สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# ระบบแจ้งรอบรถไฟล่วงหน้า

# Advanced train arrival indicate of KMITL station

โดย

นายปาณัสม์ ปันธิโก

นายพิศุทธ์ แดงทองดี

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 71974
วัน,เดือน,ปี - 7 มิ.ย. 2550

b 11761222
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

ภาควิชา
วิศวกรรมโทรคมนาคม

ผ่านการตรวจชื่นชนแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ระบบการแจ้งรอบรถไฟล่วงหน้า

# Advanced train arrival indicate of KMITL station


โดย

นายปาณัสม์ ปันธิโก 46012019

นายพิศุทธ์ แดงทองดี 46012025

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. พรชัย ทรัพย์นิธิ


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ระบบการแจ้งรอบรถไฟล่วงหน้า**

**ADVANCED TRAIN ARRIVAL INDICATE OF KMITL STATION**


ผู้จัดทำ

**1. นายปาณัสม์ ปันธิโก 46012019**

**2. นายพิฑูทธ์ แดงทองดี 46012025**

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

**(ผศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ)**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ระบบการแจ้งรอบรถไฟล่วงหน้า

# ADVANCED TRAIN ARRIVAL INDICATE OF KMITL STATION

โดย นายปาณัสม์ ปันธิโก 46012019
นาย พิศุทธ์ แดงทองดี 46012025

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ

**บทคัดย่อ**

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการนำเทคนิคในการใช้เครื่องตรวจจับมาตรวจจับขบวนรถไฟที่กำลังจะเคลื่อนขบวนเข้าที่สถานีรถไฟและใช้กล้องโทรทัศน์ วงจรปิดจับภาพขบวนรถไฟไว้ และถ่ายทอดมายังเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหลักของระบบโดยผ่านระบบไร้สาย โดยมีการเปรียบเทียบกับฐานเวลา ของการรถไฟว่ารถไฟขบวนไหนกำลังจะเข้า และ แจ้งรอบรถไฟให้แก่ผู้ที่ ต้องการจะโดยสารรถไฟในถาบันให้ทราบว่ารถไฟจะถึงสถานีในอีกกี่นาที

**Abstract**

This project develops an information system to detect the train arriving at KMITL station using a camera to broadcast to the main computer. It will then compare the time schedule from the State Railway of Thailand to switch the camera. This system tells the passenger when the next train will arrive at KMITL station.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์และบุคคลหลาย ๆ ท่าน ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อมูลที่สำคัญยิ่งต่อการค้นคว้าการทำโครงงานปริญญานิพนธ์ ซึ่งได้แก่

ผศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษาและตรวจปริญญานิพนธ์เสมอมาตลอดจนให้แนวความคิด ในการทำปริญญานิพนธ์

คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์จึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้ความรู้ทางวิชาการและสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำ พร้อมทั้งเสนอข้อคิดเห็นในการแก้ไขข้อบกพร่องในเรื่องต่าง ๆ ในการทำโครงงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ด้วยเอาใจใส่ด้วยดีมาโดยตลอด

นอกจากอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กล่าวมา ยังมีอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสายอากาศที่คอยให้คำแนะนำมาโดยตลอด ซึ่งได้แก่

รศ.ดร.สมผล โกศัลวิตร ผู้ที่ช่วยให้การเอื้อเฟื้อและอนุเคราะห์อุปกรณ์ทางด้านสายอากาศและให้คำปรึกษาเรื่องการสื่อสารไร้สาย

คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้สนับสนุนอุปการะทั้งด้านการเงินและกำลังใจแก่คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์เสมอมา ตลอดจนคอยดูแลตลอดระยะเวลาการทำงาน

คณะผู้ทำปริญญานิพนธ์ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ภาควิชาโทรคมนาคม ที่คอยช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในการทำวิจัยมาโดยตลอด

หากบุคลใดที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำโครงงานปริญญานิพนธ์ แต่คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์มิได้กล่าวถึง คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ขอกราบขออภัยและกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาของโครงการ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงการ | 2 |
| 1.4 เครื่องมือที่ใช้การในออกแบบระบบ | 2 |
| บทที่2 ทฤษฎีและหลักการ | 4 |
| 2.1 เลเซอร์ไดโอด(Laser Diode) | 4 |
| 2..2 LDR ตัวต้านทานไวแสง | 5 |
| 22.2.1 สมบัติของแสง | 6 |
| 2.2.2 ผลตอบสนองทางไฟฟ้า | 7 |
| 2.3 ระบบเครือข่าย | 8 |
| 2.3.1ชนิดของสัญญาณอิเลกทรอนิกส์ | 8 |
| 2.3.2 ระบบสื่อสารแอนะล็อก | 9 |
| 2.3.3 ระบบสื่อสารดิจิตอล | 10 |
| 2.3.4 การสื่อสารแบบอะซิงโคนัส | 12 |
| 2.3.5 ประสิทธิภาพของการส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโคนัส | 15 |
| 2.3.6 การใช้บิตตรวจข้อผิดพลาด | 16 |
| 2.3.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อบนระบบเครือข่าย | 17 |
| 2.3.8 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูล | 20 |
| 2.3.9 องค์กรที่มีบทบาทต่อการกำหนดมาตรฐาน | 23 |
| 2.4 Wireless LAN | 24 |
| 2.4.1 ความหมายของ Wireless LAN | 24 |
| 2.4.2 การนำ Wireless LAN มาใช้ | 25 |
| 2.4.3 การวางระบบรักษาความปลอดภัยของ Wireless LAN | 26 |
| 2.4.4 พื้นที่ครอบคลุมของ Access Point | 28 |
| และการปรับความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล | |
| 2.4.5 Data Rates | 28 |
| 2.5 ทฤษฎีสายอากาศ | 29 |
| 2.5.1 พารามิเตอร์พื้นฐานของสายอากาศ | 29 |
| 2.5.2 เกนของสายอากาศ | 30 |
| 2.6. ฐานข้อมูลแบบรีเลชั่นแนล(Relational Database Theory) | 32 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า


2.6.1 ความหมายของระบบฐานข้อมูล 32
2.6.2 ประโยชน์ของระบบจัดการฐานข้อมูล 33
2.6.3 มีความเป็นอิสระของข้อมูล 34
2.6.4 มีความปลอดภัยของข้อมูลสูง 34
2.6.5 ใช้ข้อมูลร่วมกันโดยมีการควบคุมจากศูนย์กลาง 35
2.6.6 สถาปัตยกรรมของระบบฐานข้อมูล 36
2.6.7 ระบบจัดการฐานข้อมูล(Database Management System:DBMS) 39
2.7 ภาษา SQL 40
2.8 ภาษา PHP 42
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง 44
3.1 องค์ประกอบโดยรวม 44
3.2 การติดตั้งอุปกรณ์ 45
3.2.1 จุด ก สถานีคลองหลวงแพ่ง 46
3.2.2 จุด ข การวางอุปกรณ์ที่คณะครุฯ(คณะเทคโนโลยีการเกษตร) 47
3.2.3 จุด ค พื้นที่ให้บริการ 48
3.3 เซนเซอร์ 48
3.3.1 เลเซอร์ไดโอด 48
3.3.2 เลเซอร์ดีเทคเตอร์ 49
3.4 การสื่อสารผ่านอากาศ(Free Space Transmission) 50
3.5 Hardware Interface 52
3.6 องค์ประกอบทางซอร์ฟแวร์ 53
3.6.1 โปรแกรมรับค่าจากพอร์ตขนาน(Receiver.exe) 53
3.6.2 โปรแกรมหลัก(Web-based) 55
3.6.3 พจนานุกรมข้อมูล(Data Dictionary) 64
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 65
4.1. วงจร Sensor 65
4.2. Los Transmitter/Receiver 69
4.3. โปรแกรมรับค่าจากเซนเซอร์( receiver.exe ) 70
4.4 Web-Based Application 73
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป 80



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ


| | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 2.1 LDR ตัวต้านทานไวแสง | 5 |
| รูปที่ 2.2 ตัวอย่างกราฟแสดงความไวต่อแสงความถี่ต่าง ๆ ของ LDR ทั้ง 2 แบบ เมื่อเทียบกับความไวของตาคน | 6 |
| รูปที่ 2.3 ผลของการเปลี่ยนความเข้มแสงในทันทีทันใดกับ LDR | 7 |
| รูปที่2.4 สัญญาณแบบอะนาล็อก | 8 |
| รูปที่ 2.5 สัญญาณแบบดิจิตอล | 9 |
| รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการส่งรหัส ASCII จากคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องพิมพ์ | 9 |
| รูปที่ 2.7 การส่งข้อมูลแบบขนาน | 11 |
| รูปที่ 2.8 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม | 12 |
| รูปที่ 2.9 การสื่อสารแบบอะซิงโคนัสที่ไม่ได้ใช้พารีตี้บิต | 13 |
| รูปที่ 2.10 การสื่อสารแบบอะซิงโคนัสที่ใช้พารีตี้บิต | 13 |
| รูปที่ 2.11 รูปแบบบิต 00010110 | 14 |
| รูปที่ 2.12 รูปแบบบิต 01100001 | 14 |
| รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการใช้อักขระซิง 2 ตัวในการสื่อสารแบบซิงโคนัส | 14 |
| รูปที่ 2.14 แสดงการตัดแถวของบิตออกเป็นกลุ่มๆ ละ 8 บิต | 15 |
| รูปที่ 2.15 การส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโคนัส | 15 |
| รูปที่ 2.16 แสดงการทำงานของอุปกรณ์มัลติเพล็กเซอร์ | 17 |
| รูปที่ 2.17 แสดงการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งเวลา | 18 |
| รูปที่2.18 การต่อ LAN | 27 |
| รูปที่2.19 พื้นที่ครอบคุม Access Point | 28 |
| รูปที่2.20 Data Rates | 28 |
| รูปที่ 2.21 แพทเทอร์นสายอากาศแบบออมนิไดเรคชันแนล (Omnidirectional Antenna) | 30 |
| รูปที่2.22 แสดงระดับชั้นของข้อมูล | 37 |
| รูปที่ 3.1 Block Diagram | 46 |
| รูปที่3.2 แผงผังของสถานีที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน | 47 |
| รูปที่3.3 ระยะเวลาที่รถไฟเดินทางจากจุดต่างๆ | 48 |
| รูปที่3.4 ป้ายสถานีคลองหลวงแพ่ง | 48 |
| รูปที่3.5 สถานีคลองหลวงแพ่ง | 48 |
| รูปที่3.6 จุด ก การวางอุปกรณ์ตรวจสอบที่สถานีคลองหลวงแพ่ง | 49 |
| รูปที่3.7 จุด ข การวางอุปกรณ์ที่คณะครุฯ(คณะเทคโนโลยีการเกษตร) | 49 |
| รูปที่3.8 จุด ค พื้นที่ให้บริการ | 50 |
| รูปที่ 3.9วงจรยิงเลเซอร์ไดโอด | 50 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า


รูปที่ 3.9 วงจรยิงเลเซอร์ไดโอด 48
รูปที่ 3.10 วงจรเลเซอร์ดีเทคเตอร์ 49
รูปที่ 3.11 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ LOS 50
รูปที่ 3.12 แสดงการส่งระยะจุดสองจุด 50
รูปที่ 3.13 ค่า Free Space loss ที่มีค่าเพิ่มมากขึ้นตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น 51
รูปที่ 3.14 การต่อเข้ากับพอร์ตขนาน 52
รูปที่ 3.15 การเชื่อมโยงกันของซอร์ฟแวร์ 53
รูปที่ 3.16 Flowchart ของโปรแกรม 54
รูปที่ 3.17 แสดง Status Register เมื่อ Inactive ,Active 55
รูปที่ 3.18 แสดง Web-Based Application ของระบบ 55
รูปที่ 3.19 การแบ่งเฟรมของหน้า index 56
รูปที่ 3.20 แสดงการจัดหน้าของหน้าบน( top.html) 57
รูปที่ 3.21 แสดงการ Access ของข้อมูล 57
รูปที่ 3.22 Flowchart 58
รูปที่ 3.23 Flowchart (ต่อ) 59
รูปที่ 3.24 Flowchart (ต่อ) 60
รูปที่ 3.25 แสดงรายละเอียดของ main.php 61
รูปที่ 3.26 แสดงตารางเดินรถไฟ,ประเภท,เวลาที่จอดย้อนหลัง 3 วัน 62
รูปที่ 4.1 วงจรของ laser detectorและจุด test 65
รูปที่ 4.2 การวัดผลที่จุด A ของวงจร Sensor 66
รูปที่ 4.3 เป็นการวัดค่า Voltage ของวงจร Sensor ตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น 66
รูปที่ 4.4 ระยะเวลาในการใช้งานต่อการประจุแบตเตอรี่ (1.2 V 2400 mA x3 ก้อน) 67
รูปที่ 4.5 ภาวะปกติ 68
รูปที่ 4.6 ภาวะที่มีวัตถุตัดผ่าน 69
รูปที่ 4.7 แสดง pulse ที่ออกมาจากชุดรับ LOS Receiver 69
รูปที่ 4.8 แสดงผลของ Return Loss ที่ใช้งานในย่านความถี่ 470 MHz 70
รูปที่ 4.9 แสดงผลรัน receiver.exe โดยที่เซนเซอร์ทำงานในภาวะปกติ 71
รูปที่ 4.10 แสดงผลรัน receiver.exe โดยที่เซนเซอร์ทำงานในมีวัตถุตัดผ่าน 72
รูปที่ 4.11 แสดงผลการเปิดโปรแกรมหลักขึ้นมาใช้งาน 73
รูปที่ 4.12 โปรแกรมหลักเมื่อเซนเซอร์ถูกตัดผ่าน 74
รูปที่ 4.13 หน้าแสดงตารางเดินรถไฟ(show.php) 75
รูปที่ 4.14 หน้าเพิ่มรอบรถไฟ(add.php) 76



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า


รูปที่ 4.15 แสดงการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลเรียบร้อย 77

รูปที่ 4.16 แสดงตารางที่มีข้อมูลซึ่งเพิ่มเข้าไปใหม่หน้าลบ(del.php) 77

รูปที่ 4.17 แสดงการลบรอบรถไฟ 78

รูปที่ 4.18 แสดงการลบรอบรถไฟที่ได้ทำการเลือกออกเรียบร้อย 78

รูปที่ 4.19 แสดงหน้าที่แสดงค่าคงที่ต่างๆ 79



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ในปัจจุปันยานพาหนะเป็นสิ่งที่ทุกคนใช้โดยสารไปมาหาสู่กัน เดินทางไปทำงานบ้าง แม้กระทั่งเมื่อยามเจ็บป่วยเราก็ยังต้องเดินทาง รูปแบบการเดินทางในปัจจุปันมีมากมายหลายชนิดทั้ง รถเมล์ รถไฟ เครื่องบิน และเรือ กระทั่งในปัจจุปันการเดินทางให้ตรงตามนัดหมายเป็นสิ่งสำคัญ ทุกๆคนจึงคาดหวังกับการเดินทางเพื่อให้ตรงตามเป้าหมายที่ได้วางเอาไว้เพื่อจะได้ไปทำภารกิจอื่นๆ

ในส่วนของทั้งนักศึกษา เจ้าหน้าที่ และอาจารย์ของสถาบัน มีจำนวนไม่น้อยที่ต้องเดินทางเพื่อกลับยังที่พักอาศัยอยู่ทุกวัน ในจำนวนนี้ก็มีการอาศัยรถไฟในการเดินทางกลับและการโดยสารรถไฟที่ไม่ใช่สถานีต้นทางอย่างสถานีพระจอมเกล้าอย่างเช่น สถานีพระจอมเกล้านี้ ในบางรอบเวลามีความล่าช้าจากตารางรถไฟเป็นอันมาก สาเหตุเนื่องจาก

- รถไฟเดินทางมาจากระยะไกลทำให้ไม่สามารถวิ่งให้ได้ตามเวลาที่กำหนด
- ขบวนรถไฟระหว่างทางมีมากแต่รางมีจำกัดทำให้ต้องสับเปลี่ยนรางและเสียเวลา
- รางรถไฟในบางจุดมีการซ่อมแซม หรือมีการก่อสร้างโครงการอื่นๆ

การที่รถไฟมีความล่าช้าทำให้คนที่มีทางเลือกในการโดยสารยานพาหนะชนิดอีกเลือกที่จะไม่โดยสารรถไฟทั้งที่มีราคาถูกกว่ากันมาก อันเกิดเป็นการประหยัดในภาระค่าใช้จ่ายของคนในปัจจุบัน

การโดยสารรถไฟจึงเป็นทางเลือกที่ดีกว่าแต่การที่จะทำให้บุคลากรในสถาบันเกิดความพอใจที่จะโดยสารนั้น อาจเกิดได้จาก

- มีตารางเวลาที่ทันสมัยผ่านออกทางจอมอนิเตอร์มากกว่าที่จะเป็นกระดาษแปะไว้ที่สถานี
- สามารถรู้เวลาแน่นอนที่รถไฟจะเข้ามายังสถานี พระจอมเกล้าได้
- มีการถ่ายทอดภาพจริงเมื่อรถไฟผ่านจุดสำคัญที่กำลังจะมาถึงยังสถานีพระจอมเกล้า

ทางเลือกเหล่านี้อาจมีผลต่อการตัดสินใจในการโดยสารรถไฟไม่มากก็น้อย

ดังนั้นจากความจำเป็นและเหตุผลต่างเป็นสาเหตุให้เกิดโครงงานที่จะช่วยแจ้งเวลาที่รถไฟจะเข้ามายังสถานีพระจอมเกล้าจริงๆเพื่อให้บุคลากรในสถาบัน ได้รับทราบข้อมูลจากที่ๆตัวเองอยู่

โครงงานชิ้นนี้จึงสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองข้อดังกล่าว โดยจะมีการใช้เซนเซอร์วางไว้ยังจุดที่รถไฟจะมาถึงภายใน 15-20 นาที มีกล้องวิดีโอถ่ายไว้ยังจุดสำคัญคือสถานีก่อนหน้าที่จะมาถึง ซึ่งจะสามารถแจ้งเวลาที่รถไฟจะเข้ามายังสถานีพระจอมเกล้าจริงๆเพื่อให้บุคลากรในสถาบันได้รับทราบข้อมูล และอาจประกอบกิจของตัวเองก่อนและค่อยมาขึ้นรถไฟได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

การจัดทำโครงงานระบบแจ้งรอบรถไฟล่วงหน้านี้นั้นเกิดขึ้นเพื่อมีความประสงค์ให้บุคลากรในสถาบันได้มองเห็นทางเลือกในการโดยสารและไม่ต้องเบื่อหน่ายกับการรอรถไฟในบางรอบเวลาที่ไม่รู้ว่าเมื่อไรจะมา โดยมีการนำระบบเครือข่ายเพื่อช่วยในการกระจายข้อมูลไปยังบุคลากรในสถาบันซึ่งมีจุดประสงค์ของโครงการดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แจ้งเวลาที่รถไฟรอบต่อไปจะเข้ามาจากตารางเวลารถไฟซึ่งจะเป็นเวลาคาดคะเนและเวลาที่รถไฟรอบต่อไปจะมาจากอุปกรณ์เซนเซอร์ไปยังระบบนอกจากนั้นยังจะสามารถส่งข้อมูลวิดีโอสตรีมมิ่งลงของรถไฟที่กำลังจะเข้ามายังสถานีในเครือข่ายได้
2. สามารถรองรับผู้ใช้ที่จะเข้ามาใช้งานระบบได้มากและสามารถรองรับผู้ใช้ได้หลายคน เพราะระบบถูกสร้างขึ้นมาเป็นแบบ Web-Based Application จึงทำให้ระบบที่จัดทำมีความเป็นมาตรฐานที่ผู้ใช้สามารถใช้งานได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหลากหลายแพลตฟอร์ม
3. มีความเป็นมาตรฐานเนื่องจากเทคโนโลยีแบบ Web-Based ทำให้ระบบนั้นมีความยืดหยุ่นในด้านต่างๆดังนี้

   ด้านสถานที่ ในระบบนี้จะมีลักษณะเป็นแบบ OA(Office Automation) คือผู้ใช้สามารถใช้งานระบบนี้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ใดๆภายในวงแลนเดียวกันได้

   ด้านการขยายตัว ระบบที่สร้างขึ้นสามารถรองรับการต่อยอดขึ้นได้ในอนาคต ซึ่งอาจจะเพิ่มในส่วนของ WAP เพื่อแสดงผลออกทางมือถือและ PDA ทั่วไป หรืออาจจะมีการพัฒนาระบบเซนเซอร์ที่แม่นยำกว่านี้

   ด้านการจัดเก็บข้อมูล เนื่องจากระบบที่ทำการพัฒนาจะมีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลเพื่อนำมาใช้เก็บข้อมูลตารางรถไฟ เวลาที่รถไฟมาย้อนหลัง ชนิดของรถไฟ ชื่อขบวน ราคาตั๋วต่อสถานีปลายทางซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเก็บลงในฐานข้อมูลที่ง่ายต่อความเข้าใจ และมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน

**1.3 ขอบเขตของโครงการ**

ระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นนั้นถูกสร้างขึ้นเพื่อรองรับการใช้การในสถานีพระจอมเกล้าเท่านั้น แต่อุปกรณ์เซนเซอร์จะไม่ถูกจำกัดตายตัวเนื่องจากสามารถแก้ไขข้อมูลได้ โดยลักษณะการทำงานของระบบจะครอบคลุมการทำงานในส่วนต่างๆดังนี้

- เซนเซอร์ทำการรับค่าจากจุดตรวจสอบส่งไปยัง Server
- อุปกรณ์ Camera ทำการถ่ายทอดภาพจากสถานีก่อนหน้าสถานีพระจอมเกล้าไปยัง Server
- Server ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับมาและส่งออกทาง Web
- Server เก็บข้อมูลต่างๆลงในฐานข้อมูล
- Server ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางเพื่อให้ผู้ใช้ได้เข้ามาดูข้อมูลต่างๆ

**1.4 เครื่องมือที่ใช้การในออกแบบระบบ**

รายละเอียดการเตรียมอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์

1.อุปกรณ์เซนเซอร์

2.อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณระยะไกล

3.อุปกรณ์ Web Camera

4.Wireless Router /w Directional Antenna

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.เครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะเป็น Server มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีประสิทธิภาพอย่างน้อยเทียบเท่า Pentium III 600 MHz
- หน่วยความจำหลัก(RAM) ความจุอย่างน้อย 128 MB
- หน่วยความจำสำรอง (Harddisk) ความจุอย่างน้อย 1.2 GB

6.เครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะเป็น Client มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีประสิทธิภาพอย่างน้อยเทียบเท่า Pentium II 350 MHz
- หน่วยความจำหลัก(RAM) ความจุอย่างน้อย 64 MB
- หน่วยความจำสำรอง (Harddisk) ความจุอย่างน้อย 1.2 GB

รายละเอียดการเตรียมอุปกรณ์ทางซอร์ฟแวร์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะเป็น Server มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

   Operating System อย่างน้อยควรใช้ Windows XP Service pack 2

   Web Server อย่างน้อยควรใช้ Apache Web Server 2.2.3

   DBMS อย่างน้อยควรใช้ MySQL 5.0.24a

   Server Side Script อย่างน้อยควรใช้ PHP Script language 5.1.6

   Video Broadcast อย่างน้อยควรใช้ Windows Media Encoder 9.0

   โปรแกรม receiver.exe,ชุดโปรแกรม Web-Based Application ของโครงงาน

2. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะเป็น Client มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

   Operating System อย่างน้อยควรใช้ Windows XP

   Browser อย่างน้อยควรใช้ Internet Explorer 6.0 ที่มี windows media player

จากความเป็นมาของโครงการ วัตถุประสงค์ ขอบเขตของโครงการรวมทั้งรายละเอียดต่างๆ ทำให้การพัฒนาโครงการเป็นไปอย่างมีทิศทาง มีระเบียบแบบแผนและเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นผลทำให้การพัฒนาระบบงานบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการพัฒนาจริงอาจทีการปรับเปลี่ยนในรายละเอียดบ้างเพื่อความเหมาะสม และความสะดวกในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่2

# ทฤษฎีและหลักการ

## 2.1 เลเซอร์ไดโอด(Laser Diode)

เลเซอร์จะมีหลายชนิดมีเลเซอร์ของแข็งและเลเซอร์ของเหลว เลเซอร์ที่ใช้ LED ก็เป็นเลเซอร์ไดโอดหรือเลเซอร์สารกึ่งตัวนำ(Semiconductor laser) LASER ย่อมาจาก Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation คือ การขยายแสงจากการกระตุ้นการปล่อย

### 2.1.1 แสงเลเซอร์

คืออิเลคตรอนที่หมุนอยู่ในวงรอบนอกสุดของอะตอม เมื่อได้รับพลังงานจากภายนอก เช่น ความร้อนหรือสนามไฟฟ้าจะทำให้อิเลคตรอนหลุดออกจากวงโคจรไปอยู่ในวงรอบนอกถัดออกไปอีกที ในสภาพที่ไม่มีเสถียรภาพเช่นนี้ เมื่ออิเลคตรอนกลับมาอยู่ในวงโคจรในวงรอบเดิม ก็จะปล่อย พลังงานออกมา พลังงานนี้คือแสงที่เราเห็น ทั่วไปแสงจะเป็นคลื่นที่มีความยาวคลื่นสั้นและมีทิศทางกระจาย ไปรอบทิศสำหรับการกำเนิดแสงเลเซอร์แตกต่างไป คือ อิเล็กตรอนของอะตอมบางชนิด เมื่อถูกพลังงานเช่นแสงหรือพลังงานไฟฟ้าปั๊มออกไปอยู่ในวงรอบ ในขณะนี้ถ้าถูกแสงที่มีความถี่ขนาดหนึ่งจะเกิดการออสซิสเลตเข้าจังหวะกับความถี่ของแสงนั้น และอิเล็คตรอนกลับมาอยู่ในวงจรเดิมปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Stimulated Emission of Radiation แสงที่เกิดจากปรากฏการณ์นี้จะมีทิศทางเดียว มีเฟสเดียวกัน เป็นแสงที่เป็น Coherent แสงนี้เราเรียกว่าแสงเลเซอร์ เมื่อใช้กระจกสะท้อนแสงที่ปล่อยออกมานี้เข้าไปในสารอีกครั้ง ก็กระตุ้นให้เกิดแสงขึ้นมาอีกในลักษณะนี้เรื่อยไปทำให้เกิดการออสซิสเลต จึงเกิดการขยายแสงขึ้น เมื่อให้แสงนี้ทะลุผ่านกระจกด้านหนึ่งออกมา ก็จะได้แสงเลเซอร์ออกมาใช้งานภายนอกได้

### 2.1.2 โครงสร้างและการทำงานของเลเซอร์ไดโอด (Laser Diode)

เลเซอร์ มีหลายชนิดตามขบวนการในการกำเนิดแสงเลเซอร์ที่ใช้ในการตัดโลหะ หรือเซรามิก คือ แยคเลเซอร์(Yak laser)เลเซอร์ที่ใช้ในทางการผ่าตัดทางการแพทย์คือ คาร์บอนไดออกไซด์เลเซอร์ (CO2 laser) เลเซอร์ที่ใช้ในการวัดคือฮีเลียมนีออนเลเซอร์(He/Ne laser) เลเซอร์ที่ใช้ในคอมแพคดิสก์และวีดิโอดิสก์คือ เลเซอร์ไดโอดตัวเล็กๆ เลเซอร์ไดโอดก็เหมือนไดโอดทั่วๆไปซึ่งมีอยู่หลายชนิด มีโครงสร้างแตกต่างกันไป ในที่นี้จะกล่าวถึงชนิดที่มีโครงสร้างแบบ Double hetero-structure ซึ่งเป็นชนิดที่รู้จักกันดี คำว่า Hetero หมายถึง ต่างชนิด รอยต่อ hetero จึงเป็นรอยต่อที่เกิดจากผลึกต่างชนิดกันมาต่อรอยต่อนี้มี 2 ชั้นจึงเรียกว่า Double hetero-function

เมื่อใช้แรงดันคร่อมไดโอดจะมีอิเลคตรอนและโฮลถูกฉีดเข้ามาในชั้นตรงกลาง อิเลคตรอนและโฮลเหล่านี้จะถูกปิดล้อมอยู่ในชั้นนี้ จึงเกิดการรวมตัวกันและเกิดแสง ชั้น GaAs ซึ่งเป็นชั้นที่ถูกซ้อนพับนี้เป็นชั้นแอคทีฟ(Active layer) เมื่อเทียบกับชั้น GaAlAs ซึ่งอยู่ด้านบนและด้านล่าง แล้วชั้นแอคทีฟนี้จะมีดัชนีหักเหน้อยกว่า แสงจึงไม่สามารทะลุผ่านชั้นแอคทีฟนี้ออกมาได้ เปรียบเหมือนกับการส่องไฟจากใต้น้ำขึ้นมาบนผิวน้ำแสงไม่สามารถทะลุขึ้นมาจากผิวน้ำได้แต่จะสะท้อนกลับลงไปในน้ำทั้งหมดอีกทีหนึ่ง แสงในชั้นแอคทีฟจะไม่สามารถทะลุไปชั้นบนได้แต่จะวิ่งออกด้านข้างเท่านั้น

เอกสารนี้ถูกสงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อแสงวิ่งออกมาถึงปลายที่ผนัง ซึ่งลักษณะเป็นผนังเปิดของผลึกที่เกิดจากการตัดผลึกทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนได้ดี แสงจึงสะท้อนกลับและสะท้อนที่ผนังอีกปลายหนึ่งในระหว่างทางถูกขยายเพิ่มจำนวนแสงมากขึ้น จึงกลายเป็นลำแสงเลเซอร์ขนาดเล็กไป

ผนังปลายด้านหนึ่ง ถ้าทำเป็นผนังที่กึ่งผ่านแสงได้จะสามารถนำแสงเลเซอร์ออกมาภายนอกได้โดยทั่วไป ภายในเลเซอร์ไดโอดชนิดนี้จะมีซิลิคอนไดโอด(Silicon Photo Diode) อยู่ภายในด้วยโฟโตไดโอดตัวนี้จะทำหน้าที่รับแสงเลเซอร์ที่ปล่อยออกมาเพื่อให้ได้เอาท์พุตสำหรับนำไปป้อนกลับให้ วงจรควบคุมกระแสไม่ให้เลเซอร์ไดโอดใช้กระแสมากเกินไปทำให้การกำเนิดแสงเลเซอร์มีเสถียรภาพมากขึ้น

เลเซอร์ไดโอดที่ใช้ GaAlAs นี้ จะให้แสงที่มีความยาวคลื่น 0.78 um เป็นแสงที่แทบมองไม่เห็น ใช้เป็นหัวอ่านของเครื่องเล่น CD

นอกจากนั้นเลเซอร์ชนิดนี้ยังใช้ในเครื่องอ่านบาร์โคด(Bar Code)ที่เราเห็นตามห้างสรรพสินค้าจะเป็นเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่น 0.67 um ตัวไดโอดทำจาก InGaAlP จะให้แสงสีแดงที่เรามองด้วยตาเห็น เลเซอร์ชนิดนี้ยังนำมาใช้เป็นตัวชี้กระดาน หรือภาพสไลดอีกด้วย

เลเซอร์ที่ใช้ในการสื่อสารด้วยเส้นใยนำแสง จะเป็นเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่น 1.3 um ตัวไดโอดทำจาก InGaAsP

จะเห็นว่าเมื่อแรงดันไฟที่คร่อมตัวไดโอดมีขนาดเล็กกระแสจะไหลน้อย แต่ค่าแรงดันมีขนาดใหญ่เกินกว่าขนาดหนึ่งแล้วกระแสจะไหลมากทันทีและจะปล่อยแสงเลเซอร์ออกมา

กระแสจะไหลอย่างรวดเร็วถ้ากระแสมากเกินไปจนเกินขอบเขตที่กำหนดไว้จะทำให้ไดโอดเสียหายได้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องใช้โฟโตไดโอดในการรับแสงเลเซอร์ เพื่อป้อนกลับสัญญาณไปควบคุมกระแสของเลเซอร์อีกทีหนึ่ง

**2.2 LDR ตัวต้านทานไวแสง**

รูปที่ 2.1 LDR ตัวต้านทานไวแสง

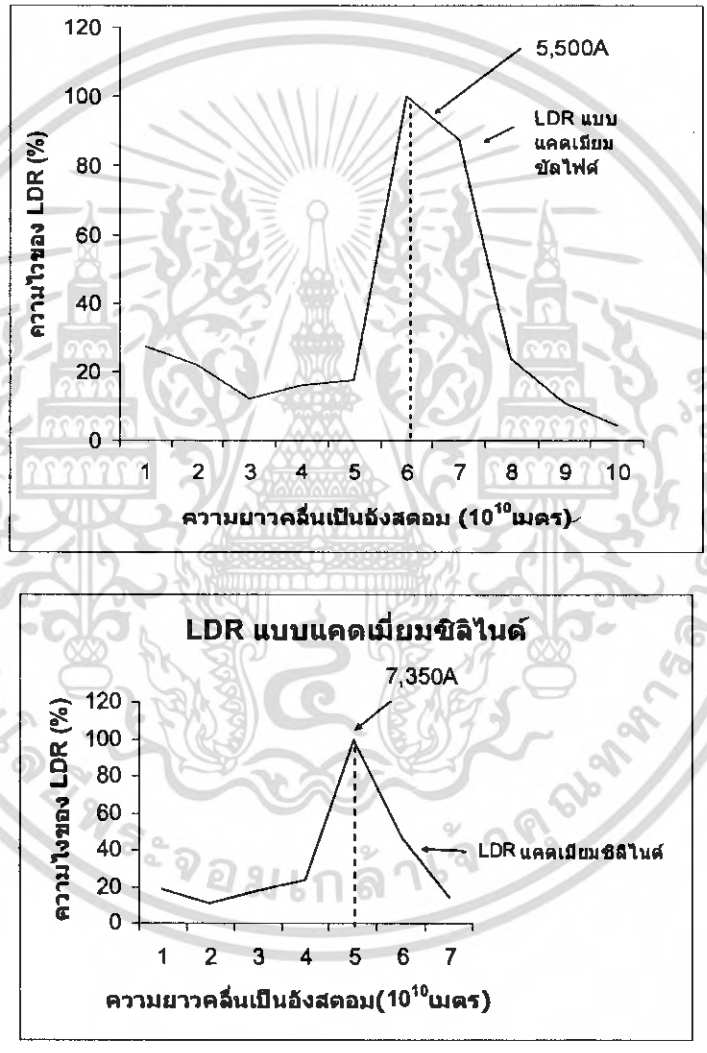
ในอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ประเภทไวต่อแสง หรือ เปลี่ยนแปลงการทำงานของตัวมันเองตามปริมาณของแสง มีอยู่หลาย อย่าง ตั้งแต่ LDR ( light dependent resistor ) โฟโตโวลตาอิกเซล ( photovoltaic cell ) ซึ่งจ่ายแรงดันออกมา ได้เมื่อได้รับแสง , โฟโต้ไดโอด ( photodiode ) โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (phototransistor ) ไปจนถึงเอสซีอาร์ ที่ทำงานด้วยแสง ( LASCR - light activated sillicon controlled rectifier ) ซึ่งใช้หลักการของสารกึ่งตัวนำทั้งนั้น อุปกรณ์ ประเภทนี้ที่มีโครงสร้าง และ ลักษณะการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง่ายที่สุดก็เห็นจะได้แก่ LDR เพราะไม่ได้ใช้หลักการของรอยต่อ พี - เอ็น เหมือนกันแบบอื่นๆ ที่ได้ กล่าวมาแล้วเลย

**2.2.1 สมบัติทางแสง**

การทำงานของ LDR ก็ง่ายๆ เพราะว่ามันเป็นสารกึ่งตัวนำ เวลามีแสงตกกระทบลงไปก็จะถ่ายทอดพลังงาน ให้กับสารที่ฉาบอยู่ ทำให้เกิดโฮลกับอิเล็กตรอนวิ่งกันพล่าน การที่มีโฮล กับอิเล็กตรอนอิสระนี้มากก็เท่ากับ ความต้านทานลดลงนั่นเอง ยิ่งความเข้มของแสงที่ตกกระทบมากเท่าไร ความต้านทานก็ยิ่งลดลงมากเท่านั้น




รูปที่ 2.2 ตัวอย่างกราฟแสดงความไวต่อแสงความถี่ต่าง ๆ ของ LDR ทั้ง 2 แบบ เมื่อเทียบกับความไวของตาคน

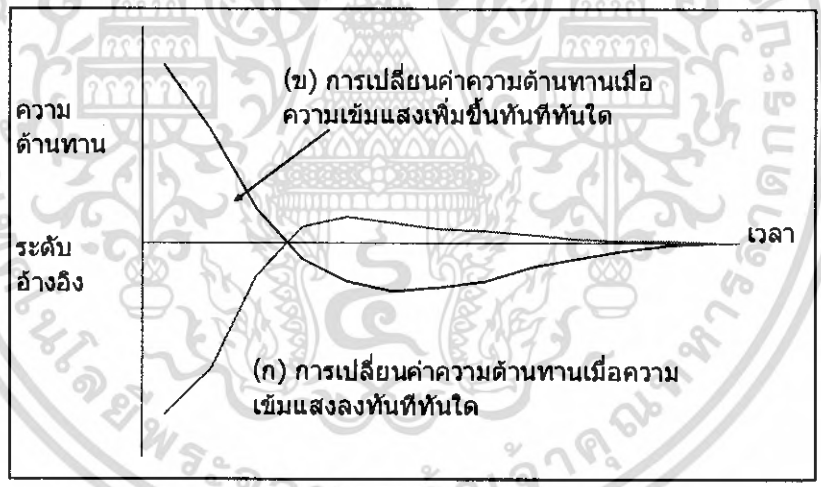
ในส่วนที่ว่าแสงตกกระทบนั้น มิใช่ว่าจะเป็นแสงอะไรก็ได้ เฉพาะแสงในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 4,000 อังสตรอม ( 1 อังสตรอม เท่ากับ $10^{-10}$ เมตร ) ถึงประมาณ 10,000 อังสตรอมเท่านั้นที่จะใช้ได้ ( สายตาคนจะเห็นได้ ในช่วงประมาณ 4,000 อังสตรอม ถึง 7,000 อังสตรอม ) ซึ่งคิดแล้วก็เป็นช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นเพียงแคบ ๆ เมื่อเทียบกับการทำงาน ของอุปกรณ์ไวแสง ประเภทอื่น ๆ แต่ถึงอย่างไรแสงในช่วงคลื่นนี้ ก็มีอยู่ในแสงอาทิตย์ แสงจากหลอดไฟแบบไส้และแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วย หรือ ถ้าจะคิดถึงความยาวคลื่น ที่ LDR จะตอบสนองไวที่สุดแล้ว ก็มีอยู่หลายความยาวคลื่น โดยทั่วไป LDR ที่ทำจากแคดเมียมซัลไฟด์ จะไวต่อแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วง 5,000 กว่า อังสตรอม ซึ่งเราจะเห็นเป็นสีเขียว ไปจนถึงสีเหลือง สำหรับบางตัวแล้วความยาวคลื่นที่ไวที่สุดของมันใกล้เคียงกับความยาวคลื่นที่ไวที่สุดของตาคนมาก ( ตาคนไวต่อความยาวคลื่น ประมาณ 5,550 อังสตรอม ) จึงมักจะใช้ทำเป็นเครื่องวัดแสง ในกล้องถ่ายรูป ถ้า LDR ทำจากแคดเมียมซีลิไนด์ก็จะไวต่อความยาวคลื่นในช่วง 7,000 กว่าอังสตรอม ซึ่งไปอยู่ในช่วงอินฟราเรดแล้ว

### 2.2.2 ผลตอบสนองทางไฟฟ้า

อัตราส่วนระหว่างความต้านทานของ LDR ในขณะที่ไม่มีแสงกับขณะที่มีแสง อาจจะเป็นได้ตั้งแต่ 100 เท่า 1,000 เท่า หรือ 10,000 เท่า แล้วแต่รุ่น แต่โดยทั่วไปแล้วค่าความต้านทานในขณะที่ไม่มีแสงจะอยู่ในช่วง ประมาณ 0.5 $M\Omega$ ขึ้นไป ในที่มืดสนิทอาจขึ้นไปได้มากกว่า 2 $M\Omega$ และ ในขณะที่มีแสงจะเป็นประมาณ 10 - 20 $k\Omega$ ลง ไป อาจจะเหลือเพียงไม่กี่โอห์ม หรือ ไม่ถึงโอห์มก็ได้ ทนแรงดันสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 100 V และ กำลังสูญเสีย อย่างต่ำประมาณ 50 mW




รูปที่ 2.3 ผลของการเปลี่ยนความเข้มแสงในทันทีทันใดกับ LDR

นอกเหนือจากลักษณะสมบัติต่างๆ เหล่านี้แล้วยังมีอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญ คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากความเข้มแสดงการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ซึ่งจะดูตัวอย่างได้ในรูปที่ 2.3 ถ้า LDR ได้รับแสงที่มีความเข้มสูงดังเส้น ( ก ) ความต้านทานจะมีค่าต่ำ และ ในทันทีที่ความเข้มของแสงถูกลดลงหลือเพียงระดับอ้างอิง ความต้านทานก็จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นไปจนถึงค่าความต้านทาน ที่มันควรจะเป็นในระดับอ้างอิง แต่แทนที่มันจะไปหยุดอยู่ระดับอ้างอิงมันกลับเพิ่มเลยขึ้นไปอีกแล้วจึงจะลดลงมาอยู่ในระดับ อ้างอิง เหมือนกับว่า เบรกมันไม่ค่อยดี และ ในทำนองเดียวกันถ้า เก็บมันไว้ในที่ความเข้มแสงน้อยๆ แล้วเปลี่ยนความเข้มเป็นระดับ อ้างอิงทันที ดังในเส้น (ข ) ความต้านทานก็จะลด เลยต่ำลงมาจากระดับอ้างอิงแล้วจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นไปใหม่ ยิ่งความเข้มของแสงเท่ากัน LDR แบบแคดเมียมซีนิไนด์ จะใช้เวลา ในการเข้าสู่สภาวะที่มันควรจะเป็นน้อยกว่าแบบแคดเมียมซัลไฟต์ แต่ก็จะวิ่งเลยไปไกลกว่าด้วยและอีกอย่างหนึ่ง ความเร็วในการเปลี่ยนระดับความต้านทานจากค่าหนึ่งไปอีกค่าหนึ่งช้ามาก ซึ่งจะอยู่ในช่วงของมิลลิวินาทีหรือ บางทีก็เป็นวินาที เลย จึงทำให้ LDR ใช้ได้ กับงานความถี่ต่ำๆ เท่านั้น

**2.3.ระบบเครือข่าย (Data Communication)**

**2.3.1ชนิดของสัญญาณอิเลกทรอนิกส์**

สัญญาณอิเลกทรอนิกส์ที่ใช้ในการสื่อสารสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

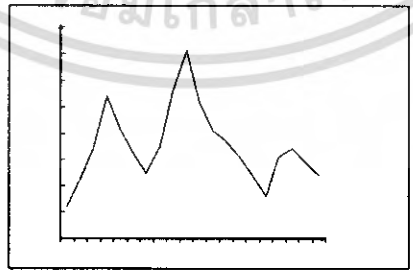
- สัญญาณแอนะล็อก (Analog)
- สัญญาณดิจิตอล (Digital)

สัญญาณแอนะล็อกได้แก่สัญญาณเสียง และสัญญาณในธรรมชาติทั้งหมด

ปัญหาที่สำคัญของสัญญาณ แอนะล็อกก็คือเรื่องสัญญาณรบกวน ซึ่งในบางครั้งอาจทำให้ระบบไม่สามารถใช้งานได้เลย ดังนั้นจึงมีการนำสัญญาณดิจิตอลเข้ามาแทนที่

**2.3.1.1 สัญญาณแบบแอนะล็อก (Analog Signal)**

- จะเป็นสัญญาณแบบต่อเนื่อง
- ทุกๆ ค่า ที่เปลี่ยนแปลงไปของระดับสัญญาณจะมีความหมายที่แตกต่างกัน
- การส่งสัญญาณแบบนี้จะถูกรบกวนให้มีการแปลความหมายผิดพลาดได้ง่าย เนื่องจากค่าทุกค่าถูกนำมาใช้งาน
- สัญญาณแบบแอนะล็อกนี้จะเป็นสัญญาณที่สื่อกลางในการสื่อสารส่วนมากใช้อยู่เช่นสัญญาณเสียงในสายโทรศัพท์ เป็นต้น

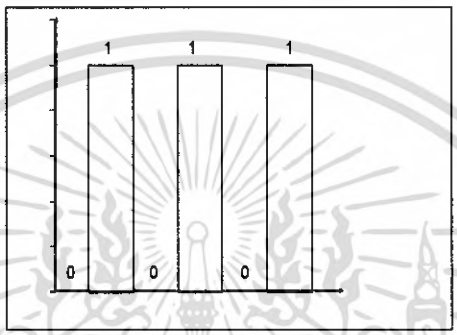


**รูปที่ 2.4 สัญญาณแบบอะนาล็อก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3.1.2 สัญญาณแบบดิจิตอล (Digital Signal)**

- จะประกอบขึ้นจากระดับสัญญาณเพียง 2 ค่าคือ สัญญาณระดับสูงสุด และสัญญาณระดับต่ำสุด
- มีประสิทธิภาพ และความน่าเชื่อถือสูงกว่าแบบอนาลอกเนื่องจากมีการใช้งานค่าสองค่า เพื่อนำมาตีความหมายเป็น on/off หรือ0/1 เท่านั้น
- เป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการติดต่อสื่อสาร




รูปที่ 2.5 สัญญาณแบบดิจิตอล

รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการส่งรหัส ASCII จากคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องพิมพ์

**2.3.2 ระบบสื่อสารแอนะล็อก**

การสื่อสารแอนะล็อกเป็นระบบที่ออกแบบให้ส่งข้อมูลสัญญาณแอนะล็อก เช่น สัญญาณเสียง แต่ได้มีการพัฒนาจนประยุกต์ให้สามารถส่งข่าวสารได้ด้วยในปัจจุบัน ปัญหาสำคัญสำหรับการสื่อสารแอนะล็อกก็คือเรื่องสัญญาณรบกวน

แต่เนื่องจากสัญญาณในธรรมชาติทั้งหมดเป็นสัญญาณแอนะล็อก จึงยังคงเห็นการพัฒนาของการสื่อสารแบบแอนะล็อกในปัจจุบัน เช่น

- การมอดูเลตแอมพลิจูด (Amplitude Modulation หรือ AM)
- การมอดูเลตความถี่ (Frequency Modulation หรือ FM )

**2.3.2.1 การมอดูเลต (Modulation)**

การมอดูเลต (Modulation) เป็นการผสมสัญญาณของข้อมูลเข้าไปกับสัญญาณอีกสัญญาณหนึ่ง เรียกว่า คลื่นพาห์ (carrier) ซึ่งสัญญาณนี้มีความถี่ที่เหมาะกับช่องสัญญาณนั้นๆ เพื่อให้ข้อมูลที่ส่งเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่องสัญญาณเดินทางได้ไกลมากขึ้น การเลือกวิธีมอดูเลตขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ชนิดของสัญญาณ แบนด์วิดท์ ประสิทธิภาพของระบบที่ต้องการ และความต้านทานต่อสัญญาณรบกวน เป็นต้น รูปแบบของการสื่อสารในการรับส่งสัญญาณ แสดงรูปแบบของการสื่อสารในการรับส่งสัญญาณอย่างง่าย โดยคลื่นพาห์ผสมสัญญาณข้อมูลที่ตัวมอดูเลต (Modulator) แล้วส่งไปที่เครื่องส่ง จากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับจะเป็นช่องสัญญาณสำหรับลำเลียงสัญญาณผสมนี้ สัญญาณผสมจากเครื่องรับจะไปเข้าตัวดีมอดูเลต (Demodulate) เพื่อแยกสัญญาณข้อมูลออกมา

จะขอแนะนำการมอดูเลตที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน 3 วิธีได้แก่

1. การมอดูเลตแอมพลิจูด (Amplitude Modulation หรือ AM) วิธีนี้แอมพลิจูดของคลื่นพาห์จะปลี่ยนแปลงตามสัญญาณของข้อมูลที่เข้ามา การมอดูเลตแบบ AM เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการมอดูเลต แต่คุณภาพของสัญญาณไม่ดี มีความต้านทานสัญญาณรบกวนต่ำ เหมาะกับข้อมูลที่ไม่ต้องการคุณภาพมากนัก เช่น สัญญาณเสียงเป็นต้น
2. การมอดูเลตความถี่ (Frequency Modulation หรือ FM ) วิธีการนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นพาห์ตามสัญญาณของข้อมูลที่เข้ามา การมอดูเลตแบบความถี่ ให้คุณภาพที่ดีกว่าการมอดูเลต แบบแอมพลิจูดแต่ระบบจะซับซ้อนกว่า
3. การมอดูเลตเฟส (Phase Modulation หรือ PM) เป็นการมอดูเลตที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงเฟสของคลื่นพาห์ตามสัญญาณข้อมูลที่เข้ามา ทั้งคุณภาพของสัญญาณและความซับซ้อนไม่ค่อยแตกต่างจากการมอดูเลตแบบความถี่เท่าใดนัก ข้อแตกต่างระหว่างการมอดูเลตแบบความถี่ กับการมอดูเลตแบบเฟส คือ การมอดูเลตแบบเฟสใช้คลื่นพาห์เพียงความถี่เดียว

**2.3.3 ระบบสื่อสารดิจิตอล**

ในยุคที่เริ่มมีการรับส่งข้อมูล ระบบต่างๆ ทำงานแบบแอนะล็อกทั้งหมด ต่อมาเมื่อเทคโนโลยีทางด้านดิจิตอลได้ก้าวหน้าขึ้นมา จึงได้เริ่มมีการนำเทคโนโลยีดิจิตอลเข้าไปทดแทนแบบแอนะล็อกเดิมทั้งการนำไปทดแทนทั้งหมด เช่น สร้างโครงข่ายชนิดใหม่ หรือนำไปทดแทนบางส่วน เช่นโมเด็ม ทั้งนี้เนื่องจากข้อดีของสัญญาณแบบดิจิตอลนั่นเอง เช่น

1. ให้คุณภาพการรับส่งข้อมูลที่เท่ากันหรือดีกว่าแอนะล็อก
2. ง่ายต่อการบำรุงรักษา
3. เพิ่มเติม ปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงความสามารถหรือบริการของระบบได้ง่าย
4. มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูง ทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดี

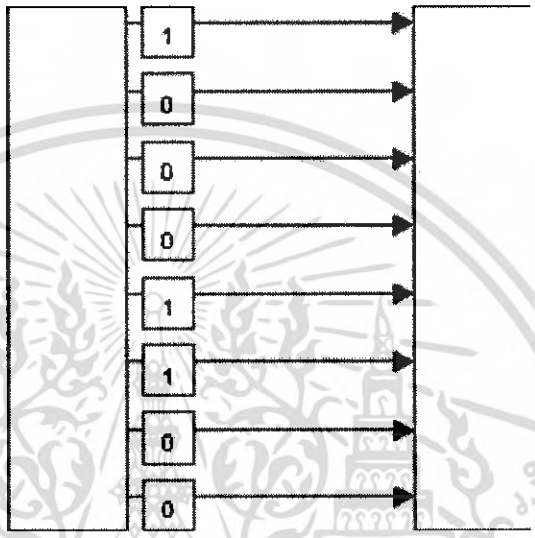
**2.3.3.1 รูปแบบของการส่งผ่านข้อมูล**

รูปแบบของสายส่งสัญญาณสื่อสารอาจประกอบด้วยสายส่งตั้งแต่หนึ่งสายขึ้นไป ซึ่งทำให้เกิดช่องทางการส่ง ข้อมูลได้มากกว่าหนึ่งช่องทาง รูปแบบของการส่งผ่านข้อมูลสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3.3.1.1 การส่งผ่านข้อมูลแบบขนาน (Parallel Transmission)**

ในรูปแบบการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะนี้ทุกบิตที่แทนข้อมูลหนึ่งตัวอักษร จะถูกส่งผ่านไปตามสายส่ง หลายๆ สายขนานกันไป ดังนั้นทุกบิตจะเดินทางถึงผู้รับพร้อมๆ กัน และจำนวนสายส่งเพื่อให้เกิดช่องทางการส่งจะต้องมีจำนวนเท่ากับจำนวนบิตที่เข้ารหัสแทนตัวอักษรในแต่ละระบบ เช่นการส่งผ่านข้อมูลที่เข้ารหัสแบบ ASCII ก็จำเป็นต้องใช้ช่องทางการส่ง 8 ช่องทาง จึงจะทำให้ทุกบิตวิ่งผ่านสายส่งขนานกันไปได้ดังรูป



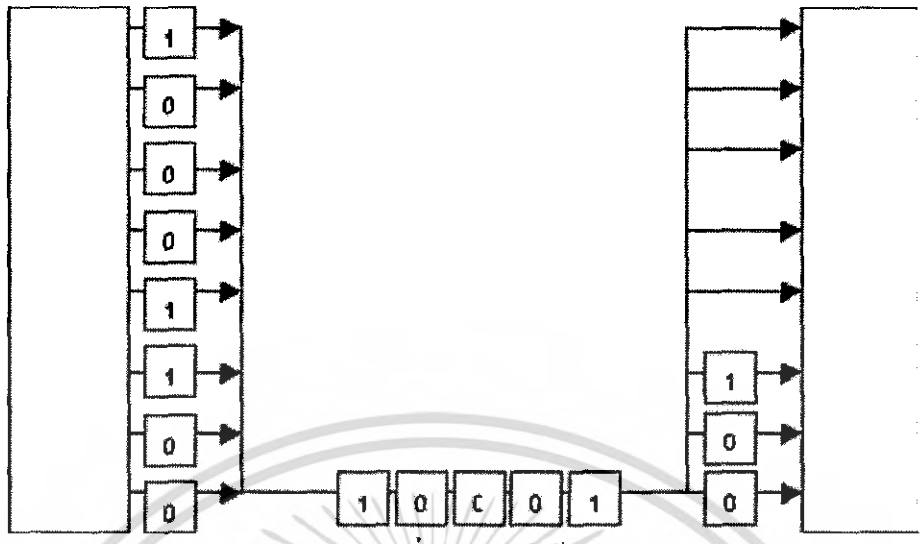

รูปที่ 2.7 การส่งข้อมูลแบบขนาน

จากรูปแสดงให้เห็นว่าทุกบิตที่เข้ารหัสตัวอักษรตัวหนึ่งๆ จะเดินทางขนานกันไป โดยเริ่มจากต้นทางผ่านสายส่งสัญญาณที่มีอยู่ด้วยกัน 8 เส้น ไปยังปลายทาง ดังนั้นปลายทางจะได้รับทุกบิตของตัวอักษรพร้อมๆ กัน การส่งผ่าน ข้อมูลแบบขนานนี้ ส่วนมากจะใช้ในการส่งผ่านข้อมูลในระยะใกล้ อันได้แก่การเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์รอบข้างของมัน เช่น ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์ เพราะสามารถทำได้ด้วยความเร็วสูง และถ้านำไปใช้ในระยะไกลๆ จะต้องเสีย ค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากต้องใช้สายส่งเท่ากับจำนวนบิตที่ใช้เข้ารหัสแทนข้อมูลตัวอักษร

**2. 3.3.1.2 การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission)**

รูปแบบการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะนี้ทุกบิตที่เข้ารหัสแทนข้อมูลหนึ่งตัวอักษรจะถูกส่งผ่านไปตามสายส่งเรียงลำดับกันไปทีละบิตในสายส่งเพียงเส้นเดียว ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.8 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

จากรูปตัวอักษรจะประกอบด้วย 8 บิต เรียงเป็นลำดับ ข้อมูลจะถูกส่งออกมาทีละบิตระหว่างต้นทาง และปลายทาง และปลายทางจะรวบรวมบิตเหล่านี้ทีละบิตจนครบ 8 บิต เป็น 1 ตัวอักษร จะเห็นว่าการส่งข้อมูลแบบนี้จะช้ากว่าแบบขนาน แต่ค่าใช้จ่ายจะถูกกว่าแบบขนาน ซึ่งเหมาะสำหรับการส่งระยะทางไกลๆ

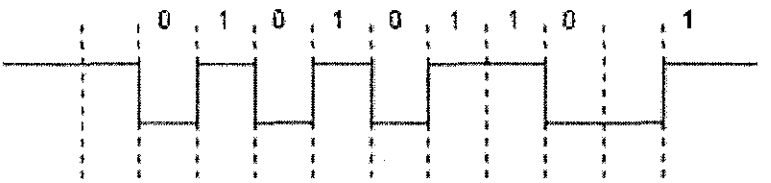
**2.3.4 การสื่อสารแบบอะซิงโคนัส (Asynchronous Transmission) และการสื่อสารแบบซิงโคนัส (Synchronous Transmission)**

โดยทั่วไปแล้วการส่งข้อมูลนั้นจะประกอบไปด้วยกลุ่มของตัวอักษร ดังนั้นในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้จึงเกิดปัญหาขึ้นว่า แล้วต้นทางและปลายทางจะทราบได้อย่างไรว่า จะแบ่งแต่ละตัวอักษรตรงบิตใด จึงเกิดวิธีการสื่อสารข้อมูลขึ้น 2 แบบคือ การสื่อสารแบบอะซิงโคนัส (Asynchronous Transmission) และการสื่อสารแบบซิงโคนัส (Synchronous Transmission)

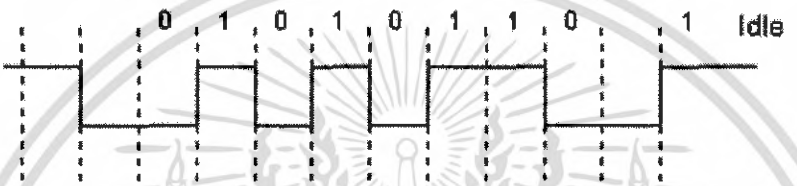
**2.3.4.1 การสื่อสารแบบอะซิงโคนัส(AsynchronousTransmission)**

การสื่อสารแบบอะซิงโคนัส หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็น การสื่อสารแบบระบุจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุด (Start-Stop Transmission) ลักษณะของสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกันจะประกอบไปด้วย บิตเริ่มต้น (start bit) บิตของข้อมูลที่สื่อสาร (transmission data) จำนวน 8 บิต บิตตรวจข้อผิดพลาด (parity bit) และบิตสิ้นสุด (stop bit) สำหรับบิตตรวจสอบข้อผิดพลาดจะใช้หรือไม่ใช้ก็ได้ ดังนั้นสัญญาณจึงต้องประกอบด้วยส่วนประกอบอย่างน้อย 3 ส่วน ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.9 การสื่อสารแบบอะซิงโคนัสที่ไม่ได้ใช้พารีตี้บิต




รูปที่ 2.10 การสื่อสารแบบอะซิงโคนัสที่ใช้พารีตี้บิต

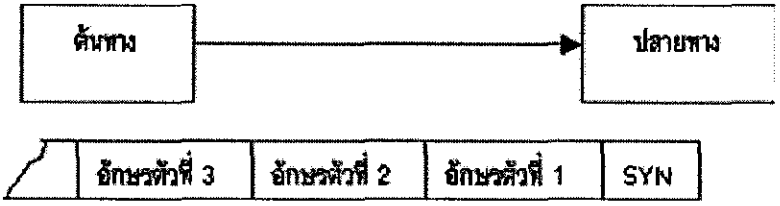
จากรูปจะเห็นว่าขณะที่ไม่มีข้อมูลส่งออกมาสถานะของการส่งจะเป็นแบบว่าง (Idle) ซึ่งจะมีระดับของสัญญาณเป็น 1 ตลอดเวลา เพื่อความแน่ใจว่าปลายทาง หรือฝ่ายรับยังคงติดต่อกับต้นทาง หรือฝ่ายส่งอยู่ เมื่อเริ่มจะส่งข้อมูลสัญญาณของอะซิงโคนัสจะเป็น 0 หนึ่งช่วงสัญญาณนาฬิกา ซึ่งบิตนี้เราเรียกว่าบิตเริ่มต้น ตามหลังของบิตเริ่มต้นจะเป็นบิตข้อมูลสำหรับ 1 ตัวอักษร ตามหลังบิตข้อมูลก็จะเป็นบิตตรวจข้อผิดพลาด แล้วจะตามด้วยบิตสิ้นสุด ถ้าไม่ใช่บิตตรวจข้อผิดพลาด ตามหลังบิตข้อมูลก็จะเป็นบิตสิ้นสุดเลย หลังจากนั้นถ้าไม่มีข้อมูลส่งออกมาสัญญาณจะกลับไปอยู่ที่สถานะแบบว่างอีก เพื่อรอการส่งข้อมูลต่อไป

จะเห็นว่าการสื่อสารแบบอะซิงโคนัสนี้ มีลักษณะเป็นไปทีละตัวอักษร และสัญญาณที่ส่งออกมามีบางส่วนเป็นบิตเริ่มต้น บิตสิ้นสุด และบิตตรวจข้อผิดพลาด ทำให้ความเร็วในการส่งข้อมูลต่อวินาทีน้อยลงไป เนื่องจากต้อง สูญเสียช่องทางการสื่อสารให้กับ บิตเริ่มต้น บิตสิ้นสุด และบิตตรวจข้อผิดพลาด (ถ้ามีใช้)ตลอดเวลาการสื่อสารแบบอะซิงโคนัสนี้มักใช้ในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์รอบข้าง

**2.3.4.1.2 การสื่อสารแบบซิงโคนัส (Synchronous Transmission)**

การสื่อสารแบบซิงโคนัส จะทำการจัดกลุ่มของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ และทำการส่งข้อมูลทั้งกลุ่มไปพร้อมกันในทีเดียว เราเรียกกลุ่มของข้อมูลนี้ว่า บล็อกของข้อมูล (Block of Data) ซึ่งตัวอักษรตัวแรก และตัวถัดไปที่อยู่ในบล็อกเดียวกันจะไม่มีอะไรมาคั่นเหมือนอย่างแบบอะซิงโคนัส ที่ต้องใช้บิตเริ่มต้น และบิตสิ้นสุดคั่นทุกๆ ตัวอักษร แต่จะมีข้อมูลเริ่มต้นซึ่งเป็นลักษณะของบิตพิเศษที่ส่งมาเพื่อให้รู้ว่านั้นคือจุดเริ่มต้นของกลุ่มตัวอักษรที่กำลังส่งเรียงกันเข้ามา เช่น อักขระซิง (SYN character) โดยที่อักขระซิงมีรูปแบบบิต คือ 00010110 ตัวอย่างของการส่งแสดงได้ดังรูป

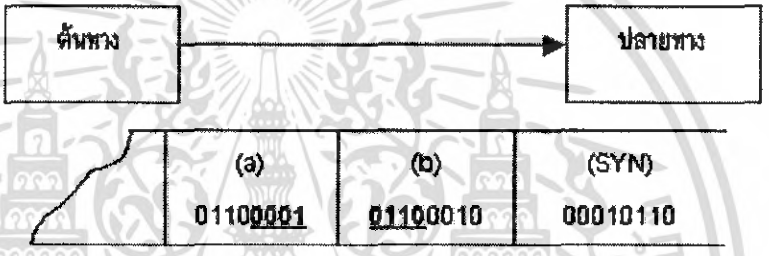
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.11 รูปแบบบิต 00010110

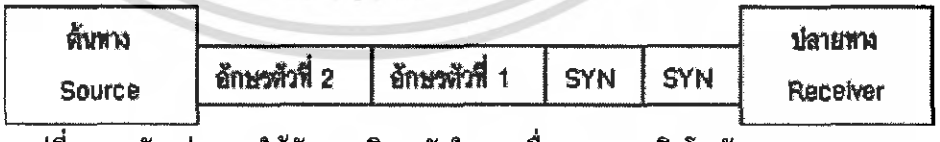
จากรูปเมื่อปลายทางตรวจพบอักขระซิง หรือ 00010110 แล้วจะทราบได้ทันทีว่าบิตที่ตามมาคือบิตตัวอักษรแต่ละตัว แต่การใช้อักขระซิงเพียงตัวเดียวอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ เช่น ถ้าเราส่งตัวอักษร b และตัวอักษร a ติดต่อกันไป ซึ่งตัว

อักษร b มีรูปแบบบิตคือ 01100010 และตัวอักษร a มีรูปแบบบิตคือ 01100001 การส่งจะแสดงได้ดังรูป



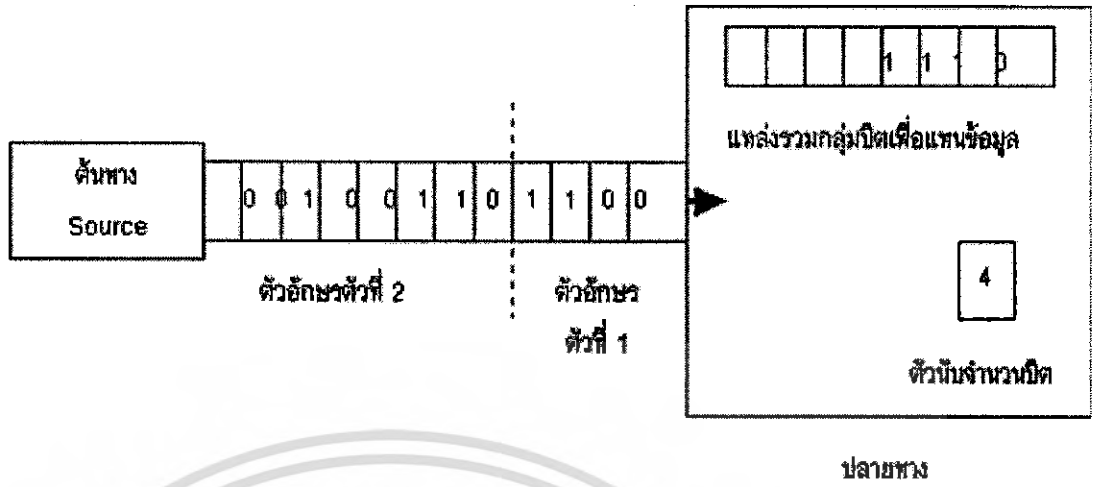

รูปที่ 2.12 รูปแบบบิต 01100001

จะเห็นว่าเครื่องปลายทางจะตรวจพบอักขระซิงระหว่างบิตของตัวอักษร b และตัวอักษร a ทำให้เข้าใจว่าบิตต่อไปจะเป็นบิตของกลุ่มข้อมูล ซึ่งจะทำให้การรับข้อมูลนั้นเกิดผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นจึงแก้ปัญหาด้วยการใช้อักขระซิง 2 ตัวต่อกันเป็นลักษณะของบิตพิเศษที่บอกให้ทราบว่าเป็นจุดเริ่มต้นบิตของกลุ่มข้อมูล ตัวอย่างของการใช้อักขระซิง 2 ตัวในการสื่อสารแบบซิงโคนัส และการตัดแถวของบิตข้อมูลออกเป็นกลุ่มทีละ 8 บิต เพื่อแทนข้อมูลแสดงได้ดังรูป




รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการใช้อักขระซิง 2 ตัวในการสื่อสารแบบซิงโคนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.14 แสดงการตัดแถวของบิตออกเป็นกลุ่มๆ ละ 8 บิต

การสื่อสารแบบซิงโคนัสนี้มักใช้ในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์

**2.3.5 ประสิทธิภาพของการส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโคนัส และแบบซิงโคนัส**

รูปที่ 2.15 การส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโคนัส

จากรูปที่ 2.13 แสดงให้เห็นว่าการส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโคนัส นั้นส่วนมากแล้วตลอดทางของสายส่งจะใช้ส่งผ่านข้อมูลเต็มตลอดทั้งสาย ส่วนรูปที่ 2.15 แสดงให้เห็นว่าการส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโคนัสนั้นสายส่งจะขาดความต่อเนื่องของสัญญาณข้อมูลที่ส่งผ่าน หรือถ้ามีสัญญาณข้อมูลที่ส่งผ่านต่อเนื่องกันเต็มตลอดทั้งสายแล้ว ก็จะสูญเสียช่องทางในการส่งไปกับการส่งบิตเริ่มต้น และบิตสิ้นสุดของแต่ละตัวอักษร

ตัวอย่างเช่น กรณีที่ส่งผ่านข้อมูลที่อยู่ในรูปของรหัส ASCII ซึ่งตัวอักษรหนึ่งตัวถูกแทนด้วย 8 บิต ถ้ามีการส่งกลุ่มของข้อมูล 240 ตัวอักษร ในกรณีการส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโคนัสมีการใช้ตัวอักขระซิง 3 ตัว และการส่งผ่าน ข้อมูลแบบอะซิงโคนัสไม่มีการใช้บิตตรวจข้อผิดพลาด ดังนั้นเราสามารถคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างการส่งข้อมูลได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิตทั้งหมดของตัวอักษรที่ส่งจะได้

240 ตัวอักษร x 8 บิต/ตัวอักษร = 1920 บิต

**2.3.5.1 แบบซิงโคนัส**

บิตของตัวอักขระซิงที่ใช้จะได้ SYN 3 ตัว เท่ากับ 3 x 8 บิต = 24 บิต
ผลรวมของบิตที่ต้องส่งทั้งหมด = 1920 + 24 = 1944 บิต
อัตราส่วนระหว่างการส่งข้อมูลที่ต้องส่งจริง กับจำนวนบิตทั้งหมดที่จำเป็นต้องส่งคือ
1920 หารด้วย 1944 จะได้ประมาณ 99 %

**2.3.5.2 แบบอะซิงโคนัส**

บิตเริ่มต้น และบิตสิ้นสุดที่ใช้จะได้ 2 x 240 = 480 บิต
ผลรวมของบิตที่ต้องส่งทั้งหมด = 1920 + 480 = 2400 บิต
อัตราส่วนระหว่างการส่งข้อมูลที่ต้องส่งจริง กับจำนวนบิตทั้งหมดที่จำเป็นต้องส่งคือ
1920 หารด้วย 2400 จะได้ประมาณ 80 %

**2.3.6 การใช้บิตตรวจข้อผิดพลาด**

บิตตรวจข้อผิดพลาด หรือพารีตี้บิต จะเป็นบิตที่ใช้เพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ส่ง ซึ่งมีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ การตรวจสอบจำนวนคี่ (odd parity) และการตรวจสอบจำนวนคู่ (even parity)

1. **การตรวจสอบจำนวนคี่ (Odd parity)** หมายถึง บิตตรวจสอบจะต้องนับบิตที่มีค่าของ 1 สำหรับกลุ่มของบิตที่จะส่งและต้องการตรวจสอบอยู่เป็นจำนวนคี่ เช่น ถ้านับบิตที่มีค่าของ 1 ในกลุ่มของบิตที่จะส่ง และต้องการ ตรวจสอบได้เป็นจำนวนคู่ บิตตรวจสอบนี้จะต้องมีค่าเป็น 1 เพื่อที่จะรวมเป็นจำนวนคี่แต่ถ้าจำนวนนับได้เป็นจำนวนคี่บิตตรวจสอบก็จะมีค่าเป็น0

ตัวอย่าง

สมมุติว่าถ้าข้อมูลที่ต้องการส่งมี 7 บิต คือ 0110011 บิตตรวจสอบจำนวนคี่จะต้องมีค่าเป็น 1 เพราะนับบิตที่มีค่าของ 1 ได้เท่ากับ 4 ตัว ซึ่งเป็นเลขคู่ เมื่อรวมกับบิตตรวจสอบจำนวนคี่ที่มีค่าเป็น 1 ก็จะนับได้เป็น 5 ตัว ซึ่งเป็นเลขคี่และการส่งข้อมูลพร้อมบิตตรวจสอบไปจะได้เป็น 10110011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2. การตรวจสอบจำนวนคู่ (Even parity)** หมายถึง บิตตรวจสอบจะต้องนับบิตที่มีค่าของ 1 สำหรับกลุ่มของบิตที่จะส่งและต้องการตรวจสอบอยู่เป็นจำนวนคู่ เช่น ถ้านับบิตที่มีค่าของ 1 ในกลุ่มของบิตที่จะส่งและต้องการ ตรวจสอบได้เป็นจำนวนคู่ บิตตรวจสอบนี้จะต้องมีค่าเป็น 0 เพื่อที่จะรวมเป็นจำนวนคู่ แต่ถ้าจำนวนนับได้เป็นจำนวนคี่ บิตตรวจสอบก็จะมีค่าเป็น 1

**ตัวอย่าง**

สมมุติว่าถ้าข้อมูลที่ต้องการส่งมี 7 บิต คือ 0110011 บิตตรวจสอบจำนวนคู่จะต้องมีค่าเป็น 0 เพราะนับบิตที่มีค่าของ 1 ได้เท่ากับ 4 ตัว ซึ่งเป็นเลขคู่ การส่งข้อมูลพร้อมบิตตรวจสอบไปจะได้เป็น 00110011

การตรวจสอบความถูกต้องทำได้โดย ระหว่างต้นทางและปลายทางจะต้องตกลงกันว่าจะใช้ตัวตรวจข้อผิดพลาดชนิดใด ถ้าใช้ตัวตรวจข้อผิดพลาดแบบจำนวนคี่แล้วเมื่อปลายทางรับข้อมูลจะตรวจสอบจำนวนบิตที่มีค่าเป็น 1 ว่าเป็นจำนวนคี่หรือไม่ ถ้าไม่เป็นจำนวนคี่แสดงว่าข้อมูลเกิดความผิดพลาดขึ้น ปลายทางจะต้องแจ้งให้ต้นทางทราบ อาจจะให้ต้นทางส่งข้อมูลมาใหม่อีกครั้ง ส่วนการใช้ตัวตรวจข้อผิดพลาดแบบจำนวนคู่ก็จะใช้หลักการคล้ายๆ กัน

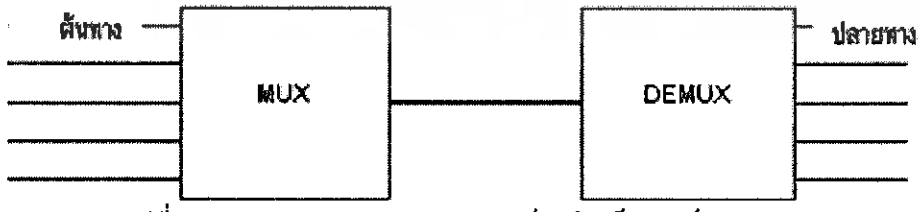
**2.3.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อบนระบบเครือข่าย**

นอกจากระบบเครือข่ายจะประกอบด้วยโหนด การ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่าย สายเคเบิล และหัวต่อเชื่อมแล้ว ระบบเครือข่ายยังต้องอาศัยอุปกรณ์ที่ต่อเชื่อม และในบางครั้งก็ต้องค้นหาเส้นทางการขนส่งข้อมูลระหว่างโหนด และระหว่างส่วนต่างๆ ของระบบเครือข่าย ซึ่งเชื่อมโยงกันเป็นระบบเครือข่ายขนาดใหญ่ขึ้น

**2.3.7.1. อุปกรณ์รวมสัญญาณ**

**2.3.7.1.1 มัลติเพล็กซ์เซอร์ (Multiplexer)**

นิยมเรียกกันว่า มักซ์ (MUX) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรวมข้อมูล (multiplex) จากเครื่องเทอร์มินัลจำนวนหนึ่งเข้าด้วยกัน และส่งผ่านไปยังสายสื่อสารเดียวกัน และที่ปลายทาง MUX อีกตัวจะทำหน้าที่แยกข้อมูล (de-multiplex) ส่งไปยังจุดหมายที่ต้องการการ Multiplexing



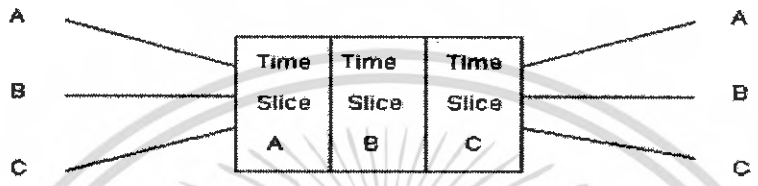

รูปที่ 2.16 แสดงการทำงานของอุปกรณ์มัลติเพล็กเซอร์

71974
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ multiplex เป็นวิธีการรวมข้อมูลจากหลายๆ จุด แล้วส่งผ่านไปตามสายส่งเพียงสายเดียว ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

**1.การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งเวลา (Time Division Multiplexer หรือ TDM)**

เป็นวิธีที่เพิ่งจะได้รับการ พัฒนาได้ไม่นาน การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งเวลาจะใช้เส้นทางเพียงเส้นทางเดียว และคลื่นพาห์ความถี่เดียวเท่านั้น แต่ผู้ใช้แต่ละคนจะได้รับการจัดสรรเวลาในการเข้าใช้ช่องสัญญาณเพื่อส่งข้อมูลไปยังปลายทาง




รูปที่ 2.17 แสดงการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งเวลา

**2.การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความถี่ (Frequency Division Multiplexer หรือ FDM)**

เป็นวิธีที่ใช้กันทั้งระบบที่มีสายและระบบคลื่นวิทยุ หลักการของการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความถี่ คือ การรวมสัญญาณจากแหล่งต่างๆ ให้อยู่ในคลื่นพาห์เดียวกันที่ความถี่ต่างๆ สัญญาณเหล่านี้สามารถที่จะใช้เส้นทางร่วมกันได้

**2.3.7.2 คอนเซนเตรเตอร์ (Concentrator)**

นิยมเรียกกันสั้นๆ ว่า คอนเซน เป็นมัลติเพลกเซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น คือ

- มีหน่วยความจำ (buffer) ที่ใช้เก็บข้อมูลเพื่อส่งต่อได้ ทำให้สามารถเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่มีความเร็วสูงกับความเร็วต่ำได้
- มีการบีบอัดข้อมูล (compress) เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลได้มากขึ้น

**2.3.7.2.1 ฮับ (Hub)**

ฮับเป็นอุปกรณ์ที่เห็นได้อย่างเด่นชัดในระบบเครือข่ายที่ใช้โทโปโลยีแบบดาว ในความเป็นจริงจะใช้ฮับอย่างแพร่หลายในระบบเครือข่าย 2 ประเภท คือ 10BaseT Ethernet และ Token Ring ซึ่งในระบบเครือข่ายแต่ละประเภท ฮับ จะเป็นศูนย์กลางการเชื่อมต่อโหนดต่างๆ และทำให้โหนดเหล่านี้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ โดย ทำการติดตั้งฮับไว้ที่ศูนย์กลางของโทโปโลยีแบบดาว โหนดแต่ละโหนดที่เข้ามามีส่วนร่วมในระบบเครือข่ายจะเชื่อมต่อผ่านฮับ และจะสื่อสารกันโดยส่งข้อมูลข่าวสารผ่านฮับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมองจากภายนอกฮับจะมีจุดเชื่อมต่อที่เรียกว่า พอร์ต (port) ไว้จำนวนหนึ่ง สำหรับให้โหนดหรืออุปกรณ์ระบบเครือข่ายอื่นเชื่อมต่อเข้ามา เมื่อข้อมูลถูกส่งมาจากโหนดต่างๆ ที่เชื่อมต่ออยู่กับฮับ ข้อมูลนั้นๆ จะถูกทำสำเนาไปยังพอร์ตต่างๆ เพื่อให้แน่ใจว่าฮับจะสามารถส่งกระจายข้อมูลไปยังโหนดทุกตัวได้ นอกจากนี้ฮับยังมีอยู่หลายประเภท คือ

- **Intelligent Hub** เป็นฮับที่สามารถจัดการควบคุมบางอย่างกับโหนดที่เชื่อมต่ออยู่ เช่น การอนุญาตให้ผู้บริหารระบบเครือข่ายควบคุมแต่ละพอร์ตได้อย่างอิสระ ไม่ว่าจะเป็นการสั่งให้ทำงาน หรือหยุดทำงานก็ตาม Intelligent Hub บางประเภทสามารถเฝ้าติดตาม กิจกรรมของระบบเครือข่ายได้ เช่น ติดตามจำนวนแพ็กเกจที่ส่งผ่าน และการเกิดความ ผิดพลาดขึ้นในแพ็กเกจเหล่านั้น

- **Standalone Hub** เป็นอุปกรณ์ภายนอกที่เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นฮับที่พบเห็นโดยทั่วไป ซึ่งไม่มีความสามารถในการจัดการ มีเฉพาะความสามารถในการเชื่อมต่อไปยังฮับตัวอื่นเท่านั้น

- **Modular Hub** เป็นฮับที่สามารถจัดการได้โดยมีลักษณะเป็น การ์ดสล็อต การ์ดแต่ละตัวจะมีการทำงานเช่นเดียวกับ Standalone Hub 1 ตัว การใช้ฮับประเภทนี้ทำให้สามารถขยายระบบเครือข่ายได้โดยง่าย บางตัวก็สามารถสนับสนุนการเชื่อมต่อกับเครือข่ายได้มากกว่า 1 ประเภท เช่น ใช้ได้กับระบบเครือข่ายทั้งแบบ Ethernet และ Token Ring

**2.3.7.2.2 อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย**

**1) รีพีตเตอร์ (Repeater)**

รีพีตเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานอยู่ในระดับฟิสิคัลเลเยอร์ ( Physical Layer) ใน OSI Model มีหน้าที่เชื่อมต่อสำหรับขยายสัญญาณให้กับเครือข่าย เพื่อเพิ่มระยะทางในการรับส่งข้อมูลให้กับเครือข่ายให้ไกลออกไปได้กว่าปกติ ข้อจำกัด คือทำหน้าที่ในการส่งต่อสัญญาณที่ได้มาเท่านั้น จะไม่มีการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายซึ่งอาศัยวิธีการ access ที่แตกต่างกัน เช่น Ethernet กับ Token Ring และไม่รู้จักลักษณะของข้อมูลที่แฝงมากับสัญญาณเลย

**2) บริดจ์ (Bridge)**

บริดจ์ มักใช้ในการเชื่อมต่อวงแลน (LAN Segment) 2 วงเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถขยายขอบเขตของ เครือข่ายออกไปเรื่อยๆ โดยที่ประสิทธิภาพรวมของระบบไม่ลดลงมากนัก โดยบริดจ์อาจเป็นได้ทั้ง ฮาร์ดแวร์เฉพาะ หรือ ซอฟแวร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ บริดจ์จะมีการทำงานที่ดาต้าลิ้งค์เลเยอร์ (Data Link Layer) ทำการกรองสัญญาณและส่งผ่านแพ็กเก็ตข้อมูลไปยังส่วนต่างๆ ของระบบเครือข่าย ซึ่งอาจจะเป็นส่วนของระบบเครือข่ายที่มีการส่งข้อมูลที่แตกต่างกันได้ เช่น บริดจ์สามารถเชื่อมโยงส่วนของ Ethernet เข้ากับส่วนของ Token Ring ได้ และถึงแม้ว่าระบบเครือข่ายทั้งคู่จะใช้โปรโตคอลที่แตกต่างกัน บริดจ์ก็ยังคงสามารถโยกย้ายแพ็กเก็ตข้อมูลระหว่างระบบเครือข่ายทั้งสองได้อยู่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3) สวิตช์ (Switch)**

สวิตช์ หรือที่นิยมเรียกว่า อีเธอร์เนตสวิตช์ (Ethernet Switch) จะเป็น บริดจ์แบบหลายช่องทาง (Multiport Bridge) ที่นิยมใช้ในระบบเครือข่าย LAN แบบ Ethernet เพื่อใช้เชื่อมต่อเครือข่ายหลายๆ เครือข่าย (Segment) เข้าด้วยกัน สวิตช์จะช่วยลดการจราจรระหว่างเครือข่ายที่ไม่จำเป็น และเนื่องจากการเชื่อมต่อแต่ละช่องทางกระทำอยู่ภายในตัวสวิตช์เอง ทำให้สามารถทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลในแต่ละเครือข่าย (Switching) ได้อย่างรวดเร็วกว่าการใช้บริดจ์จำนวนหลายๆ ตัวเชื่อมต่อกัน

**4) เราท์เตอร์ (Router)**

เราท์เตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานอยู่ในระดับที่สูงกว่าบริดจ์ทำให้สามารถใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายที่ใช้โปรโตคอลต่างกันได้ และสามารถทำการกรอง (Filter) เลือกเฉพาะชนิดของข้อมูลที่ระบุไว้ว่าให้ผ่านไปได้ทำให้ช่วยลดปัญหาการจราจรที่คับคั่งของข้อมูล และเพิ่มระดับความปลอดภัยของเครือข่าย นอกจากนี้ เราท์เตอร์ยังสามารถหาเส้นทางการส่งข้อมูลที่เหมาะสมให้โดยอัตโนมัติด้วย อย่างไรก็ดีเราท์เตอร์ จะเป็นอุปกรณ์ที่ขึ้นอยู่กับโปรโตคอล นั่นคือ ในการใช้งานจะต้องเลือกซื้อเราท์เตอร์ที่สนับสนุนโปรโตคอลเครือข่ายที่ต้องการจะเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน

**5) เกทเวย์ (Gateway)**

เกทเวย์ เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ในการเชื่อมต่อและแปลงข้อมูลระหว่าง เครือข่ายที่แตกต่างกันทั้งในส่วนของโปรโตคอล และสถาปัตยกรรมเครือข่าย เช่น เชื่อมต่อและแปลงข้อมูลระหว่างระบบเครือข่าย LAN และระบบ Mainframe หรือเชื่อมระหว่างเครือข่าย SNA ของ IBM กับ DECNet ของ DEC เป็นต้น โดยปกติ เกทเวย์มักเป็น Software Package ที่ใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่ง (ซึ่งทำให้เครื่องนั้นมีสถานะเกทเวย์) และมักใช้สำหรับเชื่อม Workstation เข้าสู่เครื่องที่เป็นเครื่องหลัก (Host) ทำให้เครื่องเป็น Workstation สามารถทำงาน ติดต่อกับเครื่องหลักได้ โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับข้อแตกต่างของระบบเลย

**2.3.8 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูล**

การกำหนดมาตรฐานของการสื่อสารข้อมูลนั้น นับว่ามีความจำเป็นอย่างมากสำหรับระบบเครือข่ายที่มี องค์ประกอบของอุปกรณ์ต่างๆ หลากหลายผู้ผลิต ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดเหล่านั้นจะต้องทำงานเข้ากันได้อย่างราบรื่น การกำหนดมาตรฐานต่างๆ นั้นจะเริ่มตั้งแต่โครงสร้างพื้นฐานของฮาร์ดแวร์ระบบเครือข่าย ได้แก่ ระบบสายเคเบิล อุปกรณ์ในการส่งสัญญาณข้อมูล ตลอดจนถึง เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และซอฟต์แวร์ในการสื่อสารบนระบบเครือข่าย เพื่อเป็นการรับประกันว่าส่วนประกอบต่างๆ จะสามารถทำงานร่วมกันได้ ผู้ผลิตฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ระบบเครือข่าย จะต้องทำตามคำแนะนำตามมาตรฐานการออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์ ซึ่งกำหนดขึ้นโดย องค์กรมาตรฐานสากล (International Organization for Standardization - ISO) โดยมาตรฐานที่กำหนดขึ้นและได้ประกาศใช้ตั้งแต่ปี คศ.1984 เรียกว่า Open Systems Interconnection Reference Model เรียกสั้นๆ ว่า OSI Reference Model หรือ ISO/OSI Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3.8.1 แบบจำลอง OSI**

OSI Reference Model เป็นการกำหนดชุดของคุณลักษณะเฉพาะที่ใช้อธิบายโครงสร้างของระบบเครือข่าย โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้ผลิตฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ใดๆ ใช้เป็นโครงสร้างอ้างอิงในการสร้างอุปกรณ์ให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างดีบนระบบเครือข่าย โดยมีการจัดแบ่งเลเยอร์ของ OSI ออกเป็น 7 เลเยอร์ แต่ละเลเยอร์จะมีการโต้ตอบหรือรับส่งข้อมูลกับเลเยอร์ที่อยู่ข้างเคียงเท่านั้น โดยเลเยอร์ที่อยู่ชั้นล่างจะกำหนดลักษณะของอินเตอร์เฟส เพื่อให้บริการกับเลเยอร์ที่อยู่เหนือขึ้นไปตามลำดับขั้น เริ่มตั้งแต่ส่วนล่างสุดซึ่งเป็นการจัดการลักษณะทางกายภาพของฮาร์ดแวร์และการส่งกระแสของข้อมูลในระดับบิต ไปสิ้นสุดที่แอพพลิเคชั่นเลเยอร์ในส่วนบนสุด

**หลักการออกแบบเลเยอร์**

แต่ละเลเยอร์จะมีการกำหนดการทำงานอย่างละเอียดโดยมีการทำงานเป็นอิสระไม่ขึ้นต่อกัน

- ฟังก์ชันภายในเลเยอร์จะพยายามมุ่งไปสู่ข้อกำหนดมาตรฐาน (standard protocol)
- ขอบเขตของเลเยอร์จะถูกเลือกและจำกัดให้มีปริมาณการเชื่อมต่อระหว่างเลเยอร์ให้น้อยที่สุด
- จำนวนของเลเยอร์ต้องมากพอที่จะแยกฟังก์ชั่นที่จำเป็นและแตกต่างกันไม่ให้อยู่ในเลเยอร์เดียวกัน

**2.3.8.2 การทำงานของ OSI Reference Model**

การที่แพ็กเก็ตข้อมูลเดินทางจากเครื่องคอมพิวเตอร์ A ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ B นั้น มีกระบวนการทำงานดังนี้

คอมพิวเตอร์ A และคอมพิวเตอร์ B มีโครงสร้างเป็น OSI ซึ่งมี 7 เลเยอร์ เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ A พร้อมที่จะส่งสัญญาณข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ B นั้น แต่ละเลเยอร์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ A จะเสมือนกับว่ามีการสื่อสารกับเลเยอร์ในระดับเดียวกันบนเครื่องคอมพิวเตอร์ B ถึงแม้ว่าจะไม่มีการสื่อสารระหว่าง เลเยอร์เหล่านี้เกิดขึ้นจริง แต่เลเยอร์ในระดับต่างๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งคู่นั้นจะทำตามกฎเกณฑ์หรือโปรโตคอล (protocol) อย่างเดียวกัน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าแต่ละเลเยอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้รับจะได้รับแพ็กเก็ตข้อมูล แบบเดียวกันกับแพ็กเก็ตข้อมูลที่รวบรวม โดยแต่ละเลเยอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้ส่ง โดยแพ็กเก็ตข้อมูลจะเริ่มที่ระดับสูงสุดคือ Application Layer บนเครื่องคอมพิวเตอร์ A และเคลื่อนลงมาทีละระดับชั้นจนมาถึงชั้นล่างสุดคือ Physical Layer การที่แพ็กเก็ตเคลื่อนผ่านจากระดับหนึ่งไปยังระดับถัดไปนั้น จะมีการกำหนดที่อยู่ การจัดรูปแบบของข้อมูลและอื่นๆ ซึ่งแต่ละเลเยอร์จะเป็นตัวจัดการและมีกระบวนการของตนเอง เมื่อแพ็กเก็ตเคลื่อนตัวลงมาถึง Physical Layer ก็จะถูกแปลงให้เป็นกระแสข้อมูลแบบอนุกรมและส่งผ่านสื่อกลางคือสายสัญญาณ ซึ่งเป็นเลเยอร์เดียวที่เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ A สื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์ B และเมื่อสัญญาณข้อมูลมาถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ B กระบวนการก็จะเริ่มทำในทางตรงข้าม คือจะทำการแยกแพ็กเก็ตออกผ่าน OSI ทั้ง 7 เลเยอร์ ส่งย้อนกลับขึ้นไปยัง Application Layer ของเครื่องคอมพิวเตอร์ B เมื่อแพ็กเก็ตเดินทางผ่านเลเยอร์ระดับต่างๆ แต่ละเลเยอร์จะแยก ข้อมูลข่าวสารตามกำหนดที่อยู่ และการจัดรูปแบบของแพ็กเก็ต จนเมื่อมาถึงเลเยอร์ระดับสูงสุดคือ Application Layer ก็จะเหลือเฉพาะข้อมูลที่เหมือนกับบน Application Layer ของเครื่องคอมพิวเตอร์ A

**เลเยอร์ 2: Data Link Layer**

เลเยอร์นี้มีจุดประสงค์หลักคือพยายามควบคุมการส่งข้อมูลให้เสมือนกับว่าไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น เพื่อให้เลเยอร์สูงขึ้นไปสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้อย่างถูกต้อง วิธีการคือฝ่ายผู้ส่งจะทำการแตกข้อมูลออกเป็นเฟรมข้อมูล (data-frame) โดยจะต้องมีการกำหนดขอบเขตของเฟรม (frame boundary) โดยการเติมบิทเข้าไปยังจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรม จากนั้นทำการส่งเฟรมข้อมูลออกไปทีละชุดและรอรับการตอบรับ (acknowledge frame) จากผู้รับ ถ้าหากมีการสูญหายของเฟรมข้อมูล ซึ่งอาจเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนจากภายนอกหรือข้อผิดพลาดอื่นๆ ในกรณีนี้ฝ่ายผู้ส่งจะต้องส่งเฟรมข้อมูลเดิมออกมาใหม่

**เลเยอร์ 3: Network Layer**

เป็นเลเยอร์ที่ทำหน้าที่หลักเกี่ยวข้องกับการหาเส้นทาง (routing) ในการส่งแพคเก็ตจากต้นทางไปยังปลายทาง ซึ่งจะมีการสลับช่องทางในการส่งข้อมูลหรือที่เรียกว่า แพ็กเกตสวิตชิ่ง (packet switching) มีการสร้างวงจรเสมือน (virtual circuit) ซึ่งคล้ายกับว่ามีเส้นทางเชื่อมโยงกันระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องให้ติดต่อสื่อสารถึงกันได้โดยตรง การกำหนดเส้นทางการส่งข้อมูลนั้น คอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้ส่งอาจทำหน้าที่พิจารณาหาเส้นทางที่เหมาะสมในการส่งข้อมูล ตั้งแต่ต้น หรืออาจใช้วิธีแบบไดนามิกส์ (dynamic) คือแต่ละแพคเก็ตสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางได้ตลอดเวลา นอกจากนี้เครื่องคอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้ส่งยังมีหน้าที่ในการจัดการเรื่องที่อยู่ของเครือข่ายปลายทางโดยจะมีการแปลงที่อยู่แบบตรรกะ (logical address) ให้เป็นที่อยู่แบบกายภาพ (physical address) ซึ่งถูกกำหนดโดยการ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่าย

**เลเยอร์ 4: Transport Layer**

Transport Layer ทำหน้าที่เสมือนบริษัทขนส่งที่รับผิดชอบการจัดส่งข้อมูลโดยปราศจากความผิดพลาด ซึ่งมีหน้าที่หลักคือ การตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในข้อมูล คอยแยกแยะและจัดระเบียบของแพ็กเก็ต ข้อมูลให้จัดเรียงลำดับอย่างถูกต้อง และมีขนาดที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังทำการผนวกข้อมูลทั้งหลายให้อยู่ในรูปของ วงจรเดียวหรือเรียกว่าการมัลติเพล็กซ์ (multiplex) และมีกลไกสำหรับควบคุมการไหลของข้อมูลให้มีความสม่ำเสมอ

**เลเยอร์ 5: Session Layer**

จากเลเยอร์ที่ผ่านมาจะเห็นว่าการทำงานต่างๆ จะเกี่ยวพันอยู่เฉพาะกับบิตและข้อมูลเท่านั้น โดยไม่ได้สนใจเกี่ยวกับสถานะภาพการใช้งานจริงของผู้ใช้แต่อย่างใด ซึ่งหน้าที่ดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นที่ Session

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Layer ในเลเยอร์นี้จะมีการให้บริการสำหรับการใช้งานเครื่องที่อยู่ห่างไกลออกไป (remote login) การถ่ายโอนไฟล์ระหว่างเครื่อง โดยจะมีการจัดตั้งการสื่อสารระหว่าง 2 ฝ่าย เรียกว่า Application Entities หรือ AE ซึ่งเทียบได้กับบุคคล 2 คนที่ต้องการสนทนากันทางโทรศัพท์ โดย Session Layer จะมีหน้าที่จัดการให้การสนทนาเป็นไปอย่างราบรื่น โดยการเฝ้า ตรวจสอบการไหลของข้อมูลอย่างเป็นจังหวะ ดูแลเรื่องความปลอดภัยเช่น ตรวจสอบอายุการใช้งานของรหัสผ่าน จำกัดช่วงระยะเวลาในการติดต่อ ควบคุมการถ่ายเทข้อมูลรวมถึงการกู้ข้อมูลที่เสียหายอันเกิดมาจากเครือข่ายทำงานผิดปกติ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจดูการใช้งานของระบบและจัดทำบัญชีรายงานช่วงเวลาการใช้งานของผู้ใช้ได้

**เลเยอร์ 6: Presentation Layer**

หน้าที่หลักคือการแปลงรหัสข้อมูลที่ส่งระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องให้เป็นอักขระแบบเดียวกัน เครื่องคอมพิเตอร์ส่วนใหญ่จะใช้รหัส ASCII (American Standard Code for Information Interchange) แต่ในบางกรณีเครื่องที่ใช้รหัส ASCII อาจจะต้องสื่อสารกับเครื่องเมนเฟรมของ IBM ที่ใช้รหัส EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) ดังนั้น Presentation Layer จะทำหน้าที่แปลงรหัสเหล่านี้ให้เครื่องคอมพิวเตอร์เข้าใจได้ตรงกัน นอกจากนี้ยังสามารถทำการลดขนาดของข้อมูล (data compression) เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการรับส่ง และสามารถเข้ารหัสเพื่อเป็นการป้องกันการโจรกรรมข้อมูลได้อีกด้วย

**เลเยอร์ 7: Application Layer**

เป็นเลเยอร์บนสุดที่ทำงานใกล้ชิดกับผู้ใช้ การทำงานของเลเยอร์นี้จะเกี่ยวข้องกับโปรโตคอลต่างๆ มากมาย ซึ่งจะมีการใช้งานที่เฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป มีบริการทางด้านโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ได้แก่ email, file transfer, remote job entry, directory services นอกจากนี้ยังมีการจัดเตรียมฟังก์ชั่นในการเข้าถึงไฟล์และเครื่องพิมพ์ ซึ่งเป็นการแบ่งปันการใช้ทรัพยากรบนระบบเครือข่าย

**2.3.9 องค์กรที่มีบทบาทต่อการกำหนดมาตรฐาน**

เนื่องจากหน่วยงานที่มีหน้าที่กำหนดมาตรฐานมีบทบาทสำคัญสำหรับการพัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย เราจึงพบชื่อย่อของหน่วยงานต่างๆ ที่ทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานในเอกสารหรือ บทความทางเทคนิคบ่อยๆ ในส่วนต่อไปนี้จะอธิบายเกี่ยวกับองค์กรกำหนดมาตรฐาน ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ เครือข่ายและเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

**ANSI**

-ANSI (American National Standards Institute) เป็นองค์กรอาสาสมัครที่ไม่มีผลกำไรจากการดำเนินงาน ประกอบด้วยกลุ่มนักธุรกิจและกลุ่มอุตสาหกรรมในประเทศสหรัฐอเมริกา ก่อตั้งในปี ค.ศ. 1918 มี สำนักงานใหญ่อยู่ที่นิวยอร์ค ANSI ทำหน้าที่พัฒนามาตรฐานต่างๆ ของอเมริการให้เหมาะสมจากนั้นจะรับรองขึ้นไปเป็นมาตรฐานสากล ANSI ยังเป็นตัวแทนของอเมริกาในองค์กรมาตรฐานสากล ISO (International Organization for Standardization) และ IEC (International Electrotechnical Commission) ANSI เป็นที่รู้จักในการเสนอภาษาการเขียนโปรแกรม ได้แก่ ANSI C และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังกำหนดมาตรฐานเทคโนโลยีระบบเครือข่ายอีกหลายแบบ เช่นระบบเครือข่ายความเร็วสูงที่ใช้เคเบิลใยแก้วนำแสง SONET เป็นต้น

**IEEE**

-IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) เป็นสมาคมผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค ก่อตั้งเมื่อปี ค.ศ. 1884 ตั้งอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีสมาชิกจากประเทศต่างๆ ทั่วโลกประมาณ 150 ประเทศ IEEE มุ่งสนใจทางด้านไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรม และวิทยาการคอมพิวเตอร์ มีชื่อเสียงอย่างมากในการกำหนด คุณลักษณะเฉพาะต่างๆ ของระบบเครือข่าย เกณฑ์การจัดตั้งเครือข่ายต่างๆ ถูกกำหนดเป็นกลุ่มย่อยของคุณลักษณะเฉพาะมาตรฐาน 802 ตัวอย่างที่รู้จักกันดีได้แก่ IEEE802.3 ซึ่งกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของระบบเครือข่าย Ethernet IEEE802.4 กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของระบบเครือข่ายแบบ Token-Bus และ IEEE802.5 ซึ่งกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของระบบเครือข่ายแบบ Token-Ring เป็นต้น

**ISO**

-ISO (International Standard Organization หรือInternational Organization for Standardization) เป็นองค์กรที่รวบรวมองค์กรมาตรฐานจากประเทศต่างๆ 130 ประเทศ ISO เป็นภาษากรีกหมายถึงความเท่าเทียมกัน หรือความเป็นมาตรฐาน (Standardization) ISO ไม่ใช่องค์กรของรัฐ มีจุดมุ่งหมายในการส่งเสริมให้มีมาตรฐานสากล ซึ่งไม่เพียงแต่ในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีและการสื่อสาร แต่ยังรวมไปถึงการค้า การพาณิชย์ และผลิตภัณฑ์อื่นๆ สำหรับในส่วนของระบบเครือข่ายนั้น ISO เป็นผู้กำหนดมาตรฐานโครงสร้าง 7 เลเยอร์ของ ISO/OSI Reference Model นั่นเอง

**W3C**

-W3C (World Wide Web Consortium) ก่อตั้งในปี ค.ศ.1994 โดยมีเครือข่ายหลักอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ยุโรป และญี่ปุ่น โดยมีภารกิจหลักในการส่งเสริมและพัฒนามาตรฐานของเว็บ ข้อเสนอที่ได้รับการพิจารณาและรับรองโดย W3C จะเป็นมาตรฐานในการออกแบบการแสดงผลเว็บเพจ เช่น Cascading, XML, HTML เป็นต้น

### 2.4. Wireless LAN

Wireless LAN เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่อกับระบบเน็ตเวิร์คได้จากสถานที่ต่าง ๆ โดยไม่จำเป็นต้องใช้สายนำสัญญาณ ในปัจจุบันเริ่มได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

#### 2.4.1 ความหมายของ Wireless LAN

Wireless LAN (WLAN) คือระบบ LAN ที่ไม่ต้องต่อสาย เทคโนโลยีนี้เกิดขึ้นมานานกว่าสิบปี แต่เพิ่งได้รับความนิยมไม่นาน ทั้งนี้เนื่องจากได้รับผลประโยชน์จากราคาของอุปกรณ์ที่ลดลง รวมทั้งการพัฒนามาตรฐานของ Wireless LAN ระบบ Wireless LAN ใช้คลื่นความถี่วิทยุในการรับ-ส่งข้อมูลแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สายเคเบิ้ลนำสัญญาณ โดยทั่วไปแล้วมีรัศมีในการทำงานกว้างประมาณ 500 ถึง 1000 ฟุต แต่เราสามารถเพิ่มรัศมีในการทำงานได้กว้างขึ้นโดยการเพิ่มเติมอุปกรณ์พิเศษ เช่นเสาอากาศ การเพิ่มกำลังส่ง หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ได้ ระบบ WLAN นั้นจำเป็นต้องมี Access Point (AP) ที่ต่อกับระบบ LAN ด้วยสายเคเบิ้ล โดย AP จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Wireless ชนิดต่าง ๆ เข้ากับระบบเน็ตเวิร์ค

เทคโนโลยี Wireless สามารถแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. PAN (Personal Area Network) – Bluetooth เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อในประเภทนี้ โดย Bluetooth นั้นมีข้อจำกัดคือมีแบนด์วิธที่แคบและระยะทางใกล้ มักจะใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ (Peer-to-Peer หรือ Device-to-Device)
2. LAN (Local Area Network) – มาตรฐาน 802.11 HiperLAN2 ความเร็ว 11 – 54 Mbps มีรัศมีกว้างกว่า Bluetooth ใช้สำหรับระบบเน็ตเวิร์ค (Enterprise networks)
3. MAN (Metropolitan Area Network) – มาตรฐาน 802.11 MMDS, LMDS ความเร็ว 11 – 100 Mbps แทนระบบ T1 รัศมีไกล
4. WAN (Wide Area Network) – มาตรฐาน GSM, GPRS, CDMA, 2.5-3G ความเร็ว 10 – 384 Kbps รัศมีไกลมาก ใช้ในโทรศัพท์มือถือ และระบบเซลลูล่าร์

มาตรฐานของ Wireless LAN ถูกกำหนดโดย Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ในประเทศไทยมีมาตรฐาน Wireless LAN ที่อนุญาตให้ใช้คือ 802.11b และ 802.11g ซึ่งมีความเร็วสูงสุดเป็น 11 Mbps และ 802.11g มีความเร็วสูงสุดเป็น 54 Mbps

### 2.4.2 การนำ Wireless LAN มาใช้

ในช่วงแรก Wireless LAN ได้รับความนิยมใช้ในสถานศึกษา และในอาคารสำนักงานเป็นส่วนใหญ่ และต่อมาเนื่องจากความสะดวกและความได้เปรียบของ Wireless LAN จึงมีการนำมาใช้ในสถานที่ต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก เช่นในบ้านสำหรับการใช้งานอินเตอร์เน็ตร่วมกันหลาย ๆ คนพร้อมกัน ในรีสอร์ทอพาร์ตเม้นต์ สถานีรถไฟ ร้านกาแฟ ห้างสรรพสินค้า หรือในสนามบิน โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีการใช้ Wireless LAN ในบริเวณที่ยังไม่ได้วางระบบ LAN เอาไว้

**แรงขับเคลื่อนที่ทำให้ Wireless LAN ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น**

- มาตรฐาน
- มีแบนด์วิธให้ใช้มากมาย
- ราคาถูก
- ติดมากับเครื่องโน้ตบุ๊ครุ่นใหม่ ๆ
- มีอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ หลากหลาย
- สามารถใช้รับ-ส่งได้ทั้งเสียงและข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้งานได้หลายรูปแบบ
- ได้รับการแก้ปัญหาทางด้านความปลอดภัย
- วางระบบใช้งานได้ง่าย
- มีเครื่องมือบริหารทางด้านเน็ตเวิร์ค
- นำไปใช้ในระบบใหญ่ได้

**2.4.3 การวางระบบรักษาความปลอดภัยของ Wireless LAN**

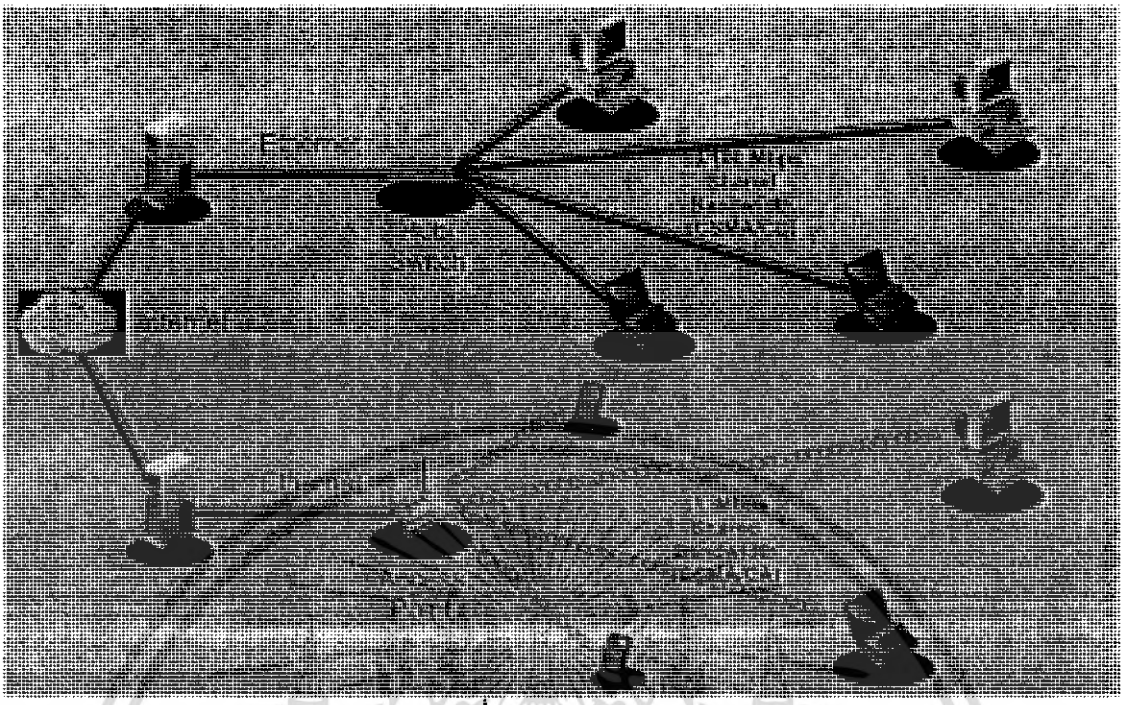
ความปลอดภัยของ Wireless LAN มักจะได้รับการวิพากษ์วิจารณ์ทางด้านลบ แต่อย่างไรก็ตาม Wireless LAN นั้นสามารถมีความปลอดภัยได้เทียบเท่ากับระบบเชื่อมต่อสายได้ หากมีการวางระบบที่ถูกต้อง

จากการศึกษาที่ผ่านมา มีองค์กรต่าง ๆ เป็นจำนวนมากที่ไม่เปิดใช้คุณสมบัติทางด้านความปลอดภัยใด ๆ เลย (รวมทั้งความปลอดภัยแบบ Basic Security)

การวางระบบรักษาความปลอดภัยของ Wireless LAN

- No Security – ไม่เปิดใช้คุณสมบัติทางด้านความปลอดภัย (แบบ Open Access) ไม่ใช้ Encryption, ใช้ Basic Authentication
  - ใช้ใน Public "Hot Spots"
  - การกำหนด SSID นั้นไม่ใช่การรักษาความปลอดภัย
  - เปิดใช้งานทั้ง Private และ Public WLAN
- Basic Security – ใช้ WEP Encryption แบบ Static (40-บิท หรือ 128-บิท)
  - เหมาะกับการใช้งานในบ้าน
  - กำหนด SSID, ใช้ WEP Encryption (H/W หรือ S/W)
  - เปิดใช้งานทั้ง Private และ Public WLAN
- Enhanced Security – เปิดใช้คุณสมบัติทางด้านความปลอดภัยขั้นสูง
  - ใช้ Authentication Framework มาตรฐาน 802.1x (802.11 TGi Baseline)
  - Mutual Authentication – ไดนามิก, per user, per session, ใช้ WEP key
  - Authentication ใหม่แบบอัตโนมัติ
  - จุดเด่นของวิธีนี้คือ มีความปลอดภัยสูงแบบหลายมิติ
  - เหมาะกับการใช้ในองค์กรธุรกิจ
- Maximum Security – สำหรับการใช้งานเฉพาะทางที่จำเป็นต้องใช้ความปลอดภัยระดับสูงสุด
  - Tunneling
  - Encryption
  - Packet Integrity
  - Authentication ทั้งแบบ User และ Device
  - การจัดการทางด้าน Policy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

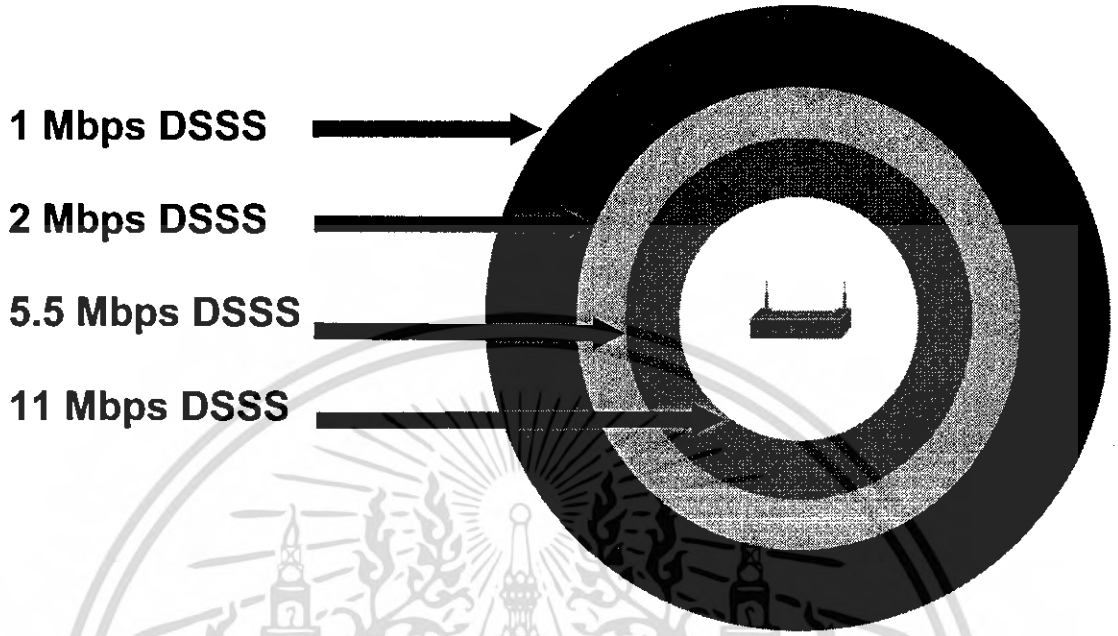


รูปที่ 2.18 การต่อLAN

- Wireless LAN เป็นระบบเน็ตเวิร์คแบบไม่ต้องต่อสาย
- การใช้ Access Point (AP) เป็นตัวกลาง นั้นสามารถเทียบได้กับ Ethernet Hub ซึ่งมีความเร็ว 10 Mbps ที่แชร์กันใช้ระหว่างอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อทั้งหมดแบบ half-duplex (คือในเวลาใดเวลาหนึ่งสามารถรับ-ส่งได้ทีละอุปกรณ์สลับกันไป โดยมีระบบควบคุมการรับ-ส่งด้วย Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD)) ส่วน Wireless LAN นั้นสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ทีละหนึ่งอุปกรณ์สลับกันไปเหมือนกัน โดยมีแบนด์วิธ 11 Mbps เมื่ออุปกรณ์ใดต้องการส่งข้อมูล อุปกรณ์นั้นจะตรวจสอบและรอการส่งข้อมูลเมื่อมีช่องสัญญาณว่าง และ Wireless LAN นั้นใช้ Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
- มาตรฐาน 802.11 ทำงานในระดับ MAC และ PHY (หรือ Layer 1 และ Layer 2) ดังนั้น Wireless LAN จึงสามารถรองรับ Protocol ต่าง ๆ ในระดับ Network และ LAN ได้ เช่น IP, IPX, AppleTalk, NetBEUI และอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

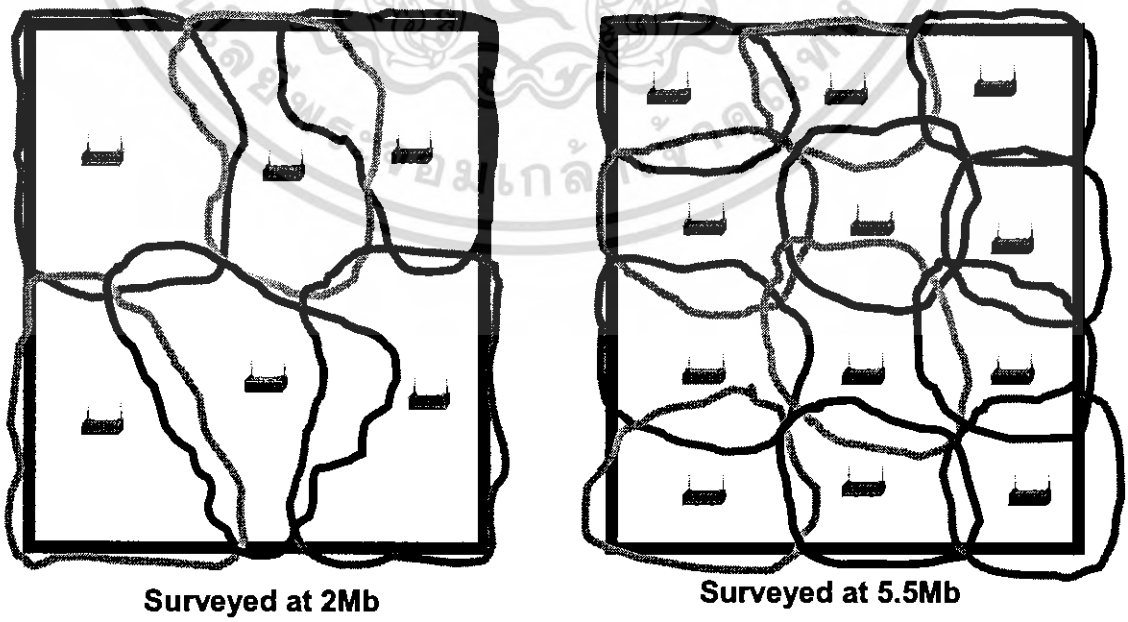
### 2.4.4 พื้นที่ครอบคลุมของ Access Point และการปรับความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล




รูปที่ 2.19 พื้นที่ครอบคุม Access Point

- เมื่อผู้ใช้อยู่ห่างออกไปจาก Access Point จะมีการปรับความเร็วให้ลดลง เนื่องจากหากไม่ปรับความเร็วแล้ว จะทำให้ความน่าเชื่อถือของสัญญาณลดลง เมื่อผู้ใช้อยู่ห่างออกไป ความเร็วจะค่อย ๆ ลดลงตามความจำเป็นจาก 11Mbps ไปเป็น 5.5 Mbps, 2 Mbps และสุดท้ายคือ 1 Mbps โดยอัตโนมัติ และขณะที่ปรับความเร็วจะไม่มีการเสียการเชื่อมต่อ

### 2.4.5 Data Rates




รูปที่ 2.20 Data Rates

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในการออกแบบระบบ เมื่อทราบความเร็วต่ำสุดที่เป็นไปได้ของผู้ใช้ ควรใช้ความเร็วนั้นในการสำรวจพื้นที่
- การเลือกความเร็วจะส่งผลถึงพื้นที่ครอบคลุมการทำงานของระบบ
- ตัวอย่างข้างบน แสดงการสำรวจที่ระดับความเร็วสองระดับคือ 2Mbps และ 5.5Mbps

**2.5 สายอากาศไดโพล**

สายอากาศไดโพลชนิด half waves เป็นสายอากาศที่ได้รับความนิยมมากที่สุด ความยาวของสายอากาศเท่ากับ $\lambda/2$ ที่มีความถี่ใช้งาน ซึ่งเราคำนวณความยาวได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\lambda = \frac{3*10^8}{f}$$

ในที่นี้จะใช้สายอากาศนี้ เพราะมีความต้านทาน 73 โอห์ม ซึ่งมีอิมพิแดนซ์ใกล้เคียงกับคุณสมบัติของสายอากาศส่ง 75 โอห์ม ซึ่งทำให้สมพงษ์ได้ง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเกิดรีโซแนนซ์ (Resonance)

$$E_\theta \approx jn\frac{I_0 e^{-jkr}}{2\pi r}\left[\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\right)\cos\theta}{\sin\theta}\right]$$

$$W_{av} = n\frac{|I_0|^2}{8\pi^2 r^2}\left[\frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right)}{\sin^2\theta}\right]$$

$$U = r^2 W_{av}$$

$$\Pr od = n\frac{|I_0|^2}{8\pi} Cin(2\pi)$$

$$Cin(2\pi) = 0.5772 + \ln(2\pi) - Ci(2\pi) = 2.435$$

$$D_0 = \frac{4\pi U_{\max}}{\Pr od} = \frac{4}{Cin(2\pi)} = \frac{4}{2.435}$$

$$= 1.643$$

$$A_{em} = \frac{\lambda^2 D}{4\pi} = 0.13\lambda^2$$

$$R_r = \frac{2\Pr od}{\|I_0\|^2} \approx 73\Omega$$

**2.5.1 พารามิเตอร์พื้นฐานของสายอากาศ**

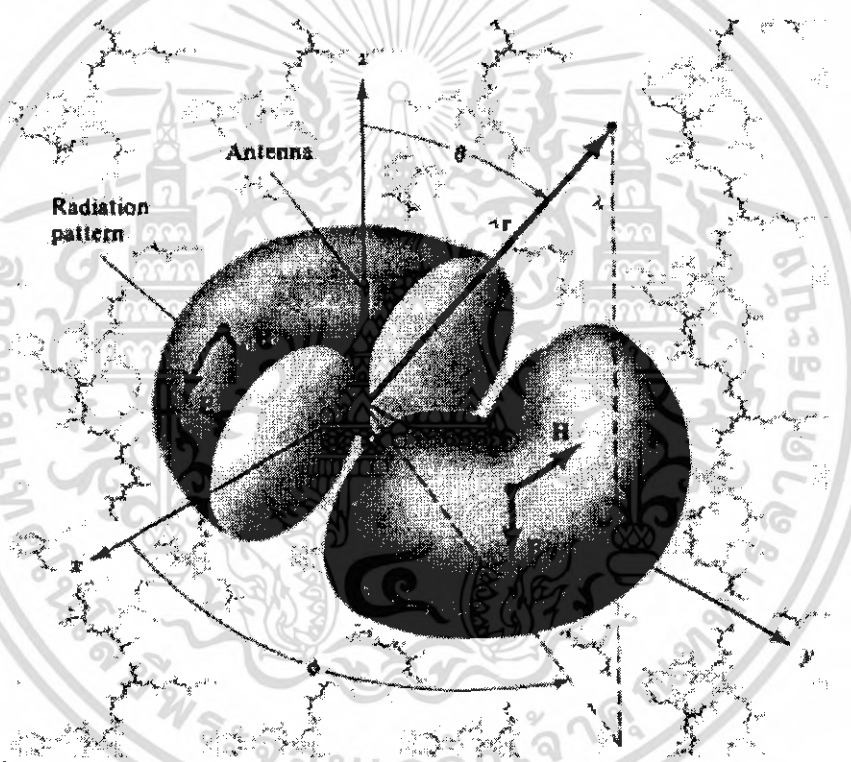
แพทเทอร์นการแพร่กระจายคลื่น (Radiation Pattern) คือ รูปภาพที่ใช้ในการแสดงคุณสมบัติการแพร่กระจายคลื่น ซึ่งเป็นฟังก์ชันของสเปสโคออดิเนท ( Space Coordinate) ส่วนใหญ่แพทเทอร์นการแพร่กระจายคลื่นนี้มักจะคิดในบริเวณที่เป็นสนามระยะไกล ( Far Field )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอธิบายการแพร่กระจายคลื่น จะอาศัยคุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ ความเข้มของการแพร่กระจายคลื่น ความเข้มของสนามไฟฟ้า ( Field Strength) เฟส (Phase) หรือ โพลาไรเซชัน (Polarization) ซึ่งแสดงคุณสมบัติเหล่านี้ใช้เพื่อแสดงการแจกแจงรูปของพลังงานเป็นฟังก์ชันของตำแหน่งสามมิติที่สังเกตที่มีรัศมีคงที่

ตัวแพร่คลื่นไอโซโทรปิค (Isotropic Radiator) คือสายอากาศที่ถูกสมมุติขึ้น โดยมีคุณสมบัติการแพร่กระจายคลื่นเท่ากันทุกทิศทาง ยกตัวอย่างเช่น พอยท์ซอร์ส (Point Source) เป็นสายอากาศแบบหนึ่งที่ไม่สามารถสร้างได้จริง แต่มักจะใช้เพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบกับสายอากาศจริงเกี่ยวกับการแสดงคุณสมบัติ แสดงทิศทางของสายอากาศ

สายอากาศชี้ทิศทาง (Directional Antenna) เป็นสายอากาศที่แสดงคุณสมบัติส่งหรือรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดี ในเฉพาะทิศทางที่กำหนดเท่านั้น คุณสมบัติของสายอากาศแบบนี้แสดงในรูป




รูปที่ 2.21 แพทเทอร์นสายอากาศแบบออมนิไดเรคชันแนล (Omnidirectional Antenna)

ตามรูปจะเห็นได้ว่าแพทเทอร์นแบบนี้ ไม่มีทิศทางในระนาบอาซิมุธแต่เป็นแบบชี้ทิศทางในระนาบเอเลเวชัน (Elevation Plane)แพทเทอร์นแบบออมนิไดเรคชันแนลนี้เป็นกรณีพิเศษของแพทเทอร์นแบบชี้ทิศทาง

**2.5.2 เกนของสายอากาศ**

สิ่งที่แสดงคุณสมบัติของสายอากาศอีกอย่างหนึ่งก็คือเกน Gain

เกนเป็นความสัมพันธ์ที่ได้จากไดเรคติวิตี้ โดยรวมประสิทธิภาพของสายอากาศเข้ามาด้วย ในขณะที่ไดเรคติวิตี้อธิบายคุณสมบัติ ในการชี้ทิศทางของสายอากาศเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพาเวอร์เกน (Power Gain) ของสายอากาศ ในทิศทางที่กำหนดไว้มีค่าเท่ากับ $4\pi$ คูณอัตราส่วนความเข้มของการแพร่กระจายคลื่น ในทิศทางนั้นต่อกำลังงานสุทธิที่สายอากาศรับจากขั้วต่อของเครื่องส่ง เมื่อไม่ได้กำหนดทิศทางไว้ โดยเฉพาะโดยทั่วไปแล้วเราจะคิดเพาเวอร์เกนในทิศทางที่มีการแพร่คลื่นแรงที่สุด ดังนั้น

**เกน = ความเข้มของการแพร่กระจายคลื่น / กำลังงานทั้งหมดที่ป้อนให้สายอากาศ**

$$= 4\pi U \frac{(\theta,\phi)}{Pin}$$

โดยทั่วไปแล้วเรามักจะพูดถึงเกนสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นอัตราส่วนของเพาเวอร์เกนในทิศทางที่กำหนดให้ต่อเพาเวอร์เกนของสายอากาศที่ใช้เปรียบเทียบในทิศทางนั้น เมื่อกำลังงานที่ป้อนในสายอากาศทั้งสองนั้นต้องเท่ากัน สายอากาศที่ใช้เปรียบเทียบอาจจะเป็นสายอากาศไดโพล สายอากาศปากแตร หรือสายอากาศอื่น ๆ ซึ่งการคำนวณเกนได้ง่าย หรือรู้ค่าอยู่แล้ว แต่อย่างไรก็ตามโดยสายอากาศที่ใช้เปรียบเทียบจะเป็นไอโซโทปิคพอยท์ซอร์สที่ไม่มีการสูญเสีย ดังนั้น

$$G_g = \frac{4\pi U(\theta,\phi)}{Pin}$$

เราสามารถเขียนได้ว่า กำลังงานที่แพร่กระจายทั้งหมด (Prad) สัมพันธ์กับกำลังงานที่ป้อนให้กับสายอากาศ (Pin) ด้วย

$$\text{Prad} = e_t Pin$$

เมื่อ $e_t$ เป็นประสิทธิภาพรวมรวมของสายอากาศ (ไม่มีหน่วย) จะทำให้มีความสัมพันธ์ง่ายขึ้นเป็น

$$G_g(\theta,\phi) = e_t\left[4\pi U(\theta,\phi)/\Pr ad\right]$$

ซึ่งสัมพันธ์กับไดเรคทีฟเกน คือ

$$G_g(\theta,\phi) = e_t D_g(\theta,\phi)$$

ในทำนองเดียวกัน ค่าสูงสุดของเกนจะสัมพันธ์กับไดเรคติวิตี้ โดย

$$G_0 = e_t D_0$$

ในทางปฏิบัติถ้ากล่าวถึงเกนมักจะหมายถึง เพาเวอร์เกนที่มีค่าสูงสุดแสดงได้ดังนี้

$$G_0(dB) = 10\log_{10}\left[e_t D_0\right]$$

**ประสิทธิภาพของสายอากาศ**

ประสิทธิภาพทั้งหมดของสายอากาศ Et จะใช้เมื่อเราคำนึงถึงการสูญเสียต่าง ๆ ที่ขั้วและภายในโครงสร้างของสายอากาศด้วยการสูญเสียต่าง ๆ อาจเนื่องมาจาก

1. การสะท้อนกลับเนื่องจากความไม่สมพงษ์ (mismatch) กันระหว่างสายส่งกับสายอากาศ
2. การสูญเสียทั้งในตัวนำและฉนวน ($I^2R$)

โดยทั่วไปแล้วประสิทธิภาพทั้งหมดคำนวณได้จาก

$e_t = e_r e_c e_d$

เมื่อ $e_t$ = ประสิทธิภาพทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$e_r$ = ประสิทธิภาพเกี่ยวกับการสะท้อน $= (1-|\Gamma|^2)$

$e_c$ = ประสิทธิภาพของตัวนำ

$e_d$ = ประสิทธิภาพของฉนวน

$\Gamma$ = สัมประสิทธิ์การสะท้อนของศักดาไฟฟ้าที่ขั้วของสายอากาศ

$$\Gamma = (Zin - Z_0)/(Zin + Z_0)$$

เมื่อ Zin = อินพุทอิมพิแดนซ์ของสายอากาศ

$Z_0$ = อิมพิแดนซ์คุณสมบัติของสายส่ง ( Characteristic Impedance )

ปกติ Ec และ Ed คำนวณได้ลำบาก ส่วนมากมักจะหาได้จากการทดลอง แต่ถึงกระนั้นก็แยก Ec จาก Ed ไม่ออก ดังนั้นเพื่อความสะดวกจะเขียนได้เป็น

$$e_t = e_r e_{cd} = e_{cd}(1-|\Gamma|^2)$$

เมื่อ $e_{cd} = e_c e_d$ = ประสิทธิภาพการกระจายคลื่นของสายอากาศ

**2.6.ฐานข้อมูลแบบรีเลชั่นแนล(Relational Database Theory)**

ในปัจจุบันการจัดโครงสร้างข้อมูลให้เป็นแบบฐานข้อมูลกำลังเป็นที่นิยม เกือบทุกหน่วยงานที่มีการใช้ระบบสารสนเทศจะจัดทำข้อมูลให้เป็นแบบฐานข้อมูล เนื่องจากปริมาณข้อมูลมีมากถ้าจัดข้อมูลเป็นแบบแฟ้มข้อมูลจะทำให้มีแฟ้มข้อมูลเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้เกิดข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกันได้ ข้อมูลที่ซ้ำซ้อนนี้จะก่อให้เกิดปัญหามากมาย

**2.6.1 ความหมายของระบบฐานข้อมูล**

ฐานข้อมูล (database) หมายถึง กลุ่มของข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ โดยมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยไม่ได้บังคับว่าข้อมูลทั้งหมดนี้จะต้องเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกันหรือแยกเก็บหลาย ๆ แฟ้มข้อมูล นั่นก็คือการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลนั้นเราอาจจะเก็บทั้งฐานข้อมูล โดยใช้แฟ้มข้อมูลเพียงแฟ้มข้อมูลเดียวกันได้ หรือจะเก็บไว้ในหลาย ๆ แฟ้มข้อมูล ที่สำคัญคือจะต้องสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระเบียนและเรียกใช้ความสัมพันธ์นั้นได้ มีการกำจัดความซ้ำซ้อนของข้อมูลออกและเก็บแฟ้มข้อมูลเหล่านี้ไว้ที่ศูนย์กลาง เพื่อที่จะนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ร่วมกัน ควบคุมดูแลรักษาเมื่อผู้ต้องการใช้งานและผู้มีสิทธิ์จะใช้ข้อมูลนั้นสามารถดึงข้อมูลที่ต้องการออกไปใช้ได้ ข้อมูลบางส่วนอาจใช้ร่วมกับผู้อื่นได้ แต่บางส่วนผู้มีสิทธิ์เท่านั้นจึงจะสามารถใช้ได้ โดยทั่วไปองค์กรต่าง ๆ จะสร้างฐานข้อมูลไว้ เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของตัวองค์กร โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลในเชิงธุรกิจ เช่น ข้อมูลของลูกค้า ข้อมูลของสินค้า ข้อมูลของลูกจ้าง และการจ้างงาน เป็นต้น การควบคุมดูแลการใช้ฐานข้อมูลนั้น เป็นเรื่องที่ยุ่งยากกว่าการใช้แฟ้มข้อมูลมาก เพราะเราจะต้องตัดสินใจว่าโครงสร้างในการจัดเก็บข้อมูลควรจะเป็นเช่นไร การเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างและเรียกใช้ข้อมูลจากโครงสร้างเหล่านี้ ถ้าโปรแกรมเหล่านี้เกิดทำงานผิดพลาดขึ้นมาก็จะเกิดความเสียหายต่อโครงสร้างของข้อมูลทั้งหมดได้ เพื่อเป็นการลดภาวะการทำงานของผู้ใช้ จึงได้มีส่วนของฮาร์ดแวร์และโปรแกรมต่าง ๆ ที่สามารถเข้าถึงและจัดการข้อมูลในฐานข้อมูลนั้น เรียกว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล หรือDBMS (database management system) ระบบจัดการฐานข้อมูล คือ ซอฟต์แวร์ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล ซึ่งมีหน้าที่ช่วยให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล ซึ่งมีหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายสะดวกและมีประสิทธิภาพ การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้อาจเป็นการสร้างฐานข้อมูล การแก้ไขฐานข้อมูล หรือการตั้งคำถามเพื่อให้ข้อมูลมา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างของฐานข้อมูล เปรียบเสมือนเป็นสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล

การจัดข้อมูลให้เป็นระบบฐานข้อมูลทำให้ข้อมูลมีส่วนดีกว่าการเก็บข้อมูลในรูปของแฟ้มข้อมูล เพราะการจัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูล จะมีส่วนที่สำคัญกว่าการจัดเก็บข้อมูลในรูปของแฟ้มข้อมูล ดังนี้ลดการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน ข้อมูลบางชุดที่อยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลอาจมีปรากฏอยู่หลาย ๆ แห่ง เพราะมีผู้ใช้ข้อมูลชุดนี้หลายคน เมื่อใช้ระบบฐานข้อมูลแล้วจะช่วยให้ความซ้ำซ้อนของข้อมูลลดน้อยลง เช่น ข้อมูลอยู่ในแฟ้มข้อมูลของผู้ใช้หลายคน ผู้ใช้แต่ละคนจะมีแฟ้มข้อมูลเป็นของตนเอง ระบบฐานข้อมูลจะลดการซ้ำซ้อนของข้อมูลเหล่านี้ให้มากที่สุด โดยจัดเก็บในฐานข้อมูลไว้ที่เดียวกัน ผู้ใช้ทุกคนที่ต้องการใช้ข้อมูลชุดนี้จะใช้โดยผ่านระบบฐานข้อมูล ทำให้ไม่เปลืองเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลและลดความซ้ำซ้อนลงได้

**2.6.2 ประโยชน์ของระบบจัดการฐานข้อมูล**

ในปัจจุบันองค์กรส่วนใหญ่หันมาให้ความสนใจกับระบบฐานข้อมูลกันมาก เนื่องจากระบบฐานข้อมูลมีประโยชน์ดังต่อไปนี้

-ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล

เนื่องจากการใช้งานระบบฐานข้อมูลนั้นต้องมีการออกแบบฐานข้อมูลเพื่อให้มีความซ้ำซ้อนของข้อมูลน้อยที่สุด จุดประสงค์หลักของการออกแบบฐานข้อมูลเพื่อการลดความซ้ำซ้อน สาเหตุที่ต้องลดความซ้ำซ้อน เนื่องจากความยากในการปรับปรุงข้อมูล กล่าวคือถ้าเก็บข้อมูลซ้ำซ้อนกันหลายแห่ง เมื่อมีการปรับปรุงข้อมูลแล้วปรับปรุงข้อมูลไม่ครบทำให้ข้อมูลเกิดความขัดแย้งกันของข้อมูลตามมา และยังเปลืองเนื้อที่การจัดเก็บข้อมูลด้วย เนื่องจากข้อมูลชุดเดียวกันจัดเก็บซ้ำกันหลายแห่งนั่นเอง

ถึงแม้ว่าความซ้ำซ้อนช่วยให้ออกรายงานและตอบคำถามได้เร็วขึ้น แต่ข้อมูลจะเกิดความขัดแย้งกัน ในกรณีที่ต้องมีการปรับปรุงข้อมูลหลายแห่ง การออกรายงานจะทำได้เร็วเท่าใดนั้นจึงไม่มีความหมายแต่อย่างใด และเหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือปัญหาเรื่องความขัดแย้งกันของข้อมูลแก้ไขไม่ได้ด้วยฮาร์ดแวร์ ขณะที่การออกรายงานช้านั้นใช้ความสามารถของฮาร์ดแวร์ช่วยได้

-รักษาความถูกต้องของข้อมูล

เนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลสามารถตรวจสอบกฎบังคับความถูกต้องของข้อมูลให้ได้ โดยนำกฎเหล่านั้นมาไว้ที่ฐานข้อมูล ซึ่งถือเป็นหน้าที่ของระบบจัดการฐานข้อมูลที่จะจัดการเรื่องความถูกต้องของข้อมูลให้แทนแต่ถ้าเป็นระบบแฟ้มข้อมูลผู้พัฒนา โปรแกรมต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมกฎระเบียบต่างๆ(data integrity) เองทั้งหมด ถ้าเขียนโปรแกรมครอบคลุมกฎระเบียบใดไม่ครบหรือขาดหายไปบางกฎอาจทำให้ข้อมูลผิดพลาดได้ และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและพัฒนาโปรแกรมด้วย เนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลจัดการให้นั่นเอง เนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลสามารถรองรับการใช้งานของผู้ใช้หลายคนพร้อมกันได้ ดังนั้นความคงสภาพและความถูกต้องของข้อมูลจึงมีความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากและต้องควบคุมให้ดีเนื่องจากผู้ใช้อาจเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดกระทบต่อการใช้ข้อมูลของผู้ใช้อื่นทั้งหมดได้ ดังนั้นประโยชน์ของระบบฐานข้อมูลในเรื่องนี้จึงมีความสำคัญมาก

**2.6.3. มีความเป็นอิสระของข้อมูล**

เนื่องจากมีแนวคิดที่ว่าทำอย่างไรให้โปรแกรมเป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อมูล ในปัจจุบันนี้ถ้าไม่ใช้ระบบฐานข้อมูลการแก้ไขโครงสร้างข้อมูลจะกระทบถึงโปรแกรมด้วย เนื่องจากในการเรียกใช้ข้อมูลที่เก็บอยู่ในระบบแฟ้มข้อมูลนั้น ต้องใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อเรียกใช้ข้อมูลในแฟ้มข้อมูลนั้นโดยเฉพาะ เช่น เมื่อต้องการรายชื่อพนักงานที่มีเงินเดือนมากกว่า 100,000 บาทต่อเดือน โปรแกรมเมอร์ต้องเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลพนักงานและพิมพ์รายงานที่แสดงเฉพาะข้อมูลที่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลข้อมูลเช่น ให้มีดัชนี (index) ตามชื่อพนักงานแทนรหัสพนักงาน ส่งผลให้รายงานที่แสดงรายชื่อพนักงานที่มีเงินเดือนมากกว่า 100,000 บาทต่อเดือนซึ่งแต่เดิมกำหนดให้เรียงตามรหัสพนักงานนั้นไม่สามารถพิมพ์ได้ ทำให้ต้องมีการแก้ไขโปรแกรมตามโครงสร้างดัชนี (index) ที่เปลี่ยนแปลงไป ลักษณะแบบนี้เรียกว่าข้อมูลและโปรแกรมไม่เป็นอิสระต่อกัน

สำหรับระบบฐานข้อมูลนั้นข้อมูลภายในฐานข้อมูลจะเป็นอิสระจากโปรแกรมที่เรียกใช้ (data independence) สามารถแก้ไขโครงสร้างทางกายภาพของข้อมูลได้ โดยไม่กระทบต่อโปรแกรมที่เรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล เนื่องจากระบบฐานข้อมูลมีระบบจัดการฐานข้อมูลทำหน้าที่แปลงรูป (mapping) ให้เป็นไปตามรูปแบบที่ผู้ใช้ต้องการ เนื่องจากในระบบแฟ้มข้อมูลนั้นไม่มีความเป็นอิสระของข้อมูล ดังนั้นระบบฐานข้อมูลได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาด้านความเป็นอิสระของข้อมูล นั่นคือระบบฐานข้อมูลมีการทำงานไม่ขึ้นกับรูปแบบของฮาร์ดแวร์ที่นำมาใช้กับระบบฐานข้อมูลและไม่ขึ้นกับโครงสร้างทางกายภาพของข้อมูล และมีการใช้ภาษาสอบถามในการติดต่อกับข้อมูลภายในฐานข้อมูลแทนคำสั่งของภาษาคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 3 ทำให้ผู้ใช้เรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องทราบรูปแบบการจัดเก็บข้อมูล ประเภทหรือขนาดของข้อมูลนั้นๆ

**2.6.4. มีความปลอดภัยของข้อมูลสูง**

ถ้าหากทุกคนสามารถเรียกดูและเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งหมดได้ อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อข้อมูลได้และข้อมูลบางส่วนอาจเป็นข้อมูลที่ไม่อาจเปิดเผยได้หรือเป็นข้อมูลเฉพาะของผู้บริหารหากไม่มีการจัดการด้านความปลอดภัยของข้อมูลฐานข้อมูลก็จะไม่สามารถใช้เก็บข้อมูลบางส่วนได้

ระบบฐานข้อมูลส่วนใหญ่จะมีการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ดังนี้

- มีรหัสผู้ใช้ (user) และรหัสผ่าน (password) ในการเข้าใช้งานฐานข้อมูลสำหรับผู้ใช้แต่ละคน ระบบฐานข้อมูลมีระบบการสอบถามชื่อพร้อมรหัสผ่านของผู้เข้ามาใช้ระบบงานเพื่อให้ทำงานในส่วนที่เกี่ยวข้องเท่านั้น โดยป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้ามาเห็นหรือแก้ไขข้อมูลในส่วนที่ต้องการปกป้องไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในระบบฐานข้อมูลสามารถสร้างและจัดการตารางข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูล ทั้งการเพิ่มผู้ใช้ ระงับการใช้งานของผู้ใช้ อนุญาตให้ผู้ใช้สามารถเรียกดู เพิ่มเติม ลบและแก้ไขข้อมูล หรือบางส่วนของข้อมูลได้ในตารางที่ได้รับอนุญาต ระบบฐานข้อมูลสามารถกำหนดสิทธิการมองเห็นและการใช้งานของผู้ใช้ต่างๆ ตามระดับสิทธิและอำนาจการใช้งานข้อมูลนั้นๆ
- ในระบบฐานข้อมูล (DBA) สามารถใช้วิว (view) เพื่อประโยชน์ในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลได้เป็นอย่างดี โดยการสร้างวิวที่เสมือนเป็นตารางของผู้ใช้จริงๆ และข้อมูลที่ปรากฏในวิวจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานของผู้ใช้เท่านั้น ซึ่งจะไม่กระทบกับข้อมูลจริงในฐานข้อมูล
- ระบบฐานข้อมูลจะไม่ยอมให้โปรแกรมใดๆ เข้าถึงข้อมูลในระดับกายภาพ (physical) โดยไม่ผ่าน ระบบการจัดการฐานข้อมูล และถ้าระบบเกิดความเสียหายขึ้นระบบจัดการฐานข้อมูลรับรองได้ว่าข้อมูลที่ยืนยันการทำงานสำเร็จ (commit) แล้วจะไม่สูญหาย และถ้ากลุ่มงานที่ยังไม่สำเร็จ (rollback) นั้นระบบจัดการฐานข้อมูลรับรองได้ว่าข้อมูลเดิมก่อนการทำงานของกลุ่มงานยังไม่สูญหาย
- มีการเข้ารหัสและถอดรหัส (encryption/decryption) เพื่อปกปิดข้อมูลแก่ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง เช่น มีการเข้ารหัสข้อมูลรหัสผ่าน

**2.6.5. ใช้ข้อมูลร่วมกันโดยมีการควบคุมจากศูนย์กลาง**

มีการควบคุมการใช้ข้อมูลในฐานข้อมูลจากศูนย์กลาง ระบบฐานข้อมูลสามารถรองรับการทำงานของผู้ใช้หลายคนได้ กล่าวคือระบบฐานข้อมูลจะต้องควบคุมลำดับการทำงานให้เป็นไปอย่างถูกต้อง เช่น ขณะที่ผู้ใช้คนหนึ่งกำลังแก้ไขข้อมูลส่วนหนึ่งยังไม่เสร็จ ก็จะไม่อนุญาตให้ผู้ใช้คนอื่นเข้ามาเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลนั้นได้ เนื่องจากข้อมูลที่เข้ามายังระบบฐานข้อมูลจะถูกนำเข้าโดยระบบงานระดับปฏิบัติการตามหน่วยงานย่อยขององค์กร ซึ่งในแต่ละหน่วยงานจะมีสิทธิในการจัดการข้อมูลไม่เท่ากัน ระบบฐานข้อมูลจะทำการจัดการว่าหน่วยงานใดใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลในระดับใดบ้าง ใครเป็นผู้นำข้อมูลเข้า ใครมีสิทธิแก้ไขข้อมูล และใครมีสิทธิเพียงเรียกใช้ข้อมูล เพื่อที่จะให้สิทธิที่ถูกต้องบนตารางที่สมควรให้ใช้

ระบบฐานข้อมูลจะบอกรายละเอียดว่าข้อมูลใดถูกจัดเก็บไว้ในตารางชื่ออะไร เมื่อมีคำถามจากผู้บริหารจะสามารถหาข้อมูลเพื่อตอบคำถามได้ทันทีโดยใช้ภาษาฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมาก คือ SQL ซึ่งสามารถตอบคำถามที่เกิดขึ้นในขณะใดขณะหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องเขียนภาษาโปรแกรมอย่างเช่น โคบอล ซี หรือ ปาสคาล ซึ่งเสียเวลานานมากจนอาจไม่ทันต่อความต้องการใช้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจของผู้บริหาร

เนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลนั้นสามารถจัดการให้ผู้ใช้ทำงานพร้อมๆ กันได้หลายคน ดังนั้นโปรแกรมที่พัฒนาภายใต้การดูแลของระบบจัดการฐานข้อมูลจะสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันในฐานข้อมูลเดียวกันระบบฐานข้อมูลจะแบ่งเบาภาระในการพัฒนาระบบงานถ้าการพัฒนาระบบงานไม่ใช้ระบบฐานข้อมูล (ใช้ระบบแฟ้มข้อมูล) ผู้พัฒนาโปรแกรมจะต้องจัดการสิ่งเหล่านี้เองทั้งหมด นั่นคือระบบฐานข้อมูลทำให้การใช้ข้อมูลเกิดความเป็นอิสระระหว่างการจัดเก็บข้อมูลและการประยุกต์ใช้ เพราะส่วนของการจัดเก็บข้อมูลจริงถูกซ่อนจากการใช้งานจริงนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.6.6 สถาปัตยกรรมของระบบฐานข้อมูล**

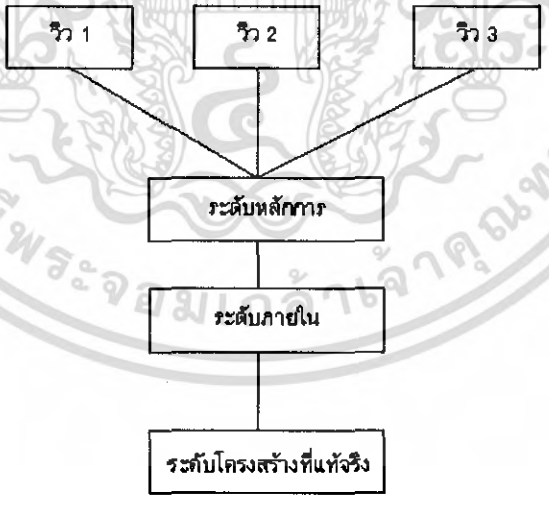
ระบบฐานข้อมูล เป็นการนำข้อมูลในองค์การที่มีความเกี่ยวข้องกันมารวมไว้อย่างเป็นระบบในที่เดียวกัน โดยที่ผู้ใช้ฐานข้อมูลจะมองข้อมูลนี้ในแง่มุมหรือวิวที่แตกต่างกันไปตามจุดประสงค์ของการประยุกต์ใช้งาน โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องสนใจว่าลักษณะการจัดเก็บข้อมูลโดยแท้จริงแล้วเป็นเช่นไร โดยระบบฐานข้อมูลจะทำการซ่อนรายละเอียดไว้ โดยจัดแบ่งระดับของข้อมูลออกเป็นระดับชั้น

ระดับชั้นของข้อมูลถูกพัฒนาขึ้นโดย The Standards Planing and Requirement Committee (SPARC) ของ American National Standards institute (ANSI) จะถูกแบ่งออกเป็น 4 ระดับ

1 ) ระดับภายนอก (external level) เป็นระดับที่อยู่สูงสุดโดยผู้ใช้สามารถมองเห็นงานของผู้ใช้แต่ละคนและสามารถเรียกใช้ฐานข้อมูลได้ในระดับนี้

2 ) ระดับหลักการ (conceptual level) เป็นระดับที่อยู่ถัดขึ้นมาได้แก่ ระดับของการมองแฟ้มข้อมูลของระบบฐานข้อมูลรวมทั้งกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับข้อมูลและผู้ที่มีสิทธิจะใช้ ข้อมูลในระดับนี้จะถูกใช้โดยโปรแกรมเมอร์หรือผู้เขียนโปรแกรม

3) ระดับภายใน (internal level) เป็นระดับของการจัดความสัมพันธ์ระหว่างแฟ้มข้อมูลของระบบฐานข้อมูลและการเชื่อมโยงแต่ละแฟ้มข้อมูล ข้อมูลในระดับนี้จะถูกใช้โดยผู้จัดการฐานข้อมูลและผู้เขียนโปรแกรมระบบ (system programmer)




**รูปที่ 2.22 แสดงระดับชั้นของข้อมูล**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.6.6.1 ระดับโครงสร้างแท้จริง (physical organization level)**

เป็นระดับที่ต่ำที่สุดอันได้แก่ กลุ่มของแฟ้มข้อมูลที่จัดเก็บไว้เป็นแฟ้มข้อมูลจริงและโครงสร้างของแฟ้มข้อมูล

ประโยชน์ของการแบ่งระดับชั้นนั้นเพื่อให้ข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน ความเป็นอิสระของข้อมูลคือการที่ผู้ใช้ไม่ต้องมาคอยแก้ไขโปรแกรมที่ใช้งานในทุก ๆ ครั้งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงแก้ไขฐานข้อมูล ระบบจัดการฐานข้อมูลจะทำหน้าที่เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแต่ละระดับ

เนื่องจากฐานข้อมูลมีลักษณะเด่นที่เหนือกว่าระบบแฟ้มข้อมูล คือความเป็นอิสระของข้อมูล การที่ผู้ใช้ไม่ต้องแก้ไขโปรแกรมที่ใช้งานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลระดับแนวคิดหรือระดับภายใน โดยเป็นหน้าที่ของระบบจัดการฐานข้อมูลหรือดีบีเอ็มเอสในการเชื่อมข้อมูลระดับภายนอกและระดับแนวคิด และเชื่อมข้อมูลระดับแนวคิดกับระดับภายใน ซึ่งการเชื่อมนี้เกี่ยวข้องกับความเป็นอิสระของข้อมูล ทำให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับทราบเกี่ยวกับข้อมูลส่วนอื่นๆ ที่ตนไม่ได้ใช้ ผู้ใช้มองเห็นโครงสร้างข้อมูลระดับภายนอกเหมือนเดิมและสามารถใช้งานได้ตามปกติ กล่าวคือข้อมูลภายในฐานข้อมูลเป็นอิสระจากโปรแกรมที่เรียกใช้ เพื่อที่สามารถแก้ไขโครงสร้างทางกายภาพของข้อมูลได้ โดยไม่กระทบต่อโปรแกรมที่เรียกใช้ฐานข้อมูลนั้น ความเป็นอิสระของข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) ความเป็นอิสระของข้อมูลเชิงตรรกะ (logical data independence) ตรรกะ (logical) ในความหมายที่ใช้กับระบบฐานข้อมูลจะหมายถึงมุมมองของผู้ใช้ต่อข้อมูลนั้น โดยขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าทำงานเกี่ยวข้องกับข้อมูลลักษณะใด ตัวอย่าง ถ้ามีคำถามว่าแฟ้มข้อมูลคืออะไร ถ้าถามบุคคลในวงการคอมพิวเตอร์ คำตอบที่ได้คือที่เก็บรวบรวมเรคอร์ด เพราะว่าบุคคลเหล่านี้ส่วนใหญ่คือโปรแกรมเมอร์ผู้เขียนโปรแกรม ซึ่งในมุมมองของผู้เขียนโปรแกรมนั้นจะมองแฟ้มข้อมูลเป็นเรคอร์ด นั่นคือขณะที่โปรแกรมเมอร์ใช้คำสั่งอ่านข้อมูล (read) 1 คำสั่งจะได้ข้อมูล 1 เรคอร์ด และเมื่อใช้คำสั่งเขียน (write) 1 คำสั่งจะบันทึกข้อมูล 1 เรคอร์ด นั่นคือในมุมมองของโปรแกรมเมอร์จะเห็นแฟ้มข้อมูลเป็นเรคอร์ด แต่ถ้าเราถามเจ้าหน้าที่สารบรรณว่าแฟ้มข้อมูลคืออะไร เจ้าหน้าที่สารบรรณจะตอบว่าคือที่เก็บรวบรวมตัวอักษรหรือข้อความ เพราะว่าเจ้าหน้าที่ดังกล่าวมองแฟ้มข้อมูลเป็นที่เก็บตัวอักษร เนื่องจากใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ดจัดการกับข้อมูลและเก็บข้อมูลซึ่งเป็นตัวอักษรและข้อความต่างๆ เป็นแฟ้มข้อมูลนั่นเอง นั่นคือบุคคลเหล่านั้นทั้งโปรแกรมเมอร์และเจ้าหน้าที่สารบรรณมีมุมมองต่อแฟ้มข้อมูลต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่เกี่ยวข้องด้วย ซึ่งแฟ้มข้อมูลที่ผู้ใช้เห็นนี้เรียกว่า แฟ้มข้อมูลเชิงตรรกะ (logical file) ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ความเป็นอิสระของข้อมูลเชิงตรรกะ (logical data independence) หมายถึง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโครงสร้างข้อมูลในระดับแนวคิด จะไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างข้อมูลในระดับภายนอกที่ผู้ใช้ใช้งานอยู่ เช่น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของแอตทริบิวต์ในตารางฐานข้อมูลในระดับแนวคิด ก็ไม่จำเป็นต้องไปแก้ไขโปรแกรมประยุกต์ที่ผู้ใช้เขียนขึ้นในระดับภายนอกที่มีการเรียกใช้แอตทริบิวต์นั้นในการทำงานกับฐานข้อมูลต้องรู้ว่าสิ่งที่เราทำงานอยู่ด้วยนั้นเกี่ยวข้องกับระดับกายภาพหรือระดับตรรกะ

2) ความเป็นอิสระของข้อมูลเชิงกายภาพ (physical data independence) กายภาพ (physical) ในความหมายของระบบผู้ใช้จะหมายถึงมุมมองของระบบปฏิบัติการ (Operating System; OS) ต่อข้อมูลนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคำถามข้างต้นถามว่าแฟ้มข้อมูลคืออะไร คำตอบที่ได้ในที่นี้คือที่เก็บรวบรวมบิตโดยนำรูปแบบของบิต (bit pattern) มาเรียงต่อกันเป็นสาย ซึ่งเป็นคำตอบในมุมมองของระบบปฏิบัติการ จะเห็นว่าไม่เกี่ยวข้องกับเรคอร์ดหรือตัวอักษร ซึ่งแฟ้มข้อมูลในมุมมองของระบบปฏิบัติการนี้เรียกว่า แฟ้มข้อมูลเชิงกายภาพ (physical file) ความเป็นอิสระของข้อมูลเชิงกายภาพ (physical data independence) หมายถึง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโครงสร้างข้อมูลในระดับภายใน จะไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างข้อมูลในระดับแนวคิด หรือระดับภายนอก เช่น เมื่อมีการเปลี่ยนวิธีการจัดเก็บข้อมูลจากแบบเรียงลำดับ (sequential) ไปเป็นแบบดัชนี (indexed) ในระดับภายใน ในระดับแนวคิดนั้นจะไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว หรือโปรแกรมประยุกต์ที่เขียนในระดับภายนอกก็ไม่จำเป็นต้องแก้ไขโปรแกรมตามวิธีการจัดเก็บที่เปลี่ยนแปลงไป

สรุปได้ว่าแฟ้มข้อมูลที่กล่าวถึงนั้นคือสิ่งเดียวกันแต่เมื่อมองจากต่างมุมจะมองเห็นต่างกัน ซึ่งในมุมมองของผู้ใช้นั้นเป็นมุมมองเชิงตรรกะ ขณะที่มุมมองของระบบปฏิบัติการเป็นมุมมองเชิงกายภาพ

การสร้างฐานข้อมูลขึ้นใช้งานในองค์การหรือหน่วยงานต่างๆ ก็จำเป็นจะต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่เหมาะสม และต้องมีวิธีจัดการข้อมูล โดยปกติการสร้างฐานข้อมูลจำเป็นจะต้องออกแบบฐานข้อมูลเป็นสองระยะหรือสองขั้นตอนด้วยกัน ขั้นแรกก็คือการออกแบบเชิงแนวคิด (conceptual design) หรือเชิงตรรกะ (logical design) และขั้นที่สองก็คือการออกแบบเชิงกายภาพ (physical design)

1) การออกแบบเชิงตรรกะเน้นในด้านการจัดกลุ่มข้อมูลในฐานข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ หรือ เป็นตารางที่เหมาะสม การออกแบบเริ่มต้นด้วยการพิจารณาว่าหน่วยงานจะต้องใช้ข้อมูลอะไรบ้าง ข้อมูลเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง จะจัดกลุ่มข้อมูลอย่างไรจึงจะเหมาะสมและไม่เกิดความซ้ำซ้อน การพิจารณาการจัดกลุ่มนี้จะต้องคำนึงถึงลักษณะของประเภทฐานข้อมูลที่จะจัดทำขึ้นด้วย

2)การออกแบบเชิงกายภาพ เน้นในด้านการกำหนดว่าข้อมูลแต่ละรายการหรือตารางข้อมูลต่างๆ จะจัดเก็บลงในสื่อข้อมูลเช่นจานแม่เหล็กได้อย่างไร มีการกำหนดว่าข้อมูลแต่ละรายการเป็นข้อมูลประเภทอักขระ จำนวน หรือประเภทอื่นๆ และต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บมากน้อยเท่าใด การออกแบบฐานข้อมูลในส่วนนี้จำเป็นจะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญที่ศึกษาด้านฐานข้อมูลมาโดยตรง

ฐานข้อมูลเป็นงานประยุกต์คอมพิวเตอร์ที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในยุคปัจจุบัน อาจกล่าวได้ว่างานประยุกต์คอมพิวเตอร์ทุกงานล้วนต้องสร้างขึ้นบนฐานข้อมูลแทบทั้งสิ้น ดังนั้นการศึกษาทำความเข้าใจเรื่องของฐานข้อมูลจึงเป็นเรื่องจำเป็น ยิ่งหากได้ศึกษาจนถึงขั้นออกแบบและใช้งานได้จริงแล้วยิ่งจะเป็นประโยชน์มากขึ้นเป็นทวีคูณ

โครงสร้างของสถาปัตยกรรมของฐานข้อมูล 3 ระดับนั้น แต่ละระดับจะมี DBMS ทำหน้าที่ในการแปลงรูประดับข้อมูลจากระดับหนึ่งไปยังอีกระดับหนึ่ง ได้แก่ การแปลงรูประหว่างระดับภายนอกกับระดับแนวคิด และระหว่างระดับแนวคิดกับระดับภายใน

การถ่ายทอดมุมมองจากสถาปัตยกรรมในระดับที่สูงกว่าไปยังระดับที่ต่ำกว่า เรียกว่า การแปลงรูป (mapping) ภารแปลงรูปแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ หนึ่งการแปลงรูประหว่างระดับภายนอกกับระดับแนวคิด และสองการแปลงรูประหว่างระดับแนวคิดกับระดับภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การแปลงรูประหว่างระดับภายนอกกับระดับแนวคิด (external/conceptual mapping) เป็นการกำหนดความสอดคล้องกันระหว่างมุมมองในระดับภายนอกและระดับแนวคิดที่เรียกว่า ความเป็นอิสระของข้อมูลเชิงตรรกะ(logical data independence) โดยถ่ายทอดมุมมองที่มีต่อข้อมูลจากสถาปัตยกรรมในระดับภายนอกไปยังสถาปัตยกรรมในระดับแนวคิด เพื่อให้ผู้ใช้ฐานข้อมูลสามารถมีมุมมองข้อมูลที่แตกต่างกันได้ ในระดับแนวคิดนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลง ชนิดข้อมูล (data type) ของแอตทริบิวต์ เปลี่ยนแปลงชื่อแอตทริบิวต์ เป็นต้น โดยสามารถเชื่อมการเปลี่ยนแปลงนี้ไปสู่แอตทริบิวต์ระดับภายนอกได้ ทำให้ส่งข้อมูลมาภายนอกก็ยังคงใช้ได้เหมือนเดิมไม่ต้องเปลี่ยนแปลงใดๆ หรือกล่าวว่านี่คือการรักษาความเป็นอิสระข้อมูลเชิงตรรกะนั่นเอง

2) การแปลงรูประหว่างระดับแนวคิดกับระดับภายใน (conceptual/internal mapping) เป็นการกำหนดความสอดคล้องกันระหว่างมุมมองในระดับแนวคิดกับระดับภายในที่เรียกว่าความเป็นอิสระของข้อมูลเชิงกายภาพ ( physical data independence) โดยถ่ายทอดมุมมองที่มีต่อข้อมูลจากสถาปัตยกรรมในระดับแนวคิดไปยังสถาปัตยกรรมในระดับภายในเพื่อนำโครงสร้างของข้อมูลในระดับแนวคิดไปแปลงเป็นโครงสร้างของข้อมูลในระดับกายภาพเพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูล โดยระบุโครงสร้างเรคอร์ดและฟิลด์ที่ใช้จัดเก็บข้อมูลในระดับภายใน ถ้าโครงสร้างของข้อมูลในฐานข้อมูลที่จัดเก็บเปลี่ยนแปลงไป เช่น เมื่อมีการเปลี่ยนนิยามโครงสร้างการจัดเก็บทำให้การแปลงรูปจากระดับแนวคิด ไปยังระดับภายในต้องเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย แต่แนวคิดยังคงอยู่เหมือนเดิมไม่ต้องเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงในระดับภายในต้องเป็นอิสระจากระดับแนวคิด เพื่อที่จะรักษาความเป็นอิสระของข้อมูลเชิงกายภาพนั่นเอง

การแปลงรูปข้อมูลระหว่างระดับแนวคิดกับระดับภายใน ทำให้ผู้ใช้งานฐานข้อมูลไม่ว่าในระดับแนวคิดหรือระดับภายนอกไม่จำเป็นต้องทราบว่าข้อมูลที่ตนใช้งานอยู่ถูกจัดเก็บในดิสก์อย่างไร เมื่อต้องการใช้ข้อมูลใดสามารถอ้างถึงชื่อตารางและฟิลด์ได้โดยตรง ซึ่งจะเป็นหน้าที่ของระบบจัดการฐานข้อมูลที่จะดูว่าข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการเก็บอยู่ในตำแหน่งแทรกใด ไซลินเดอร์ใดในดิสก์ แล้วทำการดึงข้อมูลนั้นมาให้แก่ผู้ใช้

**2.6.7 ระบบจัดการฐานข้อมูล(Database Management System:DBMS)**

หน้าที่ของระบบการจัดการฐานข้อมูล

ระบบจัดการฐานข้อมูลเป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

- ดูแลการใช้งานให้กับผู้ใช้ ในการติดต่อกับตัวจัดการระบบแฟ้มข้อมูลได้ ในระบบฐานข้อมูลนี้ข้อมูลจะมีขนาดใหญ่ ซึ่งจะถูกจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรองเมื่อผู้ใช้ต้องการจะใช้ฐานข้อมูล ระบบการจัดการฐานข้อมูลจะทำหน้าที่ติดต่อกับระบบแฟ้มข้อมูลซึ่งเสมือนเป็นผู้จัดการแฟ้มข้อมูล (file manager) นำข้อมูลจากหน่วยความจำสำรองเข้าสู่หน่วยความจำหลักเฉพาะส่วนที่ต้องการใช้งาน และทำหน้าที่ประสานกับตัวจัดการระบบแฟ้มข้อมูลในการจัดเก็บ เรียกใช้ และแก้ไขข้อมูล
- ควบคุมระบบความปลอดภัยของข้อมูลโดยป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้ามาเรียกใช้หรือแก้ไขข้อมูลในส่วนป้องกันเอาไว้ พร้อมทั้งสร้างฟังก์ชันในการจัดทำข้อมูลสำรอง โดยเมื่อเกิดมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความขัดข้องของระบบแฟ้มข้อมูลหรือของเครื่องคอมพิวเตอร์เกิดการเสียหายนั้น ฟังก์ชันนี้จะสามารถทำการฟื้นสภาพของระบบข้อมูลกลับเข้าสู่สภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์ได้

- ควบคุมการใช้ข้อมูลในสภาพที่มีผู้ใช้พร้อม ๆ กันหลายคน โดยจัดการเมื่อมีข้อผิดพลาดของข้อมูลเกิดขึ้น

**2.7 ภาษา SQL**

ภาษา SQL สามารถอ่านออกเสียงได้ 2 แบบ คือ "เอสคิวแอล" (SQL) หรือ "ซีเควล" (Sequel) ย่อมาจาก Structured Query Language หรือภาษาในการสอบถามข้อมูล เป็นภาษาทางด้านฐานข้อมูล ที่สามารถสร้างและปฏิบัติการกับฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์(relational database)โดยเฉพาะ และ เป็นภาษาที่มีลักษณะคล้ายกับภาษาอังกฤษ ภาษา SQLถูกพัฒนาขึ้นจากแนวคิดของ relational calculus และ relational algebra เป็นหลัก ภาษา SQL เริ่มพัฒนาครั้งแรกโดย almaden research center ของบริษัท IBM โดยมีชื่อเริ่มแรกว่า "ซีเควล" (Sequel) ต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็น"เอสคิวแอล" (SQL) หลังจากนั้นภาษา SQLได้ถูกนำมาพัฒนาโดยผู้ผลิตซอฟแวร์ด้านระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จนเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย

ในปัจจุบันโดยผู้ผลิตแต่ละรายก็พยายามที่จะพัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูลของตนให้มีลักษณะเด่นเฉพาะขึ้นมา ทำให้รูปแบบการใช้คำสั่ง SQL มีรูปแบบที่แตกต่างกันไปบ้าง เช่น ORACLE ACCESS SQL Base ของ Sybase INGRES หรือ SQL Server ของ Microsoft เป็นต้น ดังนั้นในปี ค.ศ. 1986 ทางด้าน American National Standards Institute (ANSI) จึงได้กำหนดมาตรฐานของ SQL ขึ้น อย่างไรก็ดีโปรแกรมฐานข้อมูลที่ขายในท้องตลาดได้ขยาย SQL ออกไปจนเกินข้อกำหนดของ ANSI โดยเพิ่มคุณสมบัติอื่นๆ ที่คิดว่าเป็นประโยชน์เข้าไปอีกแต่โดยหลักทั่วไปแล้วก็ยังปฏิบัติตามมาตรฐานของ ANSI ในการอธิบายคำสั่งต่างๆของภาษา SQL ในหนังสือเล่มนี้จะอธิบายคำสั่งที่เป็นรูปแบบคำสั่งมาตรฐานของภาษา SQLโดยทั่วไป

**2.7.1 ประเภทของคำสั่งของภาษา SQL**

ภาษา SQL เป็นภาษาที่ใช้งานได้ตั้งแต่ระดับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลพีซีไปจนถึงระดับเมนเฟรม ประเภทของคำสั่งในภาษา SQL (The subdivision of sql) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1). ภาษาสำหรับการนิยามข้อมูล (Data Definition Language : DDL) ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดโครงสร้างข้อมูลว่ามีคอลัมน์อะไร แต่ละคอลัมน์เก็บข้อมูลประเภทใด รวมถึงการเพิ่มคอลัมน์ การกำหนดดัชนี การกำหนดวิวหรือตารางเสมือนของผู้ใช้ เป็นต้น

2.) ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language : DML) ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการเรียกใช้ข้อมูล การเปลี่ยนแปลงข้อมูล การเพิ่มหรือลบข้อมูล เป็นต้น

3). ภาษาควบคุม (Data Control Language : DCL) : ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการควบคุม การเกิดภาวะพร้อมกัน หรือการป้องกันการเกิดเหตุการณ์ที่ผู้ใช้หลายคนเรียกใช้ข้อมูลพร้อมกัน และคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมความปลอดภัยของข้อมูลด้วยการกำหนดสิทธิของผู้ใช้ที่แตกต่างกันเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในภาษา SQL การบรรจุข้อมูลลงในคอลัมน์ต่าง ๆ ของตารางจะต้องกำหนดชนิดของข้อมูล (data type) ให้แต่ละคอลัมน์ ชนิดของข้อมูลนี้จะแสดงชนิดของค่าที่อยู่ในคอลัมน์ ค่าทุกค่าในคอลัมน์ที่กำหนดจะต้องเป็นชนิดเดียวกัน เช่น ในตารางลูกค้าคอลัมน์ที่เป็นรายชื่อลูกค้า จะต้องเป็นตัวหนังสือ ในขณะที่คอลัมน์จำนวนเงินที่ลูกค้าซื้อสินค้าเป็นตัวเลข

ชนิดของข้อมูลของแต่ละคอลัมน์จะขึ้นกับลักษณะของข้อมูลแต่ละคอลัมน์ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้ชนิดข้อมูลพื้นฐานในภาษา SQL ดังนี้

**ตัวหนังสือ(character)** ในภาษา SQL จะใช้

- ตัวหนังสือแบบความยาวคงที่(fixed-length character) จะใช้ char (n) หรือ character(n) แทนประเภทของข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือใดๆที่มีความยาวของข้อมูลคงที่โดยมีความยาว n ตัวหนังสือประเภทนี้จะมีการจองเนื้อที่ตามความยาวที่คงที่ตามที่กำหนดไว้ ชนิดของข้อมูลประเภทนี้จะเก็บความยาวของข้อมูลได้มากที่สุดได้ 255 ตัวอักษร

- ตัวหนังสือแบบความยาวไม่คงที่(variable-length character) จะใช้ varchar (n) แทนประเภทของข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือใดๆที่มีความยาวของข้อมูลไม่คงที่ โดยมีความยาว n ตัวหนังสือประเภทนี้จะมีการจองเนื้อที่ตามความยาวของข้อมูล ชนิดของข้อมูลประเภทนี้จะเก็บความยาวของข้อมูลได้มากที่สุดได้ 4000 ตัวอักษร

**จำนวนเลข( numeric)**

- จำนวนเลขที่มีจุดทศนิยม(decimal) ในภาษา SQL จะใช้ dec(m,n) หรือ decimal(m,n) เป็นประเภทข้อมูลที่เป็นจำนวนเลขที่มีจุดทศนิยมโดย m คือจำนวนตัวเลขทั้งหมด (รวมจุดทศนิยม) และ n คือจำนวนตัวเลขหลังจุดทศนิยม

- จำนวนเลขที่ไม่มีจุดทศนิยมในภาษา SQL จะใช้ int หรือ integer เป็นเลขจำนวนเต็มบวกหรือลบขนาดใหญ่ เป็นตัวเลข 10 หลัก ที่มีค่าตั้งแต่ –2,147,483,648 ถึง +2,147,483,647 และในภาษา SQL จะใช้ smallint เป็นประเภทข้อมูลที่เป็นเลขจำนวนเต็มบวกหรือลบขนาดเล็ก เป็นตัวเลข 5 หลัก ที่มีค่าตั้งแต่ – 32,768 ถึง + 32,767 ตัวเลขจำนวนเต็มประเภทนี้จะมีการจองเนื้อที่น้อยกว่าแบบ integer

- เลขจำนวนจริง ในภาษา SQL อาจใช้ number(n)แทนจำนวนเลขที่ไม่มีจุดทศนิยมและจำนวนเลขที่มีจุดทศนิยม

**ข้อมูลในลักษณะอื่นๆ**

- วันที่และเวลา(Date/Time) เป็นชนิดวันที่หรือเวลาในภาษา SQL จะใช้ date เป็นข้อมูลวันที่ ซึ่งจะมีหลายรูปแบบให้เลือกใช้ เช่น yyyy-mm-dd(1999-10-31),dd.mm.yyyy(31.10.1999) หรือ dd/mm/yyyy (31/10/1999)

**ลักษณะการใช้งานของภาษา SQL**

ภาษา SQL เป็นส่วนประกอบหนึ่งของ DBMS มักพบใน DBMS เชิงสัมพันธ์หลายตัวและเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ภาษา SQL ง่ายต่อการเรียนรู้ การใช้งานในภาษา SQLแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ ภาษา SQL ที่โต้ตอบได้ (interactive SQL)และภาษา SQL ที่ฝังในโปรแกรม (embedded SQL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษา SQL ที่โต้ตอบได้ ใช้เพื่อปฏิบัติงานกับฐานข้อมูลโดยตรง เป็นการใช้คำสั่งภาษา SQL สั่งงานบนจอภาพ โดยเรียกดูข้อมูลได้โดยตรงในขณะที่ทำงาน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่นำไปใช้ได้ ตัวอย่างเช่น ต้องการเรียกดูข้อมูลในคอลัมน์ SALENAME และ SALECOM จากตาราง SALESTAB จะใช้คำสั่งของภาษา SQL ดังนี้

ภาษา SQL ที่ฝังในโปรแกรม เป็นภาษา SQL ที่ประกอบด้วยคำสั่งต่าง ๆ ของ ภาษา SQL ที่ใส่ไว้ในโปรแกรมที่ส่วนมากแล้วเขียนด้วยภาษาอื่น เช่น โคบอล ปาสคาล ภาษาซี ลักษณะของคำสั่ง SQL จะแตกต่างจากภาษาอื่นๆ ในแง่ที่ว่า SQL ไม่มีคำสั่งที่เกี่ยวกับการควบคุม(control statement)เหมือนภาษาอื่น เช่น if..then...else for...do หรือ loop หรือ while ทำให้มีข้อจำกัดในการเขียนชุดคำสั่งงาน การใช้ภาษา SQL ฝังในโปรแกรมอื่นจะทำให้ภาษา SQL มีความสามารถและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผลลัพธ์ของคำสั่งที่เกิดจากภาษา SQL ที่ฝังในโปรแกรมจะถูกส่งผ่านไปให้กับตัวแปรหรือพารามิเตอร์ที่ใช้

เพียงอย่างเดียว จะทำให้คำสั่งนี้ใส่ค่า id-num salesperson loc comm ใส่ค่าได้เพียงครั้งเดียว แต่เมื่อนำคำสั่งนี้มาใส่ไว้ในภาษาปาสคาลข้างต้นจะทำให้คำสั่งดังกล่าวมีความสามารถสูงขึ้นคือคำสั่งนี้จะสามารถทำงานซ้ำ(loop) โดยใส่ค่าต่างๆลงในตัวแปรเพื่อให้ทำซ้ำกันหลายๆครั้ง โดยจากตัวอย่างส่วนของโปรแกรมภาษาปาสคาลจะกำหนดลูปวนซึ่งจะอ่านค่าจากแฟ้มข้อมูลแล้วเก็บค่านั้นไว้ในตัวแปร id-num, salesperson, loc, comm ของตารางSALESTAB การอ่านค่าแล้วเก็บค่าไว้ในตัวแปรจะทำซ้ำจนกระทั่งข้อมูลหมดจากแฟ้มข้อมูล

ทั้งภาษา SQL ที่โต้ตอบได้และภาษา SQL ที่ฝังในโปรแกรมจะมีลักษณะของคำสั่งที่ใช้งานเหมือนกัน จะต่างกันแต่เพียงภาษา SQL ที่ฝังในโปรแกรมจะมีวิธีการเชื่อมโยงกับภาษาอื่น ๆ

**2.8 ภาษา PHP**

Rasmus Lerdorf สร้างภาษา PHP ขึ้นมาในปี ค.ศ.1994 เนื่องมาจากเขาต้องการพัฒนาโปรแกรมเพื่อเก็บข้อมูลของผู้ใช้ที่แวะเวียนเข้ามาเยี่ยมชมโฮมเพจส่วนตัวของเขาเอง เขาเรียกโปรแกรมนี้ว่า PHP ซึ่งย่อมาจาก Personal Home Page Tools

ปัจจุบันกลุ่มผู้พัฒนา PHP ได้กำหนดให้ PHP ย่อมาจาก PHP : Hypertext Preprocessor ซึ่งเป็นคำย่อในลักษณะ recursive เพราะชื่อเต็มของ PHP ก็ยังคงมีตัวอักษรย่อ PHP ปรากฏอยู่

PHP เป็นภาษาจำพวก scripting language คำสั่งต่างๆจะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่าสคริปต์ (script) และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปลชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปก็เช่น JavaScript, Perl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถ สอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่ง ที่ช่วยให้เราสามารถสร้างเอกสารแบบ Dynamic HTML ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีลูกเล่นมากขึ้น ถ้าใครรู้จัก Server Side Include (SSI) ก็จะสามารถเข้าใจการทำงานของ PHP ได้ไม่ยาก สมมุติว่า เราต้องการจะแสดงวันเวลาปัจจุบันที่ผู้เข้ามาเยี่ยมชมเว็บไซต์ในขณะนั้น ในตำแหน่ง ใดตำแหน่งหนึ่งภายในเอกสาร HTML ที่เราต้องการ อาจจะใช้คำสั่งในรูปแบบนี้ เช่น <!--#exec cgi="date.pl"--> ไว้ในเอกสาร HTML เมื่อ SSI ของ web server มาพบคำสั่งนี้ ก็จะกระทำคำสั่ง date.pl ซึ่งในกรณีนี้ เป็นสคริปต์ที่เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยภาษา perl สำหรับอ่านเวลาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วใส่ค่าเวลาเป็นเอาท์พุท (output) และแทนที่คำสั่งดังกล่าวลงในเอกสาร HTML โดยอัตโนมัติ ก่อนที่จะส่งไปยังผู้อ่านอีกทีหนึ่ง

อาจจะกล่าวได้ว่า PHP ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแทนที่ SSI รูปแบบเดิมๆ โดยให้มีความสามารถ และมีส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องมือชนิดอื่นมากขึ้น เช่น ติดต่อกับคลังข้อมูลหรือ database เป็นต้น

PHP ได้รับการเผยแพร่เป็นครั้งแรกในปีค.ศ.1994 จากนั้นก็มีการพัฒนาต่อมาตามลำดับเป็นเวอร์ชั่น 1 ในปี 1995 เวอร์ชั่น 2 (ตอนนั้นใช้ชื่อว่า PHP/FI) ในช่วงระหว่าง 1995-1997 และเวอร์ชั่น 3 ช่วง 1997 ถึง 1999 จนถึงเวอร์ชั่น 4 ในปัจจุบัน

PHP เป็นผลงานที่เติบโตมาจากกลุ่มของนักพัฒนาในเชิงเปิดเผยรหัสต้นฉบับ หรือ Opensource ดังนั้น PHP จึงมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ร่วมกับ Apache Web Server ระบบปฏิบัติอย่างเช่น Linux หรือ FreeBSD เป็นต้น ในปัจจุบัน PHP สามารถใช้ร่วมกับ Web Server หลายๆตัวบนระบบปฏิบัติการอย่างเช่น Windows 95/98/NT เป็นต้น

รายชื่อของนักพัฒนาภาษา PHP ที่เป็นแก่นสำคัญในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

Zeev Suraski, Israel

Andi Gutmans, Israel

Shane Caraveo, Florida USA

Stig Bakken, Norway

Andrey Zmievski, Nebraska USA

Sascha Schumann, Dortmund, Germany

Thies C. Arntzen, Hamburg, Germany

Jim Winstead, Los Angeles, USA

Rasmus Lerdorf, North Carolina, USA

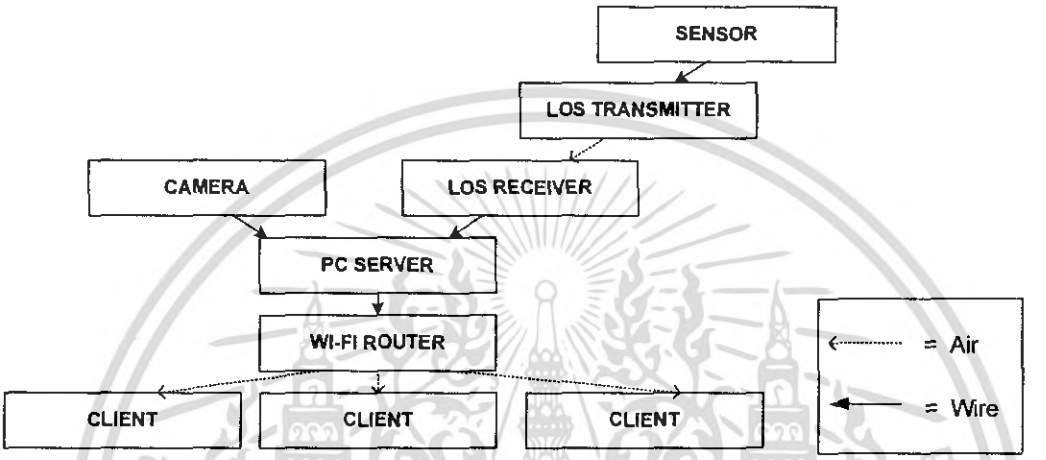
เนื่องจากว่า PHP ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของตัว Web Server ดังนั้นถ้าจะใช้ PHP ก็จะต้องดูก่อนว่า Web Server นั้นสามารถใช้สคริปต์ PHP ได้หรือไม่ ยกตัวอย่างเช่น PHP สามารถใช้ได้กับ Apache Web Server และ Personal Web Server (PWP) สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows 95/98/NT

ในกรณีของ Apache เราสามารถใช้ PHP ได้สองรูปแบบคือ ในลักษณะของ CGI และ Apache Module ความแตกต่างอยู่ตรงที่ว่า ถ้าใช้ PHP เป็นแบบโมดูล PHP จะเป็นส่วนหนึ่งของ Apache หรือเป็นส่วนขยายในการทำงานนั่นเอง ซึ่งจะทำงานได้เร็วกว่าแบบที่เป็น CGI เพราะว่า ถ้าเป็น CGI แล้ว ตัวแปลชุดคำสั่งของ PHP ถือว่าเป็นแค่โปรแกรมภายนอก ซึ่ง Apache จะต้องเรียกขึ้นมาทำงานทุกครั้ง ที่ต้องการใช้ PHP ดังนั้น ถ้ามองในเรื่องของประสิทธิภาพในการทำงาน การใช้ PHP แบบที่เป็นโมดูลหนึ่งของ Apache จะทำงานได้มีประสิทธิภาพมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# การคำนวณและการสร้าง

## 3.1 องค์ประกอบโดยรวม




รูปที่ 3.1 Block Diagram

โครงงานชิ้นนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อตรวจจับรถไฟที่กำลังจะเข้ามายังสถานีรถไฟพระจอมเกล้าโดยใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ที่สร้างขึ้นมาจากอุปกรณ์เลเซอร์ไดโอดและอุปกรณ์ตรวจจับแสงตรวจจับวัตถุพาดผ่านจากนั้นจะส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์รับ-ส่งระยะไกลเพื่อส่งสัญญาณนั้นมายังเครื่อง Server ที่ตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยจากนั้นตัว Server จะทำหน้าที่ในการคำนวนค่าและเก็บข้อมูลต่างๆของโครงงานนี้

สำหรับผู้ที่ต้องการจะทราบตารางรถไฟล่วงหน้านี้สามารถเปิดใช้ได้จากคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกับเครื่อง Server ได้เลยโดยใช้โปรแกรม Internet Explorer version 6.0 ขึ้นไปซึ่งมีอยู่แทบทุกเครื่องกันอยู่แล้ว

ในส่วนของอุปกรณ์ทั้งหมดประกอบไปด้วยส่วนของ Hardware และ Software อันประกอบไปด้วย

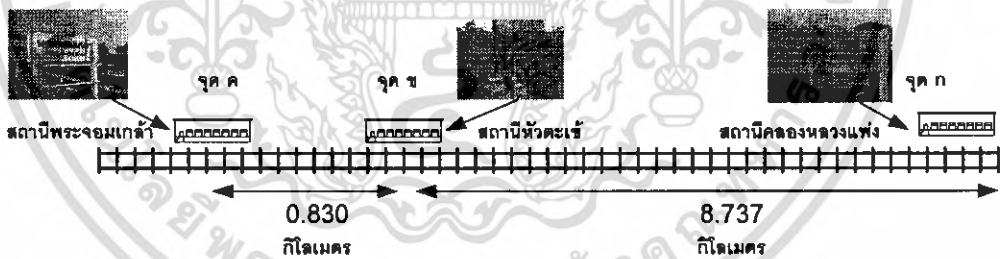
| Hardware | Software |
|---|---|
| 1.Sensor - อุปกรณ์ตรวจจับมีตัวยิงแสงเลเซอร์จากเลเซอร์ไดโอดและตัวตรวจจับแสง<br>2.LOS Tx/Rx – Line of sight transmitter/receiver เป็นอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะรัศมีทำการไกลถึง 10 กิโลเมตรใช้ส่งข้อมูลจากเซนเซอร์มายังเครื่อง Server ของ Motorola FV200<br>3.Server – ทำหน้าที่ทั้งเป็น Web Server (จาก Apache) และ Database Server (จาก MySQL) ของ | <u>Server</u><br>1.receiver.exe – สร้างจากภาษา C เป็นโปรแกรมรับค่าจากเซนเซอร์ขึ้น WWW รันบน Console โดยเปิดโปรแกรมไว้ตลอดเวลา<br>2.Main program(index.html) – สร้างขึ้นจากภาษา PHP ทำหน้าหลักที่รับข้อมูลจาก receiver.exe เพื่อแสดงเวลาที่รถไฟจะมาถึงแต่ถ้าในภาวะปกติจะแสดงเวลาจากตารางรถไฟของการรถไฟ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| โครงงานนี้<br>4.USB Camera - สำหรับถ่ายทอดภาพรถไฟจากบริเวณสถานีหัวตะเข้ต่อกับเครื่อง Server<br>5.Wireless Router - ทำหน้าที่สร้างวงแลนของโครงงานและกระจายข้อมูลไปยังเครื่อง Client ที่อยู่ในรัศมีทำการ<br>6.Directional Antenna - สายอากาศแบบมีทิศทางเพื่อใช้ในการขยายสัญญาณจากตัว Wireless Router ไปยังบริเวณที่ให้บริการ<br>7.Client – คอมพิวเตอร์ทั่วไปที่สามารถรับ Wireless LAN ได้ | 3.Appserv Open Project 2.5.7 สำหรับวินโดวส์ - เป็นโปรแกรมที่รวบรวมซอฟท์แวร์ที่ใช้สำหรับการสร้าง Web Server และ Database Server จัดทำโดย นายภาณุพงศ์ ปัญญาดี (http://www.appservernetwork.com)<br>4.Microsoft Windows Media Encoder 9 Series – สำหรับ broadcast video steaming จากเครื่อง Server ไปยังเครื่อง Client ที่มี Windows media player อยู่<br>Client<br>1.Internet Explorer version 6.0 ขึ้นไป – เป็น Web browser มาตรฐานที่ติดตั้งอยู่ใน Windows อยู่แล้ว |

**3.2 การติดตั้งอุปกรณ์**

ในการแจ้งเวลาล่วงหน้านั้นอุปกรณ์ตรวจจับจะต้องถูกวางไว้ยังบริเวณที่ตั้งก่อนหน้าที่จะเข้ามายังสถานีพระจอมเกล้าในโครงงานนี้จึงได้เลือกสถานีที่จะติดตั้งเป็นสถานีรถไฟก่อนหน้าสถานีรถไฟหัวตะเข้ 1 สถานี คือสถานีรถไฟคลองหลวงแพ่ง

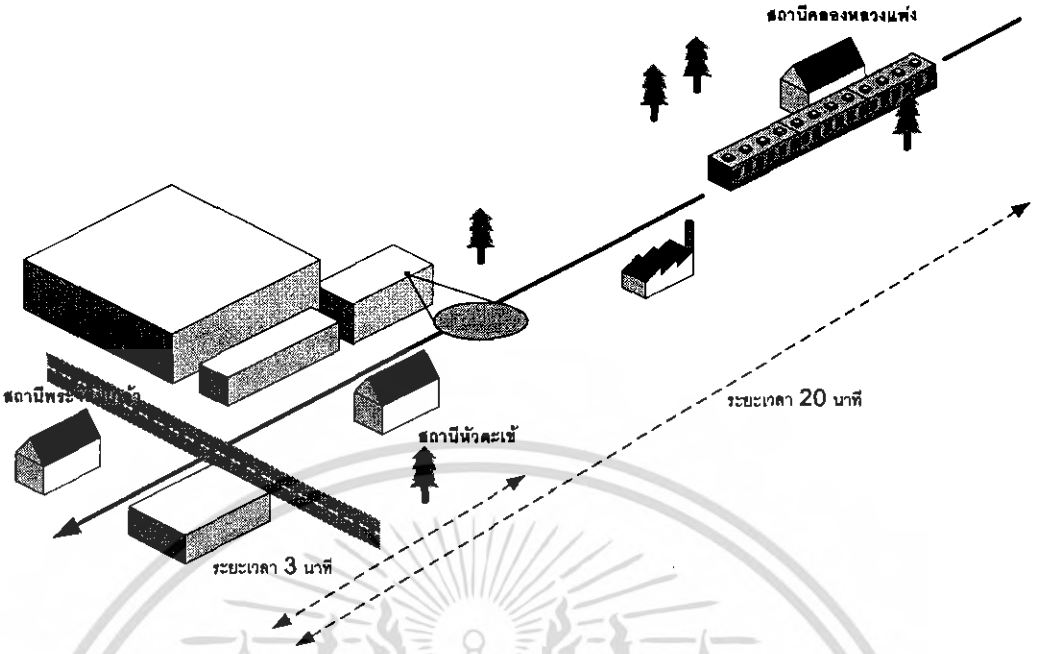



รูปที่ 3.2 แผงผังของสถานีที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

สถานีรถไฟคลองหลวงแพ่งอยู่ห่างจากสถานีรถไฟหัวตะเข้ 8.737 กิโลเมตร และสถานีรถไฟพระจอมเกล้า (0.830+8.737) = 9.567 กิโลเมตร และระยะเวลาที่รถไฟเดินทางจากสถานีคลองหลวงแพ่งจนมาถึงสถานีพระจอมเกล้าจากการจับเวลาเราจะประมาณเวลาได้ประมาณ 15-20 นาทีและเราสามารถเลือกใช้ค่าๆหนึ่งในช่วงเวลานี้ ดังนั้นโครงงานก็จะสามารถแจ้งเวลาที่รถไฟจะเข้ามาซึ่งเป็นเวลาจริงออกไปยังเครื่อง Client ได้

และเมื่อรถไฟเดินทางมาถึงสถานีหัวตะเข้จะเหลือเวลาอีกประมาณ 3 นาที ถึงจะมาถึงยังสถานีพระจอมเกล้าซึ่งเป็นจุดอ้างอิงหลัก

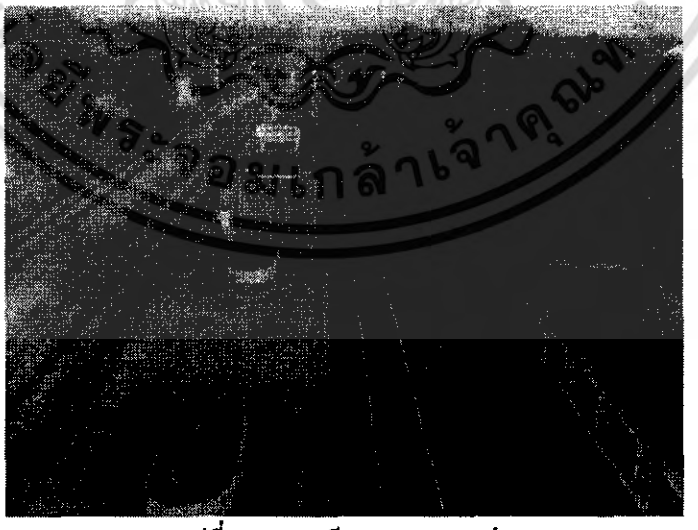
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.3 ระยะเวลาที่รถไฟเดินทางจากจุดต่างๆ

**3.2.1 จุด ก สถานีคลองหลวงแพ่ง**

รูปที่ 3.4 ป้ายสถานีคลองหลวงแพ่ง

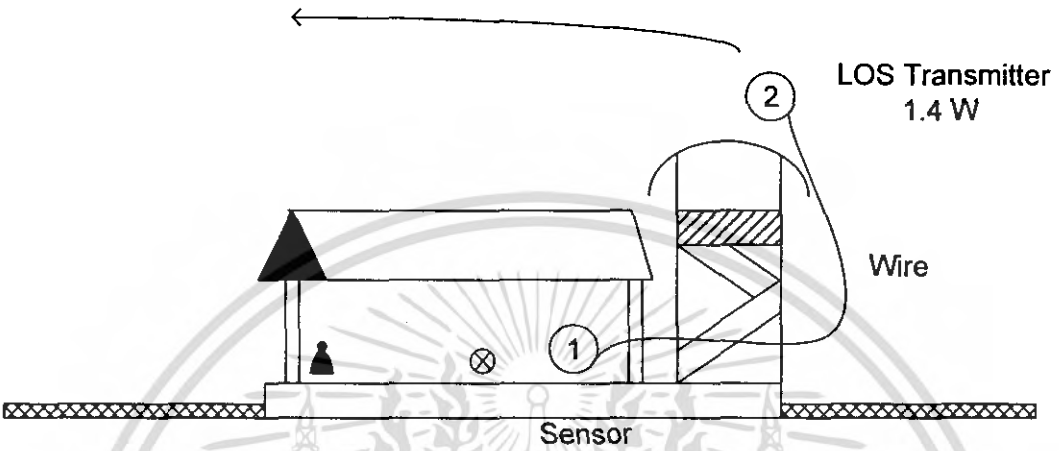


รูปที่ 3.5 สถานีคลองหลวงแพ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะแสดงรายละเอียดของรางรถไฟที่สถานีคลองหลวงแพ่งจากการเก็บข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ของการรถไฟ สถานีจะประกอบด้วยราง 4 รางหลัก 2 รางเป็นของรถไฟขนส่งสินค้า และอีก 2 รางเป็นของรถไฟโดยสาร และใน 2 รางจะมีรางหนึ่งเป็นรางของรถไฟขาเข้าและอีกรางเป็นของรถไฟขาออก

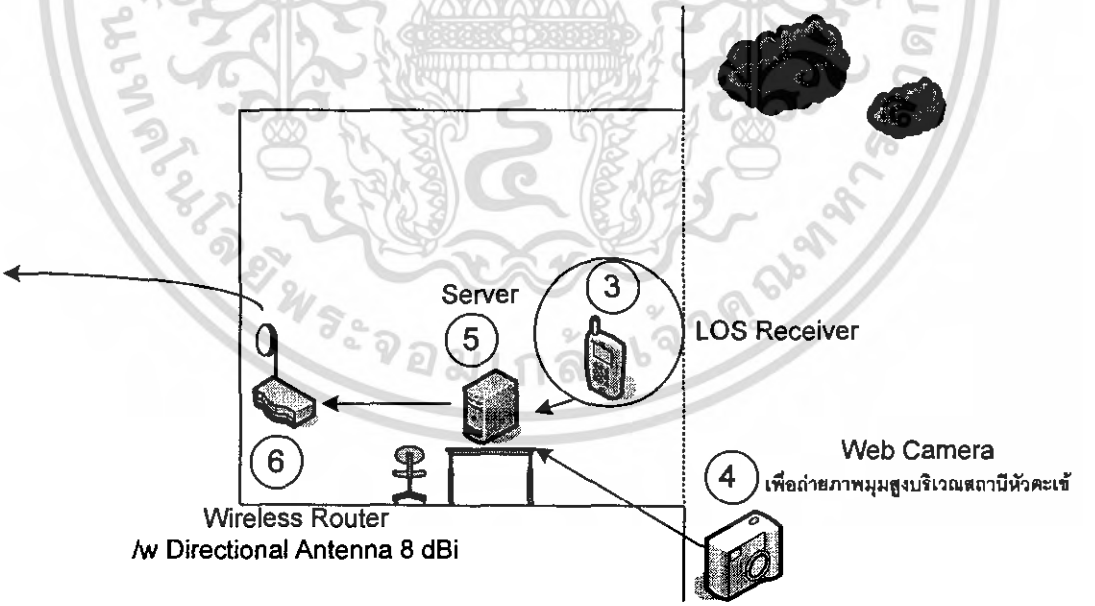
ดังนั้นการวางอุปกรณ์ตรวจจับจะวางตัดรางที่รถไฟโดยสารขาเข้ากรุงเทพ ดังที่แสดงดังรูปข้างล่าง




รูปที่ 3.6 จุด ก การวางอุปกรณ์ตรวจสอบที่สถานีคลองหลวงแพ่ง

เราจะวางอุปกรณ์เซนเซอร์ตัดรางรถไฟจากนั้นเมื่อมีวัตถุตัดผ่านลำแสงก็จะส่งสัญญาณขึ้นไปยังอุปกรณ์ LOS Transmitter เพื่อส่งข้อมูลไปยังเครื่อง Server

**3.2.2 จุด ข การวางอุปกรณ์ที่คณะครุฯ(คณะเทคโนโลยีการเกษตร)**



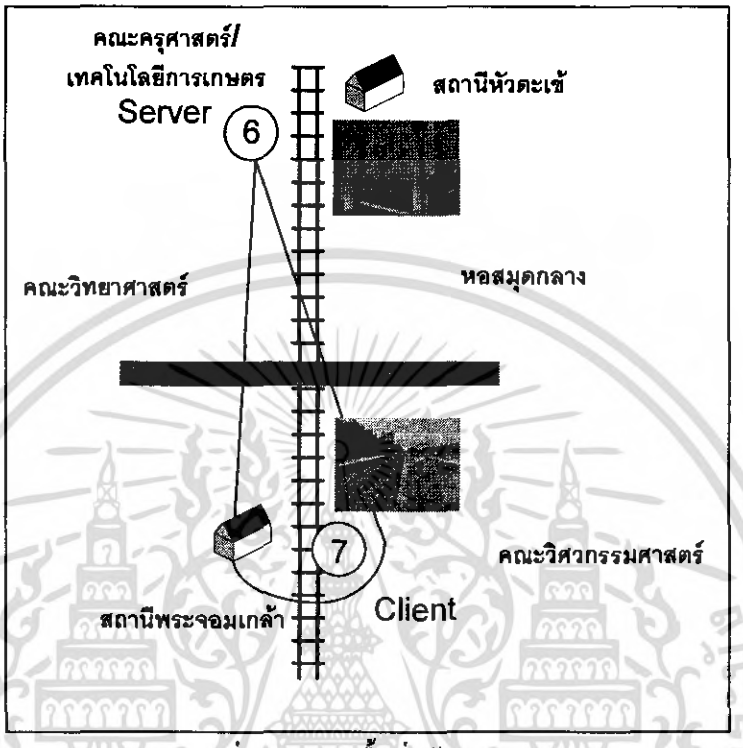

รูปที่ 3.7 จุด ข การวางอุปกรณ์ที่คณะครุฯ(คณะเทคโนโลยีการเกษตร)

จากนั้นเมื่อข้อมูลผ่านอากาศมายังตัว LOS Receiver แล้วก็จะส่งข้อมูลเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยผ่าน Status Register ของพอร์ตขนาน นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ Web Camera ติดตั้งเพื่อถ่ายภาพมุมสูงไว้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วย เมื่อ Server ประมวลผลจะถูกต่อเข้ากับเครือข่ายไร้สาย เพื่อให้ Client ที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ให้บริการได้ใช้งานดังรูปข้างล่าง

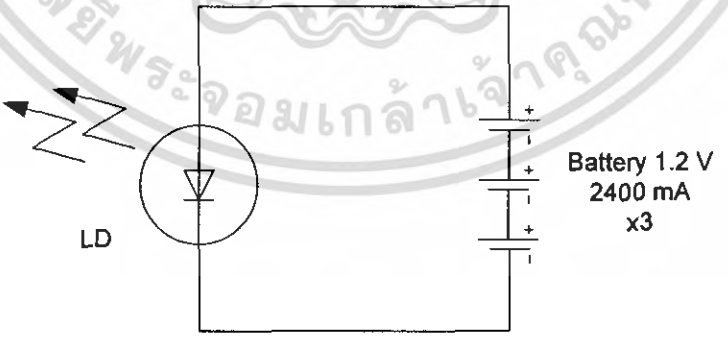
**3.2.3 จุด ค พื้นที่ให้บริการ**




รูปที่ 3.8 จุด ค พื้นที่ให้บริการ

**3.3 เซนเซอร์**

**3.3.1 เลเซอร์ไดโอด**

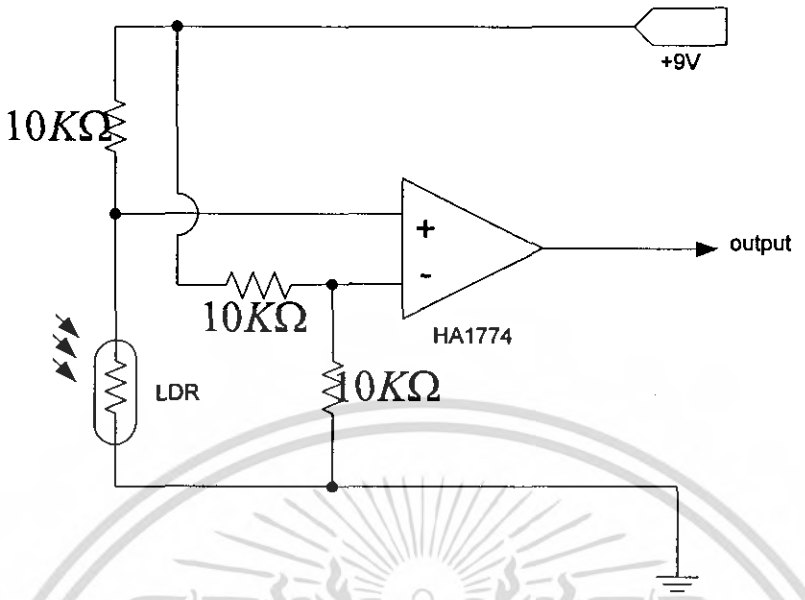



รูปที่ 3.9 วงจรยิงเลเซอร์ไดโอด

จากทฤษฎีของอุปกรณ์เลเซอร์ไดโอดเราจะสามารถสร้างอุปกรณ์ยิงเลเซอร์ขึ้นมาได้อย่างง่ายๆ โดยการต่อเลเซอร์ไดโอดกับแบตเตอรี่ขนาด 1.2 V 3 ก้อน โดยมีเลเซอร์ไดโอดเป็นตัวกำเนิดแสง เพื่อนำมาใช้ในการสร้างลำแสงตรวจจับวัตถุพาดผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.3.2 เลเซอร์ดีเทคเตอร์**




รูปที่ 3.10 วงจรเลเซอร์ดีเทคเตอร์

วงจรเลเซอร์ดีเทคเตอร์ถูกสร้างขึ้นมาจากวงจรคอมพาราเตอร์ ทำหน้าที่ในการรับแสงเลเซอร์จากวงจรเลเซอร์ไดโอดตลอดเวลาโดยเมื่อสภาวะปกติคือมีแสงตกลงใน LDR จะทำเอาท์พุตออกมาเป็น 0 V แต่ถ้ามีวัตถุพาดผ่านจะทำให้เอาท์พุตออกมาเป็น 9 V

โดยอาศัยของหลักการของตัว LDR ที่ว่าเมื่อไม่มีแสงตกกระทบตัว LDR เลยจะทำให้ค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นไปเต็มที่(ประมาณ 20 $K\Omega$ )และถ้ามีแสงตกกระทบเต็มที่จะทำให้ค่าความต้านทานลดลงต่ำสุด(ประมาณ 200 $\Omega$ ) และเลเซอร์ไดโอดที่เราใช้สามารถให้ค่าความเข้มแสงที่สูงตลอดระยะทางจากตัวเลเซอร์ไปยังดีเทคเตอร์ทำให้สามารถใช้คอมพาราเตอร์ได้เป็นอย่างดี

วงจรคอมพาราเตอร์นี้จะมีค่า Ref. V อยู่ที่

$$\frac{10}{10+10}Vcc = \frac{1}{2}(9V)$$

$$= 4.5\ V$$

ในสภาวะปกติ(มีแสงตกกระทบตัว LDR จะทำให้มีค่า V ที่ขา + ของคอมพาราเตอร์เท่ากับ

$$\frac{0.2}{0.2+10}Vcc = \frac{0.2}{1.2}(9V)$$

$$= 0.16\ V$$

และในสภาวะที่มีวัตถุพาดผ่าน(แสงไม่ตกกระทบ LDR) จะทำให้มีค่า V ที่ขา + ของคอมพาราเตอร์เท่ากับ

$$\frac{20}{20+10}Vcc = \frac{2}{3}(9V)$$

$$= 6\ V$$

เอาท์พุตที่ได้จากคอมพาราเตอร์จะมีอยู่ 2 ค่า คือ 0 V กับ Vsat ดังนั้นในภาวะปกติเอาท์พุตจะเป็น 0 V แต่ถ้ามีวัตถุพาดผ่านจะทำให้ได้เอาท์พุตออกมาเป็น Vsat

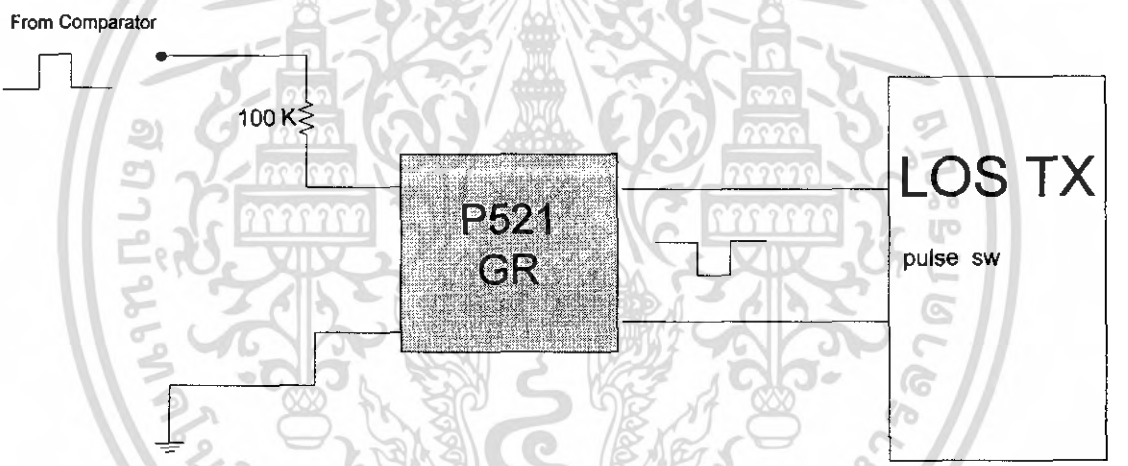
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.4 การสื่อสารผ่านอากาศ(Free Space Transmission)**

จากวงจรคอมพาราเตอร์ที่ผ่านมาเมื่อเราได้เอาท์พุตออกมาเป็นค่า V sat นี้แล้วนั้น เราจะทำให้ใช้ค่าความต่างศักย์ที่ได้มานี้ในการ short สวิทช์ส่งของอุปกรณ์สื่อสารระยะไกล

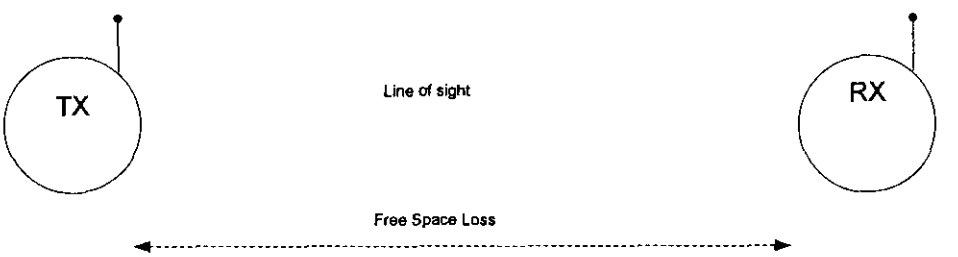
อุปกรณ์สื่อสารระยะไกลที่เราใช้ในโครงงานนี้ เราได้ใช้ของยี่ห้อ Motorola รุ่น FV200 ซึ่งมีสเปคดังนี้

| Specification Tx/Rx | |
|---|---|
| ย่านความถี่ | 462-475 MHz |
| รูปแบบการเข้ารหัส | AM |
| กำลังส่ง | 1.4 W |
| Antenna Gain | 8 dBi |
| Sensivity | -83 dBm |




รูปที่ 3.11 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ LOS

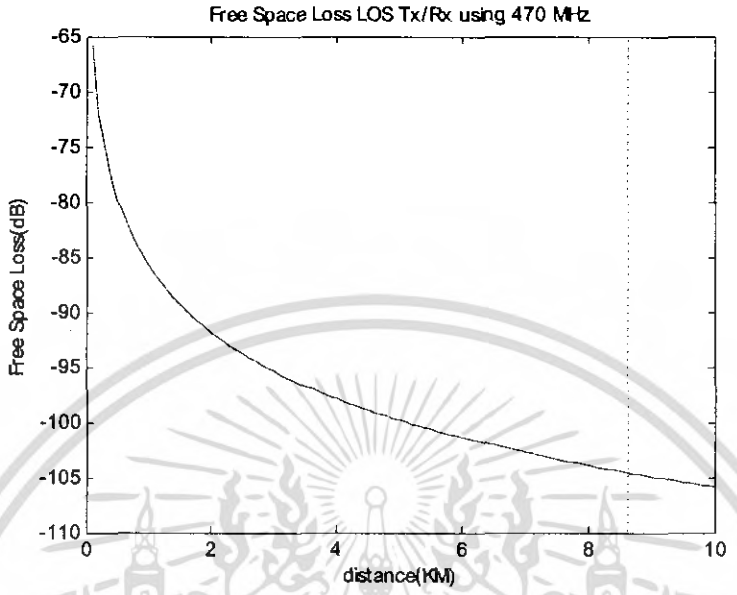
การเชื่อมต่อจากอุปกรณ์เซนเซอร์ขึ้นมายังตัวส่งนั้น ถ้าเซนเซอร์ทำงาน comparator จะส่งค่า Vsat ของ comparator ขึ้นมา คือ 9 V และค่าที่ได้อาจจะมีค่าสูงไปสำหรับ LED ที่อยู่ภายใน optocoupler ดังนั้นจึงต้องมีการใส่ตัวต้านทานไว้เพื่อลดกระแสเอาไว้ก่อน เมื่อค่าสัญญาณผ่านตัว optocoupler หรือเมื่อ optocoupler ทำงานแล้วนั้นจะส่งผลทางด้านเอาท์พุตนั้น short circuit ซึ่งเราจะนำไปต่อกับ pulse sw ของตัว ส่งสัญญาณระยะไกล และเมื่อ pulse ถูกส่งไปแล้วนั้น จะเดินทางไปผ่านตัวกลางอากาศไปยังเครื่องรับ และเครื่องรับก็จะส่งไปยัง Server อีกทีหนึ่ง




รูปที่ 3.12 แสดงการส่งระยะจุดสองจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งข้อมูลจากเครื่องส่ง LOS Tx จะส่งข้อมูลไปยังเครื่องรับ LOS Rx ในย่านความถี่ 470 MHz ซึ่งสามารถส่งข้อมูลได้ในระยะไกล




รูปที่ 3.13 ค่า Free Space loss ที่มีค่าเพิ่มมากขึ้นตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น

**การคำนวณหาค่า Link Margin**

Link Margin = ค่าที่ถูกกำหนดว่าจะต้องมีค่ามากกว่ากำลังของเครื่องรับ

Free Space loss = ค่าที่เกิดจากการลดทอน จากสภาพอากาศ

Sensivity = ค่าต่ำสุดที่เครื่องรับสามารถรับสัญญาณได้

Link Margin = Pr – Sensivity

Pt = 10log(1400) = 31.146 dBm

โดยที่ Gt = Gr= 8 dBi

หาค่า Free space loss จาก

**Free space loss = -(32.4 +20log D+20log F)** : F= Frequency in MHz D = Km

วัดค่า D ได้ระยะทาง 8.5 Km ค่า F = 470 MHz Pt = 1.4 W

Free space loss = -(32.4+20logD+20logF)

= -(32.4+ 20log(8.5)+20log(470))

= -104 dB

Sensivity = -83 dBm

Pr = Pt+Gt+Gr-Free Space Loss

= 31.4 + 8 + 8 – 104 = -56.6

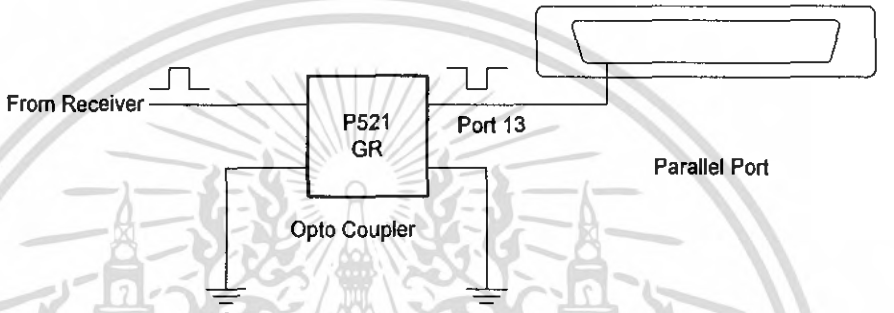
Link Margin = -56.6 – (- 83) = 26 dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 Hardware Interface

ในส่วนนี้จะรับข้อมูลมาจาก Receiver มาแปลงโดย Inverter เพื่อให้ค่าที่ได้เป็น Active Low เสียก่อน เนื่องจากค่าที่ได้จาก Receiver เป็นค่า Active High

| Input | Output |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |



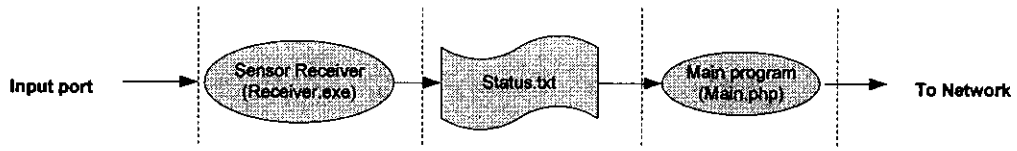

รูปที่ 3.14 การต่อเข้ากับพอร์ตขนาน

สัญญาณอินพุตเมื่อมี pulse เข้ามาไดโอดในตัว optocoupler ก็จะทำงานทำให้สัญญาณจากขา 12 หรือ I3 ช็อตกับกราวด์ ทำให้เกิด Active low

ขาที่ใช้คือขา 12 และ 13 ซึ่งเป็นส่วนของ Status register ใน parallel port ซึ่งสามารถรับอินพุตได้ทางเดียวเท่านั้นซึ่งก็เหมาะสมกับการนำมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6 องค์ประกอบทางซอร์ฟแวร์



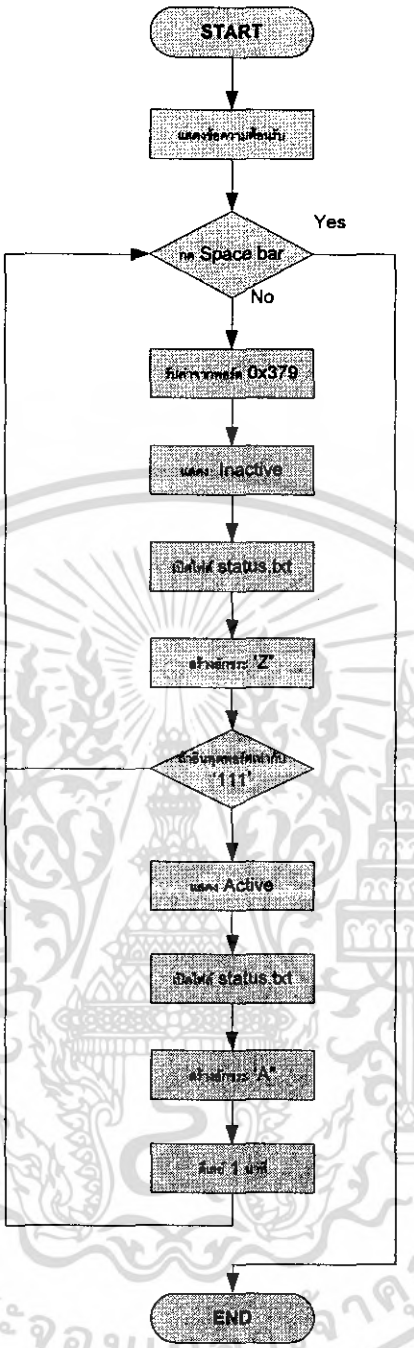

รูปที่ 3.15 การเชื่อมโยงกันของซอร์ฟแวร์

ซอร์ฟแวร์จะประกอบไปด้วยโปรแกรมสองโปรแกรม ซึ่งที่ต้องแยกออกมาเป็นสองโปรแกรม เนื่องจาก ในส่วนของโปรแกรมหลักคือที่ใช้ภาษา PHP ในการเขียนนั้น ภาษา PHP ไม่มีการรองรับในการเชื่อมต่อกับทางพอร์ตดังนั้นจึงมีโปรแกรมย่อยที่ถูกสร้างจาก C++ เพื่อใช้ในการรับค่าแทนและส่งค่าเก็บไว้ยัง text files และตัว text files ที่ชื่อว่า status.txt จะเป็นตัวกลางในการส่งค่าไปยังตัว Main Program อีกทีหนึ่ง

#### 3.6.1 โปรแกรมรับค่าจากพอร์ตขนาน(Receiver.exe)

ในโปรแกรมแรกนี้จะสร้างจากภาษา C จะเป็นโปรแกรมที่รับค่ามาจากพอร์ตขนาน จากนั้นจะส่งค่าเก็บเอาไว้ใน Text file ที่ชื่อ Status.txt โปรแกรมจะทำการวนลูปรอรับค่า Active ที่รถไฟวิ่งตัดผ่านเซนเซอร์จากนั้นจะทำการคงค่า Active ไว้ 1 นาที เพื่อในทางฝั่งโปรแกรมหลักได้สามารถรับค่าได้ทันเนื่องจากทางโปรแกรมหลักซึ่งเป็น PHP นั้นจะทำการรีเฟรชทุกๆ 1 นาที ดังนั้นเพื่อให้ทางโปรแกรมหลักรับรู้จึงต้องคงค่าไว้ 1 นาที นั้นเอง และการเก็บยัง Text file ไว้เพื่อเป็นตัวกลางในการเชื่อมโปรแกรมหลักกับโปรแกรมที่รับค่าเอาไว้ เพราะว่าในภาษา PHP ไม่มีการรองรับในส่วนของ Hardware Interfacing แต่รองรับในการเปิดไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

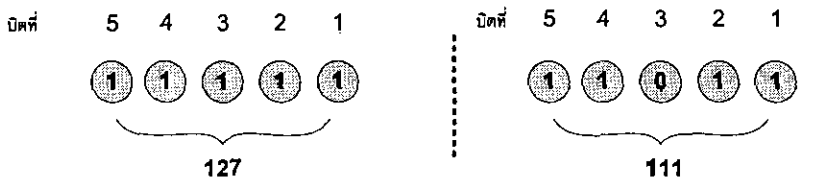



รูปที่ 3.16 Flowchart ของโปรแกรม

จาก Flowchart โปรแกรมจะแสดงข้อความซึ่งเป็น Title ของโปรแกรมก่อน และจะทำการวนลูปอนันต์โดยถ้ามีการกด Space Bar ถึงจะออกจากลูปนี้ได้และเป็นจะเป็นการออกจากโปรแกรมอีกด้วย จากนั้นโปรแกรมจะการรับค่าจากพอร์ต 0x379 ซึ่งตรงกับ Register ของ Parallel Port ด้วย

ในภาวะปกติจะแสดงให้เป็น Inactive เอาไว้ แต่ถ้ามีวัตถุพาดผ่านจะทำให้ขา 13 ของ Port เป็น 0 ดังนั้นค่าของพอร์ตจากภาวะปกติคือเป็น 1 ทั้ง 5 ค่านั้นจะทำให้ได้ค่าเท่ากับ 127 แต่เมื่อขา 13 ซึ่งเป็นบิตที่ 3 ของ Status Port เป็น 0 จะ ทำให้ค่าเปลี่ยนไปเป็น 111 แสดงได้จากตารางข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.17 แสดง Status Register เมื่อ Inactive ,Active

ใน Status.txt จะมีการเก็บค่าตัวอักษรไว้เพียงตัวเดียวเท่านั้นเพื่อสื่อความหมายแทนอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ตั้งอยู่ห่างออกไป

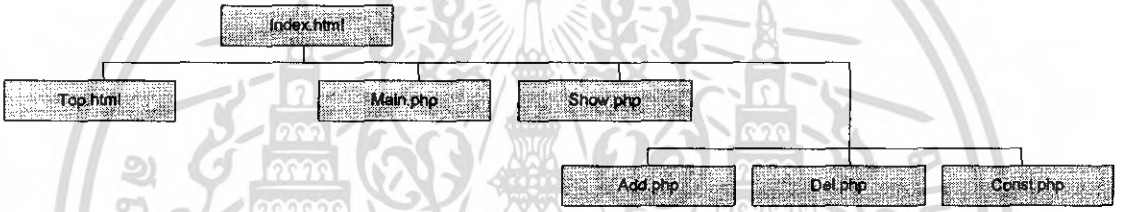
ความหมายของตัวอักษรใน status.txt มีดังนี้

A = Active (สภาะเมื่อมีวัตถุตัดผ่าน)

Z = Inactive (สภาวะปกติ)

**3.6.2 โปรแกรมหลัก(Web-based Application)**

ประกอบด้วยโครงสร้างดังนี้




รูปที่ 3.18 แสดง Web-Based Application ของระบบ

ทั้งหมดถูกสร้างขึ้นด้วย HTML และ PHP โดยถ้าเป็นหน้าที่ไม่เกี่ยวข้องกับการคำนวนและฐานข้อมูลนั้นก็จะสามารถใช้แค่ HTML เขียนได้

**Index.html** – หน้าแรกที่จะเข้ามาทำการแบ่งเฟรมไว้

**Top.html** – ใช้ภาษา html เป็นส่วนของการแสดงแถบเมนูหลัก และการแสดงวีดิโอสตรีมมิ่ง

**Main.php** – หน้าโปรแกรมหลักของระบบ ใช้บอกเวลาที่จะมาถึงซึ่ง เวลาที่บอกจะมีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ ถ้าเป็นตัวเลขสีเขียวจะเป็นเวลาที่คาดคะเนจากโดยจะเอามาจากตารางรถไฟ และตัวเลขสีแดงจะเป็นค่าที่ได้จากเซนเซอร์ ซึ่งปกติถ้ารถไฟยังไม่มาก็จะเป็นตัวเลขสีเขียวและถ้ารถไฟตัดผ่านเซนเซอร์ก็จะเปลี่ยนเป็นตัวเลขสีแดงนั้นเอง นอกจากนั้นยังจะแสดงข้อมูลอื่นๆที่เป็นประโยชน์อีกด้วย

**Show.php** - แสดงตารางรถไฟ ซึ่งจะบอก หมายเลข ชื่อขบวน เวลาที่จะถึง ชนิดของรถไฟ เวลาที่เทียบชานชาลา 3 วันย้อนหลัง ของรถไฟทุกขบวน

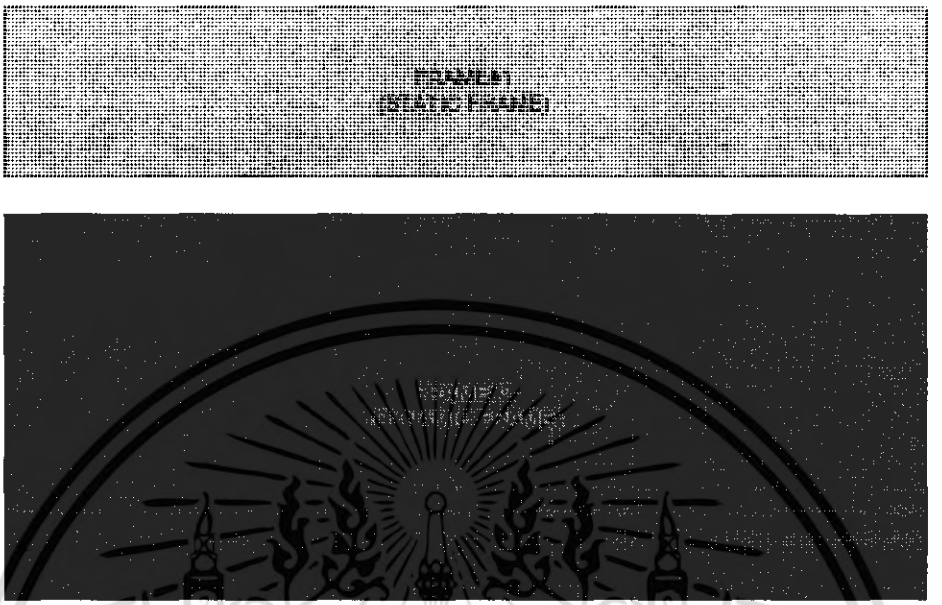
**Const.php** - ใช้ในการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ต่างๆ ค่านี้จะเป็นระยะเวลาที่รถไฟเดินทางจากจุดตรวจสอบมาถึงยังสถานีพระจอมเกล้า สามารถตั้งได้ 1-40 นาที นอกจากนี้ยังมีปุ่ม reset เอาไว้ reset ค่าตัวเลขสีแดงให้กลับเป็นตัวเลขสีเขียว และราคาค่าตั๋วต่อสถานีปลายทาง

**Add.php** – ใช้บันทึกรอบตารางรถไฟลงไปในฐานข้อมูล SQL ของโครงงาน

**Del.php** – ใช้ลบรอบรถไฟออกจากฐานข้อมูล SQL ของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หน้าแรก(Index.html)**

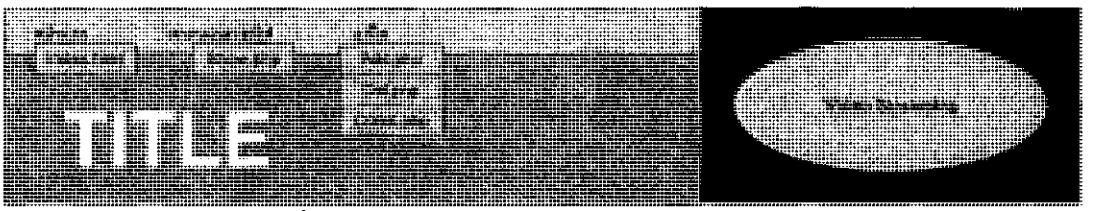


รูปที่ 3.19 การแบ่งเฟรมของหน้า index

หน้าแรกจะเป็นการแบ่งเฟรมออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกหน้าที่เป็นแบบ Static หน้าที่ไม่มีการเปลี่ยนตลอดการใช้งาน และส่วนที่สองจะเป็นหน้าที่เปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนของเมนูที่อยู่ในส่วนแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หน้าบน(Top.html)**



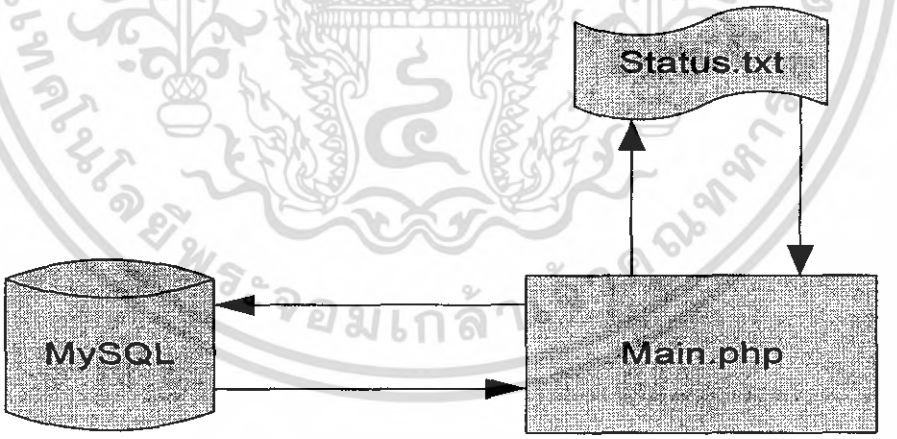

รูปที่ 3.20 แสดงการจัดหน้าของหน้าบน( top.html)

หน้าบนจะมีการใช้เมนูในการเลือกการใช้งานในส่วนต่างๆของ Web-Based Application ของโครงงานชิ้นนี้เพื่อให้เกิดความง่ายเชื่อมต่อไปยังทุกๆหน้าของโปรแกรม และยังส่วนหนึ่งยังเป็นพื้นที่ไว้แสดง Video Streaming อีกด้วย

ในการแสดง Video Streaming เราจะใช้ชุดโปรแกรม Video Media Encoder 9 Series ของ Microsoft เลือกแสดง Broadcast ของ Web Camera ที่ต่ออยู่กับเครื่อง Server โดยใช้ port 8081

**โปรแกรมหลัก (main.php)**

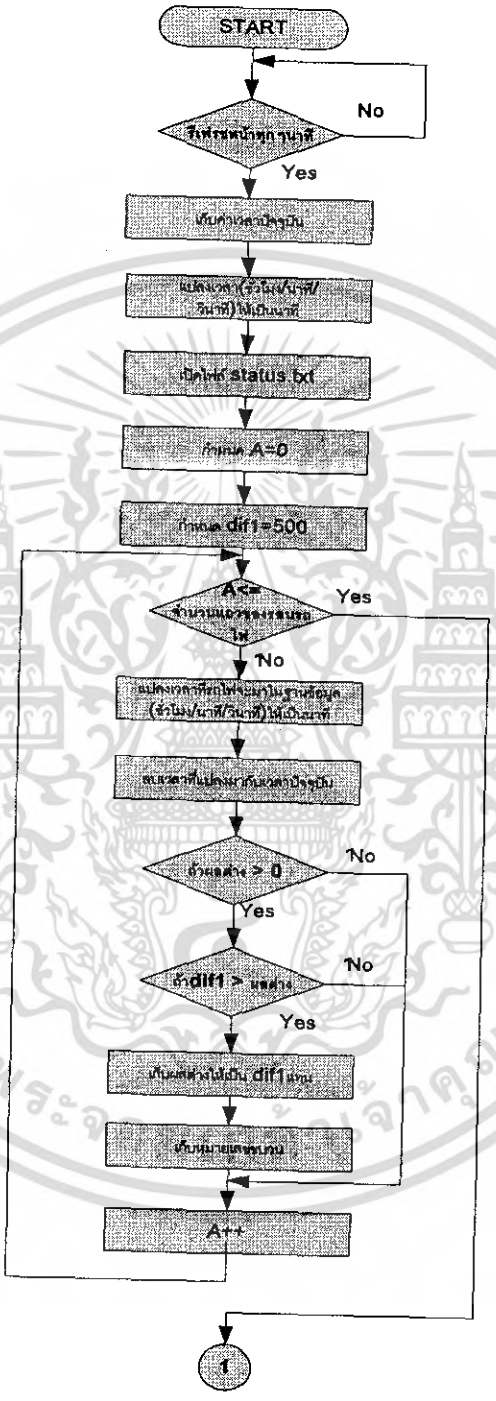
หน้าหลักในการคำนวนและแสดงผลของระบบสร้างโดยโปรแกรม Notepad ด้วยภาษา PHP v.5.0 และรันบน Apache มีการ Access กับข้อมูลด้านนอกดังรูปที่ 3.21โปรแกรมหลักจะมีการดึงผลจากเซนเซอร์ผ่าน Status.txt และเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQL




รูปที่ 3.21 แสดงการ Access ของข้อมูล

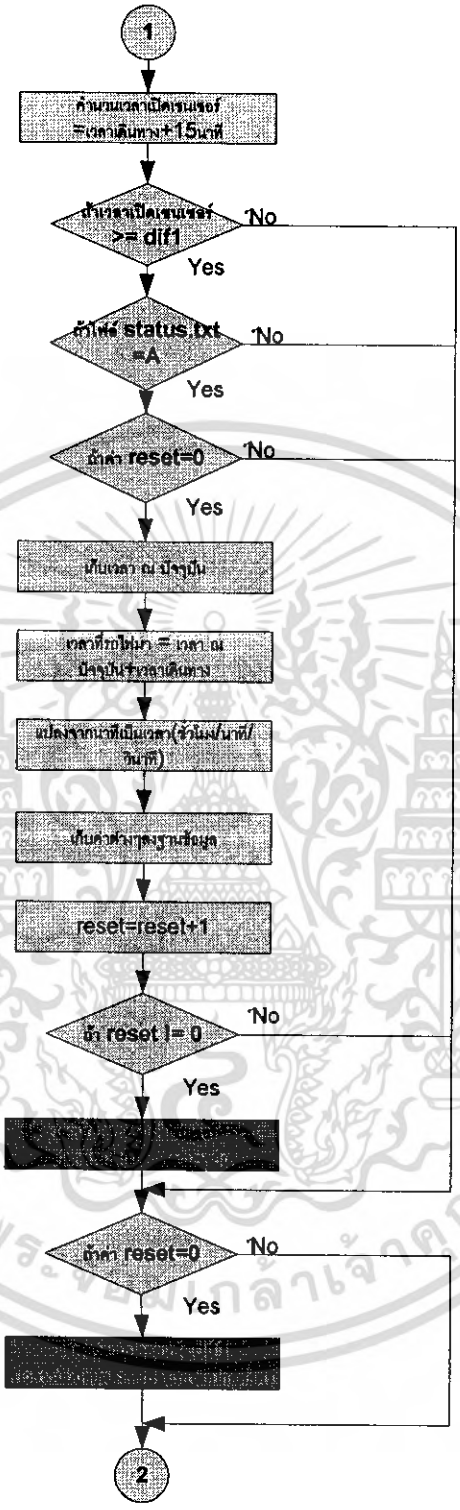
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปโดยโปรแกรมนี้จะมีการรีเฟรชตัวเองทุกๆ 1 นาที เพื่อ update ข้อมูลใหม่ๆ ตลอดเวลา



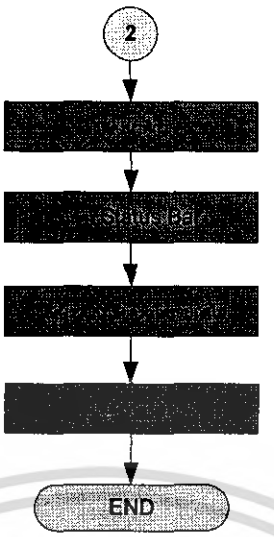

รูปที่ 3.22 Flowchart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.23 Flowchart (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.24 Flowchart (ต่อ)

รูปที่3.22 Flowchart ทั้งหมดแสดงรายละเอียดของโปรแกรม ซึ่งภายในหน้านี้จะมีการแสดงเวลานับถอยหลังที่รถไฟจะเข้ามา ปกติเวลานับถอยหลังจะเป็นสีเขียวหมายความว่า เวลานั้นเป็นเวลาคาดคะเนหรือเป็นเวลาที่รถไฟควรจะเข้ามาตามตารางเดินรถไฟจริงๆ แต่ถ้าเป็นเวลานับถอยหลังเปลี่ยนเป็นสีแดงแสดงว่าเป็นเวลาที่รถไฟจะเข้ามาจริงๆซึ่งในความเป็นจริงแล้วอาจจะตรงกับเวลาที่คาดคะเนก็ได้หรืออาจจะมาหลังจากนั้น

เวลานับถอยหลังสีแดงเป็นผลมาจากการรับค่าของเซนเซอร์ซึ่งจะทำการเปิดรับค่า ณ เวลาเปิดรับค่าของเซนเซอร์ = ระยะเวลาที่รถไฟเดินทางจากจุดตรวจสอบมายังจุดหมาย + 15 นาที

ดังนั้นถ้าเป็นเวลาปัจจุบันยังเดินไม่ถึงเวลาที่เปิดรับเซนเซอร์ เวลานับถอยหลังก็ยังคงเป็นตัวเลขสีเขียวอยู่แต่ถ้าผ่านเวลาที่เปิดรับเซนเซอร์แล้วก็จะรับค่าจากเซนเซอร์ได้ ถ้ามีวัตถุผ่านช่วงนี้ระบบก็จะคาดหวังว่าวัตถุที่ผ่านนั้นคือรถไฟโดยสารที่กำลังจะเข้าสถานีที่จุดตรวจสอบ และจะเก็บเวลาเอาไว้และเมื่อวันถูกเปลี่ยนก็จะดึงข้อมูลนี้ขึ้นมาเป็นข้อมูลที่รถไฟมาย้อนหลังจะเก็บเอาวัน 3 วันจากนั้นก็จะทิ้งค่าไป

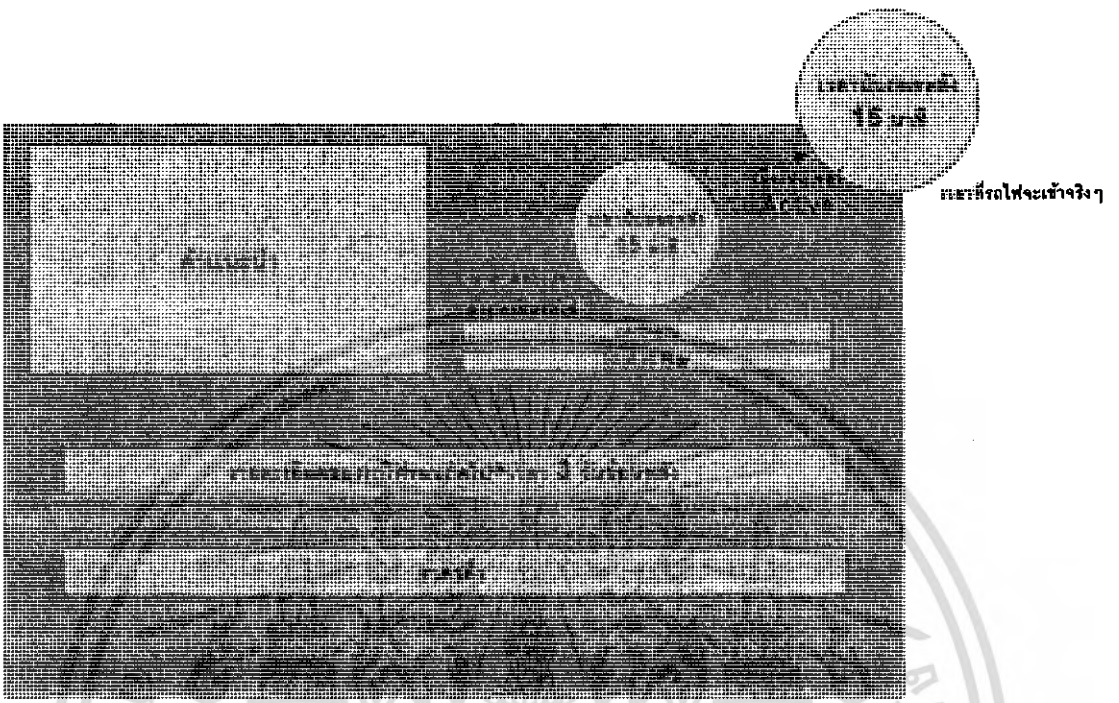
เมื่อเซนเซอร์ Activate จะทำให้ค่าใน status.txt เปลี่ยนจาก Z ไปเป็น A และเมื่อหน้าจอถูกรีเฟรชใหม่อีกครั้งจะทำให้เวลาย้อนหลังเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงซึ่งวิธีการทำงานเมื่อตัวเลขเปลี่ยนเป็นสีแดงนั้นมีอยู่ว่าในภาวะปกติเราจะกำหนดตัวแปรๆหนึ่ง ชื่อ counter มีค่าเป็น 0 แต่เมื่อตรวจจับการทำงานของเซนเซอร์ได้ก็จะเพื่อค่าทีละหนึ่งไปเรื่อยๆ จากนั้นก็กำหนดเงื่อนไขว่าถ้า counter ไม่เป็น 0 ให้แสดงค่าตัวเลขสีแดง ในทางกลับกันถ้าพบว่า counter มีค่าเป็น 0 ก็จะแสดงค่าตัวเลขสีเขียวเช่นกัน

และเมื่อเวลานับถอยหลังเป็นตัวเลขสีแดงก็จะลดค่าลงทุกๆนาทีจะทำและจะมีการกลับมาเป็นตัวเลขสีเขียวเมื่อเวลาตัวเลขสีแดงเหลืออีก 1 นาทีและดังนั้นเมื่อเวลานับถอยหลังสีแดงลดจาก 1 นาทีจะเปลี่ยนกลายเป็นเวลาคาดคะเนของรถไฟรอบถัดไปเสมือนว่ารถไฟในรอบนั้นได้ผ่านไปแล้ว

ในส่วนของการเปรียบเทียบว่าขบวนรถไฟไหนจะเข้ามาในเวลาที่จะถึงนั้น เมื่อเราได้เวลาแล้วก็จะเก็บหมายเลขรถไฟนั้นๆเพื่อเอาไว้ใช้แสดงรายละเอียดของรถไฟเอาไว้อีกด้วย และจากหมายเลขรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะสามารถเชื่อมโยงไปถึงชนิดของรถไฟ และจากชนิดของรถไฟนี้เองจะสามารถเชื่อมโยงไปถึงราคาตั๋วที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลได้อีกด้วย

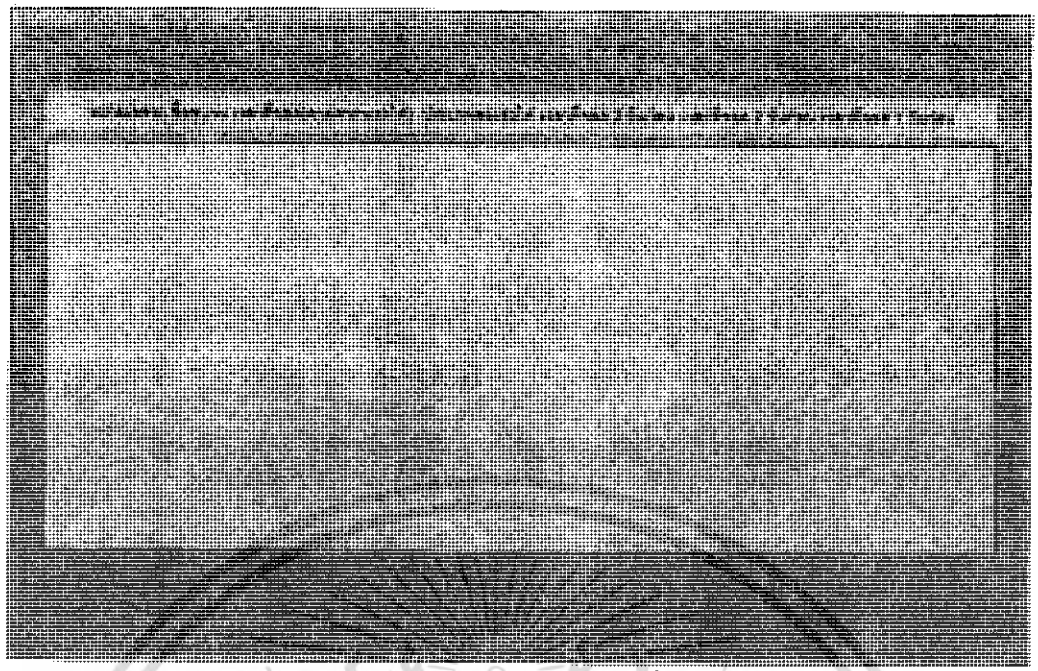


รูป 3.25 แสดงรายละเอียดของ main.php

**แสดงตารางรถไฟ(show.php)**

หน้านี้จะแสดงรายละเอียดของ Table Train ออกมาเพื่อแสดงรายละเอียดของตารางเดินรถไฟสายตะวันออกและเวลาที่จอดยังสถานีพระจอมเกล้า นอกจากนี้ยังมีข้อมูลของประเภทของรถไฟ ซึ่งมีอยู่สองแบบคือ รถไฟโดยสารแบบธรรมดากับแบบปรับอากาศ และยังแสดงข้อมูลเวลาที่จอด 3 วันย้อนหลังอีกด้วยซึ่งทั้งหมดจะถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูล MySQL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.26 แสดงตารางเดินรถไฟ,ประเภท,เวลาที่จอดย้อนหลัง 3 วัน

**เพิ่มรอบรถไฟ(add.php)**

จากหน้าของแสดงตารางรถไฟจะแสดงข้อมูลตรงนั้นได้เราก็ต้องป้อนข้อมูลให้เสียก่อนหน้านี้จะเป็นหน้าที่ทำการเพิ่มแถว ในแต่ละแถวจะประกอบไปด้วย หมายเลขรถ ชื่อขบวน เวลาที่จอด ประเภทของรถไฟเราต้องป้อนเข้าไป นอกจากนี้ยังจะมีเวลาที่จอดย้อนหลังซึ่งส่วนนี้จะถูกส่งมาจากหน้าโปรแกรมหลัก(main.php)ไม่ได้ถูกป้อนข้อมูลเข้าไปตามข้อมูลส่วนอื่นๆ

**ลบรอบรถไฟ(del.php)**

เมื่อวันเวลาเปลี่ยนไปทางการรถไฟก็อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงรอบรถไฟ ดังนั้นเราต้องมีการจัดเตรียมหน้าเพื่อสำหรับลบข้อมูลที่เปลี่ยนไป โดยหน้านี้จะแสดงรอบรถไฟทั้งหมดแล้วให้เราเลือกลบไปจากนั้นก็จะทำการลบรอบรถไฟนั้นๆออกจากฐานข้อมูลแล้วทำการเพิ่มเข้าไปใหม่ได้จากหน้า เพิ่มรอบรถไฟ

**แก้ไขค่าอื่นๆ(const.php)**

หน้านี้จะมีอยู่สามส่วน ส่วนแรกจะเป็นการให้ใส่ค่าของระยะเวลาที่รถไฟเดินทางจากจุดตรวจสอบมายังสถานีรถไฟพระจอมเกล้าซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1-40 นาที การที่เปลี่ยนแปลงค่าได้มีไว้ในกรณีที่อาจจะเปลี่ยนจุดตรวจสอบดังนั้นระยะเวลาที่เดินทางก็จะเปลี่ยนไปด้วย

ส่วนที่สองจะเป็นส่วน Reset ค่าเซนเซอร์ เนื่องจากเมื่อเซนเซอร์ถูกทำงานระบบจะแสดงเวลานับถอยหลังเป็นตัวเลขสีแดง ไปเรื่อยๆจนกว่าเวลาจะเหลือ 1 นาที และเปลี่ยนการนับไปยังรอบถัดไป แต่ถ้าเราต้องการ clear ค่าเซนเซอร์ให้กลับเป็นเวลาคาดคะเนสามารถกดได้จากปุ่มนี้ได้เลยและรอให้หน้าจอรีเฟรชเป็นอันทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สามจะเป็นส่วนที่แก้ไขราคาค่าตั๋วต่อสถานีปลายทาง โดยที่สถานีต้นทางจะเป็นสถานีพระจอมเกล้าอยู่แล้ว สถานีปลายทางจะกำหนดให้เป็นสถานีใหญ่ที่คนส่วนใหญ่เดินทางไปได้แก่ สถานีลาดกระบัง สถานีคลองตัน สถานีหัวหมาก สถานีหัวลำโพง รถไฟโดยสารที่ให้บริการอยู่มีอยู่ 2 ราคา คือ รถธรรมดา กับ รถปรับอากาศ การแยกความแตกต่างจะอยู่ที่ประเภทของรถไฟในตารางเดินรถไฟนั้นเอง

การเก็บข้อมูลเวลาย้อนหลังจะเก็บไว้ในรูปของ Text File ซึ่งข้อมูลที่เก็บจะประกอบไปด้วยหมายเลขของรถไฟ วันเวลาที่ Activated โดยที่วันจะเก็บในรูปของลำดับวันใน 1 ปี คือ 1-365 และ เวลาก็เก็บในรูปแบบปกติ คือ HH:MM:SS

การดึงข้อมูลมาก็จะอ่านวันย้อนหลัง ถ้าเป็นวันที่ต้องการ(3,2,1 วันย้อนหลัง) ก็จะมาดูรอบเวลาที่หมายเลขรถไฟนั้นรออยู่ว่าในวันก่อนหน้านี้ รถไฟมาเมื่อไร จากนั้นก็จะแสดงผลออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.6.3 พจนานุกรมข้อมูล(Data Dictionary)**

เป็นสถาปัตยกรรมแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์(Relational Database) กล่าวคือ ข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในระบบจะถูกออกแบบให้จัดเก็บไว้ในรูปของตาราง(Table) 2 มิติ ที่ประกอบด้วย แถว(Row) หรือ เรคอร์ด(Record) และคอลัมน์(Column) หรือ ฟิลด์(Field) โดยตารางเหล่านี้จะนำมารวมเข้ากันไว้เป็นฐานข้อมูล(Database) และข้อมูลที่เก็บไว้ในตารางต่างๆ ในฐานข้อมูลนี้จะมีความสัมพันธ์(Relation) ซึ่งกันและกัน

ในระบบมีการจัดข้อมูลในฐานข้อมูล MySQL ทั้งหมดดังนี้

Database ชื่อว่า PJ ส่วน Table แยกได้ตามตารางข้างล่าง

- Table **Train** - ข้อมูลรถไฟจากตารางเดินรถไฟของการรถไฟ

| Field Name | Description | Type | Length | Domain |
|---|---|---|---|---|
| id | หมายเลขขบวน | Int | 5 | 000-999 |
| name | ชื่อขบวน | Char | 20 | - |
| type_id | ชนิดของรถไฟ | Int | 5 | 1-2 |
| Coming | เวลาที่รถไฟมา | Time | - | - |

- Table **Cost** – ราคาตั๋วต่อปลายทาง

| Field Name | Description | Type | Length | Domain |
|---|---|---|---|---|
| type_id | ชนิดของรถไฟ | Int | 5 | 1-2 |
| Cost1 | ราคาตั๋วเมื่อปลายทางสถานีลาดกระบัง | Int | 11 | - |
| Cost2 | ราคาตั๋วเมื่อปลายทางสถานีหัวหมาก | Int | 11 | - |
| Cost3 | ราคาตั๋วเมื่อปลายทางสถานีคลองตัน | Int | 11 | - |
| Cost4 | ราคาตั๋วเมื่อปลายทางสถานีหัวลำโพง | Int | 11 | - |

- Table **Coming** – ค่าคงที่ที่ใช้ในการคำนวน

| Field Name | Description | Type | Length | Domain |
|---|---|---|---|---|
| Coming2 | ค่าระยะเวลาเดินทางจากจุดตรวจสอบมายังสถานีพระจอมเกล้า | Int | 11 | - |
| Counter | ค่า Active ,Inactive | Int | 11 | 0-1 |
| Activate | เวลาที่ Active | Time | - | - |
| Number | หมายเลขขบวน | Int | 5 | - |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

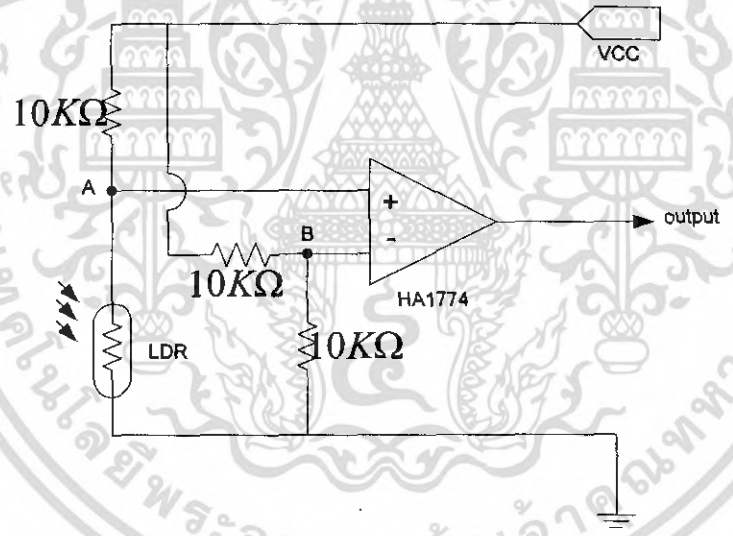
# บทที่ 4

## การทดลองและผลการทดลอง

ในการติดตั้งอุปกรณ์และทดลองผลนั้นมีรายละเอียดการติดตั้งอย่างละเอียดอยู่ในบทที่ 3 ซึ่งเมื่อติดตั้งระบบเรียบร้อยแล้วก็จะมาทดสอบการทำงานในส่วนต่างๆ ซึ่งผลก็จะประกอบไปด้วยการทดลองทั้ง Hardware และ Software ซึ่งมีส่วนต่างๆดังนี้

### 4.1. วงจร Sensor

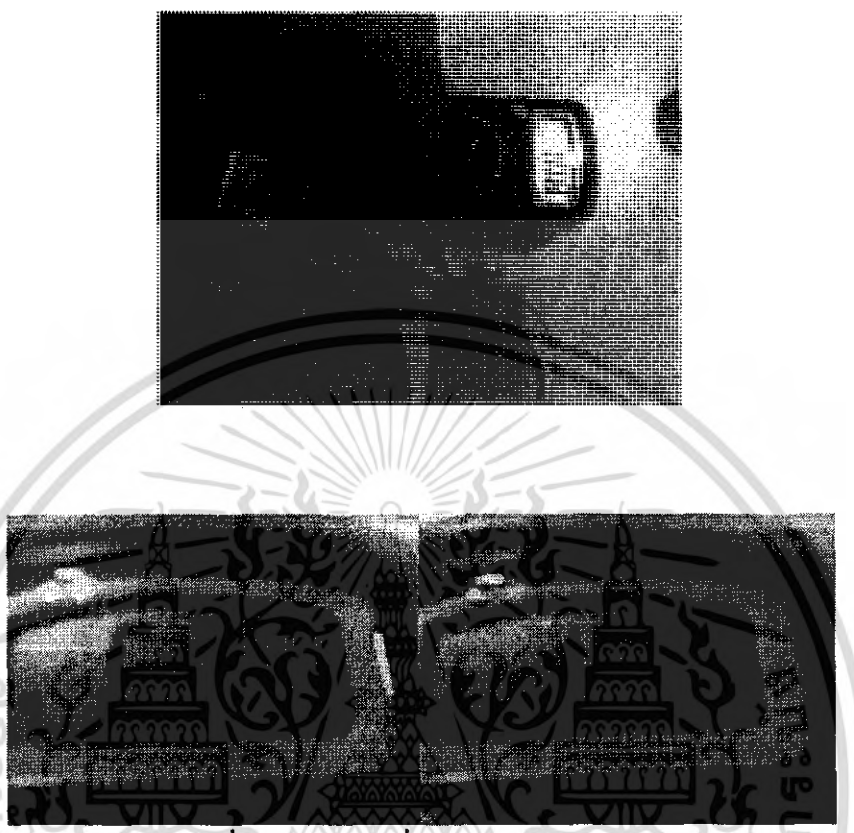
ในวงจรเซนเซอร์ของโครงงานนี้นั้น เซนเซอร์จะมีอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือทางตัวส่งซึ่งเป็นเลเซอร์ไดโอดกับตัวรับที่เป็นเลเซอร์ดีเทคเตอร์ที่ทำมาจากคอมพาราเตอร์ โดยที่ตัวส่งหรือเลเซอร์ไดโอดจะทำงานอยู่ตลอดเวลา และในส่วนของการทดลองก็จะทำการทดลองในส่วนของวงจรเครื่องรับหรือเลเซอร์ดีเทคเตอร์




รูปที่ 4.1 วงจรของ laser detectorและจุด test

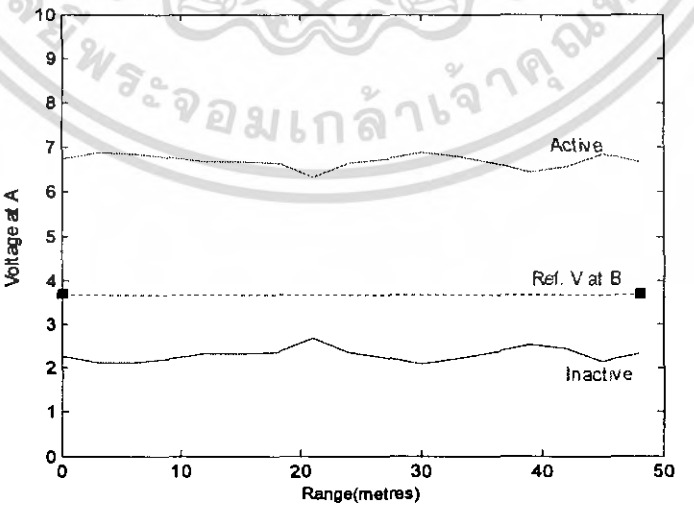
จากวงจรในภาวะปกติคือมีการส่งแสงเลเซอร์จากอุปกรณ์ส่งมายังตัว LDR ของเครื่องรับจะทำให้ค่าความต้านทานของ LDR ลดลงดังนั้นในช่วงนี้เราจะเรียกว่าช่วงของ การ Inactive แต่ถ้ามีวัตถุตัดผ่านก็จะทำให้ค่าความต้านทางของ LDR สูงขึ้นส่งผลทำให้วงจรคอมพาราเตอร์ถูกทำงานหรืออยู่ในช่วง Active

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การวัดผลที่จุด A ของวงจร Sensor

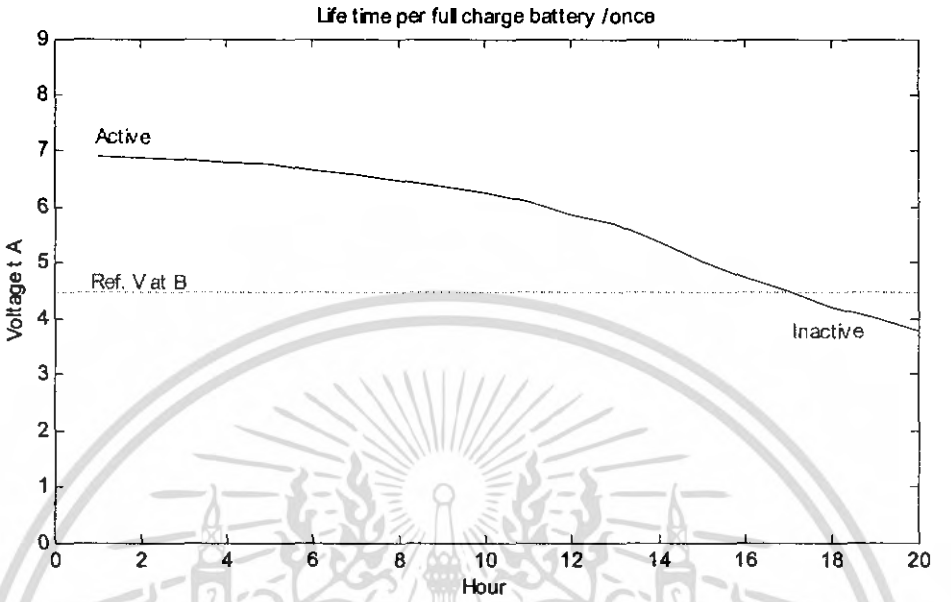
ในการทดลองการทำงานของเซนเซอร์เราได้ทำการออกไปวัดค่าความต่างศักย์ ภายนอกโดยทำการวัดค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อมจุด A ในสภาวะ Active และ Inactive และในผลการทดลองตามรูปข้างล่าง




รูปที่ 4.3 เป็นการวัดค่า Voltage ของวงจร Sensor ตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

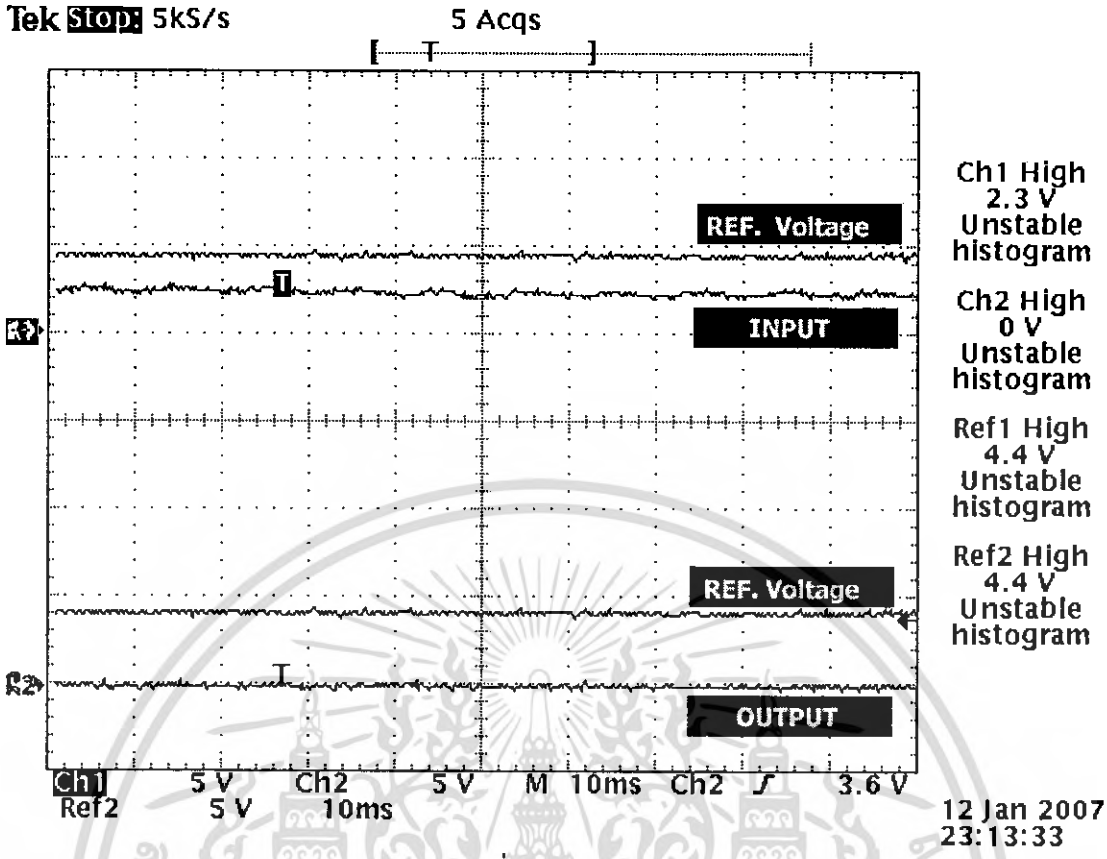
และจากรูปที่ได้จะเห็นได้ว่าที่ระยะที่เราทดสอบคือตั้งแต่ 1-50 เมตร เราจะได้ค่าความศักย์ที่ใกล้เคียงกันเสมอ ดังนั้นแสงเลเซอร์ที่ทดสอบในระยะ 1-50 เมตร จะยังมีความเข้มแสงที่เท่ากันตลอดลำ




รูปที่ 4.4 ระยะเวลาในการใช้งานต่อการประจุแบตเตอรี่ (1.2 V 2400 mA x3 ก้อน)

ในการใช้งานเราได้ทำงานหาอายุการใช้งานของเซนเซอร์โดยทำการจับเวลาทุกๆชั่วโมงโดยทำการวัดค่าที่ตกคร่อม LDR ค่าที่ได้จะลดลงเรื่อยๆแสดงว่าเครื่องส่งเลเซอร์ไดโอดเมื่อใช้งานไปซักระยะจะทำในกำลังส่งของแสงลงลดจึงมีผลทำให้ค่าที่วัดได้ลดลงไปเรื่อยๆ โดยจุดสุดท้ายที่เซนเซอร์ยังทำงานได้อยู่ที่ 17 ชั่วโมง จากนั้นค่าความต่างศักย์จะลดลงมาต่ำกว่าค่า Ref. Voltage ทำให้ใช้งานไม่ได้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

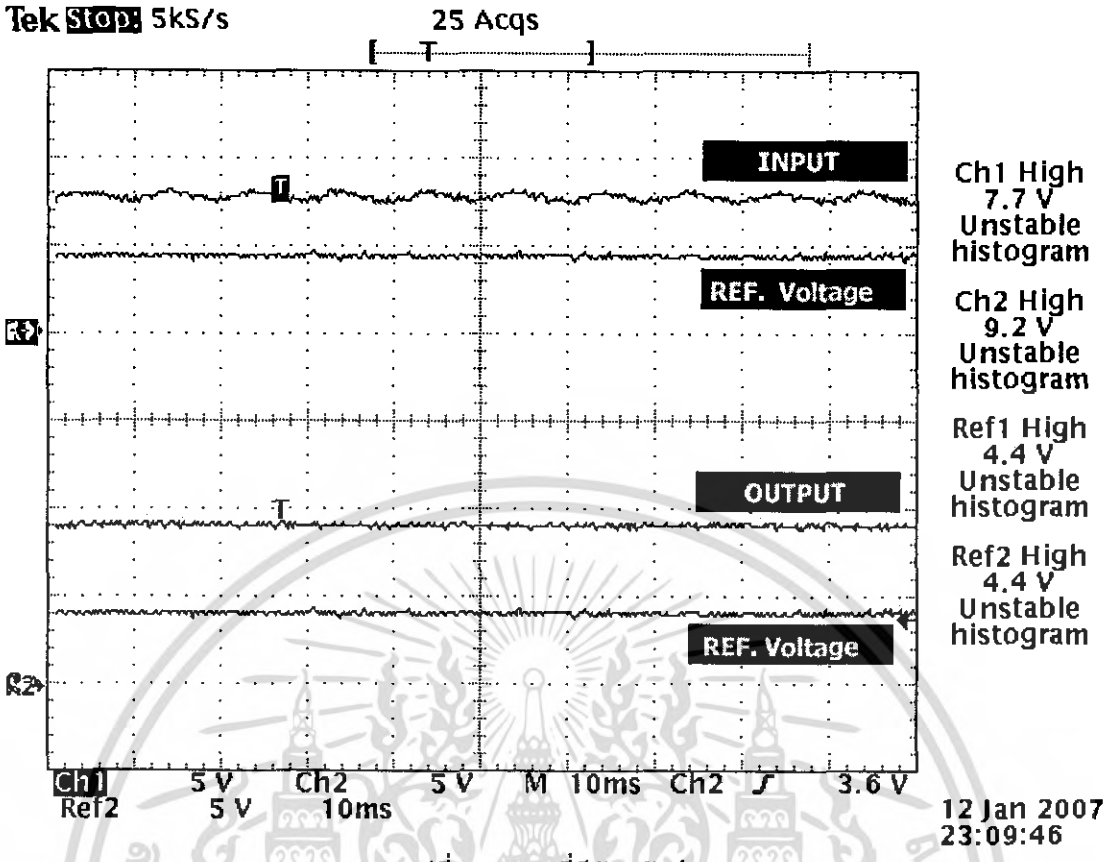



รูปที่ 4.5 ภาวะปกติ

จากรูปจะแสดงถึงเซนเซอร์ในภาวะปกติคือภาวะที่ถูกเลเซอร์ส่องใส่ LDR ทำให้ LDR มีค่าน้อยๆ จากผลจะแสดงถึงความต่างศักย์ที่ตกคร่อม LDR เมื่อค่าความต่างศักย์ที่ได้มานี้น้อยกว่าค่าของ Ref. V ของ comparator จะเกิดผลทำให้เอาท์พุตมีค่าเป็น 0 V

และรูปถัดไปจะแสดงถึงเมื่อเซนเซอร์ถูกตัดผ่านทำให้ค่าความต้านทานใน LDR มีค่าสูงขึ้นส่งผลทำให้ค่าความต่างศักย์ที่จะเป็นอินพุตป้อน comparator มีค่าสูงกว่า Ref. V ดังนั้น เอาท์พุตที่ได้จะมีค่าเป็น Vsat ในที่นี้คือ 9 V นั่นเอง

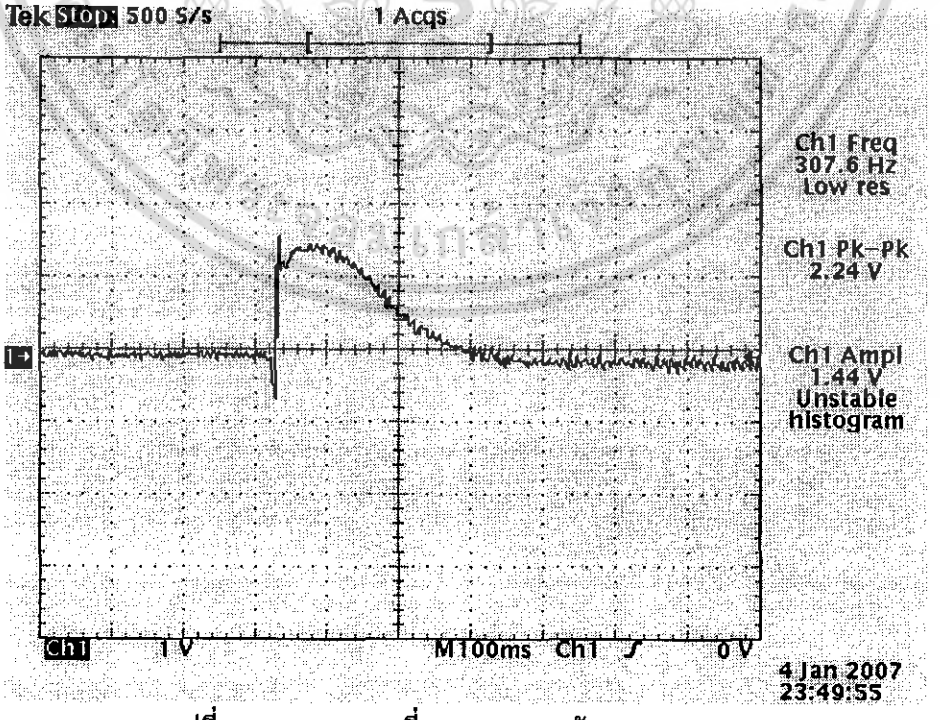
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.6 ภาวะที่มีวัตถุตัดผ่าน

**4.2 Los Tx/Rx**

และเมื่อเราได้ต่ออุปกรณ์เซนเซอร์เชื่อมเข้ากับอุปกรณรับส่งระยะไกลแล้วนั้นทำให้เราสามารถส่งข้อมูลที่เซนเซอร์ทำงานได้จากที่ๆอยู่ห่างออกไป




รูปที่ 4.7 แสดง pulse ที่ออกมาจากชุดรับ LOS Receiver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 แสดงการวัดจากจุดลำโพงของ receiver เมื่อทางด้าน transmitter ได้ส่ง pulse ออกมา และสัญญาณในรูปนี้เองได้ถูกนำไปขับ optocoupler ในการส่งข้อมูลเข้ายัง computer

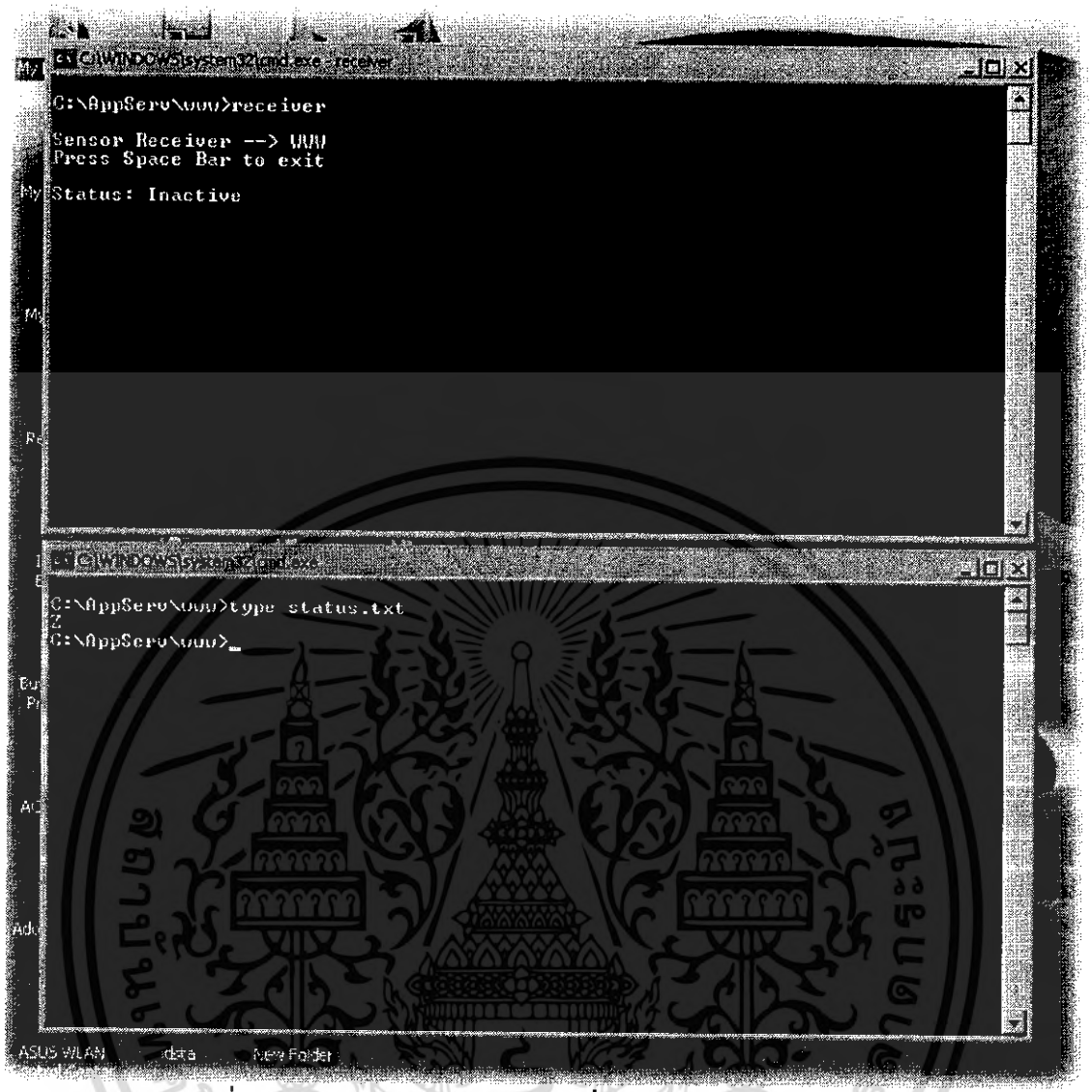
รูปที่4.8 แสดงผลของ Return Loss ที่ใช้งานในย่านความถี่ 470 MHz

แสดงการวัดค่า return loss ของสายอากาศที่ติดมากับชุดรับส่ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าสายอากาศของชุดรับ-ส่งนี้ ได้ทำกรออกแบบมาเพื่อใช้ในย่าน 470 MHz โดยเฉพาะ

**4.3. โปรแกรมรับค่าจากเซนเซอร์( receiver.exe )**

โปรแกรมนี้จะถูกวางไว้ใน http://localhost/ รูทหลักของ Server หรือทางมองทางฝั่ง Server คือ c:\appserv\www เพื่อใช้ในการสร้าง text file ที่ชื่อ status.txt ในรูทเดียวกันกับโปรแกรมหลัก main.php เพื่อเป็นตัวกลางเชื่อมต่อ Hardware Interface ให้กับโปรแกรมหลัก รันบน console เพราะฉะนั้นจึงต้องเปิดโปรแกรมนี้ไว้ตลอดเวลา

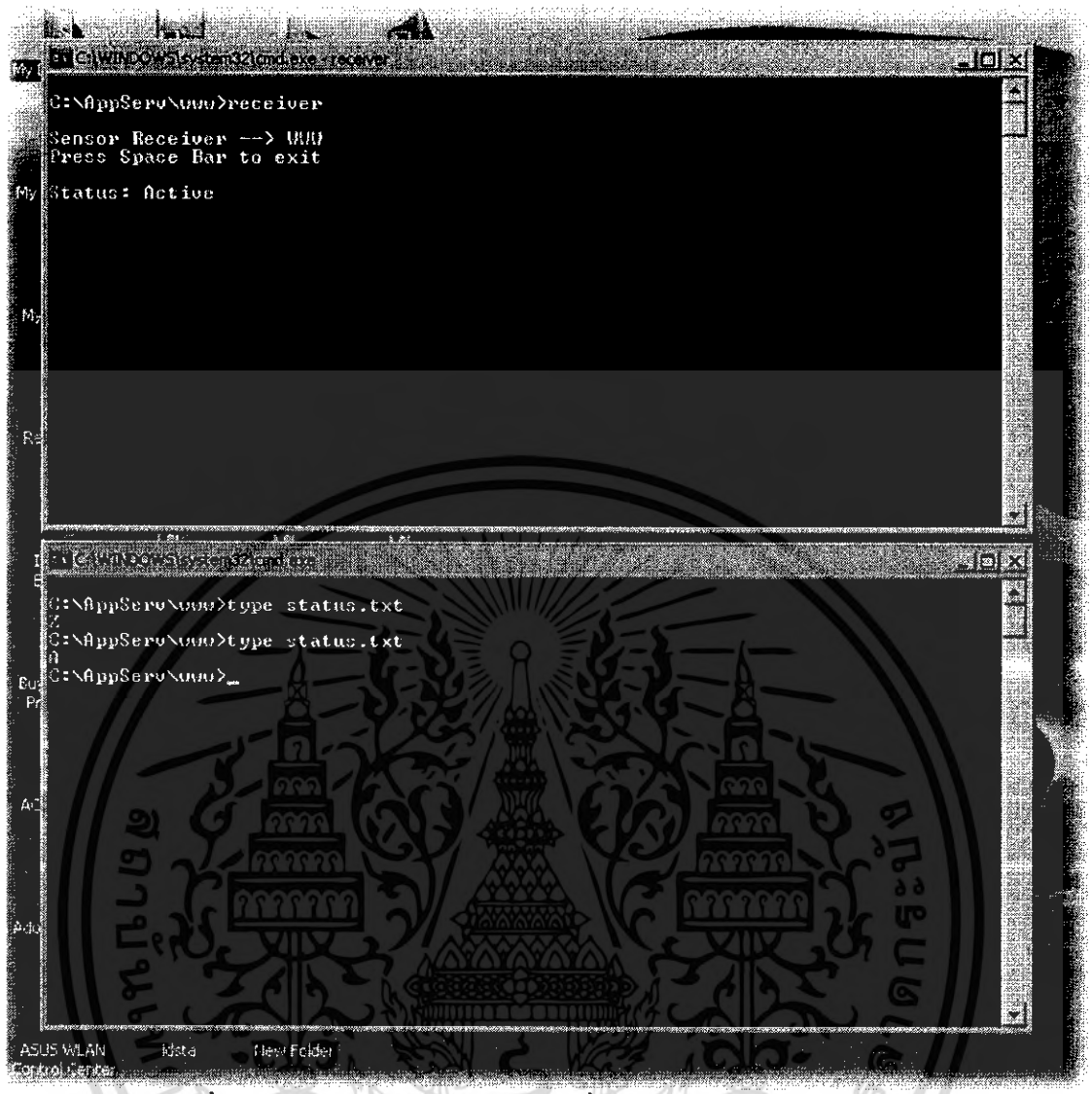
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.9 แสดงผลรัน receiver.exe โดยที่เซนเซอร์ทำงานในภาวะปกติ

รูปที่ 4.9 แสดงผลการรันโปรแกรมโดยมีการตรวจสอบค่าอีกหน้าต่างหนึ่งโดยคำสั่ง type ว่าในไฟล์ Status.txt มีตัวอักษร Z ตามที่เราต้องการอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.10 แสดงผลรัน receiver.exe โดยที่เซนเซอร์ทำงานในมีวัตถุตัดผ่าน

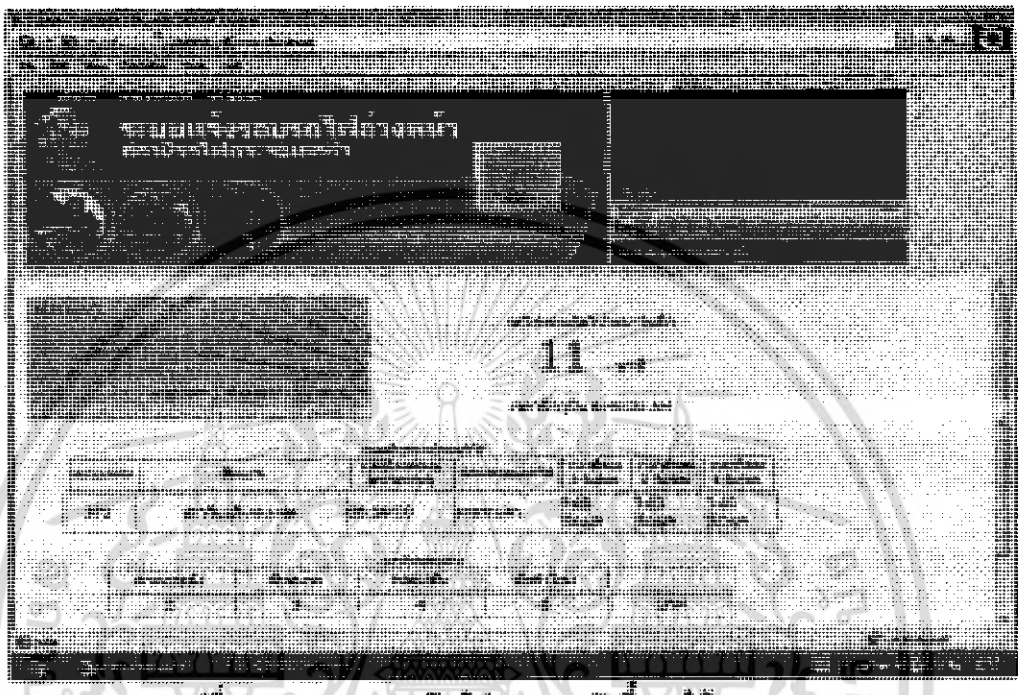
จากรูปที่4.10 เมื่อเซนเซอร์มีวัตถุตัดผ่านจะทำให้โปรแกรมจะแสดง status เป็น active และจะเปลี่ยนค่าอักขระใน status.txt ให้เป็นตัว A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.4 Web-Based Application**

**Main.php**

เป็นโปรแกรมที่ถูกรันทางฝั่ง Server ในการใช้งาน เราก็ต้องเปิด IE ของเครื่อง Client ขึ้นมา (หรือ browser อื่นๆที่รองรับ) ไปยัง URL ของเครื่อง Server



รูปที่ 4.11 แสดงขณะการเปิดโปรแกรมขึ้นมาใช้งาน

รูปที่4.11จะเปิดหน้าแรกที่เข้ามาประกอบไปด้วยส่วนต่างๆที่ออกแบบมาจากในบทที่ 3 จะมีส่วนของ Static อยู่ด้านบน และส่วนที่เปลี่ยนหน้าไปตามการเข้า link ของเมนูด้านบน และส่วนของ static ก็จะมีการ broadcast ภาพจากบริเวณสถานีหัวตะเข้อีกด้วย

รายละเอียดส่วนล่างในหน้านี้จะแสดง main.php ซึ่งเป็นหน้าหลักของโปรแกรม ถูกรวบรวมข้อมูลสำคัญต่างๆเอาไว้ ได้แก่ เวลานับถอยหลังซึ่งเป็นเวลาที่คาดคะเนกับเวลาที่รถไฟจะมาจริงๆโดยรับผลมาจากเซนเซอร์ นาฬิกาแสดงเวลาปัจจุบัน รายละเอียดของรถไฟรอบถัดไปได้แก่ หมายเลขรถ ชื่อขบวน เวลาที่จอด(ตามตารางเดินรถไฟ) ประเภทของรถไฟ เวลาที่จอดย้อนหลัง และราคาตั๋วต่อปลายทาง โดยจะอัปเดตข้อมูลทุกๆนาที

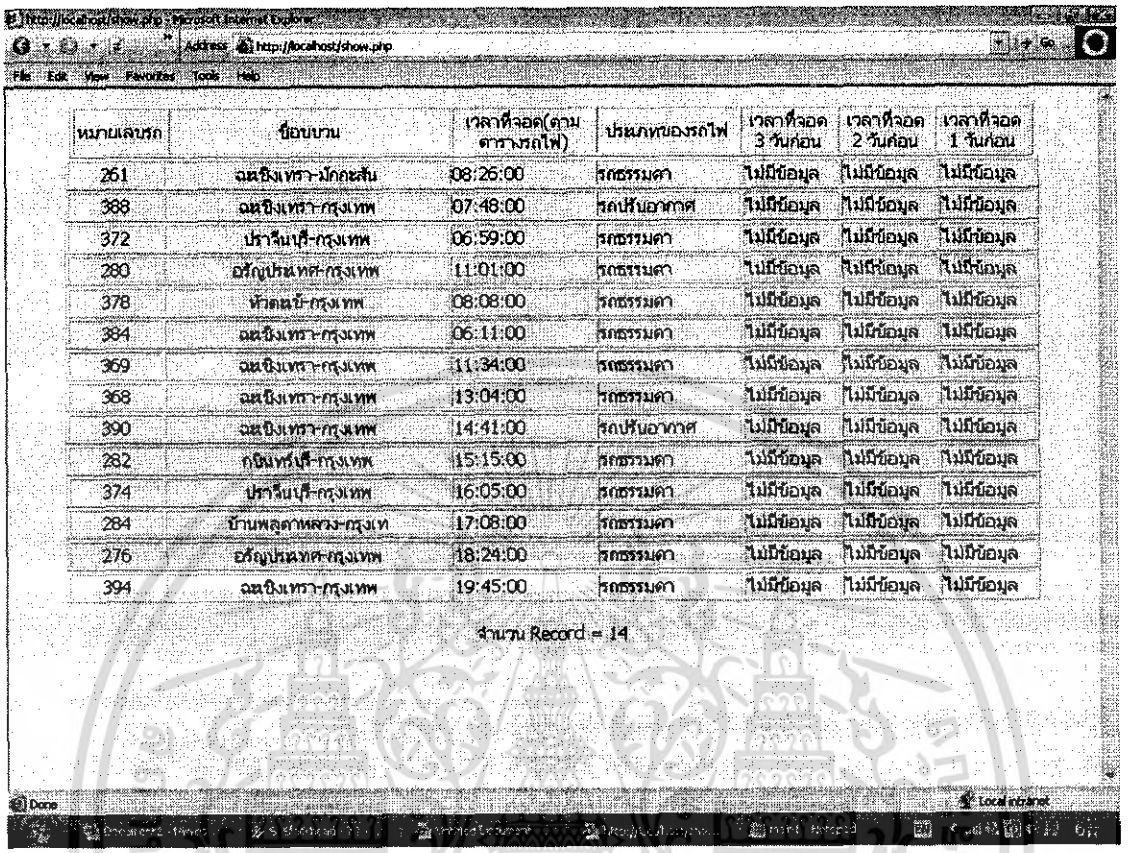
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 โปรแกรมหลักเมื่อเซนเซอร์ถูกตัดผ่าน

เมื่อเซนเซอร์ถูกตัดผ่าน status.txt จะถูกเปลี่ยนไป และในโปรแกรมหลักจะรับรู้เมื่อตัวโปรแกรมรีเฟรชหน้าใหม่ ก็จะทำให้เวลาที่คาดคะเนถูกเปลี่ยนเป็นเวลาที่รถไฟจะเข้ามายังสถานีจริงๆจากอุปกรณ์เซนเซอร์และเมื่อเวลาลงลดเหลือ 1 นาที โปรแกรมจะเปลี่ยนรอบถัดไปและแสดงเวลาคาดคะเนของรอบถัดไปอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หน้าแสดงตารางเดินรถไฟ(show.php)**



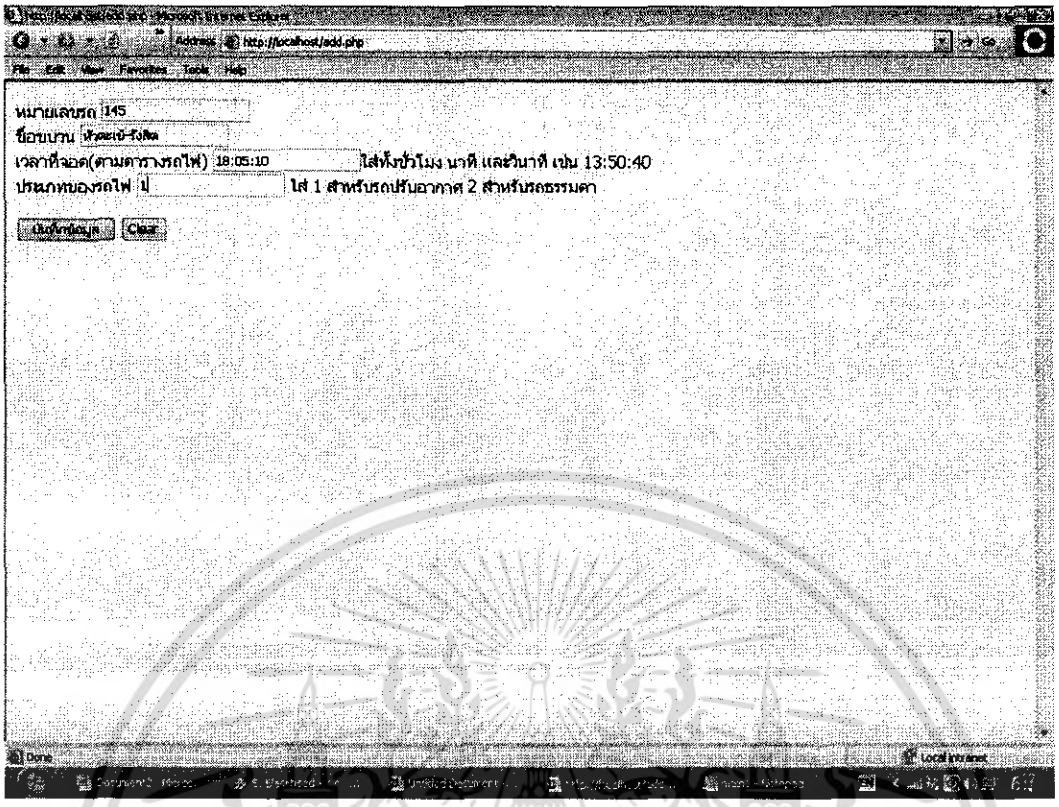
| หมายเลขรถ | ขบวน | เวลาที่จอด(ตามตารางรถไฟ) | ประเภทของรถไฟ | เวลาที่จอด 3 วันก่อน | เวลาที่จอด 2 วันก่อน | เวลาที่จอด 1 วันก่อน |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 261 | ฉะเชิงเทรา-มักกะสัน | 08:26:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 388 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 07:48:00 | รถปรับอากาศ | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 372 | ปราจีนบุรี-กรุงเทพ | 06:59:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 280 | อรัญประเทศ-กรุงเทพ | 11:01:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 378 | หัวตะเข้-กรุงเทพ | 08:08:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 384 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 06:11:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 369 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 11:34:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 368 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 13:04:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 390 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 14:41:00 | รถปรับอากาศ | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 282 | กบินทร์บุรี-กรุงเทพ | 15:15:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 374 | ปราจีนบุรี-กรุงเทพ | 16:05:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 284 | บ้านพลูตาหลวง-กรุงเท | 17:08:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 276 | อรัญประเทศ-กรุงเทพ | 18:24:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 394 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 19:45:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |

จำนวน Record = 14

รูปที่ 4.13 หน้าแสดงตารางเดินรถไฟ(show.php)

จากรูป 4.13 หน้าแสดงตารางเดินรถไฟจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล MySQL ในตาราง train ขึ้นมาแสดงหน้าเพิ่มรอบรถไฟ(add.php)

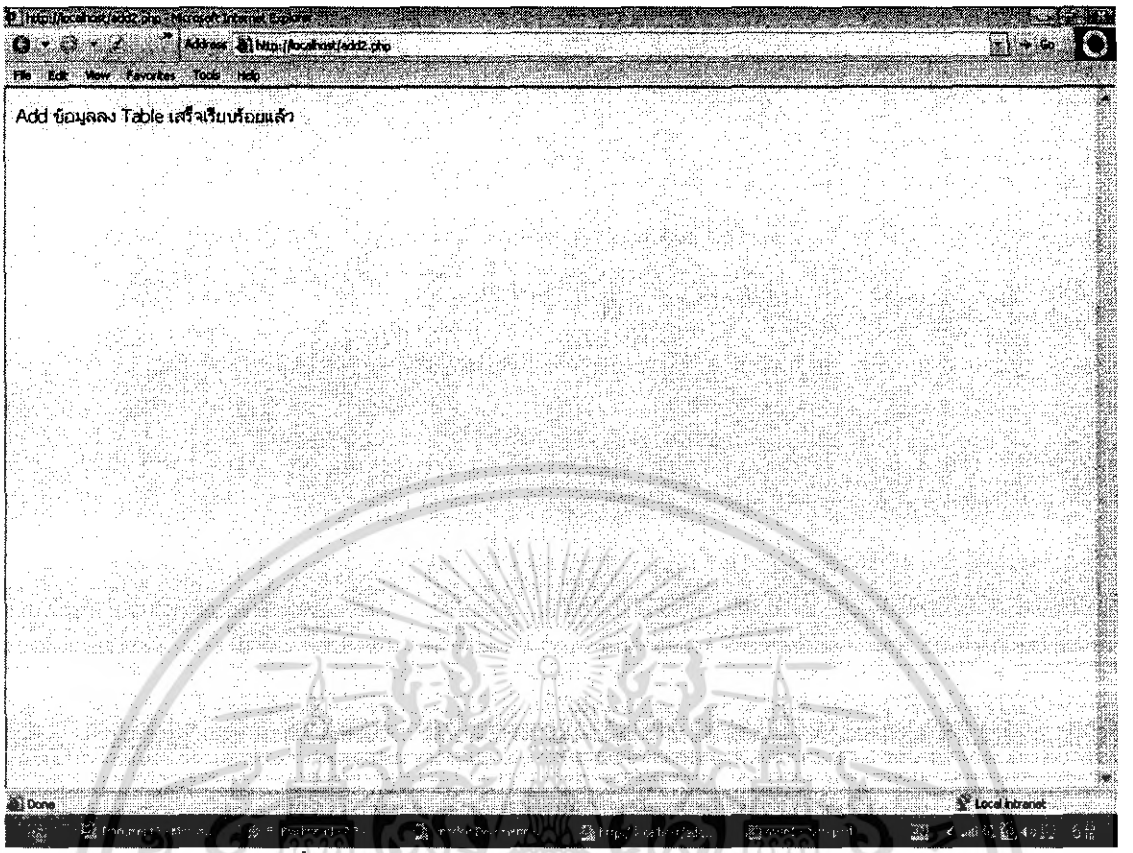
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.14 หน้าเพิ่มรอบรถไฟ(add.php)

ในการใช้งานครั้งแรกสุดเลยระบบจะยังไม่มีข้อมูลของตารางรถไฟที่ใช้อ้างอิงดังนั้นเราจะต้องใส่เข้าไป ในการใส่ข้อมูลลงไปในแต่ละรอบนั้นจะประกอบด้วยข้อมูลในส่วนของ หมายเลขรถ ชื่อขบวนรถ เวลาที่จอด ประเภทของรถไฟซึ่งประเภทของรถไฟเราจะแทนด้วยหมายเลขคือ หมายเลข 1 คือ รถปรับอากาศ หมายเลข 2 คือ รถธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

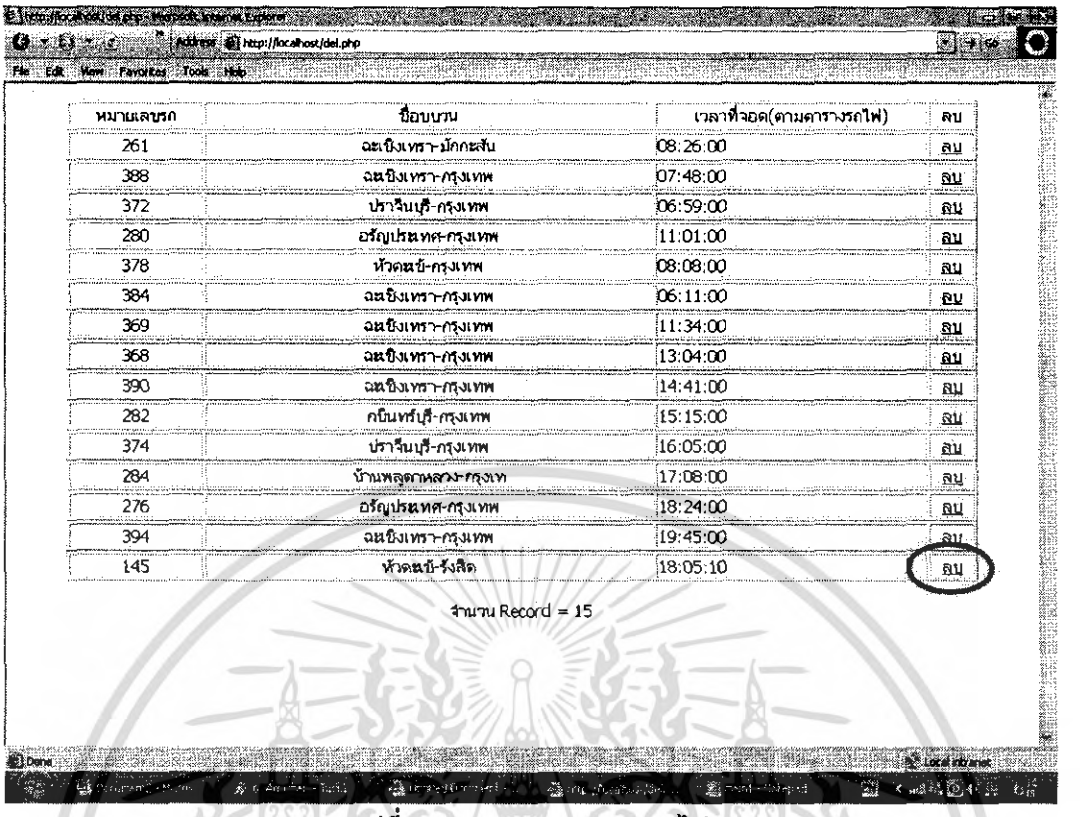



รูปที่4.15 แสดงการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลเรียบร้อย

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 280 | อรัญประเทศ-กรุงเทพ | 11:01:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 378 | หัวหมาก-กรุงเทพ | 08:08:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 384 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 06:11:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 369 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 11:34:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 368 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 13:04:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 390 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 14:41:00 | รถปรับอากาศ | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 282 | กบินทร์บุรี-กรุงเทพ | 15:15:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 374 | ปราจีนบุรี-กรุงเทพ | 16:05:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 284 | บ้านพลูตาหลวง-กรุงเท | 17:08:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 276 | อรัญประเทศ-กรุงเทพ | 18:24:00 | รถธรรมดา | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |
| 394 | [illegible] | 19:45:00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 145 | หัวหมาก-สังสิต | 18:05:10 | รถปรับอากาศ | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |

**รูปที่ 4.16 แสดงตารางที่มีข้อมูลซึ่งเพิ่มเข้าไปใหม่หน้าลบ(del.php)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



| หมายเลขรถ | ชื่อขบวน | เวลาที่จอด(ตามตารางรถไฟ) | ลบ |
|---|---|---|---|
| 261 | ฉะเชิงเทรา-มักกะสัน | 08:26:00 | ลบ |
| 388 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 07:48:00 | ลบ |
| 372 | ปราจีนบุรี-กรุงเทพ | 06:59:00 | ลบ |
| 280 | อรัญประเทศ-กรุงเทพ | 11:01:00 | ลบ |
| 378 | หัวหมาก-กรุงเทพ | 08:08:00 | ลบ |
| 384 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 06:11:00 | ลบ |
| 369 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 11:34:00 | ลบ |
| 368 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 13:04:00 | ลบ |
| 390 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 14:41:00 | ลบ |
| 282 | กบินทร์บุรี-กรุงเทพ | 15:15:00 | ลบ |
| 374 | ปราจีนบุรี-กรุงเทพ | 16:05:00 | ลบ |
| 284 | บ้านพลูตาหลวง-กรุงเท | 17:08:00 | ลบ |
| 276 | อรัญประเทศ-กรุงเทพ | 18:24:00 | ลบ |
| 394 | ฉะเชิงเทรา-กรุงเทพ | 19:45:00 | ลบ |
| 145 | หัวหมาก-รังสิต | 18:05:10 | ลบ |

จำนวน Record = 15

รูปที่ 4.17 แสดงการลบรอบรถไฟ

จากรูป 4.17 หน้าแสดงการลบรอบรถไฟจะแสดงข้อมูลของทุกรอบออกมาก่อนแล้วทำการลบรอบรถไฟออกทีละรอบ

รูปที่ 4.18 แสดงการลบรอบรถไฟที่ได้ทำการเลือกออกเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หน้าค่าคงที่ต่างๆ(const.php)**

รูปที่ 4.19 แสดงหน้าที่แสดงค่าคงที่ต่างๆ

โปรแกรมจะมีการเรียกข้อมูลค่าคงที่ที่เราจำเป็นต้องกำหนด โดยหน้านี้จะเป็นหน้าที่กำหนดค่าระยะเวลาที่รถไฟเดินทางมาจากจุดตรวจสอบ ซึ่งจะต้องตั้งอยู่ที่ 1-40 นาที โดยเมื่อเซนเซอร์ถูกตัดผ่านเวลาตัวนี้เองจะเป็นตัวที่แสดงออกมาขังหน้าจอหลัก

ต่อมาจะเป็นปุ่มที่ใช้ในการ reset ค่าของเซนเซอร์กล่าวคือเมื่อเซนเซอร์ทำงานหน้าจอหลักหลักจะขึ้นเวลานับถอยหลังที่เป็นตัวเลขสีแดง แต่ถ้าเราต้องการ clear ค่านั้นออก เราก็ทำการกดปุ่มนี้ซึ่งจะทำให้ระบบกลับไปแสดงเวลาคาดคะเนหรือเวลานับถอยหลังที่เป็นตัวเลขสีเขียวอีก

และส่วนสุดท้ายจะเป็นส่วนที่กำหนดราคาตั๋วรถไฟต่อสถานีปลายทาง เมื่อสถานีต้นทางคือสถานีพระจอมเกล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# บทวิจารณ์และบทสรุป

## 5.1 บทวิจารณ์

โครงงานชิ้นนี้มีการนำอุปกรณ์หลากหลายชิ้นมาเชื่อมต่อกัน ทั้งการนำสัญญาณที่ได้จากเซนเซอร์มาเชื่อมต่อกับชุดรับส่งระยะไกลซึ่งชุดรับส่งระยะไกลนี้ไม่ได้ถูกรองรับมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลโดยเฉพาะแต่เราได้ทำการประยุกต์โดยใช้ปุ่มส่ง pulse ที่มีอยู่ในเครื่องมา short-switch ด้วย optocoupler ซึ่งให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ด้วยระยะที่ค่อนข้างไกล ทำให้การรับส่งอาจมีปัญหาบ้างอย่างถ้าสภาพอากาศไม่ดีก็จะไม่สามารถส่งสัญญาณได้เลยอีกทั้งคลื่นความถี่ที่ใช้งานเป็นคลื่นที่เปิดใช้กันอย่างเสรีในบางครั้งอาจมีคนอื่นใช้อยู่ซึ่งถ้าเป็นคนใช้เราสามารถเปลี่ยนช่องสัญญาณที่ว่างอยู่ได้ แต่เครื่องทำไม่ได้

และปัญหาที่เกิดขึ้นทางซอร์ฟแวร์อาจเกิดจากผู้วางระบบไม่ระมัดระวังเนื่องจาก ข้อมูลทางซอร์ฟแวร์มีหลากหลาย โดยการติดตั้งมีโปรแกรมอยู่ 2 ชุดโปรแกรมแล้วนอกจากนี้มีการถ่ายโอนข้อมูลจากฐานข้อมูล SQL อีกด้วย

## 5.2 สรุป

โครงงานชิ้นนี้ถูกสร้างขึ้นมา โดยที่จุดประสงค์จริงๆ มิใช่บอกเวลารถไฟที่จะเข้ามาเป็นหลักแต่เป็นการนำเสนอข้อมูลต่างๆ เช่น ทั้งภาพวีดีโอ ข้อมูลเวลาที่จอดย้อนหลัง ตารางเดินรถไฟ ราคาตั๋ว ซึ่งต่างก็เป็นข้อมูลที่น่าสนใจและดึงดูดผู้ชมเข้ามาดู และมีส่วนในการตัดสินใจที่จะใช้บริการขนส่งสาธารณะที่ประหยัดกว่าได้

นอกจากนี้การออกแบบยังสามารถถูกต่อยอดได้อีกด้วย เช่น ระบบWeb – Application ที่มีอยู่สามารถพัฒนาอีกเพื่อให้กลายเป็น WAP ที่ใช้กับมือถือได้ หรือในการคิดที่จะใช้พอร์ตขนานในการรับข้อมูลก็เพื่อรองรับอุปกรณ์เซนเซอร์หรืออุปกรณ์ชนิดอื่นๆที่จะมีมาในอนาคตเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้องมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


1. ศ. ดร.โมไนย ไกรฤกษ์, "ทฤษฎีสายอากาศ " ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2537
2. ดร.มงคล เดชนครินทร์ และ ดร.ชาตรี ศรีไพพรรณ, "อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน" บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2521
3. กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, " คัมภีร์ PHP" กรุงเทพฯ เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ , 2547.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โปรแกรมรับค่าจากพอร์ตขนาน

**1.Receiver.cpp**

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <dos.h>
#include <time.h>
int main()
{
        printf("\nSensor Receiver --> WWW");
        printf("\nPress Space Bar to exit");
        printf("\n\nStatus: ");
        int inp,inpkey;
        for (;;)
        {
        printf("Inactive");
        printf("\b\b\b\b\b\b\b");
        inp=inportb(0x379);
        FILE *fp;
        fp=fopen("status.txt","w");
        fprintf(fp,"Z");
        fclose(fp);
        if (inp==111)
        {
        printf("Active  ");
        printf("\b\b\b\b\b\b\b\b");
        FILE *fp;
        fp=fopen("status.txt","w");
        fprintf(fp,"A");
        fclose(fp);
        delay(60000);
        }
        delay(100);
        inpkey=inportb(0x60);
        if (inpkey==57)break;
        }

return 0;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.Index.html**

```
<html>
<head>
<title>Untitled Document</title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-
1">
</head>
<frameset rows="230,*" cols="*" framespacing="0" frameborder="NO"
border="0">
  <frame src="top.htm" name="topFrame" scrolling="NO" noresize >
  <frame src="main.php" name="mainFrame">
</frameset>
<noframes><body>
</body></noframes>
</html>
```

**3.Top.html**

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN">
<html>
<head>
<title>Untitled Document</title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-
874">
<script language="JavaScript" type="text/JavaScript">
<!--
function MM_reloadPage(init) {  //reloads the window if Nav4 resized
  if (init==true) with (navigator) {if
((appName=="Netscape")&&(parseInt(appVersion)==4)) {
    document.MM_pgW=innerWidth; document.MM_pgH=innerHeight;
onresize=MM_reloadPage; }}
  else if (innerWidth!=document.MM_pgW ||
innerHeight!=document.MM_pgH) location.reload();
}
MM_reloadPage(true);
//-->
</script>
<style type="text/css">

#csstopmenu, #csstopmenu ul{
padding: 0;
margin: 0;
list-style: none;
}

#csstopmenu li{
float: left;
position: relative;
}

#csstopmenu a{
text-decoration: none;
}

.mainitems{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
border: 0px solid black;
border-left-width: 1;

}

.headerlinks a{
margin: auto 15px;
font-weight: bold;
color: black;
}

.submenus{
display: none;
width: 15em;
position: absolute;
top: 1.2em;
left: 0;
background-color: #D1E1CB;
border: 1px solid black;
}

.submenus li{
width: 100%;
}

.submenus li a{
display: block;
width: 100%;
text-indent: 2px;
}

html>body .submenus li a{ /* non IE browsers */
width: auto;
}

.submenus li a:hover{
background-color: #C5C9C4;
color: black;
}

#csstopmenu li>ul {/* non IE browsers */
top: auto;
left: auto;
}

#csstopmenu li:hover ul, li.over ul {
display: block;
}

html>body #clearmenu{ /* non IE browsers */
height: 3px;
}

</style>
<script type="text/javascript">

startMenu = function() {
if (document.all&&document.getElementById) {
cssmenu = document.getElementById("csstopmenu");
for (i=0; i<cssmenu.childNodes.length; i++) {
node = cssmenu.childNodes[i];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if (node.nodeName=="LI") {
node.onmouseover=function() {
this.className+=" over";
}
node.onmouseout=function(){
this.className=this.className.replace(" over", "")
}
}
}
}
}

if (window.attachEvent)
window.attachEvent("onload", startMenu)
else
window.onload=startMenu;

</script>
</head>

<body background="thm_grey-psycho.jpg">
<table width="900" height="200" border="0" align="left">
  <tr>
    <td width="600" height="200" valign="top" background="main.jpg"
border="0"><ul id="csstopmenu">
        <li class="mainitems" style="border-left-width: 0px">
          <div class="headerlinks"><FONT face="Tahoma,Ms Sans
Serif,Vernada" SIZE=1
color=white><strong>    </strong></div>
        </li>
        <li class="mainitems" style="border-left-width: 0px">
          <div class="headerlinks"><A href="main.php"
target="mainFrame"><FONT face="Tahoma,Ms Sans Serif,Vernada" SIZE=1
color=white><strong>  หน้าหลัก  </strong></div></a>
        </li>
        <li class="mainitems" style="border-left-width: 0px">
          <div class="headerlinks"><A href="show.php"
target="mainFrame"><FONT face="Tahoma,Ms Sans Serif,Vernada" SIZE=1
color=white><strong>  ตารางเวลา
รถไฟ  </strong></div></a>
        </li>
        <li class="mainitems" style="border-left-width: 0px">
          <div class="headerlinks"><FONT face="Tahoma,Ms Sans
Serif,Vernada" SIZE=1 color=white><strong>    แก้ไข
ข้อมูล  </strong></div>
          <ul class="submenus">
            <li><a href="add.php" target="mainFrame">เพิ่มรอบรถไฟ</a></li>
            <li><a href="del.php" target="mainFrame">ลบรอบรถไฟ</a></li>
            <li><a href="const.php" target="mainFrame">แก้ไขค่าอื่นๆ
</a></li>
          </ul>
        </li>
      </ul></td>
    <td width="300" height="200" valign="middle" bgcolor="#000000"
border="0"> <div align="center">
        <table width="180" border="0">
          <tr><object id="MediaPlayer1" width="300" height="173"
classid="CLSID:6BF52A52-394A-11d3-B153-00C04F79FAA6"
type="application/x-oleobject">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        <param name="URL"
value="http://192.168.0.121:8081">
                                        <PARAM NAME='ShowControls'
VALUE='false'>
                                        <PARAM NAME='ShowStatusBar'
VALUE='false'>
                                        <PARAM NAME="PreviewMode"
VALUE="true">
                                        <PARAM NAME='Autostart'
VALUE='true'>
                                        <PARAM
NAME='ShowPositionControls' value='false'>
                                        <PARAM NAME='ShowTracker'
value='false'>
                                    </object>
<font face="Tahoma,Ms Sans Serif,Vernada" SIZE=1 color="white" >ภาพจาก
บริเวณสถานีรถไฟหัวตะเข้</font>
          </tr>
        </table>
      </div></td>
  </tr>
</table>
<div align="center"></div>
</body>
</html>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.Main.php**

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN">
<html>
<head>
<title>Untitled Document</title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-
874">
<meta http-equiv='refresh' content='60'>

</head>

<body>
<table width="800" border="0" align="left">
  <tr>
    <td valign="top"><table width="800" border="0">
        <tr>
          <td width="350" valign="top" bgcolor="#CCCCCC"><table
width="100%" border="0">
              <tr>
                <td><strong><em>ข้อแนะนำ</em></strong></td>
              </tr>
              <tr>
                <td height="21"> </td>
              </tr>
              <tr>
                <td> </td>
              </tr>
              <tr>
                <td> </td>
              </tr>
              <tr>
                <td> </td>
              </tr>
              <tr>
                <td> </td>
              </tr>
              <tr>
                <td> </td>
              </tr>
            </table>

          </td>
          <td width="450" valign="top"><div align="center">

<?
$today = date("H:i:s");
$mm1=($today[4])+($today[3]*10)+($today[1]*60)+($today[0]*600);
$host="localhost";
$username="root";
$password="root";
$db="pj";
$tb="train";
$tbc="coming";
mysql_connect( $host,$username,$password) or die ("ติดต่อกับฐานข้อมูล Mysql ไม่ได้
");
mysql_select_db($db) or die("เลือกฐานข้อมูลไม่ได้"); /* ทำการเลือกฐานข้อมูลก่อน */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$sql="Select * From $tb";
$sql2="Select * From $tbc";
$db_query=mysql_db_query($db,$sql);
$db_query2=mysql_db_query($db,$sql2);
$num_rows=mysql_num_rows($db_query);
$resultc = mysql_fetch_array($db_query2);
$coming2=$resultc[coming2];
$counter=$resultc[counter];
$activate=$resultc[activate];
$FILE =fopen("status.txt","r");
while (!feof($FILE)) {
$text = fgets($FILE, 4096);
}
$a=0;
$dif1[0]=500;
while($a < $num_rows)
{
$result = mysql_fetch_array($db_query);
$id=$result[id];
$coming=$result[coming];
$min1[a]=($coming[4])+($coming[3]*10)+($coming[1]*60)+($coming[0]*600
);
$dif[a]=$min1[a]-$mm1;
if ($dif[a] > 0)
{
if ($dif1[0] > $dif[a])
{
$dif1[0]=$dif[a];
$dif2[0]=$id;
}
}
$a++;
}
echo"$dif1[0]\n";
echo"$dif2[0]";
echo "$text[0]";
$ttt=$coming2+15;
echo "$ttt";
?>

<br>
รถไฟรอบถัดไปจะมาในอีก
<br>
<font size=14 color="red">
<?


if ($dif1[0]<=$ttt) {
if ($text[0]=='A') {
if ($counter==0) {
$acttime = date("H:i:s");
$acttime1=($acttime[4])+($acttime[3]*10)+($acttime[1]*60)+($acttime[0
]*600);
$acttime2=$acttime1+$coming2;
$comingt="00:00:00";
$d1=$acttime2/600;
if ($d1<1)
{
$comingt[0]="0";
}
elseif ($d1<2)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
$comingt[0]="1";
}
else
{
$comingt[0]="2";
}
$d2=$acttime2%600;
$d22=$d2/60;
if ($d22<1) { $comingt[1]="0"; }
elseif ($d22<2) { $comingt[1]="1"; }
elseif ($d22<3) { $comingt[1]="2"; }
elseif ($d22<4) { $comingt[1]="3"; }
elseif ($d22<5) { $comingt[1]="4"; }
elseif ($d22<6) { $comingt[1]="5"; }
elseif ($d22<7) { $comingt[1]="6"; }
elseif ($d22<8) { $comingt[1]="7"; }
elseif ($d22<9) { $comingt[1]="8"; }
else { $comingt[1]="9"; }
$d3=$d2%60;
$d33=$d3/10;
if ($d33<1) { $comingt[3]="0"; }
elseif ($d33<2) { $comingt[3]="1"; }
elseif ($d33<3) { $comingt[3]="2"; }
elseif ($d33<4) { $comingt[3]="3"; }
elseif ($d33<5) { $comingt[3]="4"; }
elseif ($d33<6) { $comingt[3]="5"; }
elseif ($d33<7) { $comingt[3]="6"; }
elseif ($d33<8) { $comingt[3]="7"; }
elseif ($d33<9) { $comingt[3]="8"; }
else { $comingt[3]="9"; }
$d4=$d3%10;
if ($d4<1) { $comingt[4]="0"; }
elseif ($d4<2) { $comingt[4]="1"; }
elseif ($d4<3) { $comingt[4]="2"; }
elseif ($d4<4) { $comingt[4]="3"; }
elseif ($d4<5) { $comingt[4]="4"; }
elseif ($d4<6) { $comingt[4]="5"; }
elseif ($d4<7) { $comingt[4]="6"; }
elseif ($d4<8) { $comingt[4]="7"; }
elseif ($d4<9) { $comingt[4]="8"; }
else { $comingt[4]="9"; }
$sql3="update $tbc set activate='$comingt'";
$db_query3=mysql_db_query($db,$sql3);
$counter_new=$counter+1;
$sql4="update $tbc set counter='$counter_new'";
$db_query4=mysql_db_query($db,$sql4);
}
}
}

fclose($FILE);
if ($counter!=0) {
$today2 = date("H:i:s");
$mm2=($today2[4])+($today2[3]*10)+($today2[1]*60)+($today2[0]*600);
$min2=($activate[4])+($activate[3]*10)+($activate[1]*60)+($activate[0
]*600);
$difm=$min2-$mm2;
echo " $difm";
if ($difm==1)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$counter_new2=0;
$sql5="update $tbc set counter='$counter_new2'";
$db_query5=mysql_db_query($db,$sql5);
}
}
mysql_close();
?>
</font>
<font size=14 color="green">
<?
if ($counter==0)
{
echo"$dif1[0] ";
}
?>
</font>
  
<?echo"นาที";?>
<br><br>เวลาปัจจุบัน
<span id=tick2>
</span>

<script>
<!--


function show2(){
if (!document.all&&!document.getElementById)
return
thelement=document.getElementById? document.getElementById("tick2"):
document.all.tick2
var Digital=new Date()
var hours=Digital.getHours()
var minutes=Digital.getMinutes()
var seconds=Digital.getSeconds()
var dn="AM"
if (hours<12)
dn="PM"
if (hours>12)
hours=hours-12
if (hours==0)
hours=12
if (minutes<=9)
minutes="0"+minutes
if (seconds<=9)
seconds="0"+seconds
var ctime=hours+":"+minutes+":"+seconds+" "+dn
thelement.innerHTML="<b style='font-
size:14;color:blue;'>"+ctime+"</b>"
setTimeout("show2()",1000)
}
window.onload=show2
//-->
</script>

</div></td>
        </tr>
      </table>

      <p align="center"> 
<font size="-2">รายละเอียดของรถไฟรอบถัดไป</font>
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<?
$ida=$dif2[0];
$host="localhost";
$username="root";
$password="root";
$db="pj";
$tb="train";
$tbc="coming";
mysql_connect( $host,$username,$password) or die ("ติดต่อกับฐานข้อมูล Mysql ไม่ได้
");
mysql_select_db($db) or die("เลือกฐานข้อมูลไม่ได้"); /* ทำการเลือกฐานข้อมูลก่อน */
$sql="Select * From $tb";
$sql2="Select * From $tbc";
$db_query=mysql_db_query($db,$sql);
$db_query2=mysql_db_query($db,$sql2);
$num_rows=mysql_num_rows($db_query); /* นับ Record ที่พบ */
?>
<table width="90%" border="1" align="center">
<tr>
<td width="10%">
<div align="center"><font size="-1">หมายเลขรถ</font></div>
</td>
<td width="30%">
<div align="center"><font size="-1">ชื่อขบวน</font></div>
</td>
<td width="15%">
<div align="center"><font size="-1">เวลาที่จอด(ตามตารางรถไฟ)</font></div>
</td>
<td width="15%">
<div align="center"><font size="-1">ประเภทของรถไฟ</font></div>
</td>
<td width="10%">
<div align="center"><font size="-1">เวลาที่จอด 3 วันก่อน</font></div>
</td>
<td width="10%">
<div align="center"><font size="-1">เวลาที่จอด 2 วันก่อน</font></div>
</td>
<td width="10%">
<div align="center"><font size="-1">เวลาที่จอด 1 วันก่อน</font></div>
</td>
</tr>
</table>
<?
$a=0;
while($a < $num_rows)
{
$result = mysql_fetch_array($db_query);
$id=$result[id];
$name=$result[name];
$coming=$result[coming];
$coming3=$result[coming3];
$coming2=$result[coming2];
$coming1=$result[coming1];
$type_id=$result[type_id];
$result2 = mysql_fetch_array($db_query2);

?>
<? if ($id == $ida) { ?>
<table width="91%" border="1" align="center">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<tr>
<td width="10%">
<div align="center"><?echo"$id";?></div>
</td>
<td width="30%">
<div align="center">
<?
echo"$name";
?>
</div>
</td>
<td width="15%">
<?echo"$coming";?>
</td>
<td width="15%">
<?
if ($type_id == 1)
{
echo"รถปรับอากาศ";
}
else if ($type_id == 2)
{
echo"รถธรรมดา";
}
else
{
echo"ไม่มีข้อมูล";
}
?>
</td>
<td width="10%">
<?echo"$coming3";
if ($coming3 == NULL)
{
echo"ไม่มีข้อมูล";
}
?>
</td>
<td width="10%">
<?echo"$coming2";
if ($coming2 == NULL)
{
echo"ไม่มีข้อมูล";
}
?>
</td>
<td width="10%">
<?echo"$coming1";
if ($coming1 == NULL)
{
echo"ไม่มีข้อมูล";
}
?>
</td>
</tr>
</table>
<?
$type_id2[0]=$type_id[a];
break;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$a++;
}
mysql_close();
?>
</p>
      <p align="center"> <font size="-2">
ราคาตั๋วต่อปลายทาง</font>
<?
$typeids=$type_id[0];
$host="localhost";
$username="root";
$password="root";
$db="pj";
$tb="cost";
mysql_connect( $host,$username,$password) or die ("ติดต่อกับฐานข้อมูล Mysql ไม่ได้
");
mysql_select_db($db) or die("เลือกฐานข้อมูลไม่ได้"); /* ทำการเลือกฐานข้อมูลก่อน */
$sql="Select * From $tb";
$db_query=mysql_db_query($db,$sql);
$num_rows=mysql_num_rows($db_query); /* นับ Record ที่พบ */
?>
<table width="80%" border="1" align="center">
<tr>
<td width="20%">
<div align="center">ตาคกระบัง</div>
</td>
<td width="20%">
<div align="center">หัวหมาก</div>
</td>
<td width="20%">
<div align="center">คลองตัน</div>
</td>
<td width="20%">
<div align="center">หัวลำโพง</div>
</td>
<td width="20%">
<div align="center"> </div>
</td>
</tr>
</table>

<?
$a=0;
while($a < $num_rows)
{
$result = mysql_fetch_array($db_query);
$type_id=$result[type_id];
$cost1=$result[cost1];
$cost2=$result[cost2];
$cost3=$result[cost3];
$cost4=$result[cost4];

?>
<? if ($type_id[a] == $typeids) { ?>
<table width="80%" border="1" align="center">
<tr>
<td width="20%">
<div align="center"><?echo"$cost1";?></div>
</td>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<td width="20%">
<div align="center"><?echo"$cost2";?></div>
</td>
<td width="20%">
<div align="center"><?echo"$cost3";?></div>
</td>
<td width="20%">
<div align="center"><?echo"$cost4";?></div>
</td>
<td width="20%">
<div align="center"><?echo"บาท";?></div>
</td>
</tr>
</table>
<?
break;
}
$a++;
}
mysql_close();
?>
</p>
      <p> </p>
      <p> </p></td>
  </tr>
</table>

</body>
</html>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**5.Show.php**

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-
874">
</head>
<body>
<?
$host="localhost";
$username="root";
$password="root";
$db="pj";
$tb="train";
mysql_connect( $host,$username,$password) or die ("ติดต่อกับฐานข้อมูล Mysql ไม่ได้
");
mysql_select_db($db) or die("เลือกฐานข้อมูลไม่ได้"); /* ทำการเลือกฐานข้อมูลก่อน */
$sql="Select * From $tb";
$db_query=mysql_db_query($db,$sql);
$num_rows=mysql_num_rows($db_query); /* นับ Reccord ที่พบ */
?>
<table width="90%" border="1" align="center">
<tr>
<td width="10%">
<div align="center">หมายเลขรถ</div>
</td>
<td width="30%">
<div align="center">ชื่อขบวน</div>
</td>
<td width="15%">
<div align="center">เวลาที่จอด(ตามตารางรถไฟ)</div>
</td>
<td width="15%">
<div align="center">ประเภทของรถไฟ</div>
</td>
<td width="10%">
<div align="center">เวลาที่จอด 3 วันก่อน</div>
</td>
<td width="10%">
<div align="center">เวลาที่จอด 2 วันก่อน</div>
</td>
<td width="10%">
<div align="center">เวลาที่จอด 1 วันก่อน</div>
</td>
</tr>
</table>
<?
$a=0;
while($a < $num_rows)
{
$result = mysql_fetch_array($db_query);
$id=$result[id];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$name=$result[name];
$coming=$result[coming];
$coming3=$result[coming3];
$coming2=$result[coming2];
$coming1=$result[coming1];
$type_id=$result[type_id];
?><table width="91%" border="1" align="center"><tr>
<td width="10%"> <div align="center"><?echo"$id";?></div>
</td><td width="30%">
<div align="center"><?echo"$name";?></div></td><td width="15%">
<?echo"$coming";?></td>
<td width="15%">
<?
if ($type_id == 1)
{
echo"รถปรับอากาศ";
}
else if ($type_id == 2)
{
echo"รถธรรมดา";
}
else
{
echo"ไม่มีข้อมูล";
}
?>
</td>
<td width="10%">
<?echo"$coming3";
if ($coming3 == NULL)
{
echo"ไม่มีข้อมูล";
}
?>
</td>
<td width="10%">
<?echo"$coming2";
if ($coming2 == NULL)
{
echo"ไม่มีข้อมูล";
}
?></td><td width="10%">
<?echo"$coming1";
if ($coming1 == NULL)
{
echo"ไม่มีข้อมูล";
}
?>
</td>
</tr>
</table>
<?
$a++;
}
echo"<center><br>จำนวน Record = $num_rows</center>";
mysql_close();
?></body>
</html>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**6.Add.php**

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-
874">
</head>
<body bgcolor="#FFFFFF">
<form name="form1" method="post" action="add2.php">
<p>หมายเลขรถ
<input type="text" name="id">
<br>
ชื่อขบวน
<input type="text" name="name">
<br>
เวลาที่จอด(ตามตารางรถไฟ)
<input type="text" name="coming">ใส่ทั้งชั่วโมง นาที และวินาที เช่น 13:50:40
<br>
ประเภทของรถไฟ
<input type="text" name="type_id">
ใส่ 1 สำหรับรถปรับอากาศ 2 สำหรับรถธรรมดา
<br>
</p>
<p>
<input type="submit" name="Submit" value="บันทึกข้อมูล">
<input type="reset" name="Submit2" value="Clear">
</p>
</form>
</body>
</html>
```

**7.Add2.html**

```
<html>
<body>
<?
$host="localhost";
$username="root";
$password="root";
$db="pj";
$tb="train";
$connect= mysql_connect( $host,$username,$password) or die ("ติดต่อกับ
ฐานข้อมูล Mysql ไม่ได้ ");
mysql_select_db($db) or die("เลือกฐานข้อมูลไม่ได้");
$sql="select * from $tb where id=$id";
$db_query=mysql_db_query($db,$sql);
$num_rows=mysql_num_rows($db_query);
if($num_rows != 0) /* ตรวจสอบว่า Id นี้มีอยู่หรือยัง */
{
echo"<center><br>รหัส Id นี้มีอยู่แล้ว</center>";
exit();
}
else
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
mysql_query("INSERT INTO $tb (id, name, coming,type_id) values('$id',
'$name', '$coming', '$type_id')") or die ("Add ข้อมูลลง Table ไม่ได้");
echo "Add ข้อมูลลง Table เสร็จเรียบร้อยแล้ว";
}
mysql_close($connect);
?>
</body>
</html>
```

**8.Del.php**

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-
874">
</head>
<body>
<?
$host="localhost";
$username="root";
$password="root";
$db="pj";
$tb="train";
mysql_connect( $host,$username,$password) or die ("ติดต่อกับฐานข้อมูล Mysql ไม่ได้
");
mysql_select_db($db) or die("เลือกฐานข้อมูลไม่ได้"); /* ทำการเลือกฐานข้อมูลก่อน */
$sql="Select * From $tb";
$db_query=mysql_db_query($db,$sql);
$num_rows=mysql_num_rows($db_query); /* นับ Reccord ที่พบ */
?>
<table width="90%" border="1" align="center">
<tr>
<td width="15%">
<div align="center">หมายเลขรถ</div>
</td>
<td width="50%">
<div align="center">ชื่อขบวน</div>
</td>
<td width="30%">
<div align="center">เวลาที่จอด(ตามตารางรถไฟ)</div>
</td>
<td width="5%">
<div align="center">ลบ</div>
</td>
</tr>
</table>
<?
$a=0;
while($a < $num_rows)
{
$result = mysql_fetch_array($db_query);
$id=$result[id];
$name=$result[name];
$coming=$result[coming];
$coming3=$result[coming3];
$coming2=$result[coming2];
$coming1=$result[coming1];
?>
<table width="90%" border="1" align="center">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<tr>
<td width="15%">
<div align="center"><?echo"$id";?></div>
</td>
<td width="50%">
<div align="center">
<?echo"$name";?>
</div>
</td>
<td width="30%">
<?echo"$coming";?>
</td>
<td width="5%">
<div align="center"><a href="del2.php?id=<?echo"$id"; ?>">ลบ
</a></div>
</td>
</tr>
</table>
<?
$a++;
}
echo"<center><br>จำนวน Record = $num_rows</center>";
mysql_close();
?>
</body>
</html>
```

**9.Del2.php**

```
<?
$host="localhost";
$username="root";
$password="root";
$db="pj";
$tb="train";
$connect= mysql_connect( $host,$username,$password) or die ("ติดต่อกับ
ฐานข้อมูล Mysql ไม่ได้");
mysql_select_db($db) or die("เลือกฐานข้อมูลไม่ได้");
$sql="delete from $tb where id=$id";
$db_query=mysql_db_query($db,$sql);
echo "ลบข้อมูล Id=$id เรียบร้อยแล้ว";
mysql_close();
Require('del.php');
?>
```

**10.Const.php**

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-
874">
</head>
<body>
<?
$host="localhost";
$username="root";
$password="root";
$db="pj";
$tb="coming";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$tb2="cost";
mysql_connect( $host,$username,$password) or die ("ติดต่อกับฐานข้อมูล Mysql ไม่ได้
");
mysql_select_db($db) or die("เลือกฐานข้อมูลไม่ได้"); /* ทำการเลือกฐานข้อมูลก่อน */
$sql="Select * From $tb";
$db_query=mysql_db_query($db,$sql);
?>
<table width="30%" border="1" align="center">
<tr>
<td width="100%">
<div align="center">ระยะเวลาที่รถไฟเดินทางจากจุดตรวจสอบมายังสถานีพระจอมเกล้า</div>
</td>
</tr>
</table>
<?
$result = mysql_fetch_array($db_query);
$coming=$result[coming];
?>
<table width="30%" border="1" align="center">
<tr>
<td width="100%">
<div align="center"><?echo"$coming";?>
<?echo"นาที";?>
</div>
</td>
</tr>
<tr>
<td width="100%">
<div align="center">
<form name="form1" method="post" action="const_coming.php">
<p>เปลี่ยนเป็น
<input type="text" name="coming2">นาที
<br>
<input type="submit" name="Submit" value="เปลี่ยน">
<br>
ค่าที่ตั้งต้องอยู่ระหว่าง 1-40 นาที
</div>
</td>
</tr>
</form>
</table>
<form name="form1" method="post" action="reset.php">
<p align=center>Reset เวลาตรวจสอบใหม่--><input type="submit" name="Submit"
value="Reset"></p>
</form>
<p align=center>ราคาตั๋วรถไฟ สถานีปลายทาง</p>
<table width="80%" border="1" align="center">
<tr>
<td width="20%">
<div align="center">ประเภทของรถไฟ</div>
</td>
<td width="16%">
<div align="center">ราคากระบัง</div>
</td>
<td width="16%">
<div align="center">หัวหมาก</div>
</td>
<td width="16%">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<div align="center">คลองต้น</div>
</td>
<td width="16%">
<div align="center">หัวลำไพง</div>
</td>
<td width="16%">
<div align="center">แก้ไข</div>
</td>
</tr>
</table>
<?
$sql="Select * From $tb2";
$db_query2=mysql_db_query($db,$sql);
$num_rows=mysql_num_rows($db_query2);
$a=0;
while($a < $num_rows)
{
$result = mysql_fetch_array($db_query2);
$type_id=$result[type_id];
$cost1=$result[cost1];
$cost2=$result[cost2];
$cost3=$result[cost3];
$cost4=$result[cost4];
?>
<table width="80%" border="1" align="center">
<tr>
<td width="20%">
<?
if ($type_id == 1)
{
echo"รถปรับอากาศ";
}
else if ($type_id == 2)
{
echo"รถธรรมดา";
}
else
{
echo"ไม่มีข้อมูล";
}
?>
</td>
<td width="16%">
<div align="center"><?echo"$cost1";?></div>
</td>
<td width="16%">
<div align="center"><?echo"$cost2";?></div>
</td>
<td width="16%">
<div align="center"><?echo"$cost3";?></div>
</td>
<td width="16%">
<div align="center"><?echo"$cost4";?></div>
</td>
<td width="16%">
<div align="center"><a href="const_cost.php?id=<?echo"$type_id";
?>"><?echo"แก้ไข";?></a></div>
</td>
</tr>
</table>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<?
$a++;
}
mysql_close();
?>
</body>
</html>
```

**11.Const_coming.php**

```
<?
$host="localhost";
$username="root";
$password="root";
$db="pj";
$tb="coming";
$connect= mysql_connect( $host,$username,$password) or die ("ติดต่อกับ
ฐานข้อมูลMysql ไม่ได้");
mysql_select_db($db) or die("เลือกฐานข้อมูลไม่ได้");
if ($coming2 >= 1)
{
if ($coming2 <= 40)
{
$sql="update $tb set coming='$coming2'";
$db_query=mysql_db_query($db,$sql);
echo "แก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้ว";
}
}

mysql_close();
?>
```

**12.Const_cost.php**

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-
874">
</head>
<body bgcolor="#FFFFFF">
<?
$host="localhost";
$username="root";
$password="root";
$db="pj";
$tb2="cost";
$connect= mysql_connect( $host,$username,$password) or die ("ติดต่อกับ
ฐานข้อมูลMysql ไม่ได้");
mysql_select_db($db) or die("เลือกฐานข้อมูลไม่ได้");
$sql="select * from $tb2 where type_id=$type_id";

$db_query2=mysql_db_query($db,$sql);

$resultm=mysql_fetch_array($db_query2);
$type_id=$resultm[type_id];
$cost1=$resultm[cost1];
$cost2=$resultm[cost2];
$cost3=$resultm[cost3];
$cost4=$resultm[cost4];
?>
<form name="form1" method="post" action="const_cost2.php">
```

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<p>แก้ไขข้อมูล<br>
ประเภทของรถไฟ
<?echo"<b>$id</b>";?>
<input type="hidden" name="type_id" value="<? echo"$type_id"; ?>">
<br>
ลาดกระบัง
<input type="text" name="cost1" value="<? echo"$cost1";?>">
<br>
หัวหมาก
<input type="text" name="cost2" value="<? echo"$cost2";?>">
<br>
คลองตัน
<input type="text" name="cost3" value="<? echo"$cost3";?>">
<br>
หัวลำโพง
<input type="text" name="cost4" value="<? echo"$cost4";?>">
<br>
</p>
<p>
<input type="submit" name="Submit" value="บันทึกข้อมูล">
<input type="reset" name="Submit2" value="Clear">
</p>
</form>
<?
mysql_close($connect);
?>
</body>
</html>
```

**13.Const_cost2.php**

```
<?
$host="localhost";
$username="root";
$password="root";
$db="pj";
$tb="cost";
$connect= mysql_connect( $host,$username,$password) or die ("ติดต่อกับ
ฐานข้อมูล Mysql ไม่ได้ ");
mysql_select_db($db) or die("เลือกฐานข้อมูลไม่ได้");
$sql="update $tb set
cost1='$cost1',cost2='$cost2',cost3='$cost3',cost4='$cost4' where
type_id=$type_id";
$db_query=mysql_db_query($db,$sql);
echo "แก้ไขข้อมูล ประเภทรถไฟที่ $type_id เรียบร้อยแล้ว ";
mysql_close();
?>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้