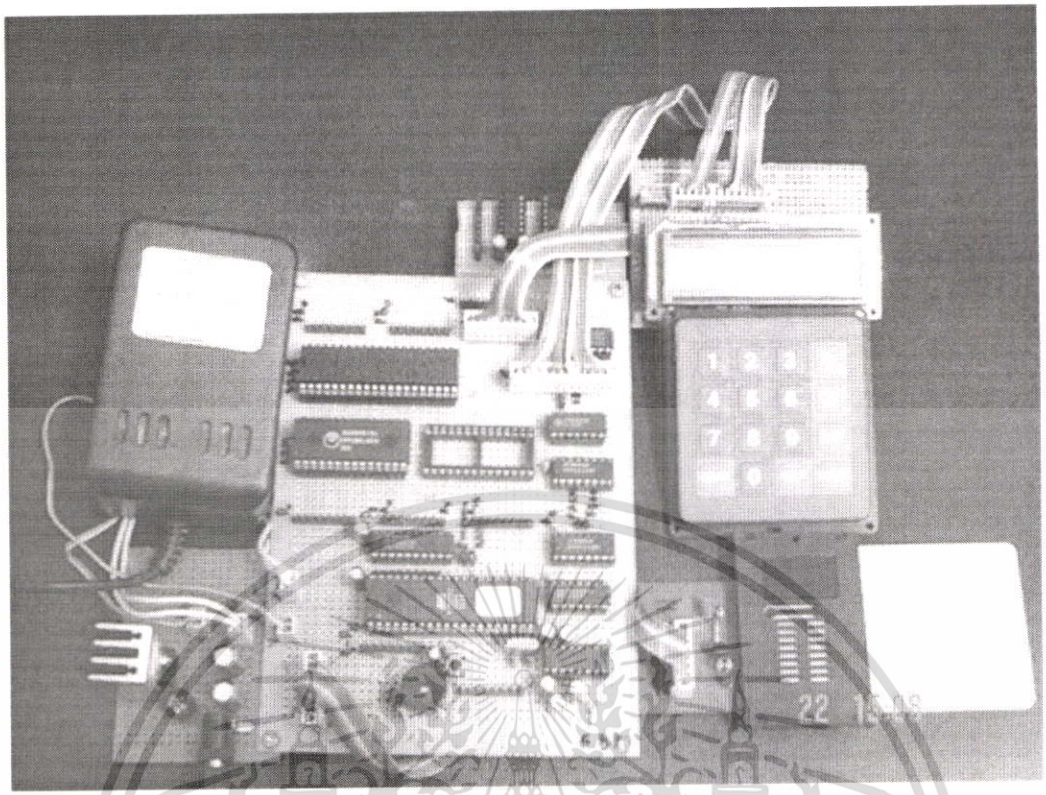
เมื่อทำการออกแบบส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดและทำการเลือกอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการสร้างเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดทั้งหมดได้แล้วดังที่กล่าวข้างต้น จากนั้นทำการประกอบวงจรในส่วนต่างๆ และอุปกรณ์เข้าด้วยกัน จะได้รูปวงจรรวมของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด ตามรูปที่ 3.21 และมีรูปร่างของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดดังรูปที่ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 วงจรรวมของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ประกอบส่วนต่างๆเข้าด้วยกันแล้ว

เมื่อเราทำการประกอบส่วนต่างๆ ได้เป็นเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด ดังรูป 3.22 แล้วเราสามารถที่นำเครื่องที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ตามที่ต้องการได้

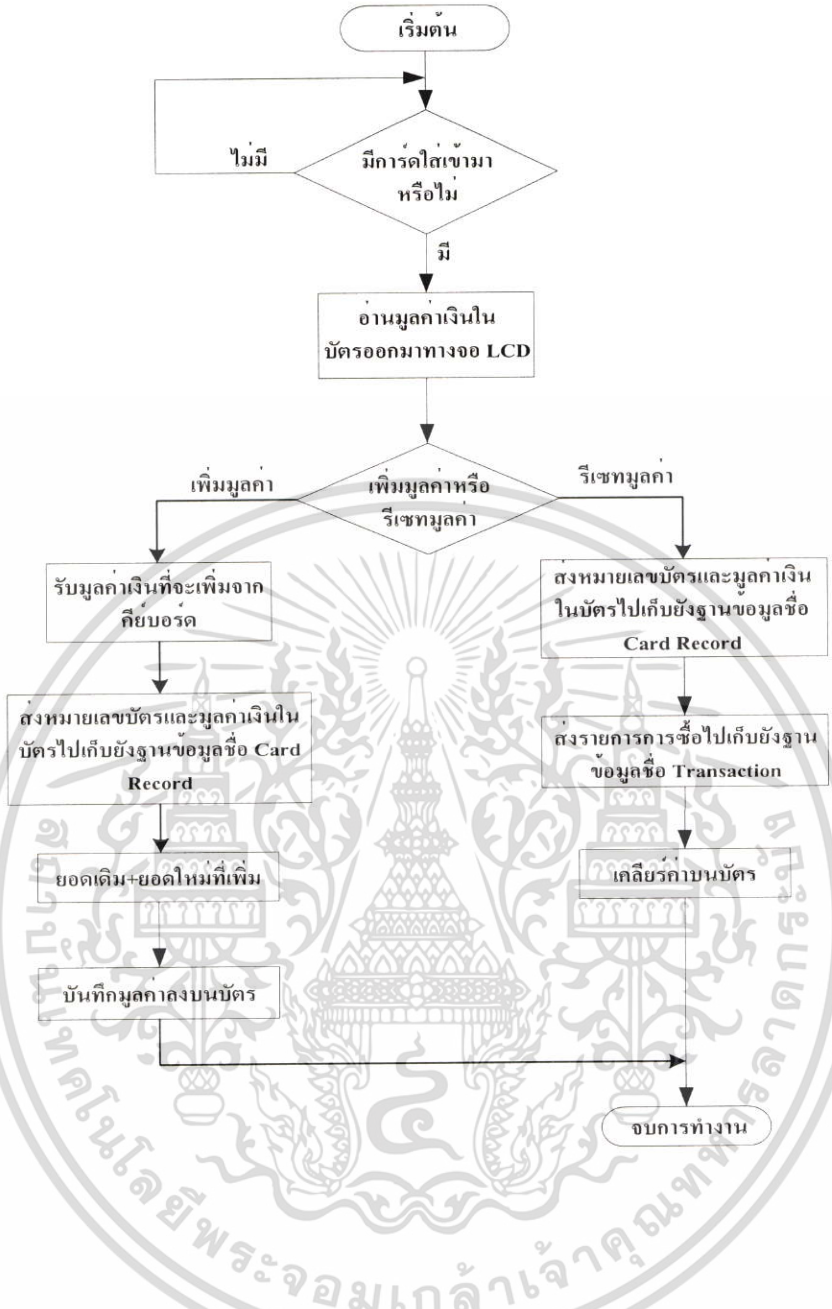
3.5 การออกแบบเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดเพื่อการประยุกต์ใช้งาน (Application)

ในโครงงานนี้ทางผู้จัดทำได้นำเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดไปประยุกต์ใช้งานกับระบบการจำหน่ายคูปองภายในศูนย์อาหาร (Food Center) โดยระบบจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นเครื่องที่ติดอยู่ที่จุดจำหน่ายคูปองและส่วนที่สองจะเป็นเครื่องที่ติดอยู่ที่ร้านจำหน่ายอาหารภายในศูนย์อาหาร โดยจะมีรายละเอียดของการทำงานในแต่ละส่วนดังจะได้กล่าวต่อไป

3.5.1 การออกแบบการทำงานของเครื่องที่ติดอยู่ที่จุดจำหน่ายคูปอง (Master หรือเครื่องแม่)

การทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ ณ จุดจำหน่ายคูปอง หรือเครื่องแม่นั้น จะมีการออกแบบให้มีกระบวนการทำงานตามแผนผังในรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่จุดจำหน่ายคูปอง (เครื่องแม่)

จากแผนผังการทำงานในรูปที่ 3.23 เมื่อมีการเริ่มต้นการทำงานขึ้น จะมีการตรวจสอบว่ามีบัตรใส่เข้ามาหรือไม่ถ้าไม่มี ก็จะทำการตรวจสอบไปเรื่อยๆ เพื่อรอรับบัตร แต่ถ้ามีการใส่บัตรเข้ามาก็จะมีการอ่านมูลค่าของเงินที่มีอยู่ในบัตรแล้วแสดงค่าที่อ่านได้นั้นออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ เมื่อทราบค่าที่มีอยู่ในบัตรก็จะมีการเลือกว่าจะทำการเพิ่มหรือจะลบมูลค่าที่มีอยู่ ถ้าเลือกที่จะเพิ่มมูลค่าลงในบัตร ก็จะทำการรับมูลค่าเงินที่ต้องการจากคีย์บอร์ด จากนั้นจะทำการส่งหมายเลยบัตรและมูลค่าเงินที่ใส่ลงไป ไปเก็บยังฐานข้อมูลชื่อ Card Record แล้วจะมีการนำค่าที่เพิ่มนั้นบวกเข้ากับมูลค่าเดิมที่มีอยู่ เมื่อเสร็จแล้วจะทำการเก็บบันทึกมูลค่านั้นลงบนบัตร เพื่อที่จะได้นำบัตรไปใช้ซื้ออาหารได้ แต่ถ้าเลือกที่จะทำการลบมูลค่าที่มีอยู่ในบัตรก็จะมีการส่งหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลยบัตรและมูลค่าเงินที่มีอยู่บนบัตร ไปเก็บยังฐานข้อมูลชื่อ Card Record ก่อน และจะมีการส่งข้อมูลการซื้อขายไปเก็บยังฐานข้อมูลชื่อ “Transaction” แล้วทำการเคลียร์มูลค่าที่มีอยู่บนบัตร ก็จะเป็นการสิ้นสุดกระบวนการการทำงานของเครื่องที่ติดอยู่ที่จุดจำหน่ายคูปอง

3.5.2 การออกแบบการทำงานของเครื่องที่ติดอยู่ที่ร้านอาหารที่อยู่ภายในศูนย์อาหาร (Slaveหรือเครื่องลูก)

การทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่ร้านอาหารที่อยู่ภายในศูนย์อาหารหรือเครื่องลูกนั้น มีการออกแบบให้มีกระบวนการทำงานตามแผนผังในรูปที่ 3.24

รูปที่ 3.24 แผนผังการทำงานของเครื่องที่ติดอยู่ที่ร้านอาหารที่อยู่ภายในศูนย์อาหาร (Slaveหรือ เครื่องลูก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนผังการทำงานในรูปที่ 3.24 เมื่อมีการเริ่มต้นการทำงานขึ้น จะมีการตรวจสอบว่ามีบัตรใส่เข้ามาหรือไม่ถ้าไม่มี ก็จะทำการตรวจสอบไปเรื่อยๆ เพื่อรอรับบัตร แต่ถ้ามีการใส่บัตรเข้ามาก็จะมีการอ่านมูลค่าของเงินที่มีอยู่ในบัตรแล้วแสดงค่าที่อ่านได้นั้นออกมาทางจอแอลซีดี จะมีการตรวจสอบว่ามูลค่านั้นพอที่จะซื้ออาหารได้หรือไม่ ถ้าไม่ก็จะสิ้นสุดการทำงานไป แต่ถ้ามูลค่านั้นพอกับราคาอาหารก็จะมีการป้อนมูลค่าของอาหารทางคีย์แพด แล้วจะมีการหักมูลค่าออกจากมูลค่าที่มีอยู่บนบัตรพร้อมกับบันทึกรหัสร้านและมูลค่าเงินที่ถูกหักออกลงบนบัตร จากนั้นจะมีการแสดงมูลค่าคงเหลือในบัตรทางจอแอลซีดี ก็จะเป็นการสิ้นสุดกระบวนการการทำงานของเครื่องที่ติดอยู่ที่ร้านอาหารภายในศูนย์อาหาร

3.5.3 การออกแบบระบบฐานข้อมูล

ในการนำไปงานได้มีการสร้างตารางดาต้าเบส เนื่องจากข้อมูลมีขนาดเล็กไม่มีความซับซ้อน ดังนั้น จึงใช้ ไมโครซอฟแอคเซส (Microsoft Access) ในกระบวนการเก็บข้อมูล ซึ่งทางผู้จัดทำได้ทำการออกแบบการเก็บข้อมูลเป็น 3 ตาราง ดังนี้คือ

1.ตาราง Card Record : เป็นตารางที่เก็บข้อมูลการใช้งานของบัตรภายในศูนย์อาหาร โดยจะแบ่งตารางเป็น 4 คอลัมน์ คือ

1.1 *TxNumber* : จะบอกถึงลำดับการใช้งานของบัตร ซึ่งจะใช้เป็นไพรมารีคีย์(primary key)

1.2 *CardNumber* : จะเก็บข้อมูลที่เป็นรหัสของบัตร

1.3 *Cost* : จะเก็บข้อมูลที่เป็นมูลค่าการใช้งานผ่านบัตรใบนั้นๆ

1.4 *Date* : จะใช้เก็บข้อมูลที่เป็นวันที่ทำการซื้อขายผ่านบัตรใบนั้นๆ

ลักษณะของตาราง *Card Record* ที่ได้ออกแบบไว้ จะมีลักษณะตามตารางที่ 3.4

CardRecord : Table

TxCard	CardNumber	Cost	SellDate
85	1	฿100.00	1/12/2004
86	2	฿70.00	1/12/2004
87	1	-฿15.00	1/12/2004
88	2	-฿30.00	1/12/2004
89	4	฿80.00	1/13/2004
90	3	฿50.00	1/13/2004
91	4	-฿20.00	1/13/2004
92	3	-฿10.00	1/13/2004
93	1	฿120.00	1/14/2004
94	3	฿80.00	1/14/2004
95	1	-฿20.00	1/14/2004
96	3	-฿25.00	1/14/2004
97	1	฿250.00	3/26/2004
98	4	฿200.00	3/26/2004
99	3	฿150.00	3/26/2004
100	1	-฿5.00	3/26/2004
101	4	-฿5.00	3/26/2004
102	3	-฿3.00	3/26/2004
(AutoNumber)	0	฿0.00	

Record: 1 of 18

ตารางที่ 3.4 ตาราง Card Record

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

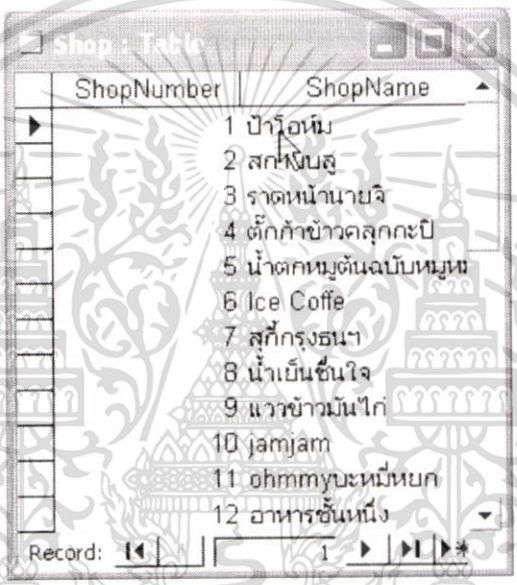
2. ตาราง Shop Total : เป็นตารางที่ใช้ในการแสดงจำนวนร้านและชื่อร้าน โดยข้อมูลในตารางนี้จะมีความสัมพันธ์กับรหัสร้าน ซึ่งรหัสร้านจะถูกนำไปเป็นข้อมูลเพื่อเก็บลงบนบัตร เมื่อมีการซื้อขายผ่านบัตรใบนั้นๆ

ในการออกแบบตารางเพื่อเก็บข้อมูลของร้านนี้ได้แบ่งตารางออกเป็น 2 คอลัมน์ คือ

2.1 ShopNumber : จะเก็บข้อมูลที่เป็นรหัสของร้านที่อยู่ภายในศูนย์อาหาร

2.2 ShopName : จะเก็บข้อมูลที่เป็นชื่อร้านที่อยู่ภายในศูนย์อาหาร

ลักษณะของตาราง *Shop Total* ที่ได้ออกแบบไว้ จะมีลักษณะตามตารางที่ 3.5



ตารางที่ 3.5 ตาราง Shop Total

3.ตาราง TransactionShop : เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลการซื้อ-ขายอาหารของแต่ละร้านภายในศูนย์อาหาร โดยจะแบ่งตารางการเก็บข้อมูลออกเป็น 5 คอลัมน์ คือ

3.1 TxNumber : จะเก็บข้อมูลที่เป็นลำดับการเกิดกระบวนการซื้อ-ขายอาหารของแต่ละร้าน โดยใช้เป็นไพรมารีคีย์(primary key) ดังนั้นจึงไม่มีความสำคัญในการใช้เก็บข้อมูลใดๆ

3.2 FoodCost : จะใช้เก็บราคาอาหารที่ขายไปในแต่ละครั้งของร้านขายอาหาร

3.3 TxDate : จะเก็บวันที่ที่มีการซื้อ-ขายอาหาร

3.4 ShopNumber : จะเก็บข้อมูลที่เป็นรหัสของร้านที่อยู่ภายในศูนย์อาหาร

3.5 CardNumber : จะเก็บข้อมูลที่เป็นรหัสของบัตรที่ใช้ซื้ออาหาร

ลักษณะของตาราง *Shop Total* ที่ได้ออกแบบไว้ จะมีลักษณะตามตารางที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TransactionShop : Table

TxNumber	FoodCost	TxDate	ShopNumber	CardNumber
10691	฿20.00	1/12/2004	4	1
10692	฿35.00	1/12/2004	10	1
10693	฿20.00	1/12/2004	5	1
10694	฿10.00	1/12/2004	3	1
10695	฿20.00	1/12/2004	5	2
10696	฿20.00	1/12/2004	6	2
10697	฿30.00	1/13/2004	10	4
10698	฿20.00	1/13/2004	1	3
10699	฿20.00	1/13/2004	6	3
10700	฿20.00	1/13/2004	5	4
10701	฿10.00	1/13/2004	3	4
10702	฿30.00	1/14/2004	1	1
10703	฿30.00	1/14/2004	2	1
10704	฿30.00	1/14/2004	10	1
10705	฿10.00	1/14/2004	3	1
10706	฿35.00	1/14/2004	1	3
10707	฿20.00	1/14/2004	5	3
10708	฿10.00	3/26/2004	1	1
10709	฿30.00	3/26/2004	3	1
10710	฿15.00	3/26/2004	2	1
10711	฿20.00	3/26/2004	3	1
10712	฿50.00	3/26/2004	2	1
10713	฿25.00	3/26/2004	1	1
10714	฿30.00	3/26/2004	1	1
10715	฿15.00	3/26/2004	1	1

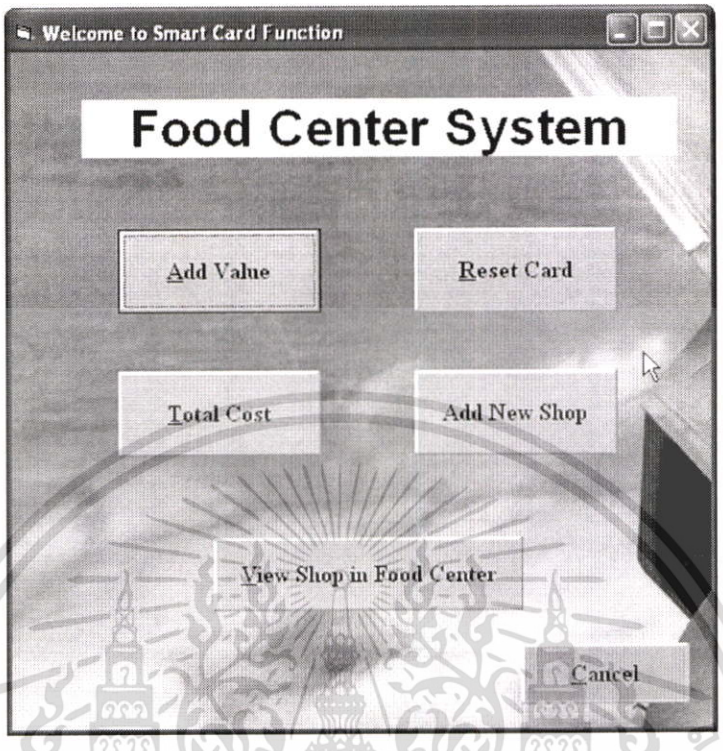
Record: 1 of 40

ตารางที่ 3.6 ตาราง TrancactionShop

3.5.4 การออกแบบการเชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างผู้ใช้ (user) กับระบบโดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก

ในการออกแบบการใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวก โดยจะทำการออกแบบฟอร์ม(Form) ดังรูปที่ 3.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



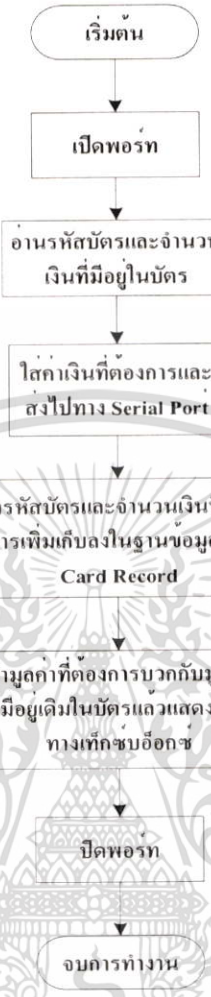
รูปที่ 3.25 หน้าต่างที่ทำการติดต่อกับผู้ใช้

จากฟอร์มในรูปที่ 3.25 จะมีปุ่ม 5 ปุ่ม คือ

1.***Add Value*** : เพื่อใช้ในการเพิ่มมูลค่าเงินของบัตร

ในการออกแบบการทำงานของปุ่มนี้ จะมีกระบวนการทำงานดังแผนผังในรูปที่ 3.26

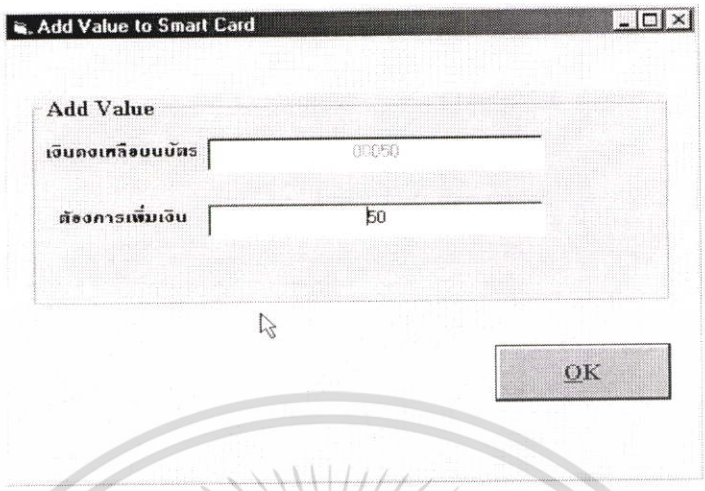
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 แผนผังการทำงานของปุ่ม "Add Value"

จากแผนผังในรูปที่ 3.26 จะมีการทำงาน คือ เมื่อคลิกปุ่มนี้แล้ว จะมีหน้าต่างใหม่แสดงขึ้นมาเพื่อให้ ผู้ใช้ทำการเพิ่มมูลค่าลงบนบัตร โดยที่ถ้าบัตรไม่มีมูลค่าเป็นบัตรเปล่า ช่องที่แสดงเงินคงเหลือก็จะเป็น "000" แต่ถ้าในบัตรนั้นมีมูลค่าเหลืออยู่ก็จะทำการแสดงค่าที่เหลือนั้นออกมาด้วยและเมื่อเพิ่มมูลค่าตามที่ต้องการแล้วก็จะแสดงมูลค่ารวมที่มีอยู่ในบัตรด้วย ส่วนในช่อง "ต้องการเพิ่มเงิน" เราสามารถใส่จำนวนเงินที่ต้องการแล้วคลิกปุ่ม " OK" มูลค่าที่เราต้องการเพิ่มก็จะถูกเก็บลงบนบัตรพร้อมทั้งมีการเก็บค่านี้ลงในฐานข้อมูลที่ชื่อ "Card Record" หน้าต่างการเพิ่มมูลค่าเงินบนบัตรแสดงได้ดังรูปที่ 3.27

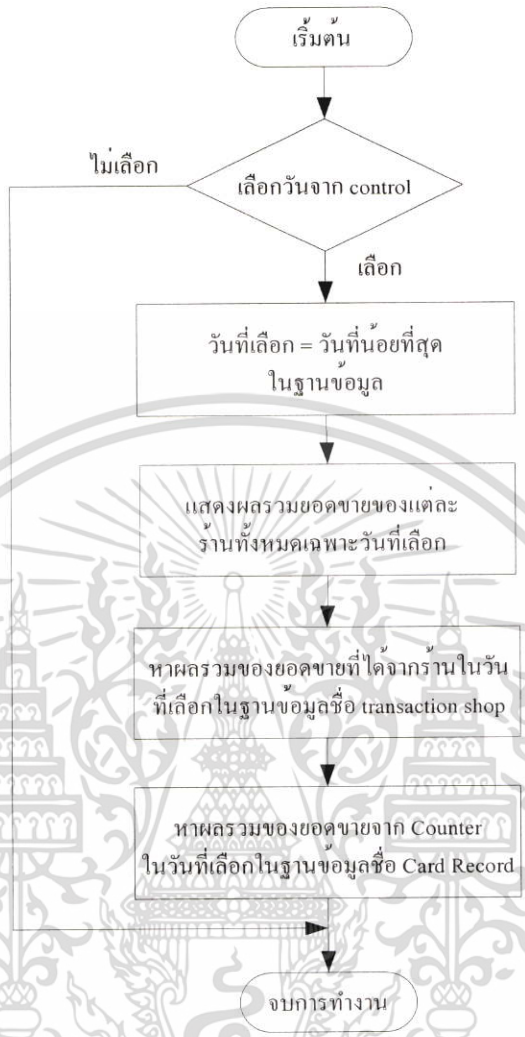
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 ผลการทดลองเมื่อคลิกปุ่ม Add Value

2.***Total Cost*** : เพื่อใช้ในการแสดงข้อมูลที่ขายได้ในแต่ละร้าน
เมื่อคลิกที่ปุ่มนี้จะมีการทำงานตามแผนผังในรูปที่ 3.28

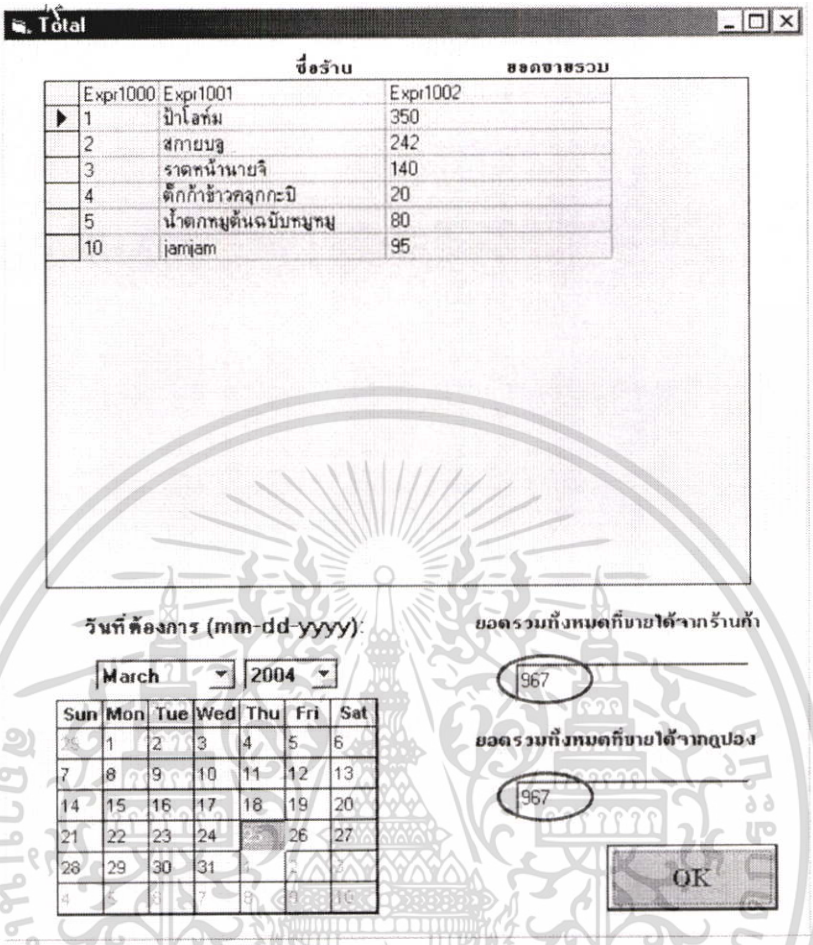
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 แผนผังการทำงานเมื่อคลิกที่ปุ่ม "Total Cost"

จากการออกแบบการทำงานตามรูปที่ 3.28 เมื่อทำการคลิกปุ่มนี้แล้วจะมีการให้เลือกวันที่ ที่ต้องการให้แสดงข้อมูลของร้านอาหารภายในศูนย์อาหารเป็นตารางฐานข้อมูล เมื่อเลือกแล้วจะมีการแสดงยอดรวมของแต่ละร้านเฉพาะในวันที่ทำการเลือก และจะมีการเปรียบเทียบยอดรวมที่ขายได้จากร้านค้ากับยอดรวมที่ขายคูปองได้ โดยหน้าต่างที่ได้ออกแบบการทำงานไว้นั้นจะมีลักษณะตามรูปที่ 3.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

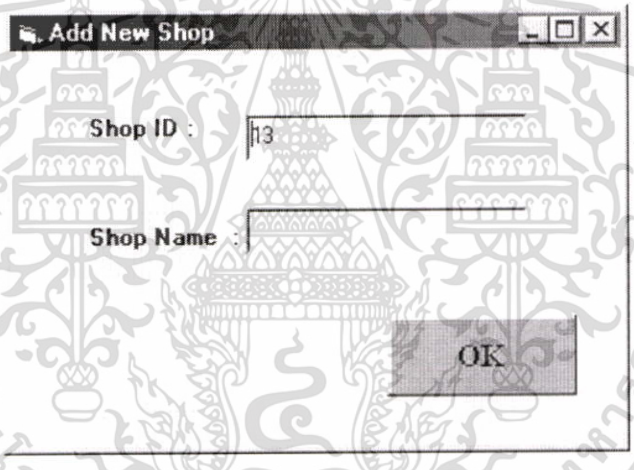


รูปที่ 3.29 หน้าต่างที่ออกแบบไว้เมื่อทำการคลิกที่ปุ่ม Total Cost

3.***Add New Shop*** : เพื่อใช้ในการเพิ่มรายชื่อของร้านค้าใหม่ที่เข้ามาขายในศูนย์อาหาร จะมีการแสดงหน้าจอ โดยจะมีช่องว่างเพื่อให้ทำการใส่รหัสร้านและชื่อร้าน ข้อมูลที่กรอกลงไปจะถูกนำไปเก็บไว้ที่ตารางฐานข้อมูลชื่อ "Shop" ที่ได้ออกแบบไว้ในข้างต้น การทำงานของปุ่มนี้จะมีแผนผังการทำงานตามรูปที่ 3.30 และมีหน้าจอที่ได้ทำการออกแบบเมื่อทำการคลิกที่ปุ่มนี้ ตามรูปที่ 3.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.30 แผนผังการทำงานของปุ่ม "Add New Shop"



รูปที่ 3.31 หน้าต่างที่ออกแบบไว้เมื่อทำการคลิกที่ปุ่ม Add New Shop

4.***Reset Card*** : เพื่อใช้ในการ Reset ค่าที่อยู่บนบัตร การทำงานของปุ่มนี้จะมีการทำงานตามแผนผังในรูปที่ 3.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : ค่าเงินที่บันทึกลงในฐานข้อมูล = [จำนวนเงินที่เหลือ – 2(จำนวนเงินที่เหลือ)] เพื่อให้ได้ค่าเป็นลบแสดง การคืนเงิน

รูปที่ 3.32 แผนผังการทำงานของปุ่ม "Reset Card"

จากแผนผังการทำงานในรูปที่ 3.32 เมื่อคลิกแล้ว ถ้าบัตรที่จะทำการรีเซตนั้นมีการนำไปใช้ซื้ออาหารก็จะมีการนำค่าที่มีบนบัตรคือรหัสบัตรและเงินที่เหลือบนบัตรไปเก็บในฐานข้อมูลชื่อ " Card Record" จากนั้นจะมีการส่ง "s" เพื่อรอรับรายการร้านค้า (IDShop) ที่เป็นรหัสร้านค้า และจะมีการส่ง "c" เพื่อรอรับรายการซื้อ

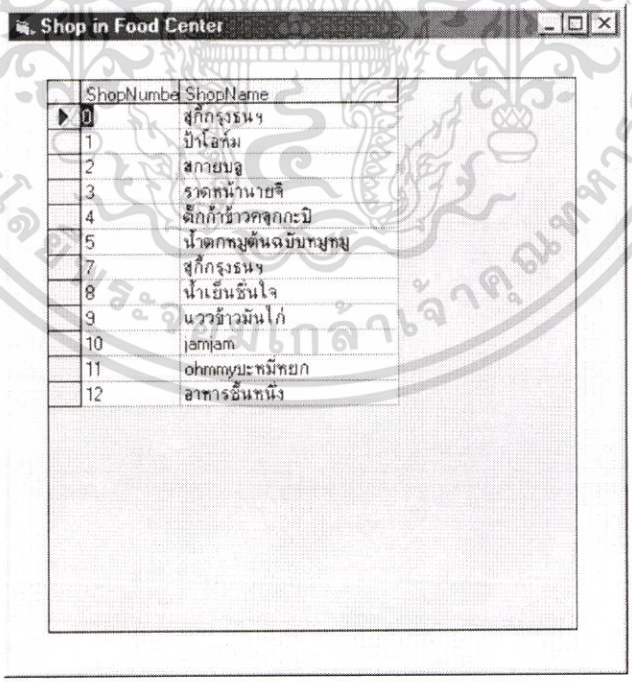
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของตามร้านค้าจากเครื่องอ่าน/เขียน เป็นมูลค่าที่ได้ทำการซื้อขายที่ร้านค้าร้านนั้นๆ โดยจะเก็บรายละเอียดการซื้อขายของแต่ละร้านลงในฐานข้อมูลที่ชื่อ “Transaction Shop” ก็จะเป็นการถือว่าเป็นอันเสร็จกระบวนการ

5.***View Shop in Food Center*** : เพื่อใช้ในการดูว่าภายในศูนย์อาหารมีร้านจำหน่ายอาหารชื่ออะไรบ้าง และมีการแสดงรหัสร้าน ซึ่งรหัสร้านนี้จะเป็นรหัสเดียวกับที่เก็บไว้เป็นข้อมูลในฐานข้อมูลที่ชื่อ Transaction Shop และฐานข้อมูลที่ชื่อ Shop โดยจะมีการทำงานของปุ่มนี้ตามแผนผังในรูปที่ 3.33

รูปที่ 3.33 แผนผังการทำงานของปุ่ม “ View Shop in Food Center ”

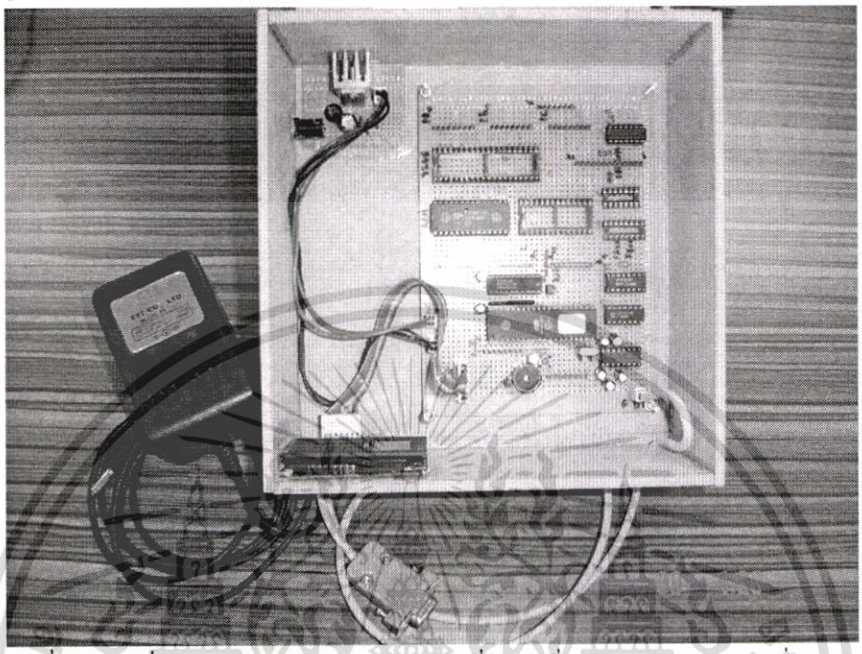
ในการออกแบบการทำงานเมื่อทำการคลิกปุ่มนี้แล้ว จะมีการแสดงข้อมูลที่เป็นรหัสและชื่อร้านอาหารภายในศูนย์อาหารทั้งหมด โดยจะมีการแสดงข้อมูลขึ้นมาเป็นหน้าต่างตามรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 หน้าต่างที่แสดงขึ้นมาหลังจากคลิกปุ่ม “View Shop in Food Center”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการออกแบบการทำงานของส่วนต่างๆ ดังที่กล่าวข้างต้น เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดที่จุดจำหน่ายคูปองจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.35

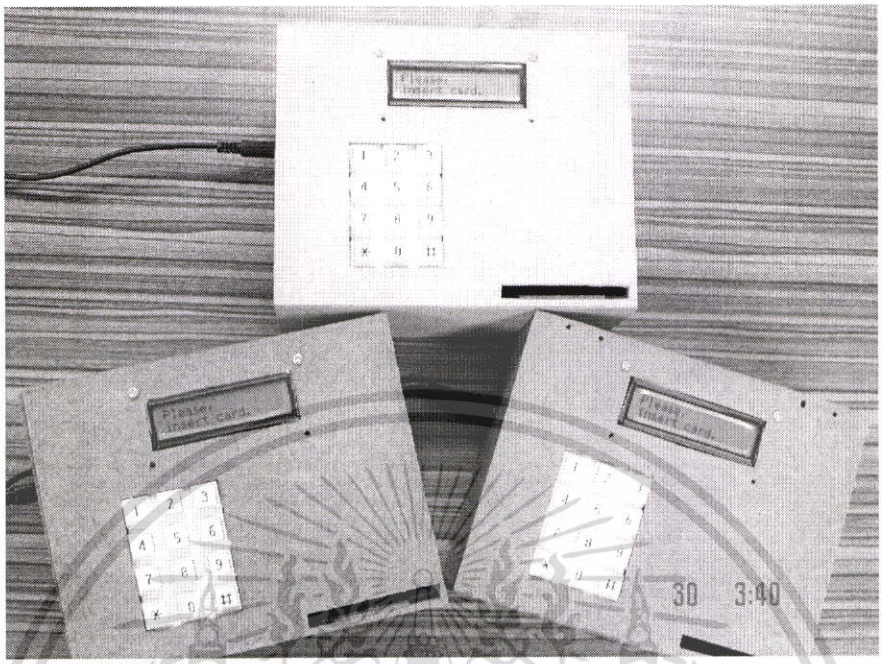


รูปที่ 3.35 เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่จุดจำหน่ายคูปอง (เครื่องแม่)

และลักษณะของเครื่องที่ติดอยู่ที่ร้านอาหารภายในศูนย์อาหาร จะมีลักษณะดังรูปที่ 3.36 และรูปที่ 3.37

รูปที่ 3.36 ลักษณะภายในเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่ร้านอาหารภายในศูนย์อาหาร(เครื่องลูก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.37 ลักษณะภายนอกเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่ร้านอาหารภายในศูนย์อาหาร(เครื่องลูก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

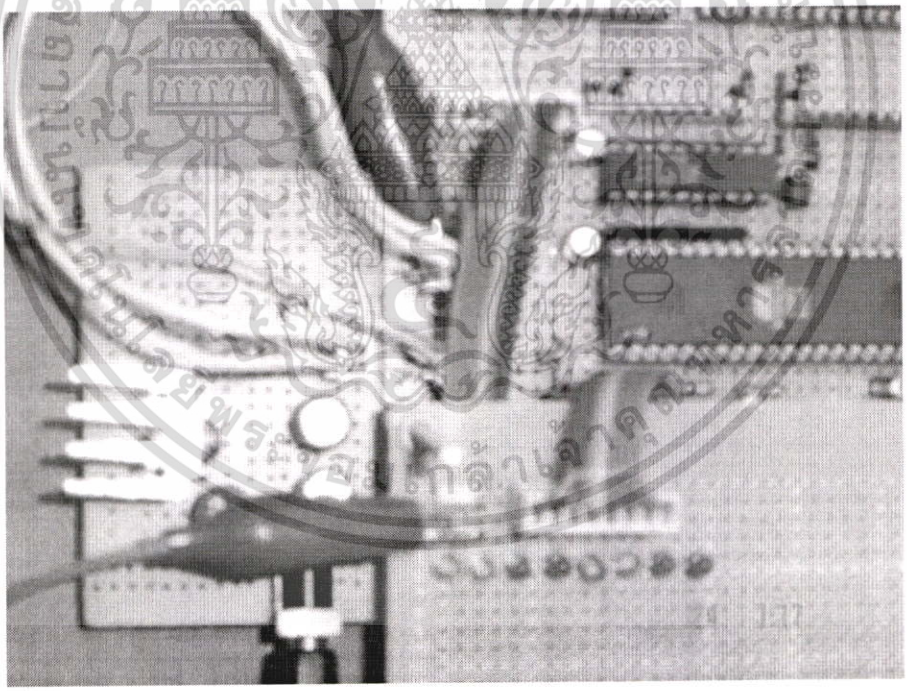
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 วิธีการทดลองและผลการทดลองในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

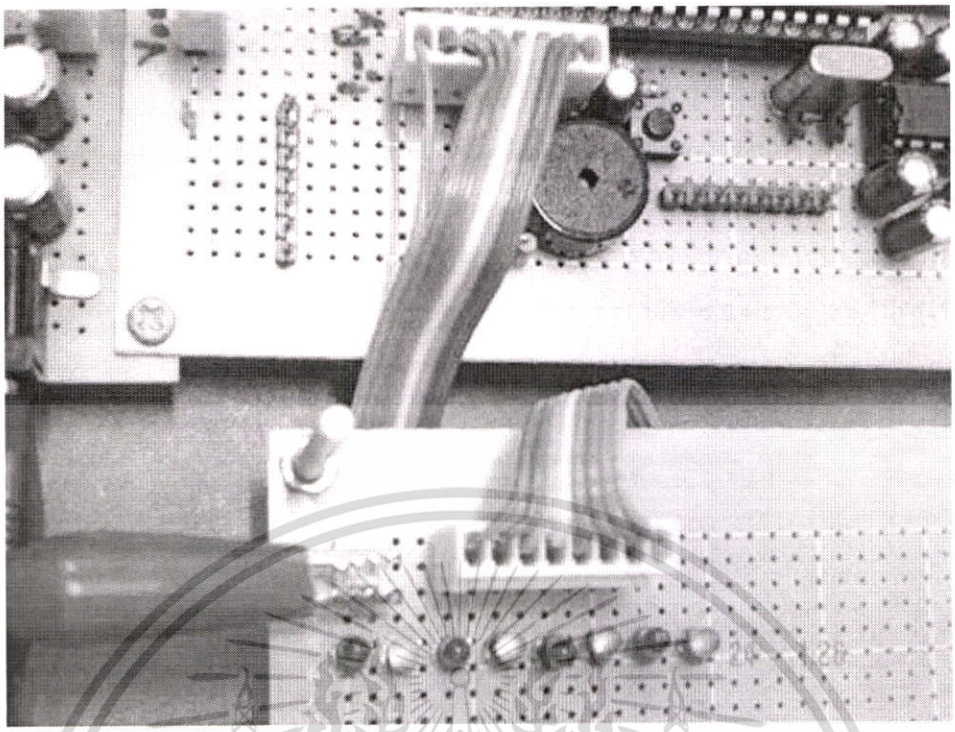
4.1.1 วิธีการทดลองการทำงานของพอร์ทเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์

การทดลองการทำงานของพอร์ทเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น จะทำการต่อวงจรตามรูปที่ 3.2 แล้วเขียนโปรแกรมตามแผนผังการทำงานในรูปที่ 3.3 ในบทที่ 3 แล้วทำการป้อนไฟเลี้ยงขนาด +5 โวลต์ให้กับวงจรในรูปที่ 3.2 แล้วจะได้ค่าเอาท์พุตที่ออกจากพอร์ท *0 (P0.0 – P0.7)*, พอร์ท *1 (P1.0 – P1.7)*, และพอร์ท *2 (P2.0 – P2.7)* ซึ่งจะเป็นข้อมูลขนาด 8 บิต และใช้หลอดแอลอีดี(LED) มาแสดงค่าเอาท์พุตที่ส่งออกไป โดยจะกำหนดให้ถ้าแอลอีดีมีไฟสว่างจะให้แทนค่าข้อมูลที่ส่งออกไปมีค่าเท่ากับ " 1 " และถ้าแอลอีดีไฟไม่สว่างจะให้แทนค่าข้อมูลที่ส่งออกไปมีค่าเท่ากับ " 0 " โดยในการทดลองนี้ได้ทำการส่งค่าข้อมูลที่มีค่าเท่ากับ *11001100* ออกไปเป็นค่าเอาท์พุตทางพอร์ท *0*, พอร์ท *1*, พอร์ท *2* เมื่อใช้หลอดแอดอีดีเป็นตัวแสดงค่าเอาท์พุตที่ส่งออกไปยังพอร์ท *0*,พอร์ท *1* และพอร์ท *2* จะทำให้ได้ลักษณะของการติด-ดับ ของหลอดแอลอีดี ดังรูปที่ 4.1, รูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 ตามลำดับ

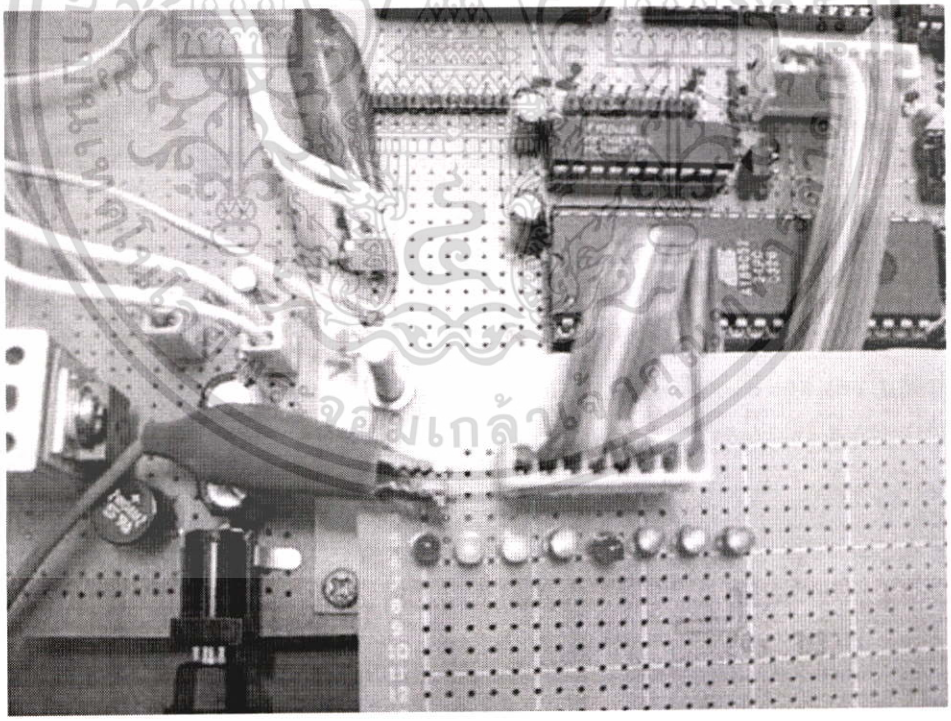


รูปที่ 4.1 ผลการทดลองเมื่อส่งค่าข้อมูล *11001100* ออกทางพอร์ท *0* ของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

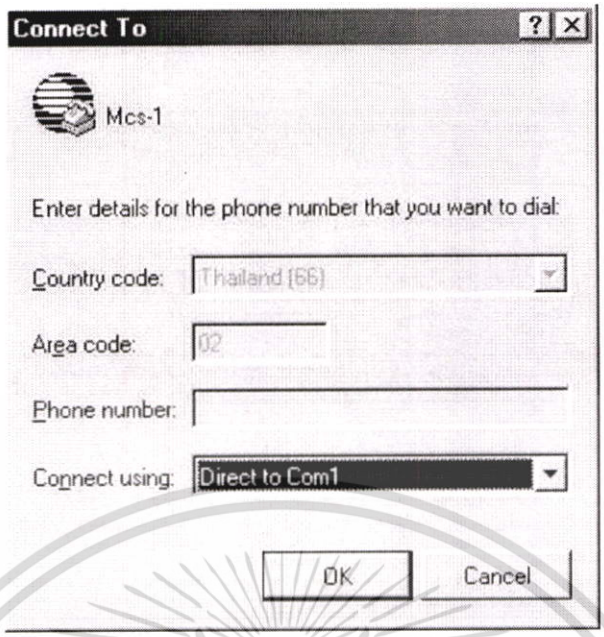


รูปที่ 4.2 ผลการทดลองเมื่อส่งค่าข้อมูล *01010101* ออกทางพอร์ท *1* ของไมโครคอนโทรลเลอร์



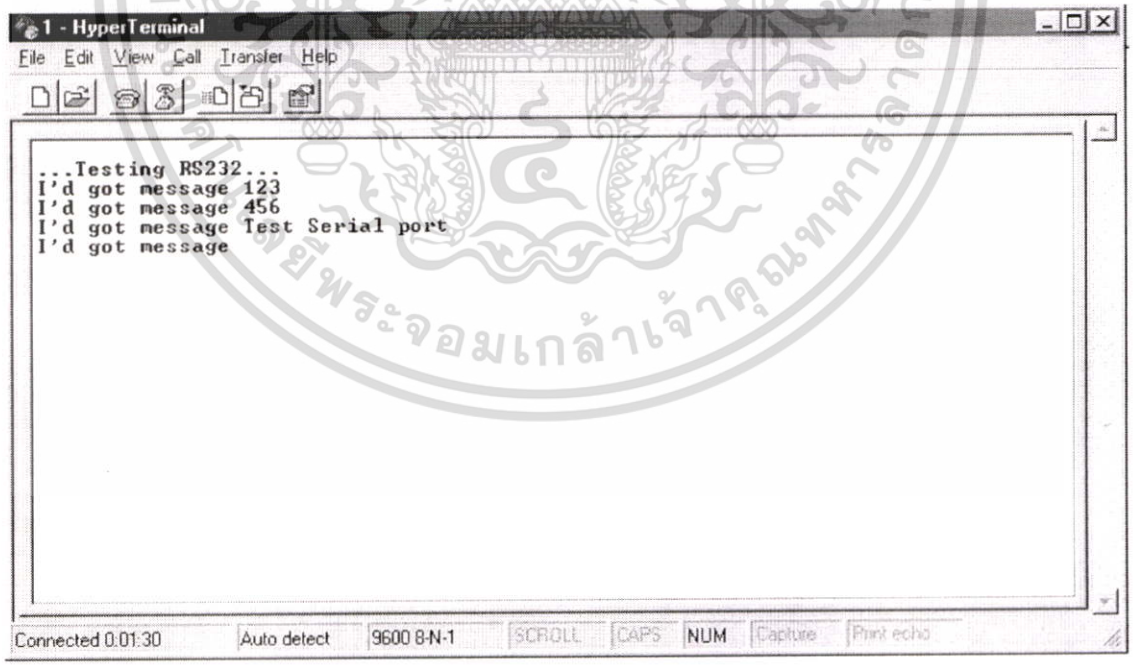
รูปที่ 4.3 ผลการทดลองเมื่อส่งค่าข้อมูล *01110111* ออกทางพอร์ท *2* ของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 หน้าต่าง(Window) การกำหนดโหมดการทำงานให้ไฮเปอร์เทอร์มินอล

เมื่อสั่งให้โปรแกรมทำงานจะสามารถพิมพ์ข้อความทางคีย์บอร์ดได้ โดยข้อความที่พิมพ์จะไปปรากฏบนหน้าจอ ดังผลการทดลองตามรูปที่ 4.6

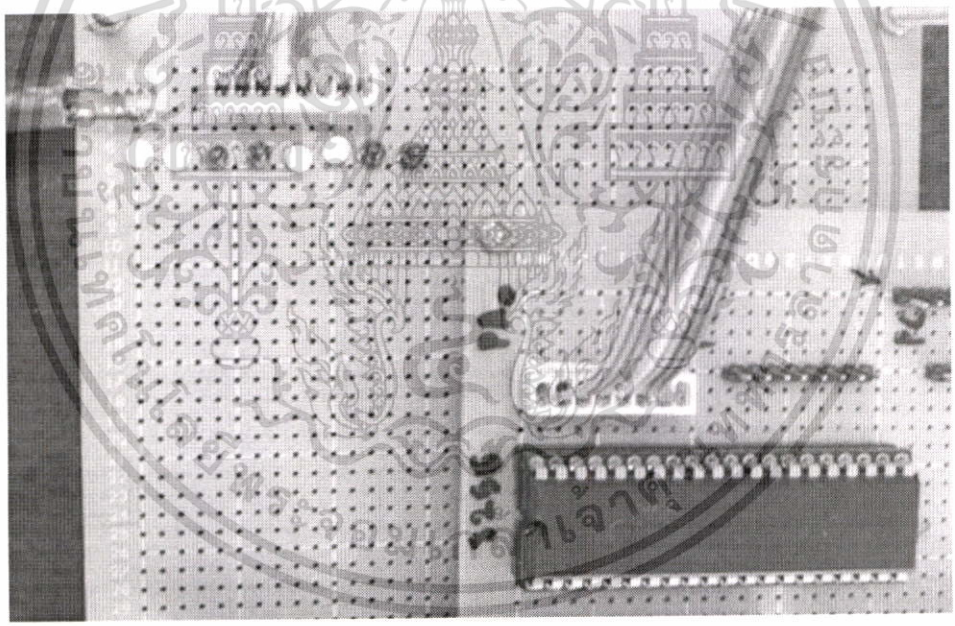


รูปที่ 4.6 ผลการทดลองการสื่อสารข้อมูลผ่านทางพอร์ทสื่อสารอนุกรมRS232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

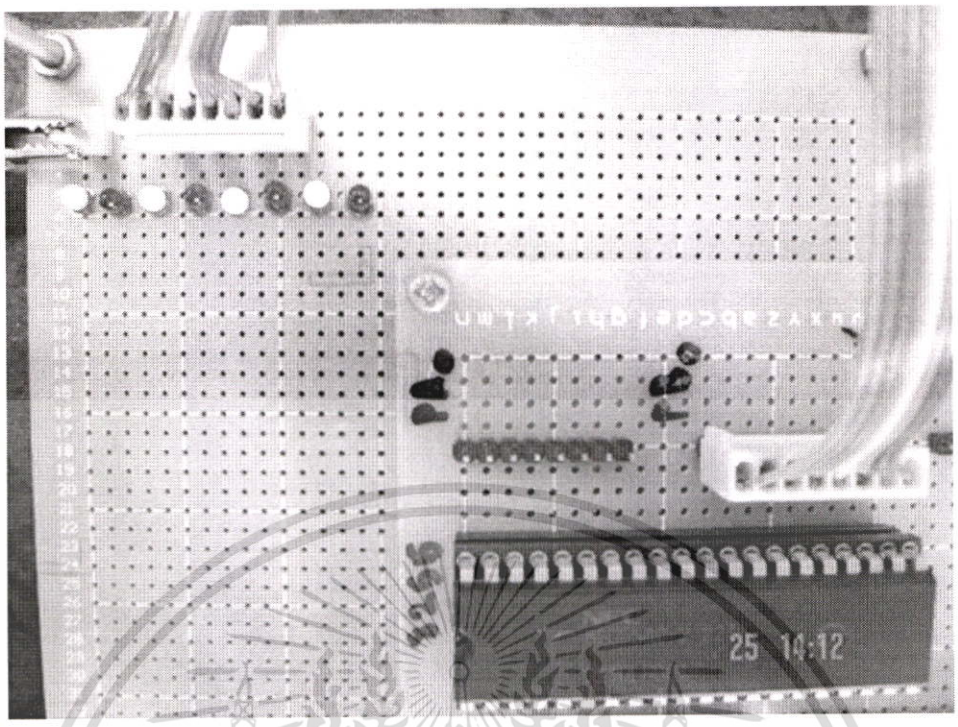
4.1.3 วิธีการทดลองการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซีเบอร์8255

การทดลองการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซีเบอร์8255 นั้นเมื่อทำการต่อวงจรตามรูปที่ 3.7 และทำการกำหนดแอดเดรสการทำงานให้กับไอซีตามตารางที่ 3.1 จากการออกแบบที่กำหนดให้พอร์ท *A*, พอร์ท *B* และพอร์ท *C* เป็นพอร์ทที่ใช้สำหรับส่งข้อมูล(Output Port) นั้น เมื่อนำไปเขียนโปรแกรมการทำงานตามแผนผังการทำงานในรูปที่ 3.8 แล้วทำการป้อนไฟเลี้ยงขนาด +5 โวลต์ ให้กับวงจรเพื่อให้ ไอซีทำงานตามที่ต้องการ ในที่นี้จะทำการทดลองโดยส่งค่าข้อมูลที่เท่ากับ *11001100* เข้าไปที่พอร์ท *A*, พอร์ท *B* และพอร์ท *C* ซึ่งได้กำหนดให้ทำงานเป็นพอร์ทสำหรับการส่งข้อมูล จากนั้นทำการต่อหลอดแอลอีดี เข้ากับพอร์ท *A*, พอร์ท *B* และพอร์ท *C* ซึ่งได้กำหนดให้เป็นพอร์ทที่ใช้สำหรับการส่งข้อมูลหรือแสดงค่าข้อมูลที่จะส่งออกไป ซึ่งจะเป็นข้อมูลขนาด 8 บิต ในการวัดการทำงานนั้นจะใช้การติด – ดับของหลอดแอลอีดี โดยกำหนดให้ ถ้าแอลอีดีมีไฟสว่างจะให้แทนค่าข้อมูลที่ส่งไปมีค่าเท่ากับ " 1 " และถ้าแอลอีดีไฟไม่สว่างจะให้แทนค่าข้อมูลที่ส่งไปมีค่าเท่ากับ " 0 " ซึ่งจากการที่มีการส่งค่าข้อมูลเท่ากับ *11001100* ไปที่พอร์ท *A* พอร์ท *B* และพอร์ท *C* จะทำให้เกิดลักษณะการติด – ดับของหลอดแอลอีดีที่ต่ออยู่กับพอร์ท *A*, พอร์ท *B* และพอร์ท *C* ดังรูปที่ 4.7 รูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9 ตามลำดับ

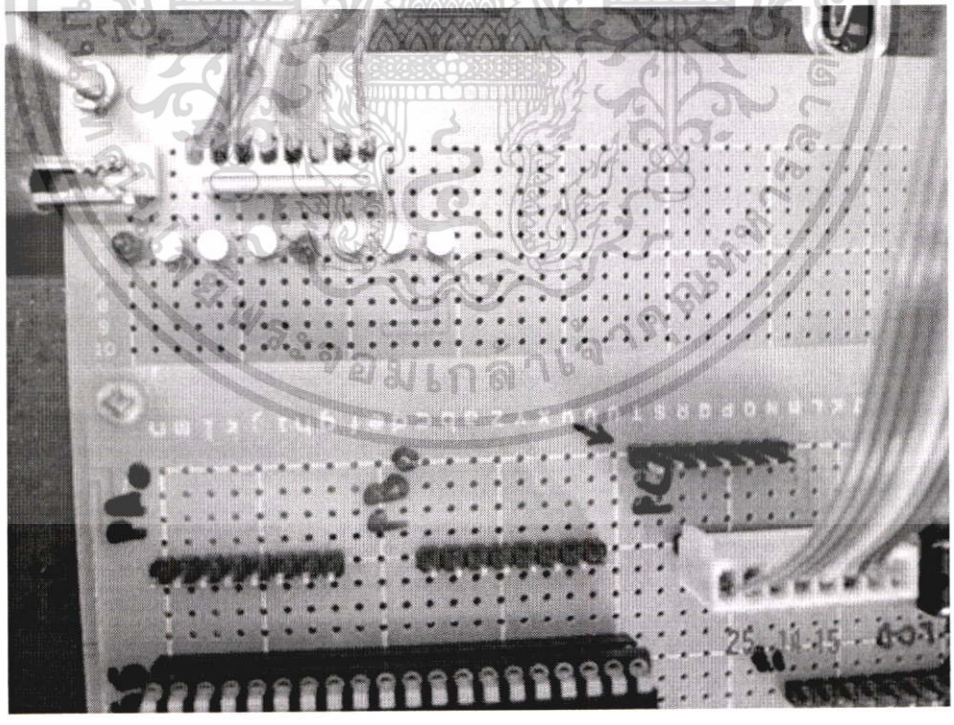


รูปที่ 4.7 ผลการทดลองการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซี 8255 ซึ่งกำหนดให้พอร์ท *A* เป็นพอร์ทที่ใช้ในการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ผลการทดลองการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซี 8255 ซึ่งกำหนดให้พอร์ท *B* เป็นพอร์ทที่ใช้ในการส่งข้อมูล

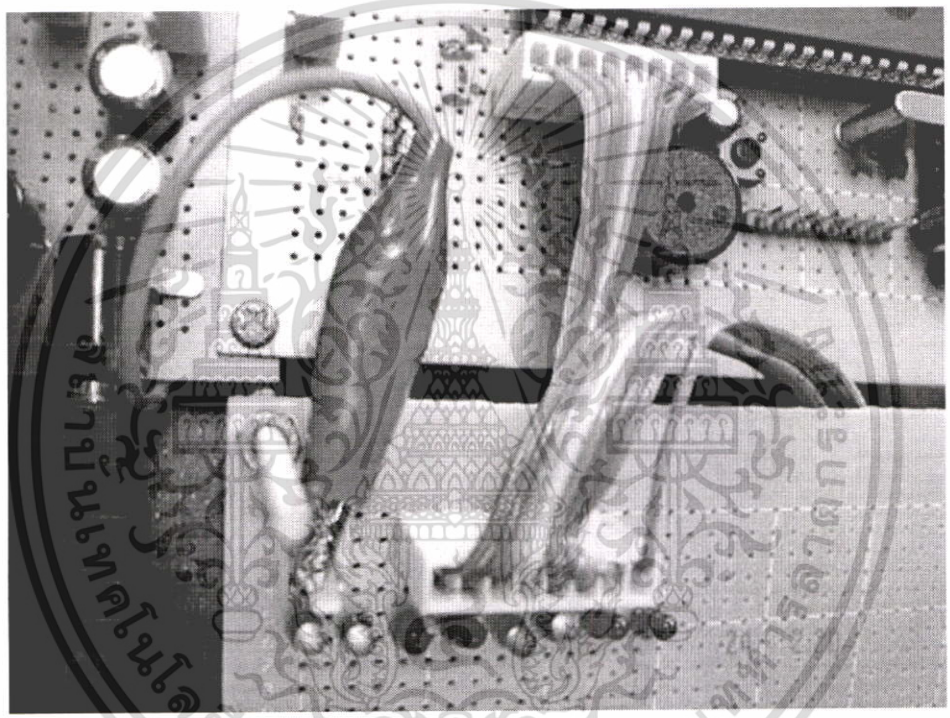


รูปที่ 4.9 ผลการทดลองการขยายพอร์ทโดยใช้ไอซี 8255 ซึ่งกำหนดให้พอร์ท *C* เป็นพอร์ทที่ใช้ในการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

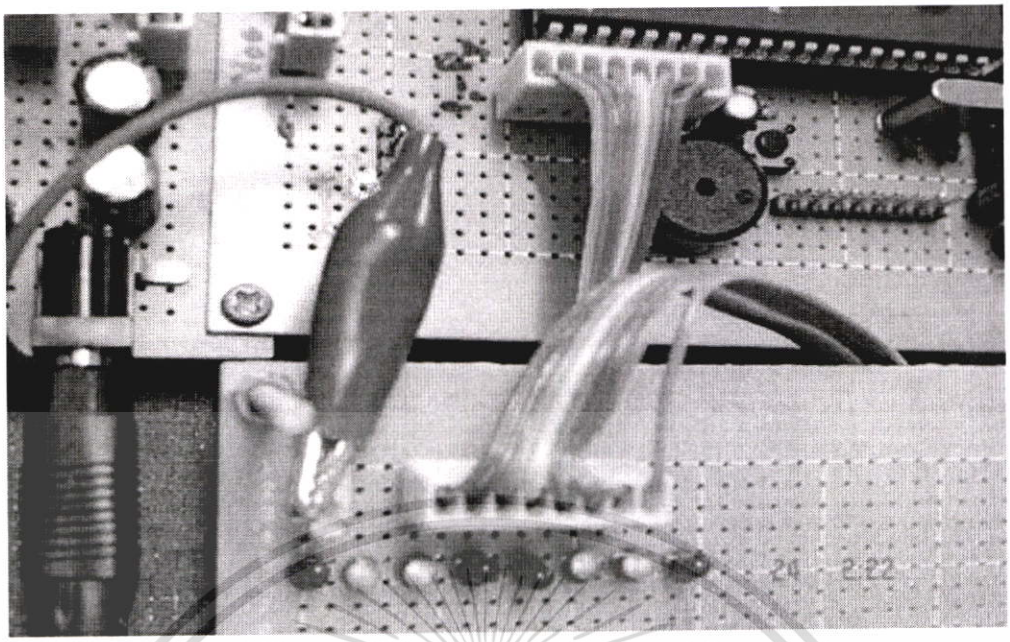
4.1.4 วิธีการทดลองการเชื่อมต่อการทำงานกับหน่วยความจำภายนอก (External RAM)

การทดลองการเชื่อมต่อการทำงานกับหน่วยความจำภายนอก โดยใช้ไอซีเบอร์ 62256 นั้นเมื่อทำการต่อวงจรตามรูปที่ 3.10 และทำการกำหนดแอดเดรสการทำงานให้กับไอซีตามตารางที่ 3.1 แล้วทำการป้อนไฟเลี้ยงขนาด +5 โวลต์ ให้กับวงจรเพื่อให้ ไอซีทำงานตามที่ต้องการ ซึ่งได้ทำการสมมติค่า *11001100* เป็นข้อมูล ไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำภายนอกในตำแหน่งแอดเดรสที่ *0000H* และได้ทำการสมมติค่า *01100110* เป็นข้อมูล ไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำภายนอกในตำแหน่งแอดเดรสที่ *0100H* จากนั้นได้นำข้อมูลเหล่านี้ไปแสดงผลยังแอลอีดีที่ต่อไว้กับพอร์ท 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยให้แสดงค่าสลับกันไปมาของข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอกในตำแหน่งแอดเดรสทั้งสองและ หน่วงเวลาไว้หนึ่งวินาที



รูปที่ 4.10 ผลการทดลองการเชื่อมต่อการทำงานกับหน่วยความจำภายนอก โดยใช้ไอซีเบอร์ 62256 ซึ่งใช้แอลอีดีในการแสดงผลแทนข้อมูลที่อยู่ในตำแหน่งแอดเดรสที่ *0000H*

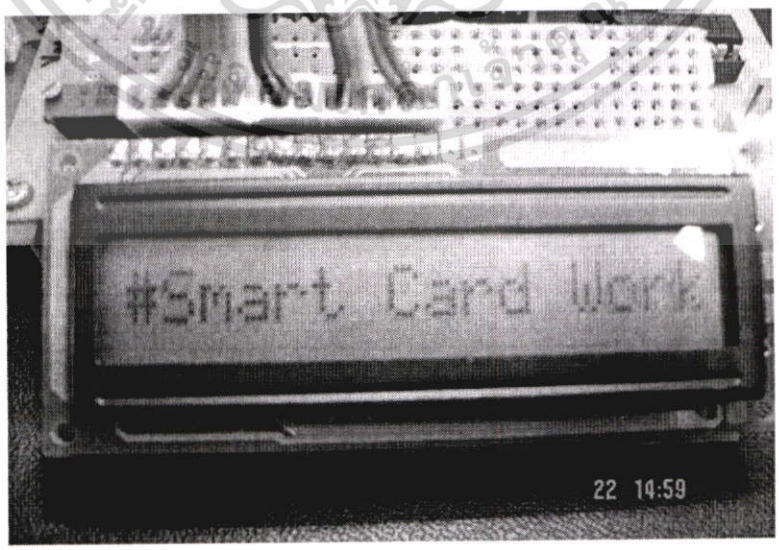
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ผลการทดลองการเชื่อมต่อการทำงานกับหน่วยความจำภายนอก โดยใช้ไอซีเบอร์ 62256 ซึ่งใช้ แอลอีดีในการแสดงผลแทนข้อมูลที่อยู่ในตำแหน่งแอดเดรสที่ *0100H*

4.1.5 วิธีการทดลองการนำแอลซีดีโมดูล (LCD Module) มาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

การทดลองการทำงานของแอลซีดีโมดูลโดยใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น เมื่อต่อวงจรการทำงานตามวงจรในรูปที่ 3.11 และทำการเขียนโปรแกรมการทำงานเพื่อทดลองการทำงานตามแผนผังของการทำงานของโปรแกรมในรูปที่ 3.12 ซึ่งในการกำหนดค่าเพื่อให้แอลซีดีโมดูลสามารถทำงานได้นั้นจะใช้ค่าจากตารางที่ 3.2 เมื่อทำการป้อนไฟเลี้ยงขนาด + 5 โวลต์ให้กับวงจรจะปรากฏข้อความบนหน้าจอแอลซีดีโมดูลดังผลการทดลองในรูปที่ 4.12

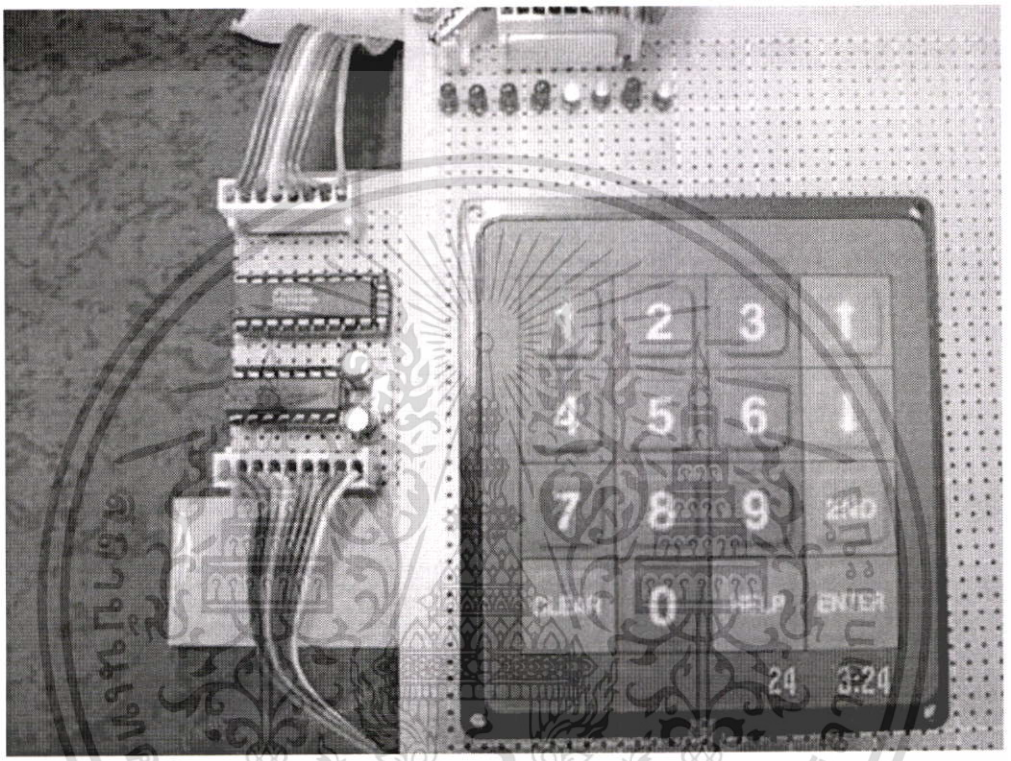


รูปที่ 4.12 ผลการทดลองการทำงานของจอแอลซีดีโมดูล ที่ต่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 วิธีการทดลองการนำคีย์แพด(Keypad) มาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

การทดลองการทำงานของคีย์แพดได้ทำการต่อเชื่อมคีย์แพดเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยผ่านพอร์ทซีของไอซี 8255 ดังรูปที่3.14 สำหรับการทดลองนั้นได้ทำการรับค่าจากคีย์แพดแล้วนำไปแสดงผลยังแอลอีดีที่เชื่อมต่อกับพอร์ทเอของไอซี 8255 จากรูปที่ 4.13เป็นผลการกดหมายเลข 0 ของคีย์แพดทำให้แอลอีดีแสดงผลเป็น *00001101* หรือ คีย์ที่ 13 นั่นเอง



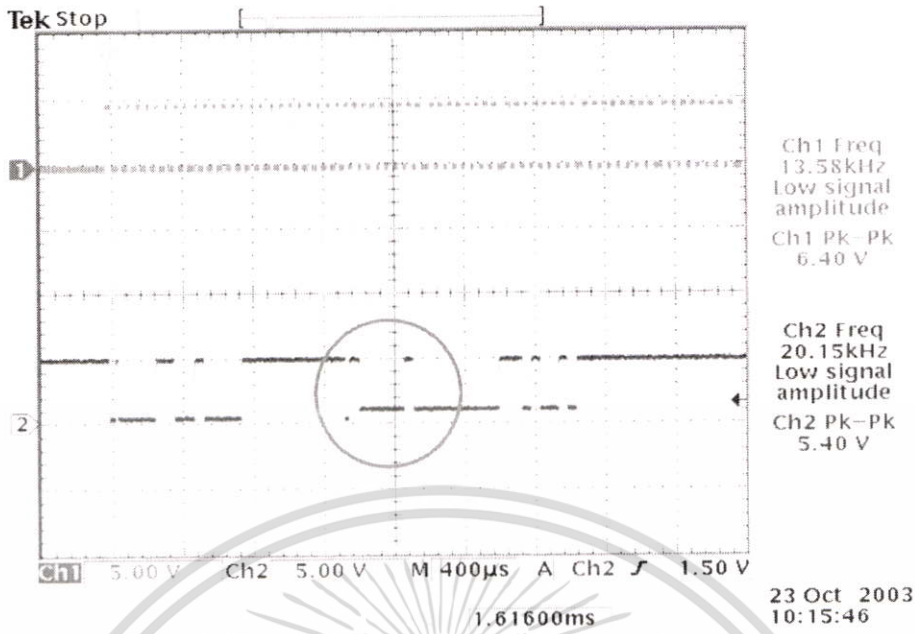
รูปที่ 4.13 ผลการทดลองการทำงานของคีย์แพด ที่ต่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

4.2 วิธีการทดลองการอ่าน/เขียนข้อมูล

4.2.1 การทดลองการอ่านข้อมูล

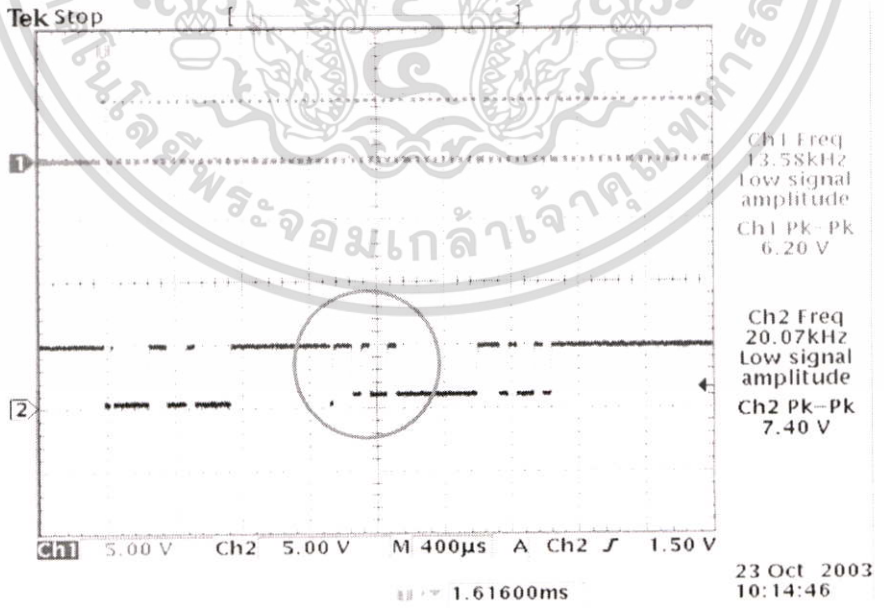
ในการทดลองการอ่านข้อมูลจากบัตรนั้นจะทำการทดลองโดยการป้อนค่ารหัสแอสกี้ (ASCII Code) ที่มีค่าเป็นอักษร “A” รหัสนั้นมีค่าเป็นเลขฐานสิบหก คือ 41H แล้วทำการวัดสัญญาณที่ ขาซีเรียลดาต้าของบัตรสมาร์ทการ์ด (ขา SDA :Serial Data) จะได้กราฟสัญญาณที่เป็นรหัสแอสกี้ของอักษร “A” คือ 42H ดังรูปที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 สัญญาณรหัสแอสกี้ที่เป็นอักษร “A”

เพื่อความแน่ใจในกระบวนการอ่านข้อมูลจากบัตรสมาร์ทการ์ดเราจึงทำการทดลองซ้ำอีกครั้งหนึ่ง โดยทำการป้อนค่ารหัสแอสกี้ที่มีค่าเป็นอักษร “K” ซึ่งมีค่าเท่ากับในเลขฐานสิบหก คือ 4BH แล้วทำการวัดสัญญาณที่ขาซีเรียลดาต้าของบัตรสมาร์ทการ์ด (ขา SDA :Serial Data) จะได้กราฟสัญญาณตามรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 สัญญาณรหัสแอสกี้ที่เป็นอักษร “K”

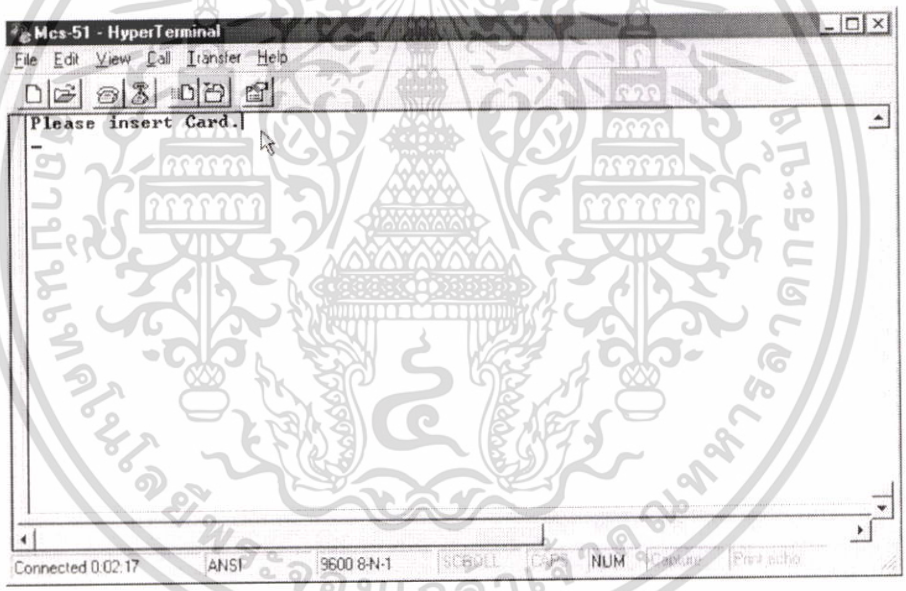
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองอ่านข้อมูลโดยการวัดสัญญาณที่ขาซีเรียลดาต้าของบัตรสมาร์ทการ์ด (ขา SDA :Serial Data) นั้นจึงทำให้สามารถสรุปได้ว่า เราสามารถทำกระบวนการอ่านและเขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ดได้

4.3 วิธีการทดลองกระบวนการอ่านและเขียนข้อมูลของเครื่องอ่านเขียนบัตรสมาร์ทการ์ด

4.3.1 การทดลองในส่วนของกระบวนการ เขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ด

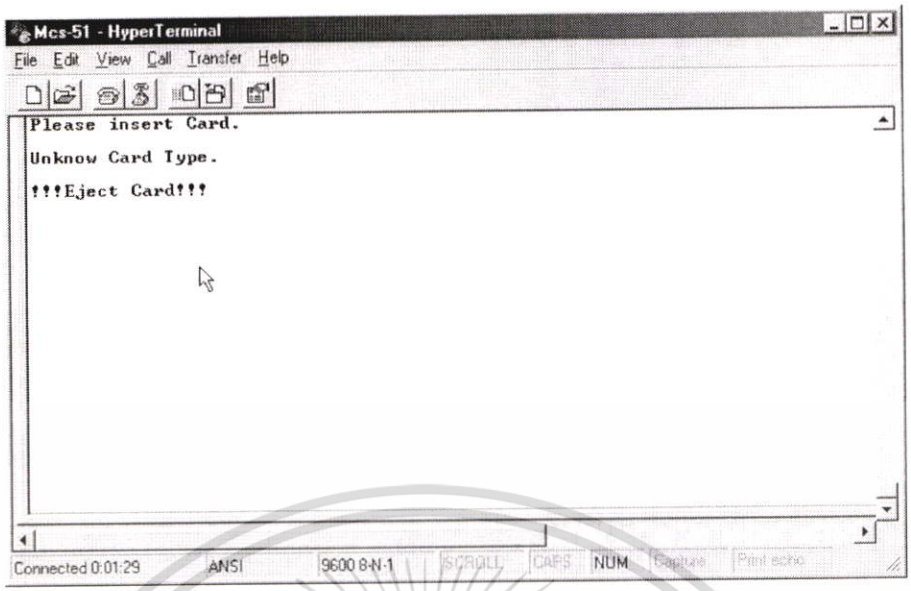
การทดลองกระบวนการเขียนข้อมูลลงบนบัตรนั้น จะทำการทดลองโดยการเขียนโปรแกรมควบคุมให้เครื่องสามารถเขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442 โดยจะมีขั้นตอนการออกแบบดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 เมื่อเขียนโปรแกรมแล้วจะใช้โปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอลในการทดสอบ โดยเมื่อเริ่มต้นให้เครื่องทำงาน บนหน้าจอคอมพิวเตอร์จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 4.16 และจากการออกแบบจะให้โปรแกรมเริ่มทำงานจากขั้นตอนการรอรับบัตร โดยจะได้ผลการทดลองเป็นข้อความที่ปรากฏขึ้นบนหน้าจอดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ผลการทดลองของหน้าจอแรกของโปรแกรม เพื่อเตรียมรอรับบัตรสมาร์ทการ์ด

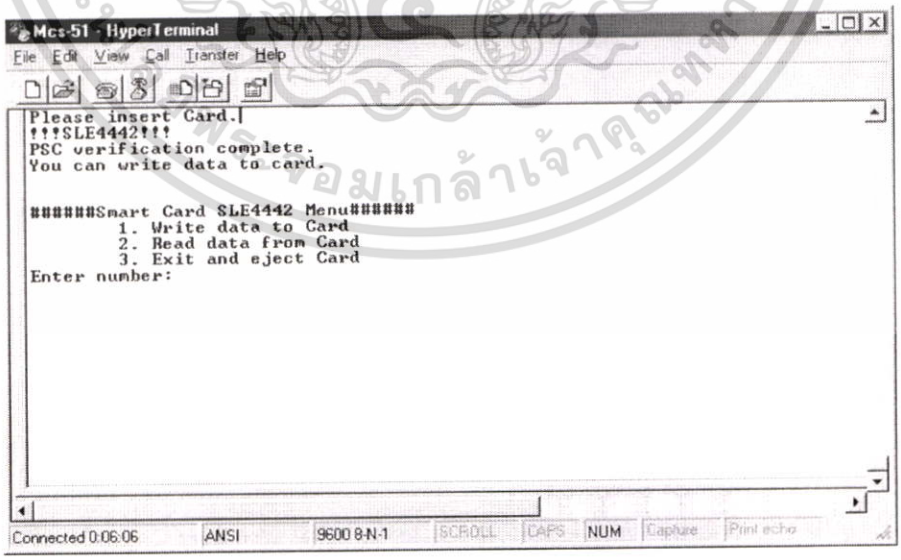
จากรูปที่ 4.16 เมื่อมีการใส่บัตรเข้าไปในซ็อกเกต (Socket) แล้วโปรแกรมที่ออกแบบไว้นั้นจะทำการตรวจสอบชนิดหรือเบอร์ของบัตรที่ใส่เข้ามาว่าเป็นเบอร์ SLE4442 หรือไม่เพราะจากการออกแบบนั้นทางผู้จัดทำได้ทำการออกแบบโปรแกรมให้สามารถทำงานได้กับบัตรสมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442 ซึ่งเป็นบัตรแบบมีระบบป้องกันความปลอดภัยของข้อมูล ถ้าเป็นบัตรที่ใส่เข้ามาไม่ใช่เบอร์ SLE4442 โปรแกรมจะบอกให้เอาบัตรนั้นออก ซึ่งจะได้ผลการทดลองปรากฏเป็นข้อความขึ้นมาดังรูปที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ผลการทดลองที่เกิดความผิดพลาดขึ้นเมื่อบัตรสมาร์ทการ์ดที่ใส่เข้าไปไม่ใช่เบอร์ SLE4442

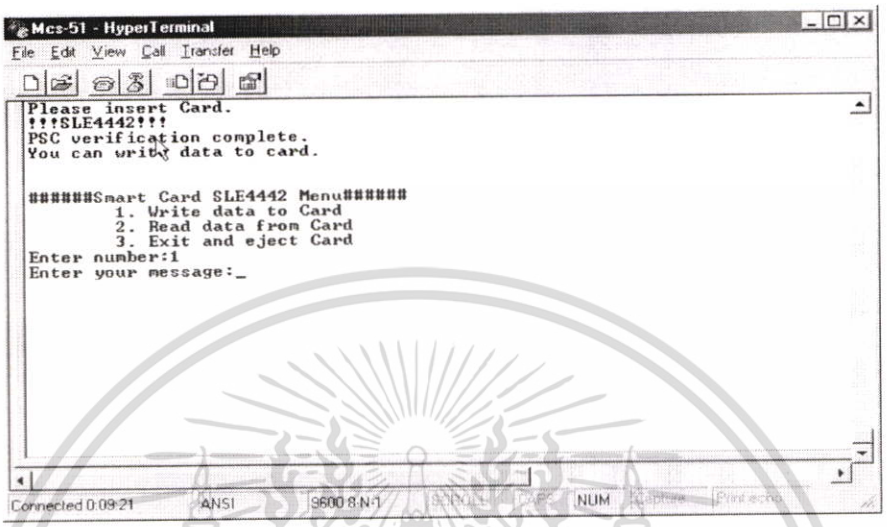
จากนั้นทำการทดลองโดยเปลี่ยนเป็นบัตรสมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442 ซึ่งเป็นเบอร์ที่สามารถทำงานกับโปรแกรมที่ออกแบบไว้ได้ จะทำให้ปรากฏข้อความขึ้นมาเป็นรายการให้เลือกทำงานตามรูปที่ 4.18 เพื่อเลือกที่จะใช้กระบวนการทำงานของเครื่องบนตัวบัตรสมาร์ทการ์ด ในที่นี้ทางผู้จัดทำได้ทำการออกแบบให้ สามารถเลือกกระบวนการทำงานได้ 3 กระบวนการ คือ กระบวนการอ่านข้อมูลลงบนบัตร, กระบวนการเขียนข้อมูลลงบนบัตร และกระบวนการยกเลิกการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด



รูปที่ 4.18 ผลการทดลองโปรแกรมเมื่อมีการใส่บัตรสมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442 เข้ามา

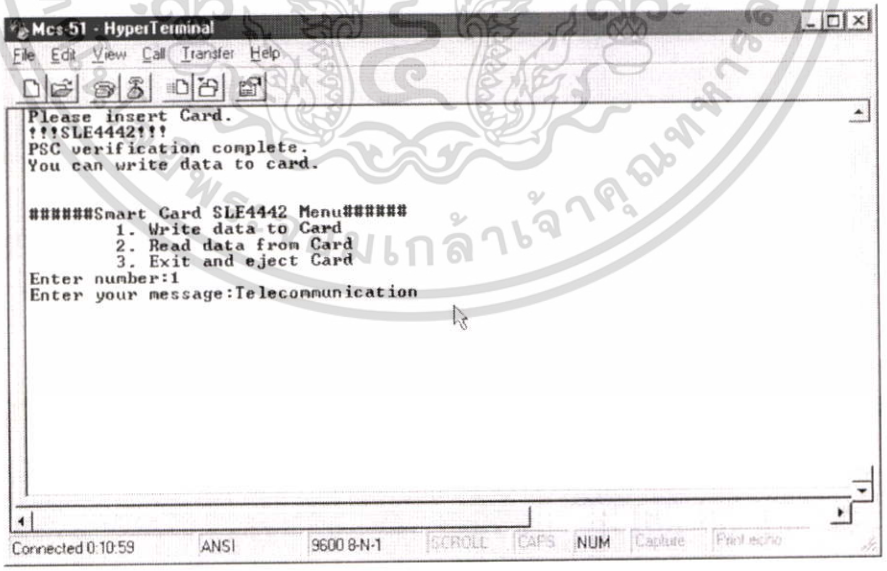
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเป็นการทดลองใช้งานของกระบวนการต่างๆ ตามที่ทางผู้จัดทำได้กำหนดไว้นั้นในการเลือกกระบวนการทำงาน โดยครั้งแรกจะทดลองโดยการเลือกกระบวนการทำงานในข้อที่ 1 คือ การเขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ด แล้วหน้าจอจะปรากฏข้อความขึ้นมา ดังผลการทดลองในรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 ผลการทดลองเมื่อเลือกรายการที่ 1 เพื่อที่จะเขียนข้อมูลลงบนบัตร

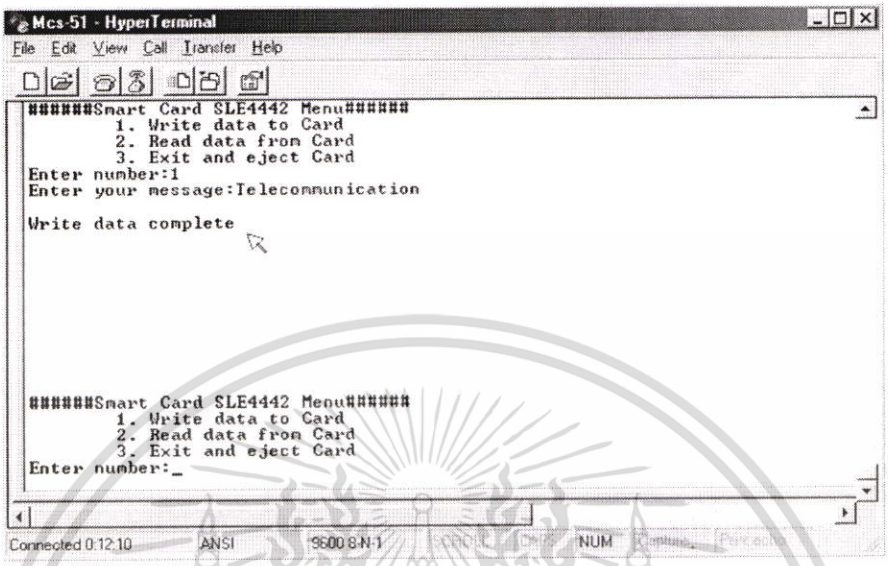
เมื่อทดลองพิมพ์ข้อความ ในการทดลองนี้ได้ทดลองพิมพ์คำว่า “Telecommunication” ลงไป แล้วหน้าจอจะปรากฏข้อความขึ้นมา ดังผลการทดลอง ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 ผลการทดลองเมื่อพิมพ์ข้อความที่ต้องการเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิมพ์ข้อความเสร็จแล้ว ทำการตอบตกลงโดยการกดปุ่มเอ็นเทอร์(Enter) แล้วหน้าจอจะปรากฏข้อความขึ้นมา ดังผลการทดลองรูปที่ 4.21

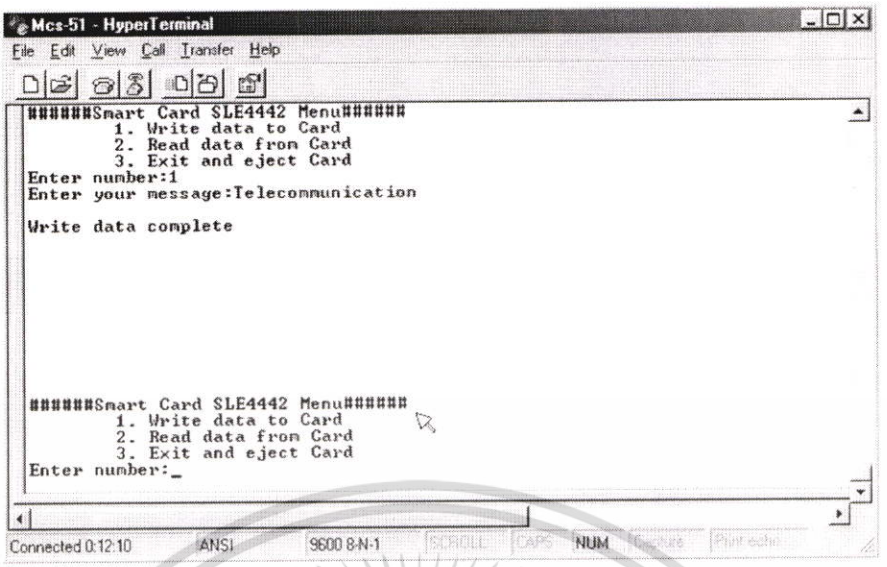


รูปที่ 4.21 ผลการทดลองเมื่อตอบตกลงหลังจากพิมพ์ข้อความที่ต้องการเสร็จเรียบร้อยแล้ว

4.3.2 การทดลองในส่วนของกระบวนการ อ่านข้อมูลภายในบัตรสมาร์ทการ์ด

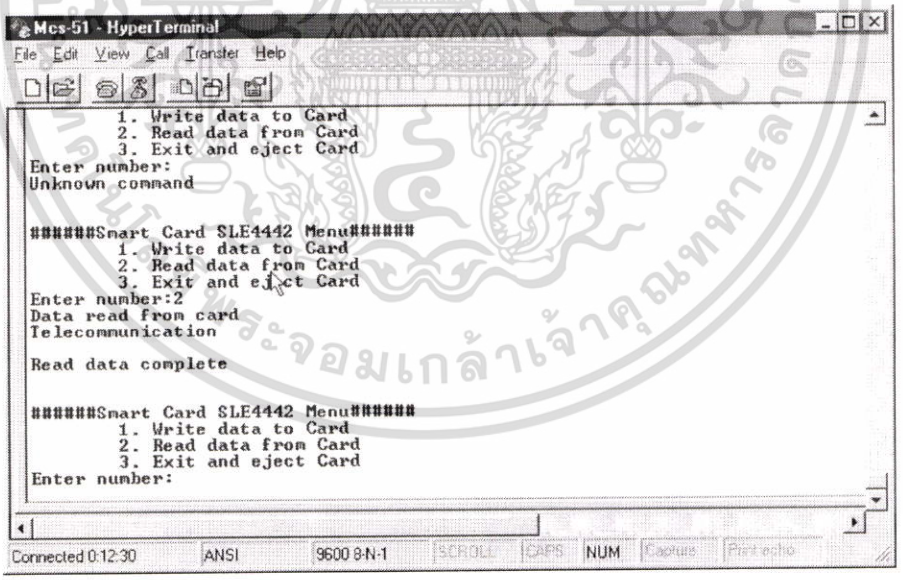
การทดลองในส่วนของกระบวนการอ่านข้อมูลภายในบัตรนั้น จะทำการทดลองโดยการเขียนโปรแกรมควบคุมเพื่อให้เครื่องสามารถอ่านข้อมูลภายในบัตรสมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442 โดยจะมีขั้นตอนการออกแบบดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 เมื่อเขียนโปรแกรมแล้วจะใช้โปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอล(Hyper Terminal) ในการทดสอบการทำงาน โดยเมื่อเริ่มต้นให้เครื่องทำงานนั้น จะเป็นกระบวนการที่มีการทำงานที่ต่อเนื่องจากกระบวนการเขียนข้อมูลโดยบนหน้าจอคอมพิวเตอร์จะปรากฏหน้าต่างที่มีข้อความปรากฏ ในลักษณะเป็นการให้เลือกกระบวนการทำงานอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้เลือกกระบวนการทำงาน ดังหน้าจอของผลการทดลองในรูปที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ผลการทดลองก่อนการเริ่มกระบวนการอ่านข้อมูลภายในบัตร

จากนั้นทำการเลือกกระบวนการทำงานในการทดลองกระบวนการอ่านข้อมูลภายในบัตรนี้ จะเลือกหมายเลข 2 หลังจากการเลือกให้เครื่องมีกระบวนการในการอ่านข้อมูลภายในบัตรแล้วจะได้ ข้อมูลแสดงเป็นข้อความที่ทางผู้จัดทำได้ทำการเขียนไว้ในการทดลองเขียนในหัวข้อการทดลองที่ 4.2.1 ออกมาคือคำว่า “Telecommunication” ดังผลการทดลองในรูปที่ 4.23

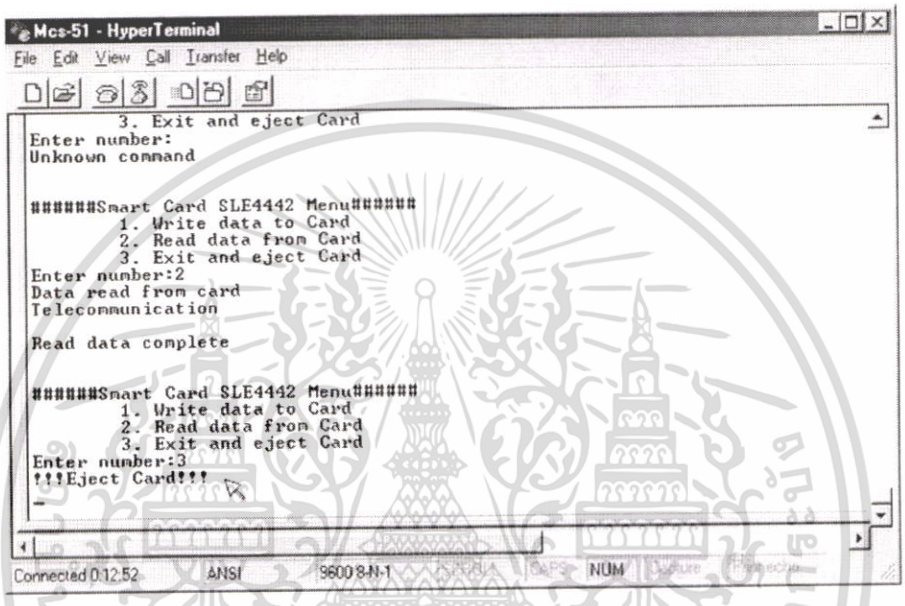


รูปที่ 4.23 ผลการทดลองเมื่อมีการเลือกให้เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดทำงานในกระบวนการอ่านข้อมูลภายในบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 วิธีการทดลองในส่วนของกระบวนการสิ้นสุดการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด

หลังจากที่เราเลือกให้เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดทำงานในกระบวนการอ่านข้อมูลภายในบัตรหรือกระบวนการเขียนข้อมูลลงบนบัตรเสร็จเรียบร้อยแล้วหน้าจอจะแสดงรายการเพื่อให้เลือกกระบวนการขึ้นมา และการทดลองในส่วนของกระบวนการสิ้นสุดการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดนั้นเมื่อทำการเลือกหมายเลข 3 แล้วหน้าจอจะปรากฏข้อความเพื่อให้เอาการ์ดออก ซึ่งเป็นการบอกว่าได้สิ้นสุดการทำงานแล้ว ดังผลการทดลองในรูปที่ 4.24



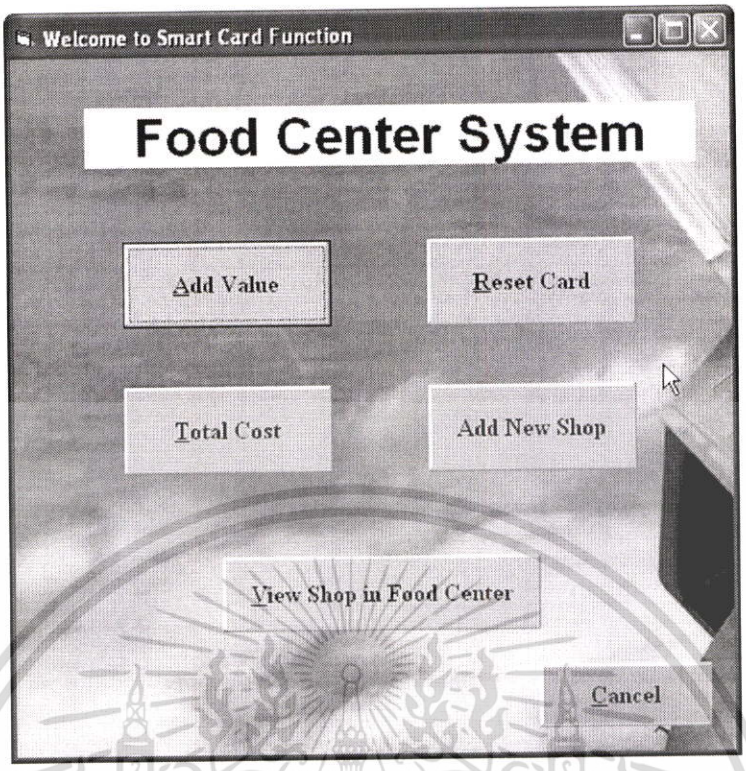
รูปที่ 4.24 ผลการทดลองในกระบวนการสิ้นสุดการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด

4.5 การทดลองในส่วนของการประยุกต์ใช้งานระบบการจำหน่ายคูปองในศูนย์อาหาร

4.5.1 การทดลองการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่จุดจำหน่ายคูปอง (เครื่องแม่)

ในการทดลองการทำงานของส่วนการติดต่อกับผู้ใช้นั้น จะมีหน้าต่างซึ่งจะมีลักษณะดังรูปที่ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

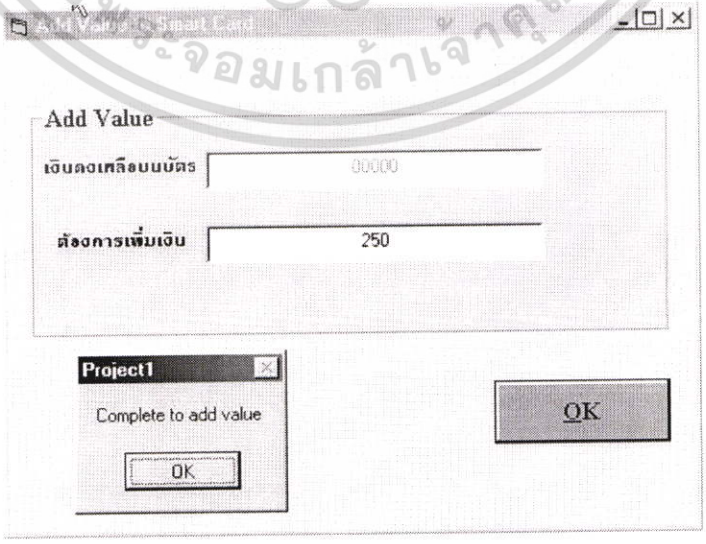


รูปที่ 4.25 หน้าต่างที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้

ในการทดลองการทำงานของปุ่มต่างๆ จะทำการทดลอง คือ

4.5.1.1 การทดลองโดยการคลิกปุ่ม"Add Value"

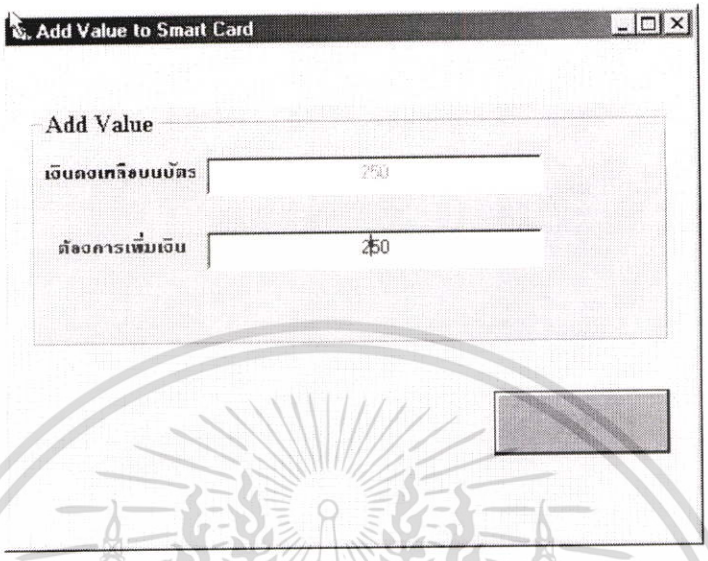
เมื่อคลิกปุ่ม "Add Value" แล้วจะมีหน้าต่างการใช้งานปรากฏขึ้นมาดังรูปที่ 4.26 เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใส่มูลค่าของเงินตามที่ต้องการได้ ในการทดลองนี้จะทำการใส่มูลค่าลงไปเท่ากับ 250 บาท ดังรูปที่ 4.26



รูปที่4.26 ผลการทดลองเมื่อคลิกที่ปุ่ม "Add Value" เพื่อเพิ่มมูลค่าเงินลงบนบัตรเท่ากับ 250 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

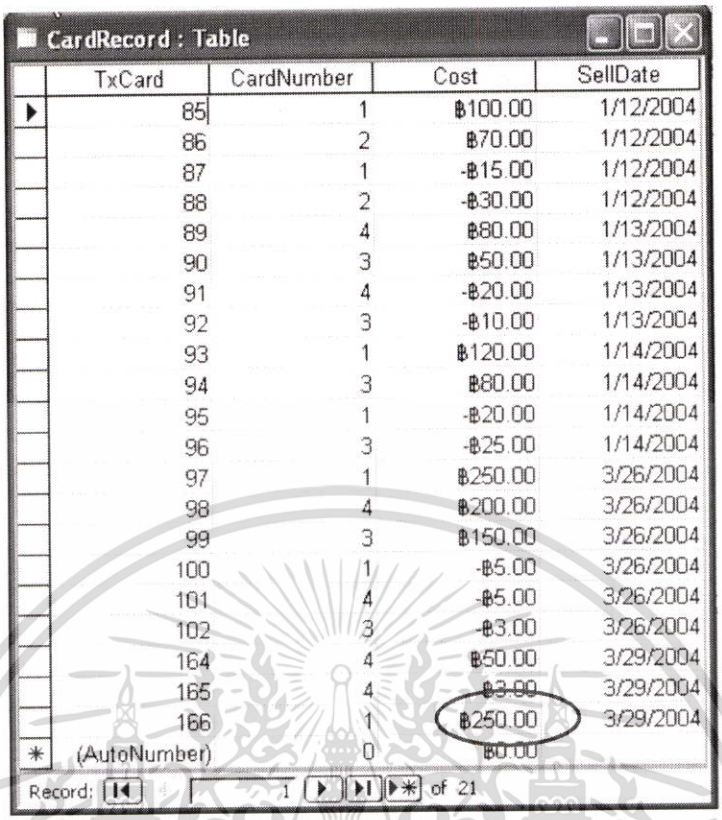
จากรูปที่ 4.26 เมื่อใส่มูลค่าเรียบร้อยแล้วกดปุ่ม “OK” จะมีข้อความเพื่อบอกว่าทำการเพิ่มมูลค่าลงในบัตรเสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งผลการทดลองเป็นดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 ผลการทดลองเมื่อใส่มูลค่าที่ต้องการเสร็จเรียบร้อยแล้ว

หลังจากที่เพิ่มมูลค่าลงในบัตรเรียบร้อยแล้ว มูลค่านั้นจะถูกส่งไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ คือ มูลค่านั้นจะถูกเก็บในฐานข้อมูลที่ชื่อ “ CardRecord ” ซึ่งเราสามารถตรวจสอบได้โดยการเข้าคลิ๊กที่ปุ่ม “Total Cost” โดยค่าที่ใส่ลงไปเท่ากับ 250 บาท จะถูกบวกไปเรื่อยๆ กับมูลค่าการซื้อขายที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้ ในการทดลองนี้เพื่อให้เห็นชัดเจนว่ามูลค่าที่ใส่ลงไปนั้นสามารถเก็บเข้าในฐานข้อมูลที่ชื่อ“ CardRecord ” ได้จริง จึงทำการทดลองโดยที่ไม่มีข้อมูลการซื้อขายมาก่อนหน้านี้ ดังนั้นเมื่อคลิกเข้าไปที่ปุ่ม “Total Cost” แล้วจะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



CardRecord : Table

	TxCard	CardNumber	Cost	SellDate
▶	85	1	฿100.00	1/12/2004
	86	2	฿70.00	1/12/2004
	87	1	-฿15.00	1/12/2004
	88	2	-฿30.00	1/12/2004
	89	4	฿80.00	1/13/2004
	90	3	฿50.00	1/13/2004
	91	4	-฿20.00	1/13/2004
	92	3	-฿10.00	1/13/2004
	93	1	฿120.00	1/14/2004
	94	3	฿80.00	1/14/2004
	95	1	-฿20.00	1/14/2004
	96	3	-฿25.00	1/14/2004
	97	1	฿250.00	3/26/2004
	98	4	฿200.00	3/26/2004
	99	3	฿150.00	3/26/2004
	100	1	-฿5.00	3/26/2004
	101	4	-฿5.00	3/26/2004
	102	3	-฿3.00	3/26/2004
	164	4	฿50.00	3/29/2004
	165	4	฿3.00	3/29/2004
	166	1	฿250.00	3/29/2004
*	(AutoNumber)	0	฿0.00	

Record: 1 of 21

รูปที่ 4.28 ผลการทดลองในการตรวจสอบการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลเมื่อมีการซื้อคูปอง

จากรูปที่ 4.28 จะเห็นว่ามูลค่าที่เราทำการทดลองเพิ่มลงไปในบัตรซึ่งเท่ากับ 250 บาทนั้นจะไปปรากฏบนตาราง

4.5.1.2 การทอลองโดยการคลิ๊กปุ่ม “ResetCard”

การทดลองการทำงานของปุ่ม “ResetCard” นั้น จากการออกแบบในบทที่ 3 เพื่อให้สามารถนำบัตรที่ลูกค้านำมาคืนกลับมาใช้ได้อีก เมื่อมีลูกค้ารายใหม่เข้ามาซื้อคูปอง เมื่อต้องการทราบว่าการ์ดนั้นมีมูลค่าที่อยู่ภายในบัตรเป็นศูนย์หรือไม่ก็จะสามารถทดสอบได้โดยการคลิ๊กที่ปุ่ม “Add Value” เมื่อทำการรีเซ็ทการ์ดมูลค่าที่เหลือบนบัตรก็จะถูกนำไปหักลบออกจากฐานข้อมูลชื่อ “ CardRecord ” ในการทดลองนี้จะใช้บัตรที่มีมูลค่าเท่ากับ 250 บาท จากการเพิ่มในตอนแรกทำการซื้ออาหารที่ร้านให้เหลือ 150 บาท แสดงว่าใช้ไป 100 บาท เมื่อนำการ์ดใบนั้นมารีเซ็ทจะทำให้ได้มูลการซื้อขายถูกหักลบในฐานข้อมูล โดยการตรวจสอบการทำงานของปุ่มนี้ว่าสามารถทำได้หรือไม่นั้นเราจะไปคลิกที่ปุ่ม “Total Cost” ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CardRecord : Table

	TxCard	CardNumber	Cost	SellDate
▶	85	1	฿100.00	1/12/2004
	86	2	฿70.00	1/12/2004
	87	1	-฿15.00	1/12/2004
	88	2	-฿30.00	1/12/2004
	89	4	฿80.00	1/13/2004
	90	3	฿50.00	1/13/2004
	91	4	-฿20.00	1/13/2004
	92	3	-฿10.00	1/13/2004
	93	1	฿120.00	1/14/2004
	94	3	฿80.00	1/14/2004
	95	1	-฿20.00	1/14/2004
	96	3	-฿25.00	1/14/2004
	97	1	฿250.00	3/26/2004
	98	4	฿200.00	3/26/2004
	99	3	฿150.00	3/26/2004
	100	1	-฿5.00	3/26/2004
	101	4	-฿5.00	3/26/2004
	102	3	-฿3.00	3/26/2004
	170	1	฿250.00	3/29/2004
	171	4	-฿150.00	3/29/2004
*	(AutoNumber)	0	฿0.00	

Record: 1 of 20

รูปที่ 4.29 ผลการทดลองการตรวจสอบมูลค่าที่เหลือบนบัตร ซึ่งเท่ากับ 150 บาท

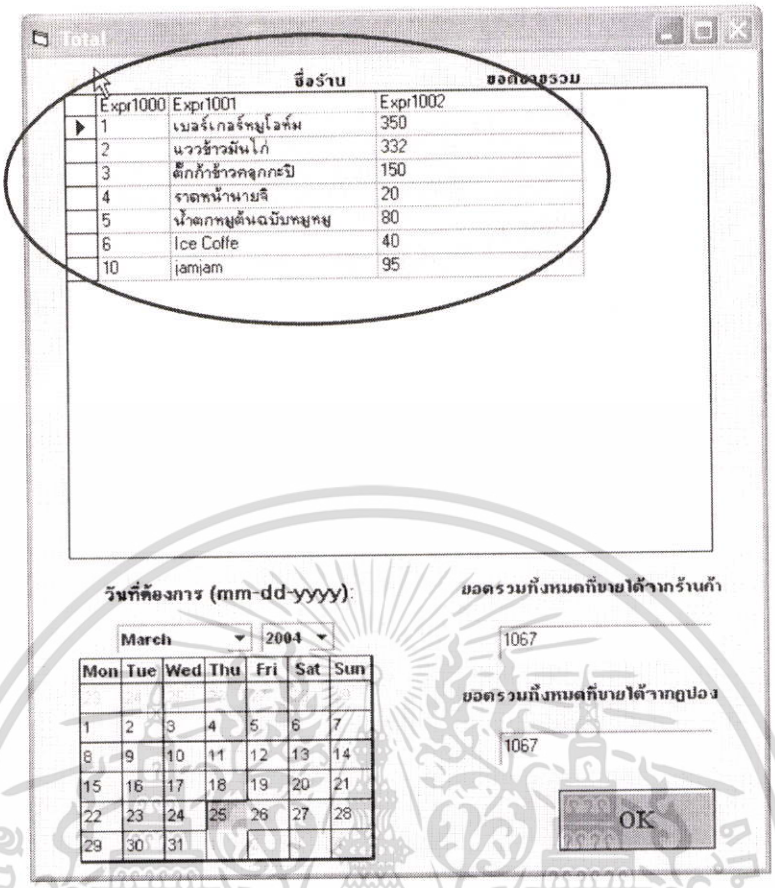
รูปที่ 4.30 ผลการทดลองเมื่อทำการคลิกที่ปุ่ม "Reset Card" แล้ว

จากการรีเซ็ทการ์ดจะมีการเก็บข้อมูลมูลค่าการซื้อขายของร้านต่างๆ ไว้ที่ฐานข้อมูลชื่อ "TransectionShop" ตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการกดปุ่ม "TotalCost" ดังจะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

4.5.1.3 การทอลองโดยการคลิกปุ่ม "TotalCost"

การทดลองการทำงานของปุ่ม "TotalCost" นั้น จากการออกแบบในบทที่ 3 เพื่อให้ปุ่มนี้สามารถทำงานตามการออกแบบ โดยจะมีการติดต่อกับฐานข้อมูลชื่อ "TransectionShop" ดังนั้นเมื่อทำการทดลองคลิกที่ปุ่มนี้แล้วจะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

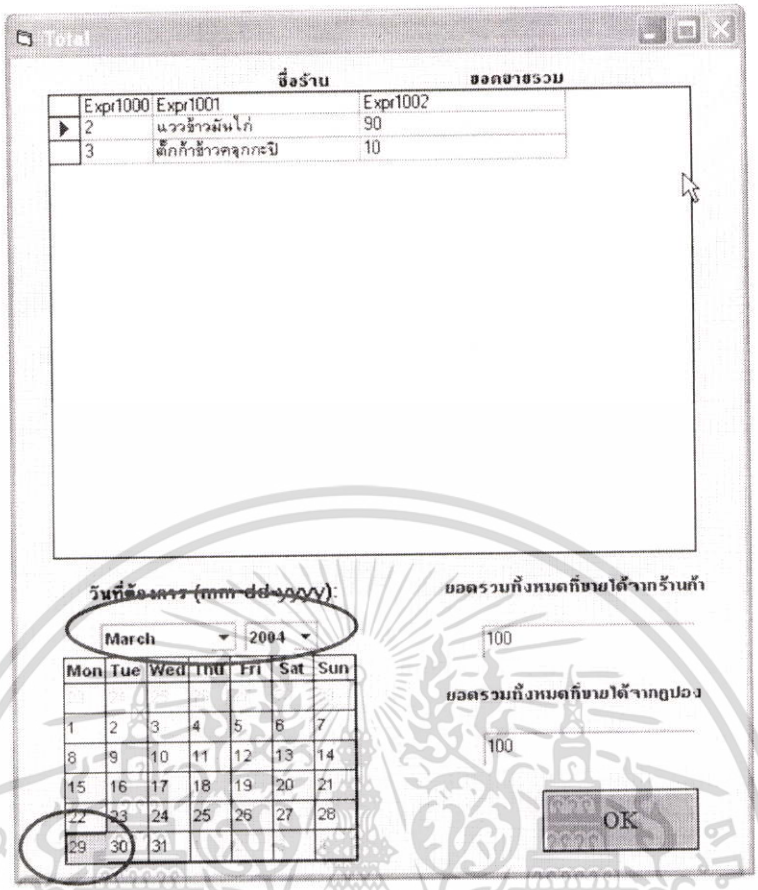


รูปที่ 4.31 ผลการทดลองการทำงานเมื่อทำการคลิกที่ปุ่ม "TotalCost" แสดงตารางโดยมียอดการซื้อขายของแต่ละร้านอยู่

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.31 เมื่อคลิกที่ปุ่ม "TotalCost" แล้ว จะมีตารางฐานข้อมูลที่แสดงมูลค่าการซื้อขายของแต่ละร้านว่าขายได้ยอดรวมเท่าไหร่ โดยการเก็บข้อมูลการซื้อขายของแต่ละร้านจะเกิดขึ้นเมื่อลูกค้านำบัตรที่มีมูลค่าอยู่ไปซื้ออาหารตามร้านนั้น เมื่อมีการหักมูลค่าออกซึ่งทำโดยเครื่องลูก ก็จะมีการเก็บรหัสร้านกลับเข้ามาที่บัตรว่ามูลค่าเท่านี้ ได้ทำการซื้อขายเกิดขึ้นที่ร้านนี้ ในวันนั้น

จากการออกแบบการทำงานของปุ่ม "Total Cost" จะได้ผลการทดลองในรูปที่ 4.32 คือ สามารถที่จะเลือกเข้าไปดูข้อมูลการซื้อขายในวันที่ต้องการได้ โดยทำการคลิกที่ปฏิทินทางด้านล่างซ้ายของหน้าต่าง ในที่นี้ได้ทดลองดูข้อมูลของวันที่ 29 มีนาคม 2004 เมื่อคลิกแล้วก็จะปรากฏข้อมูลการซื้อขายของวันที่เราต้องการขึ้นมา ซึ่งจะมีหน้าต่างแสดงข้อมูลการซื้อขายของแต่ละร้าน ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.32

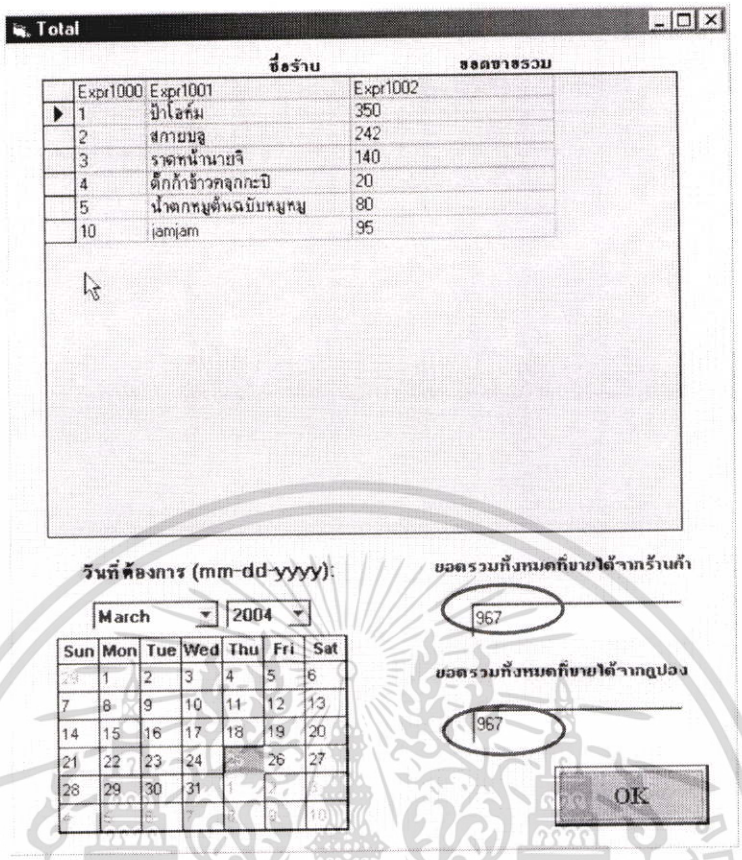
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 ผลการทดลองเมื่อต้องการดูข้อมูลการซื้อขายในวันที่ต้องการ (วันที่ 29 เดือน มีนาคม 2004)

การทดลองตรวจสอบการซื้อขาย ณ จุดจำหน่ายคูปองโดยจะทำการเปรียบเทียบกับมูลค่าการซื้อขายที่เกิดขึ้นที่ร้านต่างๆ โดยจะมีการแสดงมูลค่าที่ทำการเปรียบเทียบในด้านขวามือของหน้าต่างในรูปที่ 4.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

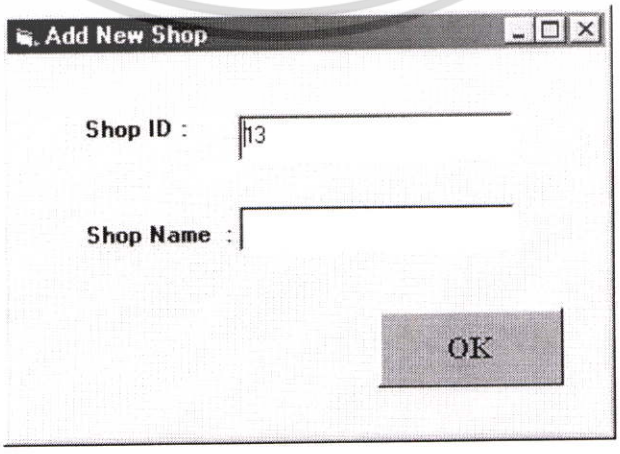


รูปที่ 4.33 ผลการทดลองเปรียบเทียบมูลค่าการซื้อขาย ณ จุดจำหน่ายคูปองกับที่ร้านขายอาหาร

จากรูปที่ 4.33 จะเห็นว่ามูลค่าการซื้อขายที่จุดจำหน่ายคูปองกับยอดรวมของการขายอาหารจากร้านต่างๆ ในศูนย์อาหารมีค่าเท่ากัน

4.5.1.4 การทดลองการคลิกปุ่ม "Add New Shop"

การทดลองการทำงานของปุ่มนี้ เมื่อคลิกแล้วจะสามารถเพิ่มร้านค้า โดยการใส่รหัสร้านค้าและชื่อร้านค้าที่ต้องการเพิ่มลงไปในตารางฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อทำการคลิกที่ปุ่มนี้แล้วจะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.34 หน้าต่างผลการทดลองเมื่อคลิกที่ปุ่ม"Add New Shop"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

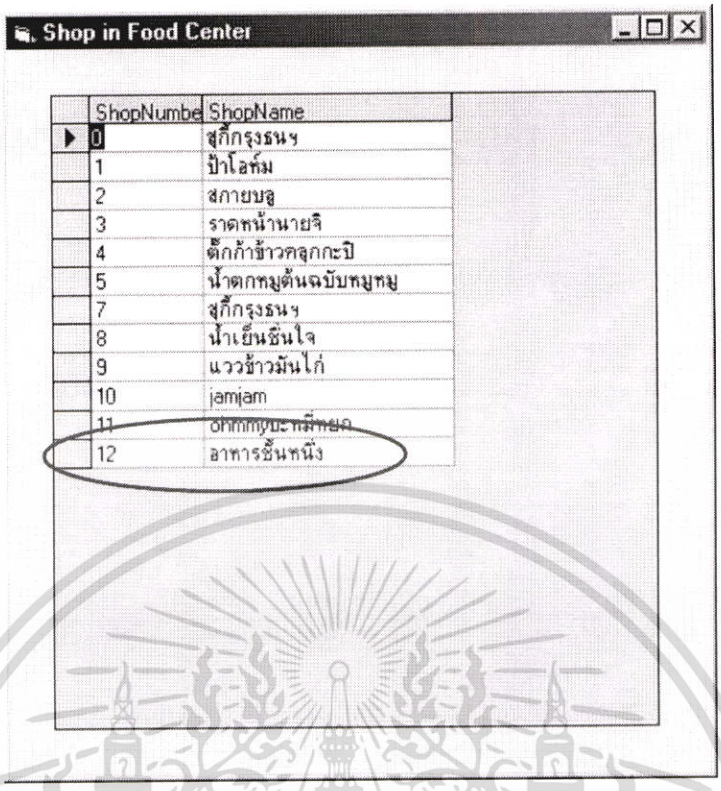
ในที่นี้ได้ทำการทดลองโดยเพิ่มรหัสร้าน คือ 12 โดยมีชื่อร้านคือ “อาหารชั้นหนึ่ง” ในการตรวจสอบว่าสามารถเพิ่มได้หรือไม่นั้น จะตรวจสอบโดยคลิกที่ปุ่ม “View Shop in Food Center” ซึ่งได้ผลการทดลองตามรูปที่ 4.35

รูปที่ 4.35 หน้าต่างผลการทดลองเมื่อทำการเพิ่มรหัสร้าน คือ 12 โดยมีชื่อร้านคือ “อาหารชั้นหนึ่ง”

4.5.1.5 การทดลองการคลิกปุ่ม “View Shop in Food Center”

การทดลองการทำงานของปุ่ม “View Shop in Food Center” นั้นตามที่ได้ออกแบบการทำงานไว้ในบทที่ 3 คือ ต้องมีการติดต่อกับฐานข้อมูล เพื่อเก็บรหัสร้านค้าและจะมีผลกับการแสดงรายละเอียดการซื้อขายด้วย โดยเมื่อคลิกปุ่มนี้แล้วจะมีข้อมูลของร้านที่ 12 อยู่ ตามผลการทดลองดังรูปที่ 4.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.36 หน้าต่างผลการทดลองเมื่อคลิกที่ปุ่ม “View Shop in Food Center”

4.5.2 การทดลองการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่ร้านขายอาหารภายในศูนย์อาหาร (เครื่องถูก)

4.5.2.1 การทดลองการหักมูลค่าที่อยู่ในบัตร

การทดลองการหักมูลค่าของบัตรนั้น เมื่อลูกค้านำบัตรมาซื้ออาหารที่ร้านอาหาร เมื่อเสียบบัตรเข้าไปแล้วกดราคาของอาหารที่ลูกค้าซื้อผ่านทางคีย์แพด มูลค่าที่อยู่ในบัตรก็จะถูกหักออกจากที่มีอยู่เดิม โดยที่มูลค่าที่มีอยู่เดิม, มูลค่าของอาหารที่กดผ่านทางคีย์แพดและมูลค่าของเงินที่เหลือบนบัตรจะแสดงออกทางจอแอลซีดี ดังผลการทดลองในรูปที่ 4.37 ,รูปที่ 4.38 และรูปที่ 4.39 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และแนวทางการพัฒนา

5.1 บทวิจารณ์

จากการทดลองการทำงานในส่วนต่างๆ ของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดในโครงงานนั้น ได้พบปัญหาและมีข้อสังเกต ดังนี้ คือ

5.1.1 ในส่วนกระบวนการอ่านข้อมูลภายในบัตรสมาร์ทการ์ด

กระบวนการในการอ่านข้อมูลภายในบัตรสมาร์ทการ์ด ของชิพที่บรรจุอยู่บนบัตรของแต่ละเบอร์นั้นจะมีกระบวนการอ่านข้อมูลที่แตกต่างกันในการที่จะเขียนโปรแกรมเพื่อให้บัตรสมาร์ทการ์ดแต่ละเบอร์สามารถอ่านข้อมูลได้นั้น จะต้องเป็นไปตามคุณสมบัติของการ์ดแต่เบอร์นั้น

ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้สมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442 เนื่องจากสามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดประกอบกับราคาที่ไม่สูงจนเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติที่จะนำบัตรนั้นมาใช้งาน พร้อมทั้งสมาร์ทการ์ดเบอร์นี้ยังมีหน่วยความจำที่มีขนาดเพียงพอกับการนำไปประยุกต์ใช้งานในอนาคต ผนวกกับบัตรสมาร์ทการ์ดเบอร์นี้ยังเป็นบัตรแบบที่มีระบบการป้องกันความปลอดภัยให้กับข้อมูลที่บรรจุอยู่บนบัตร ทำให้สามารถนำบัตรไปใช้ในงานต่างๆ ที่ต้องการความปลอดภัยของข้อมูลได้อีกด้วย

ในการออกแบบเพื่อให้เครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดในโครงงานนี้สามารถที่จะอ่านข้อมูลภายในบัตรได้นั้นสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.2 ในส่วนกระบวนการเขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ด

กระบวนการในการเขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ด ของชิพที่บรรจุอยู่บนบัตรของแต่ละเบอร์นั้นจะมีกระบวนการเขียนข้อมูลที่แตกต่างกัน ในการที่จะเขียนโปรแกรมเพื่อให้บัตรสมาร์ทการ์ดแต่ละเบอร์สามารถเขียนข้อมูลได้นั้น จะต้องเป็นไปตามคุณสมบัติของการ์ดแต่เบอร์นั้น เช่นเดียวกับกระบวนการในการอ่านข้อมูล

กระบวนการที่สำคัญสำหรับการเขียนข้อมูลลงบนบัตรสมาร์ทการ์ดเบอร์ SLE4442 นั้น คือ ต้องมีการใส่รหัสผ่านก่อน(รหัสพีเอสซี:PSC=Programmable Security Code) การเข้าไปดำเนินกระบวนการเขียนข้อมูล ซึ่งรหัสผ่านนี้จะสามารถป้อนผิดได้เพียง 3 ครั้งติดต่อกันเท่านั้น ถ้าป้อนผิดเกิน 3 ครั้งติดต่อกัน ก็จะทำให้ไม่สามารถเข้าไปทำกระบวนการเขียนหรือแก้ไขข้อมูลที่อยู่ภายในบัตรได้อีกเลย แต่จะยังสามารถเข้าไปทำการอ่านข้อมูลภายในได้อยู่

5.1.3. ในส่วนการนำเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสามาร์ทการ์ดไปประยุกต์ใช้งาน

ในโครงงานนี้ได้นำเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดไปประยุกต์ใช้งาน คือ การนำไปใช้ในระบบจำหน่ายคูปองภายในศูนย์อาหาร โดยการใช้บัตรแทนการใช้คูปองที่เป็นกระดาษ ในระบบจะมีการติดตั้งเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดอยู่ 2 จุด คือ ที่จุดจำหน่ายคูปอง(Master : เครื่องแม่) และที่ร้านขายอาหารภายในศูนย์อาหาร(Slave : เครื่องลูก) การทำงานของเครื่องที่ติดตั้งอยู่ที่ทั้ง 2 จุด สามารถสรุปการทำงานได้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3.1 การทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่จุดจำหน่ายคูปอง (เครื่องแม่ : Master)

จากการออกแบบกระบวนการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่จุดจำหน่ายคูปอง (เครื่องแม่) ในบทที่ 3 นั้น การทำงานของเครื่องสามารถทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ คือ

- สามารถเพิ่มมูลค่าลงไปในบัตรได้
- สามารถตรวจสอบมูลค่าที่คงเหลืออยู่ภายในบัตรเพื่อคืนเงินให้แก่ลูกค้า
- สามารถเคลียร์มูลค่าที่อยู่ภายในบัตรเดิมให้เป็นศูนย์เพื่อเตรียมใส่มูลค่าลงไปใหม่
- สามารถตรวจสอบการซื้อขายในแต่วันที่ต้องการและมีการเปรียบเทียบกับมูลค่าการซื้อขายที่ร้านต่างๆภายในศูนย์อาหารได้ รวมถึงการกลับไปดูมูลค่าการซื้อขายในวันที่ผ่านมาได้
- สามารถเพิ่มร้านค้าใหม่ลงไปในฐานข้อมูลที่มีอยู่ได้

5.1.3.2 การทำงานของเครื่องอ่านเขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่ร้านขายอาหารภายในศูนย์อาหาร (เครื่องลูก : Slave)

จากการออกแบบกระบวนการทำงานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ติดอยู่ที่ร้านขายอาหารภายในศูนย์อาหาร (เครื่องลูก) ในบทที่ 3 นั้น การทำงานของเครื่องสามารถทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ คือ

- สามารถหักมูลค่าตามราคาสินค้าที่ลูกค้าซื้อได้
- เมื่อหักมูลค่าแล้วจะทำการส่งข้อมูลหมายเลขร้านค้ามาเก็บไว้ในบัตรเพื่อนำบัตรนั้นมาตรวจสอบมูลค่าการซื้อขายในแต่ละวัน
- แสดงมูลค่าการซื้อขายรวมทั้งยอดคงเหลือบนบัตรให้ลูกค้าทราบ โดยแสดงผลทางจอแอลซีดี

5.2 แนวทางการพัฒนาโครงงาน

แนวทางในการพัฒนาของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นในโครงงานนี้นั้น สามารถที่จะนำไปใช้กับระบบการทำงานที่มีขนาดใหญ่ พร้อมทั้งมีระบบการป้องกันความปลอดภัยของข้อมูลที่ดีกว่าบัตรที่ใช้ในการทำโครงงานนี้ ซึ่งบัตรที่มีลักษณะดังกล่าวจะเป็นบัตรสมาร์ทการ์ดชนิดที่มีไมโครโปรเซสเซอร์บรรจุอยู่ภายในชิพบนบัตร ซึ่งมีราคาสูงกว่าบัตรสมาร์ทการ์ดที่ใช้ในโครงงานนี้

ในด้านแนวทางการพัฒนาการประยุกต์ใช้งานของเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ด นอกจากจะนำมาใช้ในระบบการจำหน่ายคูปองภายในศูนย์อาหารแล้ว ยังสามารถที่จะออกแบบระบบเพื่อนำเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดไปใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้ เช่น อาจจะนำเครื่องนี้ไปใช้ในระบบการเข้า/ออกของพนักงานในโรงงาน, การนำไปใช้เป็นบัตรประจำห้องพักของโรงแรม และสำหรับระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูงมีการนำเอาเครื่องอ่าน/เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดไปใช้ร่วมกับการตรวจสอบลายนิ้วมือหรือเครื่องสแกนม่านตา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานและรายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจาก ได้รับความรู้และการประสิทธิประสาทวิชาจากบูรพาจารย์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ปราโมทย์ วาดเขียน ที่ได้ให้คำปรึกษา พร่ำสอนเกี่ยวเข็ญและให้การช่วยเหลือสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างเป็นอย่างดียิ่งมโดยตลอด ขอขอบคุณทางภาควิชาโทรคมนาคม ที่ได้ให้โอกาสและให้การสนับสนุนเอื้อเฟื้ออุปกรณ์การทดลองต่างๆในการทำโครงงานในครั้งนี้

การทำโครงงานครั้งนี้ไม่อาจสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีหากไม่ได้รับความรู้และคำแนะนำจากคุณอารัมภีย์ จันทร์ใย ในการให้คำปรึกษาและแนะนำการใช้งานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอ่านเขียนบัตรสมาร์ทการ์ดเป็นอย่างดีเสมอมา

รายงานเล่มนี้รวมถึงการเตรียมเสนอชิ้นงาน ไม่อาจเสร็จสิ้นได้หาไม่ได้รับการช่วยเหลือจากนางสาวจารุณี มีเงิน ที่ให้การอนุเคราะห์เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องปริ้นเตอร์ และเครื่องอ่านเขียนแผ่นซีดี รวมทั้งได้เป็นกำลังใจพร้อมกับให้คำปรึกษาแก่ทางคณะผู้จัดทำด้วยดีตลอดมา

และทั้งนี้เหนือสิ่งอื่นใด โครงงานนี้ไม่อาจเสร็จสมบูรณ์ได้หากไม่ได้รับการช่วยเหลือและสนับสนุนกำลังใจ ทั้งหลายทั้งปวงจากคุณพ่อ คุณแม่ ผู้ปกครอง และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการให้คำปรึกษาที่ดีเสมอมาตลอดระยะเวลาของการทำโครงงานนี้ ทางผู้จัดทำจึงขอขอบคุณทุกท่านอีกครั้ง ทั้งที่เอ่ยนามและไม่ได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ธีรวัฒน์ ประกอบผล, "**การรประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์**", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ 2545

[2] ธีรวัฒน์ ประกอบผล, "**การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี**", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ 2545

[3] เลิศ แซ่ตั้ง, "**เทคโนโลยีสมาร์ทการ์ด**" , ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ 2546

[4] รองศาสตราจารย์สมยศ จุณณะปิยะ, "**การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์**", คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ 2539

[5] วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, "**เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 Flash Microcontroller**" ,@ Innovative Experiment Co.,Ltd., กรุงเทพฯ

[6] อารัมภัย์ จันทร์ไย , "**วารสารเซมิคอนดักเตอร์ ฉบับที่ 240 ประจำเดือนตุลาคม 2545**", กรุงเทพฯ 2545

[7] อารัมภัย์ จันทร์ไย , "**วารสารเซมิคอนดักเตอร์ ฉบับที่ 241 ประจำเดือนพฤษจิกายน 2545**", กรุงเทพฯ 2545

[8] อารัมภัย์ จันทร์ไย , "**วารสารเซมิคอนดักเตอร์ 242 ฉบับ EBG'2003 2545**", กรุงเทพฯ 2545

[9] อารัมภัย์ จันทร์ไย , "**วารสารเซมิคอนดักเตอร์ ฉบับที่ 243 ประจำเดือนธันวาคม 2545**", กรุงเทพฯ 2545

[10] อารัมภัย์ จันทร์ไย , "**วารสารเซมิคอนดักเตอร์ ฉบับที่ 245 ประจำเดือนกุมภาพันธ์ 2545**", กรุงเทพฯ 2545

[11] อารัมภัย์ จันทร์ไย , "**วารสารเซมิคอนดักเตอร์ ฉบับที่ 246 ประจำเดือนมีนาคม 2545**", กรุงเทพฯ 2545

[12] อารัมภัย์ จันทร์ไย , "**วารสารเซมิคอนดักเตอร์ ฉบับที่ 249 ประจำเดือนมิถุนายน 2545**", กรุงเทพฯ 2545

[13] ธาริน สิทธิธรรมชาตรี, สุรสิทธิ์ คิวประสพศักดิ์, "**คู่มือการเขียนโปรแกรม Visual Basic 6.0**", บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด, กรุงเทพฯ

[14] ธาริน สิทธิธรรมชาตรี, สุรสิทธิ์ คิวประสพศักดิ์, "**คู่มือการเขียนโปรแกรม Advanced Visual Basic 6.0**", บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด, กรุงเทพฯ

[15] http://www.keil.com/

[16] http://www.thaiio.com/

[17] http://www.sunelec.com/

[18] http://www.acs.com.hk/

[19] http://www.geocities.com/aon_micro/

[20] http://apll.sci.kmitl.ac.th/

[21] http://amo.co.th/index.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้