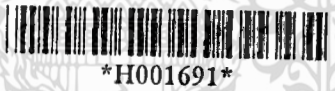
ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

The Electrical Appliance Control System via Internet Network

โดย

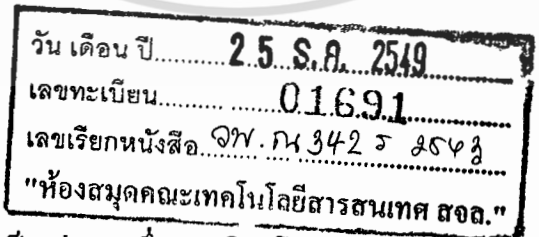
นายณัฐพล สถิรเจริญกุล

รหัส 41067158



อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์



รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน

หลักสูตรวิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
นักศึกษา	นายณัฐพล สถิรเจริญกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน ได้มีเทคโนโลยีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุม เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า , หลอดไฟ หรือ สวิตซ์ต่างๆ ที่อยู่ภายในอาคาร หรือ ภายในที่พักอาศัยผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยมีแนวคิดในการวิเคราะห์และออกแบบที่จะนำเสนอรูปแบบของการประยุกต์ใช้ในการเขียนโปรแกรมกับงานทางด้านฮาร์ดแวร์ โดยสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานได้จากบราวเซอร์และสามารถควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือหลอดไฟได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งโครงการนี้สามารถเป็นระบบดูแลและรักษาความปลอดภัยภายในอาคารหรือที่พักอาศัยได้ซึ่งในโครงการนี้จะศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุมโดยอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางพอร์ตโดยใช้ Visual Basic ช่วยในการพัฒนา และนอกจากนี้ในโครงการนี้ยังเกี่ยวข้องกับหลักดิจิตอลและการสร้างเว็บเพื่อใช้ในการควบคุม เพื่อให้ระบบสามารถควบคุมได้จริง โดยสร้างโมเดลจำลองการทำงานให้เห็นถึงการควบคุมโดยสั่งงานผ่านเครือข่ายเวิร์ลไวด์เว็บ ซึ่งจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงต่อไป.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	The Electrical Appliance Control System via Internet Network
Student	Mr. Nathapol Satiracharoenkul
Advisor	Assoc.Prof.Dr. Wichian Premchaiswadi
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2000

ABSTRACT

In this fast–paced age of information and globalization, technology has been developed and modified to allow us to achieve the optimum function of "Control" over distance. Thus, through the internet, we are able to control electrical appliances, light fuses and switches found within office buildings and living apartments. This is achieve as we are able to check up on and determine the work condition through the browser, While controlling the on-off function of electrical appliances or light fuses automatically. This project enables us the benefits of both a security and safety network system for building offices and living quarters. The idea for this internet control network system came from the analysis, development and modification of many writings of computer programs and research on hardware. In this project, we study how to write this specific control program which uses a micro-controller through a port, while Visual Basic is also used to help its development. Moreover, this project is associated with digital issues and the creation of a website which is used specifically to control, so that the system could be used to control effectively. This is done by building a prototype model which allows us to see how the control mechanisms are at work, These control mechanisms work by sending commands through the world wide web network, where by these mechanisms and the model itself can be modified for further use in real life work situations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาระบบนี้สำเร็จได้ เพราะได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนจากบุคคลหลายท่าน กระผมจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณ

- บิดา-มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนและสนับสนุนให้ได้เล่าเรียนจนประสบความสำเร็จในการศึกษา
- อาจารย์วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์ ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำสิ่งต่างๆ ในโครงการพัฒนาระบบงาน
- อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ หลักวิชาการต่างๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการทำงาน
- กรมสรรพากร ที่ได้ให้เงินทุนอุดหนุนทางการศึกษาตลอดระยะเวลา 2 ปี
- เจ้าหน้าที่คณะเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่านที่คอยอำนวยความสะดวก
- สุดท้าย คือ เพื่อนๆ IS6 สรรพากร ทุกท่านที่ให้กำลังใจและให้คำแนะนำดีๆ เสมอมา

นายณัฐพล สถิรเจริญกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VI

สารบัญภาพ..... VII

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบงาน..... 1

1.3 หลักการที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบงาน..... 2

1.4 รูปแบบของการพัฒนาระบบงาน..... 2

1.5 ขอบเขตของการพัฒนาระบบงาน..... 2

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 การรับส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์..... 3

2.2 การสื่อสารแบบอนุกรม..... 4

2.3 บอร์ดเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม..... 17

2.4 เครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet)..... 22

2.5 เว็บแอพพลิเคชั่นและฐานข้อมูลเวิร์ลไวด์เว็บ..... 27

3. การวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน..... 33

3.1 การวิเคราะห์ระบบงาน..... 33

3.2 Data Dictionary..... 35

3.3 โครงสร้างภายในของระบบ..... 36

3.4 แนวคิดในการออกแบบระบบควบคุม..... 38

3.5 ความต้องการของระบบ..... 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การพัฒนาระบบงาน..... 41
4.1 การกำหนดค่าให้กับพอร์ตอนุกรม..... 41
4.2 การสร้างฐานข้อมูลของระบบ..... 42
4.3 การติดตั้งบริการเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server)..... 43
4.4 การติดตั้งอุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์..... 44
4.5 การสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) 46
5. สรุปผลการดำเนินงาน..... 57
5.1 สรุปผลการพัฒนาระบบ..... 57
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข..... 58
บรรณานุกรม..... 59
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. รายละเอียดอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์..... 60
ประวัติผู้เขียน..... 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 แสดงบิตพาริตี้ของข้อมูล..... 7
2.2 แสดงรายละเอียดสายสัญญาณในแต่ละขาของคอนเน็กเตอร์..... 9
2.3 แสดงข้อมูลในแอดเดรส 0000:0411H ที่ใช้แจ้งจำนวนพอร์ตอนุกรม..... 15
2.4 การกำหนดจำนวนบิตข้อมูล..... 21
2.5 การกำหนดค่าพาริตี้..... 21
2.6 การกำหนดบิตปิดท้าย..... 21
3.1 แสดงตาราง USER..... 35
3.2 แสดงตาราง TEMPLATE..... 35
3.3 แสดงตาราง OBJECT..... 36
3.4 แสดงตาราง CONTROLLING..... 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

2.1 สัญญาณไฟฟ้าแทนสภาวะ "0" และ "1" ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์..... 3
2.2 รูปแบบอย่างง่ายของข้อมูลอนุกรม..... 5
2.3 รูปแบบอย่างง่ายของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส..... 5
2.4 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232..... 8
2.5 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่างๆ..... 9
2.6 ไดอะแกรมการทำงานภายในของพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์..... 13
2.7 รีจิสเตอร์ในแต่ละบิต..... 16
2.8 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์ในแบบต่างๆ..... 19
2.9 แผนภาพการเชื่อมต่อของอินเตอร์เน็ตและอินทราเน็ต..... 24
2.10 แสดงชั้นโปรโตคอลและการติดต่อของ TCP/IP และ HTTP..... 24
2.11 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่าง TCP กับ IP..... 25
2.12 สถาปัตยกรรมการทำงาน 3 ระดับของเว็บแอพพลิเคชั่น..... 28
3.1 แสดง Context Diagram..... 33
3.2 แสดง ER Diagram..... 33
3.3 แสดง Flowchart การดำเนินงาน..... 34
3.4 แสดงผังงานลักษณะการติดต่อภายในระบบ..... 37
4.1 การตรวจสอบพอร์ตอนุกรมที่จะใช้งาน..... 41
4.2 การกำหนดค่าของพอร์ตอนุกรม COM1..... 42
4.3 การสร้างฐานข้อมูลด้วย Microsoft Access..... 43
4.4 การเพิ่มชื่อไดเร็คทอรี่สำหรับบริการเว็บ..... 43
4.5 Personal Web Manager ที่พร้อมให้บริการ..... 44
4.6 ลักษณะของบอร์ดพอร์ตอนุกรมหลัก..... 45
4.7 ลักษณะของบอร์ด LED มอนิเตอร์..... 45
4.8 ลักษณะของบอร์ดรีเลย์สวิตช์..... 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 ลักษณะของบอร์ดสวิตช์อินพุต..... 46
4.10 ตัวอย่างหน้าจอหลักของระบบ..... 47
4.11 ตัวอย่างหน้าจอ Login เข้าสู่ระบบ..... 47
4.12 ตัวอย่างหน้าจอตรวจสอบระบบ..... 48
4.13 ตัวอย่างหน้าจอกำหนดชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน..... 48
4.14 ตัวอย่างหน้าจอการนำแบบแปลนเข้าสู่ระบบ..... 49
4.15 ตัวอย่างหน้าจอการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า..... 49
4.16 ตัวอย่างหน้าจอการกำหนดรายละเอียดอุปกรณ์..... 50
4.17 ตัวอย่างหน้าจอเปลี่ยนแปลงผู้ใช้งานและรหัสผ่าน..... 50
4.18 ตัวอย่างหน้าจอเพิ่มอุปกรณ์ไฟฟ้า..... 51
4.19 ตัวอย่างหน้าจอเพิ่มแบบแปลน..... 51
4.20 ตัวอย่างหน้าจอลบแบบแปลน..... 52
4.21 ตัวอย่างหน้าจอหลักในส่วนควบคุมระบบ..... 52
4.22 ตัวอย่างหน้าจอเปิดไฟล์แบบแปลนที่จะควบคุม..... 53
4.23 ตัวอย่างหน้าจอควบคุมทั้งแบบ Auto Mode และ Manual Mode..... 53
4.24 ตัวอย่างหน้าจอแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า..... 54
4.25 ตัวอย่างหน้าจอแสดงการทำงานของระบบเตือนภัย..... 54
4.26 ตัวอย่างหน้าจอเว็บเพจเมนูหลัก..... 55
4.27 ตัวอย่างหน้าจอเว็บเพจเปิดไฟล์แบบแปลนที่จะควบคุม..... 55
4.28 ตัวอย่างหน้าจอเว็บเพจควบคุมระบบ..... 56
4.29 ตัวอย่างหน้าจอเว็บเพจตรวจสอบสถานะการทำงาน..... 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

เนื่องจากในปัจจุบันนี้ ระบบการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครือข่ายอินเตอร์เน็ตซึ่งในปัจจุบันนี้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายแทบทุกแห่ง เราจึงได้นำเอาประโยชน์จากเครือข่ายอินเตอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบควบคุมภายในอาคารหรือที่พักอาศัย ซึ่งระบบนี้มีแนวความคิดที่จะนำเสนอรูปแบบของการประยุกต์ใช้การเขียนโปรแกรมกับงานทางด้านฮาร์ดแวร์ โดยเลือกใช้ภาษา Visual Basic ในการพัฒนาระบบ ซึ่งในการนำคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือพีซีไปใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ในอดีตจะต้องอาศัยแผงวงจรสำหรับการเชื่อมต่อโดยเฉพาะที่ต้องติดตั้งลงในสล็อตที่ว่างบนเมนบอร์ดของเครื่องคอมพิวเตอร์หรือการ์ดอินพุตเอาต์พุต (I/O Card) ซึ่งการเขียนโปรแกรมต้องอาศัยภาษาแอสเซมบลีที่ค่อนข้างซับซ้อนยุ่งยากพอสมควร จึงทำให้เป็นเรื่องที่ค่อนข้างยุ่งยากและเสี่ยงต่อการทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เสียหายได้ ต่อมาวิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์จึงหันมาใช้พอร์ตขนานและพอร์ตอนุกรมในการติดต่อ และด้วยความสามารถของระบบปฏิบัติการวินโดวส์และโปรแกรม Visual Basic ส่งผลให้การทำงานเกี่ยวกับพอร์ตสามารถทำได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งน่าจะเป็นแนวทางที่น่าสนใจ เพราะในต่างประเทศได้มีการศึกษาและพัฒนาระบบในลักษณะนี้อยู่ ซึ่งถ้าสามารถนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับในที่พักอาศัยของเราและทำให้เกิดได้จริงก็จะเป็นการลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศได้อีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบงาน

1. เพื่อให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารหรือที่พักอาศัย โดยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้
2. เพื่อให้สามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้
3. เพื่อส่งเสริมให้มีการนำประโยชน์จากอินเตอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 หลักการที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบงาน

การพัฒนาระบบควบคุมผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต จะต้องอาศัยหลักการและพื้นฐานความรู้ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้คือ

1. หลักการรับส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์
2. หลักการสื่อสารแบบอนุกรม
3. หลักการทำงานของบอร์ดเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม
4. หลักการพื้นฐานของเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
5. หลักการในการสร้างเว็บแอพพลิเคชั่นและฐานข้อมูลเวิร์ลไวด์เว็บ

1.3 รูปแบบของการพัฒนาระบบงาน

ระบบงานที่พัฒนามีลักษณะเป็นระบบไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์ ในรูปแบบของเวิร์ลไวด์เว็บ โดยมีเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทำหน้าที่ให้บริการแก่ไคลเอนต์ โดยผ่านทางระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ขั้นตอนในการทำงาน เมื่อไคลเอนต์ส่งการร้องขอเพื่อใช้ในการควบคุมผ่านทางโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ไปยังเซิร์ฟเวอร์ เว็บเซิร์ฟเวอร์จะผ่านการร้องขอนั้นไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อได้ผลที่ต้องการก็จะส่งผลนั้นกลับไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ส่งผ่านข้อมูลนั้นไปยังไคลเอนต์ต่อไป

1.4 ขอบเขตของการพัฒนาระบบงาน

1. การเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทางพอร์ตอนุกรม
2. การเขียนเว็บเพจเพื่อควบคุมระบบผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
3. การสร้างโมเดลบ้านจำลองให้เห็นถึงการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า
4. การสร้างอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์
5. การพัฒนาเป็นลักษณะเว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่พักอาศัยได้ แม้ว่าจะไม่ได้อยู่ที่นั่นก็ตาม
2. ช่วยประหยัดเวลาและสะดวกในการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ
3. สามารถเป็นระบบดูแลและรักษาความปลอดภัยภายในอาคารหรือที่พักอาศัยได้
4. เป็นการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ให้สามารถใช้งานได้จริงกับอาคารที่พักอาศัย

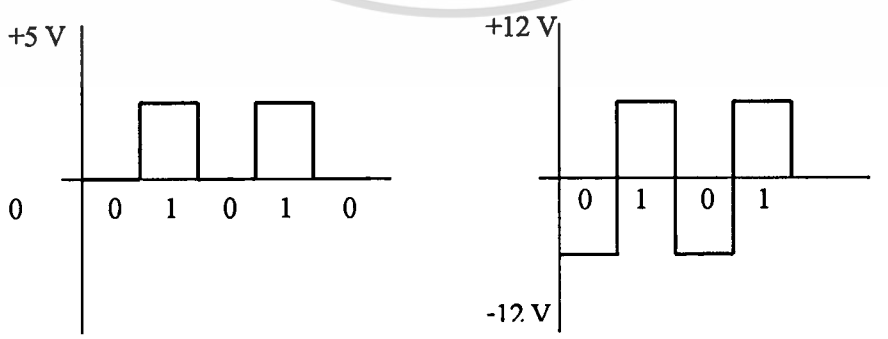
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การรับส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์

ภายในคอมพิวเตอร์ทุกวันนี้มีการทำงานโดยเก็บข้อมูลอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า แล้วนำสัญญาณไฟฟ้านั้นมาทำการประมวลผลในรูปแบบต่างๆ เช่น การเก็บตัวอักษรรวมกันในรูปของจดหมาย หรือเอกสาร หรือทำการคำนวณตัวเลข ฯลฯ ดังนั้นข้อมูลของคอมพิวเตอร์ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลอะไร จะถูกเก็บอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าทั้งสิ้น โดยลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าที่เก็บจะมีอยู่สองสภาวะ คือ สภาวะ “0” และ “1” เราเรียกสภาวะของข้อมูลนี้ว่า หนึ่งบิต (Bit) ข้อมูลหนึ่งบิตที่มีสภาวะ “0” หรือ “1” นี้อาจอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าที่มีแรงดันต่างๆ กัน เช่น 0 โวลต์ กับ +5 โวลต์ หรือ –12 โวลต์กับ +12 โวลต์ก็ได้ ขอให้มีความแตกต่างกันจนคอมพิวเตอร์แยกออกได้ว่าสัญญาณนี้คือ สภาวะ “0” หรือ “1” ก็พอ

คอมพิวเตอร์ที่เราใช้อยู่ในปัจจุบันจะใช้สัญญาณไฟฟ้าในการทำงาน โดยส่วนมากใช้แรงดันไฟฟ้า “ต่ำ” เช่น 0 โวลต์ แทนสภาวะ “0” ของข้อมูล และใช้แรงดันไฟฟ้า “สูง” เช่น +5 โวลต์ แทนสภาวะ “1” ของข้อมูล ส่วนการเก็บข้อมูลลงในแผ่นฟล็อปปี้ดิสก์หรือฮาร์ดดิสก์ คอมพิวเตอร์จะใช้เส้นแรงแม่เหล็กแทนข้อมูล “0” และ “1” โดยใช้สัญญาณไฟฟ้าควบคุมอีกที ซึ่งสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ในการแทนสภาวะ “0” หรือ “1” ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์นั้นได้แสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 สัญญาณไฟฟ้าแทนสภาวะ “0” และ “1” ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเรานำข้อมูลหนึ่งบิตมาเรียงต่อเข้าด้วยกันเป็นหลายๆ บิต ข้อมูลนั้นก็จะกลายเป็นข้อมูลคอมพิวเตอร์ขึ้นมาทันที ตามมาตรฐานนั้นข้อมูล 8 บิตเรียงต่อกันเราเรียกว่า หนึ่งไบต์ (Byte) ซึ่งคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไปจะใช้ข้อมูลหนึ่งไบต์นี้เก็บตัวอักษรได้หนึ่งตัว โดยมีการกำหนดรหัสเอาไว้ว่าตัวอักษร A, B, C หรือ ก, ข, ค จะมีค่า "0" และ "1" เรียงกันอย่างไรใน 8 บิต ซึ่งมาตรฐานดังกล่าวเรียกว่ารหัส ASCII คอมพิวเตอร์ที่ใช้รหัส ASCII เหมือนกันจะสามารถรับส่งข้อมูลกันได้เหมือนคนที่พูดภาษาเดียวกันนั่นเอง คำว่า ASCII นี้เป็นตัวย่อมาจากคำเต็มภาษาอังกฤษว่า American Standard Code for Information Interchange ส่วนรหัสข้อมูลคอมพิวเตอร์อีกแบบหนึ่งซึ่งมักใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่แบบเมนเฟรม จะกำหนดรหัสของตัวอักษร A, B, C และ ก, ข, ค แตกต่างจากรหัส ASCII เราเรียกรหัสอีกแบบนี้ว่ารหัส EBCDIC ซึ่งมาตรฐานของคอมพิวเตอร์ปกติจะใช้รหัสแบบ ASCII หรือไม่ก็แบบ EBCDIC นี้ พวกคอมพิวเตอร์ที่ใช้รหัสต่างไปจากสองแบบนี้มีน้อยมาก และที่สำคัญก็คือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่เราเห็นทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นพีซีแมคอินทอช เวิร์กสเตชั่น มักจะใช้รหัสแบบ ASCII ทั้งนั้น

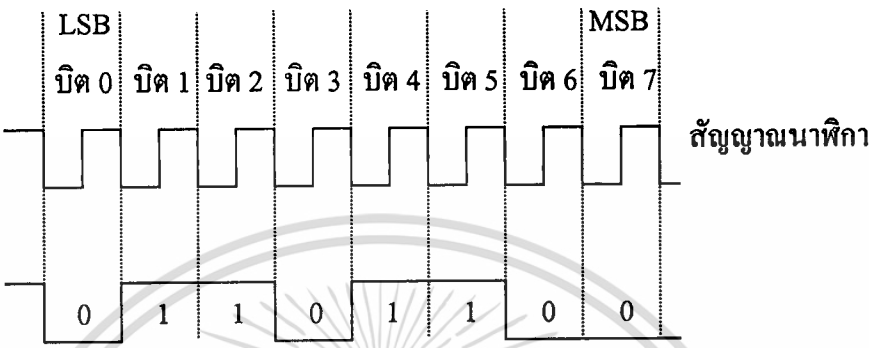
ไม่ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีโครงสร้างแบบ 8 บิต 16 บิต หรือ 32 บิต ก็ตาม ก็จะเก็บข้อมูลโดยใช้ 8 บิตหรือหนึ่งไบต์แทนตัวอักษรหนึ่งตัวเสมอ เมื่อคอมพิวเตอร์รับส่งข้อมูลก็คือการรับส่งสัญญาณไฟฟ้าทีละหนึ่งตัวอักษรติดต่อกัน จนกลายเป็นข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์นำไปใช้งานต่างๆ ได้นั่นเอง ข้อสังเกตในการรับส่งข้อมูลคือ เราต้องใช้รหัส ASCII เหมือนกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่รับส่งข้อมูลทั้งสองฝ่าย หรือถ้าใช้รหัส EBCDIC ก็ต้องเป็นรหัส EBCDIC ตรงกัน แต่ถ้าเกิดไม่ตรงกัน เช่น เป็นการส่งข้อมูลรหัส ASCII ไปให้คอมพิวเตอร์ซึ่งใช้รหัส EBCDIC เราจะต้องมีซอฟแวร์ช่วยเปลี่ยนรหัส เปรียบเหมือนมีล่ามคอยแปลภาษาให้อีกทีหนึ่ง ไม่อย่างนั้นคอมพิวเตอร์ที่รับข้อมูลจะนำไปใช้งานไม่ได้ เพราะว่ารหัสไม่ตรงกัน ซึ่งปัญหานี้มักจะเกิดขึ้นในกรณีที่เราต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เช่น พีซี เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่หรือเมนเฟรมเท่านั้น ส่วนการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ ที่ไม่ใช่เมนเฟรมจะใช้รหัส ASCII เหมือนกันหมดจึงไม่มีปัญหา

2.2 การสื่อสารแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสและการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส การสื่อสารแบบซิงโครนัสจะมีสัญญาณนาฬิการ่วมอยู่กับการรับส่งสัญญาณด้วย ตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสก็คือคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งสายเส้นหนึ่งจะเป็นสายของสัญญาณนาฬิกา ส่วนสายอีกเส้นจะเป็นสายของข้อมูล ดังนั้นการติดต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบซิงโครนัสนี้จะต้องใช้สายในการเชื่อมต่ออย่างน้อยที่สุด 3 เส้น คือ สัญญาณนาฬิกา, ข้อมูล และกราวด์ ดังรูปที่ 2.2 แสดงให้เห็นถึงไทมิ่งไดอะแกรมของการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส



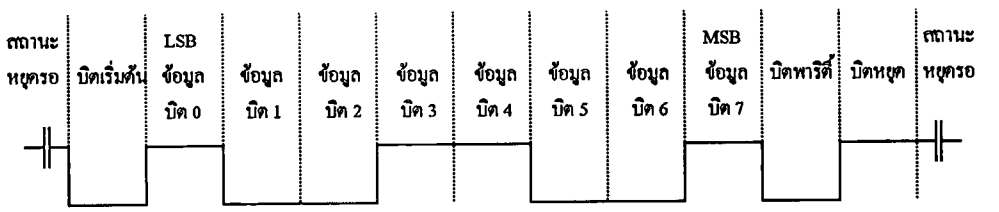
รูปที่ 2.2 รูปแบบอย่างง่ายของข้อมูลอนุกรม

2.2.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือการรับและส่งข้อมูลไปในสายโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วยเหมือนกับการรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส แต่จะใช้การกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาทั้งภาครับและภาคส่งให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดค่าให้ภาครับและภาคส่งนี้ว่า อัตราการถ่ายทอดข้อมูล หรือ บอดเรต (Baudrate) มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที (Bit per second : bps)

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. บิตเริ่มต้น (Start Bit) ซึ่งจะมีขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูลแบบอนุกรมจะมีขนาด 5, 6, 7, หรือ 8 บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity Bit) จะมีขนาด 1 บิตหรือไม่มี
4. บิตปิดท้าย (Stop Bit) จะมีขนาด 1, 1.5 หรือ 2 บิต



รูปที่ 2.3 รูปแบบอย่างง่ายของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.3 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส ซึ่งเมื่อไม่มีข้อมูลที่จะส่งขา DATA จะมีสถานะลอจิก "1" ซึ่งจะเรียกสถานะนี้ว่าสถานะหยุดรอ (waiting state) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา DATA มีลอจิก "0" ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต ซึ่งจะเรียกบิตนี้ว่าบิตเริ่มต้น จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) ก่อน ซึ่งข้อมูลในไบต์ที่จะส่งอาจจะมีจำนวนบิต 5, 6, 7 หรือ 8 บิตก็ได้ จากนั้นจะตามด้วยบิตพาริตี้ ซึ่งใช้เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือบิตปิดท้าย ซึ่งจะให้ขาดำต้องมีสถานะลอจิก 1 อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต, 1.5 บิต หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

อุปกรณ์พิเศษที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับการรับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสเรียก Universal Asynchronous Receiver/Transmitter หรือ UART อัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูลของการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือ ค่าบอดเรต ซึ่งก็คือค่าจำนวนบิตต่อวินาทีที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูล บอดเรตมาตรฐานที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 ได้แก่ 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 และ 19200 บิตต่อวินาที และมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ ซึ่งการรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมโดยไม่ผ่านโมเด็มอาจจะสามารถกำหนดค่าบอดเรตได้สูงถึง 115200 บิตต่อวินาที เนื่องจากบอดเรตคือจำนวนบิตของข้อมูลที่สามารถถ่ายทอดได้ภายใน 1 วินาที ยกตัวอย่าง ข้อมูลอนุกรมถูกส่งในลักษณะ 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิต ความยาวของข้อมูลที่รับส่งนี้เท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรตในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9600 บิตต่อวินาที ก็จะสามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที และถ้ามีการใช้พาริตี้ความเร็วในการรับส่งข้อมูลจะเหลือเป็น 872 ไบต์ต่อวินาที

การตรวจสอบพาริตี้สามารถกำหนดให้เป็นแบบคี่ (Odd), แบบคู่ (Even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ก็ได้ การตรวจสอบพาริตี้เป็นการตรวจสอบจำนวนรวมของบิตที่เป็นลอจิก "1" ภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์ว่ามีจำนวนรวมเป็นเลขคู่หรือเลขคี่โดยต้องรวมบิตพาริตี้เข้าไปด้วย ยกตัวอย่างข้อมูลที่จะทำการส่งมีขนาด 8 บิต และมีค่าเท่ากับ 99 ฐานสิบหก หรือ 10011001 ฐานสอง จะเห็นว่าข้อมูลในไบต์นี้มีจำนวนลอจิก "1" จำนวน 4 ตัวซึ่งเป็นเลขคู่ ดังนั้นถ้ากำหนดค่าพาริตี้เป็นคู่ ค่าในบิตพาริตี้ จะต้องมีลอจิกเป็น "0" แต่ถ้าพาริตี้เป็นคี่ ค่าที่บิตพาริตี้จะต้องเป็น "1" เพื่อให้ข้อมูล 1 ไบต์รวมทั้งบิตพาริตี้มีจำนวนบิตที่เป็นลอจิก "1" มีจำนวนรวมกันเป็นเลขคี่ ดังในตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของบิตพาริตี้ในการรับส่งข้อมูลอนุกรม

บิตพาริตี้ถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART ซึ่งทางภาครับจะต้องทำการกำหนดคุณสมบัติการตรวจสอบพาริตี้ให้ตรงกันว่าจะตรวจสอบพาริตี้คี่หรือพาริตี้คู่ จากนั้นภาครับของ UART จะทำการตรวจสอบค่าพาริตี้ที่เกิดขึ้นว่าเป็นคู่หรือเป็นคี่ โดยการนับจำนวนลอจิก "1" ทั้งหมดรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งบิตพาริตี้ด้วย ถ้ากำหนดพาริตี้ไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาได้ตัวเลขเป็นคี่ทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดออกมาให้ผู้ใช้ทราบ นับเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการถ่ายทอดข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่จะเชื่อถือได้เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำการส่งผิดพลาดเพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ทำการส่งมีบิตที่ผิดพลาดมากกว่า 1 บิต การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผล สำหรับการตั้งบิตเป็น NONE นั้นทั้งภาครับและภาคส่ง จะไม่มีการตรวจสอบพาริตี้

ตารางที่ 2.1 แสดงบิตพาริตี้ของข้อมูล

ข้อมูล	บิตพาริตี้คู่	บิตพาริตี้คี่
00000000	0	1
00000001	1	0
00000010	1	0
00000011	0	1
00000100	1	0
11111110	0	1
11111111	1	0

คอมพิวเตอร์ในรุ่น AT เกือบทั้งหมดจะใช้ UART เบอร์ 16450 และ 16550 ส่วนคอมพิวเตอร์ในรุ่น XT ใช้ UART เบอร์ 8250 UART ชิปเหล่านี้มีระดับแรงดันเป็นแบบทีทีแอล (0 และ +5V) แต่เพื่อให้มีแรงดันเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 และเพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ที่ระยะทางไกลมากขึ้น ระดับแรงดันทีทีแอลจะถูกแปลงเป็นระดับแรงดันที่สูงขึ้น โดยลอจิก “0” มีระดับแรงดัน +3V ถึง +12V ในขณะที่ลอจิก “1” มีระดับแรงดัน –3V ถึง –12V

2.2.2 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดซึ่งอยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการที่เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association : EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

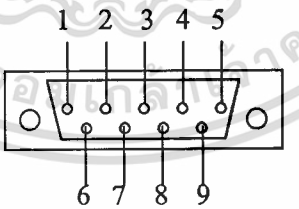
กำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ –3 ถึง –12 V แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ +3 ถึง +12 V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space)

มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment : DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating : DCE) ไว้ว่า อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่านมาตรฐาน RS-232

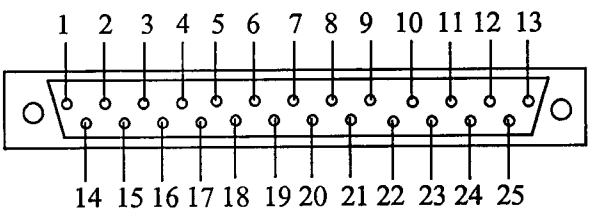
ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดคือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ที่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE สำหรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 มักถูกใช้เชื่อมต่อกับโมเด็มหรือเมาส์ โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร

2.2.3 คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้หรือ DB-9 ตัวผู้ ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้น เช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่นๆ ที่เคยใช้งานในอดีต ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนัก จึงถูกยกเลิกไป โดยแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาในรูปที่ 2.4 และตารางที่ 2.2



(ก) คอนเน็กเตอร์อนุกรม 9 ขาหรือแบบ DB-9



(ข) คอนเน็กเตอร์อนุกรม 25 ขาหรือแบบ DB-25

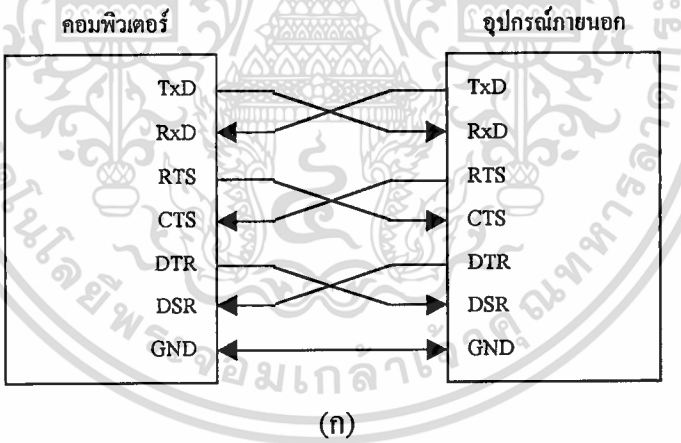
รูปที่ 2.4 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

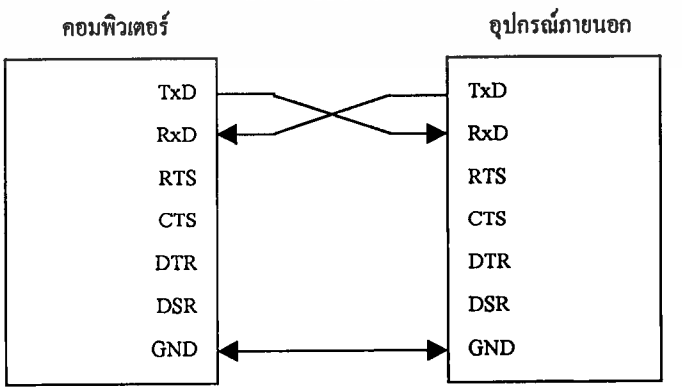
ตารางที่ 2.2 แสดงรายละเอียดสายสัญญาณในแต่ละขาของคอนเน็กเตอร์

คอนเน็กเตอร์ DB-9	คอนเน็กเตอร์ DB-25	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	8	Data Carrier Detect : DCD	อินพุต
2	3	Received Data : RxD	อินพุต
3	2	Transmitted Data : TxD	เอาต์พุต
4	20	Data Terminal Ready : DTR	เอาต์พุต
5	7	Signal Ground : GND	-
6	6	Data Set Ready : DSR	อินพุต
7	4	Request To Send : RTS	เอาต์พุต
8	5	Clear To Send : CTS	อินพุต
9	22	Ring Indicator : RI	อินพุต

สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแสดงดังรูปที่ 2.5



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.5 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.5 ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางของข้อมูล ในรูปที่ 2.5 (ก) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null Modem หรือการเชื่อมต่อโดยตรงโดยไม่ต้องผ่านโมเด็ม โดยมีการตรวจสอบหรือแฮนด์เช็กเต็มรูปแบบ ส่วนในรูปที่ 2.5 (ข) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null Modem ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์

สำหรับรายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีดังนี้

- Data Carrier Detect : DCD หรือ อาจเรียกว่า Carrier Detect : CD ขานี้จะแอกตีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก
- Receive Data : RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์
- Transmitted Data : TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลส่งออกไป
- Data Terminal Ready : DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่า ต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบ Null Modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DSR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์
- Signal Ground : GND ขากราวด์ของระบบ
- Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR
- Request To Send : RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null modem 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อจะให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา
- Clear To Send : CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ดังนั้นขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Ring Indicator : RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งานจะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

2.2.4 UART

UART มาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้ว UART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารอนุกรม

หน้าที่หลักของ UART คือทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส แล้วส่งออกไป และทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าในคอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แล้ว ยังแจ้งข้อมูลอื่นๆ ให้คอมพิวเตอร์รับทราบด้วย เช่น อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (บอดเรต), รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล (ผิดพลาดจากพาริตี้,เฟรมข้อมูล,โอเวอร์รัน) เป็นต้น

ภายใน UART จะมีส่วนของวงจรสร้างบอดเรตแบบโปรแกรมได้ (programmable baudrate generator) โดยการกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้มีขนาด 16 บิต ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวหารอยู่ในช่วง 1-65,535 UART สามารถส่งแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์เป็นการส่งแบบทิศทางเดียว ส่วนการส่งแบบฟูลดูเพล็กซ์นั้นสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในคราวเดียวกัน

2.2.5 ชนิดของ UART

ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปมี UART ที่ใช้งานกันอยู่ 2 เบอร์คือ 8250 ซึ่งเป็น UART มาตรฐานที่มีใช้กันมายาวนาน UART เบอร์นี้จะมีบัฟเฟอร์สำหรับรับและส่งข้อมูลตำแหน่งเดียวกัน ทำให้การรับและส่งข้อมูลถูกจำกัดความเร็วอยู่ที่ 57.6 กิโลบิตต่อวินาทีเท่านั้น แต่ UART เบอร์นี้ก็ถือว่าเป็นต้นแบบของ UART ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์ทุกๆ รุ่นจะต้องสนับสนุนการทำงานตามรูปแบบของ UART เบอร์นี้

UART อีกเบอร์หนึ่งคือ 16450 มีความสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 115,200 บิตต่อวินาที และเพิ่มรีจิสเตอร์สำหรับพักข้อมูลสำหรับ UART นอกจากนั้นยังเพิ่มส่วนของชิฟต์รีจิสเตอร์แบบ FIFO (First In First Out) ขนาด 16 ไบต์เข้าไป ทำให้สามารถสนับสนุนความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ 256 กิโลบิตต่อวินาทีได้ โดยคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันใช้ UART เบอร์นี้หรือใหม่กว่า เช่น เบอร์ TL16C750 ซึ่งมีรีจิสเตอร์แบบ FIFO ขนาด 64 ไบต์ ทำงานได้ที่ระดับแรงดัน +5V และ +3V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีโหมดประหยัดพลังงาน สามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 1 เมกะบิตต่อวินาทีเมื่อใช้สัญญาณนาฬิกา 16 MHz

อย่างไรก็ตาม ความเร็วในการส่งข้อมูลที่มากมายของ UART เบอร์ใหม่ๆ ก็ไม่ได้ช่วยให้การรับส่งข้อมูลของคอมพิวเตอร์เร็วขึ้น เนื่องจากว่าคอมพิวเตอร์ยังใช้ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาในการแปลงข้อมูลเพียง 1.8432 MHz เท่านั้น

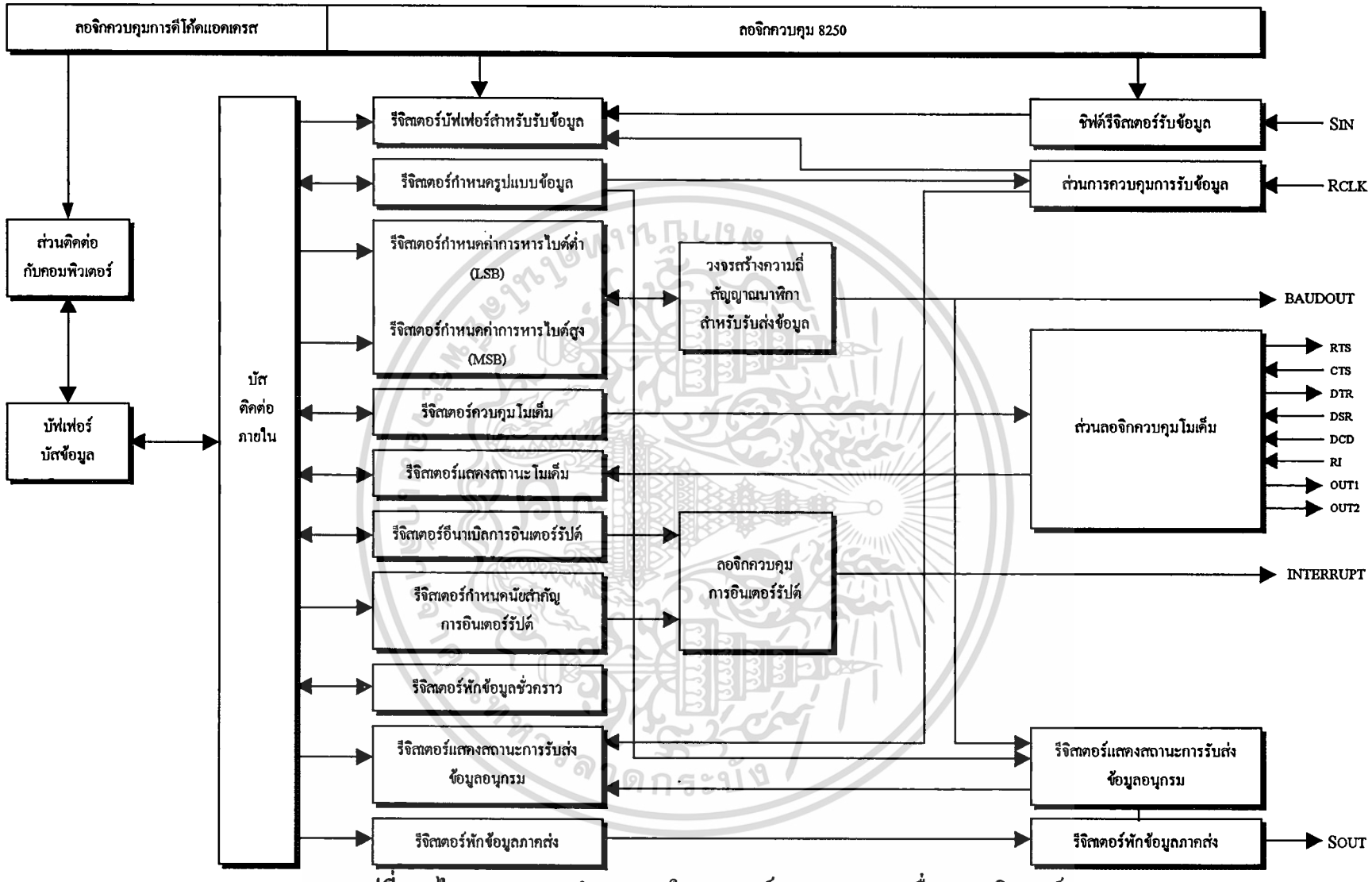
2.2.6 วงจรภายในและรีจิสเตอร์ของพอร์ตอนุกรม RS-232

เครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปสามารถต่อพอร์ตอนุกรม RS-232 สูงสุดได้ 4 พอร์ต ซึ่งจะมีชื่อเรียกเป็น COM1,COM2,COM3 และ COM4 ซึ่งพอร์ตอนุกรมแต่ละตัวต่างก็ใช้งาน UART ภายในคอมพิวเตอร์ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกเช่นเดียวกัน

ในรูปที่ 2.6 แสดงไดอะแกรมการทำงานภายในของพอร์ตอนุกรม ซึ่งประกอบไปด้วยรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต 8 ตัวที่ใช้งานร่วมกับ UART แอดเดรสของรีจิสเตอร์ภายในพอร์ตอนุกรม COM1 มีแอดเดรสอยู่ที่ 3F8H ตำแหน่งของรีจิสเตอร์ต่างๆ จะเป็นตำแหน่งที่บวกเข้าไปกับค่า 3F8H โดยรีจิสเตอร์ที่ใช้งานกับพอร์ตอนุกรมมีดังนี้

- 00H เป็นรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับเก็บข้อมูลที่รับเข้ามาหรือเตรียมข้อมูลก่อนที่จะส่งออกไป
- 01H รีจิสเตอร์อีนาเบิลการอินเตอร์รัปต์ ใช้เพื่อตรวจสอบโหมดการอินเตอร์รัปต์ของพอร์ตอนุกรม
- 02H รีจิสเตอร์แสดงโหมดการอินเตอร์รัปต์ ใช้ในการเซตโหมดการอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น
- 03H รีจิสเตอร์กำหนดรูปแบบของข้อมูล
- 04H รีจิสเตอร์ควบคุมโมเด็ม ใช้ตรวจสอบบิตสำหรับติดต่อกับโมเด็ม เช่น RIS หรือ DTR
- 05H รีจิสเตอร์แสดงสถานะการรับและการส่งข้อมูลอนุกรมของ UART ใช้งานร่วมกับรีจิสเตอร์แสดงโหมดและสถานะของการอินเตอร์รัปต์
- 06H รีจิสเตอร์แสดงสถานะของโมเด็ม ซึ่งจะแสดงสถานะของขา DCT ,RI, DSR และ CTS
- 07H รีจิสเตอร์สำหรับการเก็บข้อมูลชั่วคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ไดอะแกรมการทำงานภายในของพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์

2.2.7 ลักษณะสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของพอร์ต RS-232

สัญญาณเอาต์พุตที่ใช้ควบคุม (RTS และ DTR) และสัญญาณแสดงสถานะอินพุต (CTS, DSR, และ DCD) ของพอร์ตอนุกรม RS-232 จะถูกกลับสถานะภายในตัว UART ส่วนสัญญาณข้อมูลทั้งภาครับและภาคส่งจะไม่ถูกกลับสถานะ UART จะให้ระดับสัญญาณเอาต์พุตออกมาเป็นแบบทีทีแอลเท่านั้น ดังนั้นเมื่อสัญญาณถูกส่งออกมาจาก UART จึงต้องส่งเข้าสู่วงจรขับเพื่อปรับระดับแรงดันให้ได้ระดับสัญญาณเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 ก่อนส่งออกไปจากคอมพิวเตอร์ สำหรับอุปกรณ์ต่อเชื่อมปลายทางก็จะต้องมีวงจรขับในลักษณะนี้เช่นเดียวกัน เพื่อให้ได้ระดับสัญญาณในระดับเดียวกัน แต่วงจรขับที่ใช้ทั้งภายในคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อเชื่อมปลายทางนั้นจะถูกกลับสถานะ

2.2.8 แอดเดรสของพอร์ตอนุกรม

แอดเดรสพื้นฐานของพอร์ตอนุกรม มี 4 ตำแหน่งดังนี้คือ

COM1 : 3F8H

COM2 : 2F8H

COM3 : 3E8H

COM4 : 2E8H

เมื่อเริ่มเปิดเครื่องเพื่อใช้งานคอมพิวเตอร์ ไบออสภายในคอมพิวเตอร์จะทำการตรวจสอบแอดเดรสของพอร์ตอนุกรมทั้งหมด ถ้าไบออสตรวจพบแอดเดรสของพอร์ตอนุกรม ไบออสจะนำแอดเดรสที่ตรวจพบไปเก็บไว้ในหน่วยความจำขนาด 2 ไบต์ ซึ่งตำแหน่งแอดเดรสของแต่ละพอร์ตมีรายละเอียดดังนี้

COM1 = 0000:0400H – 0000:0401H

COM2 = 0000:0402H – 0000:0403H

COM3 = 0000:0404H – 0000:0405H

COM4 = 0000:0406H – 0000:0407H

นอกจากนี้ที่หน่วยความจำแอดเดรส 0000:0411H ยังใช้สำหรับแสดงจำนวนของพอร์ตอนุกรมที่มีใช้อยู่ในคอมพิวเตอร์อีกด้วย โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงข้อมูลในแอดเดรส 0000:0411H ที่ใช้แจ้งจำนวนพอร์ตอนุกรม

บิต 3	บิต 2	บิต 1	จำนวนพอร์ต
0	0	0	ไม่มีพอร์ตอนุกรม
0	0	1	มีพอร์ตอนุกรม 1 พอร์ต
0	1	0	มีพอร์ตอนุกรม 2 พอร์ต
0	1	1	มีพอร์ตอนุกรม 3 พอร์ต
1	0	0	มีพอร์ตอนุกรม 4 พอร์ต

2.2.9 การส่งและอ่านข้อมูลผ่านพอร์ต RS-232

พอร์ตอนุกรมนอกจากจะมีขาสำหรับการรับและส่งข้อมูลปกติแล้วยังมีขาที่ออกแบบไว้สำหรับการควบคุมการไหลของข้อมูลอีกหลายตำแหน่งด้วยกัน โดยแยกเป็น 2 ประเภทคือขาที่ทำหน้าที่เป็นเอาต์พุต และขาที่ทำหน้าที่เป็นอินพุต

ขาที่ทำหน้าที่เป็นขาเอาต์พุต ได้แก่ ขา DTR, RTS, และ TxD โดยรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมขาเหล่านี้คือรีจิสเตอร์ควบคุมโมเด็ม (MCR) โดยมีแอดเดรสอยู่ถัดจากรีจิสเตอร์หลักของพอร์ตอนุกรม 4 ตำแหน่ง รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของขา DTR จะอยู่ที่ตำแหน่งบิต 0 ส่วนขา RTS จะอยู่ที่ตำแหน่งบิต 1 ส่วนขา TxD เป็นขาปกติในการส่งข้อมูล ดังนั้นจึงมีแอดเดรสอยู่ที่แอดเดรสของรีจิสเตอร์หลัก

มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของพอร์ตอนุกรม ได้ระบุช่วงระดับแรงดันสำหรับการทำงานของพอร์ตอนุกรมไว้ว่า ที่ลอจิก "0" จะมีระดับสัญญาณ +3 ถึง +15V ส่วนลอจิก "1" จะมีระดับสัญญาณ –3 ถึง –15V ระดับสัญญาณนี้ทำให้ไม่สามารถที่จะนำขาเอาต์พุตใดๆ ต่อเข้ากับลอจิกเกตเพื่อใช้งานได้โดยตรง จะต้องผ่านวงจรเพื่อเปลี่ยนระดับแรงดันเสียก่อน โดยปกติจะใช้ไอซีจำพวก RS-232 transceiver ที่นิยมมากคือ MAX232 หรือ ICL232 ไอซีกลุ่มนี้จะทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันของ RS-232 ให้อยู่ในระดับทีทีแอล โดยลอจิก "0" ซึ่งเดิมมีระดับสัญญาณ +3 ถึง +15V จะถูกแปลงเป็น 0V ส่วนลอจิก "1" ซึ่งมีระดับสัญญาณ –3 ถึง –15V จะแปลงเป็น +5V ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ดิจิตอลอื่นที่ใช้ระดับแรงดันทีทีแอลได้

พอร์ตอนุกรมมีขาที่ทำหน้าที่อินพุตได้แก่ DSR, CTS, RI และ DCD โดยรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมขาเหล่านี้คือรีจิสเตอร์แสดงสถานะโมเด็ม (MSR) มีแอดเดรสถัดจากรีจิสเตอร์หลักของพอร์ตอนุกรม 6 ตำแหน่ง สำหรับบิตต่าง ๆ บนรีจิสเตอร์มีรายละเอียดดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
DCD	RI	DSR	CTS	DDCD	DRI	DDSR	DCTS

รูปที่ 2.7 รีจิสเตอร์ในแต่ละบิต

จากรูปที่ 2.7 แบ่งเป็น 4 บิตบนของรีจิสเตอร์จะแสดงสถานะการเปลี่ยนแปลงที่ขาอินพุตทั้ง 4 ขาของพอร์ตอนุกรมโดยตรง ส่วน 4 บิตล่าง จะมีสถานะเป็น "1" ก็ต่อเมื่อ 4 บิตบนมีการเปลี่ยนแปลงสถานะเมื่อเทียบกับการอ่านค่าครั้งก่อนหน้า

สำหรับการอ่านค่าจากขา DCD, CTS, และ DSR โดยโปรแกรม Visual Basic จะใช้ MSComm ร่วมกับคำสั่ง CDHolding, CTSHolding และ DSRHolding ตามลำดับ ซึ่งค่าที่อ่านได้นั้นจะเป็นบูลีน มีค่าเป็น True หรือ False ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบผลจากขาอินพุตเหล่านี้ได้โดยใช้คำสั่ง IF...THEN

เนื่องจากสัญญาณของ RS-232 ต้องมีระดับแรงดัน +3 ถึง +12V และ –3 ถึง –12V แต่สัญญาณอินพุตที่เกิดขึ้นเป็นระดับทีทีแอล ดังนั้นเมื่อเกิดสัญญาณอินพุตขึ้น จะต้องผ่านวงจรเพื่อปรับระดับแรงดันให้เหมาะสมเสียก่อน

2.2.10 การตรวจสอบความผิดพลาดของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

การรับส่งข้อมูลอนุกรมในลักษณะอะซิงโครนัสมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำหนดรูปแบบของข้อมูลทั้งที่ตัวรับและตัวส่งให้ตรงกัน ทั้งความยาวของข้อมูล, จำนวนบิตปิดท้าย, การตรวจสอบพาริตี้ และอัตราเร็วในการถ่ายทอดข้อมูลหรือบอดเรต เนื่องจากการรับส่งจะเกิดขึ้นครั้งละ 1 บิต การตรวจสอบความถูกต้องจึงเกิดขึ้นหลังจากที่ทำการถ่ายทอดข้อมูลครบ 1 รอบ นั่นคือเริ่มจากบิตเริ่มต้นจนถึงบิตปิดท้าย ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นการรับส่งข้อมูลเกิดได้จากหลายสาเหตุ ไม่ว่าจะเป็นสัญญาณรบกวน, ความยาวของสายสัญญาณที่ยาวเกินไป ทำให้สัญญาณเกิดการลดทอนระหว่างการรับส่ง, ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับสายสัญญาณโดยตรง เช่น ขาด หรือลัดวงจร เป็นต้น รวมทั้งการกำหนดรูปแบบที่ไม่ถูกต้องตรงกันของตัวส่งและตัวรับ

สำหรับความผิดพลาดหลักที่เกิดขึ้นในการสื่อสารข้อมูลอนุกรมมีด้วยกัน 3 ลักษณะดังนี้

1. **ความผิดพลาดจากพาริตี้ (Parity Error)**

บิตพาริตี้เป็นบิตที่มีตำแหน่งอยู่ถัดจากบิตสุดท้ายของข้อมูลหลัก จะถูกกำหนดค่าโดยตัวส่ง หากต้องการให้มีการตรวจสอบพาริตี้ ตัวส่งต้องกำหนดก่อนว่าต้องการตรวจสอบพาริตี้คู่หรือคี่ พาริตี้คือการนับจำนวนบิตที่เป็น "1" ของข้อมูลที่ส่งรวมบิตพาริตี้ด้วย ยกตัวอย่าง ข้อมูลที่ต้องการถ่ายทอดคือ 10000001 จะพบว่าจำนวนบิตที่เป็น "1" มี 2 บิต หากต้องการพาริตี้คู่ บิตพาริตี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องเป็น "0" ทำให้ผลรวมยังคงเป็น 2 ซึ่งเป็นเลขคู่ ในทางตรงข้าม หากต้องการพาริตี้คี่ ต้องกำหนดให้บิตพาริตี้เป็น "1" ทำให้นับรวมได้เป็น 3 บิตเป็นเลขคี่ อย่างไรก็ตาม สามารถเลือกที่จะไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ก็ได้

ความผิดพลาดจากพาริตี้เกิดบิตพาริตี้ของข้อมูลที่อ่านได้ไม่ตรงกับที่ตัวรับตั้งค่าไว้ เช่น ข้อมูลที่ส่งมาเป็น 0000 1000 1 โดยที่บิตสุดท้ายเป็นบิตพาริตี้ ถ้าตัวรับไม่ได้ตั้งค่าไว้เป็นพาริตี้คี่ จะเกิดความผิดพลาดจากพาริตี้ เนื่องจากจำนวนบิตที่เป็น "1" เป็นจำนวนคู่ ถ้าตัวรับตั้งค่าไว้เป็นพาริตี้คู่จะไม่เกิดความผิดพลาดนี้ขึ้น สาเหตุของความผิดพลาดทางพาริตี้ที่พบมากคือ เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นในสายสัญญาณ

2. ความผิดพลาดของเฟรมข้อมูล (Framming Error)

จะเกิดขึ้นเมื่อตัวรับตรวจหาบิตปิดท้ายไม่พบ หรือ ไม่ได้รับบิตปิดท้าย ทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่า ข้อมูลที่ส่งมาในรอบนี้ครบแล้วหรือไม่ ตัวรับจึงได้รับข้อมูลไม่ครบเฟรม ไม่สามารถประมวลผลข้อมูลต่อไปได้ สาเหตุของการเกิดความผิดพลาดแบบนี้ได้แก่ กำหนดความยาวของข้อมูลไม่ตรงกัน รวมถึงเกิดสัญญาณรบกวนในสายสัญญาณด้วย

3. ความผิดพลาดแบบโอเวอร์รัน (Overrun Error)

เกิดจากตัวรับยังไม่ได้อ่านข้อมูลจากบัฟเฟอร์ แล้วเกิดมีข้อมูลใหม่เข้ามา ทำให้เกิดการชนกันระหว่างข้อมูลใหม่และข้อมูลเดิมในบัฟเฟอร์ ส่งผลให้การประมวลผลข้อมูลผิดพลาด สาเหตุของการเกิดความผิดพลาดแบบนี้คือ กำหนดบอดเรตของตัวรับน้อยกว่าตัวส่ง

2.3 บอร์ดเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม (S-Board)

S-Board เป็นบอร์ดเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมที่ช่วยในการอ่านค่าหรือส่งค่าออกไปยังพอร์ตสามารถทำได้อย่างสะดวก โดยเริ่มต้นจากคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับ S-Board ผ่านทางคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 สัญญาณจากคอมพิวเตอร์นี้จะมีระดับแรงดันตามมาตรฐาน RS-232 กล่าวคือ มีระดับแรงดัน +3V ถึง +12V และ –3V ถึง –12V เพื่อให้สามารถทำงานเข้ากันได้กับวงจรหลัก ซึ่งระดับแรงดันเป็นทีทีแอล จึงต้องต่อผ่านไอซี MAX232 หรือ ICL232 เพื่อแปลงระดับแรงดันให้อยู่ในระดับทีทีแอลเสียก่อน ซึ่งมีคอนเน็กเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

◆ คอนเน็กเตอร์ S-BUS

สัญญาณที่ผ่านไอซี MAX232 มาแล้วจะถูกส่งต่อไปยังไอซีบัฟเฟอร์เบอร์ 74HC244 ทำหน้าที่ขยายกระแสให้กับขาสัญญาณทั้งหมดพร้อมทั้งยังช่วยป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับคอมพิวเตอร์กรณีมีความผิดพลาดจากการต่อวงจร ขาสัญญาณทั้งหมดของพอร์ตอนุกรมจะถูกส่งไปยังคอนเน็กเตอร์ S-BUS ที่ผู้ใช้งานสามารถนำสัญญาณส่วนนี้ไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้ทันที โดยมีทั้งไฟเลี้ยง +5V และกราวด์ควบคู่ไปด้วย

◆ คอนเน็กเตอร์ SERIAL OUTPUT

ขาสัญญาณเอาต์พุตของพอร์ตอนุกรมซึ่งประกอบด้วยขา TxD, ขา DTR และ ขา RTS จะถูกส่งไปยังคอนเน็กเตอร์ SERIAL OUTPUT เพื่อใช้สำหรับขับอุปกรณ์เอาต์พุต ที่คอนเน็กเตอร์ SERIAL OUTPUT นี้จะมีไฟเลี้ยงควบคู่ไปด้วยเช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์ S-BUS

◆ คอนเน็กเตอร์ SERIAL INPUT

ขาสัญญาณอินพุตของพอร์ตอนุกรมประกอบด้วยขา DCD, CTS, RxD และ DSR จะแยกส่งออกไปยังคอนเน็กเตอร์ SERIAL INPUT เพื่อรับสัญญาณอินพุตต่างๆ จากภายนอกเข้าไปประมวลผลในคอมพิวเตอร์

◆ คอนเน็กเตอร์ DATABUS

สัญญาณจากขา TxD, DTR และ RTS นอกจากจะใช้เป็นสัญญาณ S-BUS แล้ว ยังถูกส่งไปยังไอซีชิฟต์รีจิสเตอร์เบอร์ 74HC595 เพื่อขยายพอร์ตเอาต์พุตจากเดิมที่มี 3 บิต ให้กลายเป็น 8 บิต โดยขา TxD ต่อเข้ากับขา LATCH ของ 74HC595 ขา RTS ต่อเข้ากับขา DI เพื่อส่งข้อมูลอนุกรมให้แก่ 74HC595 และขา RTS ต่อเข้ากับขา CK อันเป็นขาสัญญาณนาฬิกาเพื่อกำหนดจังหวะการทำงานให้แก่ 74HC595 ข้อมูลที่ส่งออกจาก 74HC595 จะต่อเข้ากับคอนเน็กเตอร์ DATA BUS มีการจัดขาตามมาตรฐาน UIC-10 ดังแสดงในรูปที่ 2.8

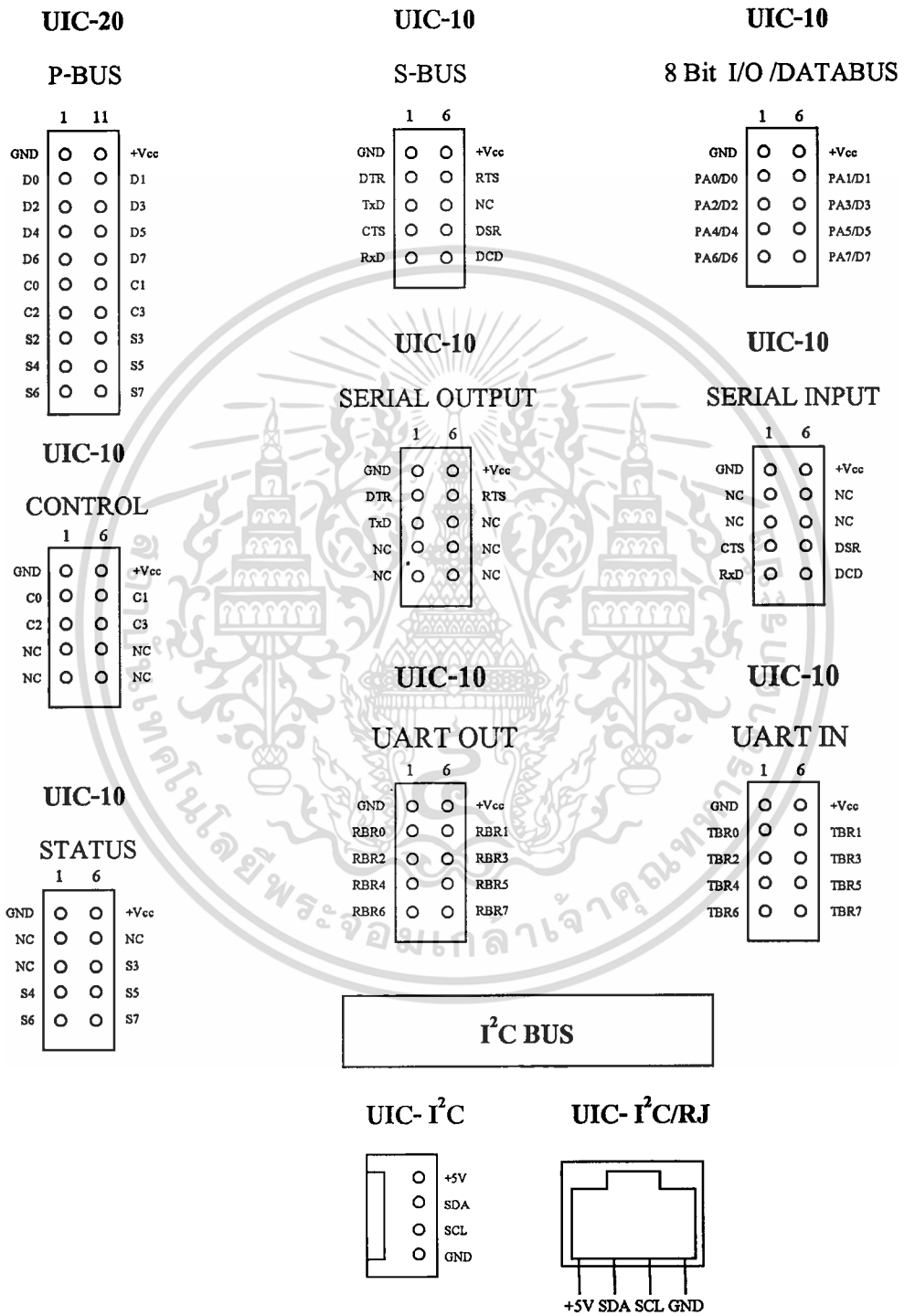
นอกจากนั้นสัญญาณเอาต์พุตจาก 74HC595 ยังนำไปใช้ขับโมดูล LCD ด้วย โดยขา D4-D7 ของ 74HC595 จะต่อเข้ากับ D4-D7 ของโมดูล LCD ขา D1 ต่อเข้ากับขา RS ขา D2 ต่อเข้ากับขา R/W และ D3 ต่อเข้ากับขา E โดยกำหนดให้โมดูล LCD ทำงานในโหมด 4 บิต

◆ แจ็กระบบบัส I^2C

บน S-Board ยังมีการจัดระบบบัสเพื่อขยายขีดความสามารถอีก 1 ระบบ คือ ระบบบัส I^2C โดยใช้สัญญาณขา DTR, RTS และ DCD ร่วมกับอุปกรณ์อีกเล็กน้อยเพื่อจัดสัญญาณให้ตรงตามมาตรฐานของระบบบัส I^2C โดยมีดิปสวิตช์ S_1 คอยทำหน้าที่ตัดต่อขาพอร์ตอนุกรมทั้งสามเส้นให้เชื่อมต่อกับระบบบัส I^2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UNION INPUT/OUTPUT CONNECTOR STANDARD



รูปที่ 2.8 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์ในแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา SDA ของระบบบัส I^2C ทำหน้าที่เป็นขาข้อมูล ซึ่งต้องมีทั้งการส่งและรับสัญญาณจะใช้ขา RTS ในการส่งสัญญาณ และรับสัญญาณผ่านขา DCD โดยทำงานผ่านทรานซิสเตอร์ Q_1 ในสภาวะปกติที่ขา SDA จะมีลอจิก "1" จากตัวต้านทานพูลอัป R_3 ในขณะที่ขา SCL ซึ่งเป็นขาสัญญาณนาฬิกาของระบบบัส I^2C จะใช้ขา DTR ส่งสัญญาณผ่านทรานซิสเตอร์ Q_2

สัญญาณทั้งหมดของระบบบัส I^2C รวมทั้งไฟเลี้ยง +5V และกราวด์จะต่อเข้ากับแจ็กโมดูล่าร์ขนาด 4 ขา กำหนดเป็นชุดเชื่อมต่อระบบบัส I^2C ทำให้สามารถต่อพ่วงบอร์ดที่จัดการติดต่อแบบระบบบัส I^2C ได้โดยตรง โดยไม่ต้องต่อไฟเลี้ยงวงจรเพิ่มเติม

◆ ส่วนของ UART

เพื่อความสมบูรณ์ของการเรียนรู้เพื่อเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม S-Board ยังได้จัดวงจรสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัสหรือ UART เตรียมไว้สำหรับการสื่อสารข้อมูลอนุกรมโดยเฉพาะ หัวใจหลักของส่วน UART นี้คือ IC_7 ไอซีเบอร์ CDP6402 ซึ่งทำหน้าที่รับส่งข้อมูลแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัสเช่นเดียวกับการสื่อสารข้อมูลอนุกรมที่ใช้บนคอมพิวเตอร์ โดยใช้ขา TxD และ RxD ในการเชื่อมต่อ

ขา TxD ใช้เพื่อส่งข้อมูลไปยังไอซี CDP6402 ผ่านทางขา TRO เมื่อ CDP6402 ได้รับสัญญาณจากขา TxD แล้วจะทำการแปลงข้อมูลให้กลายเป็นแบบขนานและส่งออกไปทางขา RBR0-RBR7 โดยขาเอาต์พุตเหล่านี้จะต่อไอซีบัฟเฟอร์ 74HC541 เพื่อขยายกระแสและป้องกันไอซี CDP6402 สัญญาณจาก IC_8 เบอร์ 74HC541 จะถูกส่งไปยังคอนเน็กเตอร์ UART OUT เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำสัญญาณไปใช้ได้ทันที

ขา RxD ใช้เพื่อรับข้อมูลจาก CDP6402 ผ่านทางขา RRI เมื่อมีการกระตุ้นด้วยลอจิก "0" ที่ขา TBRL ของ CDP6402 ข้อมูลที่ขา TBR0-TBR7 จะถูกแปลงให้เป็นแบบอนุกรมและส่งไปยังขา RxD เพื่อติดต่อกับคอมพิวเตอร์ต่อไป โดยสัญญาณอินพุตก่อนที่จะส่งมาให้กับขา TBR0-TBR7 จะต้องผ่านไอซีบัฟเฟอร์เบอร์ 74HC541 (IC_9) มาก่อน

เนื่องจากการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั้น ทั้งภาครับและภาคส่งต้องมีสัญญาณนาฬิกาความถี่เท่ากัน และ CDP6402 ไม่มีแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายใน จึงจำเป็นต้องใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก ซึ่งบน S-Board ใช้ไอซีเบอร์ 4060 ร่วมกับคริสตอลค่า 2.4576 MHz ทำการสร้างสัญญาณนาฬิกาที่ความถี่ต่างๆ เพื่อกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลหรือบอดเรตให้แก่ CDP6402 โดยสามารถกำหนดได้ 4 ค่า คือ 1200, 2400, 4800 และ 9600 บิตต่อวินาที

นอกจากการกำหนดค่าบอดเรตมาตรฐานแล้ว CDP6402 ยังสามารถกำหนดจำนวนบิตในการสื่อสารข้อมูล, การตรวจสอบพาริตี้ และจำนวนบิตปิดท้ายได้ด้วย โดยการกำหนดที่จั๊มเปอร์บน S-Board

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 การกำหนดจำนวนบิตข้อมูล

CLS2	CLS1	ความยาวบิตข้อมูล
❑	❑	5 บิต
❑	⫼	6 บิต
⫼	❑	7 บิต
⫼	⫼	8 บิต

ตารางที่ 2.5 การกำหนดค่าพาริตี้

PI	EPE	พาริตี้
❑	❑	พาริตี้คู่
❑	⫼	พาริตี้คี่
⫼	❑	ไม่ใช้พาริตี้

ตารางที่ 2.6 การกำหนดจำนวนบิตปิดท้าย

SBS	ความยาว	จำนวนบิตปิดท้าย
❑	5-8 บิต	1
⫼	5 บิต	1.5
⫼	> 5 บิต	2

หมายเหตุ ⫼ ไม่ต่อจั๊มเปอร์

❑ ต่อจั๊มเปอร์

จากตารางที่ 2.4 เป็นการเลือกความยาวของข้อมูลบน S-Board โดยเลือกที่ CLS2 และ CLS1 ส่วนตารางที่ 2.5 เป็นการเลือกพาริตี้บน S-Board และตารางที่ 2.6 เป็นการเลือกจำนวนบิตปิดท้าย

นอกจากนี้ในกรณีที่มีข้อผิดพลาดในการรับส่งข้อมูล CDP6402 มีขาเอาต์พุตสำหรับแสดงข้อผิดพลาด อันได้แก่ ข้อผิดพลาดทางพาริตี้ (Parity Error : PE) , ข้อผิดพลาดทางเฟรมข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Frame Error : FE) และข้อผิดพลาดทางโอเวอร์รัน (Overrun Error : OE) โดยแสดงข้อผิดพลาดออกมาเป็นลอจิก "1" เมื่อนำ LED มาต่อเข้ากับขานี้ ก็จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน

ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลอยู่ภายในรีจิสเตอร์ตัวส่งของ CDP6402 ขา TRE (Transmit Register Empty) จะมีลอจิก "1" เกิดขึ้น เมื่อนำ LED ต่อเข้ากับขานี้ จะเป็นการแจ้งให้ทราบว่าขณะนี้ CDP6402 ไม่มีข้อมูลค้างอยู่ภายในสามารถทำการส่งข้อมูลได้ ส่วนภาคจ่ายไฟของ S-Board ได้มาจากอะแดปเตอร์ภายนอก มีวงจรไดโอดบริดจ์ทำหน้าที่จัดขั้วของไฟเลี้ยงบนเมนบอร์ดใหม่ ทำให้สามารถใช้อะแดปเตอร์ที่มีการจัดขั้วแบบใดก็ได้ จากนั้นแรงดันไฟตรงที่ได้จะถูกกรองด้วยตัวเก็บประจุ C_1 และ C_2 ก่อนจะเข้าสู่ไอซี 7805 เพื่อควบคุมให้คงที่ที่ +5V ใช้เป็นไฟเลี้ยงวงจรทั้งหมดโดยมี LED1 ต่อไว้เพื่อแสดงสภาวะการทำงานของ S-Board

2.4 เครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet)

เครือข่ายอินเตอร์เน็ตคือ คอมพิวเตอร์จำนวนมากมายมหาศาลที่มีอยู่ทั่วทุกมุมโลกที่ถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน ซึ่งเริ่มจากในปลายทศวรรษ 1960 ได้เกิดแนวความคิดที่จะเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันโดยผ่านสายโทรศัพท์ ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากโครงการ ARPA (Advance Research Projects Agency) ของกระทรวงกลาโหมสหรัฐ โดยมีจุดประสงค์ในการพัฒนาระบบสื่อสารที่สามารถทำงานได้แม้ในยามสงคราม โดยใช้เทคนิคการสื่อสารแบบใหม่ ซึ่งก็คือ Packet Switching ต่อมาได้ปรับปรุงเพิ่มเติม ทำให้ได้รับความนิยมในการใช้งานเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะสถาบันการศึกษา ที่ใช้ในการค้นคว้าวิจัย ต่อมาในช่วงทศวรรษ 1970 ARPA ได้ร่วมกำหนด Protocol สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลเครือข่ายต่างชนิดกัน Protocol ดังกล่าวเรียกว่า Internet (Internetworking) ช่วยให้เกิดระบบเครือข่ายซึ่งเชื่อมต่อทั่วโลก โดยปัจจุบันระบบอินเตอร์เน็ตเชื่อมต่อกันโดยผ่าน Protocol TCP/IP และมีโปรแกรมที่คิดค้นให้ทำงานในระบบอินเตอร์เน็ตหลายๆ โปรแกรม เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ E-mail (Electronic Mail) , บริการเข้าถึงระยะไกล (Telnet) , บริการส่งถ่ายข้อมูล FTP (File Transfer Protocol) , บริการค้นหาข้อมูล Archie, Gopher, WAIS และ WWW (World Wide Web)

อินเตอร์เน็ตกำลังเข้ามามีบทบาทในการสื่อสารของมนุษย์อย่างสำคัญ เนื่องจากความง่ายในการใช้งาน ความรวดเร็วในการสื่อสารซึ่งผู้ใช้สามารถส่งข้อมูลไปยังที่ใดๆ ทั่วโลกอย่างรวดเร็ว มีการพัฒนาสร้างเทคโนโลยีใหม่ๆ ทางอินเตอร์เน็ต ออกมาอย่างต่อเนื่องและหลากหลาย มีการแข่งขันในการให้บริการอินเตอร์เน็ตแก่ผู้ใช้ จนกลายเป็นธุรกิจที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว อินเตอร์เน็ตเข้ามามีบทบาททั้งทางด้านธุรกิจ งานวิจัย เรื่องส่วนตัว งานราชการ งานด้านการศึกษา ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนเครือข่ายอินทราเน็ต (Intranet) เป็นการนำเอาเทคโนโลยีของระบบอินเตอร์เน็ตเข้ามาใช้ภายในองค์กร ดังนั้นข้อแตกต่างที่เด่นชัดระหว่างอินเตอร์เน็ตและอินทราเน็ตก็คือ ขอบเขตการให้บริการอินเตอร์เน็ตนั้นสามารถให้บริการครอบคลุมไปทั่วโลก ในขณะที่อินทราเน็ตนั้นจะให้บริการเฉพาะภายในองค์กร แต่อย่างไรก็ตามจากอินทราเน็ตเป็นเครือข่ายที่ทำงานเฉพาะในองค์กร ดังนั้นอินทราเน็ตจึงทำงานอยู่ในระบบเครือข่ายท้องถิ่น LAN (Local Area Network) ข้อดีของการทำงานในระบบเครือข่ายท้องถิ่นก็คือการที่มีความเร็วในการถ่ายทอดข้อมูลที่สูงกว่า ทำให้ระบบอินทราเน็ตสามารถประยุกต์ใช้ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดด้านความเร็วในการถ่ายข้อมูลเหมือนที่เกิดขึ้นกับระบบอินเตอร์เน็ต

2.4.1 เวิร์ลไวด์เว็บ (World Wide Web)

เป็นบริการอย่างหนึ่งในระบบอินเตอร์เน็ตซึ่งให้ข้อมูลที่มีทั้งอักษร , กราฟฟิก , เสียง, แฟ้มข้อมูล ฯลฯ เข้าด้วยกัน WWW ได้รับความนิยมอย่างสูงเนื่องจากการที่มันใช้งานง่ายและขณะเดียวกันก็สามารถทำงานได้อย่างยอดเยี่ยม ทำในโปรแกรมประยุกต์บนอินเตอร์เน็ตที่ได้รับความนิยมอย่างสูงสุดแบบหนึ่ง เราสามารถใช้ WWW ในการสืบค้นข้อมูล Download file ฯลฯ

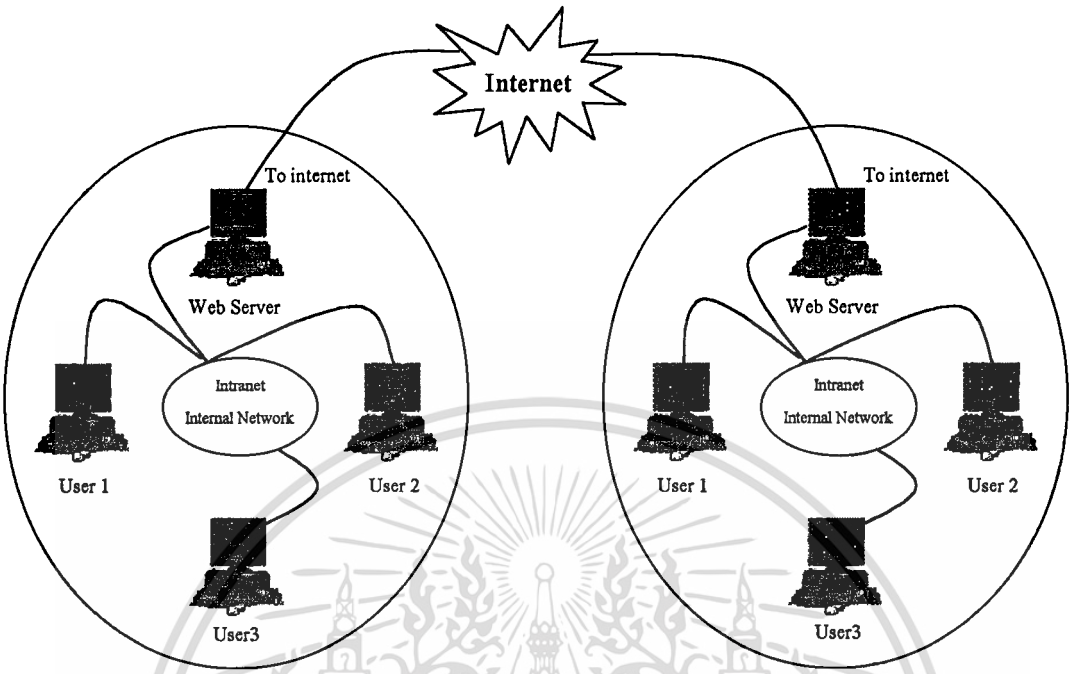
การทำงานของ WWW มีลักษณะเป็น Hyperlink ผ่านโปรโตคอล HTTP (Hypertext Transfer Protocol) เราสามารถเขียน Hypertext Document ได้โดยการใช้ภาษา HTML (Hypertext Markup Language) หรือภาษาใหม่อย่าง JAVA, ASP(Active Server Page) ซึ่ง JAVA ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Sun Microsystems เพิ่มความสามารถในการทำงานขึ้นจาก HTML เป็นอย่างมาก ส่วน ASP ถูกพัฒนาโดยบริษัท Microsoft ซึ่งต้องใช้งานร่วมกับโปรแกรม Web Server ของ Microsoft คือ Internet Information Server ที่ทำงานบน Windows NT4.0 ขึ้นไป โดยที่สามารถใช้เป็นรูปแบบใหม่ที่แทน .htm หรือ .html เดิมได้ โดยใช้ .asp แทน

เราสามารถอ่านเอกสารดังกล่าวได้โดยใช้ WWW Client Program หรือที่เรียกกันว่า Web Browser เช่น Microsoft Internet Explorer , Netcape Navigator เป็นต้น ดูแผนภาพการเชื่อมต่อของอินเตอร์เน็ตและอินทราเน็ตจากรูปที่ 2.9

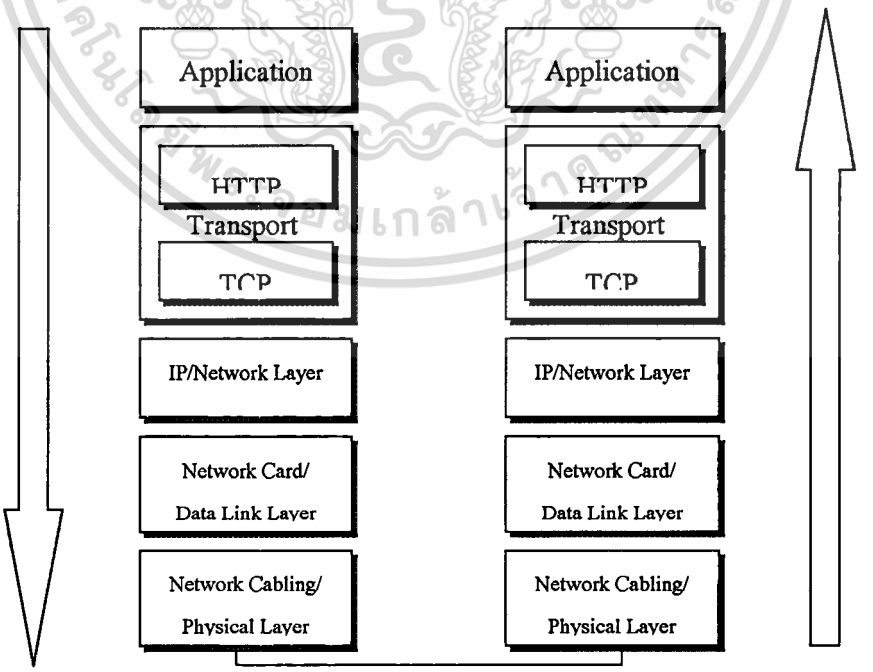
2.4.2 โปรโตคอล TCP/IP

การสื่อสารบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ต้องพึ่งพาโปรโตคอล (Protocol) ซึ่งเป็นกฎระเบียบและกระบวนการซึ่งทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลและสารสนเทศทำงานได้ อินเตอร์เน็ตทำงานอยู่บนโปรโตคอลมาตรฐานที่เรียกว่า TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) การทำงานของ TCP/IP กำหนดการทำงานออกเป็นระดับชั้น (Layer) จะได้ดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



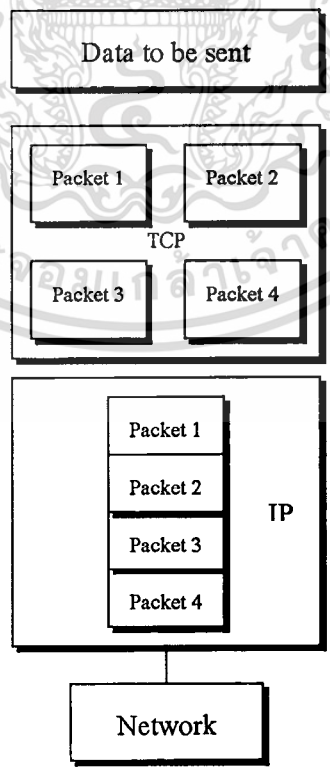
รูปที่ 2.9 แผนภาพการเชื่อมต่อของอินเตอร์เน็ตและอินทราเน็ต



รูปที่ 2.10 แสดงชั้นโปรโตคอลและการติดต่อของ TCP/IP และ HTTP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในระดับล่างสุดของโปรโตคอล TCP/IP คือ Physical เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารตลอดจนถึงสายเคเบิลแบบต่างๆ ที่ใช้ในการติดต่อ ในชั้น Data Link เป็นส่วนของตัวจัดการให้อยู่ในรูปแบบการส่งข้อมูล, ตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดก่อนส่งสู่ชั้น Physical ในชั้น IP หรือ Network Layer นี้จะคอยทำหน้าที่ในการส่งถ่ายข้อมูลไปยังปลายทางที่ต้องการ ในชั้นที่อยู่สูงกว่า IP คือ TCP หรือ ชั้น Transport Layer นั้นเป็นชั้นที่จะคอยตรวจสอบความถูกต้องในการส่งข้อมูล หากมีข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล TCP จะเป็นตัวคอยจัดการให้ส่งข้อมูลส่วนที่ขาดหายไปใหม่ ทำให้ในบางครั้งการส่งถ่ายข้อมูลอาจจะต้องทำมากกว่า 1 ครั้งหากเกิดข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล หน้าที่อีกประการของ TCP คือการจัดเรียงข้อมูลที่ได้รับเนื่องจากในการส่งข้อมูลจะทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ ที่เรียกว่า Packet แล้วจึงทำการส่ง ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าข้อมูลที่ได้รับมานั้นไม่เรียงลำดับอย่างถูกต้องหรือมีการซ้ำซ้อนของข้อมูล หน้าที่ของ TCP ตรงส่วนนี้คือจะคอยเรียงลำดับข้อมูลที่ได้มาให้ถูกต้องตรงตามที่ส่งมาและตัดข้อมูลที่ซ้ำซ้อนออกไป ซึ่งหนึ่งในรูปแบบของ TCP/IP แอพพลิเคชั่นก็คือ FTP (File Transfer Protocol) ส่วนชั้นบนสุดก็คือชั้น Application ซึ่งเป็นชั้นของโปรแกรมที่ทำการติดต่อระหว่างกันจากรูปที่ 2.11 แสดงแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่าง TCP และ IP



รูปที่ 2.11 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่าง TCP กับ IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 โปรโตคอล HTTP

เครือข่ายอินเตอร์เน็ตจะใช้โปรโตคอลในการสื่อสารคือ TCP/IP แต่ในระบบ World Wide Web นั้น โปรโตคอลที่ใช้เป็นมาตรฐานคือ HTTP (Hypertext Transfer Protocol) HTTP ซึ่งเป็นโปรโตคอลที่เกาะอยู่เหนือ TCP/IP โดยโปรโตคอลจะทำการแปลง Request จาก Web Page ไปสู่รูปแบบ Request สำหรับส่งข้ามเครือข่าย ซึ่งจะเป็นการนำเอา Request จาก Browser ในรูปแบบของ Method ซึ่งจะมีดังนี้คือ GET, PUT, POST และ DELETE

- GET Method จะทำหน้าที่ในการร้องขอไฟล์ (Request) จาก Web Browser
- POST Method จะถูกใช้ในรูปแบบ ในการส่งค่าพารามิเตอร์สู่ Web Server
- PUT Method จะไม่ค่อยถูกใช้เพราะว่ามันจะยอมให้มีการสร้างไฟล์ใหม่ หรือเพิ่มเติมได้ ในกรณีที่มีไฟล์อยู่แล้ว
- DELETE Method ใช้ในการลบไฟล์ออกจาก Web Server

HTTP เป็นวิธีการส่งข้อมูลแบบ Hypertext พอร์ตมาตรฐานสำหรับโปรโตคอล HTTP คือพอร์ตหมายเลข 80 โปรโตคอล HTTP ทำงานโดยใช้หลักการ Request/Response Paradigm กล่าวคือจะเริ่มการสื่อสารเมื่อมีการร้องขอจากไคลเอนต์ไปยังเซิร์ฟเวอร์ เมื่อเซิร์ฟเวอร์ตอบรับการร้องขอนั้นจึงเริ่มการสื่อสาร การสื่อสารจะยุติเมื่อฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งทำการปิดการติดต่อไป การจัดการข้อมูลและการแจกจ่ายมีความสำคัญอย่างสูงในปัจจุบัน ระบบฐานข้อมูล (Database System) มีบทบาทอย่างมากในการรวบรวมวิเคราะห์ จัดการ และประมวลผล ในขณะที่ระบบอินเตอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทในฐานะสื่อในการนำข้อมูลเผยแพร่ออกไป และระบบอินเตอร์เน็ตมีแนวโน้มว่าจะเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายทั้งในปัจจุบันและจะทวีความสำคัญขึ้นเป็นลำดับในอนาคตอันใกล้นี้ แอพพลิเคชั่นอย่างหนึ่งในระบบอินเตอร์เน็ตซึ่งกำลังเป็นที่นิยมใช้อย่างมากคือ เวิร์ลไวด์เว็บ

เนื่องจากความสามารถในการนำเสนอข้อมูลได้ในหลายรูปแบบทั้งแบบอักษร ภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว ประกอบกับความง่ายในการใช้งานเนื่องจากมีระบบติดต่อกับผู้ใช้แบบ GUI (Graphical User Interfaces) ระบบฐานข้อมูลเวิร์ลไวด์เว็บ (Web Database) คือ การนำเอาความสามารถในการกระจายข้อมูลของระบบเวิร์ลไวด์เว็บมาใช้ร่วมกับความสามารถในการรวบรวม วิเคราะห์ จัดการ และประมวลผล ของระบบฐานข้อมูลทำให้ได้แอพพลิเคชั่น ซึ่งช่วยขยายขีดความสามารถในการบริการข้อมูลของระบบฐานข้อมูลออกไปอย่างกว้างขวาง ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ไม่ว่าจะอยู่ ณ มุมใดของโลก และไม่มีปัญหาอุปสรรคจากแพลทฟอร์ม (Platform) คอมพิวเตอร์ที่ต่างกัน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เว็บแอพพลิเคชั่น และฐานข้อมูลเวิร์ลไวด์เว็บ

2.5.1 เว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application)

เว็บแอพพลิเคชั่นเป็นการพัฒนาระบบงานบนเวิร์ลไวด์เว็บภายใต้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตโดยลักษณะการทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่คือ ส่วนของผู้ใช้บริการ (Client) และผู้ให้บริการ (Server) เรียกว่า ไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์ (Client/Server) โดยส่วนใหญ่จะทำงานอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์คนละเครื่องซึ่งเชื่อมต่ออยู่ภายใต้เครือข่ายสื่อสารข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นเครือข่ายอินเตอร์เน็ตหรืออินทราเน็ต วิธีการทำงานคือ ไคลเอนต์จะทำการส่งคำร้องขอไปยังเซิร์ฟเวอร์ โดยคำร้องขอจะถูกส่งผ่านเครือข่ายไปยังเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการ เซิร์ฟเวอร์เมื่อได้รับคำร้องขอจะทำการประมวลผลและส่งผลลัพธ์เข้าสู่เครือข่ายเพื่อส่งต่อไปให้ไคลเอนต์

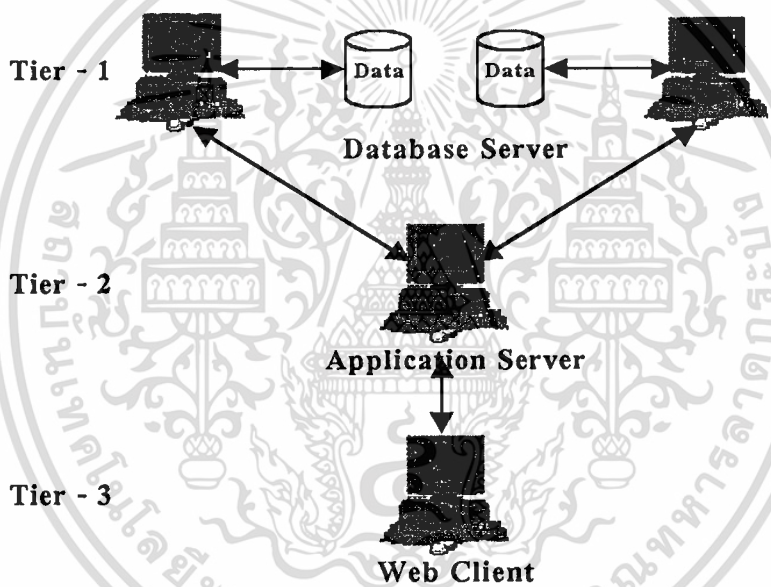
ระบบเว็บแอพพลิเคชั่นมีลักษณะเป็นระบบแบบกระจายโดยมีรูปแบบการทำงาน 4 ส่วนหลักดังนี้คือ

- ระบบการรับและแสดงผล (Presentation Processing Logic) เป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ เช่น การเขียน การอ่าน การป้อนข้อมูล การแสดงผล เป็นต้น
- ระบบการจัดการและการประมวลผลการทำงาน (Business Processing Logic) เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมในการรับข้อมูลจากผู้ใช้ในการประมวลผล
- ระบบการประมวลผลและการเข้าถึงฐานข้อมูล (Database Processing Logic) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลและจัดการฐานข้อมูลที่ต้องเกี่ยวข้องกับแอพพลิเคชั่นซึ่งใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูล (DBMS) เพื่อเข้าถึงและจัดการฐานข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นแบบ Relational และใช้ภาษา SQL (Structure Query Language) ในการเข้าถึงฐานข้อมูล
- ระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS) เป็นส่วนที่ดูแลและจัดการฐานข้อมูลโดยตรง

เว็บแอพพลิเคชั่นส่วนใหญ่จะให้การทำงานในส่วนการรับ และแสดงผลข้อมูลในส่วนของไคลเอนต์ ส่วนที่เหลือทำงานอยู่ในส่วนของเซิร์ฟเวอร์ทั้งหมด ซึ่งเราสามารถแยกกระจายการทำงานให้อยู่ใน 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ทำหน้าที่ในการรับและแสดงผลข้อมูล ส่วนที่ 2 ทำหน้าที่ระบบการจัดการและประมวลผลการทำงาน ส่วนที่ 3 ทำหน้าที่เก็บข้อมูลและมีระบบการจัดการฐานข้อมูลคอยควบคุมดูแล ซึ่งในส่วนของเว็บแอพพลิเคชั่น เราสามารถแบ่งโครงสร้างการทำงานและหน้าที่ความรับผิดชอบออกเป็น 3 ระดับ (3 Tier) คือ

เอกสารนี้มีไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระดับที่ 1 (Tier-1) เป็นระดับบนสุดที่ทำหน้าที่เป็นระบบจัดเก็บและจัดการฐานข้อมูล
- ระดับที่ 2 (Tier-2) เป็นส่วนของแอพพลิเคชั่นเซิร์ฟเวอร์ที่ภายในประกอบด้วยเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่ติดต่อรับส่งข้อมูลกับเว็บไคลเอนต์ และส่วนของเซิร์ฟเวอร์แอพพลิเคชั่นที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลและติดต่อฐานข้อมูล
- ระดับที่ 3 (Tier-3) เป็นส่วนของเว็บไคลเอนต์ที่ทำหน้าที่ส่งคำร้องขอไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์และคอยรับข้อมูลเพื่อแสดงผลบนหน้าจอ ดูจากรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 สถาปัตยกรรมการทำงาน 3 ระดับของเว็บแอพพลิเคชั่น

จากการทำงานของเว็บแอพพลิเคชั่นในการทำงานแบบ 3 ระดับก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งในแง่การทำงานและประสิทธิภาพของระบบคือ ในระดับที่ 1 คือระบบจัดเก็บและจัดการฐานข้อมูล (Database Server) สามารถให้บริการฐานข้อมูลเดียวกันหรือต่างกันให้แก่เซิร์ฟเวอร์แอพพลิเคชั่นหรือแอพพลิเคชั่นอื่นๆ ได้พร้อมกันหลายตัว โดยในทางเดียวกันแอพพลิเคชั่นเซิร์ฟเวอร์ก็สามารถบริการแก่ไคลเอนต์พร้อมๆ กันได้หลายตัวเช่นกัน

ฐานข้อมูลเวิร์ลไวด์เว็บ (Web Database) คือระบบฐานข้อมูลซึ่งเชื่อมต่อกับระบบเว็บแอพพลิเคชั่นเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) โดยใช้ Web Page ที่สร้างเป็นแบบฟอร์มจากภาษา HTML

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ระบบฐานข้อมูลเวิร์ลไวด์เว็บ

ระบบฐานข้อมูลเวิร์ลไวด์เว็บ เป็นระบบ ไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์ (Client/Server) แบบหนึ่ง กล่าวโดยรวมแล้วมีรูปแบบการทำงานที่ไม่ต่างจากเว็บแอพพลิเคชั่นทั่วๆ ไปมากนักคือไคลเอนต์ (ในกรณีนี้คือเว็บบราวเซอร์) จะทำหน้าที่ร้องขอข้อมูลและบริการจาก เซิร์ฟเวอร์ (ในที่นี้คือ เว็บเซิร์ฟเวอร์) แล้วทำการแสดงผลให้ผู้ใช้

ในทางกลับกันทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะคอยรับการร้องขอข้อมูลและบริการต่างๆ จากไคลเอนต์ และคอยให้บริการสนองต่อการร้องขอเหล่านั้น

จุดที่น่าสนใจในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเวิร์ลไวด์เว็บคือขั้นตอนในการเชื่อมระบบฐานข้อมูลเข้ากับระบบเวิร์ลไวด์เว็บซึ่งในการเชื่อมต่อระหว่างเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) กับเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล (Database Server) นี้จะอาศัยการทำงานของโปรแกรมเพื่อทำหน้าที่เป็น Gateway เชื่อมการทำงานระหว่างเว็บเซิร์ฟเวอร์ และเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานคือ

- เมื่อเว็บบราวเซอร์รับการป้อนข้อมูลจากผู้ใช้และส่งการร้องขอตามที่ผู้ใช้ต้องการพร้อมกับข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการสืบค้นข้อมูลตามที่ผู้ใช้ป้อนให้ไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์
- เมื่อเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้รับการร้องขอจากไคลเอนต์แล้วเว็บเซิร์ฟเวอร์จะกระตุ้นการทำงานของเกตเวย์โปรแกรม (Gateway Program) และส่งผ่านข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการสืบค้นข้อมูลตามที่ผู้ใช้ระบุส่งไปยังเกตเวย์โปรแกรม
- เกตเวย์โปรแกรมจะทำการประมวลผลตามที่ถูกกำหนดไว้กับเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล
- เมื่อระบบเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลได้รับข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมวลผลจากเกตเวย์โปรแกรม โดยระบบเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลจะมองข้อมูลที่มาจากเกตเวย์โปรแกรมเป็นทรานแซคชั่น (Transaction) เมื่อเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลทำการประมวลผลและได้ข้อมูลตามที่ต้องการแล้วจะส่งข้อมูลที่ได้ออกไปยังเกตเวย์โปรแกรม
- เมื่อเกตเวย์โปรแกรมได้รับผลที่ได้จากเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล เกตเวย์โปรแกรมจะส่งผ่านข้อมูลเหล่านั้นไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์
- เมื่อเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้รับผลลัพธ์ที่ส่งมาจากเกตเวย์โปรแกรม เว็บเซิร์ฟเวอร์ก็จะส่งผ่านข้อมูลเหล่านั้นไปยังเว็บบราวเซอร์ในรูปของ HTML Page

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ส่วนประกอบของระบบฐานข้อมูลเวิร์ลไวด์เว็บ

ระบบฐานข้อมูลเวิร์ลไวด์เว็บจะมีองค์ประกอบหลักๆ คือ ไคลเอนต์ , เว็บเซิร์ฟเวอร์ , เกตเวย์โปรแกรมและเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล

- **ไคลเอนต์ (Client)**

ไคลเอนต์ในระบบฐานข้อมูลเวิร์ลไวด์เว็บ ส่วนใหญ่จะหมายถึงเว็บบราวเซอร์ การใช้เว็บบราวเซอร์เป็นไคลเอนต์ช่วยให้เกิดข้อดีในแง่ของการไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์มใดเนื่องจากเว็บบราวเซอร์ทำงานได้ในแทบทุกแพลตฟอร์มคอมพิวเตอร์

ในการสร้าง Web Page เพื่อใช้เป็นฟอร์มการติดต่อกับผู้ใช้นั้น ควรใช้ภาษา HTML ซึ่งเป็นมาตรฐาน ไม่ควรใช้ชุดคำสั่งหรือภาษาที่ยังไม่เป็นมาตรฐานเนื่องจากจะเกิดปัญหากับการทำงานร่วมกับเว็บบราวเซอร์บางชนิดซึ่งจะส่งผ่านให้เกิดข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลในระบบฐานข้อมูลเวิร์ลไวด์เว็บ

- **เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server)**

เว็บเซิร์ฟเวอร์ทำหน้าที่ทุกอย่างคล้ายกับ เซิร์ฟเวอร์ในระบบไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์เช่น การจัดการไฟล์ การสนองตอบการร้องขอบริการของไคลเอนต์ การส่งข้อมูลไปยังไคลเอนต์ตามที่ไคลเอนต์ต้องการ

เว็บเซิร์ฟเวอร์สามารถเชื่อมต่อกับแอพพลิเคชั่นใดๆ ที่ไม่ใช่ HTTP Application อาทิเช่น เซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลได้โดยการทำงานผ่านเกตเวย์โปรแกรม เช่น CGI (Common Gateway Interface) หรือ API (Application Programming Interface) เป็นต้น

เว็บเซิร์ฟเวอร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากในระบบเวิร์ไวด์เว็บประสิทธิภาพของเว็บเซิร์ฟเวอร์หรือข้อกำหนดใดๆ ในระบบเว็บเซิร์ฟเวอร์ย่อมส่งผลโดยตรงต่อการทำงานของระบบ Web Application ซึ่งรวมถึงระบบฐานข้อมูลเวิร์ลไวด์เว็บด้วยเช่นกัน

ปัจจุบันมีระบบเว็บเซิร์ฟเวอร์อยู่มากมายหลายโปรแกรมซึ่งเว็บเซิร์ฟเวอร์เหล่านี้ล้วนสนับสนุนมาตรฐาน HTTP แต่จะมีข้อแตกต่างกันในรายละเอียดปลีกย่อยต่างๆ เช่น ความสามารถในการจัดการ Multiple Request , การจัดการทรัพยากรของระบบ , ระบบรักษาความปลอดภัย

ตัวอย่างเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เช่น Microsoft Internet Information Server , Personal Web Server เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เกตเวย์โปรแกรม (Gateway Program)**

ในการเชื่อมต่อระหว่าง HTTP Server กับแอพพลิเคชั่นใดซึ่งไม่ใช่ HTTP Application จำเป็นต้องอาศัยการทำงานของโปรแกรม แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. CGI (Common Gateway Interface)
2. API (Application Programming Interface)

- **CGI (Common Gateway Interface)**

นักพัฒนาระบบสามารถเขียน CGI Scripts ได้ในหลายภาษาซึ่งเว็บเซิร์ฟเวอร์สนับสนุนภาษานั้นๆ เช่น Perl , C , C++ , Pascal , UNIX shell เป็นต้น เนื่องจากจุดมุ่งหมายของ CGI คือขยายขีดความสามารถของเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อช่วยให้เว็บไคลเอนต์สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลหรือบริการอื่นๆ ที่โดยปกติแล้วไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ด้วยเว็บเซิร์ฟเวอร์เอง มีข้อสังเกตอีกประการสำหรับการเลือกภาษาที่จะใช้พัฒนา CGI คือ ภาษาที่เป็นคอมไพเลอร์ (Compiler Language) เช่น C จะไม่ค่อยได้รับความนิยมใช้ในการพัฒนา CGI เท่ากับภาษาที่เป็นภาษาสคริปท์ (Script) เช่น Perl เนื่องจากภาษาสคริปท์นั้นง่ายต่อการเปลี่ยนแปลง , หาข้อผิดพลาด และบำรุงรักษามากกว่าภาษาประเภทคอมไพเลอร์

ภาษาที่ได้รับความนิยมสูงในการพัฒนา CGI คือ Perl มีความง่ายในการปรับแต่งและไม่ติดอยู่กับแพลตฟอร์มคอมพิวเตอร์ใดๆ CGI มีข้อดีตรงที่มีความยืดหยุ่นต่อการปรับแต่งสูงและได้รับการยอมรับและสนับสนุนอย่างกว้างขวางจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ต่างๆ แต่ข้อด้อยของ CGI คือมี Performance ต่ำ และใช้ทรัพยากรของระบบสูง ดังนั้นจึงไม่ควรใช้ CGI Application หลายๆ โปรแกรมพร้อมกันในเว็บเซิร์ฟเวอร์เดียวกัน

- **API (Application Program Interface)**

สืบเนื่องจากปัญหาของ CGI ที่มี Performance ต่ำผู้ผลิตเซิร์ฟเวอร์หลายๆ แห่งจึงพัฒนา API ของตนเองขึ้นมาควบคู่กับเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อให้ทำงานกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุดแทนการใช้ CGI ซึ่ง API เป็น Native Code ซึ่งทำงานร่วมกับ เว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อขยายขีดความสามารถของเว็บเซิร์ฟเวอร์โดย API เหล่านี้จะสามารถทำหน้าที่อย่างที่ CGI ทำได้ทุกอย่างและยังมีความสามารถพิเศษซึ่งจะใช้ CGI ทำนั้นได้ไม่ง่ายนัก โดยที่ API เป็น Native Code และมีคุณสมบัติแบบ Proprietary application (ระบบที่ยึดติดกับผู้ผลิตเฉพาะราย ไม่เป็นมาตรฐานกลาง) เนื่องจากมันถูกออกแบบมาเพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดกับ Native Web Server ของผู้ผลิตรายนั้น

ข้อดีของ API นอกจากจะมี Performance สูงกว่า CGI แล้วยังมีข้อดีอีกประการของ API คือ การใช้ทรัพยากรของระบบที่น้อยกว่า CGI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามการพัฒนา API ด้วยการเขียนโปรแกรมเองแบบ Manual นั้นจะมีความยุ่งยากกว่าการพัฒนา CGI เป็นอย่างมาก เนื่องจากการเขียน API จำเป็นที่จะต้องใช้เทคนิคในการเขียนโปรแกรมขั้นสูง เช่น Multithreading , Process Synchronization , Direct Protocol Programming และ Error Handling เป็นต้นจึงมักจะใช้ API ที่มากับผู้ผลิต Web Server นั้นๆ

- **เซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล (Database Server)**

เซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลโดยทั่วไปจะหมายถึง ฐานข้อมูล SQL ซึ่งจะไม่สามารถเชื่อมต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้โดยตรงแต่จะอาศัยการเชื่อมต่อโดยผ่านทาง Native driver หรือ ODBC เซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลจะมองคำสั่งจากการ Query จากเวิร์ลไวด์เว็บเป็นทรานแซคชั่นธรรมดาๆ เท่านั้น ดังนั้นหัวใจในการสร้างการเชื่อมต่อระบบเวิร์ลไวด์เว็บเข้ากับเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลจึงอยู่ที่ Middleware อันได้แก่ API หรือ CGI นั่นเอง

ปัจจุบันผู้ผลิตระบบฐานข้อมูลต่างเห็นความสำคัญของการเชื่อมต่อระบบฐานข้อมูลของตนเข้ากับระบบเวิร์ลไวด์เว็บดังนั้นจะเห็นได้ว่าระบบฐานข้อมูลที่ออกมาในรุ่นใหม่นี้จะมีเครื่องมือหรือ Features ที่ช่วยในการเชื่อมต่อระบบฐานข้อมูลเข้ากับระบบเวิร์ลไวด์เว็บให้สามารถทำได้ง่ายขึ้นและมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

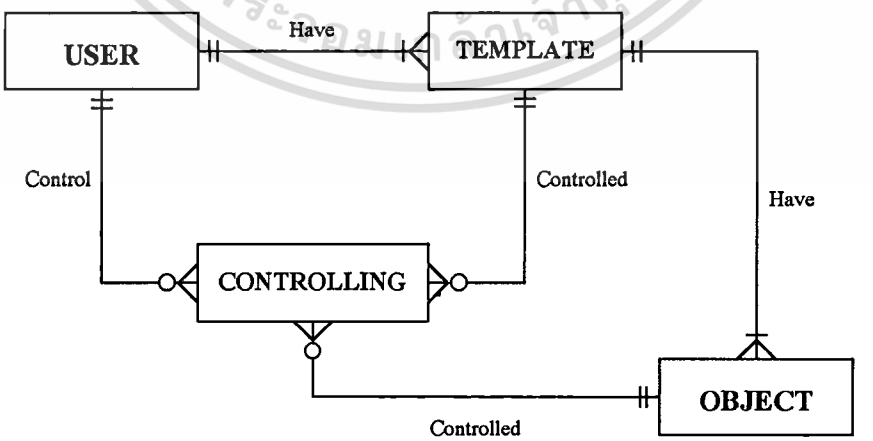
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน

3.1 การวิเคราะห์ระบบงาน

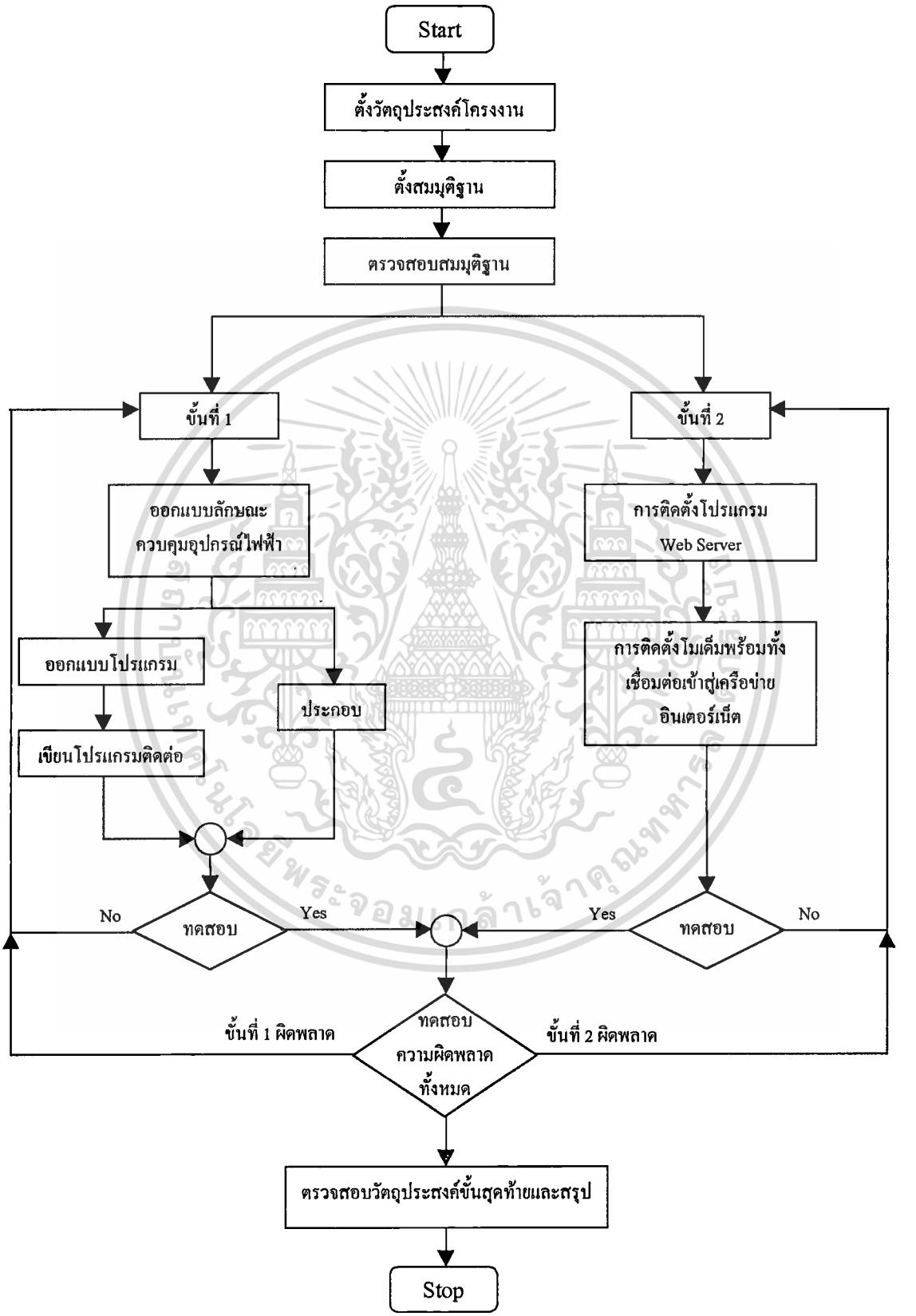
เราสามารถดูภาพรวมของระบบได้จาก Context Diagram และ ER Diagram รวมถึง Flowchart การดำเนินงาน ดังรูปที่ 3.1 , 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ

รูปที่ 3.1 แสดง Context Diagram



รูปที่ 3.2 แสดง ER Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดง Flowchart การดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 Data Dictionary

ตารางที่อธิบายถึงรายละเอียดข้อมูลจากการวิเคราะห์ทำให้ได้ตารางในฐานข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงตาราง USER

แฟ้มข้อมูล :	USER		
คำอธิบาย :	*แฟ้มข้อมูลที่เก็บรายละเอียดของผู้ใช้งาน*		
ฟิลด์	คีย์	ประเภท	หมายเหตุ
User_ID	PK	Char(3)	รหัสผู้ใช้งาน
Username		Char(20)	ชื่อผู้ใช้งาน
Password		Char(10)	รหัสผ่าน
Template_ID	FK	Char(2)	รหัสแบบแปลน

ตารางที่ 3.2 แสดงตาราง TEMPLATE

แฟ้มข้อมูล :	TEMPLATE		
คำอธิบาย :	*แฟ้มข้อมูลที่เก็บรายละเอียดของแบบแปลน*		
ฟิลด์	คีย์	ประเภท	หมายเหตุ
Template_ID	PK	Char(2)	รหัสแบบแปลน
Username		Char(20)	ชื่อแบบแปลน
Password		Char(10)	ชื่อไฟล์แบบแปลน
Templatepic		OLE Object	รูปแบบแปลน
Object_ID	FK	Char(2)	รหัสอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงตาราง OBJECT

แฟ้มข้อมูล :	OBJECT		
คำอธิบาย :	*แฟ้มข้อมูลที่เก็บรายละเอียดของอุปกรณ์ที่จะควบคุม*		
ฟิลด์	คีย์	ประเภท	หมายเหตุ
Object_ID	PK	Char(2)	รหัสอุปกรณ์ไฟฟ้า
ObjectName		Char(20)	ชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้า
SetupDate		Datetime()	วันที่ติดตั้ง
SetupTime		Datetime()	เวลาที่ติดตั้ง
Object_Status		Char(1)	สถานะการทำงาน

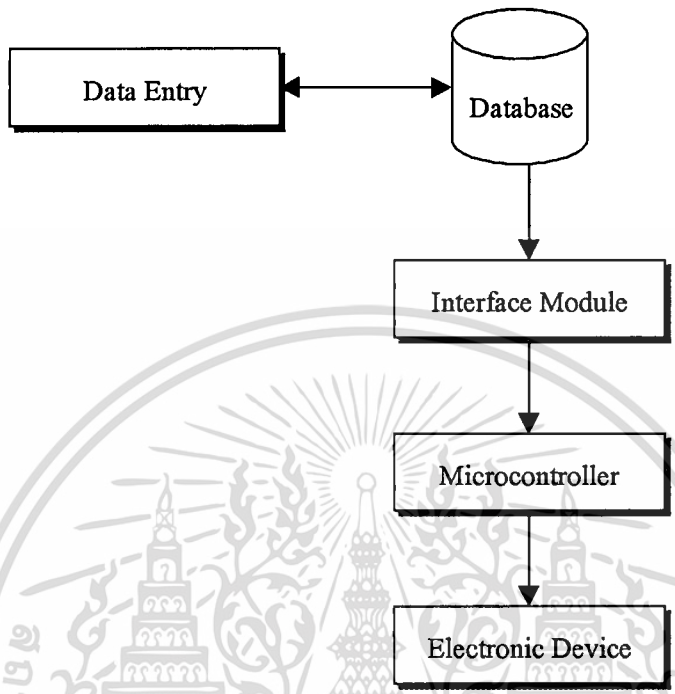
ตารางที่ 3.4 แสดงตาราง CONTROLLING

แฟ้มข้อมูล :	CONTROLLING		
คำอธิบาย :	*แฟ้มข้อมูลที่เก็บรายละเอียดของการควบคุมระบบ*		
ฟิลด์	คีย์	ประเภท	หมายเหตุ
User_ID	FK	Char(3)	รหัสผู้ใช้งาน
Template_ID	FK	Char(2)	รหัสแบบแปลน
Object_ID	FK	Char(2)	รหัสอุปกรณ์ไฟฟ้า
OpenDate		Datetime()	วันที่เปิด
OpenTime		Datetime()	เวลาที่เปิด
CloseDate		Datetime()	วันที่ปิด
CloseTime		Datetime()	เวลาที่ปิด

3.3 โครงสร้างภายในของระบบ

ในระบบควบคุมนี้จะต้องอาศัยส่วนต่างๆ ทำงานร่วมกัน มีการประสานการทำงานซึ่งกันและกัน โดยมีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งมีรูปแบบแสดงถึงผังงานการติดต่อภายในระบบ ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงผังงานลักษณะการติดต่อภายในระบบ

จากรูปที่ 3.4 ได้แสดงถึงแผนผังโครงสร้างของระบบสามารถอธิบายได้ดังนี้

- Data Entry (Schedule)

ในส่วนนี้เป็นส่วนที่สร้างขึ้นมาให้สำหรับผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานจะทำการกำหนดการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือดวงไฟ ณ เวลาใดหรือตำแหน่งใด เป็นต้น โดยค่าของข้อมูลที่ผู้ใช้งานได้กำหนดลงไปนั้นจะถูกนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล

- Database

ในส่วนนี้จะเป็นฐานข้อมูลของระบบควบคุมเพื่อเก็บข้อมูลจากการใช้งานต่างๆ ทั้งหมด โดยอาจจะใช้ Microsoft Access ช่วยในการจัดการด้านฐานข้อมูลของระบบนี้ ซึ่งอาจจะแยกเก็บรายละเอียดเป็นลักษณะตารางหลายๆ ตาราง โดยมีความสัมพันธ์ต่อกัน อย่างเช่น ตาราง Control อาจจะเก็บรายละเอียดในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น รายการการตั้งเวลาในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Interface Module

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อกันระหว่างซอฟแวร์กับฮาร์ดแวร์ ก็คือ ส่วนนี้จะทำหน้าที่ดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลที่มีการกำหนดค่าไว้ โดยแปลงค่าของข้อมูลเหล่านั้นไปยังอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ โดยจะติดต่อกันผ่านทางพอร์ต

- Microcontroller

เป็นอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ ซึ่งเป็นลักษณะแผงวงจรอิเล็คทรอนิกส์ โดยจะแปลงค่าข้อมูลจากส่วน Interface Module ไปเป็นสัญญาณดิจิตอลคือ 0, 1 เพื่อนำไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือดวงไฟต่างๆ

- Electronic Device

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า อย่างเช่น ดวงไฟ เป็นต้น จะมีเพียงสถานะการทำงานคือ เปิดและปิดเท่านั้น

3.4 แนวคิดในการออกแบบระบบควบคุม

ระบบนี้สามารถแยกการทำงานได้เป็น 2 ส่วน

- ส่วนการเก็บข้อมูล

เป็นส่วนที่เกี่ยวกับการเก็บข้อมูลระบบเพื่อการควบคุม ได้แก่ การเริ่ม Import แบบบ้านหรืออาคารเข้ามาในโปรแกรม ซึ่งจะทำการใส่รายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือดวงไฟต่างๆ โดยจัดเก็บไว้ในรูปแบบของฐานข้อมูล รวมถึงการแสดงผลของโปรแกรม นอกจากนี้ส่วนนี้ยังมีหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน เมื่อมีการใช้งานโดยผู้ใช้สามารถที่จะกำหนดหรือเลือกแบบอาคารหรือบ้านเข้ามาในโปรแกรม จากนั้นก็จะทำการกำหนดตำแหน่งดวงไฟลงไป โดยอาศัยความสามารถของ Visual Basic ในการสร้าง Control ในขณะ Runtime เพื่อใช้เป็นตำแหน่งดวงไฟดังกล่าวและเนื่องจากการที่มีคุณสมบัติเป็น Control จึงทำให้สามารถที่จะจัดเก็บ Properties ต่างๆ สำหรับ Control นั้นๆ ไว้ในฐานข้อมูลเพื่อที่จะสามารถเรียกใช้ใหม่ภายหลังได้ เช่น ตำแหน่งของดวงไฟที่อยู่บนแบบบ้าน ชนิดของดวงไฟว่าเป็นประเภทไหน หรือแม้แต่ระยะเวลาที่จะต้องการให้เปิดหรือปิดไฟ โดยระบบนี้สามารถที่จะกำหนดตำแหน่งโคมไฟภายในบ้านได้เอง และมีข้อมูลที่เป็น Properties ของไฟเหล่านั้นนำไปจัดเก็บอยู่ในรูปของฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นขณะโปรแกรมทำงานได้ และยังสามารถที่จะกำหนดคำช่วยเหลือพิเศษ เพื่อใช้ในการสื่อสารหรือการกำหนดภาพที่ใช้ในการแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผล กำหนดตำแหน่งในการแสดงผล ส่วนเรื่องข้อมูลในระบบนี้จะเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมตำแหน่งของการแสดงผลเมื่อโปรแกรมทำงาน เช่น ตำแหน่งแสดงผลบนหน้าจอ ประเภทอุปกรณ์ที่จะควบคุม ค่าช่องสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า และสถานะของการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ภายในอาคารหรือที่พักอาศัย

- ส่วนการควบคุม

ในส่วนนี้จะเป็นการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลที่ได้มีการกำหนดไว้ โดยทำการส่งและแปลงข้อมูลไปยังแบบบ้านโมเดลจำลองซึ่งมีแผ่นวงจรไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต่อออกจาก Communication Port เพื่อทำการเปิดหรือปิดไฟตามที่ต้องการ ซึ่งในระบบนี้จะเลือกใช้ Serial Port ซึ่งจะมีการกำหนดและสั่งงานผ่านทางโปรแกรมเพื่อที่จะส่งข้อมูลไปยัง Serial Port โดยข้อมูลที่ส่งจะเป็นข้อมูลที่ใช้ในการบอกให้เปิดปิดไฟ เช่น กำหนดตั้งเวลาเปิดไฟในห้องรับแขก เวลา 8.00 น. หรือ ทำการปิดไฟในห้องครัวหลังจากเวลา 20.00 น. เป็นต้น การควบคุมระบบจะเป็นการควบคุมแบบกลุ่มและแบบย่อยในแต่ละตำแหน่งอุปกรณ์ โดยในแบบกลุ่มเราจะกำหนดการควบคุมในลักษณะที่เรียกว่าเป็น Circuit โดยการควบคุมแบบย่อยจะเป็นการควบคุมผ่านทางช่องสัญญาณ ซึ่งการแบ่งการควบคุมดังกล่าวทำให้ระบบนี้สามารถควบคุมได้ทีละกลุ่มของอุปกรณ์ โดยการสั่งงานเพียงหนึ่งครั้ง หรืออุปกรณ์แต่ละชิ้นตามต้องการได้ โดยจะทำการส่งรหัสข้อมูลที่เป็นตัวเลขไปให้โปรแกรมย่อยเพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์

3.5 ความต้องการของระบบ

ในส่วนของความต้องการของระบบนั้นแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ Hardware และส่วน Software ดังนี้

3.5.1 Hardware

- Server : มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า CPU Pentium Celeron 333 MHz RAM 64 MB Hardisk 4.3 GB
- Client : มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า CPU Pentium 166 MHz RAM 32 MB
- Microcontroller : บอร์ดเชื่อมต่อผ่านพอร์ตอนุกรม
- Modem : Internal/External ความเร็วไม่ต่ำกว่า 56 K
- UPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 Software

- Microsoft Windows 98 เป็นระบบปฏิบัติการ
- Microsoft Access 97 ใช้ในการจัดเก็บรายละเอียดข้อมูลและจัดการความถูกต้องความปลอดภัยของข้อมูล
- Microsoft Personal Web Server (PWS) เป็น Web Server ใช้ในการบริการข้อมูลผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
- Microsoft Internet Explorer เป็น Web Browser สำหรับการควบคุมผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
- Microsoft Visual Basic 6.0 เป็นโปรแกรม Front-End ที่ใช้ในการออกแบบจัดการข้อมูลในระบบ

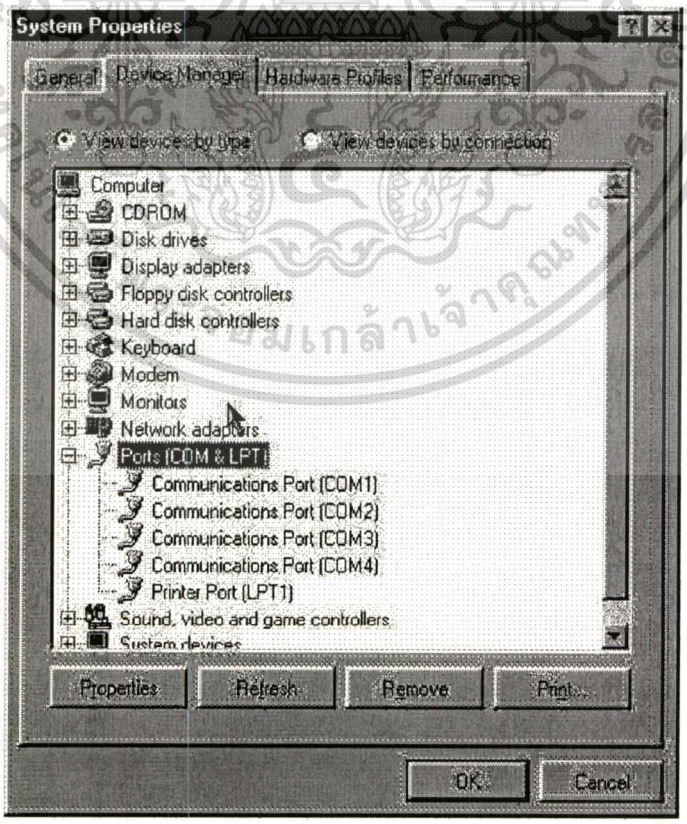
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การพัฒนาระบบงาน

เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบงานแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำเอาสิ่งที่ได้ออกแบบไว้มาพัฒนาเป็นระบบงานจริง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การกำหนดค่าให้กับพอร์ตอนุกรม

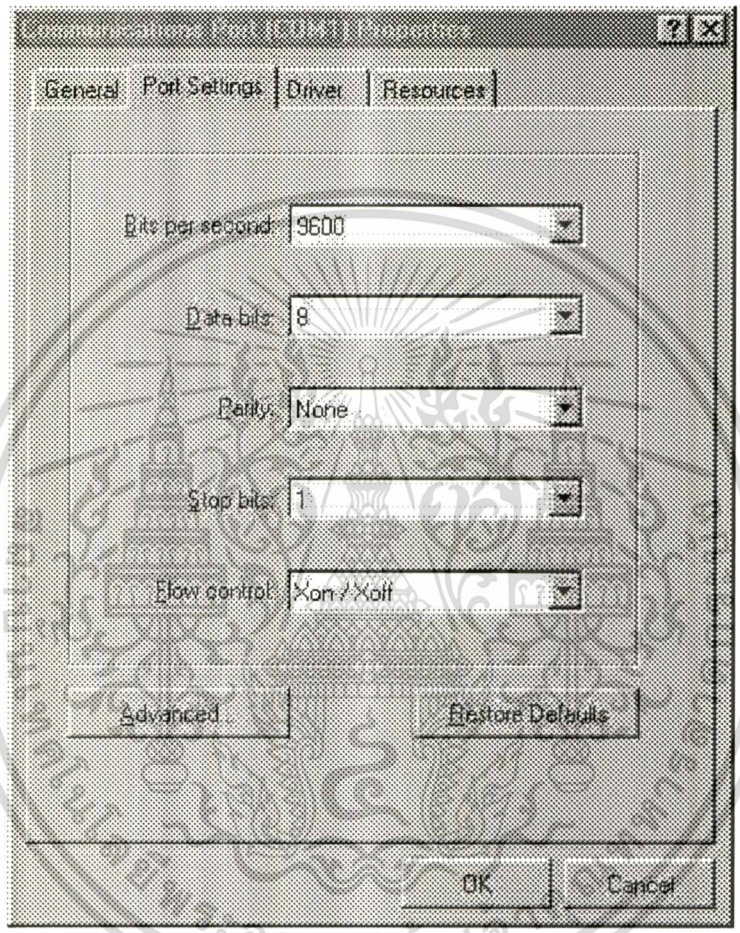
ในการทำงานของระบบนี้จะอาศัยพอร์ตอนุกรมเป็นส่วนสำคัญในการสั่งการจากระบบ เพราะระบบจะส่งรหัสข้อมูลต่างๆ ที่จะใช้ในการควบคุมผ่านทางพอร์ตอนุกรมไปยังอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์เพื่อไปควบคุมดวงไฟต่างๆ ที่อยู่บนแบบโมเดลจำลอง ซึ่งในการกำหนดค่าต่างๆ ให้กับพอร์ตอนุกรมนั้น จะอยู่ในส่วนของ Control Panel ใน System ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การตรวจสอบพอร์ตอนุกรมที่จะใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ได้ตรวจสอบแล้วว่ามีพอร์ตอนุกรมใดที่สามารถใช้งานได้ อย่างเช่นในระบบนี้เลือกพอร์ต COM1 ในการควบคุม ก็ให้ดับเบิลคลิกที่ COM1 เพื่อเข้าไปกำหนดค่าต่างๆ เช่น ความเร็วในการรับส่งข้อมูล , Data Bits , Parity เป็นต้น ดังในรูปที่ 4.2

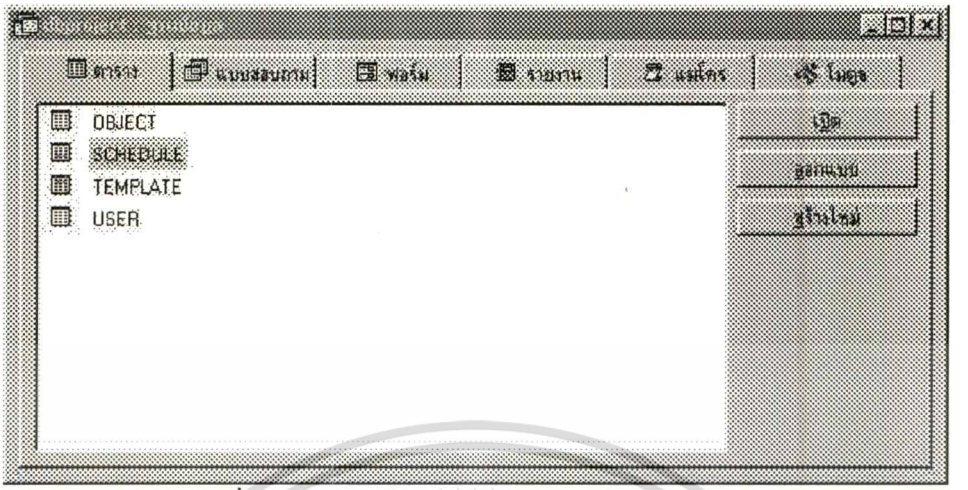


รูปที่ 4.2 การกำหนดค่าของพอร์ตอนุกรม COM1

4.2 การสร้างฐานข้อมูลของระบบ

การสร้างฐานข้อมูลของระบบควบคุมนี้เพื่อเก็บข้อมูลจากการใช้งานต่างๆ ทั้งหมด รวมถึงข้อมูลของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัว โดยในระบบนี้ใช้ Microsoft Access ช่วยในการจัดการด้านฐานข้อมูล ซึ่งจะเก็บแยกรายละเอียดเป็นลักษณะตารางหลายๆ ตาราง โดยมีความสัมพันธ์ต่อกัน ซึ่งในการสร้างฐานข้อมูลระบบนั้น ใช้ Microsoft Access ในการสร้างตารางทั้งหมดดังในรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

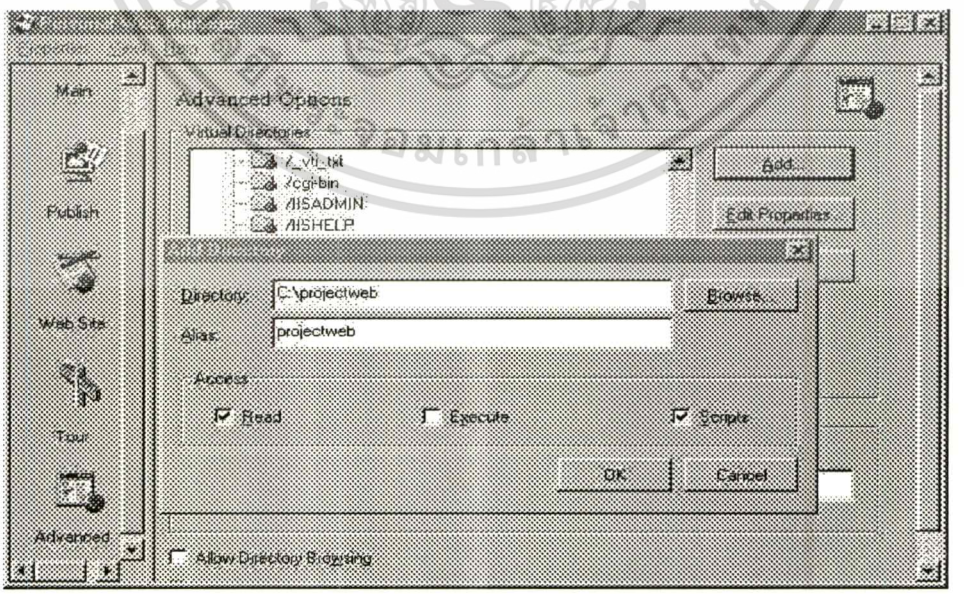


รูปที่ 4.3 การสร้างฐานข้อมูลด้วย Microsoft Access

4.3 การติดตั้งบริการเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server)

เนื่องจากในระบบควบคุมนี้ได้ใช้ระบบปฏิบัติการเป็น Microsoft Windows 98 ดังนั้น ระบบควบคุมบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์นั้นจะต้องมีการติดตั้ง PWS (Personal Web Server) เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมระบบนี้ได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ไม่ว่าจะอยู่ ณ ที่ใดก็ตาม

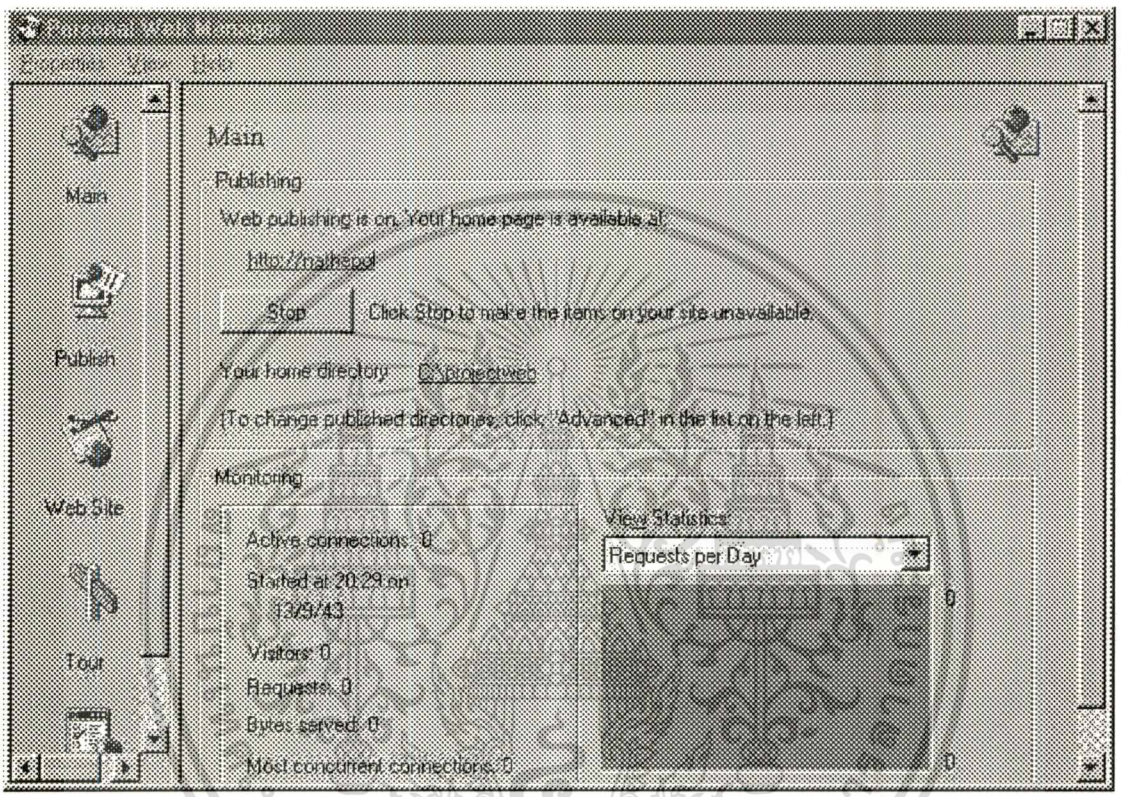
เมื่อได้ทำการติดตั้ง PWS เรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการกำหนดการให้บริการ โดยเข้าไปที่ Personal Web Manager แล้วเลือก Advanced Options ทำการ Add Directory ที่ติดตั้งระบบควบคุมไว้ ดังในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การเพิ่มชื่อไดเร็คทอรี่สำหรับบริการเว็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งหลังจากกำหนดไดเร็คทอรี่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นไปที่ Main ของ Personal Web Manager ทำการ Start เพื่อให้ระบบควบคุมสามารถให้บริการได้โดยสามารถสั่งงานจากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นได้ ซึ่งลักษณะการให้บริการทางเว็บจาก PWS จะมีลักษณะดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 Personal Web Manager ที่พร้อมให้บริการ

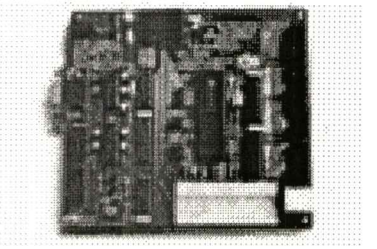
4.4 การติดตั้งอุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์

ในการที่จะไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ภายในอาคารหรือที่พักอาศัยนั้น นอกจากงานทางด้านซอฟแวร์ก็คือ ตัวโปรแกรมที่ได้สร้างขึ้นมาเพื่อที่จะสร้างรหัสข้อมูลต่างๆ ที่จะส่งออกไปทางพอร์ตอนุกรมแล้วนั้น อีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญก็คืองานทางด้านฮาร์ดแวร์ ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงรหัสข้อมูลต่างๆ จากโปรแกรมไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าก็คือ เปิด-ปิด ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับงานด้านอิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงหลักดิจิตอล ซึ่งใช้เวลาในการศึกษาพอสมควร อย่างในระบบควบคุมนี้ จะมีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดต่อไปนี้

- บอร์ดพอร์ตอนุกรมหลัก (Serial Board)

บอร์ดนี้จะเป็นบอร์ดหลักของระบบควบคุมนี้ และเป็นส่วนแรกที่เชื่อมต่อมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.6

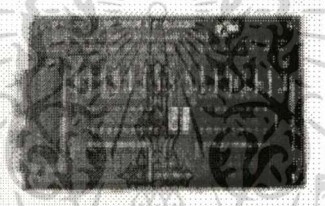
เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ลักษณะของบอร์ดพอร์ตอนุกรมหลัก

- บอร์ด LED มอนิเตอร์

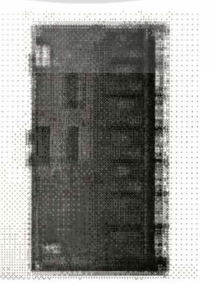
บอร์ดนี้นำมาใช้เฉพาะสำหรับแบบบ้านโมเดลจำลอง เพื่อแสดงให้เห็นถึงการควบคุมจากโปรแกรม ซึ่งมีลักษณะดังรูป 4.7



รูปที่ 4.7 ลักษณะของบอร์ด LED มอนิเตอร์

- บอร์ดขับรีเลย์สวิตช์

เนื่องจากบอร์ด LED มอนิเตอร์นั้นไม่สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจริงๆ ได้ เป็นเพียงบอร์ดทดลองที่แสดงถึงการควบคุมของระบบเท่านั้น ดังนั้น หากจะนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารหรือที่พักอาศัยจริงๆ จะต้องใช้บอร์ดขับรีเลย์สวิตช์ ซึ่งบอร์ดนี้จะมีหน้าตัดการทำงานที่ 220 V ซึ่งทำให้เราสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.8

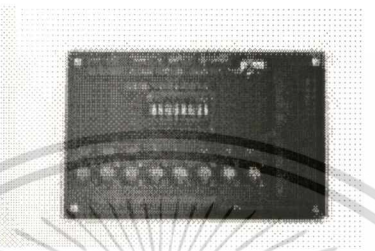


รูปที่ 4.8 ลักษณะของบอร์ดรีเลย์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **บอร์ดสวิตช์อินพุต**

บอร์ดนี้นำมาใช้ในการแสดงถึงการรับข้อมูลอินพุตจากภายนอก เมื่อสถานะของบอร์ดนี้เปลี่ยนแปลงก็จะส่งสัญญาณข้อมูลไปยังตัวระบบควบคุม ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบรักษาความปลอดภัยภายในอาคารหรือที่พักอาศัยได้ ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ลักษณะของบอร์ดสวิตช์อินพุต

4.5 การสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

เป็นการสร้างส่วนการติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งจะเป็นแบบฟอร์มในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้ใช้งานระบบควบคุมนี้ ซึ่งในส่วนการติดต่อกับผู้ใช้นี้สร้างโดยใช้โปรแกรม Visual Basic เวอร์ชั่น 6.0 ในการพัฒนาระบบควบคุม และในส่วนของสร้างเว็บแอพพลิเคชั่นของระบบควบคุมนี้ก็ได้ใช้ความสามารถของ Visual Basic ด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งสามารถสร้างแบบฟอร์มที่ใช้ในการรับข้อมูลและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้หลากหลายรูปแบบ นอกจากนี้ยังเชื่อมกับระบบฐานข้อมูลของ Microsoft Access ด้วย เนื่องจากในการควบคุมจะต้องติดต่อกับฐานข้อมูลด้วย ซึ่งแบบฟอร์มที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้มี 2 ส่วนหลักคือ

1. ส่วนควบคุมหลักที่ตัว Server
2. ส่วนควบคุมผ่านทางเว็บบราวเซอร์

โดยในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

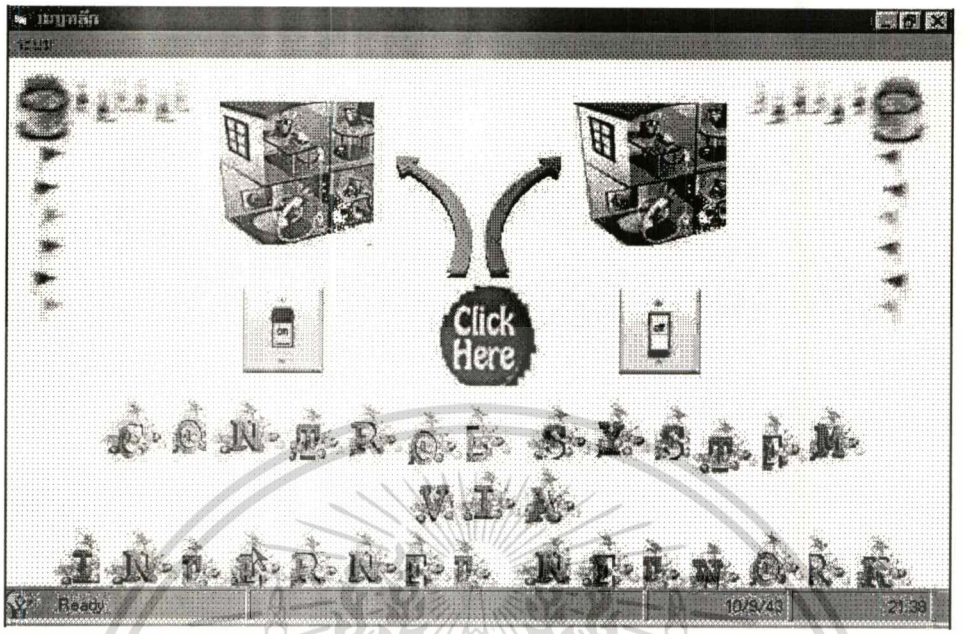
4.5.1 ส่วนควบคุมหลักที่ตัว Server

ในส่วนนี้จะเป็นหน้าจอที่สร้างให้ผู้ใช้งานใช้ที่ตัว Server เช่น ส่วนการติดตั้งระบบ , ส่วนการนำเข้าแบบแปลน รวมถึงการกำหนดค่าให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะควบคุม เป็นต้น ซึ่งมีหน้าจอที่เกี่ยวข้องดังนี้

- **ส่วนหน้าจอหลักของระบบ**

เป็นหน้าจอแรกของการเข้าสู่ระบบควบคุม ดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างหน้าจอหลักของระบบ

- ส่วนการ Login เข้าสู่ระบบ

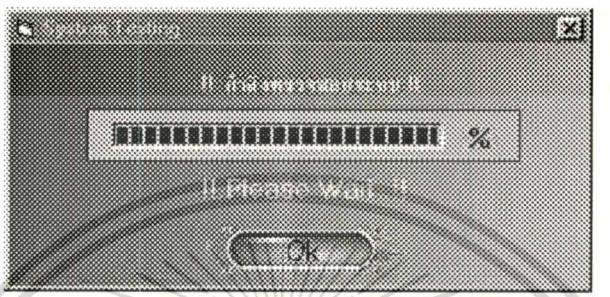
ในส่วนนี้จะเป็นส่วนในด้านความปลอดภัยของระบบ เพื่อป้องกันผู้ที่ไม่มีสิทธิ์ในการใช้งานเข้ามาใช้ระบบนี้ ซึ่งส่วนนี้จะเป็นการให้ผู้ใช้งานใส่ Username และ Password ซึ่งตัวผู้ติดตั้งระบบจะทราบในการ Login เข้าสู่ระบบ มีลักษณะดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างหน้าจอ Login เข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนการทดสอบระบบ

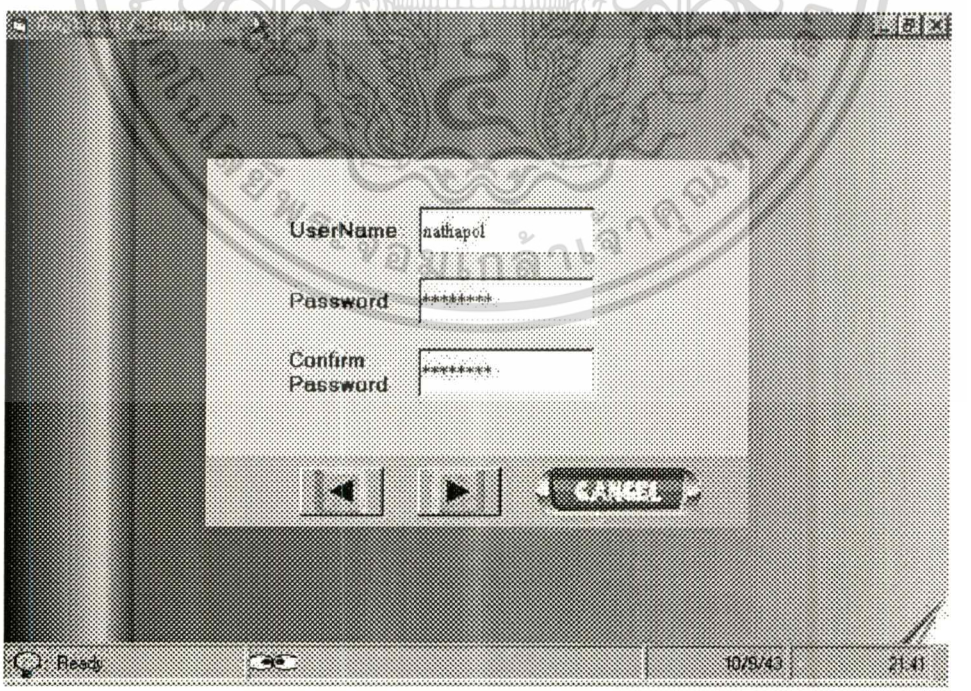
ในส่วนนี้ระบบจะทำการตรวจสอบว่ามีการเปิดพอร์ตอนุกรมเพื่อให้สามารถส่งข้อมูลออกไปควบคุมหรือยัง ถ้ายังไม่เปิดระบบก็จะทำการเปิดพอร์ตให้โดยอัตโนมัติ มีลักษณะดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ตัวอย่างหน้าจอตรวจสอบระบบ

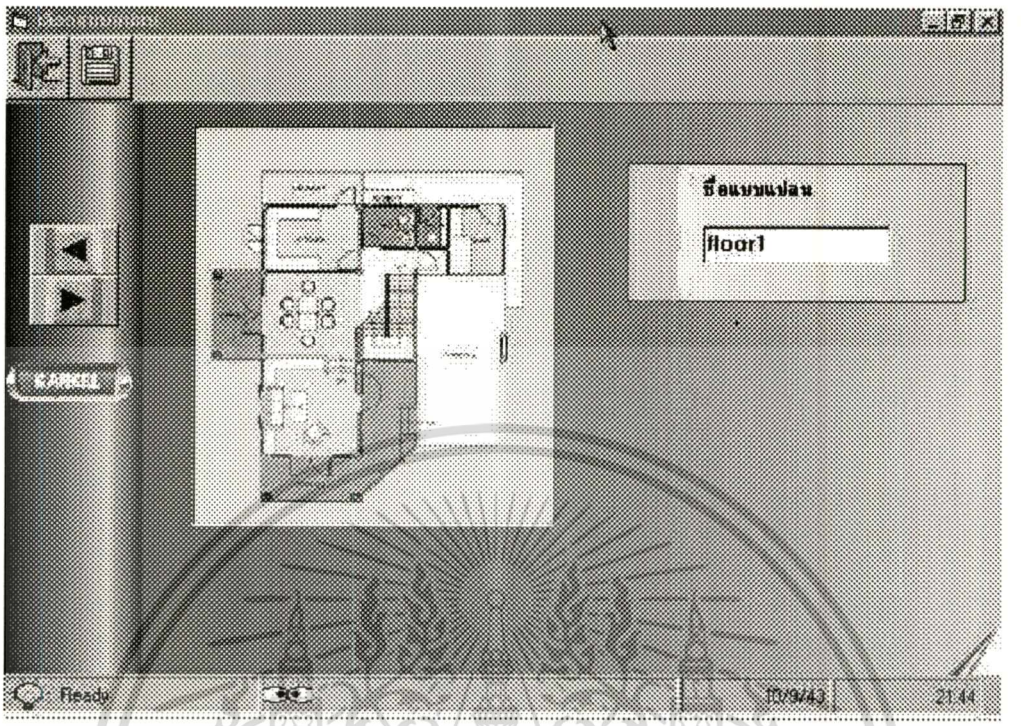
- ส่วนการติดตั้งระบบ

หลังจากที่ได้ทดสอบระบบเรียบร้อยแล้ว ก็จะต้องมาทำการติดตั้งระบบ ซึ่งจะเป็นการกำหนดใส่รายละเอียดข้อมูลซึ่งจะมีหลายหน้าจอในการทำงาน ดังรูปที่ 4.13 , 4.14 , 4.15 และ 4.16

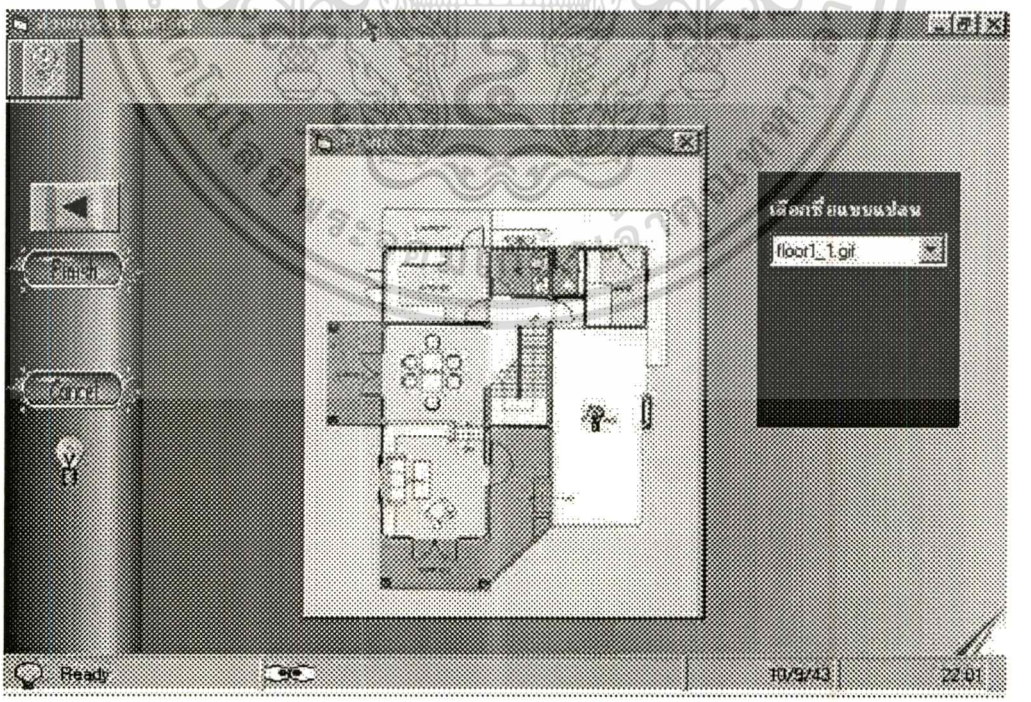


รูปที่ 4.13 ตัวอย่างหน้าจอกำหนดชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

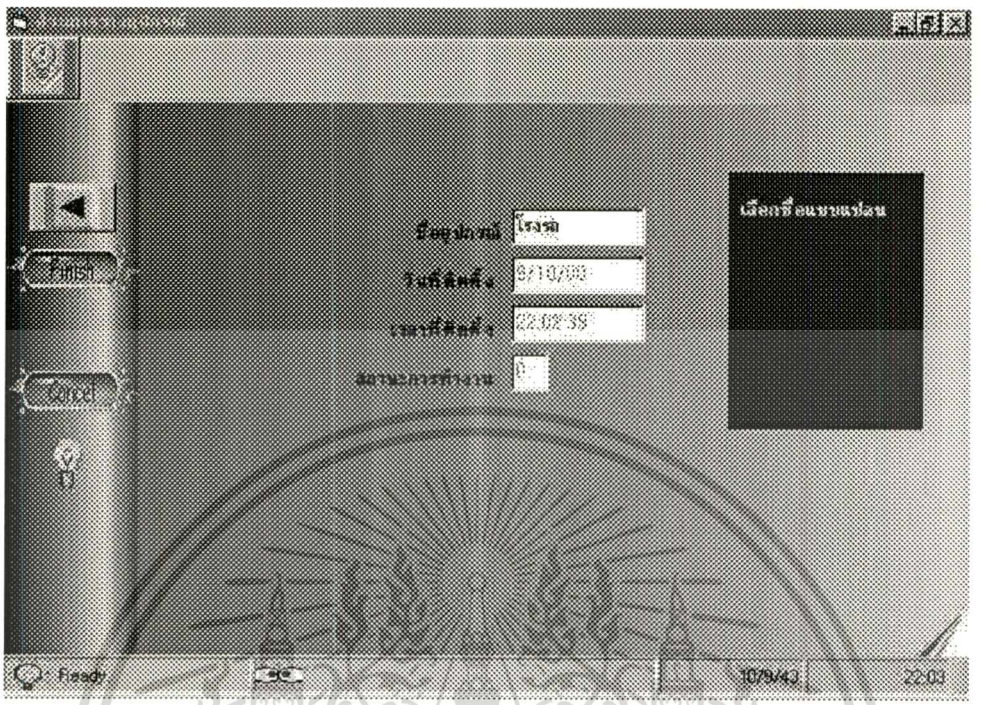


รูปที่ 4.14 ตัวอย่างหน้าจอการนำแบบแปลนเข้าสู่ระบบ



รูปที่ 4.15 ตัวอย่างหน้าจอการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

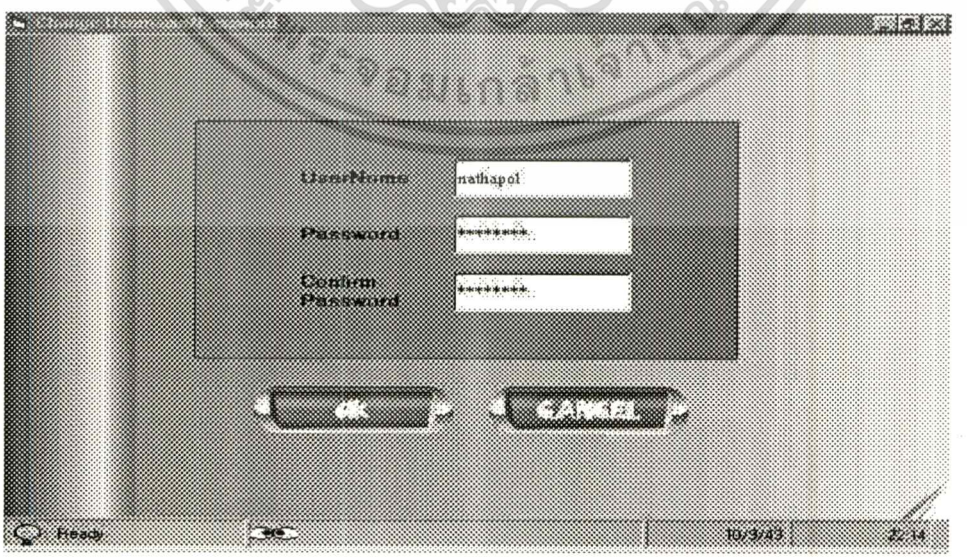
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ตัวอย่างหน้าจอการกำหนดรายละเอียดของอุปกรณ์

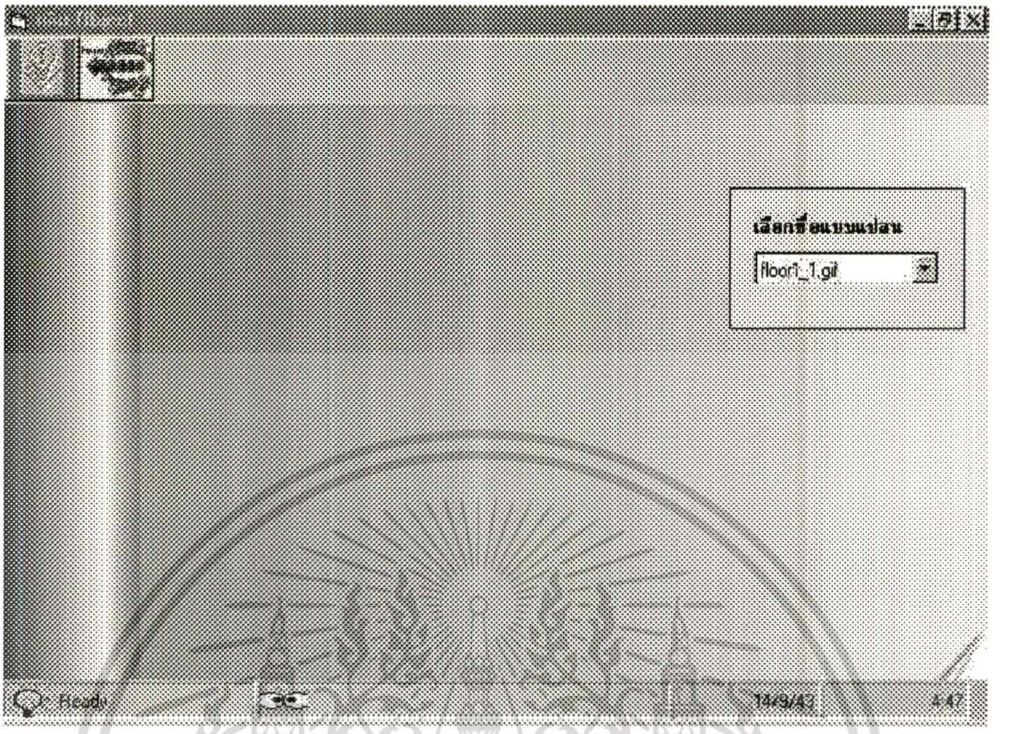
- ส่วน Admin

ส่วนนี้จะเป็นส่วนสำหรับผู้ติดตั้งระบบใช้งาน ซึ่งจะเป็นส่วนหน้าจอที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขระบบควบคุม ดังรูปที่ 4.17 , 4.18 , 4.19 และ 4.20

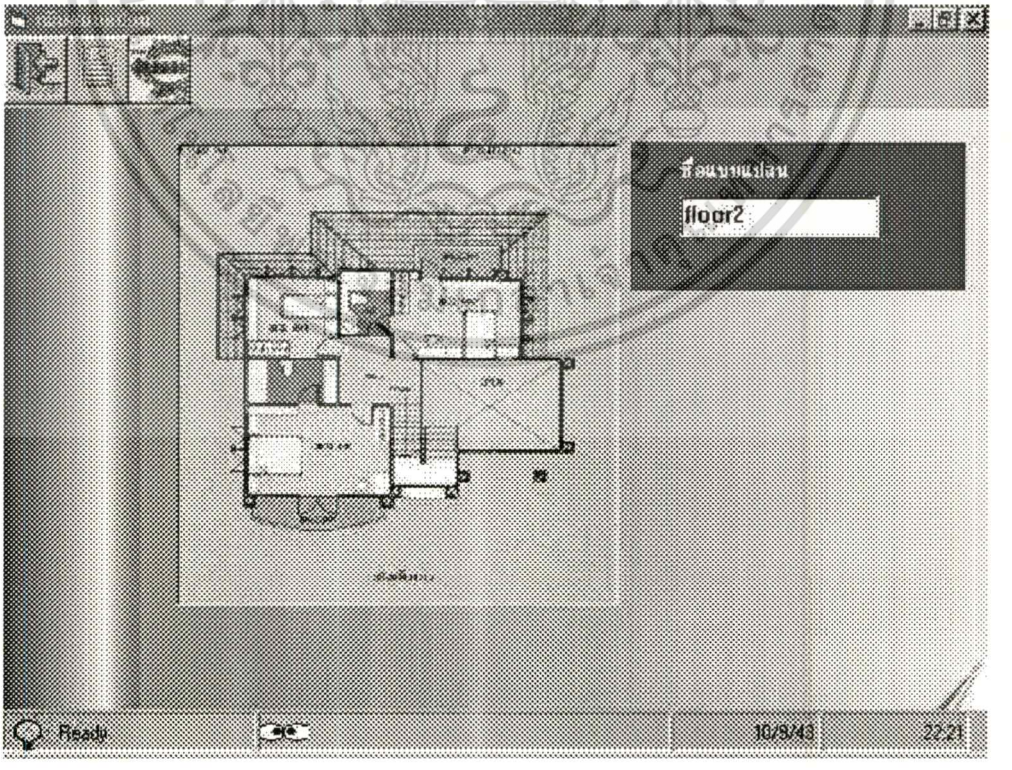


รูปที่ 4.17 ตัวอย่างหน้าจอเปลี่ยนแปลงชื่อผู้งานและรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

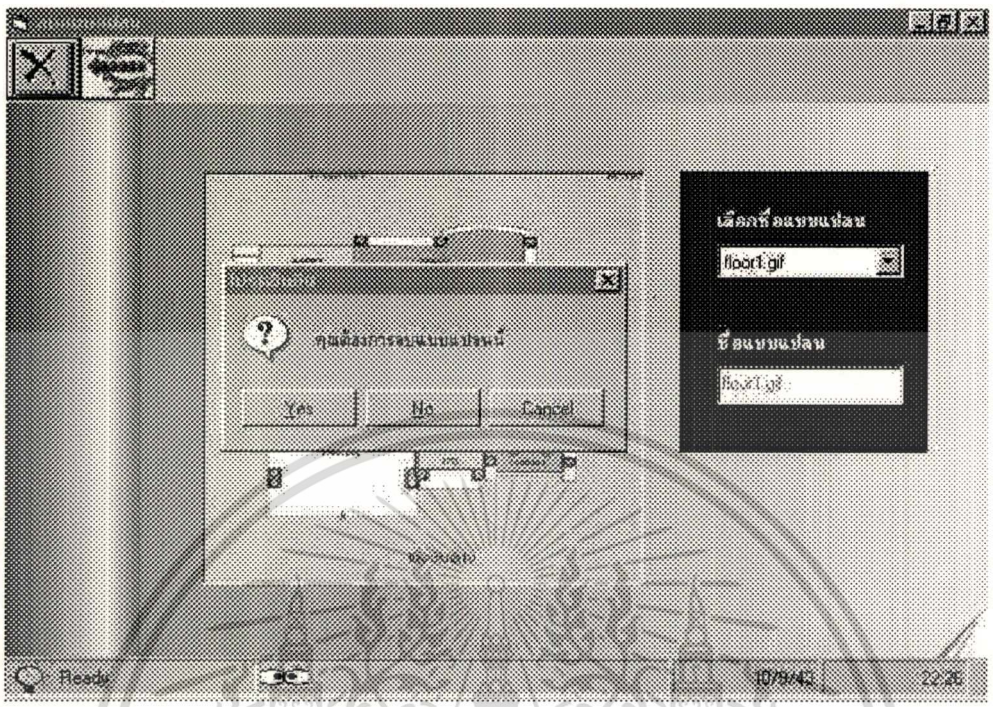


รูปที่ 4.18 ตัวอย่างหน้าจอเพิ่มอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 4.19 ตัวอย่างหน้าจอการเพิ่มแบบแปลน

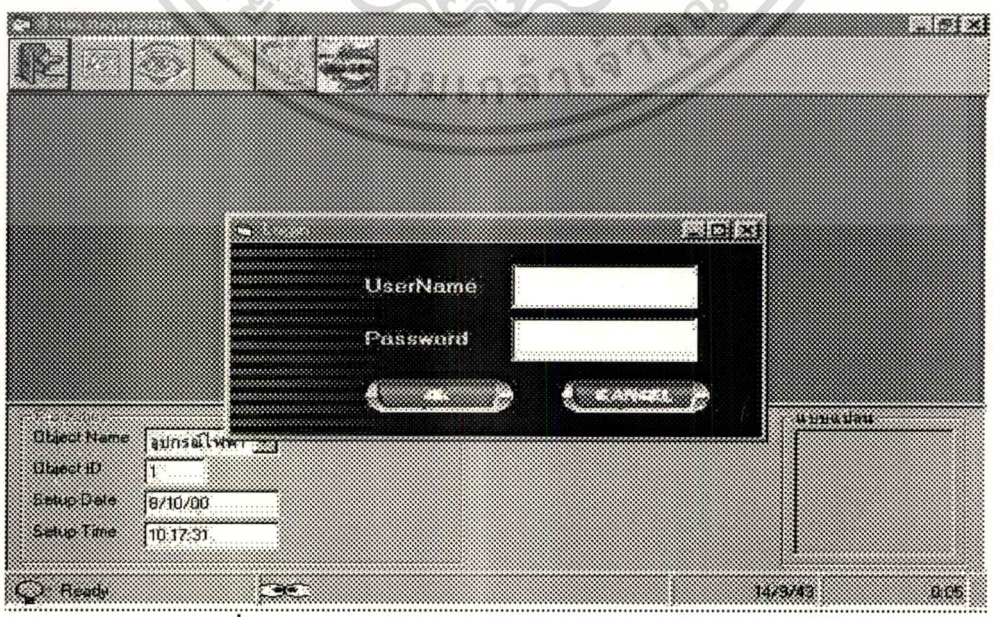
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 ตัวอย่างหน้าจอการลบแบบแปลน

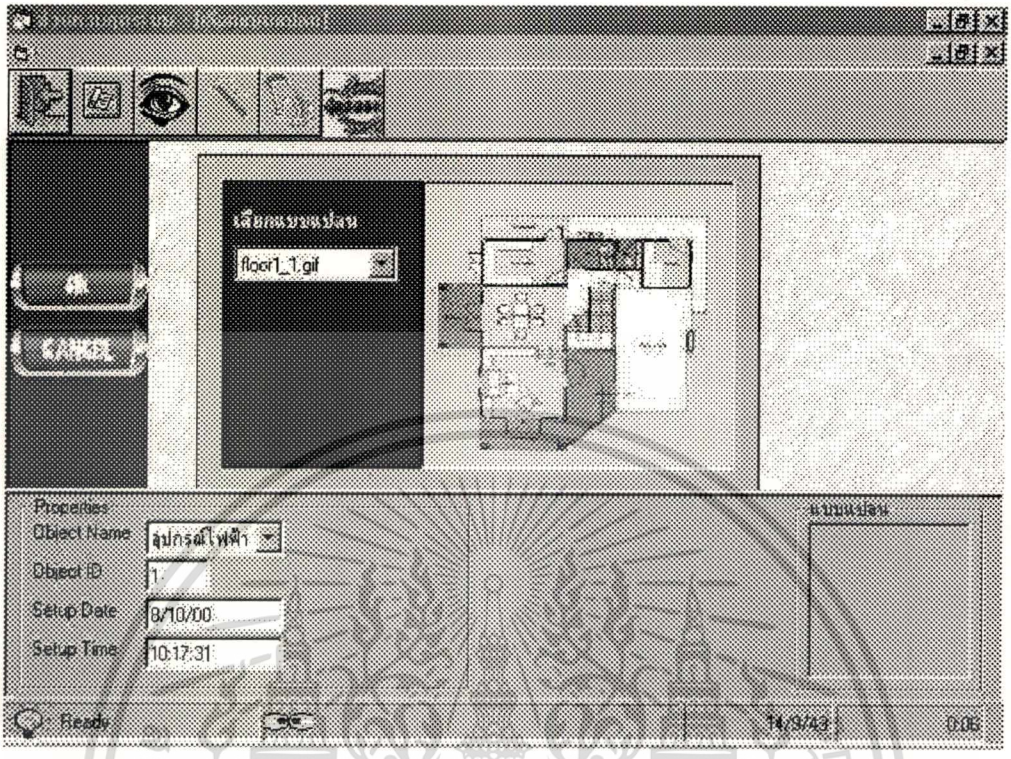
- ส่วนระบบควบคุมหลัก

หลังจากที่ได้กำหนดรายละเอียดอุปกรณ์ทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ในส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งและเป็นส่วนหลักในการควบคุมระบบนี้ ซึ่งมีหน้าจอดังรูปที่ 4.21 , 4.22 และ 4.23

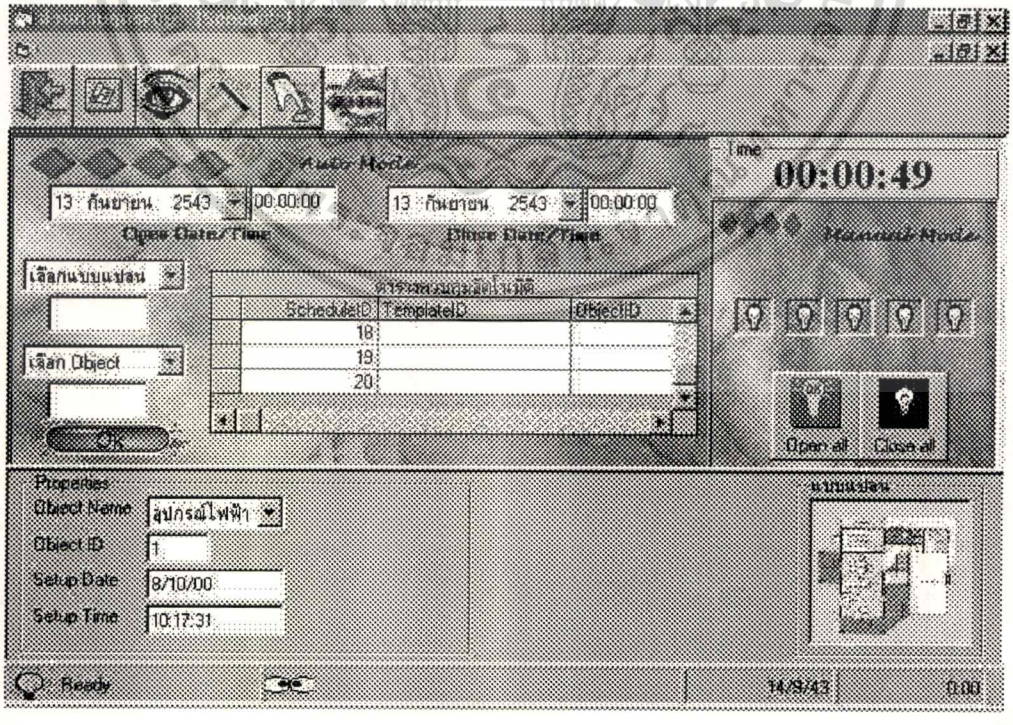


รูปที่ 4.21 ตัวอย่างหน้าจอหลักในส่วนควบคุมระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ตัวอย่างหน้าจอเปิดไฟล์แบบแปลนที่จะควบคุม

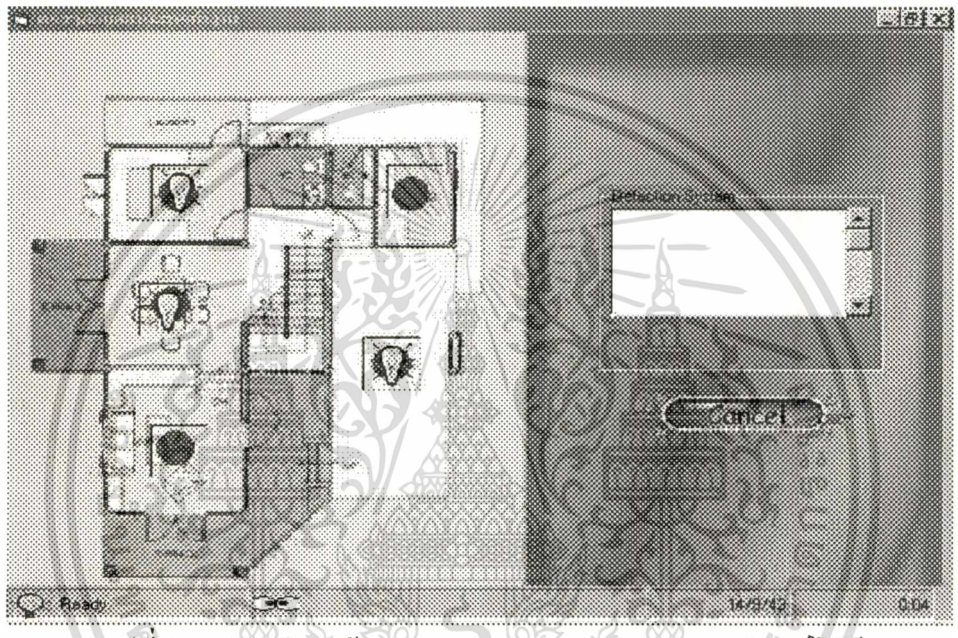


รูปที่ 4.23 ตัวอย่างหน้าจอควบคุมทั้งแบบ Auto Mode และ Manual Mode

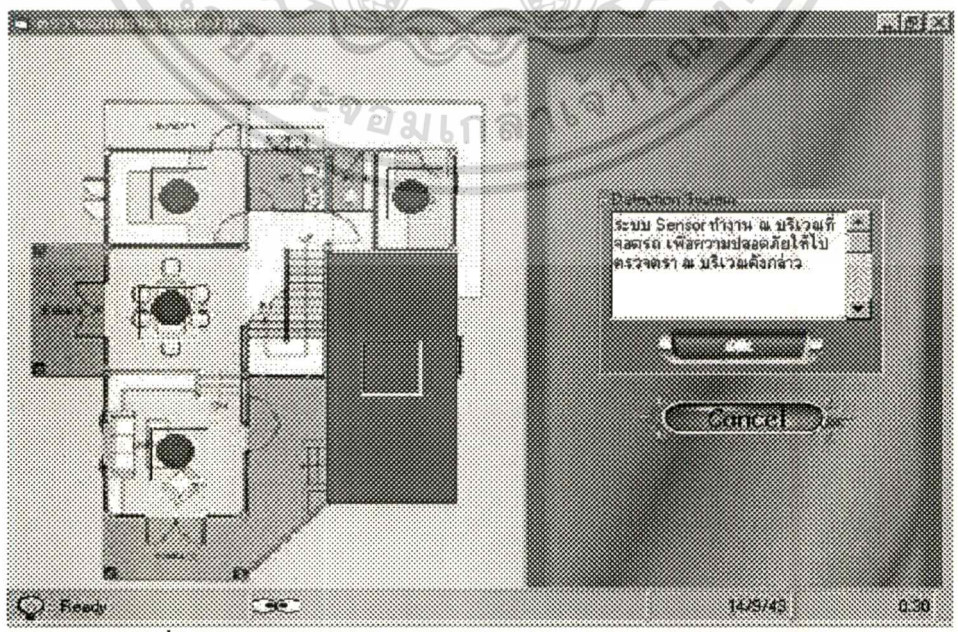
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนการตรวจสอบสถานะการทำงานและระบบเตือนภัย

ในส่วนนี้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้ เช่น มีไฟดวงใดเปิดหรือปิดอยู่บ้าง เป็นต้น รวมถึงระบบเตือนภัยซึ่งจะส่งสัญญาณเสียงที่เครื่อง Server พร้อมทั้งรายงานตำแหน่งที่ Sensor Switch ทำงานไปยังหน้าจอให้ผู้ใช้งานได้ทราบ ดังในรูปที่ 4.24 และรูปที่ 4.25 ตามลำดับ



รูปที่ 4.24 ตัวอย่างหน้าจอแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

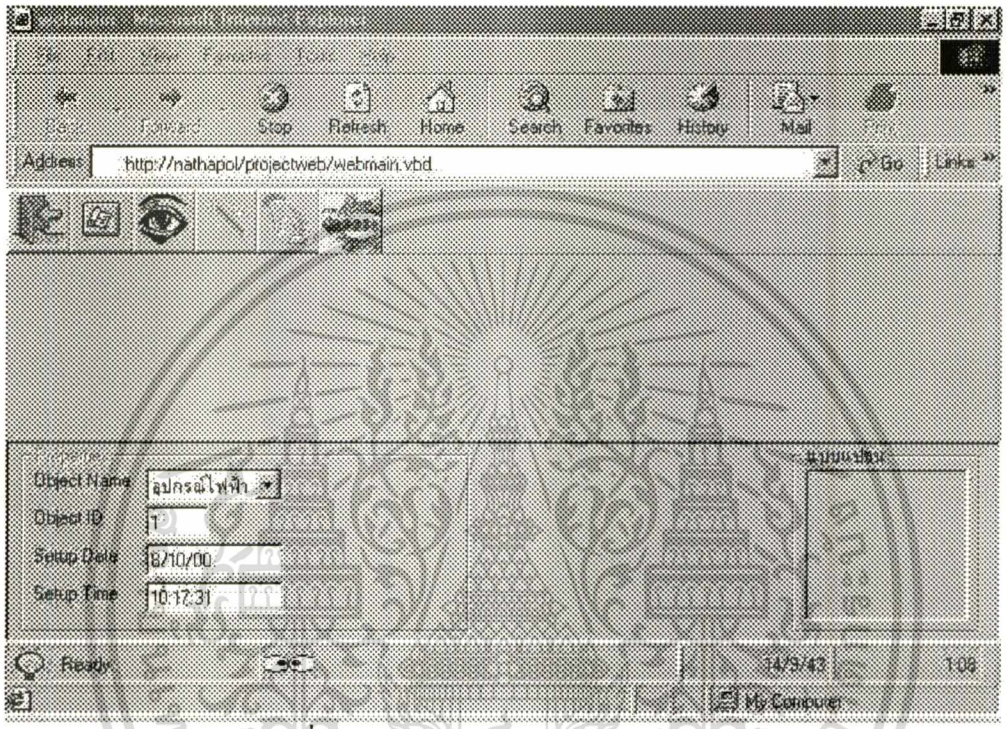


รูปที่ 4.25 ตัวอย่างหน้าจอแสดงการทำงานของระบบเตือนภัย

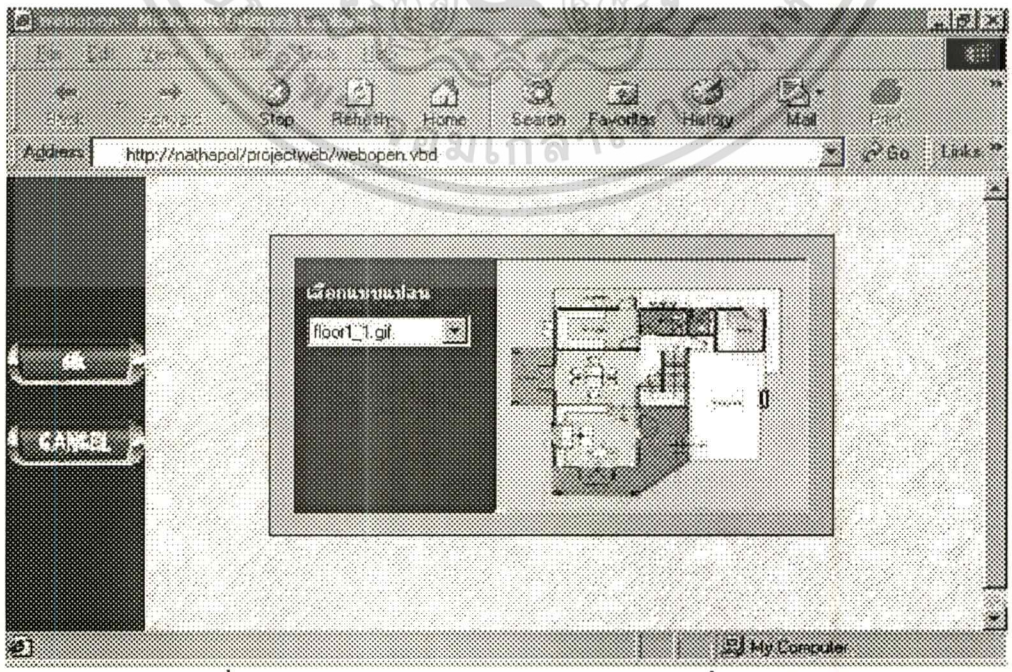
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ส่วนควบคุมผ่านทางเว็บบราวเซอร์

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานสามารถควบคุมได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ไม่ว่าจะอยู่ ณ ที่ใดก็ตาม ซึ่งมีหน้าจอดังรูปที่ 4.26 , 4.27 , 4.28 และ 4.29

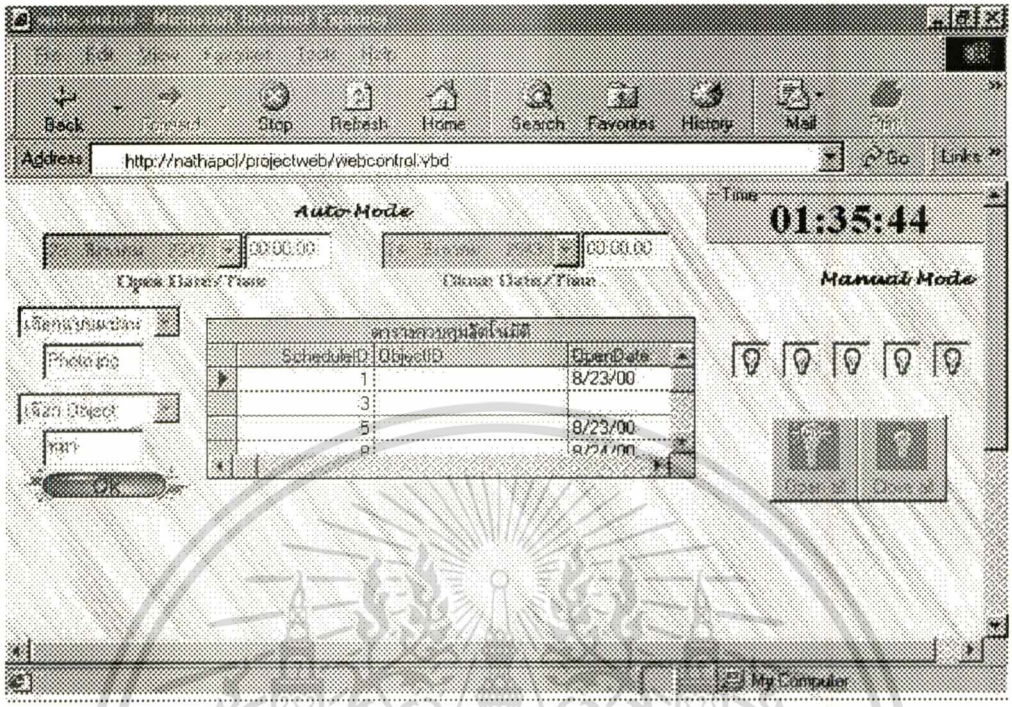


รูปที่ 4.26 ตัวอย่างหน้าจอเว็บเพจเมนูหลัก

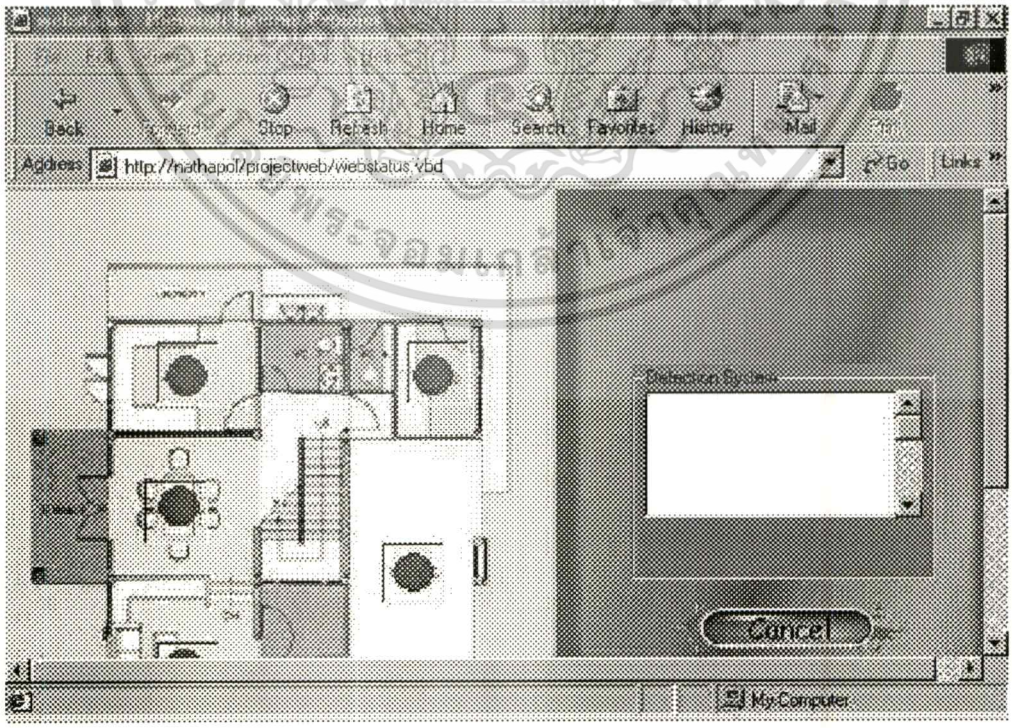


รูปที่ 4.27 ตัวอย่างเว็บเพจเปิดไฟล์แบบแปลนที่จะควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 ตัวอย่างเว็บเพจควบคุมระบบ



รูปที่ 4.29 ตัวอย่างเว็บเพจตรวจสอบสถานะการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการพัฒนาระบบ

- ส่วนจัดการในด้านแบบแปลน

เป็นขั้นตอนแรกในระบบงาน โดยจะต้องนำแบบแปลนที่พักอาศัยหรืออาคารจริง นำไปสแกนเพื่อให้ได้เป็นไฟล์รูปภาพ เพื่อนำเข้าไปในระบบงาน ซึ่งในระบบงานนี้ โดยส่วนใหญ่จะอ้างถึงแบบแปลนเป็นหลัก เพื่อให้เห็นถึงตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้อย่างชัดเจน

- ส่วนจัดการอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์

ในส่วนนี้ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานจะนำไปควบคุมอุปกรณ์ประเภทใด ซึ่งอุปกรณ์นี้จะต้องต่อพ่วงกัน โดยเริ่มจากบอร์ดหลักพอร์ตอนุกรม (S-Board) จากนั้นก็ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งาน เช่น ถ้าจะใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าก็จะต้องใช้บอร์ด Relay Switch เป็นต้น ซึ่งจะต้องทำการเชื่อมต่อโดยตรงกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องวางระบบการติดตั้งเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า เพราะจะมีผลต่อการติดตั้งระบบของโปรแกรมดังกล่าวนี้ อาจจะวาดเป็นแผนภาพว่าอุปกรณ์ตัวใดต่ออยู่กับ Relay Switch ตัวใด เป็นต้น

- ส่วนการนำเข้าข้อมูลและจัดการข้อมูล

ในส่วนนี้ผู้ใช้งานจะต้องกำหนดข้อมูลต่างๆ เช่น การ Import แบบแปลนเข้ามาในระบบ , การตั้งชื่อแบบแปลนหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกเก็บลงไว้ในฐานข้อมูลของระบบ

- ส่วนการควบคุมระบบ

เป็นส่วนหลักของระบบนี้ ซึ่งถ้าผู้ใช้งานกำหนดข้อมูลต่างๆ ถูกต้อง รวมถึงการวางอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ให้ตรงกับแผนผังที่ผู้ใช้งานได้ออกแบบไว้ ก็จะทำให้ระบบงานนี้ทำงานได้ถูกต้อง นอกจากนี้ระบบนี้ในส่วนการควบคุมนั้นสามารถควบคุมได้จากเครื่อง Server หลักที่ต่ออยู่กับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ได้ หรือจะควบคุมผ่านทางอินเตอร์เน็ตได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ระบบนี้มีประสิทธิภาพน่าใช้งานมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

- ปัญหาในด้านไฟฟ้า

ในระบบดังกล่าวนี้เป็นการต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยตรง ฉะนั้นบางครั้งอาจเกิดปัญหาไฟดับ ซึ่งจะทำให้ระบบนี้ไม่สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้

<u>แนวทางแก้ไข</u> ควรจะติดตั้งระบบสำรองไฟหรือ UPS ให้กับทั้งตัว Server เองและตัวอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ดังกล่าว ซึ่งจะต้องใช้ไฟเลี้ยง DC 12 V เลี้ยงตลอดเวลา ซึ่งทั้งสองส่วนนี้จะต้องต่ออยู่กับ UPS ที่ได้มาตรฐาน

- ปัญหาของตัวอุปกรณ์ไฟฟ้า

ในบางครั้ง ถ้าหากอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ อาจเกิดหมดอายุหรือหลอดขาด ในระบบนี้เราจะไม่ทราบได้ว่าอุปกรณ์ตัวใดมีปัญหาเกิดขึ้น อาจมีผลต่อการควบคุมได้

<u>แนวทางแก้ไข</u> จริงๆ แล้วในระบบดังกล่าวก็ได้มีการบันทึกข้อมูลวันที่ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ไว้โดยอัตโนมัติ ฉะนั้น ก็อาจจะพอประมาณได้ถึงอายุการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละตัวได้ หรือไม่ผู้ใช้งานเองก็ควรจะคอยหมั่นตรวจตราดูสภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ อยู่เสมอ

- ปัญหาทางด้านการควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต

ในการควบคุมทางอินเตอร์เน็ตนั้น เราจะไม่สามารถทราบได้เลยว่า การที่เราสั่งควบคุมการปิด-เปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าไปแล้ว ทางปลายทางนั้นจะทำงานได้จริงตามที่เราสั่งการหรือไม่ เพราะเครื่องที่เราสั่งการทางอินเตอร์เน็ตนี้ ไม่ได้เป็นเครื่องที่ต่ออยู่กับระบบโดยตรง

<u>แนวทางแก้ไข</u> โดยปกติแล้ว เราจะตั้งสมมติฐานไว้ก่อนว่าระบบเราจะสามารถควบคุมสั่งการได้จริง ถ้าส่วนเกี่ยวข้องไม่เกิดปัญหา เช่น ตัว Server , อุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ รวมถึง ระบบการติดต่อสื่อสารทางอินเตอร์เน็ตต่างๆ เป็นต้น

- ปัญหาเรื่องมาตรฐานและการแสดงผลของ Browser

เนื่องจากในการออกแบบได้อิงกับ Internet Explorer ทำให้เมื่อนำมาแสดงผลกับ Browser ตัวอื่นๆ อาจทำให้หน้าจอผิดเพี้ยนไปบ้าง โดยเฉพาะการออกแบบจะใช้ Tools ของ Microsoft คือ Visual Basic ซึ่ง Browser ตัวอื่นอาจไม่สามารถแสดงผลได้

<u>แนวทางแก้ไข</u> เนื่องจากเป็นข้อจำกัดของระบบนี้ที่จะต้องใช้ Browser ของ Microsoft คือ Internet Explorer เท่านั้น ดังนั้น จึงควรติดตั้ง Microsoft Internet Explorer เวอร์ชั่น 5.0 ขึ้นไป หรือถ้าจะควบคุมจากที่อื่น ก็ควรตรวจดูก่อนว่าได้ติดตั้ง Internet Explorer ไว้เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤษฎา ใจเย็น และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2541. **การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม.** กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ จำลอง ครูอุตสาหะ. 2542. **Visual Basic 6 ฉบับโปรแกรมเมอร์.** กรุงเทพฯ : ไทยเจริญการพิมพ์.

ธวัชชัย นิยมปิยพจน์ และ จิตติ อภิบุญ. 2542. "บ้านนี้ VB คุม." **วารสารไมโครคอมพิวเตอร์. ฉบับที่** 164 (มีนาคม 2542) : 161-163.

ปราโมทย์ พลังสันติกุล. 2542. "การเขียนโปรแกรมติดต่อ I/O Port." **วารสารไมโครคอมพิวเตอร์. ฉบับที่** 162 (มกราคม 2542) : 140-144.

สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร. 2542. **Internet Programming ด้วย Visual Basic 6.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อินโฟเพรส.

George Hanover. 1989. "Networking the intelligent home." **IEEE Spectrum.** Oct 1989 : pp.48-49.

Hardware PC Web. 1999. "Pc Interface." [Online]. Available : http://www.doc.eng.cmu.ac.th/~pas/

Intelligent Building-. 1999. "Home Control." [Online]. Available : http://www.mangroup.co.th/html/magazines/cr/0165/cr0007.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
รายละเอียดอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HARRIS SEMICONDUCTOR

ICL232

+5V Powered Dual RS-232 Transmitter/Receiver

December 1993

Features

- Meets All RS-232C Specifications
- Requires Only Single +5V Power Supply
- Onboard Voltage Doubler/Inverter
- Low Power Consumption
- 2 Drivers
  - ±9V Output Swing for +5V Input
  - 300Ω Power-off Source Impedance
  - Output Current Limiting
  - TTL/CMOS Compatible
  - 30V/µs Maximum Slew Rate
- 2 Receivers
  - ±30V Input Voltage Range
  - 3kΩ to 7kΩ Input Impedance
  - 0.5V Hysteresis to Improve Noise Rejection
- All Critical Parameters are Guaranteed Over the Entire Commercial, Industrial and Military Temperature Ranges

Applications

- Any System Requiring RS-232 Communications Port
  - Computer - Portable and Mainframe
  - Peripheral - Printers and Terminals
  - Portable Instrumentation
  - Modems
  - Dataloggers

Description

The ICL232 is a dual RS-232 transmitter/receiver interface circuit that meets all EIA RS-232C specifications. It requires a single +5V power supply, and features two onboard charge pump voltage converters which generate +10V and -10V supplies from the 5V supply.

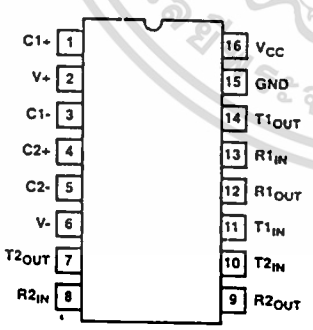
The drivers feature true TTL/CMOS input compatibility, slew-rate-limited output, and 300Ω power-off source impedance. The receivers can handle up to +30V, and have a 3kΩ to 7kΩ input impedance. The receivers also have hysteresis to improve noise rejection.

Ordering Information

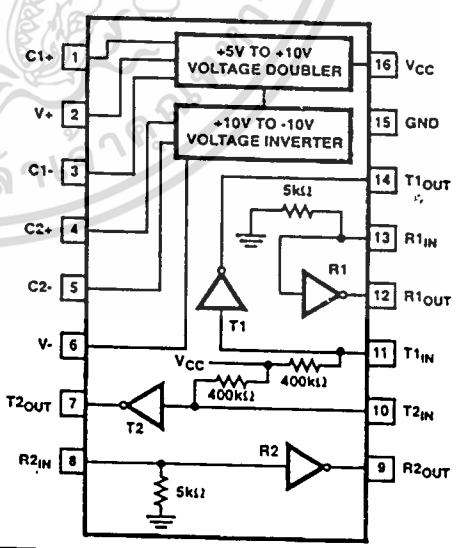
PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE
ICL232CPE	0°C to +70°C	16 Lead Plastic DIP
ICL232CJE	0°C to +70°C	16 Lead Ceramic DIP
ICL232CBE	0°C to +70°C	16 Lead SOIC (W)
ICL232IPE	-40°C to +85°C	16 Lead Plastic DIP
ICL232IJE	-40°C to +85°C	16 Lead Ceramic DIP
ICL232IBE	-40°C to +85°C	16 Lead SOIC (W)
ICL232MJE	-55°C to + 125°C	16 Lead Ceramic DIP

Pinouts

ICL232
(PDIP, CDIP, SOIC)
TOP VIEW



Functional Diagram



CAUTION. These devices are sensitive to electrostatic discharge. Users should follow proper I.C. Handling Procedures.

Copyright © Harris Corporation 1993

File Number 3020.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications ICL232

Absolute Maximum Ratings

V_{CC} to Ground ..... (GND -0.3V) <V_{CC} < 6V
V+ to Ground ..... (V_{CC} -0.3V) <V+ < 12V
V- to Ground ..... -12V < V- < (GND +0.3V)
Input Voltages
$T1_{IN}$, $T2_{IN}$ ..... (V- -0.3V) < V_{IN} < (V+ +0.3V)
$R1_{IN}$, $R2_{IN}$ ..... ±30V
Output Voltages
$T1_{OUT}$, $T2_{OUT}$ ..... (V- -0.3V) < V_{TXOUT} < (V+ +0.3V)
$R1_{OUT}$, $R2_{OUT}$ ..... (GND -0.3V) < V_{RXOUT} < (V_{CC} +0.3V)
Short Circuit Duration
$T1_{OUT}$, $T2_{OUT}$ ..... Continuous
$R1_{OUT}$, $R2_{OUT}$ ..... Continuous
Storage Temperature Range ..... -65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering 10s) ..... +300°C

Thermal Information

Thermal Resistance	θ_{JA}	θ_{JC}
Ceramic DIP Package	80°C/W	24°C/W
Plastic DIP Package	100°C/W	-
SOIC Package	100°C/W	-

Maximum Power Dissipation 250mW
Operating Temperature Range
ICL232C ..... 0°C to -70°C
ICL232I ..... -40°C to -85°C
ICL232M ..... -55°C to -125°C

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

Electrical Specifications

Test Conditions: V_{CC} = +5V ±10%, T_A = Operating Temperature Range, Test Circuit as in Figure 8 Unless Otherwise Specified

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LIMITS MIN	LIMITS TYP	LIMITS MAX	UNITS
Transmitter Output Voltage Swing, T_{OUT}	$T1_{OUT}$ and $T2_{OUT}$ loaded with 3kΩ to Ground	±5	±9	±10	V
Power Supply Current, I_{CC}	Outputs Unloaded, T_A = +25°C	-	5	10	mA
T_{IN}, Input Logic Low, V_{IL}		-	-	0.8	V
T_{IN}, Input Logic High, V_{IH}		2.0	-	-	V
Logic Pullup Current, I_P	$T1_{IN}$, $T2_{IN}$ = 0V	-	15	200	µA
RS-232 Input Voltage Range, V_{IN}		-30	-	+30	V
Receiver Input Impedance, R_{IN}	V_{IN} = ±3V	3.0	5.0	7.0	kΩ
Receiver Input Low Threshold, V_{IN} (H-L)	V_{CC} = 5.0V, T_A = +25°C	0.8	1.2	-	V
Receiver Input High Threshold, V_{IN} (L-H)	V_{CC} = 5.0V, T_A = +25°C	-	1.7	2.4	V
Receiver Input Hysteresis, V_{HYST}		0.2	0.5	1.0	V
TTL/CMOS Receiver Output Voltage Low, V_{OL}	I_{OUT} = 3.2mA	-	0.1	0.4	V
TTL/CMOS Receiver Output Voltage High, V_{OH}	I_{OUT} = -1.0mA	3.5	4.6	-	V
Propagation Delay, t_{PD}	RS-232 to TTL	-	0.5	-	µs
Instantaneous Slew Rate, SR	C_L = 10pF, R_L = 3kΩ, T_A = +25°C (Notes 1, 2)	-	-	30	V/µs
Transition Region Slew Rate, SR_T	R_L = 3kΩ, C_L = 2500pF Measured from +3V to -3V or -3V to +3V	-	3	-	V/µs
Output Resistance, R_{OUT}	V_{CC} = V+ = V- = 0V, V_{OUT} = ±2V	300	-	-	Ω
RS-232 Output Short Circuit Current, I_{SC}	$T1_{OUT}$ or $T2_{OUT}$ shorted to GND	-	±10	-	mA

NOTES:

1. Guaranteed by design.
2. See Figure 4 for definition.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Curves

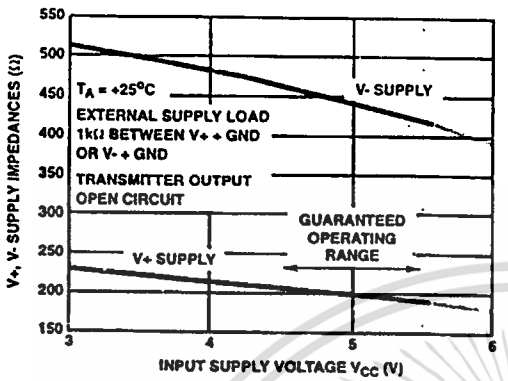


FIGURE 1. V+, V- OUTPUT IMPEDANCES vs V_{CC}

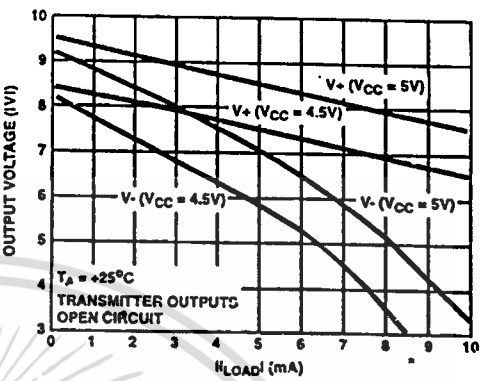


FIGURE 2. V+, V- OUTPUT VOLTAGES vs LOAD CURRENT

Pin Descriptions

PLASTIC DIP, CERAMIC DIP	SOIC	PIN NAME	DESCRIPTION
1	1	C1+	External capacitor "+" for internal voltage doubler.
2	2	V+	Internally generated +10V (typical) supply.
3	3	C1-	External capacitor "-" for internal voltage doubler.
4	4	C2+	External capacitor "+" internal voltage inverter.
5	5	C2-	External capacitor "-" internal voltage inverter.
6	6	V-	Internally generated -10V (typical) supply.
7	7	$T2_{OUT}$	RS-232 Transmitter 2 output ±10V (typical).
8	8	$R2_{IN}$	RS-232 Receiver 2 input, with internal 5K pulldown resistor to GND.
9	9	R2out	Receiver 2 TTL/CMOS output.
10	10	$T2_{IN}$	Transmitter 2 TTL/CMOS input, with internal 400K pullup resistor to V_{CC}.
11	11	$T1_{IN}$	Transmitter 1 TTL/CMOS input, with internal 400K pullup resistor to V_{CC}.
12	12	$R1_{OUT}$	Receiver 1 TTL/CMOS output.
13	13	$R1_{IN}$	RS-232 Receiver 1 input, with internal 5K pulldown resistor to GND.
14	14	$T1_{OUT}$	RS-232 Transmitter 1 output ±10V (typical).
15	15	GND	Supply Ground.
16	16	VCC	Positive Power Supply +5V ±10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Detailed Description

The ICL232 is a dual RS-232 transmitter/receiver powered by a single +5V power supply which meets all EIA RS232C specifications and features low power consumption. The functional diagram illustrates the major elements of the ICL232. The circuit is divided into three sections: a voltage doubler/inverter, dual transmitters, and dual receivers.

Voltage Converter

An equivalent circuit of the dual charge pump is illustrated in Figure 3.

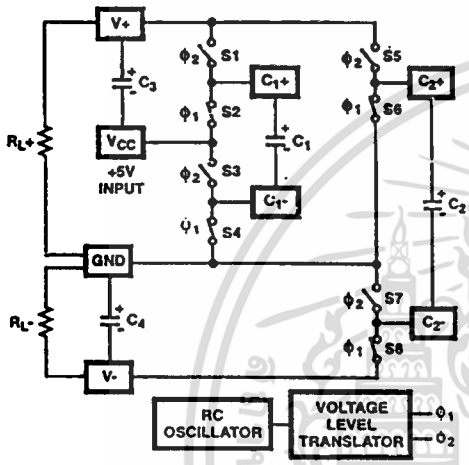
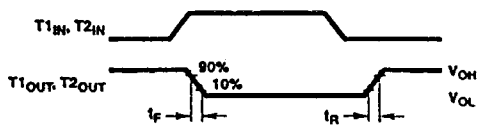


FIGURE 3. DUAL CHARGE PUMP

The voltage quadrupler contains two charge pumps which use two phases of an internally generated clock to generate +10V and -10V. The nominal clock frequency is 16kHz. During phase one of the clock, capacitor C1 is charged to V_{CC}. During phase two, the voltage on C1 is added to V_{CC}, producing a signal across C2 equal to twice V_{CC}. At the same time, C3 is also charged to $2V_{CC}$, and then during phase one, it is inverted with respect to ground to produce a signal across C4 equal to $-2V_{CC}$. The voltage converter accepts input voltages up to 5.5V. The output impedance of the doubler (V+) is approximately 200Ω, and the output impedance of the inverter (V-) is approximately 450Ω. Typical graphs are presented which show the voltage converters output vs input voltage and output voltages vs load characteristics. The test circuit (Figure 8) uses 1µF capacitors for C1-C4, however, the value is not critical. Increasing the values of C1 and C2 will lower the output impedance of the voltage doubler and inverter, and increasing the values of the reservoir capacitors, C3 and C4, lowers the ripple on the V+ and V- supplies.



Instantaneous Slew Rate (SR) = $\frac{(0.8)(V_{OH} - V_{OL})}{t_R}$ or $\frac{(0.8)(V_{OL} - V_{OH})}{t_F}$

FIGURE 4. SLEW RATE DEFINITION

Transmitters

The transmitters are TTL/CMOS compatible inverters which translate the inputs to RS-232 outputs. The input logic threshold is about 26% of V_{CC}, or 1.3V for V_{CC} = 5V. A logic 1 at the input results in a voltage of between -5V and V- at the output, and a logic 0 results in a voltage between +5V and (V+ -0.6V). Each transmitter input has an internal 400kΩ pullup resistor so any unused input can be left unconnected and its output remains in its low state. The output voltage swing meets the RS-232C specification of ±5V minimum with the worst case conditions of: both transmitters driving 3kΩ minimum load impedance, V_{CC} = 4.5V, and maximum allowable operating temperature. The transmitters have an internally limited output slew rate which is less than 30V/µs. The outputs are short circuit protected and can be shorted to ground indefinitely. The powered down output impedance is a minimum of 300Ω with ±2V applied to the outputs and V_{CC} = 0V.

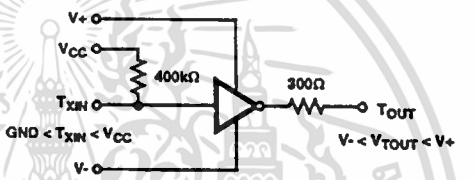


FIGURE 5. TRANSMITTER

Receivers

The receiver inputs accept up to ±30V while presenting the required 3kΩ to 7kΩ input impedance even it the power is off (V_{CC} = 0V). The receivers have a typical input threshold of 1.3V which is within the ±3V limits, known as the transition region, of the RS-232 specification. The receiver output is 0V to V_{CC}. The output will be low whenever the input is greater than 2.4V and high whenever the input is floating or driven between +0.8V and -30V. The receivers feature 0.5V hysteresis to improve noise rejection.

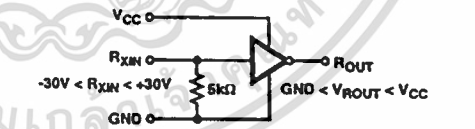
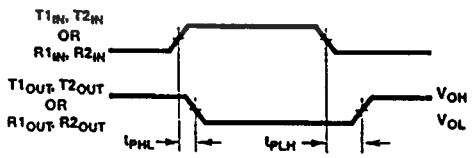


FIGURE 6. RECEIVER



Average Propagation Delay = $\frac{t_{PHL} - t_{PLH}}{2}$

FIGURE 7. PROPAGATION DELAY DEFINITION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test Circuits

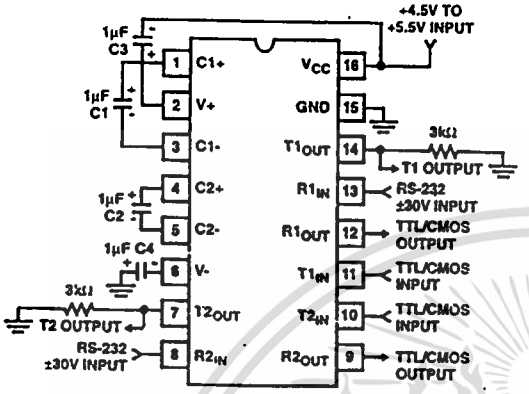


FIGURE 8. GENERAL TEST CIRCUIT

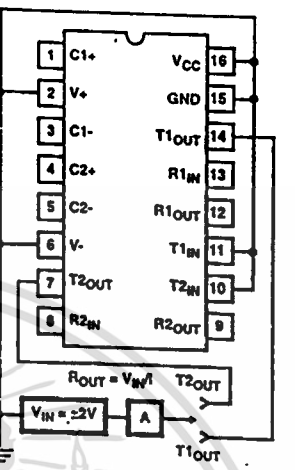


FIGURE 9. POWER-OFF SOURCE RESISTANCE CONFIGURATION

Applications

The ICL232 may be used for all RS-232 data terminal and communication links. It is particularly useful in applications where ±12V power supplies are not available for conventional RS-232 interface circuits. The applications presented represent typical interface configuraticns.

A simple duplex RS-232 port with CTS/RTS handshaking is illustrated in Figure 10. Fixed output signals such as DTR (data terminal ready) and DSRS (data signaling rate select) is generated by driving them through a 5kΩ resistor connected to V+.

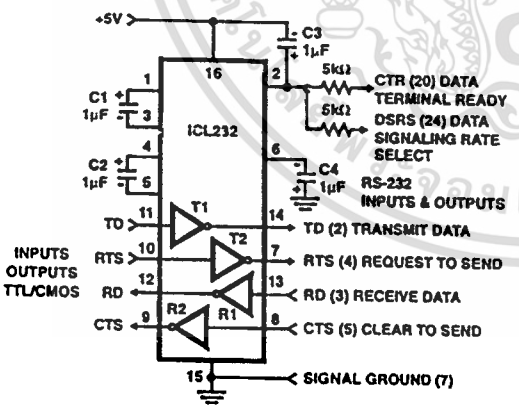


FIGURE 10. SIMPLE DUPLEX RS-232 PORT WITH CTS/RTS HANDSHAKING

In applications requiring four RS-232 inputs and outputs (Figure 11), note that each circuit requires two charge pump capacitors (C1 and C2) but can share common reservoir capacitors (C3 and C4). The benefit of sharing common reservoir capacitors is the elimination of two capacitors and the reduction of the charge pump source impedance which effectively increases the output swing of the transmitters.

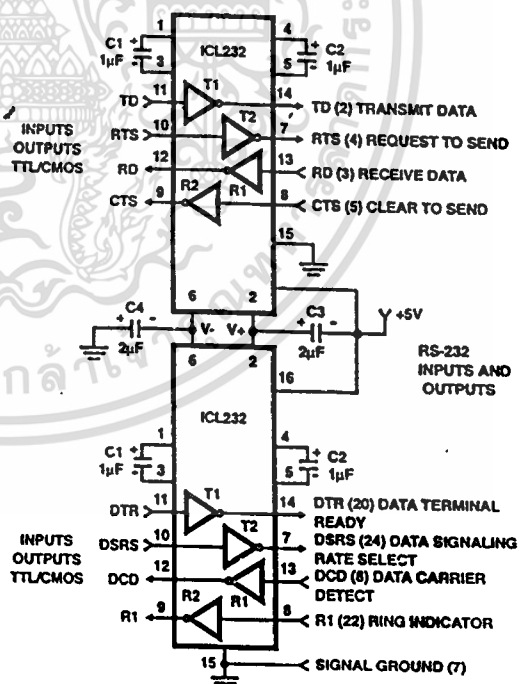


FIGURE 11. COMBINING TWO ICL232s FOR 4 PAIRS OF RS-232 INPUTS AND OUTPUTS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HARRIS SEMICONDUCTOR

CDP6402, CDP6402C

CMOS Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART)

August 1996

Features

- Low Power CMOS Circuitry..... 7.5mW (Typ) at 3.2MHz (Max Freq.) at V_{DD} = 5V
- Baud Rate
  - DC to 200K Bits/s (Max) at..... 5V, 85°C
  - DC to 400K Bits/s (Max) at.....10V, 85°C.
- 4V to 10.5 Operation
- Automatic Data Formatting and Status Generation
- Fully Programmable with Externally Selectable Word Length (5 - 8 Bits), Parity Inhibit, Even/Odd Parity, and 1, 1-1/2, or 2 Stop Bits
- Operating Temperature Range
  - CDP6402D, CD ..... -55°C to +125°C
  - CDP6402E, CE ..... -40°C to +85°C
- Replaces Industry Type IM6402 and Compatible with HD6402

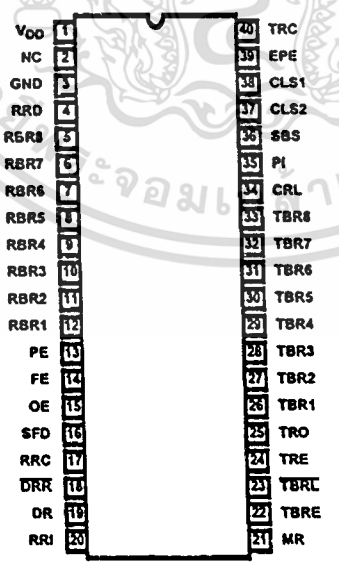
Description

The CDP6402 and CDP6402C are silicon gate CMOS Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) circuits for interfacing computers or microprocessors to asynchronous serial data channels. They are designed to provide the necessary formatting and control for interfacing between serial and parallel data channels. The receiver converts serial start, data, parity, and stop bits to parallel data verifying proper code transmission, parity and stop bits. The transmitter converts parallel data into serial form and automatically adds start parity and stop bits.

The data word can be 5, 6, 7 or 8 bits in length. Parity may be odd, even or inhibited. Stop bits can be 1, 1-1/2, or 2 (when transmitting 5-bit code).

The CDP6402 and CDP6402C can be used in a wide range of applications including modems, printers, peripherals, video terminals, remote data acquisition systems, and serial data links for distributed processing systems.

The CDP6402 and CDP6402C are functionally identical. They differ in that the CDP6402 has a recommended operating voltage range of 4V to 10.5V, and the CDP6402C has a recommended operating voltage range of 4V to 6.5V.



CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge. Users should follow proper IC Handling Procedures.

Copyright © Harris Corporation 1996

File Number 1328.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

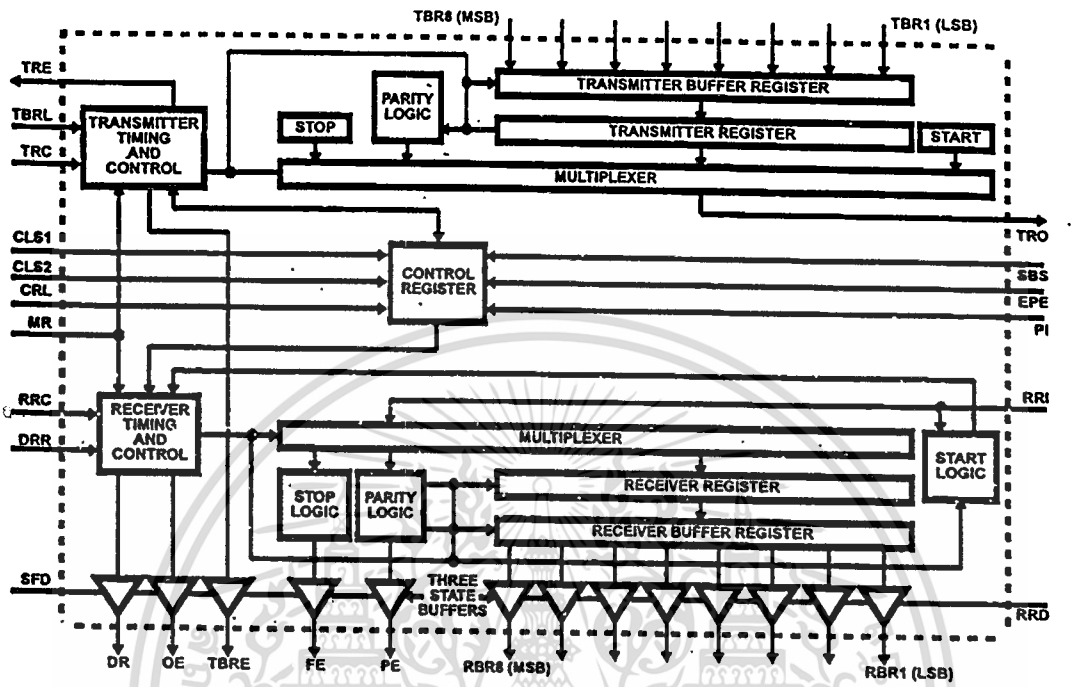


FIGURE 1. FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CDP6402, CDP6402C

Absolute Maximum Ratings

DC Supply-Voltage Range, (V_{DD})
- CDP6402 ..... -0.5 to +11V
- CDP6402C ..... -0.5 to +7V

Input Voltage Range, All Inputs ..... -0.5 to V_{DD} +0.5V
DC Input Current, Any One Input ..... ±100µA
Device Dissipation Per Output Transistor
- For T_A = Full Package-Temperature Range
- (All Package Types) 100mW

Operating-Temperature Range (T_A)
- Package Type D (SBDIP) ..... -55°C to +125°C
- Package Type E (PDIP) ..... -40°C to +85°C

Thermal Information

Thermal Resistance (Typical, Note 1)	θ_{JA} (°C/W)	θ_{JC} (°C/W)
PDIP Package	50	N/A
SBDIP Package	55	15

Maximum Storage Temperature Range (T_{STG}) ... -65°C to +150°C
Maximum Lead Temperature (Soldering 10s):
- At Distance 1/16 ±1/32 inch (1.59 ±0.79mm) ..... +265°C

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

NOTE:

1. θ_{JA} is measured with the component mounted on an evaluation PC board in free air.

Operating Conditions At T_A = Full Package-Temperature Range. For maximum reliability, operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges:

PARAMETER	LIMITS				UNITS
	CDP6402		CDP6402C		
	MIN	MAX	MIN	MAX	
DC Operating Voltage Range	4	10.5	4	6.5	V
Input Voltage Range	V_{SS}	V_{DD}	V_{SS}	V_{DD}	V

Static Electrical Specifications at T_A = -40°C to +85°C, V_{DD} ±10%, Except as noted

PARAMETER		CONDITIONS			LIMITS						UNITS
					CDP6402			CDP6402C			
		V_O (V)	V_{IN} (V)	V_{DD} (V)	MIN	(NOTE 1) TYP	MAX	MIN	(NOTE 1) TYP	MAX	
Quiescent Device Current	I_{DD}	-	0, 5	5	-	0.01	50	-	0.02	200	µA
		-	0,10	10	-	1	200	-	-	-	µA
Output Low Drive (Sink) Current	I_{OL}	0.4	0,5	5	2	4	-	1.2	2.4	-	mA
		0.5	0,10	10	5	7	-	-	-	-	mA
Output High Drive (Source) Current	I_{OH}	4.6	0, 5	5	-0.55	-1.1	-	-0.55	-1.1	-	mA
		9.5	0,10	10	-1.3	-2.6	-	-	-	-	mA
Output Voltage Low-Level (Note 2)	V_{OL}	-	0, 5	5	-	0	0.1	-	0	0.1	V
		-	0, 10	10	-	0	0.1	-	-	-	V
Output Voltage High Level (Note 2)	V_{OH}	-	0, 5	5	4.9	5	-	4.9	5	-	V
		-	0, 10	10	9.9	10	-	-	-	-	V
Input Low Voltage	V_{IL}	0.5, 4.5	-	5	-	-	0.8	-	-	0.8	V
		0.5, 9.5	-	10	-	-	$0.2 V_{DD}$	-	-	-	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Static Electrical Specifications at T_A = -40°C to +85°C, V_{DD} ±10%, Except as noted (Continued)

PARAMETER		CONDITIONS			LIMITS						UNITS
					CDP6402			CDP6402C			
		V_O (V)	V_{IN} (V)	V_{DD} (V)	MIN	(NOTE 1) TYP	MAX	MIN	(NOTE 1) TYP	MAX	
Input High Voltage	V_{IH}	0.5, 4.5	-	5	V_{DD}-2	-	-	V_{DD}-2	-	-	V
		0.5, 9.5	-	10	7	-	-	-	-	-	V
Input Leakage Current	I_{IN}	Any Input	0,5	5	-	$\pm10^{-4}$	±1	-	-	±1	µA
			0,10	10	-	$\pm10^{-4}$	±2	-	-	-	µA
Three-State Output Leakage Current	I_{OUT}	0, 5	0, 5	5	-	$\pm10^{-4}$	±1	-	$\pm10^{-4}$	±1	µA
		0, 10	0,10	10	-	$\pm10^{-4}$	±10	-	-	-	µA
Operating Current (Note 2)	I_{DD1}	-	0, 5	5	-	1.5	–	-	1.5	-	mA
		-	0,10	10	-	10	–	-	-	-	mA
Input Capacitance	C_{IN}	-	-	-	-	5	7.5	-	5	7.5	pF
Output Capacitance	C_{OUT}	-	-	-	-	10	15	-	10	15	pF

NOTES:

1. Typical values are for T_A = 25°C and nominal V_{DD}
2. $I_{OL} = I_{OH}$ = 1µA.
3. Operating current is measured at 200kHz or V_{DD} = 5V and 400kHz for V_{DD} = 10V, with open outputs (worst-case frequencies for CDP1802A system operating at maximum speed of 3.2MHz).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Description of Operation

Initialization and Controls

A positive pulse on the MASTER RESET (MR) input resets the control, status, and receiver buffer registers, and sets the serial output (TRO) High. Timing is generated from the clock inputs RRC and TRC at a frequency equal to 16 times the serial data bit rate. The RRC and TRC inputs may be driven by a common clock, or may be driven independently by two different clocks. The CONTROL REGISTER LOAD (CRL) input is strobed to load control bits for PARITY INHIBIT (PI), EVEN PARITY ENABLE (EPE), STOP BIT SELECTS (SBS), and CHARACTER LENGTH SELECTS (CLS1 and CLS2). These inputs may be hard wired to V_{SS} or V_{DD} with CRL to V_{DD}. When the initialization is completed, the UART is ready for receiver and/or transmitter operations.

Transmitter Operation

The transmitter section accepts parallel data, formats it, and transmits it in serial form (Figure 2) on the TRO terminal.

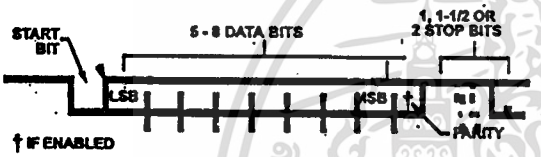


FIGURE 2. SERIAL DATA FORMAT

Transmitter timing is shown in Figure 3. (A) Data is loaded into the transmitter buffer register from the inputs TBR1 through TBR8 by a logic low on the $\overline{TBRL}$ input. Valid data must be present at least t_{DT} prior to, and t_{TD} following, the rising edge of $\overline{TBRL}$. If words less than 8-bits are used, only the least significant bits are used. The character is right justified into the least significant bit, TBR1. (B) The rising edge of $\overline{TBRL}$ clears TBRE. 1/2 to 11/2 cycles later, depending on when the $\overline{TBRL}$ pulse occurs with respect to TRC, data is transferred to the transmitter register and TRE is cleared. TBRE is set to a logic High one cycle after that.

Output data is clocked by TRC. The clock rate is 16 times the data rate. (C) A second pulse on $\overline{TBRL}$ loads data into the transmitter buffer register. Data transfer to the transmitter register is delayed until transmission of the current character is complete. (D) Data is automatically transferred to the transmitter register and transmission of that character begins.

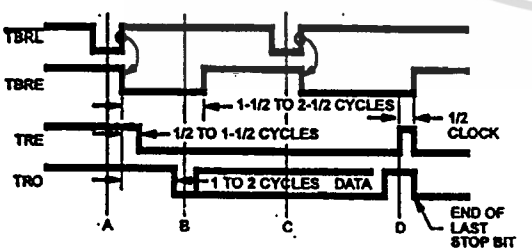


FIGURE 3. TRANSMITTER TIMING WAVEFORMS

Receiver Operation

Data is received in serial form at the RRI input. When no data is being received, RRI input must remain high. The data is clocked through the RRC. The clock rate is 16 times the data rate. Receiver timing is shown in Figure 4.

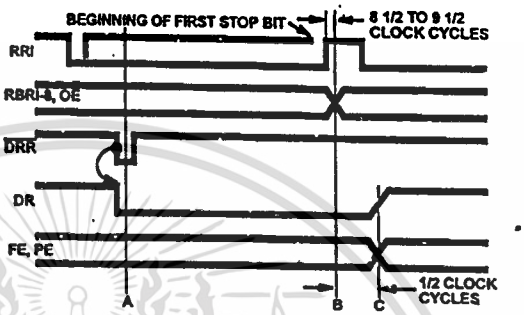


FIGURE 4. RECEIVER TIMING WAVEFORMS

(A) A low level on $\overline{DRR}$ clears the DR line. (B) During the first stop bit data is transferred from the receiver register to the RB Register. If the word is less than 8 bits, the unused most significant bits will be a logic low. The output character is right justified to the least significant bit RBR1. A logic high on OE indicates overruns. An overrun occurs when DR has not been cleared before the present character was transferred to the RBR. (C) 1/2 clock cycle later DR is set to a logic high and FE is evaluated. A logic high on FE indicates an invalid stop bit was received. A logic high on PE indicates a parity error.

Start Bit Detection

The receiver uses a 16X clock for timing (Figure 5). The start bit could have occurred as much as one clock cycle before it was detected, as indicated by the shaded portion. The center of the start bit is defined as clock count 7 1/2. If the receiver clock is a symmetrical square wave, the center of the start bit will be located within ±1/2 clock cycle ±1/32 bit or ±3.125%. The receiver begins searching for the next start bit at 9 clocks into the first stop bit.

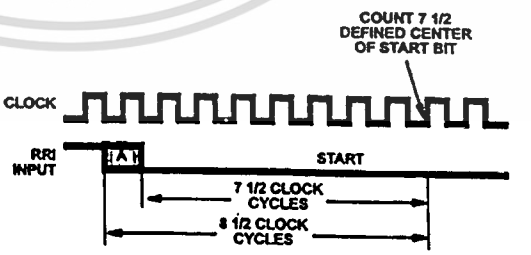


FIGURE 5. START BIT TIMING WAVEFORMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1. CONTROL WORD FUNCTION

CONTROL WORD					DATA BITS	PARITY BIT	STOP BIT (S)
CLS2	CLS1	PI	EPE	SBS			
L	L	L	L	L	5	ODD	1
L	L	L	L	H	5	ODD	1.5
L	L	L	H	L	5	EVEN	1
L	L	L	H	H	5	EVEN	1.5
L	L	H	X	L	5	DISABLED	1
L	L	H	X	H	5	DISABLED	1.5
L	H	L	L	L	6	ODD	1
L	H	L	L	H	6	ODD	2
L	H	L	H	L	6	EVEN	1
L	H	L	H	H	6	EVEN	2
L	H	H	X	L	6	DISABLED	1
L	H	H	X	H	6	DISABLED	2
H	L	L	L	L	7	ODD	1
H	L	L	L	H	7	ODD	2
H	L	L	H	L	7	EVEN	1
H	L	L	H	H	7	EVEN	2
H	L	H	X	L	7	DISABLED	1
H	L	H	X	H	7	DISABLED	2
H	H	L	L	L	8	ODD	1
H	H	L	L	H	8	ODD	2
H	H	L	H	L	8	EVEN	1
H	H	L	H	H	8	EVEN	2
H	H	H	X	L	8	DISABLED	1
H	H	H	X	H	8	DISABLED	2

NOTE: X = Don't Care

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 2. FUNCTION PIN DEFINITION

PIN	SYMBOL	DESCRIPTION
1	V_{DD}	Positive Power Supply
2	N/C	No Connection
3	GND	Ground (V_{SS})
4	RRD	A high level on RECEIVER REGISTER DISABLE forces the receiver holding register ouputs RBR1-RBR8 to a high impedance state.
5	RBR8	The contents of the RECEIVER BUFFER REGISTER appear on these three-state outputs. Word formats less than 8 characters are right justified to RBR1.
6	RBR7	See Pin 5 - RBR8
7	RBR6	
8	RBR5	
9	RBR4	
10	RBR3	
11	RBR2	
12	RBR1	
13	PE	A high level on PARITY ERROR indicates that the received parity does not match parity programmed by control bits. The output is active until parity matches on a succeeding character. When parity is inhibited, this output is low.
14	FE	A high level on FRAMING ERROR indicates the first stop bit was invalid. FE will stay active until the next valid character's stop bit is received.
15	OE	A high level on OVERRUN ERROR indicates the data received flag was not cleared before the last character was transferred to the receiver buffer register. The Error is reset at the next character's stop bit if DRR has been performed (i.e., DRR; active low).
16	SFD	A high level on STATUS FLAGS DISABLE forces the outputs PE, FE, OE, DR, TBRE to a high impedance state.
17	RRC	The RECEIVER REGISTER CLOCK is 16X the receiver data rate.
18	$\overline{DRR}$	A low level on DATA RECEIVED RESET clears the data received output (DR), to a low level.
19	DR	A high level on DATA RECEIVED indicates a character has been received and transferred to the receiver buffer register.
20	RRI	Serial data on RECEIVER REGISTER INPUT is clocked into the receiver register.
21	MR	A high level on MASTER RESET (MR) clears PE, FE, OE and DR, and sets TRE, TBRE, and TRO. TRE is actually set on the first rising edge of TRC after MR goes high. MR should be strobed after power-up.
22	TBRE	A high level on TRANSMITTER BUFFER REGISTER EMPTY indicates the transmitter buffer register has transferred its data to the transmitter register and is ready for new data.
23	$\overline{TBRL}$	A low level on TRANSMITTER BUFFER REGISTER LOAD transfers data from inputs TBR1-TBR8 into the transmitter buffer register. A low to high transition on $\overline{TBRL}$ requests data transfer to the transmitter register. If the transmitter register is busy, transfer is automatically delayed so that the two characters are transmitted end to end.
24	TRE	A high level on TRANSMITTER REGISTER EMPTY indicates completed transmission of a character including stop bits.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 2. FUNCTION PIN DEFINITION (Continued)

PIN	SYMBOL	DESCRIPTION
25	TRO	Character data, start data and stop bits appear serially at the TRANSMITTER REGISTER OUTPUT.
26	TBR1	Character data is loaded into the TRANSMITTER BUFFER REGISTER via inputs TBR1-TBR8. For character formats less than 8 bits, the TBR8, 7, and 6 inputs are ignored corresponding to the programmed word length.
27	TBR2	See Pin 26 - TBR1
28	TBR3	
29	TBR4	
30	TBR5	
31	TBR6	
32	TBR7	
33	TBR8	
34	CRL	A high level on CONTROL REGISTER LOAD loads the control register.
35	PI†	A high level on PARITY INHIBIT inhibits parity generation, parity checking and forces PE output low.
36	SBS†	A high level on STOP BIT SELECT selects 1.5 stop bits for a 5 character format and 2 stop bits for other lengths.
37	CLS2†	These inputs program the CHARACTER LENGTH SELECTED. (CLS1 low CLS2 low 5 bits) (CLS1 high CLS2 low 6 bits) (CLS1 low CLS2 high 7 bits) (CLS1 high CLS2 high 8 bits).
38	CLS1†	See Pin 37 - CLS2
39	EPE†	When PI is low, a high level on EVEN PARITY ENABLE generates and checks even parity. A low level selects odd parity.
40	TRC	The TRANSMITTER REGISTER CLOCK is 16X the transmit data rate.

† See Table 1 (Control Word Function)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dynamic Electrical Specifications at T_A = -40°C to +85°C, V_{DD} ±5%, t_R, t_F = 20ns, V_{IH} = 0.7 V_{DD}, V_{IL} = 0.3 V_{DD}, C_L = 100pF

(NOTE 1) PARAMETER		V_{DD} (V)	LIMITS CDP6402 (NOTE 2) TYP	CDP6402 (NOTE 3) MAX	CDP6402C (NOTE 2) TYP	CDP6402C (NOTE 3) MAX	UNITS
SYSTEM TIMING (See Figure 6)							
Minimum Pulse Width CRL	t_{CRL}	5	50	150	50	150	ns
		10	40	100	-	-	ns
Minimum Setup Time Control Word to CRL	t_{CWC}	5	20	50	20	50	ns
		10	0	40	-	-	ns
Minimum Hold Time Control Word after CRL	t_{CCW}	5	40	60	40	60	ns
		10	20	30	-	-	ns
Propagation Delay Time SFD High to SOD	t_{SFDH}	5	130	200	130	200	ns
		10	100	150	-	-	ns
SFD Low to SOD	t_{SFDL}	5	130	200	130	200	ns
		10	40	60	-	-	ns
RRD High to Receiver Register High Impedance	t_{RRDH}	5	80	150	80	150	ns
		10	40	70	-	-	ns
RRD Low to Receiver Register Active	t_{RRDL}	5	80	150	80	150	ns
		10	40	70	-	-	ns
Minimum Pulse Width MR		5	200	400	200	400	ns
		10	100	200	-	-	ns

NOTES:

1. All measurements are made at the 50% point of the transition except three-state measurements.
2. Typical values for T_A = 25°C and nominal V_{DD}.
3. Maximum limits of minimum characteristics are the values above which all devices function.

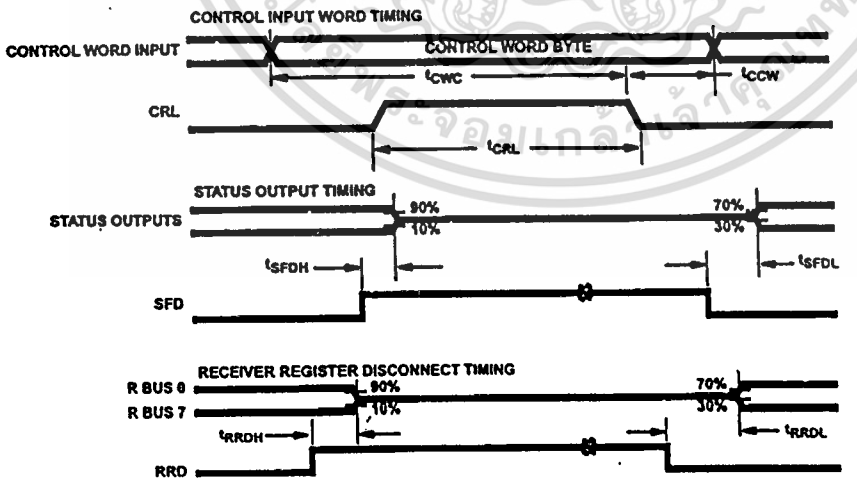


FIGURE 6. SYSTEM TIMING WAVEFORMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CDP6402, CDP6402C

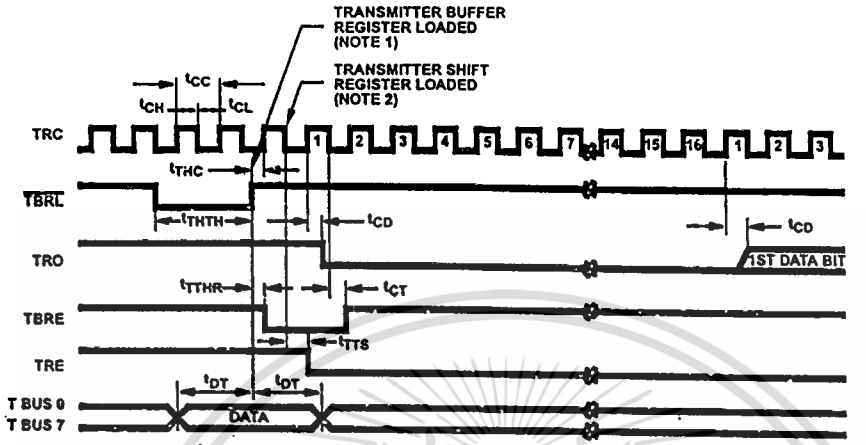
Dynamic Electrical Specifications at T_A = -40°C to +85°C, V_{DD} ±5%, t_R, t_F = 20ns, V_{IH} = 0.7 V_{DD}, V_{IL} = 0.3 V_{DD}, C_L = 100pF

(NOTE 1) PARAMETER		V_{DD} (V)	LIMITS				UNITS
			CDP6402		CDP6402C		
			(NOTE 2) TYP	(NOTE 3) MAX	(NOTE 2) TYP	(NOTE 3) MAX	
TRANSMITTER TIMING (See Figure 7)							
Minimum Clock Period (TRC)	t_{CC}	5	250	310	250	310	ns
		10	125	155	-	-	ns
Minimum Pulse Width Clock Low Level	t_{CL}	5	100	125	100	125	ns
		10	75	100	-	-	ns
Clock High Level	t_{CH}	5	100	125	100	125	ns
		10	75	100	-	-	ns
$\overline{TBRL}$	t_{THTH}	5	80	200	80	200	ns
		10	40	100	-	-	ns
Minimum Setup Time $\overline{TBRL}$ to Clock	t_{THC}	5	175	275	175	275	ns
		10	90	150	-	-	ns
Data to $\overline{TBRL}$ ↑	t_{DT}	5	20	50	20	50	ns
		10	0	40	-	-	ns
Minimum Hold-Time Data after $\overline{TBRL}$ ↑	t_{TD}	5	40	60	40	60	ns
		10	20	30	-	-	ns
Propagation Delay Time Clock to Data Start Bit	t_{CD}	5	300	450	300	450	ns
		10	150	225	-	-	ns
Clock to TBRE	t_{CT}	5	330	400	330	400	ns
		10	100	150	-	-	ns
$\overline{TBRL}$ to TBRE	t_{TTHR}	5	200	300	200	300	ns
		10	100	150	-	-	ns
Clock to TRE	t_{TTS}	5	330	400	330	400	ns
		10	100	150	-	-	ns

NOTES:

1. All measurements are made at the 50% point of the transition except three-state measurements.
2. Typical values for T_A = 25°C and nominal V_{DD}.
3. Maximum limits of minimum characteristics are the values above which all devices function.

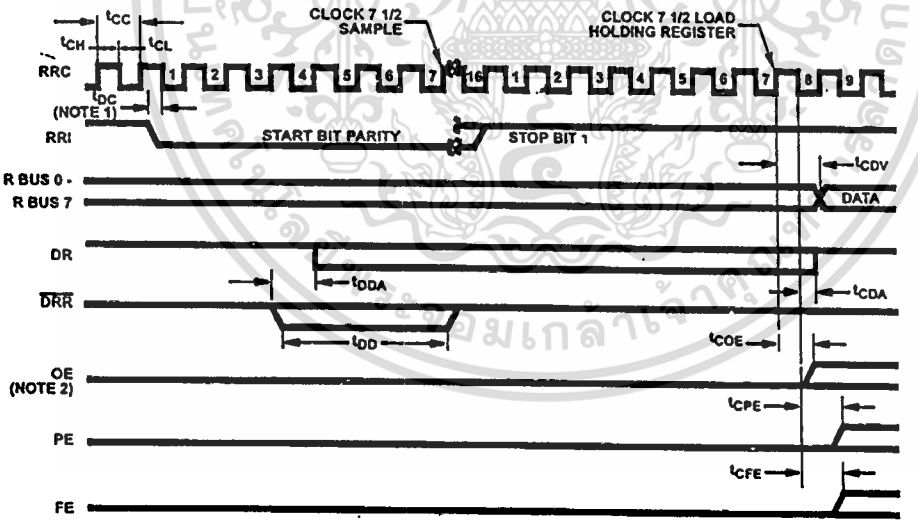
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



NOTES:

1. The holding register is loaded on the trailing edge of $\overline{TBRL}$.
2. The transmitter shift register, if empty , is loaded on the first high-to-low transition of the clock which occurs at least 1/2 clock period + t_{THC} after the trailing edge of $\overline{TBRL}$ and transmission of a start bit occurs 1/2 clock period + t_{CD} later.

FIGURE 7. TRANSMITTER TIMING WAVEFORMS



NOTES:

1. If a start bit occurs at a time less than t_{DC} before a high-to-low transition of the clock, the start bit may not be recognized until the next high-to-low transition of the clock. The start bit may be completely asynchronous with the clock.
2. If a pending DA has not been cleared by a read of the receiver holding register by the time a new word is loaded into the receiver holding register, the OE signal will come true..

FIGURE 8. RECEIVER TIMING WAVEFORMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dynamic Electrical Specifications at T_A = -40°C to +85°C, V_{DD} ±5%, t_R, t_F = 20ns, V_{IH} = 0.7 V_{DD}, V_{IL} = 0.3 V_{DD}, C_L = 100pF

(NOTE 1) PARAMETERS		V_{DD} (V)	LIMITS				UNITS
			CDP6402		CDP6402C		
			(NOTE 2) TYP	(NOTE 3) MAX	(NOTE 2) TYP	(NOTE 3) MAX	
RECEIVER TIMING (See Figure 8)							
Minimum Clock Period (RRC)	t_{CC}	5	250	310	250	310	ns
		10	125	155	-	-	ns
Minimum Pulse Width							
Clock Low Level	t_{CL}	5	100	125	100	125	ns
		10	75	100	-	-	ns
Clock High Level	t_{CH}	5	100	125	100	125	ns
		10	75	100	-	-	ns
Data Received Reset	t_{DD}	5	50	75	50	75	ns
		10	25	40	-	-	ns
Minimum Setup Time							
Data Start Bit to Clock	t_{DC}	5	100	150	100	150	ns
		10	50	75	-	-	ns
Propagation Delay Time							
Data Received Reset to Data Received	t_{DDA}	5	150	250	150	250	ns
		10	75	125	-	-	ns
Clock to Data Valid	t_{CDV}	5	275	400	275	400	ns
		10	110	175	-	-	ns
Clock to DR	t_{CDA}	5	275	400	275	400	ns
		10	110	175	-	-	ns
Clock to Overrun Error	t_{COE}	5	275	400	275	400	ns
		10	100	150	-	-	ns
Clock to Parity Error	t_{CPE}	5	240	375	240	375	ns
		10	120	17	-	-	ns
Clock to Framing Error	t_{CFE}	5	200	300	200	300	ns
		10	100	150	-	-	ns

NOTES:

1. All measurements are made at the 50% point of the transition except three-state measurements.
2. Typical values for T_A = 25°C and nominal V_{DD}.
3. Maximum limits of minimum characteristics are the values above which all devices function.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายณัฐพล สถิรเจริญกุล
วันเดือนปีเกิด	25 พฤศจิกายน 2517
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี วท.บ. (วิทยาการคอมพิวเตอร์) สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
ประวัติการทำงาน	1. โปรแกรมเมอร์ บริษัท เอเซียอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด 2. ปัจจุบันเป็นนักวิชาการคอมพิวเตอร์ สำนักงานสรรพากรภาค 3 กรมสรรพากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้