สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# ระบบฝังตัวรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน

# Embedded System Based Home Security

โดย

นายกำพล ลาภธุวะศิริ

นายทรงศักดิ์ ทองผาสุข

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61755
วัน,เดือน,ปี 21 ก.ค. 2549

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# EMBEDDED SYSTEM BASED HOME SECURITY

BY

Mr. KUMPOL LARPTHUWASIRI

Mr. SONGSAK TONGPASOOK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อปริญญานิพนธ์** | ระบบฝังตัวรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน |
| **ชื่อนักศึกษา** | นายกำพล ลาภธุวะศิริ รหัสประจำตัว 45015834 |
| | นายทรงศักดิ์ ทองผาสุข รหัสประจำตัว 45015793 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผศ. มนต์ชัย แช่มช้อย |
| **ระดับการศึกษา** | ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต |
| | สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมสารสนเทศ |
| **ปีการศึกษา** | 2547 |

---

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(ผศ. มนต์ชัย แช่มช้อย)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| **หัวข้อปริญญานิพนธ์** | ระบบฝังตัวรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน | | |
| **ชื่อนักศึกษา** | นายกำพล | ลาภธุวะศิริ | รหัสประจำตัว 45015834 |
| | นายทรงศักดิ์ | ทองผาสุข | รหัสประจำตัว 45015793 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผศ. มนต์ชัย | แช่มช้อย | |
| **ระดับการศึกษา** | ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต | | |
| | สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ | | |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมสารสนเทศ | | |
| **ปีการศึกษา** | 2547 | | |

## บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการออกแบบและสร้างระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน ซึ่งประกอบด้วยส่วนควบคุมการเข้าออก โดยนำเทคโนโลยีไบโอเมตริกมาใช้ในการตรวจสอบลายนิ้วมือ และส่วนโครงข่ายเซ็นเซอร์ซึ่งจะแบ่งบริเวณการตรวจจับออกเป็นสัดส่วน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมและประมวลผลการรับส่งข้อมูลตามมาตรฐานแบบ RS-485 ซึ่งข้อมูลที่ได้จากโมดูลลายนิ้วมือ และข้อมูลที่ได้จากโครงข่ายเซ็นเซอร์นั้นจะนำมาเชื่อมต่อด้วยระบบฝังตัวที่สามารถส่งข้อมูลการทำงานแสดงบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| **Thesis Title** | Embedded System Based Home Security | |
| **Student** | Mr. Kumpol Larpthuwasiri | ID 45015834 |
| | Mr. Songsak Tongpasook | ID 45015793 |
| **Advisor** | Asst. Prof. Monchai ChamChoy | |
| **Graduate Level** | Bachelor Degree of Information Engineering | |
| **Department** | Information Engineering | |
| **Academic Year** | 2004 | |


## Abstract

This project was designed and created for a home security system. It consists of the access control by taking the biometric technology to use in the fingerprint examination and the sensor network for each security zone. The microcontroller was used to control and estimate the transfer data according to the RS-485 standard. The fingerprint module and the sensor network were linked by the embedded system for transferring the data to the process of the internet network.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณ ผศ. มนต์ชัย แช่มช้อย อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่คอยช่วยเหลือชี้แนะแนวทางในการทำงาน และให้คำปรึกษาในทุก ๆ ด้าน ตลอดจนทุนทรัพย์ที่ใช้ในการทำโครงงาน

ขอขอบพระคุณ พี่อภิชิต ประดับผล, พี่เจตน์ ออสวัสดิ์ และรุ่นพี่ปริญญาโททุก ๆ ท่านที่คอยดูแลช่วยเหลือและให้คำปรึกษาต่าง ๆ มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่คอยห่วงใยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนทางการศึกษาตลอดมา

นายกำพล ลาภธุวะศิริ

นายทรงศักดิ์ ทองผาสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


บทคัดย่อภาษาไทย ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ข

กิตติกรรมประกาศ ค

สารบัญ ง

สารบัญรูป ฉ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ระบบฝังตัว 3

2.2 ระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ 5

2.3 ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ 10

บทที่ 3 การออกแบบโครงข่ายเซ็นเซอร์

3.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ 15

3.2 การออกแบบซอฟต์แวร์ 19

บทที่ 4 การออกแบบระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ

4.1 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ 24

4.2 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์ 25

บทที่ 5 ผลการทดสอบระบบ

5.1 โครงสร้างระบบโดยรวม 32

5.2 ระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ 33

5.3 ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ 35

5.4 ส่วนแสดงผลทางอินเตอร์เน็ต 40

บทที่ 6 สรุป

6.1 สรุปผล 48

6.2 แนวทางการพัฒนาโครงงาน 48



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

6.3 ข้อจำกัดของโครงงาน 49

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป


รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรม Vortex 86 4
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแพ็คเก็ตข้อมูลที่ใช้สื่อสารผ่าน RS-485 6
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างวงจรที่ใช้ IC ต่อกันเป็นโครงข่าย RS-485 7
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการใช้ Magnetic Switch 9
รูปที่ 2.5 ความร้อนของมนุษย์ที่เซ็นเซอร์สามารถจับได้ 9
รูปที่ 2.6 การตรวจจับตำแหน่งความร้อนจากตัวมนุษย์ 10
รูปที่ 2.7 จุดลักษณะเฉพาะบนลายนิ้วมือ 12
รูปที่ 2.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ 13
รูปที่ 2.9 ขั้นตอนการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ 14
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการส่งข้อมูลในโหมดอะซิงโครนัสของโมดูล USART ใน PIC 16
รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมการรับข้อมูลในโหมดอะซิงโครนัสของโมดูล USART ใน PIC 17
รูปที่ 3.3 วงจรการต่อใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับเซ็นเซอร์ 18
รูปที่ 3.4 โฟลวชาร์ตของการทำงานหลักในอุปกรณ์สเลฟ 19
รูปที่ 3.5 โฟลวชาร์ตของการทำงานหลักในอุปกรณ์มาสเตอร์ 20
รูป่ที่ 3.6 โฟ่ลวชาร์ตของอุป่กรณ์มาสเตอร์ในการสแกนหาอุป่กรณ์สเลฟ่ 21
รูปที่ 3.7 โฟลวชาร์ตของอุปกรณ์มาสเตอร์ในการเก็บสถานะ การทำงานของอุปกรณ์สเลฟ 22
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างแพ็คเก็ตที่ใช้ติดต่อกันระหว่างอุปกรณ์ 23
รูปที่ 4.1 ส่วนการทำงานทางด้านฮาร์ดแวร์ 24
รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการส่งแพ็คเก็ตการลงทะเบียนผู้ใช้ใหม่ 25
รูปที่ 4.3 โฟลวชาร์ตการลงทะเบียนผู้ใช้ใหม่ 26
รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการส่งแพ็คเก็ตการลบลายนิ้วมือ 27
**รูปที่ 4.5 โฟลวชาร์ตการลบลายนิ้วมือ** 27
**รูปที่ 4.6 ขั้นตอนการส่งแพ็คเก็ตการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ** 28
**รูปที่ 4.7 โฟลวชาร์ตการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ** 29
**รูปที่ 4.8 โฟลวชาร์ตการติดต่อกับฐานข้อมูล** 30
**รูปที่ 4.9 การจัดการฐานข้อมูลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์** 31
**รูปที่ 4.10 การแสดงผลการทำงานของระบบบนอินเตอร์เน็ต** 31
**รูปที่ 5.1 การติดตั้งอุปกรณ์ใช้งานจริง** 32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)


รูปที่ 5.2 โปรแกรมที่ทำงานภายในระบบฝังตัว 33
รูปที่ 5.3 ข้อมูลจำนวนและตำแหน่งของเซ็นเซอร์ที่ทำงานในระบบ 34
รูปที่ 5.4 สถานะของตำแหน่งเซ็นเซอร์ที่ถูกรบกวน 34
รูปที่ 5.5 สถานะของตำแหน่งเซ็นเซอร์ที่หยุดทำงาน 35
รูปที่ 5.6 โหมดแสตนด์บายรอรับค่าจากคีย์แพด 35
รูปที่ 5.7 ใส่รหัสผ่านเพื่อเข้าสู่การทำงาน 36
รูปที่ 5.8 ข้อความให้วางนิ้วมือบนเซ็นเซอร์ 37
รูปที่ 5.9 ข้อความแจ้งการลงทะเบียนเสร็จสิ้น 37
รูปที่ 5.10 ข้อความแจ้งการลบลายนิ้วมือเสร็จสิ้น 38
รูปที่ 5.11 ข้อความแจ้งการเปรียบเทียบลายนิ้วมือเสร็จสิ้น 39
รูปที่ 5.12 หน้าเว็บ Login 40
รูปที่ 5.13 หน้าเว็บหลัก 41
รูปที่ 5.14 กรอกข้อมูลผู้ใช้ใหม่ 42
รูปที่ 5.15 เลือกผู้ใช้ที่ต้องการแก้ไขข้อมูล 43
รูปที่ 5.16 แก้ไขข้อมูลที่ดึงขึ้นมาจากฐานข้อมูล 44
รูปที่ 5.17 เลือกผู้ใช้ที่ต้องการลบข้อมูล 45
รูปที่ 5.18 ข้อมูลของผู้ใช้ทุกรายที่มีในระบบ 45
รูปที่ 5.19 ข้อมูลวันและเวลาที่มีการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ 46
รูปที่ 5.20 ข้อมูลของเซ็นเซอร์ที่ทำงานในระบบ 46
รูปที่ 5.21 ข้อมูลของเซ็นเซอร์ที่ถูกรบกวน 47
รูปที่ 5.22 ข้อมูลของเซ็นเซอร์ที่หยุดทำงาน 47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา

ในยุคปัจจุบันนี้ระบบนาโนเทคโนโลยีได้เริ่มเข้ามามีบทบาทในเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ มากขึ้น ทำให้อุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ มีขนาดที่เล็กลงแต่กลับมีความสามารถในการทำงานที่ดีกว่าเดิม ซึ่งโครงงานนี้ได้เล็งเห็นถึงประโยชน์และความสำคัญของระบบนาโนเทคโนโลยีนี้ จึงมีแนวความคิดที่จะนำระบบฝังตัว (Embedded System) เข้ามาประยุกต์ใช้กับระบบรักษาความปลอดภัยแบบเดิมที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลการทำงาน ซึ่งจะมีขนาดใหญ่ และใช้พลังงานมาก โดยระบบฝังตัวนี้จะให้ผลการทำงานที่ใกล้เคียงกับการประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ขนาดจะเล็กลงเสมือนกับการใช้ไมโครคอลโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผล

โครงงานนี้ได้กำหนดให้มีส่วนรักษาความปลอดภัยไว้ 2 ส่วน คือ ระบบควบคุมการเข้าออกอาคาร และระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ โดยส่วนแรกนั้นจะใช้เทคโนโลยีไบโอเมตริกในการตรวจสอบลายนิ้วมือเป็นตัวกำหนดสิทธิ์การเข้าออกตัวอาคาร ซึ่งถือว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีความปลอดภัยสูง ยากต่อการปลอมแปลง หรือแอบอ้างใช้แทนกันได้อีกทั้งอำนวยความสะดวกโดยไม่ต้องพกพาการ์ดหรือกุญแจ และไม่ต้องกลัวว่าจะลืมหรือทำหาย ในส่วนที่สองนั้นจะเป็นการสื่อสารข้อมูลการทำงานของระบบเซ็นเซอร์แต่ละตัวผ่านโครงข่ายไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้มาตราฐานการสื่อสารอนุกรม RS-485 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่เหมาะสมกับการติดต่อแบบมาสเตอร์และสเลฟ

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อเพิ่มความสามารถให้กับระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน ให้สามารถทำงานได้หลากหลายขึ้น โดยใช้ระบบฝังตัวที่ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ

1.2.2 เพื่อพัฒนาการตรวจสอบการบุกรุก ให้สามารถตรวจสอบการทำงานในกรณีการใช้งานต่าง ๆ

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบการตรวจสอบลายนิ้วมือ ให้มีความสามารถในทำงานมากกว่าการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ออกแบบระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ภายในบ้านโดยการออกแบบในส่วนของการรับส่งข้อมูลและการส่งผ่านข้อมูลบนมาตรฐาน RS-485 ซึ่งนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์มาเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย

1.3.2 ระบบสามารถกำหนดสิทธิ์ในการเข้าออกตัวอาคารโดยใช้การตรวจสอบลายนิ้วมือ

1.3.3 ระบบสามารถเชื่อมต่อระบบเซ็นเซอร์ และระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ โดยใช้ระบบฝังตัวเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ

1.3.4 ระบบสามารถแสดงผลการทำงานทั้งในส่วนข้อมูลการเข้าออก และข้อมูลการทำงานของเซ็นเซอร์ผ่านทางเว็บบราวเซอร์ โดยใช้ระบบฝังตัวเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์

## 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 พัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้านให้มีความฉลาดในการทำงานและมีการทำงานที่หลากหลายขึ้น

1.4.2 ลดภาระในการพกพากุญแจ หรือคีย์การ์ดลง โดยใช้วิธีตรวจสอบลายนิ้วมือแทน

1.4.3 สามารถตรวจสอบการทำงานของโครงข่ายเซ็นเซอร์เมื่อมีการทำงานผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและหลักการ

ภาพรวมของระบบจะประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ คือการนำข้อมูลการตรวจสอบการบุกรุกซึ่งได้จากระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ และข้อมูลการเข้าออกตัวอาคารซึ่งได้จากการสแกนลายนิ้วมือมาทำการประมวลผลโดยใช้ระบบฝังตัว

## 2.1 ระบบฝังตัว

ระบบฝังตัว คือ ระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่บรรจุอยู่ภายในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือเครื่องมือเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความฉลาดให้กับอุปกรณ์เหล่านั้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าอุปกรณ์ทั่วไป ในการพัฒนาระบบฝังตัวนี้จะต้องพัฒนาทางด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ร่วมกัน ซึ่งเทคโนโลยีของระบบฝังตัวสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้

- **ระบบฝังตัวขนาดเล็ก** เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ขนาดเล็ก จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหน่วยความจำและส่วนติดต่ออินพุต/เอาท์พุต รวมทั้งส่วนประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นรวมอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เองเพื่อความสะดวกในการพัฒนา ระบบฝังตัวชนิดนี้นิยมใช้ในงานควบคุมอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์พื้นฐานที่มีการทำงานไม่ซับซ้อน มีขนาด 4 บิ ต หรือ 8 บิต หน่วยความจำประมาณ 10-120 กิโลไบต์ มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต 1- 4 พอร์ต สามารถติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมหรือขนานได้ทันที ตัวอย่างของไมโครคอนโทรลเลอร์เหล่านี้ได้แก่ Z80, MSC-51 และ PIC เป็นต้น
- **ระบบฝังตัวขนาดกลาง** เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีความสามารถสูงขึ้น มีหน่วยความจำมากขึ้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงขึ้น มักใช้ในงานที่ต้องการความสามารถพิเศษซึ่งไมโครโปรเซสเซอร์ขนาดเล็กไม่สามารถทำงานได้ ไมโครโปรเซสเซอร์เหล่านี้มักมีขนาด 16 บิต และ 32 บิต ดังเช่น ตระกูล x86 ของบริษัท Intel และ ตระกูล ARM7 กับตระกูล TMS320 ของบริษัท AMD เป็นต้น ไมโครโปรเซสเซอร์เหล่านี้มักมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะทางเช่น การสื่อสารหรือการประมวลผลชนิดพิเศษ
- **ระบบฝังตัวขนาดใหญ่** เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีความสามารถในการประมวลผลมากเป็นพิเศษ ส่วนใหญ่จะเป็นระบบฝังตัวที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับประมวลผลเป็นหลัก หรืออาจจะเป็นระบบฝังตัวที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นพื้นฐาน (PC-Based) อาจจะใช้ระบบปฏิบัติการพื้นฐานไม่ว่าจะเป็นระบบ DOS หรือ Linux ในการทำงาน เพื่อให้ง่ายในการพัฒนาและบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ เนื่องจากสามารถเพิ่มเติม หรือแก้ไขซอฟต์แวร์ได้ง่าย และรวดเร็ว

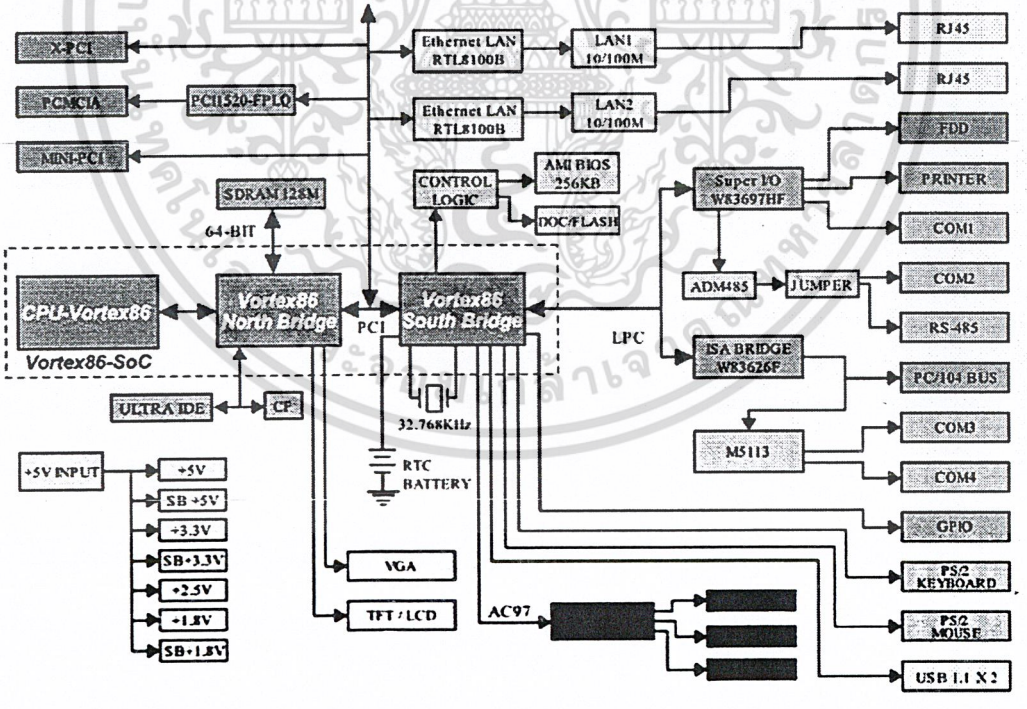
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า ที่สำคัญคือ ออกแบบให้ทำงานหลาย ๆ อย่างพร้อมกันได้ ระบบฝังตัวประเภทนี้มักจะนำไปประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์สำหรับระบบเครือข่าย ดังเช่น เราต์เตอร์ อินเตอร์เน็ต หรือเว็บเซิร์ฟเวอร์ เป็นต้น

### 2.1.1 สถาบัตยกรรม Vortex86

Vortex86 เป็นชิปเซ็ตที่รวมตัวประมวลผลอย่าง X86 เข้าด้วยกัน โดยมีส่วนประกอบต่าง ๆ ตามรูปที่ 2.1 ซึ่งจะมีอินพุตและเอาต์พุตต่าง ๆ ใกล้เคียงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ไม่ว่าจะเป็น COM Port, LAN interface, Audio engine, PCI, ATA หรือแม้กระทั่งส่วนของการต่อคีย์บอร์ด เมาส์ ส่วนการแสดงผลเมื่อระบบทำงานด้วยระบบปฏิบัติการจะทำให้เราสามารถพัฒนาแอพพลิเคชั่นได้ง่ายขึ้น

ซึ่งในโครงงานนี้จะใช้ในส่วนของพอร์ต COM1, RS-485 เป็นตัวรับส่งข้อมูลจากระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ และระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ ซึ่งการใช้งานนั้นจะต้องเขียนโปรแกรมผ่านระบบปฏิบัติการเพื่อสั่งงานพอร์ตดังกล่าว




รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรม Vortex 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์

การตรวจสอบผู้บุกรุกนั้นจะแบ่งระดับการตรวจสอบเป็นสองระดับคือ ตรวจสอบการบุกรุกจากภายนอก และการตรวจสอบการลุกล้ำภายในอาคาร ซึ่งการตรวจสอบการบุกรุกจากภายนอกจะเป็นการตรวจสอบสถานะเซ็นเซอร์จำพวก Magnetic Switch ตามประตู หรือ Glass Break Detector ตามหน้าต่าง การตรวจสอบในระดับนี้ถือว่าเป็นปราการด่านแรกในการตรวจสอบ ส่วนการตรวจสอบการลุกล้ำภายในบ้านนั้นเป็นการตรวจสอบสถานะของเซ็นเซอร์จำพวกอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน PIR (Passive Infrared Detector) หรือ Motion Detection จะใช้ตรวจสอบเป็นบริเวณใด ๆ

หลักการเบื้องต้นของระบบตรวจสอบผู้บุกรุกจะเป็นการนำข้อมูลสถานะการทำงานของตัวเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นอินพุตในระบบมาทำการสื่อสารข้อมูลผ่านระบบโครงข่ายไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC 16Fxx เป็นตัวควบคุมการส่งผ่านข้อมูลบนมาตราฐานอนุกรม 485

### 2.2.1 เครือข่ายไมโครคอนโทรลเลอร์

การติดต่อสื่อสารระหว่างสองอุปกรณ์ที่ง่ายที่สุด คือการติดต่อบนมาตรฐานอนุกรม RS-232 อย่างไรก็ตามมาตรฐานนี้ยังมีข้อจำกัดการสื่อสาร ประการแรกคือ ระยะทางในการสื่อสารจะอยู่ภายในรัศมี 10 - 15 เมตร ประการที่สองคือ มาตรฐานนี้สามารถใช้กับอุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่ง เช่น เมาส์หนึ่งตัวสามารถติดต่อกับพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้เพียงตัวเดียว ดังนั้นการที่จะติดต่อสื่อสารบนมาตรฐานดังกล่าวนี้ไม่สามารถติดต่อกันมากกว่าหนึ่งตัว หรือติดต่อเป็นแบบโครงข่ายได้ โครงงานนี้จึงเลือกมาตรฐานการสื่อสาร RS-485 ซึ่งสามารถรองรับอุปกรณ์ได้สูงถึง 32 อุปกรณ์ และมีความยาวของโครอข่ายสูงสุดถึง 1,500 เมตร

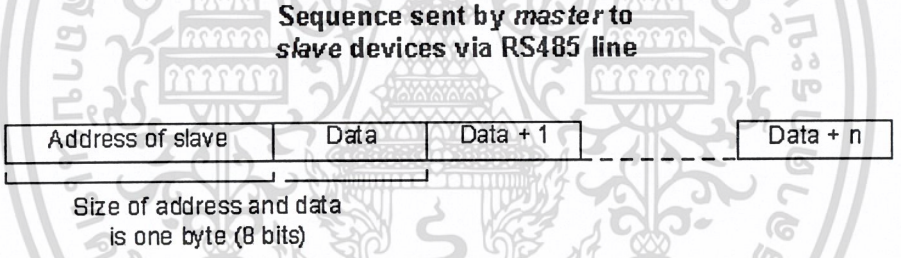
#### 2.2.1.1 มาตรฐาน RS-485

มาตรฐาน RS-485 เป็นการสื่อสารแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (half - duplex) โดยใช้สายสัญญาณ 2 เส้น คือ A และ B ในการรับ-ส่งข้อมูล (ควรเลือกใช้สายสัญญาณที่มีชีลด์ห่อหุ้มเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน) ข้อมูลข่าวสารดิจิตอลที่ถูกส่งจะอยู่ในรูปของค่าแตกต่างของแรงดันไฟ ระหว่างสายสัญญาณ A และ B เมื่อต้องส่งข้อมูล ลอจิก 1 อุปกรณ์ภาคขับสัญญาณข้อมูลจะควบคุมให้แรงดันสาย B สูงกว่าแรงดันสาย A 200 mV ส่วนลอจิก 0 แรงดันที่สาย B จะมีแรงดันต่ำกว่า 200 mV เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดของการสื่อสารแบบ RS-485 ก็คือ Master/Slave เมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักที่ควบคุมอุปกรณ์สเลฟอื่นๆ โดยอาศัยแอดเดรสของอุปกรณ์สเลฟ ต่าง ๆ เหล่านั้น

การติดต่อสื่อสารจะเริ่มต้นจากอุปกรณ์มาสเตอร์ส่งแพ็คเก็ตข้อมูลจำนวน n ไบต์ไปยังอุปกรณ์สเลฟทุกตัวเพื่อให้เข้าสู่โหมดการรับข้อมูล ข้อมูลจำนวน n ไบต์นั้นจะประกอบด้วยตำแหน่งที่อยู่ประจำตัวของอุปกรณ์สเลฟตัวที่จะติดต่อ โดยปกติตำแหน่งที่อยู่นั้นมักจะอยู่ลำดับเริ่มต้นซึ่งจะมีจำนวนหนึ่งไบต์ (8 บิต) เมื่ออุปกรณ์สเลฟทุกตัวได้รับแพ็คเก็ตจะทำการเปรียบเทียบตำแหน่งที่อยู่ของตัวเองกับตำแหน่งที่อยู่ของแพ็คเก็ตที่รับมา เมื่ออุปกรณ์สเลฟตัวใดที่มีตำแหน่งตรงกันจะทำการส่งตำแหน่งที่อยู่นั้นกลับมายังอุปกรณ์มาสเตอร์ เพื่อยืนยันความสมบูรณ์ในการรับส่งข้อมูล ในกรณีที่อุปกรณ์สเลฟไม่สามารถส่งข้อมูลตำแหน่งที่อยู่นั้นกลับไปยังอุปกรณ์มาสเตอร์ในเวลาที่กำหนดนั้น( 10 ms. – 100 ms.) อุปกรณ์มาสเตอร์จะตีความว่าอุปกรณ์สเลฟนั้นไม่ทำงาน

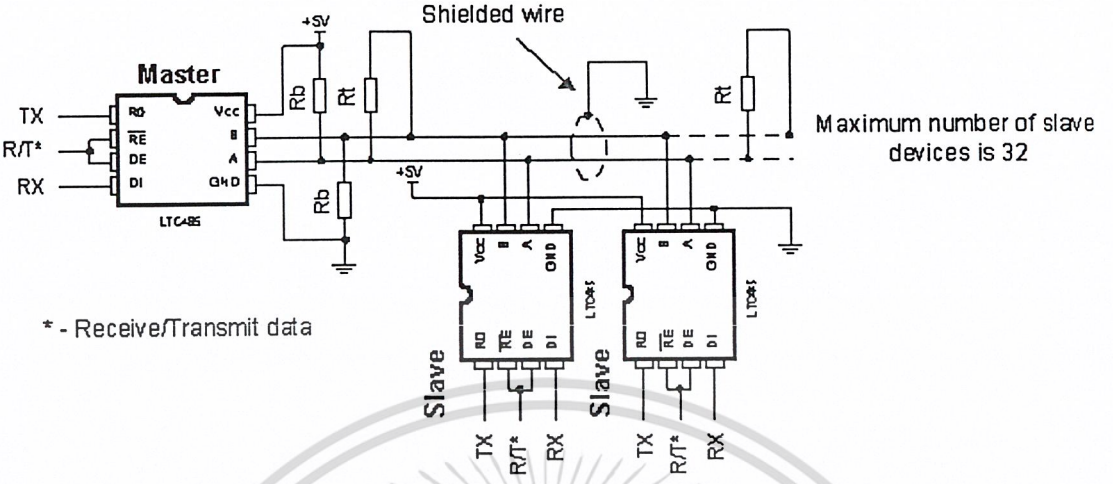



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแพ็คเก็ตข้อมูลที่ใช้สื่อสารผ่าน RS-485

การกำหนดแอดแดรสของอุปกรณ์สเลฟนั้นสามารถกระทำได้โดยวิธีการทางซอร์ฟแวร์ คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นสเลฟแต่ละตัวนั้นจะถูกบันทึกหมายเลขแอดเดรสไว้ภายในหน่วยความจำโดยไม่ซ้ำกัน หรืออาจจะกระทำโดยวิธีการทางฮาร์ดแวร์ คือ ต่อสวิตช์จั๊มเปอร์เข้ากับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ในลักษณะที่เป็นเลขฐานสอง เพื่อระบุค่าแอดเดรส

ซึ่งการใช้วิธีการทางฮาร์ดแวร์นั้นเป็นวิธีที่สะดวกในการปรับเปลี่ยนหมายเลขแอดเดรสและ สังเกตได้ง่าย ตัวอย่างการติดต่อแบบ RS-485 นี้แสดงดังรูปข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.3 ตัวอย่างวงจรที่ใช้ IC ต่อกันเป็นโครงข่าย RS-485

การใช้ IC สำเร็จรูปมาติดต่อใช้งานดังรูปที่ 2.3 นั้น IC LTC485 จะทำงานทำนองเดียวกับการติดต่อ MAX232 คือส่งข้อมูลเป็นชุดอนุกรม ตัวต้านทาน $R_t$ จะต้องตั้งค่าจำเพาะลงที่ปลายสายทั้ง 2 ด้าน เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอกจึงมักจะใช้ค่าประมาณ 100-200 Ω แต่หากสายสื่อสารนั้นสั้นกว่า 300 m. ไม่จำเป็นต้องมีตัวต้านทานที่ปลายสาย ความต้านทาน $R_b$ ต่อเพื่อป้องกันการตีความหมายผิดพลาด เมื่อทุกอุปกรณ์อยู่ในขณะการรับข้อมูล ค่าของตัวต้านทานควรจะใช้ 680 Ω ถ้าใช้เพียงอุปกรณ์เดียว หรือใช้ค่า 4k7 Ω ถ้าใช้กับอุปกรณ์ในเครือข่ายมากกว่า 8 ตัว

**2.2.1.2 โมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม**

พอร์ทอนุกรมจัดเป็นพอร์ตสื่อสารข้อมูลที่นิยมทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ในหลายเบอร์ได้รวมโมดูลสื่อสารที่เรียกว่า USART (Universal Synchrous Asynchrous Receiver Transmitter) ไว้ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว

USART เป็นโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรมเอนกประสงค์ที่สามารถทำงานเป็นตัวรับหรือส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส หรือแบบซิงโครนัสก็ได้ ซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบของข้อมูลและเลือกอัตราเร็วในการส่งข้อมูลได้

หน้าที่หลักของโมดูล คือทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากไมโครคอนโทรลเลอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมอะซิงโครนัส หรืออนุกรมซิงโครนัสแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งออกไป และทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมอะซิงโครนัส หรืออนุกรมซิงโครนัสให้อยู่ในรูปขนาน สามารถกำหนดให้ทำงานแบบฟูลดูเพล็กซ์อะซิงโครนัส หรือกำหนดให้ทำงานเป็นแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ซิงโครนัส

โมดูล USART ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC จะต้องสั่งงานผ่านทางรีจิสเตอร์ ซึ่งมีรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้อง 3 ตัวคือ

- TXSTA (Transmit Status and Control Register) ใช้ควบคุมและแสดงสถานะการส่งข้อมูล

- RCSTA (Receive Status and Control Register) ใช้ควบคุมและแสดงสถานะการรับข้อมูล

- SPBRG (Serial port Baud rate generator) ใช้กำหนดอัตราเร็วในการถ่ายทอดข้อมูล

และมีรีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลในการรับส่งอีก 2 ตัวคือ

- TXREG (Transmit Data Register) ใช้เก็บข้อมูลที่ต้องการจะส่งออก

- RCREG (Transmit Data Register) ใช้เก็บข้อมูลที่ต้องการจะส่งออก

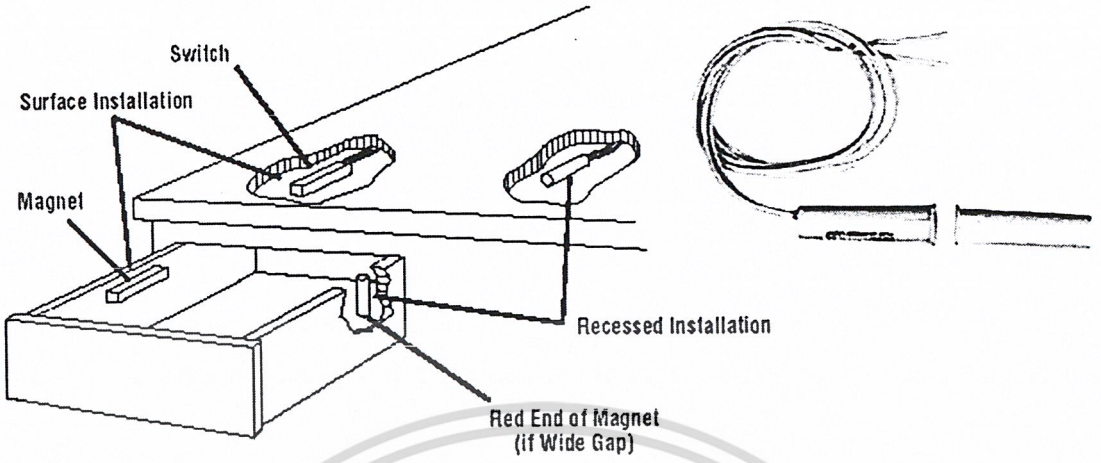
ส่วนรายละเอียดการเซ็ตรีจิสเตอร์เพื่อใช้งานโมดูล USART นี้จะกล่าวในบทถัดไป

**2.2.2 ระบบเซ็นเซอร์**

ปัจจุบันเซ็นเซอร์ในระบบรักษาความปลอดภัยนั้นมีขายกันทั่วไปหลายรูปแบบ เช่น Magnetic Switch, Glass Break Detector, PIR (Passive Infrared Detector), Motion Detection ข้อมูลที่ได้จากการทำงานของเซ็นเซอร์เหล่านี้จะเป็นอินพุทของระบบจะให้ค่าเป็น 0 หรือ 1 เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ ทั้งนี้จะขอกล่าวถึงเซ็นเซอร์บางชนิด

**2.2.2.1 Magnetic Switch** สวิทช์แม่เหล็กเป็นสวิตช์ที่สามารถเปิด-ปิดตามสนามแม่เหล็ก ซึ่งสนามแม่เหล็กมักจะมาจากแม่เหล็กอันเล็กๆที่ฝังไว้ที่ตัวประตูหรือหน้าต่าง ส่วนตัวสวิตช์มักจะถูกฝังไว้ที่ขอบประตูหรือหน้าต่าง เมื่อมีการเปิดปิดประตูก็จะเหนี่ยวนำให้สวิตช์มีการปิดเปิดตามไปด้วย Magnetic contact จะมีสายต่อไปยังตัวควบคุม ถ้าสวิตช์มีการปิด-เปิด ตัวควบคุมจะสามารถรู้ได้ด้วยค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการใช้ Magnetic Switch

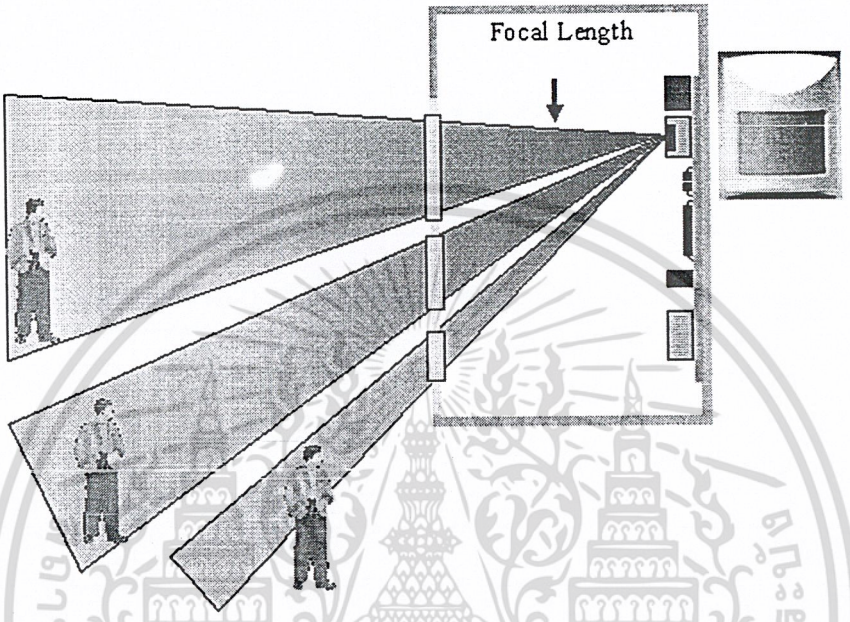
**2.2.2.2 PIR (Passive Infrared Detector)** ถ้าจะเปรียบเทียบง่ายๆ PIR จะคล้ายกับตามนุษย์ เพียงแต่จะรับรู้เฉพาะคลื่นความร้อนเท่านั้นส่วนประกอบหลักที่ทำหน้าที่ของ PIR detector จะคล้ายกับตาซึ่งมี

- Fresnel Len ทำหน้าที่โฟกัสความร้อนให้ไปตกที่ Pyrosensor
- Pyrosensor เปรียบเสมือนจอประสาทตา
- Circuit Board เปรียบเสมือนสมองที่ประมวลภาพความร้อนที่ได้ เพื่อส่งสัญญาณไป ประมวลผล

**รูปที่ 2.5 ความร้อนของมนุษย์ที่เซ็นเซอร์สามารถจับได้**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ Len ของ PIR จะประกอบด้วย Fresnel lens เล็กๆเพื่อที่จะโฟกัสความร้อนจากตำแหน่งต่างๆทั่วทั้งห้องให้มาตกที่ Pyrosensor ซึ่ง Len นั้นมีจะมีหลายรูปแบบเพื่อสะดวกกับพื้นที่ใช้งาน




รูปที่ 2.6 การตรวจจับตำแหน่งความร้อนจากตัวมนุษย์

## 2.3 ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ

ไบโอเมตริก (Biometric) คือ การใช้ลักษณะทางกายภาพ หรือลักษณะทางพฤติกรรมบางอย่างบางประการที่เป็นลักษณะเฉพาะในแต่ละตัวบุคคลมาทำการแยกแยะหรือจดจำตัวบุคคลแต่ละบุคคล ซึ่งแม้ว่าเวลาจะผ่านไปนานเท่าไหร่ก็ตามลักษณะเฉพาะทางกายภาพจะไม่มีเปลี่ยนแปลงไป แต่ลักษณะทางพฤติกรรมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ลักษณะเฉพาะทางกายภาพที่ใช้ในการแยกแยะตัวบุคคล ได้แก่ รูปทรงของฝ่ามือ, ลายนิ้วมือ, จอตา, ม่านตา เป็นต้น ส่วนลักษณะเฉพาะทางพฤติกรรมของแต่ละบุคคล ได้แก่ เสียง, ลายมือ เป็นต้น

ในกรณีของฝาแฝดแท้นั้นแม้ว่าจะมีลักษณะหน้าตาที่เหมือนกันมาก อีกทั้งยังมีดีเอ็นเอที่ตรงกันทุกประการ แต่จะมีลักษณะเฉพาะทางกายภาพอื่น ๆ อีกหลายประเภทที่มีลักษณะแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง เช่น ลายนิ้วมือ, จอตา, ม่านตา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3.1 รูปแบบการใช้งานไบโอเมตริก**

การใช้งานไบโอเมตริกในปัจจุบันนั้นนิยมใช้กับงานด้านการรักษาความปลอดภัยหรือการจำกัดสิทธิ์ในการเข้าใช้งาน ซึ่งการใช้งานไบโอเมตริกนั้นมีให้เลือกใช้มากมายตามความเหมาะสม ไบโอเมตริกแต่ละชนิดนั้นจะมีข้อดีข้อเสียที่ต่างกัน ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อเสียของการใช้ไบโอเมตริกแบบต่าง ๆ

| ลักษณะเฉพาะ | ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|---|
| เสียง | ราคาอุปกรณ์ถูก | เสียงอาจจะไม่คงที่, ไวต่อสัญญาณรบกวน |
| จอตา / ม่านตา | มีความปลอดภัยสูงมาก | ราคาสูง, การยอมรับตัวบุคคลยาก, มีผลกระทบต่อดวงตา |
| รูปทรงฝ่ามือ | ง่ายต่อการใช้งาน | ราคาสูง, มีขนาดใหญ่, มีความปลอดภัยต่ำ |
| ลายนิ้วมือ | มีความปลอดภัยสูง | ราคาสูง, ตำแหน่งการวางนิ้วมือมีผลต่อการยอมรับตัวบุคคล |

การตรวจสอบลายนิ้วมือ (Fingerprint) เป็นรูปแบบของไบโอเมตริกที่ใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดในปัจจุบัน เนื่องมาจากมีราคาที่เหมาะสม มีขนาดเล็กสะดวกต่อการใช้งาน และความปลอดภัยที่ค่อนข้างสูง

**2.3.2 ไบโอเมตริกแบบการตรวจสอบลายนิ้วมือ**

การตรวจสอบลายนิ้วมือนั้นจะใช้เครื่องสแกนลายนิ้วมือเป็นอินพุตที่รับลายนิ้วมือเข้ามาทำการเปรียบเทียบ โดยทั่วไปสามารถแบ่งการเปรียบเทียบลายนิ้วมือได้เป็น 2 ลักษณะ คือ แบบระบุเจ้าของลายนิ้วมือ (Identification) และแบบพิสูจน์เจ้าของลายนิ้วมือ (Verification) ซึ่งระบบทั้งสองระบบนี้มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังนี้

**- แบบระบุเจ้าของลายนิ้วมือ (Identification)** จะทำการเปรียบเทียบลายนิ้วมือที่รับเข้ามากับลายนิ้วมือทั้งหมดที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำ ด้วยวิธีการจับคู่แบบ One-to-Many (1:M) เพื่อค้นหาเจ้าของลายนิ้วมือเดียวกันหรือลายนิ้วมือที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**- แบบพิสูจน์เจ้าของลายนิ้วมือ (Verification)** จะทำการพิสูจน์ลายนิ้วมือลายนิ้วมือที่รับเข้ามากับลายนิ้วมือที่ต้องการ ด้วยวิธีการจับคู่แบบ One-to-One (1:1)

**2.3.3 หลักการวิเคราะห์และการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ**

ในการที่จะวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบหาลายนิ้วมือที่ตรงกันนั้น จะวิเคราะห์ได้จากลักษณะเฉพาะของเส้นลายนิ้วมือที่เรียกว่า "จุดไมนูเทีย (Minutiae Point)" ซึ่งจุดไมนูเทียนี้จะมีลักษณะเฉพาะอยู่หลายแบบ รูปที่ 2.7 แสดงจุดไมนูเทียหลัก ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ

รูปที่ 2.7 จุดลักษณะเฉพาะบนลายนิ้วมือ

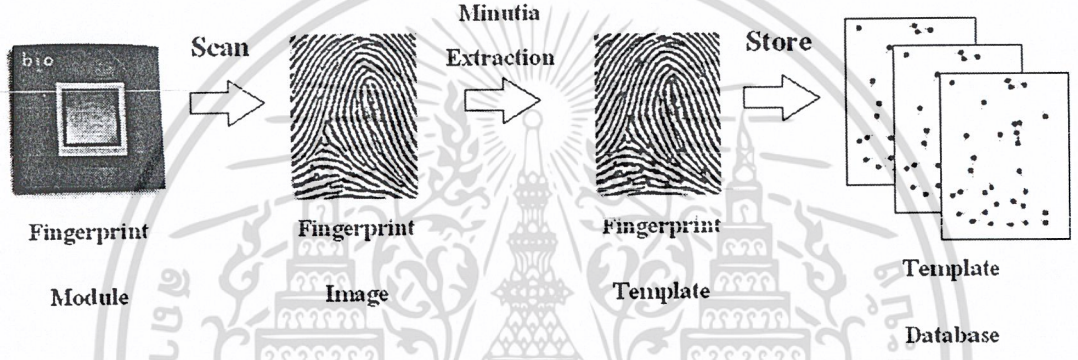
จากรูปที่ 2.7 สามารถอธิบายจุดต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

- **Crossover:** จุดที่เส้นลายนิ้วมือสองเส้นทับซ้อนกัน
- **Core:** จุดแกนกลางของลายนิ้วมือที่มีลักษณะเป็นวงขยายออกไปเรื่อย ๆ
- **Bifurcations:** จุดบริเวณรอยแยกของเส้นลายนิ้วมือ
- **Ridge ending:** จุดปลายสุดของเส้นลายนิ้วมือ
- **Island:** เส้นลายนิ้วมือสั้น ๆ ที่อยู่ตรงกลางระหว่างวงลายนิ้วมือสองวง
- **Delta:** จุดยอดของลายนิ้วมือที่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3.3.1 หลักการการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ**

การวิเคราะห์ลายนิ้วมือจะเริ่มต้นด้วยการเก็บลายนิ้วมือโดยใช้ตัวอ่านลายนิ้วมือ ซึ่งจะได้ภาพลายนิ้วมือมา จากนั้นจะเป็นหน้าที่ของตัวโมดูลที่จะทำการวิเคราะห์หาจุดไมนูเทียบนลายนิ้วมือที่อ่านได้ แล้วบันทึกข้อมูลตำแหน่งของจุดไมนูเทียเหล่านี้ไว้ในหน่วยความจำ โดยที่ข้อมูลลายนิ้วมือที่ตัวโมดูลเก็บไว้ในหน่วยความจำนั้น ตัวโมดูลแต่ละตัวจะเก็บข้อมูลในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับการออกแบบของทางบริษัทผู้ผลิต

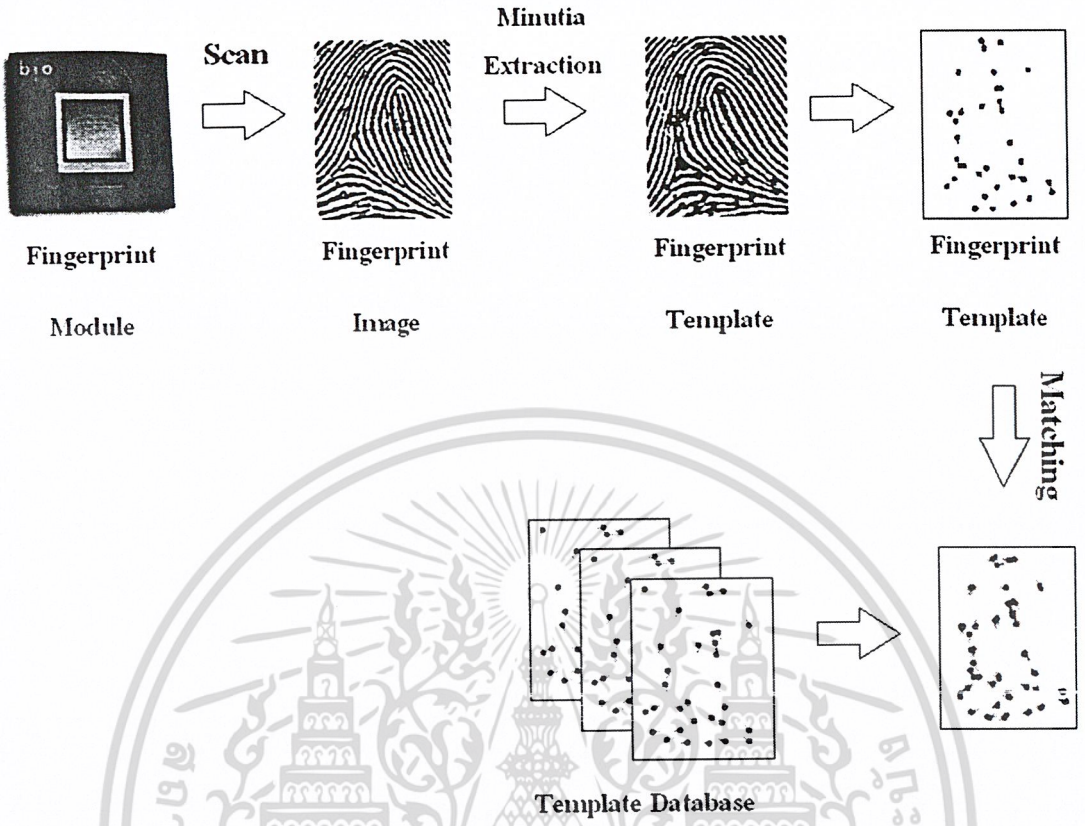



รูปที่ 2.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ

**2.3.3.2 หลักการการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ**

ในการทำการเปรียบเทียบลายนิ้วมือนั้นจะเริ่มต้นด้วยการอ่านลายนิ้วมือที่ต้องการนำไปเปรียบเทียบเข้ามา ซึ่งตัวโมดูลจะทำการวิเคราะห์หาจุดไมนูเทียเช่นเดียวกับขั้นตอนการบันทึกข้อมูล จากนั้นจะนำข้อมูลตำแหน่งของจุดไมนูเทียที่ได้อ่านมาใหม่ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลตำแหน่งที่ตัวโมดูลบันทึกไว้ ซึ่งสามารถกำหนดระดับความแม่นยำของตำแหน่งให้สูงหรือต่ำได้ ถ้ากำหนดระดับแม่นยำไว้สูงการเปรียบเทียบลายนิ้วมือจะทำได้ยุ่งยากขึ้น โดยที่ตำแหน่งการวางนิ้วมือบนเซ็นเซอร์จะต้องเหมือนกับตอนที่บันทึกลายนิ้วมือให้มากที่สุด แต่หากกำหนดระดับแม่นยำไว้ไม่สูงนัก การเปรียบเทียบลายนิ้วมือจะทำได้สะดวกขึ้นแต่ความปลอดภัยจะลดลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.9 ขั้นตอนการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# การออกแบบโครงข่ายเซ็นเซอร์

ระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับต่าง ๆ ส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสบนมาตรฐานอนุกรม 485 ซึ่งเป็นมาตรฐานการสื่อสารที่เหมาะสมกับระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์นี้ โดยใช้ระบบฝังตัวขนาดเล็กที่เรียกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ของบริษัทไมโครชิป

## 3.1 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

ในส่วนนี้จะเป็นการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล PIC ซึ่งจะใช้งานโมดูลสื่อสารอนุกรม (USART) ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เองโดยทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์สเลฟ ใช้ในการสื่อสารข้อมูลการทำงานของเซ็นเซอร์ เชื่อมต่อกับระบบฝังตัวที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์มาสเตอร์

### 3.1.1 การใช้งาน USART

เป็นการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการส่งผ่านข้อมูล ซึ่งจะต้องใช้โมดูลการสื่อสารอนุกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งผ่านข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์ตรวจจับต่าง ๆ ไปบนมาตรฐานอนุกรม 485 โดยมีรายละเอียดที่ต้องคำนึงดังนี้

#### 3.1.1.1 การทำงานในโหมดอะซิงโครนัส

ในโหมดนี้จะใช้โมดูล USART ที่มีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะกำหนดรูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสาร ประกอบไปด้วยบิตเริ่มต้น บิตข้อมูล และบิตปิดท้าย การรับส่งข้อมูลในโหมดนี้จะเริ่มต้นด้วยบิตนัยสำคัญต่ำสุดหรือ LSB ก่อน

#### 3.1.1.2 การกำเนิดอัตราเร็วในการส่งข้อมูล

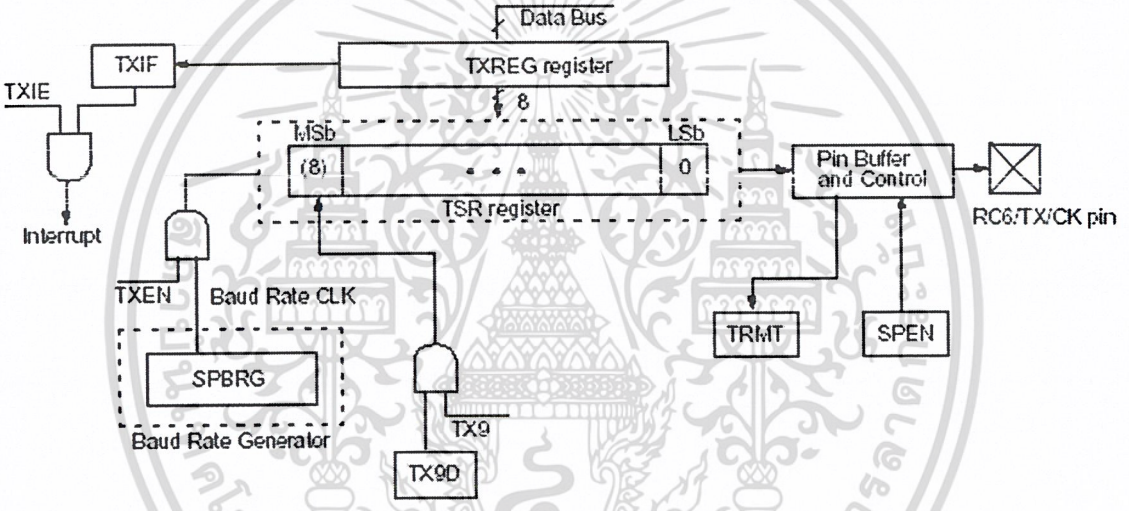
รีจิสเตอร์ที่ควบคุมการทำงานคือ SPBRG โดยจะควบคุมคาบเวลาของไทเมอร์อิสระ 8 บิต เพื่อกำเนิดอัตราเร็วในการถ่ายทอดข้อมูล เมื่อทำงานในโหมดอะซิงโครนัสต้องทำงานร่วมกับ ข้อมูลที่บิต BRGH (บิต 2 ของรีจิสเตอร์ TXSTA) เพื่อกำหนดย่านความเร็วเป็นแบบความเร็วสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.1.3 การส่งข้อมูลในโหมดอะซิงโครนัส

หัวใจสำคัญอยู่ที่ชิฟท์รีจิสเตอร์ตัวส่ง (TSR) โดยบรรจุข้อมูลที่ได้มาจากรีจีสเตอร์เก็บข้อมูลสำหรับการส่งหรือ TXREG จากนั้นจะถ่ายทอดไปยังชิฟท์รีจีสเตอร์ TSR แต่การถ่ายทอดจะเกิดขึ้นเมื่อมีการส่งบิตปิดท้ายของข้อมูลชุดก่อนหน้าออกไปแล้ว

หลังจากมีการส่งบิตปิดท้ายออกไป TSR จะรับข้อมูลใหม่จาก TXREG และ TXREG จะว่างลงและบิต TXIF (บิต 4 ของรีจิสเตอร์ PIR) จะเซ็ตขึ้น และจะเคลียร์ก็ต่อเมื่อมีการถ่ายทอดข้อมูลใหม่ลง TXREG ส่วนสถานะของชิฟท์รีจิสเตอร์ TSR จะแสดงผ่านบิต TRMT (บิต 1 ของรีจีสเตอร์ TXSTA) เมื่อ TSR ว่างบิตนี้จะเซ็ต



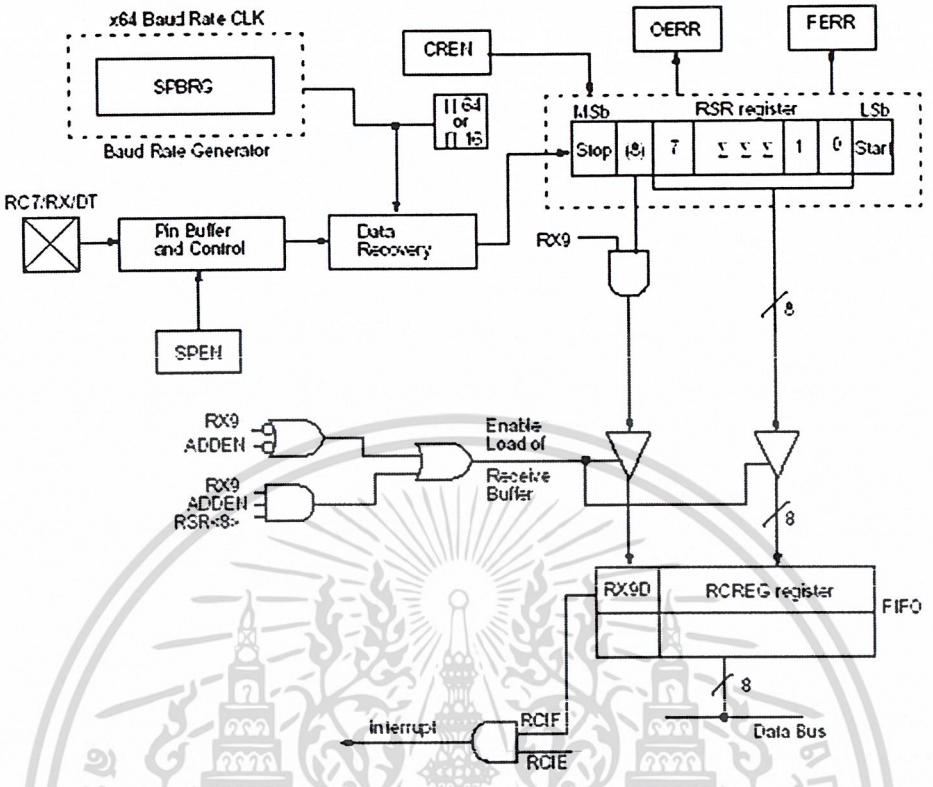

รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการส่งข้อมูลในโหมดอะซิงโครนัสของโมดูล USART ใน PIC

### 3.1.1.4 การรับข้อมูลในโหมดอะซิงโครนัส

การกำหนดให้ตัวรับข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั้น ต้องเซ็ตบิต CREN (บิต 4 ของรีจิสเตอร์ RCSTA) ข้อมูลจะเข้ามาทางขาพอร์ต $R_x$ ที่ละบิต ถ่ายทอดไปยังรีจิสเตอร์ RSR หลังจากที่ตรวจจับบิตปิดท้ายของการรับข้อมูลได้ ก็จะส่งข้อมูลนั้นไปยังรีจิสเตอร์ RCREG และหลังจากที่ถ่ายทอดข้อมูลเสร็จสมบูรณ์บิต RCIF (บิต 5 ของรีจิสเตอร์ PIR 1) จะถูกเซ็ต และจะเคลียร์เมื่อข้อมูลรีจิสเตอร์ RCREG ถูกอ่านออกไปและว่างลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง




รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมการรับข้อมูลในโหมดอะซิงโครนัสของโมดูล USART ใน PIC

### 3.1.2 การใช้งานพอร์ตอินพุตเอาต์พุต

ขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 สามารถจ่ายกระแสเอาต์พุตของขาพอร์ตที่ไฟเลี้ยง +5V ได้ 25mA ซึ่งสามารถใช้งานพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตได้ 2 พอร์ตคือ พอร์ต A และ B โดยมีรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลคือ PORTA และ PORTB การกำหนดทิศทางในการใช้งานอินพุตและเอาต์พุตจะต้องติดต่อผ่านรีจิสเตอร์ TRISA และ TRISB หากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตต้องกำหนดข้อมูล “1” ไปยังบิตนั้น และในทางตรงกันข้ามการกำหนดข้อมูล “0” จะเป็นการกำหนดให้ขาพอร์ตนั้นเป็นเอาต์พุต

ในส่วนการใช้งานเป็นอินพุตนั้นจะใช้ในการกำหนดแอดแดรสของอุปกรณ์สเลฟและอินพุตจากเซ็นเซอร์ ส่วนเอาต์พุตนั้นจะใช้ในการแสดงสถานะผ่าน LED รวมไปถึงการส่งข้อมูลการทำงานของสเลฟผ่านโมดูลการสื่อสารอนุกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ และการแปลงเป็นมาตรฐานอนุกรม 485 ด้วย IC75176

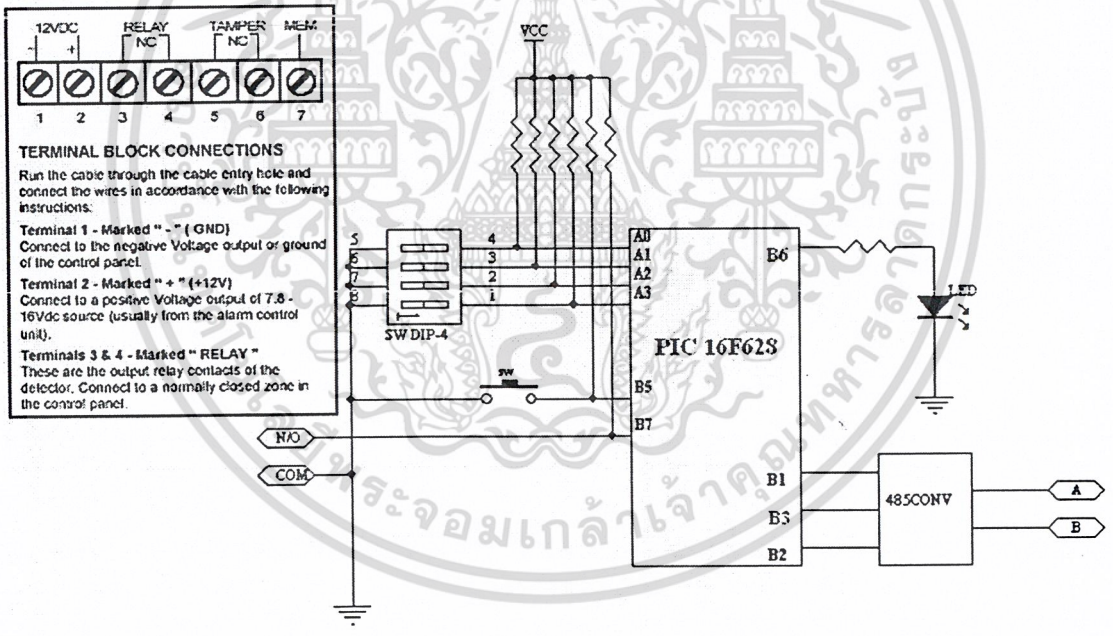
61755
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.3 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับเซ็นเซอร์

การใช้งานเซ็นเซอร์ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะใช้งานเอาต์พุต N/O และ N/C จากวงจรที่ทางผู้ผลิตเซ็นเซอร์ออกแบบไว้แล้วมาใช้งานเป็นเป็นอินพุตลอจิกให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ทางพอร์ต B5 และ B7 และใช้วิธีการตรวจสอบลอจิกที่เปลี่ยนแปลงจากการทำงานของตัวเซ็นเซอร์

ในส่วนของการกำหนดแอดแดรสจะใช้อินพุตแบบไบนารีอินพุตทางพอร์ต A0 – A3 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และใช้สวิตช์ที่อินพุตพอร์ต B5 เป็นตัวสั่งงานให้ไมโครคอนโทรลเลอร์คอยรับค่าอินพุตไบนารีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแอดแดรส

ทางด้านเอาต์พุตจะใช้เอาต์พุตพอร์ต B6 เป็นเอาต์พุตที่ใช้แสดงสถานะทาง LED เมื่อมีการกดสวิตช์สั่งงานให้รับอินพุตไบนารี ส่วนเอาต์พุตพอร์ต B1-B3 ที่ใช้ในการสื่อสารอนุกรม




รูปที่ 3.3 วงจรการต่อใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับเซ็นเซอร์

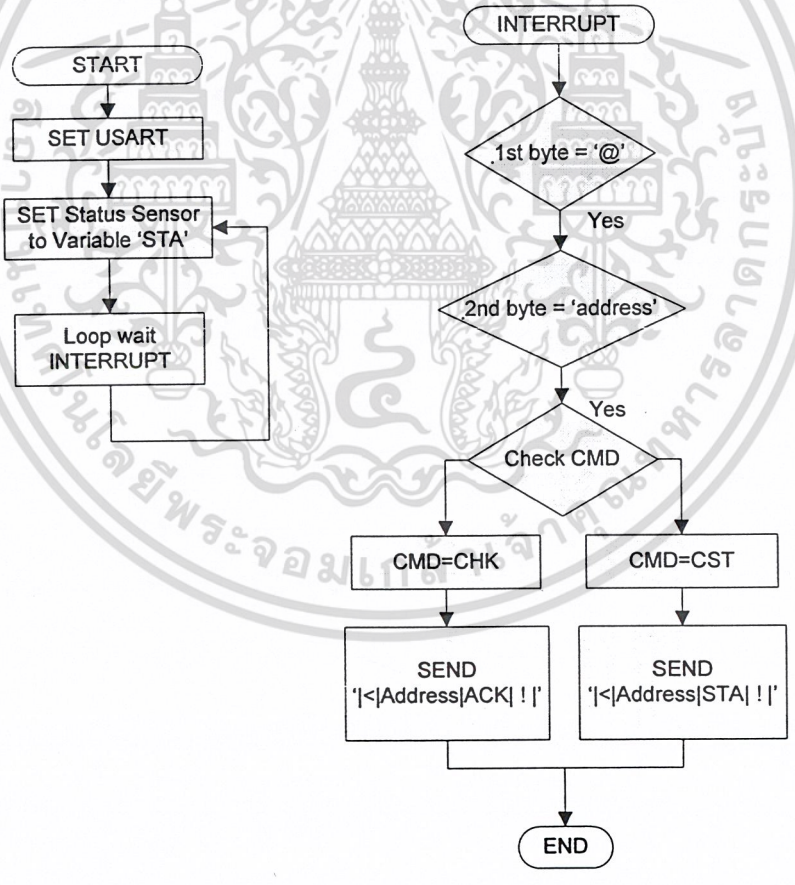
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

ลักษณะการติดต่อกันจะของเครือข่ายจะติดต่อกันเป็นมาสเตอร์กับสเลฟ โดยใช้การตอบสนองสัญญาณแบบพูลลิ่ง (Polling) โดยใช้ระบบฝังตัวเป็นอุปกรณ์มาสเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการพูลลิ่งไปยังสเลฟแต่ละตัวซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีผังการทำงานของแต่ละอุปกรณ์ดังนี้

### 3.2.1. อุปกรณ์สเลฟ

หน้าที่หลักของอุปกรณ์สเลฟจะเป็นการรอรับแพ็คเก็ตจากอุปกรณ์มาสเตอร์ และตรวจสอบว่าเป็นแพ็คเก็ตของตนหรือไม่ และทำการตอบกลับไปยังอุปกรณ์มาสเตอร์ตามคำสั่งของแพ็คเก็ตที่ได้รับมา

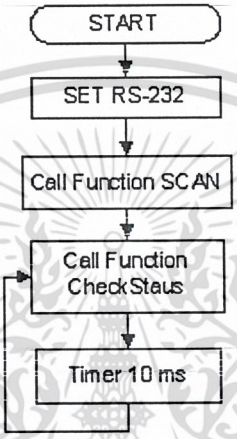



**รูปที่ 3.4 โฟลวชาร์ตของการทำงานหลักในอุปกรณ์สเลฟ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.2.2. อุปกรณ์มาสเตอร์**

เมื่อระบบเริ่มทำงาน อุปกรณ์มาสเตอร์จะเริ่มทำการเซ็ตค่าการใช้งานของพอร์ต RS-232 เมื่อการเซ็ตค่าใช้งานเสร็จสมบูรณ์จะเข้าสู่ขั้นตอนการการสแกนหาอุปกรณ์สเลฟในโครงข่ายว่ามีแอดแดรสใดทำงานอยู่บ้าง เมื่อได้แอดแดรสของอุปกรณ์สเลฟที่แอคทีฟอยู่ในโครงข่ายแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะทำการตรวจสอบสถานะทำงานของอุปกรณ์สเลฟต่าง ๆ ที่แอคทีฟอยู่เท่านั้น



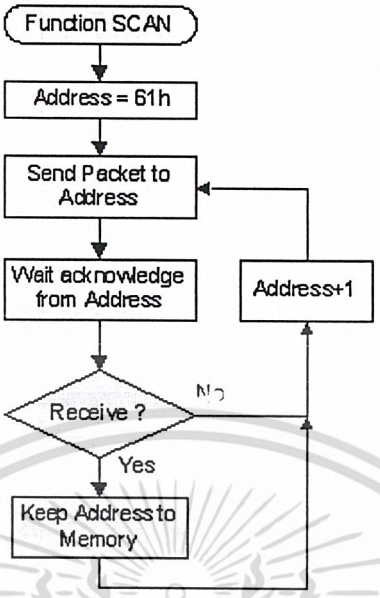

รูปที่ 3.5 โฟลวชาร์ตของการทำงานหลักในอุปกรณ์มาสเตอร์

**3.2.2.1 การสแกนหาอุปกรณ์สเลฟในโครงข่าย**

การทำงานของโปรโตคอลจะเริ่มต้นโดยอุปกรณ์มาสเตอร์เป็นตัวค้นหาอุปกรณ์สเลฟในโครงข่ายว่ามีแอดแดรสใดที่แอคทีฟอยู่ในระบบบ้าง โดยจะส่งแพ็คเก็ตไปยังสเลฟทุก ๆ แอดแดรสในโครงข่าย ซึ่งจะส่งไปทีละแอดแดรสและรอการตอบรับกลับมาของแอดแดรสนั้นในช่วงเวลาหนึ่ง ถ้าไม่มีการตอบกลับมาจะทำการข้ามไปส่งแพ็คเก็ตให้แอดแดรสตัวถัดไป และจะทำเช่นนี้ไปจนครบทุกแอดแดรส

ผลที่ได้จากการทำงานนี้ทำให้อุปกรณ์มาสเตอร์รู้จักอุปกรณ์สเลฟที่แอคทีฟอยู่ในโครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.6 โฟลวชาร์ตของอุปกรณ์มาสเตอร์ในการสแกนหาอุปกรณ์สเลฟ

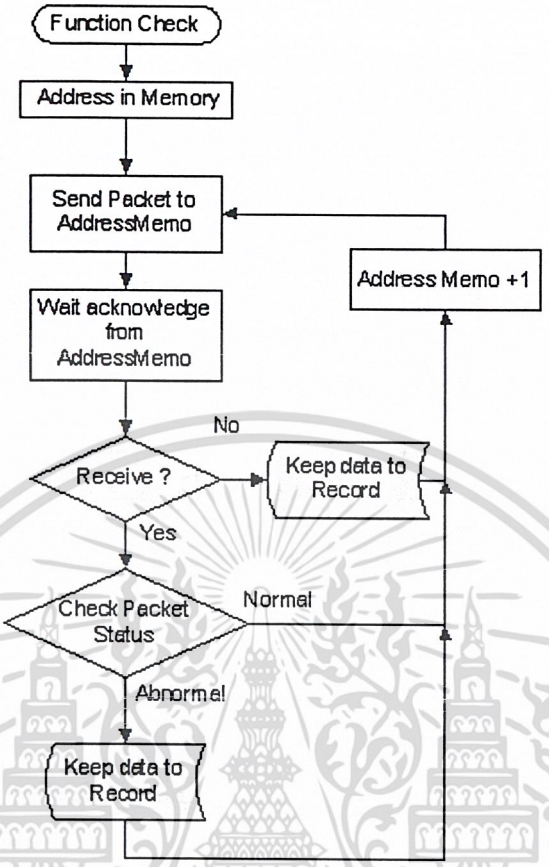
**3.2.2.2 การตรวจสอบสถานะการทำงานอุปกรณ์สเลฟที่แอดทีฟในโครงข่าย**

การทำงานขั้นตอนต่อมาเมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์ได้รู้จักอุปกรณ์สเลฟที่แอดทีฟในโครงข่ายก็จะทำการตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์สเลฟนั้น ๆ โดยจะส่งแพ็คเก็ตไปยังแอดแดรสที่แอดทีฟอยู่ที่ละแอดแดรส และรอแพ็คเก็ตตอบรับกลับมาจากแอดแดรสนั้นในช่วงเวลาหนึ่ง

เมื่อแพ็คเก็ตมีการตอบสถานะการทำงานกลับมา อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำการตรวจสอบดูว่าแพ็คเก็ตดังกล่าวนั้นเป็นแพ็คเก็ตที่บอกสถานะการทำงานที่เป็นปกติ หรือผิดปกติ (สถานะการทำงานปกติคือเซ็นเซอร์ไม่มีการตรวจจับสิ่งผิดปกติใด ๆ และสถานะการทำงานไม่ปกติ คือ เซ็นเซอร์มีการตรวจจับบางสิ่งบางอย่างได้) การเก็บข้อมูลจะทำเมื่อมีแพ็คเก็ตที่ตอบกลับมาเป็นพ็คเก็ตที่บอกถึงการทำงานไม่ปกติ

แต่ถ้าไม่มีแพ็คเก็ตตอบรับกลับมานั่นหมายความได้ว่าเกิดการผิดพลาด ซึ่งอาจเกิดจากอุปกรณ์สเลฟนั้นหยุดทำงาน หรือเกิดจากการสายขาดระหว่างทางทำให้ไม่สามารถตอบกลับมายังอุปกรณมาสเตอร์ได้ ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการเก็บการทำงานไว้ว่าแอดแดรสใดที่อยู่ในโครงข่ายไม่ตอบรับกลับมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



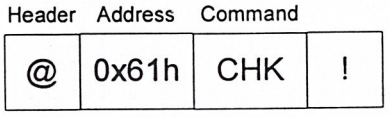

รูปที่ 3.7 โฟลวชาร์ตของอุปกรณ์มาสเตอร์ในการเก็บสถานะ การทำงานของอุปกรณ์สเลฟ

**3.2.3 เฟรมข้อมูล**

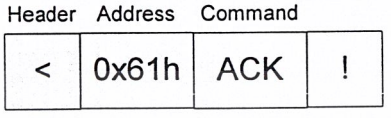
เฟรมข้อมูลจะประกอบด้วย 4 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วน HEADER, ADDRESS, COMMAND และ STOP โดยมีรายละเอียดต่าง ๆ คือ

| | |
|---|---|
| @ | หมายถึง การส่งแพ็คเก็ตจากอุปกรณ์มาสเตอร์ไปยังสเลฟ |
| < | หมายถึง การส่งแพ็คเก็ตจากอุปกรณ์สเลฟไปยังมาสเตอร์ |
| 0x00 | เป็นส่วนที่ใช้ระบุแอดแดรสที่ทำการติดต่อ |
| — | เป็นส่วนของคำสั่งการทำงาน |

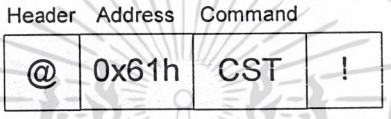
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



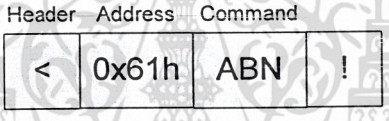

a) เป็นการส่งแพ็คเก็ตจากอุปกรณ์มาสเตอร์ ส่งไปยังอุปกรณ์สเลฟ (61h) เพื่อเช็คว่าแอคทีฟอยู่หรือไม่



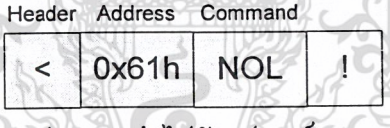

b) เป็นการส่งแพ็คเก็ตจากอุปกรณ์สเลฟ (61h) ส่งไปยังอุปกรณ์มาสเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์มาสเตอร์รู้ว่าแอคทีฟอยู่




c) เป็นการส่งแพ็คเก็ตจากอุปกรณ์มาสเตอร์ ส่งไปยังอุปกรณ์สเลฟ (61h) เพื่อเช็คสถานะการทำงาน




d) เป็นแพ็คเก็ตที่ส่งจากอุปกรณ์สเลฟ (61h) ส่งไปยังอุปกรณ์มาสเตอร์เมื่อมีการตรวจจับสิ่งผิดปกติได้




e) เป็นแพ็คเก็ตที่ส่งจากอุปกรณ์สเลฟ (61h) ส่งไปยังอุปกรณ์มาสเตอร์ เมื่อไม่มีการตรวจจับใด ๆ

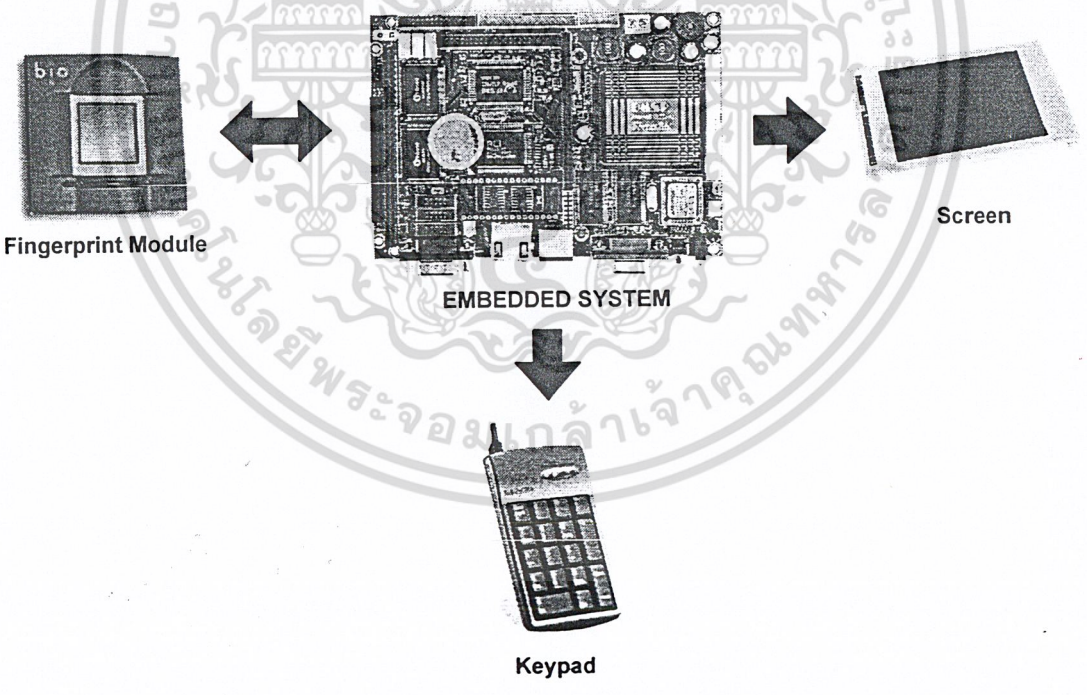
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างแพ็คเก็ตที่ใช้ติดต่อกันระหว่างอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# การออกแบบระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ

## 4.1 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

เนื่องจากโครงงานนี้ได้เลือกใช้ตัวโมดูลสำเร็จรูปที่มีการจัดการในส่วนของการจัดเก็บลายนิ้วมือภายในตัวโมดูลเองอยู่แล้ว ดังนั้นขั้นตอนการออกแบบหลัก ๆ จึงเน้นหนักไปทางด้านการออกแบบซอฟต์แวร์เป็นส่วนใหญ่ โดยในส่วนการออกแบบการทำงานทางด้านฮาร์ดแวร์นั้นจะนำเอาตัวฟิงเกอร์ปริ้นท์โมดูลและคีย์แพดต่อเข้ากับระบบฝังตัว โดยมีหลักการทำงานคือโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาในระบบฝังตัวจะรับคำสั่งจากผู้ใช้ผ่านทางคีย์แพด และแสดงผลด้วยจอภาพแบบ LCD ซึ่งระบบฝังตัวนี้จะมีพอร์ตรองรับการแสดงผลทางจอ LCD อยู่ ซึ่งหลักการทำงานของฮาร์ดแวร์สามารถดูได้ในรูปที่ 4.1




รูปที่ 4.1 ส่วนการทำงานทางด้านฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

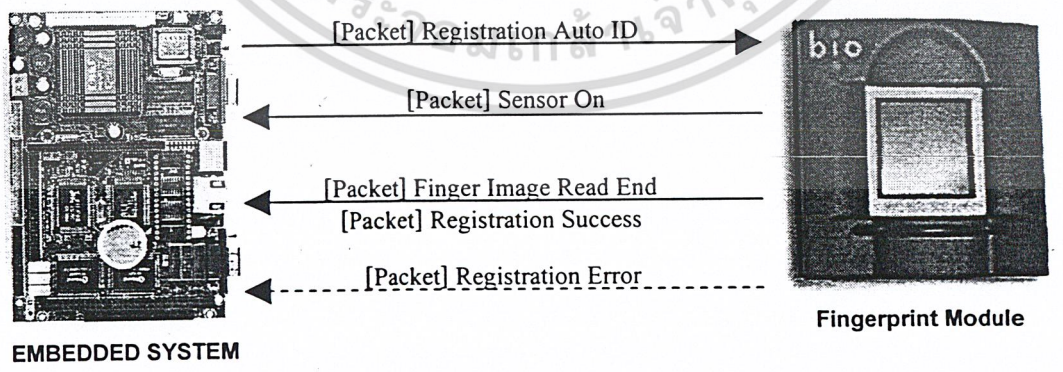
ในส่วนของการออกแบบการทำงานด้านซอฟต์แวร์นั้นจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การสั่งงานตัวฟิงเกอร์ปริ้นท์โมดูล การติดต่อกับฐานข้อมูลสมาชิก การจัดการกับฐานข้อมูลและการแสดงผลการทำงานบนอินเตอร์เน็ต

### 4.2.1 การสั่งงานตัวฟิงเกอร์ปริ้นท์โมดูล

ในส่วนนี้เป็นการสร้างโปรแกรมเพื่อใช้ในการส่งแพ็คเก็ตคำสั่งไปสั่งงานตัวฟิงเกอร์ปริ้นท์โมดูลผ่านทางพอร์ต RS-232 ให้ทำงานตามคำสั่งที่ส่งมา โดยภายในโปรแกรมจะกำหนดฟังก์ชั่นการสั่งงานต่าง ๆ เป็นตัวเลข เมื่อกดตัวเลขคำสั่งแล้วโปรแกรมจะส่งแพ็คเก็ตไปยังตัวโมดูลจากนั้นตัวโมดูลจะทำงานตามคำสั่งที่ได้รับมา และส่งค่าแพ็คเก็ตตอบกลับมารายงานขั้นตอนการทำงาน โครงงานนี้มีฟังก์ชั่นการทำงานหลักอยู่ 3 ฟังก์ชั่น คือ

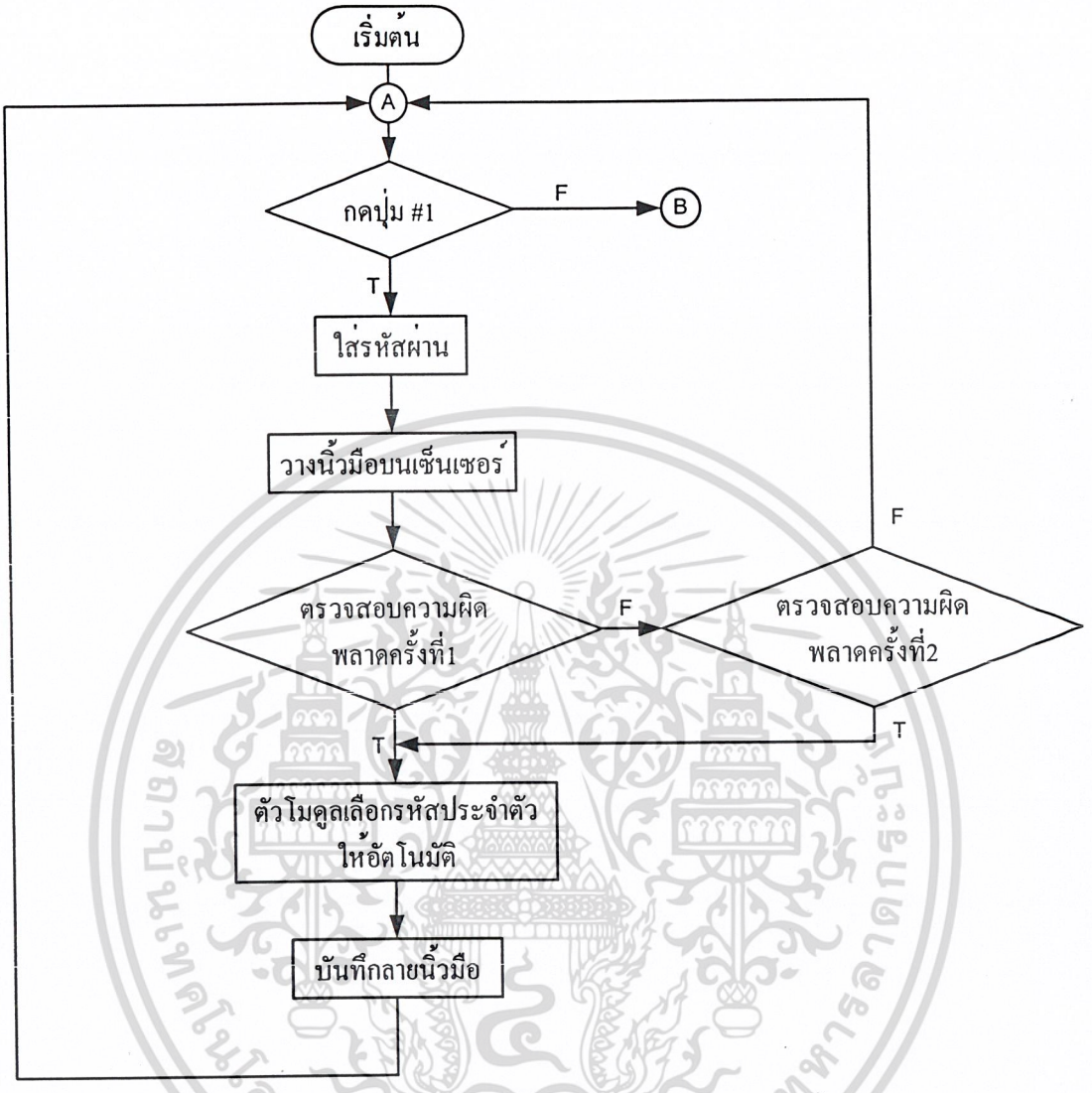
#### 4.2.1.1 การลงทะเบียนผู้ใช้ใหม่

ส่วนนี้โปรแกรมจะกำหนดให้ปุ่มหมายเลข 1 เป็นตัวส่งแพ็คเก็ตที่ใช้ในการลงทะเบียนแบบกำหนดรหัสประจำตัวผู้ใช้อัตโนมัติไปยังตัวโมดูล โดยโปรแกรมจะทำการร้องขอรหัสผ่านในการเข้าสู่การทำงานขั้นต่อไปเพื่อความปลอดภัย จากนั้นตัวโมดูลจะเปิดเซ็นเซอร์เพื่อรับลายนิ้วมือ เมื่ออ่านลายนิ้วมือเสร็จแล้วตัวโมดูลจะทำการบันทึกลายนิ้วมือเอาไว้ในหน่วยความจำภายในตัวมันเอง และตอบกลับมาว่าการลงทะเบียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว หากเกิดความผิดพลาดตัวโมดูลก็จะแจ้งข้อผิดพลาดนั้น ๆ กลับมาเช่นเดียวกัน




**รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการส่งแพ็คเก็ตการลงทะเบียนผู้ใช้ใหม่**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

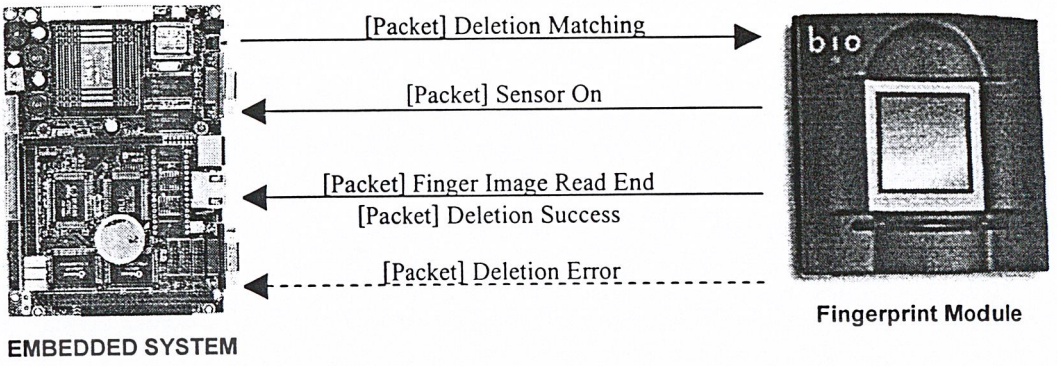



รูปที่ 4.3 โฟลวชาร์ตการลงทะเบียนผู้ใช้ใหม่

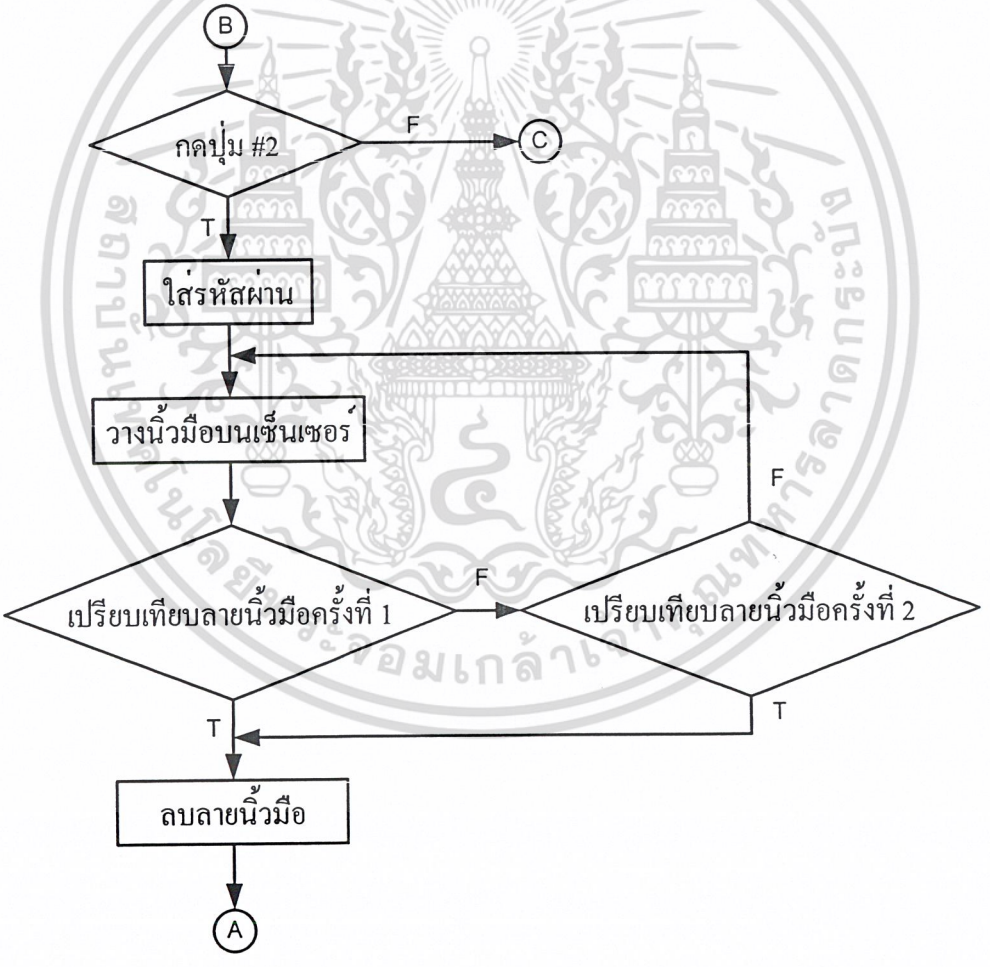
**4.2.1.2 การลบลายนิ้วมือ**

ส่วนนี้โปรแกรมจะกำหนดให้ปุ่มหมายเลข 2 เป็นตัวส่งแพ็คเก็ตที่ใช้ในการลบลายนิ้วมือแบบจับคู่ลายนิ้วมือไปยังตัวโมดูล โดยโปรแกรมจะทำการร้องขอรหัสผ่านในการเข้าสู่การทำงานขั้นต่อไปเช่นเดียวกับขั้นตอนการลงทะเบียนผู้ใช้ใหม่ จากนั้นตัวโมดูลจะเปิดเซ็นเซอร์เพื่อรับลายนิ้วมือ เมื่ออ่านลายนิ้วมือเสร็จตัวโมดูลจะทำการจับคู่ลายนิ้วมือที่รับมาใหม่กับลายนิ้วมือที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำหากตรงกันก็จะลบลายนิ้วมือนั้นทิ้งแล้วจะตอบกลับมาว่าการลบเสร็จเรียบร้อยแล้ว หากเกิดความผิดพลาดตัวโมดูลก็จะแจ้งข้อผิดพลาดนั้น ๆ กลับมาเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการส่งแพ็คเก็ตการลบลายนิ้วมือ

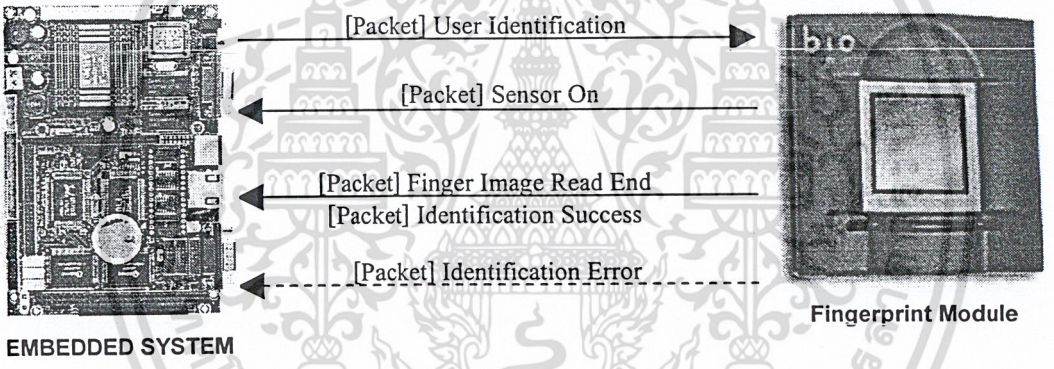



**รูปที่ 4.5 โฟลวชาร์ตการลบลายนิ้วมือ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

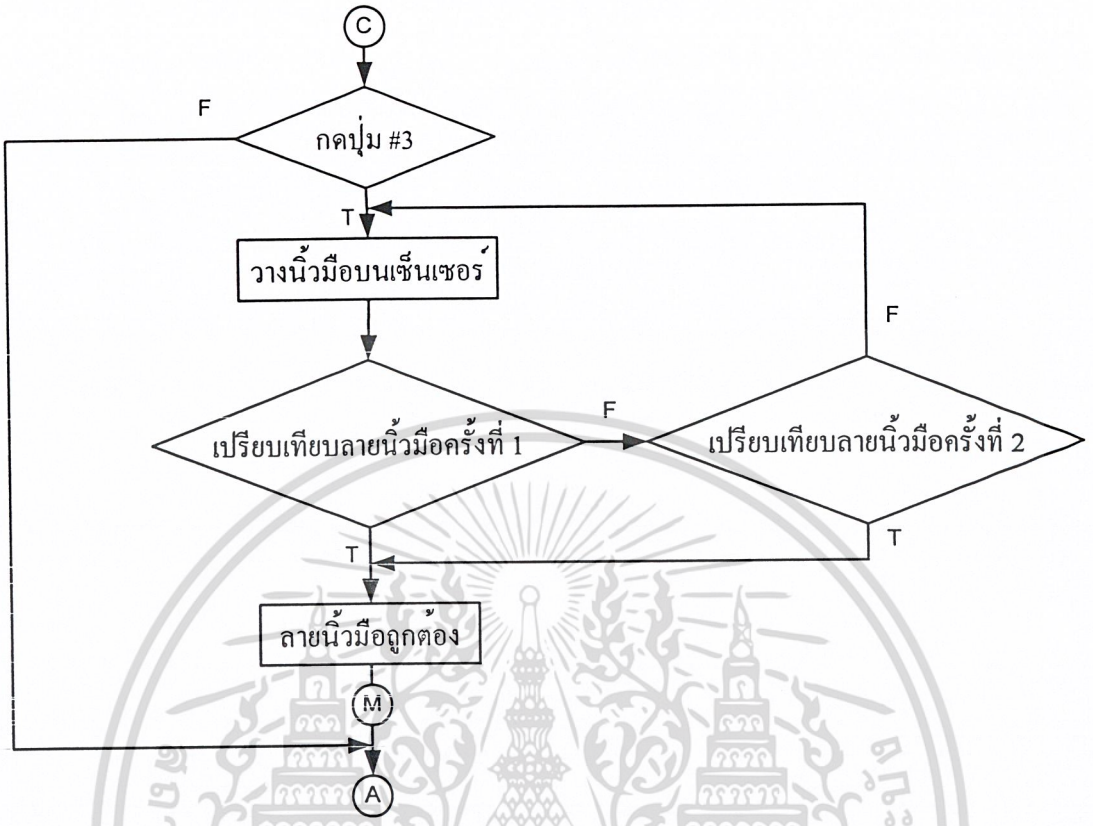
**4.2.1.3 การเปรียบเทียบลายนิ้วมือ**

ส่วนนี้โปรแกรมจะกำหนดให้ปุ่มหมายเลข 3 เป็นตัวส่งแพ็คเก็ตที่ใช้ในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือแบบค้นหาลายนิ้วมือ (Identification) ไปยังตัวโมดูล ในส่วนนี้ไม่มีการร้องขอรหัสผ่านเหมือนกับสองขั้นตอนแรกเนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ผู้ใช้ทุกคนเข้าถึงได้ จากนั้นตัวโมดูลจะเปิดเซ็นเซอร์เพื่อรับลายนิ้วมือ เมื่ออ่านลายนิ้วมือเสร็จตัวโมดูลจะทำการค้นหาและจับคู่ลายนิ้วมือที่รับมาใหม่กับลายนิ้วมือที่บันทึกไว้ หากตรงกันก็จะแจ้งกลับมาว่าการพบลายนิ้วมือนั้น แต่หากเกิดความผิดพลาดตัวโมดูลก็จะแจ้งข้อผิดพลาดนั้น ๆ กลับมาเช่นเดียวกันกับสองขั้นตอนที่กล่าวมา




รูปที่ 4.6 ขั้นตอนการส่งแพ็คเก็ตการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



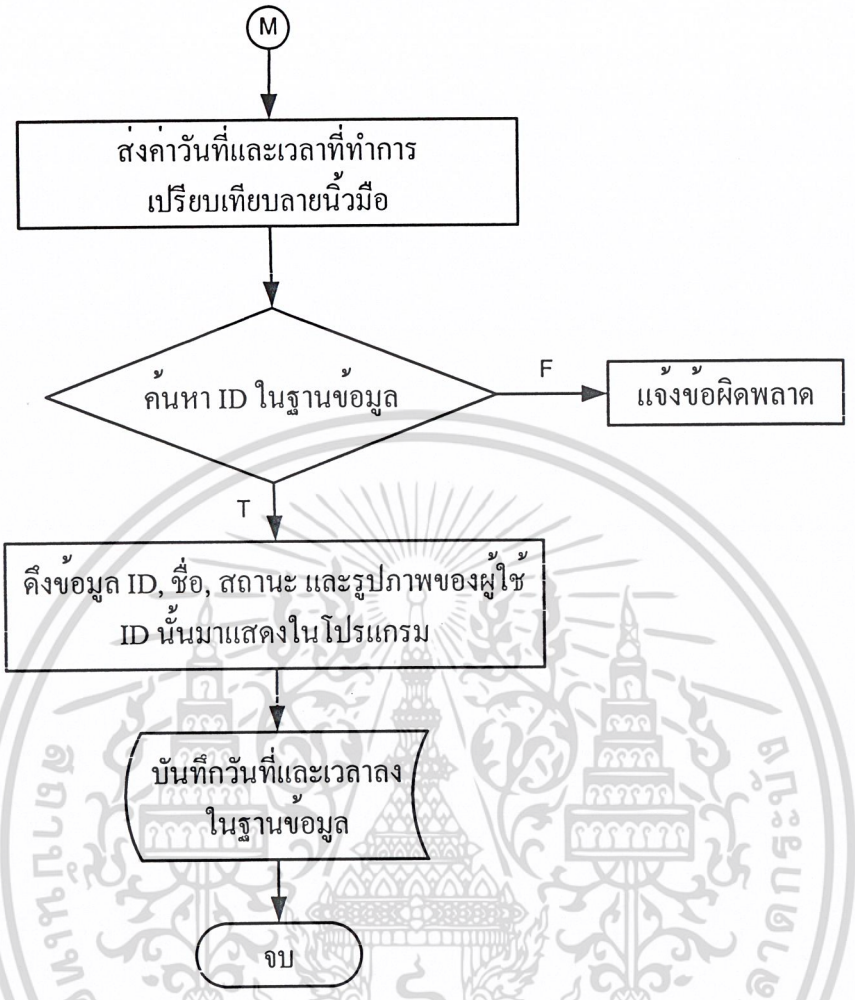

รูปที่ 4.7 โฟลวชาร์ตการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

**4.2.2 การติดต่อกับฐานข้อมูลสมาชิก**

การติดต่อกับฐานข้อมูลในโปรแกรมนี้ได้ออกแบบไว้สองลักษณะคือ การดึงข้อมูลผู้ใช้ขึ้นมาแสดง และการบันทึกวันและเวลาที่ทำการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ ซึ่งการติดต่อกับฐานข้อมูลทั้งสองแบบนี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ การเปรียบเทียบลายนิ้วมือได้ผลที่ตรงกันเพียงกรณีเดียวเท่านั้น

การดึงข้อมูลมาแสดงใช้หลักการนำแพ็คเก็ตที่ตัวโมดูลส่งกลับมาแจ้งผลการทำงานมาตัดเอาเฉพาะบิตสุดท้ายของแพ็คเก็ตซึ่งเก็บรหัสประจำตัวผู้ใช้ โปรแกรมจะนำรหัสประจำตัวนี้ไปเป็นคีย์หลักที่ใช้การดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลขึ้นมาแสดงบนตัวโปรแกรม ซึ่งข้อมูลที่แสดงจะประกอบด้วยรหัสประจำตัว ชื่อ สถานะ และรูปภาพของผู้ใช้ที่ทำการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ ซึ่งโปรแกรมที่ออกแบบไว้จะต้องแสดงผลทางเสียงเพื่อรายงานสถานะการทำงานด้วย เช่น การทำงานต่าง ๆ เสร็จสิ้น เกิดความผิดพลาด เป็นต้น ส่วนการบันทึกวันและเวลาที่ทำการเปรียบเทียบลายนิ้วมือนั้น โปรแกรมจะทำการบันทึกวันและเวลาที่ทำการเปรียบเทียบลายนิ้วมือลงในฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการแสดงผลบนอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

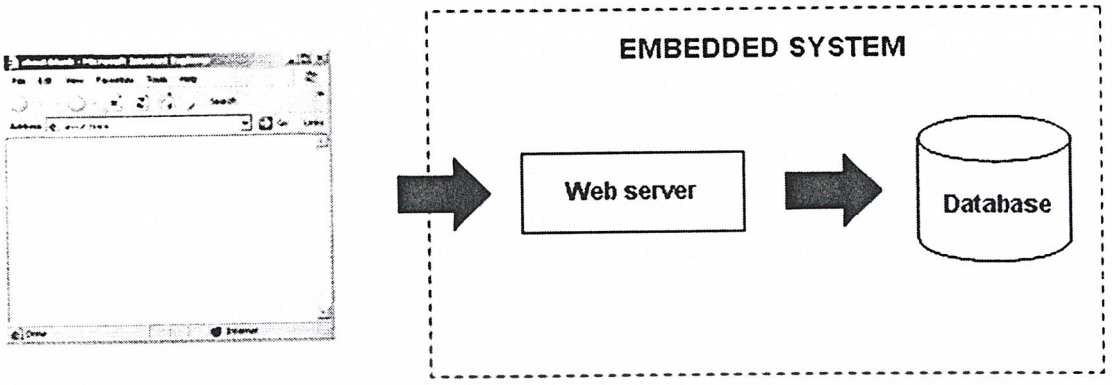



รูปที่ 4.8 โฟลวชาร์ตการติดต่อกับฐานข้อมูล

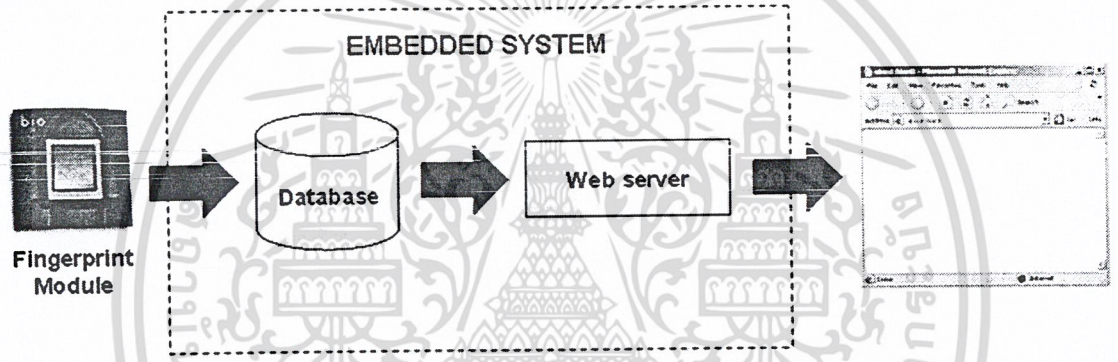
**4.2.3 การจัดการกับฐานข้อมูลและการแสดงผลการทำงานบนอินเตอร์เน็ต**

ในส่วนการแสดงผลการทำงานบนอินเตอร์เน็ตนี้จะไม่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมที่ใช้ติดต่อกับตัวโมดูล ซึ่งจะออกแบบหน้าเว็บเพจด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา PHP ให้สามารถติดต่อกับฐานข้อมูลที่อยู่บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ (โครงงานนี้ได้ใช้ระบบฝังตัวเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์) ซึ่งจะมีการทำงานในสองลักษณะคือการจัดการกับข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูล (การเพิ่มข้อมูลผู้ใช้รายใหม่, การแก้ไขข้อมูลผู้ใช้ และการลบข้อมูลผู้ใช้) และการแสดงผลการทำงาน (การแสดงข้อมูลผู้ใช้ทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบ และวันเวลาที่ทำการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.9 การจัดการฐานข้อมูลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์




รูปที่ 4.10 การแสดงผลการทำงานของระบบบนอินเตอร์เน็ต

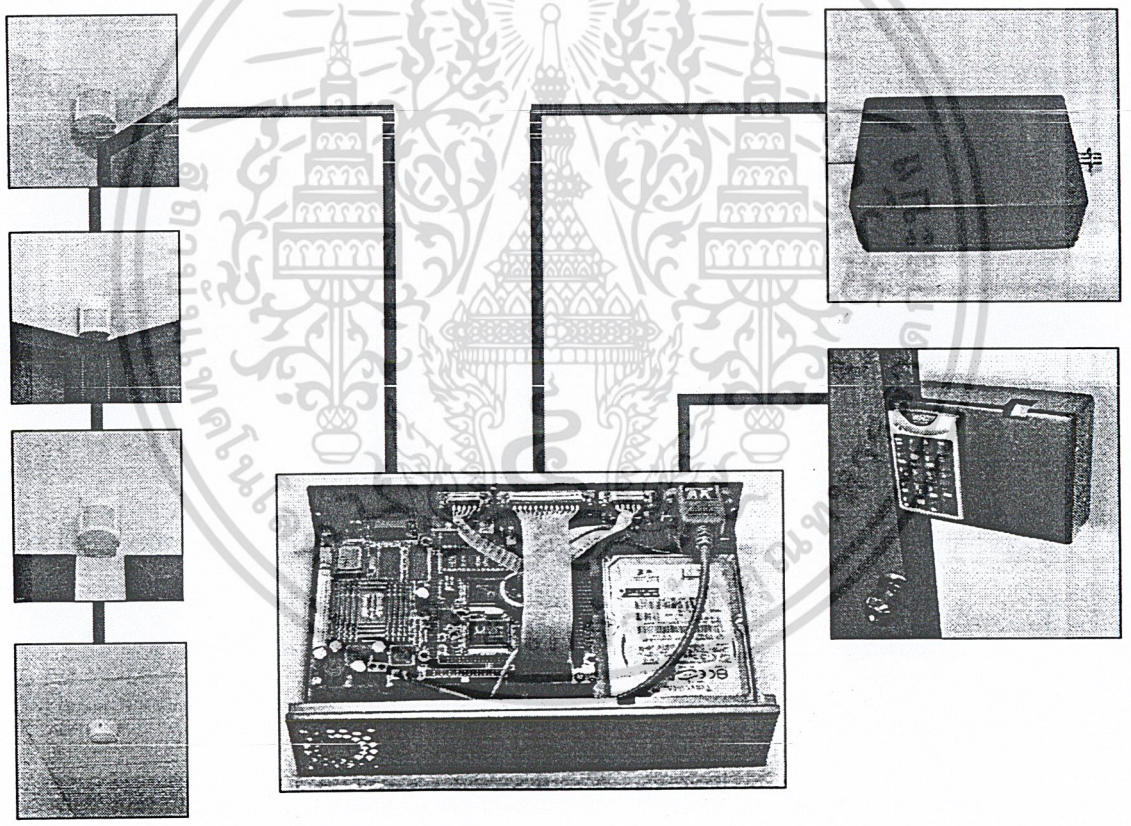
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# ผลการทดสอบระบบ

## 5.1 โครงสร้างระบบโดยรวม

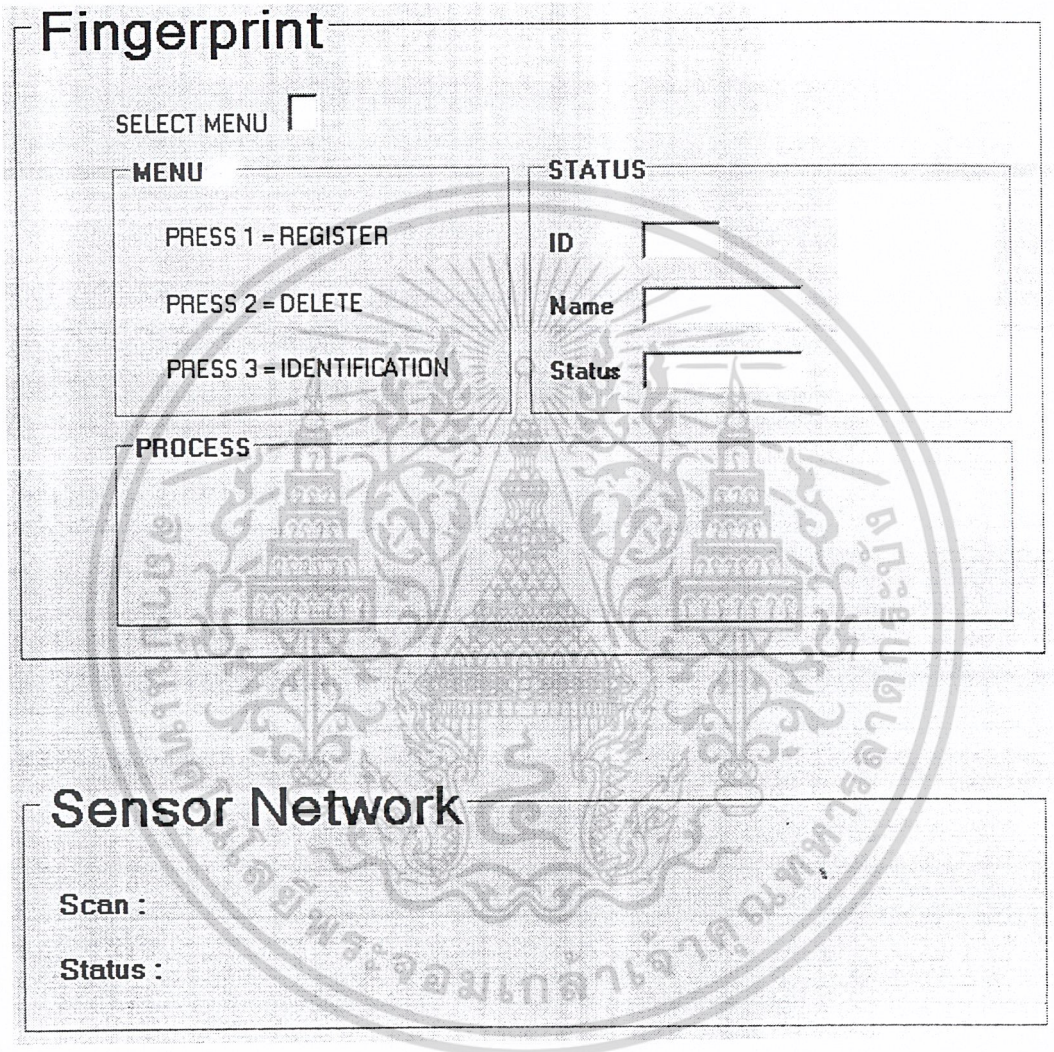
การทดสอบจะเริ่มจากการติดตั้งชิ้นงานจริงที่แสดงในภาพรวมของระบบทั้งหมดที่ได้ทำการออกแบบไว้ ทั้งในส่วนของระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์และระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ ซึ่งทำการติดตั้งโปรแกรมที่ได้ออกแบบมาไว้ในระบบฝังตัว จากนั้นให้ระบบเริ่มทำงานและทำการทดสอบระบบในส่วนต่าง ๆ ผ่านโปรแกรม



**รูปที่ 5.1 การติดตั้งอุปกรณ์ใช้งานจริง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อระบบเริ่มทำงานโปรแกรมภายในระบบฝังตัวจะทำการประมวลผลขึ้น ซึ่งผลจะปรากฏดังรูปที่ 5.2 โดยที่การทำงานของโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ ส่วนที่สองคือระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์



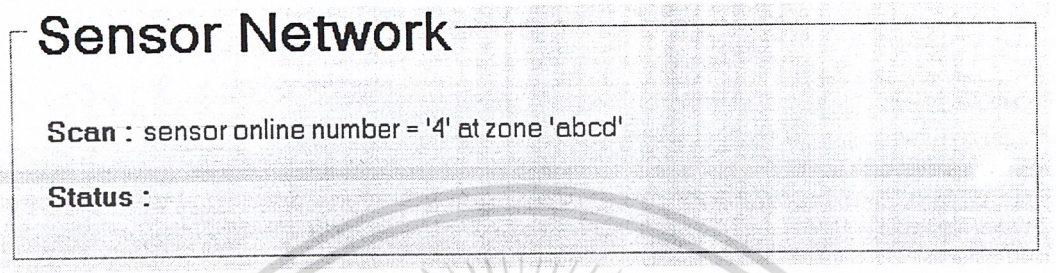

รูปที่ 5.2 โปรแกรมที่ทำงานภายในระบบฝังตัว

## 5.2 ระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์

ส่วนประกอบหลักในระบบจะประกอบด้วยอุปกรณ์มาสเตอร์และอุปกรณ์สเลฟ โดยที่อุปกรณ์สเลฟจะเป็นอุปกรณ์ที่นำค่าการทำงานจากเซ็นเซอร์ที่อยู่ตามจุดต่าง ๆ มาใช้ในระบบ โดยก่อนที่ระบบจะเริ่มทำงานจะต้องระบุแอดแดรสให้กับอุปกรณ์สเลฟทุกตัวในโครงข่าย ซึ่งการระบุแอดแดรสนั้นจะต้องไม่ซ้ำกัน เมื่ออุปกรณ์สเลฟทุกตัวมีแอดแดรสแล้วจึงจะให้ระบบเริ่มทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อโปรแกรมภายในระบบฝังตัวเริ่มทำงาน อุปกรณ์มาสเตอร์จะทำการสแกนหาอุปกรณ์สเลฟที่แอดแดรสต่าง ๆ และจะแสดงผลการสแกนบนตัวโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วยจำนวนและบริเวณของอุปกรณ์สเลฟที่แอคทีฟในระบบ ซึ่งจะแสดงผลดังรูปที่ 5.3

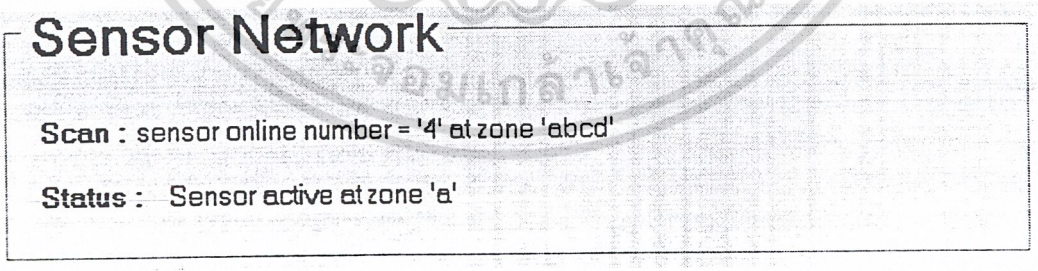



รูปที่ 5.3 ข้อมูลจำนวนและตำแหน่งของเซ็นเซอร์ที่ทำงานในระบบ

เมื่อระบบเริ่มต้นทำงานแล้ว การทดสอบระบบจะทำโดยการกำหนดเหตุการณ์ที่ครอบคลุมปัญหาทั่วไปซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

**- ในกรณีที่ระบบทำงานปกติ**

หลังจากโปรแกรมทำการประมวลผลแล้ว ขั้นตอนถัดมาอุปกรณ์มาสเตอร์จะทำการตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์สเลฟที่แอคทีฟ หากตรวจจับสิ่งผิดปกติได้โปรแกรมจะแสดงผลดังรูปที่ 5.4

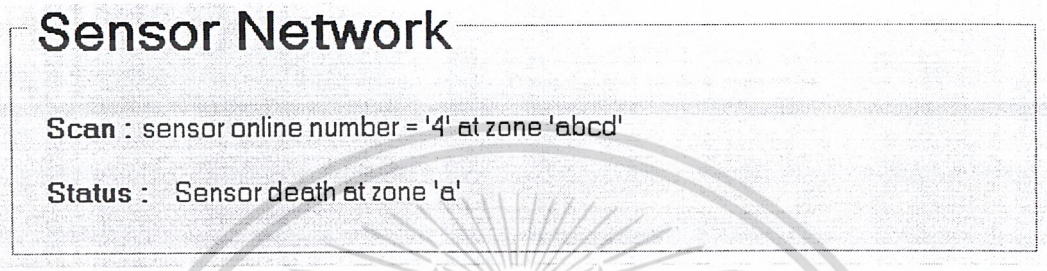



**รูปที่ 5.4 สถานะของตำแหน่งเซ็นเซอร์ที่ถูกรบกวน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**- ในกรณีที่ระบบเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติ**

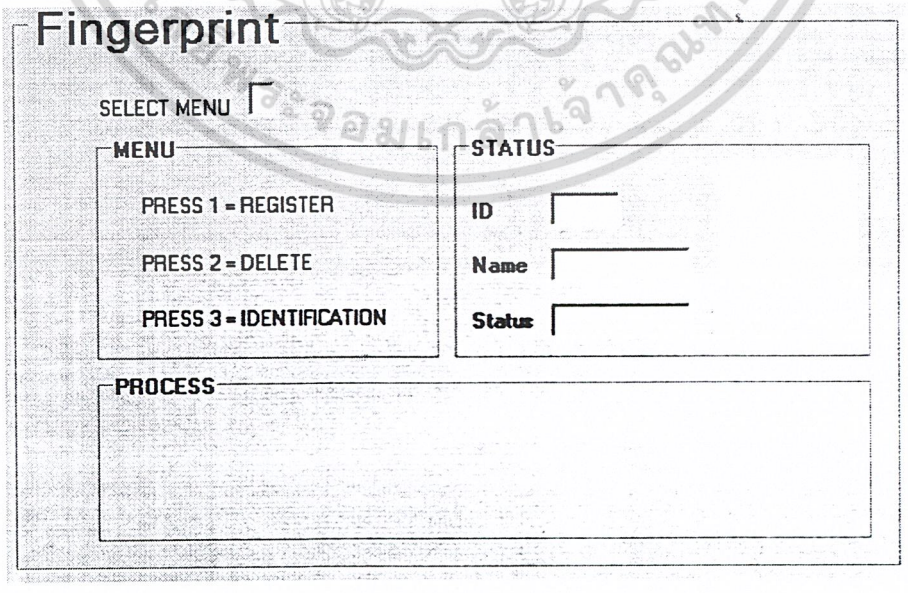
ในกรณีนี้หมายถึงการที่อุปกรณ์สเลฟตัวใดตัวหนึ่งอาจเกิดจากปัญหาสายขาด หรืออุปกรณ์สเลฟตัวนั้น ๆ ชำรุด ระบบจะต้องรู้ว่าอุปกรณ์สเลฟแอดแดรสใดเกิดปัญหา ซึ่งโปรแกรมจะแสดงผลดังรูปที่ 5.5 และสามารถดูผลการทำงานในส่วนนี้ผ่านหน้าเว็บบราวเซอร์ได้




รูปที่ 5.5 สถานะของตำแหน่งเซ็นเซอร์ที่หยุดทำงาน

## 5.3 ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ

จากการออกแบบขั้นตอนการทำงานในส่วนของซอฟต์แวร์ที่ออกแบบไว้ในบทที่ 4 นั้น ได้ทดลองสร้างโปรแกรมให้สามารถส่งแพ็คเก็ตคำสั่งไปยังตัวโมดูลให้ทำงานตามปุ่มคำสั่งที่กำหนดไว้ ซึ่งจะเริ่มต้นการทำงานโดยให้โปรแกรมอยู่ในโหมดแสตนด์บายรอรับค่าจากคีย์แพดตลอดเวลา ดังรูปที่ 5.6 ซึ่งมีปุ่มคำสั่งการทำงาน ดังนี้

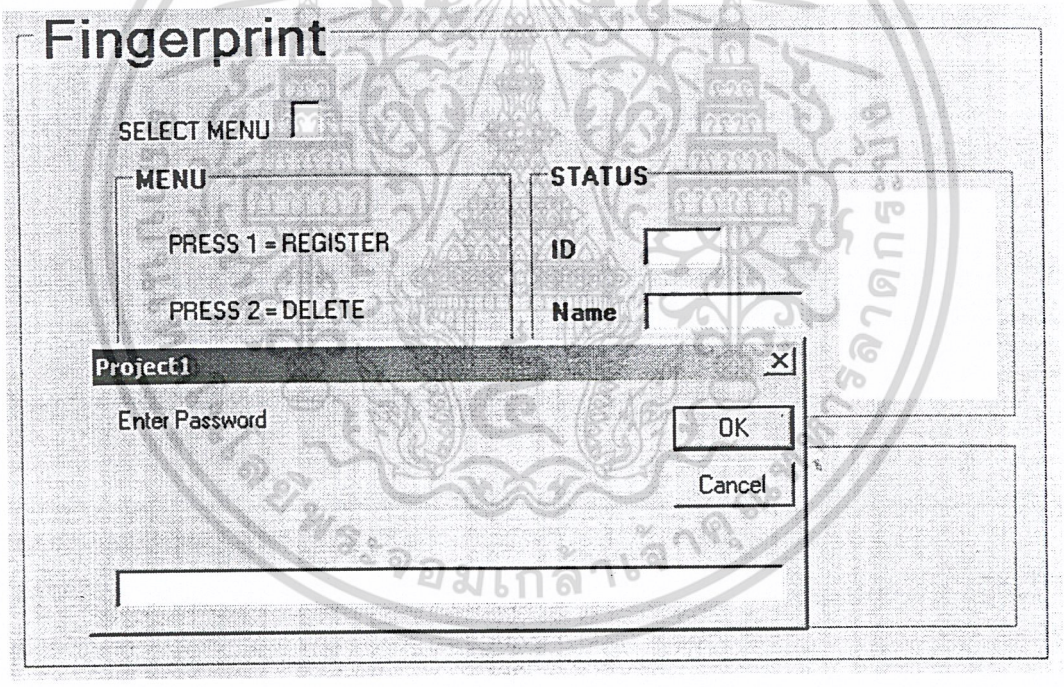



**รูปที่ 5.6 โหมดแสตนด์บายรอรับค่าจากคีย์แพด**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

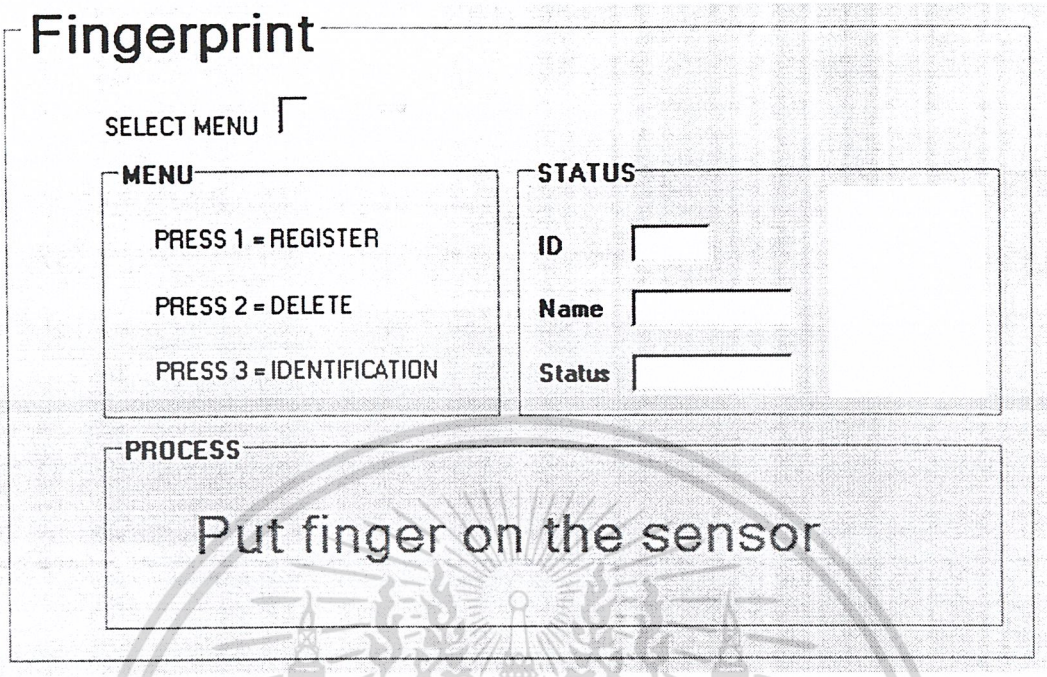
**5.2.1 การลงทะเบียนผู้ใช้ใหม่**

ในโหมดนี้ได้กำหนดให้ปุ่มหมายเลข 1 เป็นตัวส่งแพ็คเก็ตคำสั่งลงทะเบียนผู้ใช้ใหม่ ซึ่งโปรแกรมจะตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าสู่การทำงานเพื่อป้องกันการลงทะเบียนเองโดยบุคคลทั่วไป โดยจะทำการร้องขอรหัสผ่าน (รหัสผ่านที่กำหนดในโปรแกรมนี้คือ 1234 แสดงในรูปที่ 5.7) ถ้ารหัสผ่านถูกต้องตัวโมดูลจะแจ้งกลับมายังโปรแกรมให้แสดงข้อความวางนิ้วมือบนเซ็นเซอร์ (รูปที่ 5.8) และจะทำการอ่านลายนิ้วมือนั้นพร้อมกับกำหนดรหัสประจำตัวให้กับผู้ใช้ที่มาลงทะเบียนโดยอัตโนมัติ จากนั้นจึงแจ้งกลับมารายงานผลการลงทะเบียนกลับมาแสดงบนตัวโปรแกรม (รูปที่ 5.9) สำหรับความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นได้ในโหมดนี้มีอยู่ 3 กรณี คือ รหัสผ่านไม่ถูกต้อง, ลายนิ้วมือนั้นมีการลงทะเบียนแล้ว และจำนวนจุดไมนูเทียมีจำนวนไม่พอเพียงตามที่ตัวโมดูลกำหนดไว้ ซึ่งโปรแกรมจะแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้น

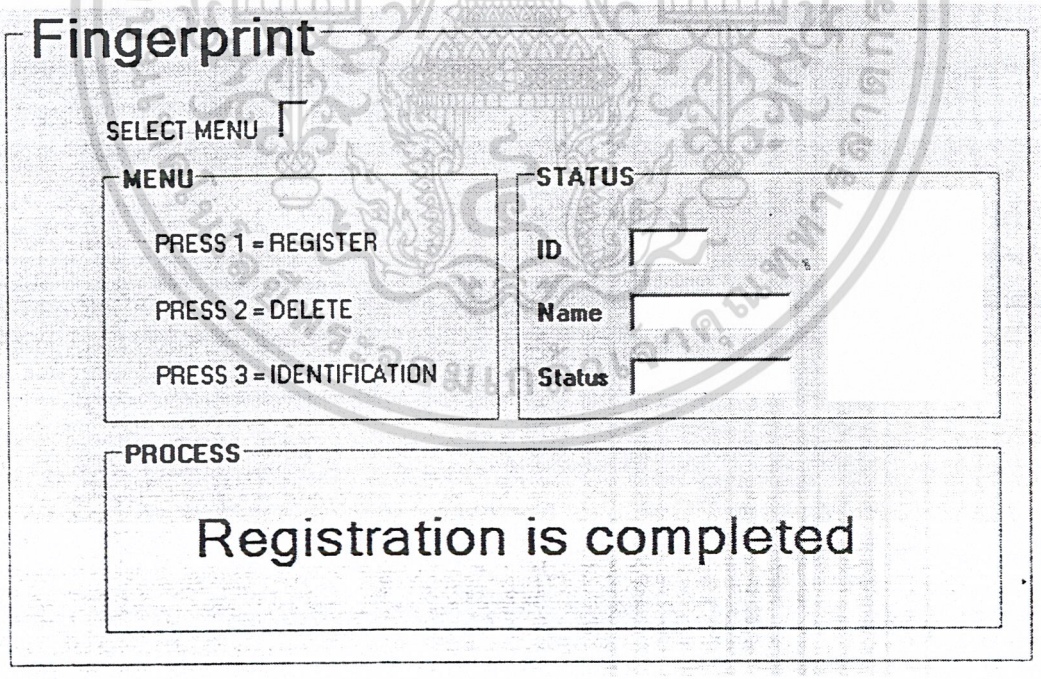



รูปที่ 5.7 ใส่รหัสผ่านเพื่อเข้าสู่การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 5.8 ข้อความให้วางนิ้วมือบนเซ็นเซอร์

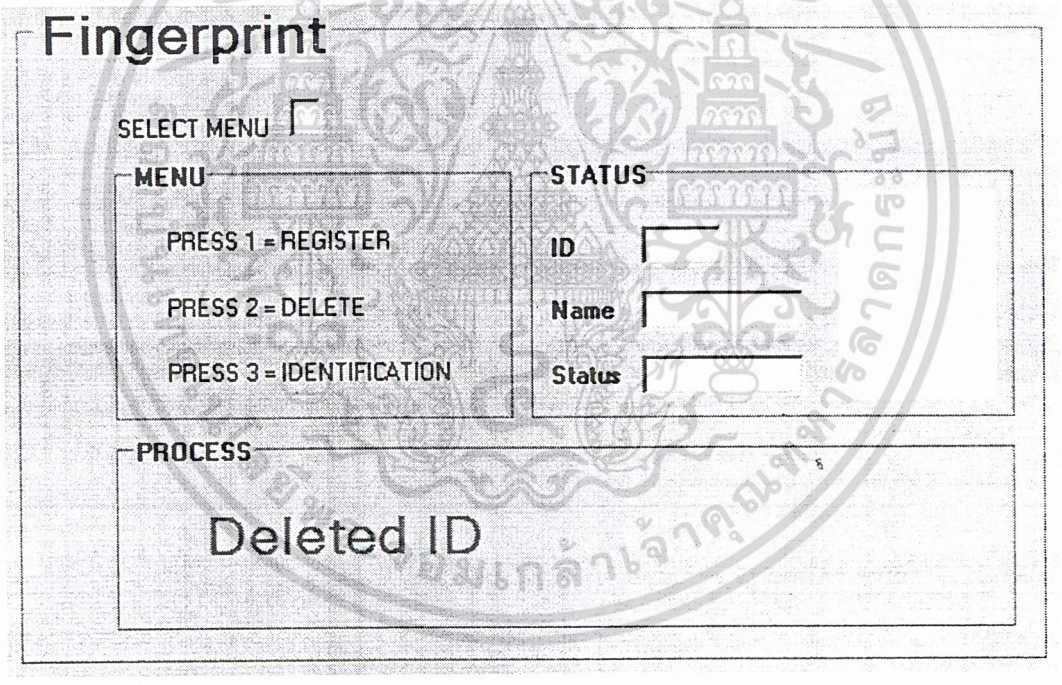



รูปที่ 5.9 ข้อความแจ้งการลงทะเบียนเสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**5.2.2 การลบลายนิ้วมือ**

ในโหมดนี้ได้กำหนดให้ปุ่มหมายเลข 2 เป็นตัวส่งแพ็คเก็ตคำสั่งลบลายนิ้วมือ ซึ่งโปรแกรมจะตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าสู่การทำงานเช่นเดียวกับการลงทะเบียน เพื่อป้องกันการลบลายนิ้วมือโดยบุคคลทั่วไป โดยจะทำการร้องขอรหัสผ่าน (รหัสผ่านที่กำหนดในโปรแกรมนี้คือ 1234 แสดงในรูปที่ 5.7) ถ้ารหัสผ่านถูกต้องตัวโมดูลจะแจ้งกลับมายังโปรแกรมให้แสดงข้อความวางนิ้วมือบนเซ็นเซอร์ (ในรูปที่ 5.8) และจะทำการอ่านลายนิ้วมือนั้นพร้อมกับค้นหาลายนิ้วมือที่ตรงกัน เมื่อพบตัวโมดูลจะลบลายนิ้วมือนั้นทิ้งโดยอัตโนมัติ จากนั้นจึงแจ้งกลับมารายงานผลการลบลายนิ้วมือกลับมาแสดงบนตัวโปรแกรม (รูปที่ 5.10) สำหรับความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นในโหมดนี้ได้มีอยู่ 2 กรณี คือ รหัสผ่านไม่ถูกต้อง และลายนิ้วมือนั้นยังไม่มีการลงทะเบียน ซึ่งโปรแกรมจะแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้น



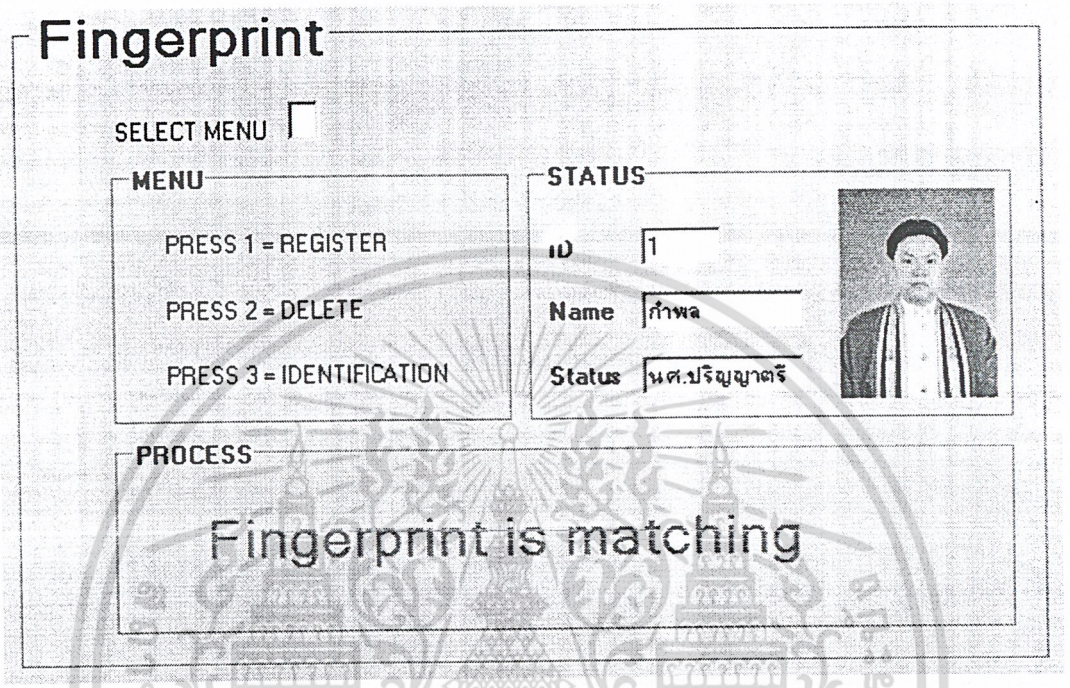

รูปที่ 5.10 ข้อความแจ้งการลบลายนิ้วมือเสร็จสิ้น

**5.2.3 การเปรียบเทียบลายนิ้วมือ**

ในโหมดนี้ได้กำหนดให้ปุ่มหมายเลข 3 เป็นตัวส่งแพ็คเก็ตคำสั่งเปรียบเทียบลายนิ้วมือ ซึ่งโปรแกรมส่วนนี้จะไม่มีการร้องขอรหัสผ่าน เนื่องจากเป็นส่วนที่ผู้ใช้ทุกคนสามารถเข้าถึงการทำงานได้โดยตรง ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของตัวระบบ จากนั้นตัวโมดูลจะแจ้งกลับมายังโปรแกรมให้แสดงข้อความวางนิ้วมือบนเซ็นเซอร์ (ในรูปที่ 5.8) และจะทำการอ่านลายนิ้วมือนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมกับค้นหาลายนิ้วมือที่ตรงกัน เมื่อพบลายนิ้วมือที่ตรงกันแล้วตัวโมดูลจะแจ้งกลับมารายงานผลการเปรียบเทียบลายนิ้วมือและแสดงบนตัวโปรแกรม (รูปที่ 5.11)

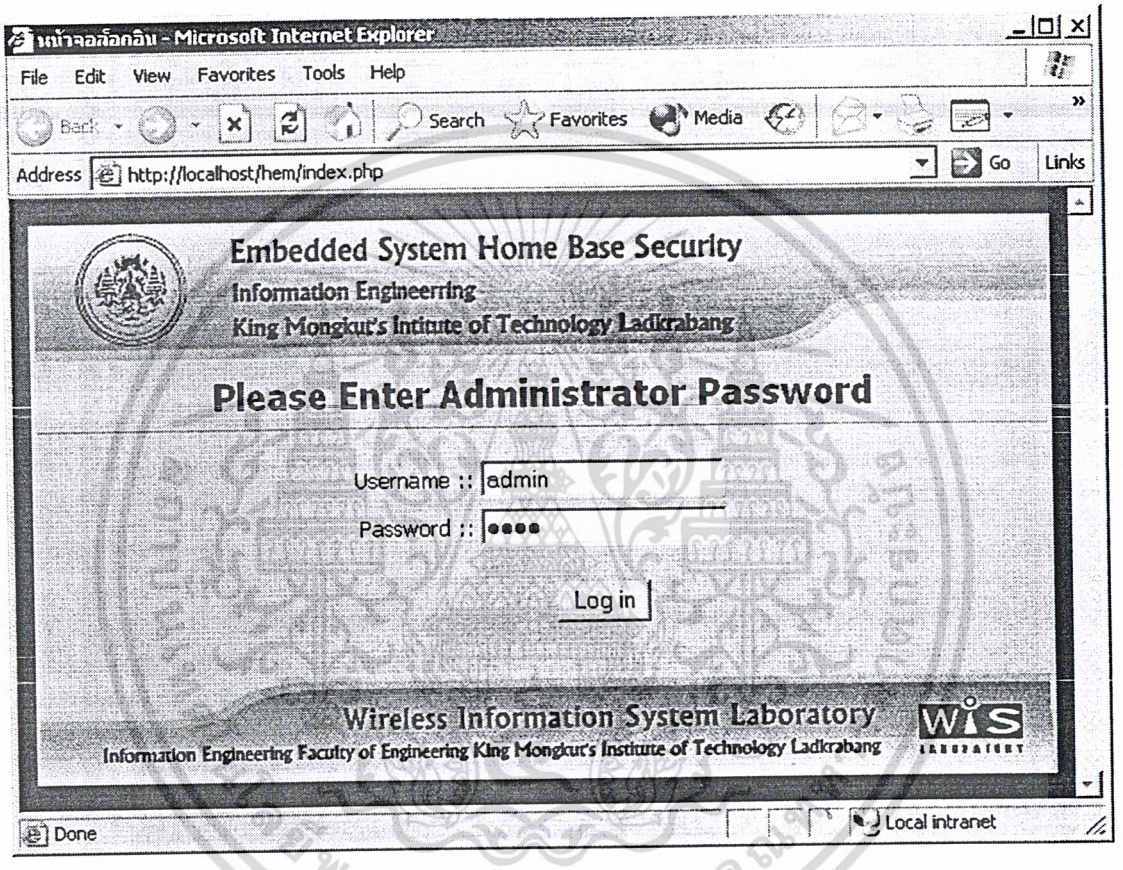



รูปที่ 5.11 ข้อความแจ้งการเปรียบเทียบลายนิ้วมือเสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.4 ส่วนแสดงผลทางอินเตอร์เน็ต

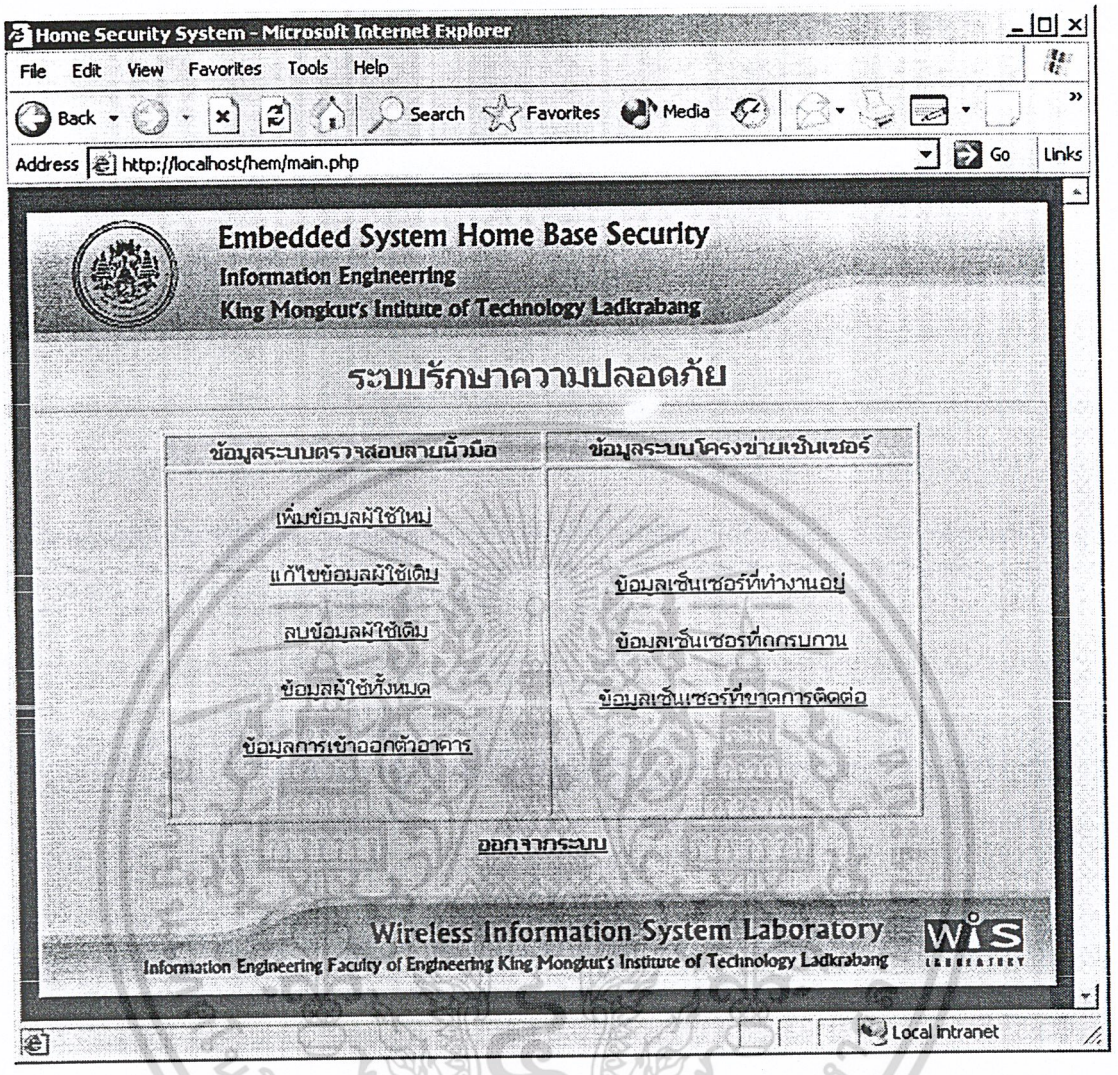
หน้าเว็บเพจแรกจะให้ทำการล็อกอิน (Login) เพื่อความปลอดภัย เนื่องจากภายในตัวเว็บไซต์สามารถเข้าไปเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูลได้ จึงต้องทำการจำกัดสิทธิ์ของผู้ที่จะเข้าสู่เว็บไซต์




รูปที่ 5.12 หน้าเว็บ Login

เมื่อทำการล็อกอินเรียบร้อยแล้วจะเข้าสู่หน้าเว็บหลัก ซึ่งภายในหน้านี้จะมีหัวข้อการทำงานให้เลือกทั้งของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ และระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ หัวข้อโดยส่วนใหญ่จะเป็นการแสดงข้อมูลของทั้งสองระบบ จะมีหัวข้อการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูลเพียงสามหัวข้อ คือ การเพิ่มข้อมูล การแก้ไขข้อมูล และการลบข้อมูลของผู้ใช้ ซึ่งจะอยู่ในส่วนของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ

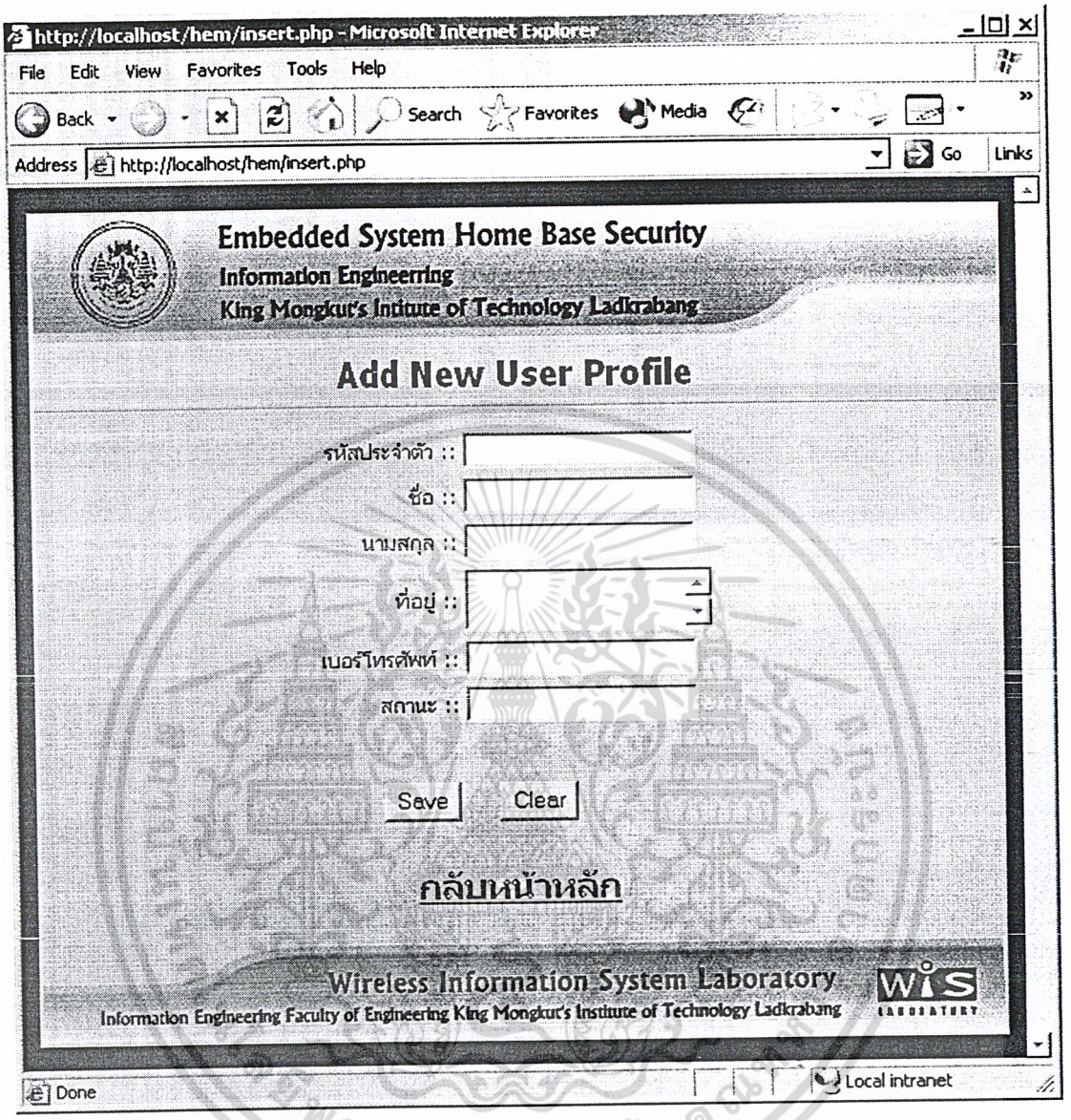
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 5.13 หน้าเว็บหลัก

เมื่อเลือกหัวข้อเพิ่มข้อมูลผู้ใช้ใหม่ จะเป็นหน้าเว็บที่ให้กรอกข้อมูลต่าง ๆ ของผู้ใช้ เมื่อทำการบันทึกแล้วข้อมูลที่กรอกไว้จะถูกเก็บลงในฐานข้อมูล

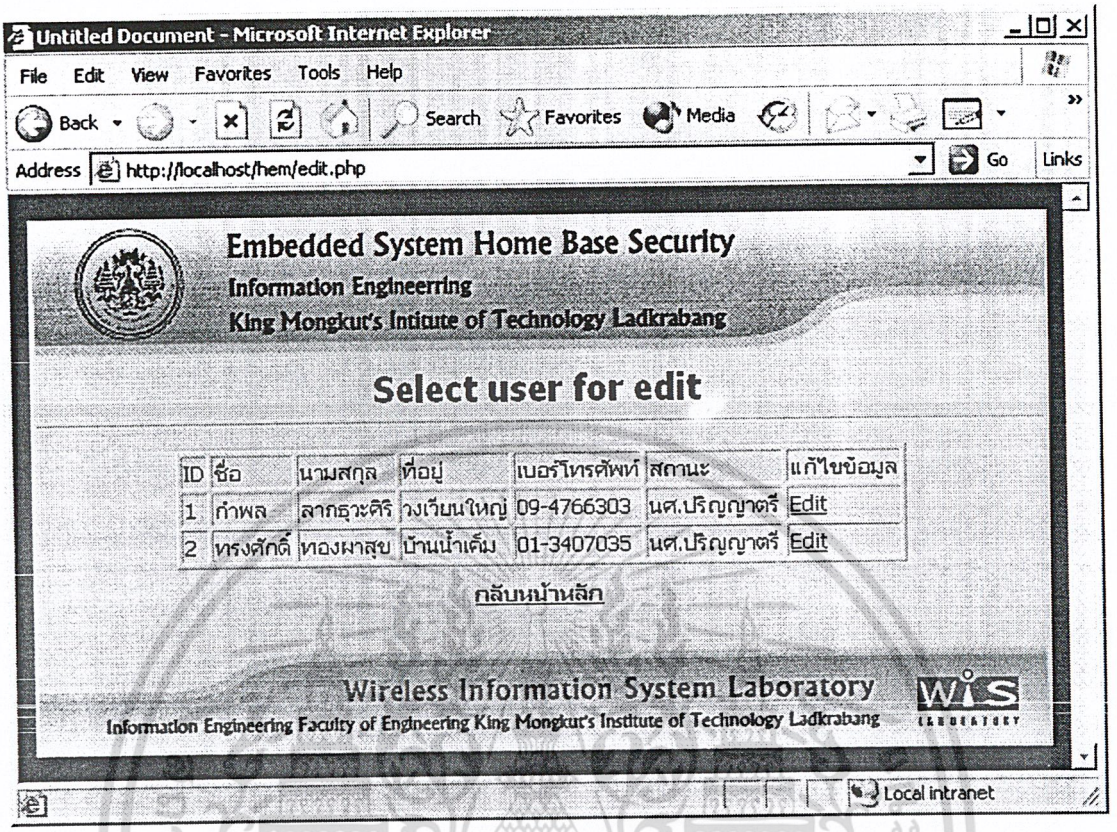
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 5.14 กรอกข้อมูลผู้ใช้ใหม่

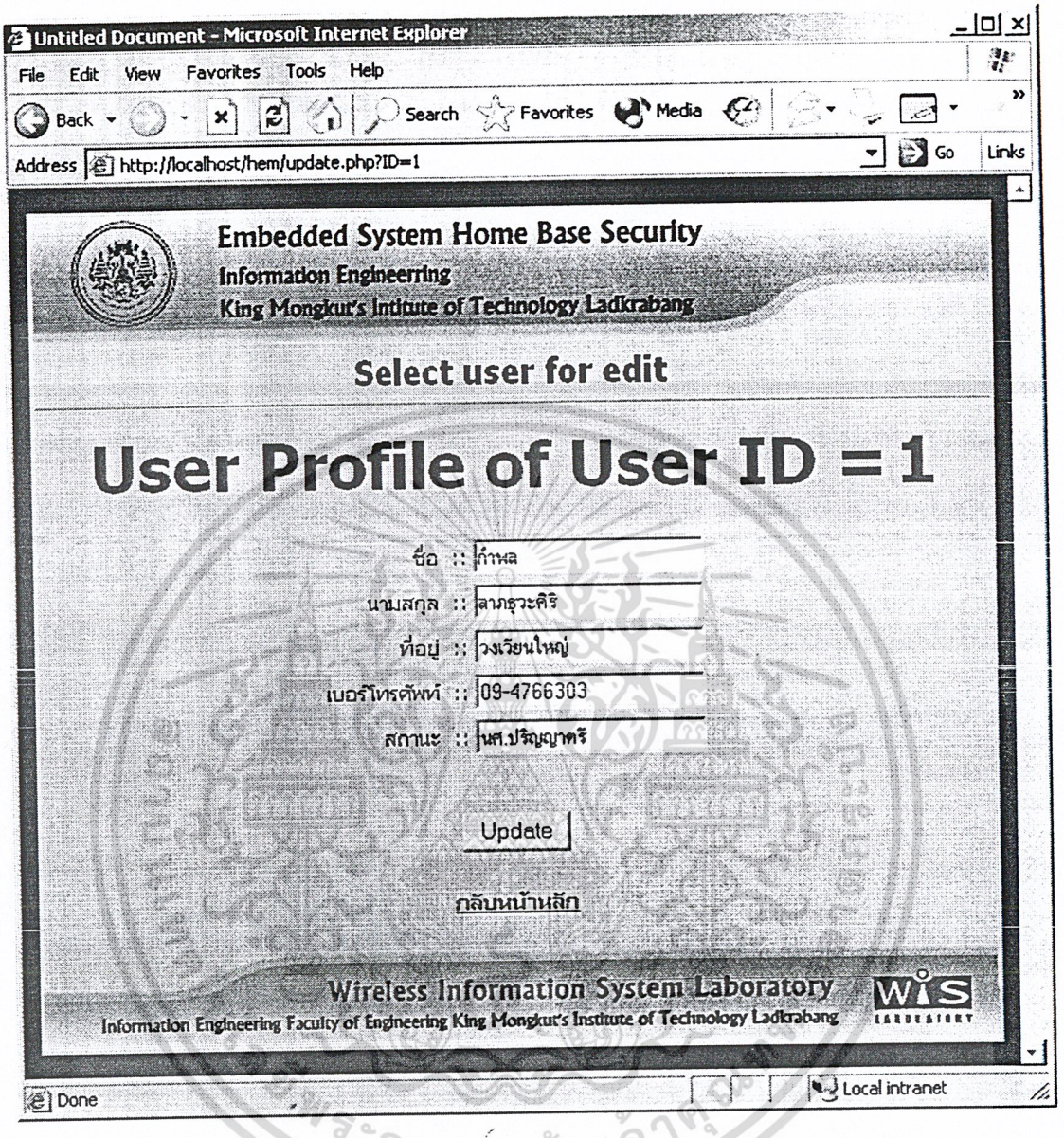
เมื่อเข้าหัวข้อการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้เดิม จะมีตารางข้อมูลของผู้ใช้ทั้งหมดที่มีในระบบขึ้นมาให้เลือกแก้ไข เมื่อเลือกผู้ใช้แล้วจะไปหน้าเว็บถัดไปซึ่งดึงข้อมูลผู้ใช้ขึ้นมาให้แก้ไข เมื่อทำการบันทึกแล้วข้อมูลที่แก้ไขไว้จะถูกบันทึกแทนที่ข้อมูลเก่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 5.15 เลือกผู้ใช้ที่ต้องการแก้ไขข้อมูล

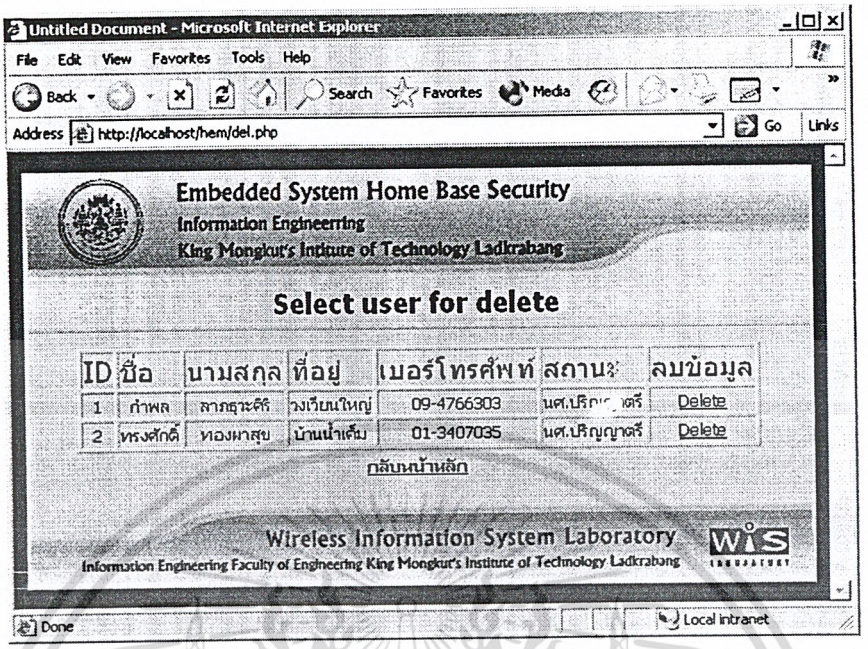
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 5.16 แก้ไขข้อมูลที่ดึงขึ้นมาจากฐานข้อมูล

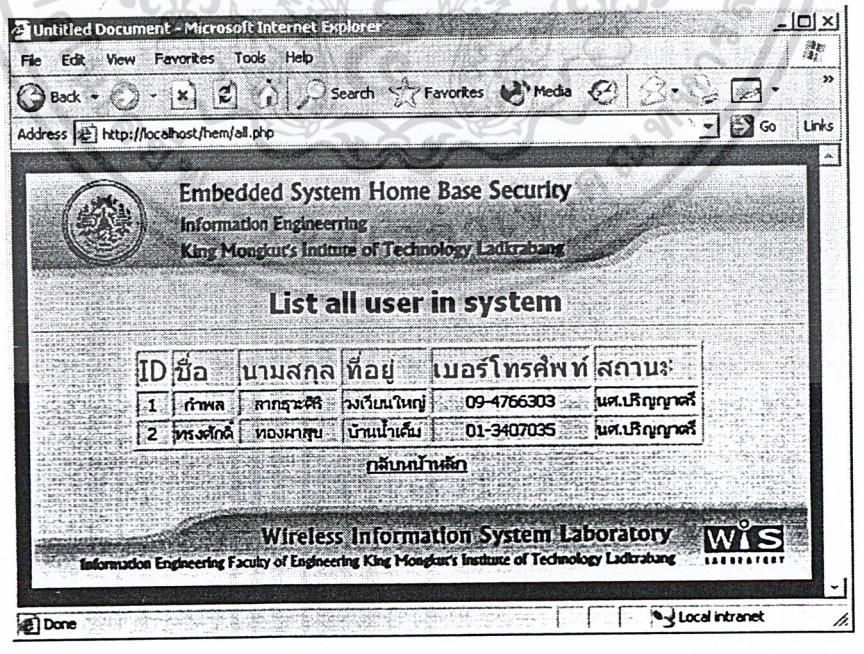
เมื่อเข้าหัวข้อการลบข้อมูลผู้ใช้เดิม จะมีตารางข้อมูลของผู้ใช้ทั้งหมดที่มีในระบบขึ้นมาให้เลือกลบ เมื่อเลือกผู้ใช้แล้วจะทำการลบข้อมูลทั้งหมดของผู้ใช้รายนั้นทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



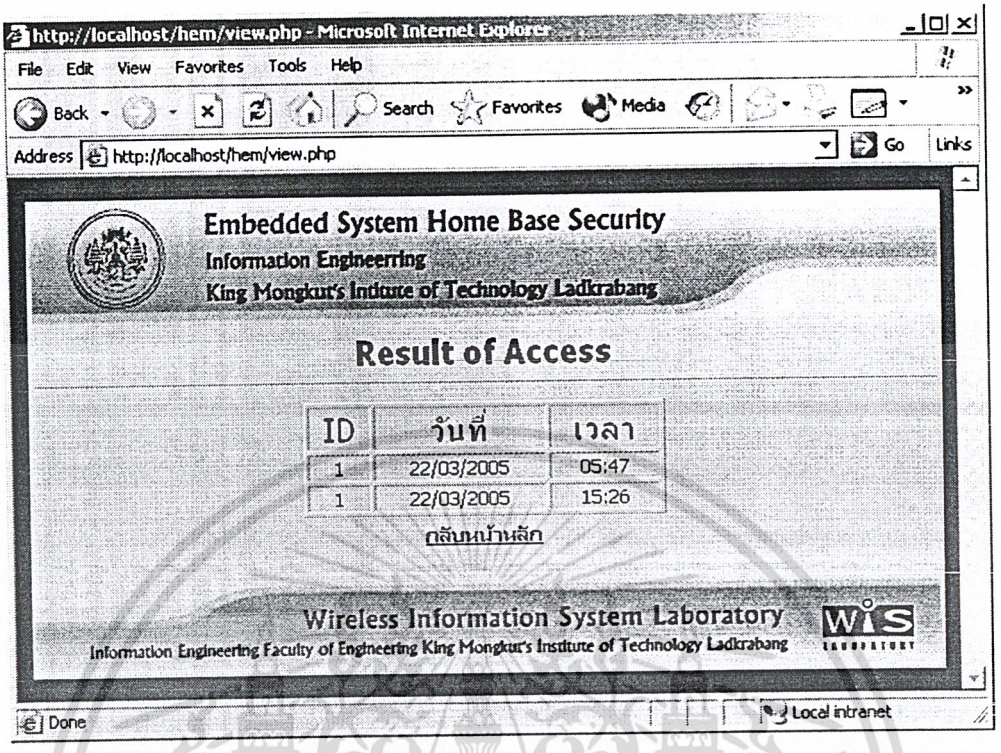

รูปที่ 5.17 เลือกผู้ใช้ที่ต้องการลบข้อมูล

ส่วนหัวข้อที่เหลือนั้นจะเป็นการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลขึ้นมาแสดง ซึ่งข้อมูลที่แสดงนั้นมีทั้งส่วนในของโครงข่ายเซ็นเซอร์ และข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

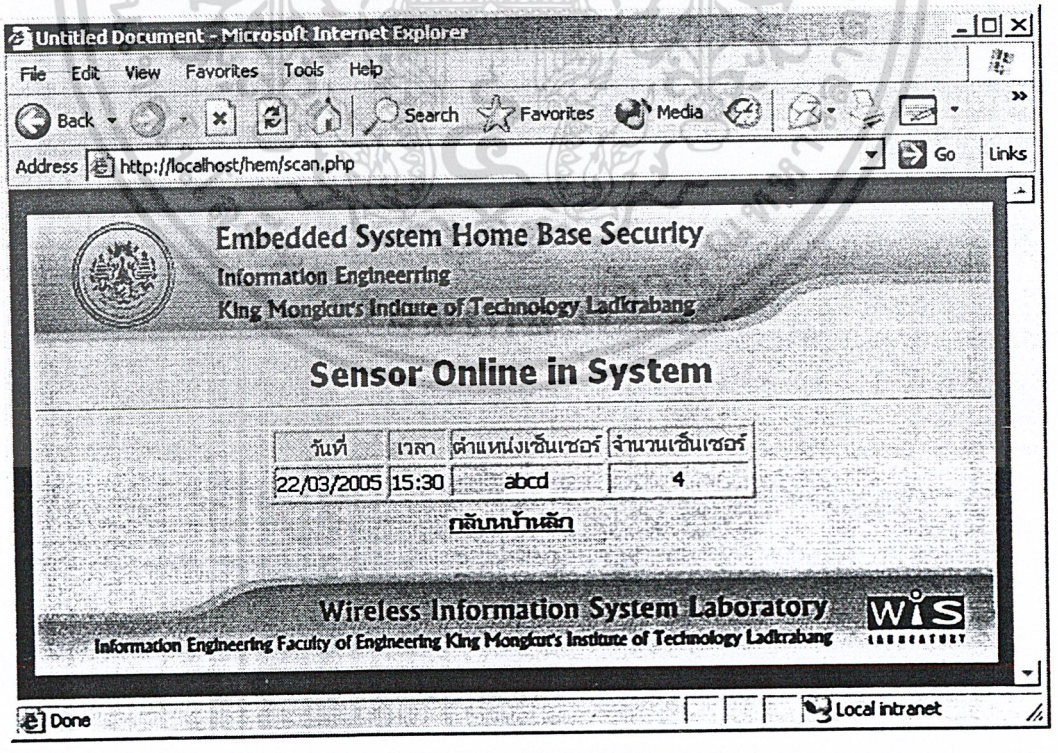



รูปที่ 5.18 ข้อมูลของผู้ใช้ทุกรายที่มีในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

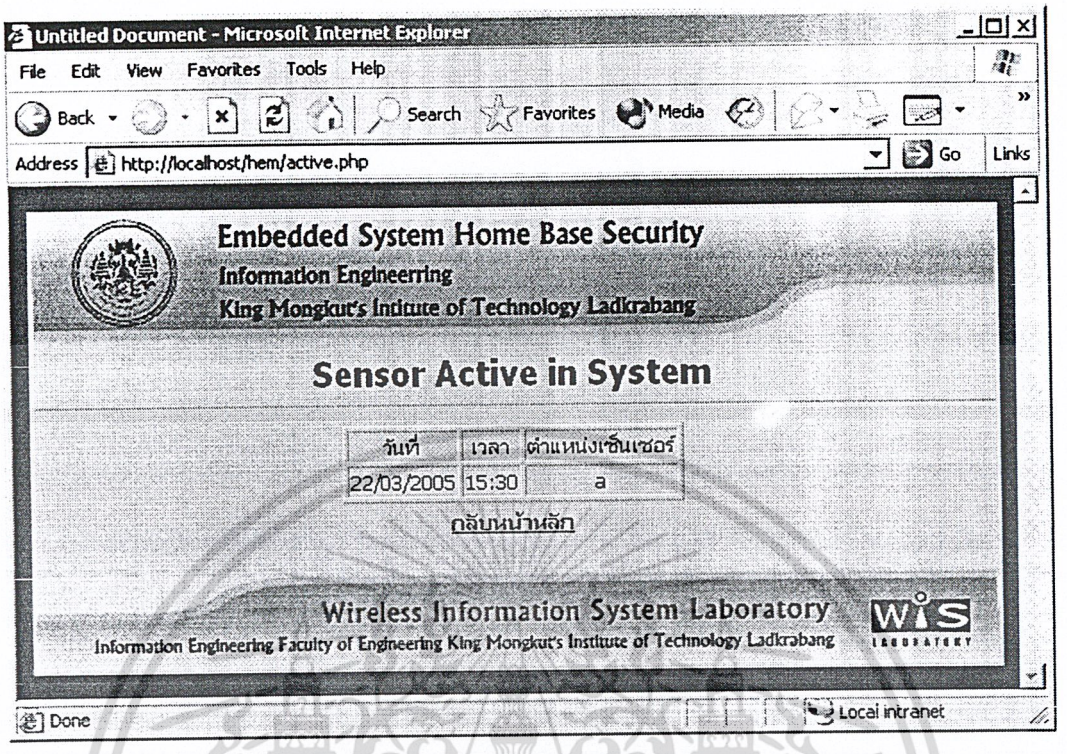



รูปที่ 5.19 ข้อมูลวันและเวลาที่มีการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

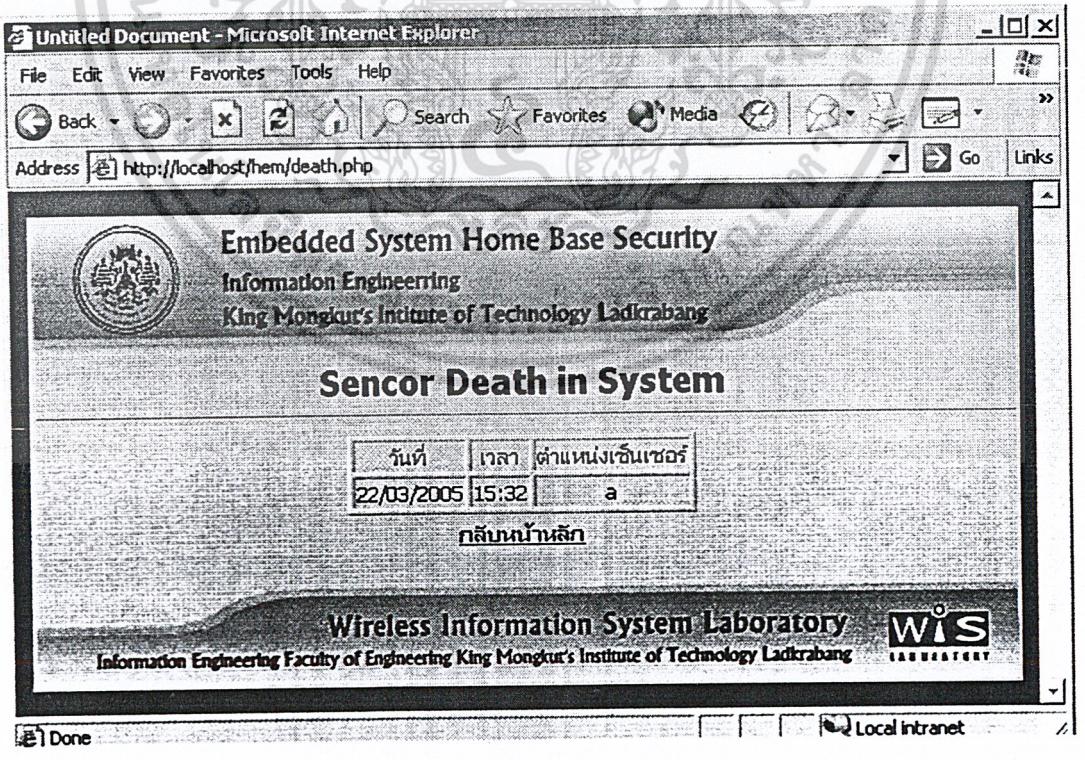



รูปที่ 5.20 ข้อมูลของเซ็นเซอร์ที่ทำงานในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 5.21 ข้อมูลของเซ็นเซอร์ที่ถูกรบกวน




รูปที่ 5.22 ข้อมูลของเซ็นเซอร์ที่หยุดทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 6
# สรุป

## 6.1 สรุปผล

การใช้ระบบฝังตัวที่มีระบบปฏิบัติการเป็นตัวประมวลผลหลักของระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน ทำให้สามารถเพิ่มสมรรถนะในการทำงานให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถพัฒนาแอพพลิเคชันให้ทันสมัยได้ง่าย ดังนั้นถ้าเราเข้าใจถึงการพัฒนาแอพพลิเคชันต่าง ๆ บนระบบปฏิบัติการของระบบฝังตัว ก็จะสามารถพัฒนาแอพพลิเคชันได้มากขึ้น

ในด้านการใช้งานนั้น โครงข่ายเซ็นเซอร์สามารถที่จะใช้งานได้ครอบคลุมเหตุการณ์ใช้งานทั่วไป ทั้งในกรณีที่ระบบทำงานปกติและในกรณีที่ระบบเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติ ซึ่งการทำงานนั้นสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งการพัฒนาการใช้งานระบบตรวจสอบการใช้งานบนระบบฝังตัวทำได้โดยง่ายและสะดวก ส่วนระบบตรวจสอบลายนิ้วมือทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ ซึ่งสามารถทำงานได้ดีกว่าการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ธรรมดาทั่วไป โดยสามารถติดต่อฐานข้อมูลและแสดงผลได้ในหลายรูปแบบ เช่น จอภาพ เสียง เป็นต้น

## 6.2 แนวทางการพัฒนาโครงงาน

แนวทางการประยุกต์โครงงานนี้ คือ สามารถพัฒนาระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ให้เป็นแบบไร้สาย (Wireless) เพื่อป้องกันการถูกผู้บุกรุกตัดสายสัญญาณทิ้ง ซึ่งจะทำให้ระบบมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น และยังสามารถพัฒนาระบบให้ทำงานได้เสถียรมากขึ้นโดยการเพิ่มส่วนตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยกล้องวงจรปิดเข้ามาใช้งานร่วมกับระบบ ซึ่งจะทำให้ระบบมีความฉลาดในการทำงานเพิ่มขึ้น เนื่องจากการตรวจจับการบุกรุกด้วยระบบเซ็นเซอร์เพียงอย่างเดียวนั้นยังมีโอกาสผิดพลาดในการทำงาน เช่น สัตว์เลี้ยงเดินผ่านเซ็นเซอร์ หากทำให้ระบบสามารถตรวจสอบได้ว่าเกิดการตรวจจับการบุกรุก และพบการเคลื่อนไหวของวัตถุที่มีขนาดใหญ่พอสมควรระบบจึงจะทำการแจ้งเตือน จะเพิ่มความเสถียรในการทำงานของระบบมากกว่าเดิม

ในส่วนของการแจ้งเตือนนั้นนอกจากการแจ้งเตือนภายในบ้านแล้ว ยังสามารถพัฒนาให้ระบบทำการแจ้งเตือนโดยส่งข้อความเข้าโทรศัพท์มือถือของเจ้าของบ้านได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.3 ข้อจำกัดของโครงงาน

ข้อจำกัดของโครงงานนี้ประการแรกคือ หากเกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้องหรือไฟฟ้าดับ ระบบจะหยุดทำงานโดยทันที ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการติดตั้งอุปกรณ์สำรองไฟฟ้า

ประการที่สอง ตัวโมดูลฟิงเกอร์ปริ้นท์ที่ใช้ในโครงงานนี้รองรับจำนวนผู้ใช้ในระบบได้สูงสุดเพียง 150 คนเท่านั้น ซึ่งไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารสำนักงานที่มีจำนวนพนักงานที่มากกว่านี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


1. กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. จำลอง ครูอุตสาหะ. “VB.NET ฉบับโปรแกรมเมอร์”. กรุงเทพฯ : บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด, 2545
2. ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. “เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอลโทรลเลอร์ PIC16F628”. กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด
3. น.ต. ไพศาล โมลิสกุลมงคล. “พัฒนา Web Database ด้วย PHP”. กรุงเทพฯ : หจก.ไทยเจริญการพิมพ์ จำกัด
4. ประจิน พลังสันติกุล . “เรียนรู้และใช้งาน CCS C คอมไพเลอร์เขียนโปรแกรมภาษา C ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC”. กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

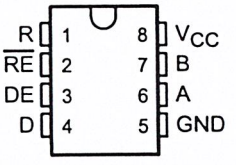
# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

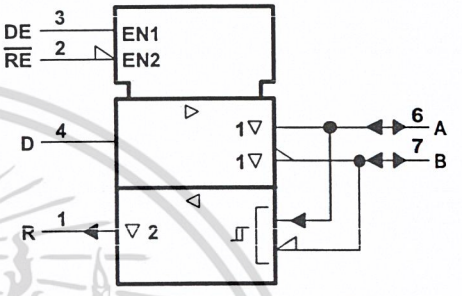
SLLS100A – JUNE 1984 – REVISED MAY 1995

- Bidirectional Transceiver
- Meets or Exceeds the Requirements of ANSI Standards EIA/TIA-422-B and ITU Recommendation V.11
- Designed for Multipoint Transmission on Long Bus Lines in Noisy Environments
- 3-State Driver and Receiver Outputs
- Individual Driver and Receiver Enables
- Wide Positive and Negative Input/Output Bus Voltage Ranges
- Driver Output Capability . . . ±60 mA Max
- Thermal-Shutdown Protection
- Driver Positive- and Negative-Current Limiting
- Receiver Input Impedance . . . 12 kΩ Min
- Receiver Input Sensitivity . . . ±200 mV
- Receiver Input Hysteresis . . . 50 mV Typ
- Operates From Single 5-V Supply
- Low Power Requirements

D OR P PACKAGE
(TOP VIEW)

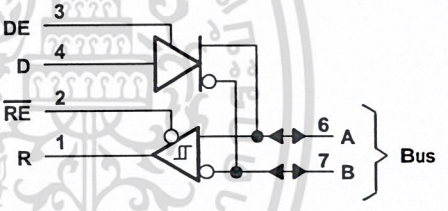



logic symbol†




† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

logic diagram (positive logic)




## description

The SN75176A differential bus transceiver is a monolithic integrated circuit designed for bidirectional data communication on multipoint bus-transmission lines. It is designed for balanced transmission lines and meets ANSI Standard EIA/TIA-422-B and ITU Recommendation V.11.

The SN75176A combines a 3-state differential line driver and a differential input line receiver, both of which operate from a single 5-V power supply. The driver and receiver have active-high and active-low enables, respectively, that can be externally connected together to function as a direction control. The driver differential outputs and the receiver differential inputs are connected internally to form differential input/output (I/O) bus ports that are designed to offer minimum loading to the bus whenever the driver is disabled or $V_{CC}$ = 0. These ports feature wide positive and negative common-mode voltage ranges making the device suitable for party-line applications.

## Function Tables

DRIVER

| INPUT | ENABLE | OUTPUTS | |
|---|---|---|---|
| D | DE | A | B |
| H | H | H | L |
| L | H | L | H |
| X | L | Z | Z |

RECEIVER

| DIFFERENTIAL INPUTS | ENABLE | OUTPUT |
|---|---|---|
| A – B | $\overline{RE}$ | R |
| $V_{ID} \geq 0.2$ V | L | H |
| $-0.2\text{ V} < V_{ID} < 0.2$ V | L | ? |
| $V_{ID} \leq -0.2$ V | L | L |
| X | H | Z |
| Open | L | ? |

H = high level, L = low level, ? = indeterminate, X = irrelevant, Z = high impedance (off)

PRODUCTION DATA Information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 1995, Texas Instruments Incorporated



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

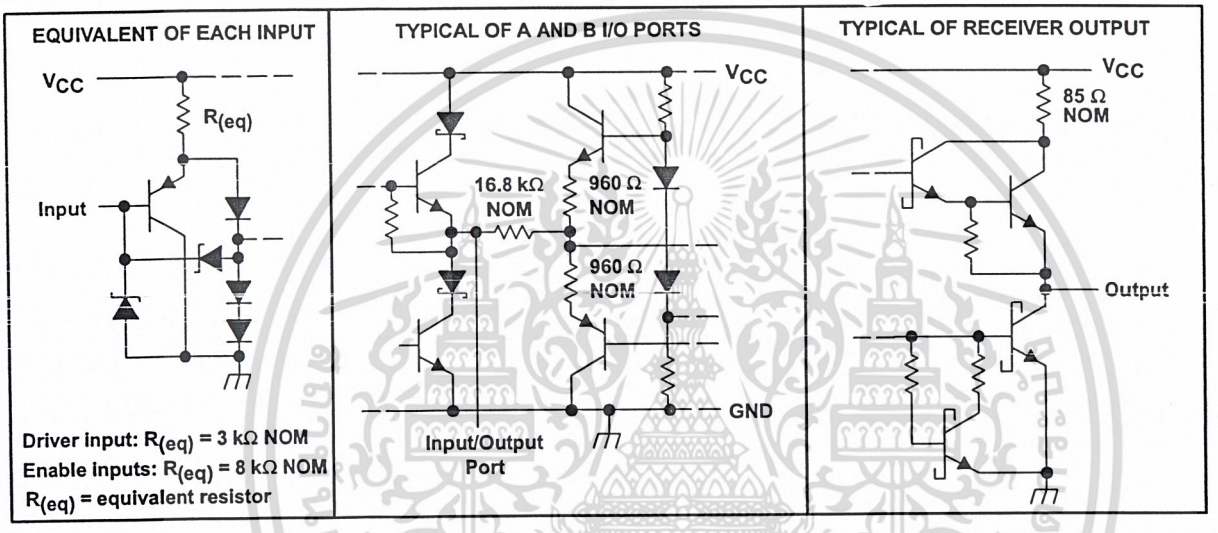
## description (continued)

The driver is designed to handle loads up to 60 mA of sink or source current. The driver features positive- and negative-current limiting and thermal shutdown for protection from line fault conditions. Thermal shutdown is designed to occur at a junction temperature of approximately 150°C. The receiver features a minimum input impedance of 12 kΩ, an input sensitivity of ±200 mV, and a typical input hysteresis of 50 mV.

The SN75176A can be used in transmission-line applications employing the SN75172 and SN75174 quadruple differential line drivers and SN75173 and SN75175 quadruple differential line receivers.

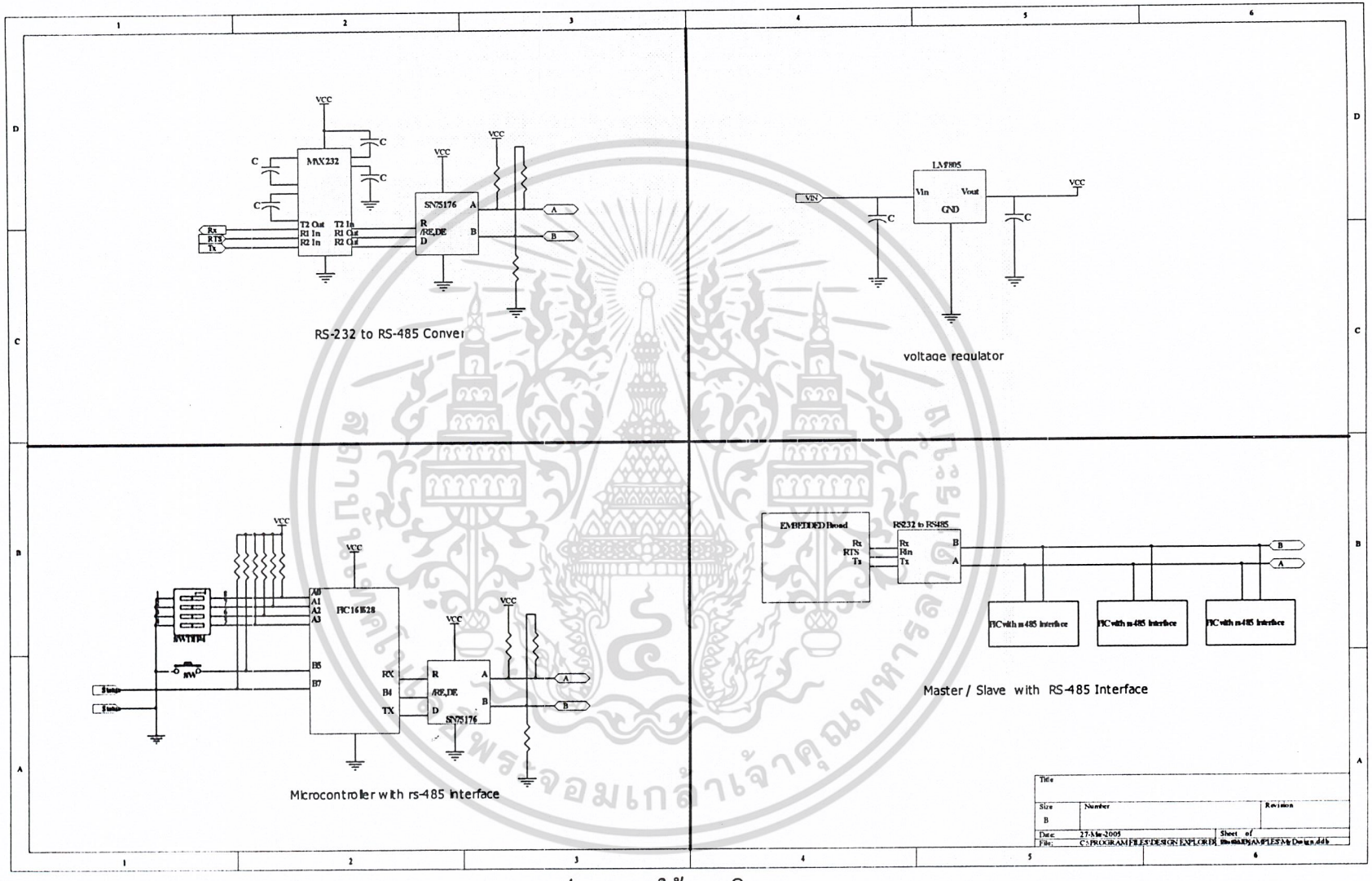
The SN75176A is characterized for operation from 0°C to 70°C.

## schematics of inputs and outputs

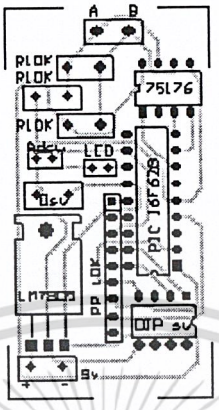




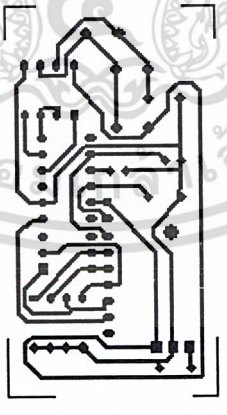

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปวงจรการใช้งานจริง




รูปแสดงการวางอุปกรณ์ของวงจรอุปกรณ์สเลฟ



**รูปแสดงลายวงจรอุปกรณ์สเลฟ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Source Code of Sensor Network

```
#include <16F628.h>
#define  TxD   PIN_B2
#define  RxD   PIN_B1
#fuses   INTRC
#fuses   NOLVP,NOWDT,NOPROTECT
#use     delay(clock=4000000)
#use     rs232 (baud=9600, xmit=TxD,rcv=RxD,enable=PIN_B3)
#define  PUSHSWITCH   PIN_B7
#define  LED          PIN_B6
#define  ind          PIN_B5
#byte OSCCON = 0x8F
int  i,j,k;
char ch;
int8 data[5],sta[3];
boolean rxint=false;
#int_rda
void rs232(){
    ch=getc();
    if(i<5)
    {
      data[i]=ch;
      while(data[0]=='@')
        {
        data[i]=ch;
        i++;
        break;
        }
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    else if(ch =='!'){i=0;rxint=true;}
}
void main(void){
enable_interrupts(GLOBAL);
enable_interrupts(INT_RDA);
//enable_interrupts(INT_RB);
set_tris_a(0x0f);
i=0;
  while(true){
if(!input(ind))
{
    delay_ms(250);
    j=(0X60|input_a());
    putc(j);
    output_high(LED);
    delay_ms(250);
    output_low(LED);
}
//if(input(PUSHSWITCH)){sta[0]='N';sta[1]='O';sta[2]='N';}
//else{sta[0]='A';sta[1]='T';sta[2]='V';}
if(input(PUSHSWITCH)){sta[0]='A';sta[1]='T';sta[2]='V';}
else{sta[0]='N';sta[1]='O';sta[2]='N';}
    while(rxint){
        if(data[1]==j){
          if(data[2]=='c'&& data[3]=='h'&& data[4]=='k')
          {
            putc('<');
            putc(j);
            putc('A');
            putc('C');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            putc('K');
            putc('!');
            output_low(LED);
          }
          if(data[2]=='c'&& data[3]=='s'&& data[4]=='t')
          {
            putc('<');
            putc(j);
            putc(sta[0]);
            putc(sta[1]);
            putc(sta[2]);
            putc('!');
          }
        }
        rxint=false;
    }
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. User Registration

**The system registers a user with the auto selected ID.**

- **Packet**

**- DFP_USER_REGISTRATION**

| 0x1b | 0x5e | 0x50 | 0x00 | 0x00 |
|---|---|---|---|---|

**- DFP_USER_REGISTRATION_SUCCESS : Registration of user is succeeded.**

| 0x1b | 0x5e | 0x51 | Start ID NumberH | Start ID NumberL |
|---|---|---|---|---|

**Start ID NumberH, Start ID NumberL : ID starting number for registration (The first number by search of given starting number)**

**- DFP_USER_REGISTRATION_ERROR : Error of user registration.**

| 0x1b | 0x5e | 0x52 | 0x00 | ID Number |
|---|---|---|---|---|

**Error**

| | |
|---|---|
| 0x01 | Number of features is not enough to be standard |
| 0x02 | Error of registered fingerprint information |
| 0x03 | The fingerprint is existed already |

**- DFP_FINGER_OFF : Take finger off from the sensor. (※ Not used after v4.5)**

| 0x1b | 0x5e | 0xa5 | 0x00 | 0x00 |
|---|---|---|---|---|

**- DFP_FINGER_ON : Put finger on the sensor.**

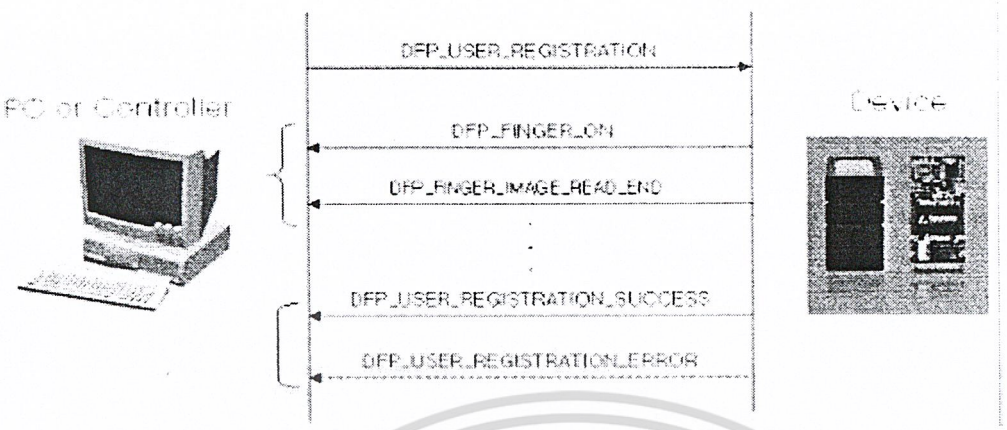
| 0x1b | 0x5e | 0xa6 | 0x00 | 0x00 |
|---|---|---|---|---|

**- DFP_FINGER_IMAGE_READ_END : Success to capture fingerprint image.**

| 0x1b | 0x5e | 0xa7 | 0x00 | 0x00 |
|---|---|---|---|---|



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4. User Deletion (Use matching)

**When you delete a user who doesn't use ID, it searches the user with the user's fingerprint authentication and deletes the user.**
**The fingerprint authentication is tried 3 times for the most, if the authentication is not succeeded even the third time, it transmits the error.**

● **Packet**

**- DFP_USER_DELETION**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0x1b | 0x5e | 0x60 | 0x00 | 0x00 |

**- DFP_USER_DELETION_SUCCESS : User deletion is succeeded.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0x1b | 0x5e | 0x61 | 0x00 | ID Number |

**ID Number : Deleted User ID**

**- DFP_USER_DELETION_ERROR : Error in user deletion**

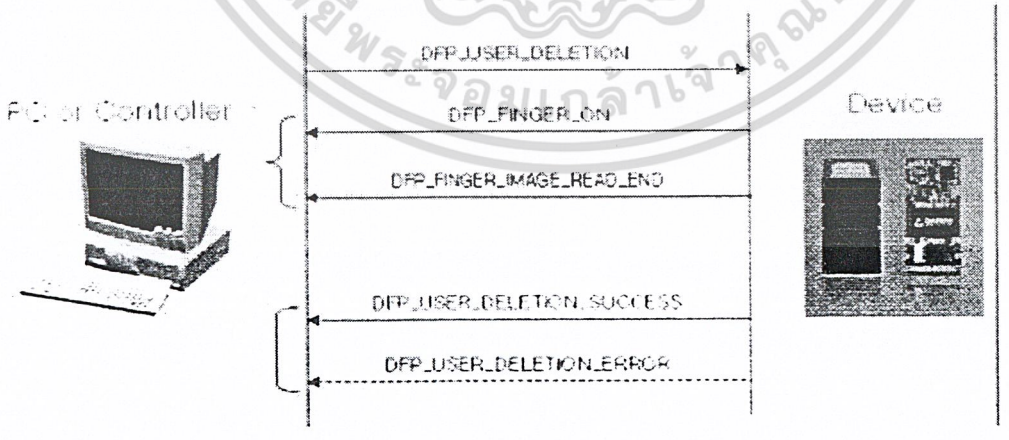
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0x1b | 0x5e | 0x62 | 0x00 | nError |

**nError**

| | |
|---|---|
| 0x01 | Number of features is not enough to be standard |
| 0x02 | Matched ID is not existed |

**- DFP_FINGER_ON : Put finger on the sensor.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0x1b | 0x5e | 0xa6 | 0x00 | 0x00 |






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 7. User Authentication

**Authenticate as 1:n way without ID. The authentication of fingerprint is tried 3 times. If the authentication is failed even the third time, it will transmit an error (DFP_USER_IDENTIFICATION_USE_ID_ERROR).**
**If you receive the command 'DFP_FINGER_ON', you have to enroll the fingerprint right away.**

● **Packet**

**- DFP_USER_IDENTIFICATION**

| 0x1b | 0x5e | 0x70 | Start_ID_H | Start_ID_L |
|---|---|---|---|---|

**Start_ID_H : High byte of ID which is started 1:N authentication**
**Start_ID_L : Low byte of ID which is started 1:N authentication**

**Ex 1) Start_ID_H = 0X00, Start_ID_L = 0X00**
**➔ 1:N authentication of from the first registered user to the last registered user.**
**Ex 2) Start_ID_H = 0X00, Start_ID_L = 0X03**
**➔ 1:N authentication of from the 3rd registered user to the last registered user.**

**- DFP_USER_IDENTIFICATION_SUCCESS : User authentication is succeeded.**

| 0x1b | 0x5e | 0x71 | 0X00 | ID Number |
|---|---|---|---|---|

**ID Number : Authenticated user ID**

**- DFP_USER_IDENTIFICATION_ERROR : Error of user authentication.**

| 0x1b | 0x5e | 0x72 | 0x00 | nError |
|---|---|---|---|---|

**nError**

| | |
|---|---|
| 0x01 | Number of features is not enough to be standard |
| 0x02 | Matched ID is not existed |

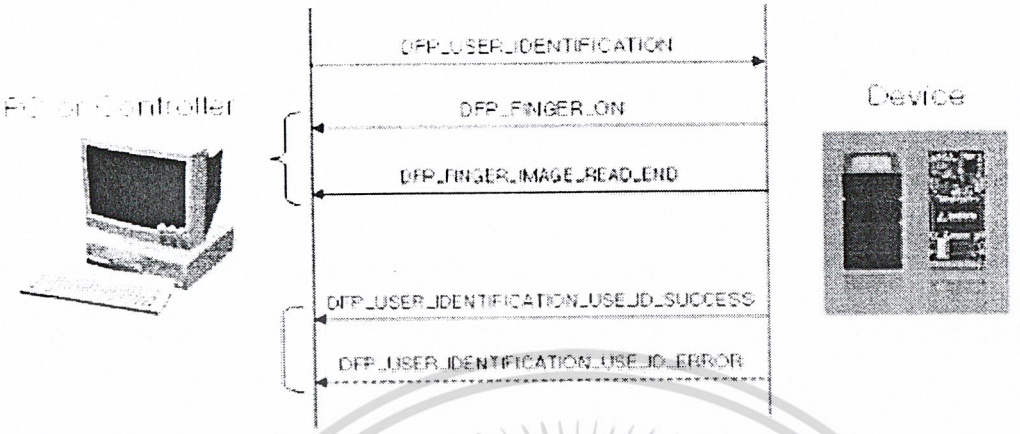
**- DFP_FINGER_ON : Put finger on the sensor.**

| 0x1b | 0x5e | 0xa6 | 0x00 | 0x00 |
|---|---|---|---|---|

**- DFP_FINGER_IMAGE_READ_END : Success to capture fingerprint image.**

| 0x1b | 0x5e | 0xa7 | 0x00 | 0x00 |
|---|---|---|---|---|


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Source Code of Fingerprint

```
Imports System
Imports System.Data
Imports System.Data.OleDb

Dim cmd As String
Dim recData As String
Dim data As String
Dim id As Short
Dim x As Object
Dim y As Short
Dim he As String
Dim chData As String
Dim deIeteId As String
Dim acc As String
Dim pass As String
Dim DataPort As String
Dim ChrAdd As String
Dim NumAdd As Short
Dim recordData As String
Dim addrs As Short
Dim AddStb As String
Dim n As Short
Dim StrnG As String
Dim k As Short
Dim TbAr(16) As Short

Private Sub K1_Click()
    Dim admin As String
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        admin = InputBox("Enter Password")
        If pass = admin Then
            AddNew()
        Else
            Label1.Text = "Incorect Password"
        End If
    End Sub

    Private Sub K2_Click()
        Dim admin As String
        admin = InputBox("Enter Password")
        If pass = admin Then
            del()
        Else
            Label1.Text = "Incorect Password"
        End If
    End Sub

    Private Sub K3_Click()
        iden()
    End Sub

    Private Sub Command1_Click(ByVal eventSender As System.Object, ByVal eventArgs As
    System.EventArgs) Handles Command1.Click
        K1_Click()
    End Sub

    Private Sub Command4_Click(ByVal eventSender As System.Object, ByVal eventArgs As
    System.EventArgs) Handles Command4.Click
        K2_Click()
    End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Dim ConnString As String = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=C:\AppServ\www\db1.mdb"
        Dim Connect As OleDbConnection = New OleDbConnection(ConnString)
        Dim Command1 As OleDbCommand
        Command1 = New OleDbCommand("INSERT INTO scan(วันที่,เวลา,ตำแหน่งเซ็นเซอร์,
จำนวนเซ็นเซอร์) Values ('" & Text01.Text & "','" & Tim.Text & "','" & StrnG & "','" &
Len(StrnG) & "')", Connect)
        Connect.Open()
        Command1.ExecuteNonQuery()
        Connect.Close()
        NumAdd = 96
        Timer2.Interval = 50
        Timer2.Enabled = True
End Sub

Private Sub Print_Load(ByVal eventSender As System.Object, ByVal eventArgs As
System.EventArgs) Handles MyBase.Load
        MSComm1.CommPort = 1
        MSComm1.PortOpen = True
        pass = "1234"
        Timer1.Interval = 50
        Timer1.Enabled = True

        StrnG = ""
        NumAdd = 96
        k = 1
        DataPort = ""
        recordData = ""
        MSComm2.CommPort = 2
        MSComm2.PortOpen = True
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MSComm2.Settings = "9600,n,8,1"
        BTNscner()

        MSComm3.CommPort = 2
        MSComm3.PortOpen = True
    End Sub

    Private Sub Timer1_Tick(ByVal eventSender As System.Object, ByVal eventArgs As
    System.EventArgs) Handles Timer1.Tick
        Dim deleteId As Object
        On Error Resume Next
        Text2.Focus()
        If Text2.Text = "1" Then
            Text2.Text = ""
            K1_Click()
        Else
            If Text2.Text = "2" Then
                Text2.Text = ""
                K2_Click()
            Else
                If Text2.Text = "3" Then
                    Text2.Text = ""
                    K3_Click()
                Else
                    Text2.Text = ""
                End If
            End If
        End If
        MSComm1.DTREnable = False
        MSComm1.DTREnable = True
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Command5_Click(ByVal eventSender As System.Object, ByVal eventArgs As
System.EventArgs) Handles Command5.Click
    K3_Click()
End Sub

Private Sub BTNscner()
    Dim i As Object
    StrnG = ""
    For n = 1 To 16
      NumAdd = NumAdd + 1
      ChrAdd = Chr(NumAdd)
      MSComm2.Output = "@" & ChrAdd & "chk!"
      DataPort = MSComm2.Input
      AddStb = Mid(DataPort, 2, 1)
      StrnG = StrnG & AddStb
      For i = 1 To 100
        System.Windows.Forms.Application.DoEvents()
      Next i
    Next n

    Dim T As String
    Dim D As String
    T = TimeOfDay
    D = Now
    T = VB6.Format(T, "HH:mm")
    D = VB6.Format(D, "dd/mm/yyyy")
    Tim.Text = T.ToString()
    Text01.Text = D.ToString()
    Label2.Text = "sensor online number " & Len(StrnG) & " at zone " & StrnG & ""
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
data = MSComm1.Input
y = Len(data)

If y > 0 Then
   For x = 1 To y
      he = Mid(data, x, 1)
      recData = Hex(Asc(he))
      Text1.Text = Text1.Text & recData
      chData = chData & recData
   Next
   Text1.Text = Text1.Text & vbCrLf
   deleteId = Mid(chData, 1, 6)
   If chData = "1B5EA600" Then
      Label1.Text = "Put finger on the sensor"
   End If
   If Mid(chData, 1, 6) = "1B5E51" Then 'Regis complete
      Label1.Text = "Registration is completed"
      compsound()
   End If
   If chData = "1B5E5201" Then 'Regis Error 1
      Label1.Text = "Error of fingerprint information"
      errsound()
   End If
   If chData = "1B5E5202" Then 'Regis Error 2
      Label1.Text = "Error of fingerprint information"
      errsound()
   End If
   If chData = "1B5E5203" Then 'Regis Error 3
      Label1.Text = "The fingerprint is existed already"
      errsound()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        End If
        If deleteId = "1B5E61" Then 'Del complete
            Label1.Text = "Deleted ID"
            compsound()
        End If
        If chData = "1B5E6202" Then 'Del Error
            Label1.Text = "Selected ID is not existed"
            errsound()
        End If
        If Mid(chData, 1, 7) = "1B5E710" Then 'matching
            Label1.Text = "Fingerprint is matching"

            'change Hex to Dec
            Dim m As String
            Dim dec As Long
            m = Mid(chData, 8, 4) 'cut string
            dec = CLng("&H" + m) 'Change Hex to Dec
            UserId.Text = dec
            'connect to Database
            Dim ConnString As String = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=C:\AppServ\www\db1.mdb"
            Dim Connect As OleDbConnection = New OleDbConnection(ConnString)
            Dim Command2 As OleDbCommand = New OleDbCommand("select ID ,ชื่อ ,สถานะ
from T1", Connect)
            'read data from DB
            Dim read As OleDbDataReader
            Connect.Open()
            read = Command2.ExecuteReader()
            While read.Read()
                If read(0) = dec Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                TextBox9.Text = read(0)
                TextBox8.Text = read(1)
                TextBox7.Text = read(2)
            End If
        End While
        Connect.Close()
        'load image
        loadimg()
        'loadsound
        Dim fileName As String = String.Concat(System.Environment.CurrentDirectory &
"\match.wav")
        Const SND_FILENAME As Integer = &H20000
        PlaySound(fileName, 0, SND_FILENAME)
        'time & date access
        Dim T As String
        Dim D As String
        T = TimeOfDay
        D = Now
        T = VB6.Format(T, "HH:mm")
        D = VB6.Format(D, "dd/mm/yyyy")
        Tim.Text = T.ToString()
        Text01.Text = D.ToString()
        'insert data into DB
        Dim Command3 As OleDbCommand
        Command3 = New OleDbCommand("INSERT INTO T2(ID,วันที่,เวลา) Values ('" &
TextBox9.Text & "','" & Text01.Text & "','" & Tim.Text & "')", Connect)
        Connect.Open()
        Command3.ExecuteNonQuery()
        Connect.Close()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            'solinoy
            MSComm3.Output = "D"
        End If

        If Mid(chData, 1, 6) = "1B5E72" Then 'not matching
            Label1.Text = "Fingerprint is not match"
            'loadsound
            Dim fileName As String = String.Concat("Nmatch.wav")
            Const SND_FILENAME As Integer = &H20000
            PlaySound(fileName, 0, SND_FILENAME)
        End If
    End If
    chData = ""
    y = 0
    data = ""
    Text2.Focus()
End Sub
'for load sound function
Private Declare Auto Function PlaySound Lib "winmm.dll" (ByVal ByVallpszSoundName As
String, ByVal hModule As Integer, ByVal dwFlags As Integer) As Integer

Sub AddNew()
    Text1.Text = ""
    Label1.Text = ""
    send = Chr(27) & Chr(94) & Chr(80) & Chr(0) & Chr(0)
    MSComm1.Output = send
    For x = 1 To 5
        he = Mid(send, x, 1)
        recData = Hex(Asc(he))
        Text1.Text = Text1.Text & recData
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Next
    Text1.Text = Text1.Text & vbCrLf
  End Sub

Sub del()
    Text1.Text = ""
    Label1.Text = ""
    send = Chr(27) & Chr(94) & Chr(96) & Chr(0) & Chr(0)
    MSComm1.Output = send
    For x = 1 To 5
      he = Mid(send, x, 1)
      recData = Hex(Asc(he))
      Text1.Text = Text1.Text & recData
    Next
    Text1.Text = Text1.Text & vbCrLf
End Sub

Sub iden()
    Text1.Text = ""
    Label1.Text = ""
    send = Chr(27) & Chr(94) & Chr(112) & Chr(0) & Chr(0)
    MSComm1.Output = send
    For x = 1 To 5
      he = Mid(send, x, 1)
      recData = Hex(Asc(he))
      Text1.Text = Text1.Text & recData
    Next
    Text1.Text = Text1.Text & vbCrLf
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Sub loadimg()
    'Compose the picture's file name.
    Dim pname As String = System.Environment.CurrentDirectory
    pname = pname & "\" & TextBox9.Text.ToString() & ".jpg"

    'Load the picture into a Bitmap.
    Dim bm As New Bitmap(pname)

    'Display the results.
    PictureBox1.Image = bm
    PictureBox1.SizeMode = PictureBoxSizeMode.StretchImage

End Sub

Sub compsound()
    Dim fileName As String = String.Concat("complete.wav")
    Const SND_FILENAME As Integer = &H20000
    PlaySound(fileName, 0, SND_FILENAME)
End Sub

Sub errsound()
    Dim fileName As String = String.Concat("error.wav")
    Const SND_FILENAME As Integer = &H20000
    PlaySound(fileName, 0, SND_FILENAME)
End Sub

Private Sub Timer2_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Timer2.Tick
    Dim i As Object
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
If k <= Len(StrnG) Then
   MSComm2.Output = "@" & Mid(StrnG, k, 1) & "cst!"
   DataPort = MSComm2.Input
   For i = 1 To 100
      System.Windows.Forms.Application.DoEvents()
   Next i
   k = k + 1
ElseIf k > Len(StrnG) Then
   k = 1
   Label6.Text = ""
End If

If DataPort = "<" & Mid(StrnG, k, 1) & "ATV!" Then
   Label6.Text = "Sensor active at zone " & Mid(StrnG, k, 1) & ""
   TbAr(k) = TbAr(k) + 1
   If TbAr(k) = 100 Then
      TbAr(k) = 0

      Dim T As String
      Dim D As String
      T = TimeOfDay
      D = Now
      T = VB6.Format(T, "HH:mm")
      D = VB6.Format(D, "dd/mm/yyyy")
      Tim.Text = T.ToString()
      Text01.Text = D.ToString()
      Dim ConnString As String = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=C:\AppServ\www\db1.mdb"
      Dim Connect As OleDbConnection = New OleDbConnection(ConnString)
      Dim Command4 As OleDbCommand
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Command4 = New OleDbCommand("INSERT INTO active(วันที่,เวลา,ตำแหน่ง
เซ็นเซอร์) Values ('" & Text01.Text & "','" & Tim.Text & "','" & Mid(StrnG, k, 1) & "')",
Connect)
            Connect.Open()
            Command4.ExecuteNonQuery()
            Connect.Close()
          End If
        End If

        If DataPort = "" Then
          Label6.Text = "Sensor death at zone " & Mid(StrnG, k, 1) & ""
          TbAr(k) = TbAr(k) + 1
          If TbAr(k) = 150 Then
            TbAr(k) = 0
            Dim ConnString As String = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=C:\AppServ\www\db1.mdb"
            Dim Connect As OleDbConnection = New OleDbConnection(ConnString)
            Dim Command5 As OleDbCommand
            Command5 = New OleDbCommand("INSERT INTO death(วันที่,เวลา,ตำแหน่ง
เซ็นเซอร์) Values ('" & Text01.Text & "','" & Tim.Text & "','" & Mid(StrnG, k, 1) & "')",
Connect)
            Connect.Open()
            Command5.ExecuteNonQuery()
            Connect.Close()
          End If
        End If
      End Sub
    End Class
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้