ปริญญานิพนธ์

ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต

ELECTRICAL DEVICES CONTROLLER VIA INTERNET

ณัฐพร ศรีโน

ธนพร พรหมผุย

นิรันดร์ มะ

วิชิต วรรณชิต

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

Electrical Devices Controller via Internet

ชื่อนักศึกษา	1. นายณัฐพร ศรีโน	รหัสประจำตัว	47035564
	2. นางสาวธนพร พรหมผุย	รหัสประจำตัว	47035566
	3. นายนิรันดร์ มะ	รหัสประจำตัว	47035571
	4. นายวิชิต วรรณชิต	รหัสประจำตัว	47035684

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** คอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.วรวิทย์ สมหา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.สุชิน อาจหาญ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	
2. ผศ.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา	
3. อ.สุชิน อาจหาญ	
4. อ.วรวิทย์ สมหา	
5. อ.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 26 เดือนเมษายน พ.ศ. 2549 เวลา 9.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราดรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 1 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2549

<BT481262>

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต

Electrical devices Controller via Internet

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตได้
2. เพื่อออกแบบวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตได้
3. เพื่อสร้างชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตได้
4. เพื่อทดสอบการทำงานของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตได้
5. เพื่อนำชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตไปใช้งานได้จริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับการทำงานของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต
2. ได้วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต
3. ได้ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต
4. ได้ผลการทดลองของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต
5. ได้นำชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตไปใช้งานได้จริง

ชื่อหัวข้อ	ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต	
นักศึกษา	นายณัฐพร	ศรีโน
	นางสาวธนพร	พรหมผุย
	นายนิรันดร์	มะ
	นายวิชิต	วรรณชิต
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วรวิทย์	สมหา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุชิน	อาจหาญ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	คอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2548	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการประยุกต์ใช้งานพอร์ตอนุกรมเพื่อเข้ามาใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ผู้ใช้สามารถใช้คอมพิวเตอร์จากที่ต่างๆ ผ่าน Hyper Terminal มาควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า (เปิด/ปิด) พร้อมทั้งตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารผ่านตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการควบคุมจะกระทำได้ทั้งผ่านคอมพิวเตอร์และการกดสวิตช์จากตัวชุดควบคุม เราสามารถเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าและตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารจากที่ใดก็ได้ ถ้าจุดนั้นมีการเชื่อมต่อกับชุดควบคุม

Thesis Title	Electrical devices Controller via Internet
Students	Mr. Nuttaporn Srino
	Ms. Thanaporn Phomphui
	Mr. Niran Mah
	Mr. Vichit Vannachit
Advisor	Mr. Worawit Somha
Co-Advisor	Mr. Suchin Ardharn
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Computer
Academic Year	2005

ABTRACT

This project proposes to apply Serial port for electrical devices control. The user can use any computer via the Hyper Terminal to control the electrical devices (ON/OFF) and inspect status via microcontroller. It's can control via Computer and control switch. We can turn on/off any electrical devices and check status from anywhere in the organization if we have setup this module.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์วรวิทย์ สมหาและอาจารย์สุชิน อาจหาญ รวมไปถึงอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองโครงงาน และในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ และสำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าหาข้อมูล

ขอขอบคุณพ่อ แม่ที่ให้กำเนิดและให้การสนับสนุนในทุกเรื่องด้วยดีตลอดมา ตลอดจนญาติพี่น้องทุกคนที่ให้กำลังใจ ครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้สิ่งดีงามแก่คณะผู้จัดทำ และสุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ที่ร่วมแรงร่วมใจเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวจนงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญตาราง

สารบัญรูป

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในระยะไกล ทำได้โดยใช้คำสั่งผ่านทางโทรศัพท์ โดยมีหลักการในการทำงานคือ เมื่อเราต้องการจะควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า เราต้องโทรศัพท์กลับไปยังสถานที่นั้นๆ แล้วเครื่องตอบรับจะแจ้งสถานะ การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นกลับมาและผู้ใช้งานจำเป็นต้องจำรหัสสำหรับการตรวจสอบเท่านั้น จึงทำให้ยุ่งยาก เสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง หากผู้ใช้จำรหัสสำหรับการตรวจสอบผิดพลาดจะทำให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก

1.2 จุดมุ่งหมายของโครงงาน

ระบบอินเตอร์เนตได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการติดต่อสื่อสารทุกรูปแบบ ไม่ว่าเราจะอยู่ที่ใดก็ตามก็จะสามารถเข้าถึงอินเตอร์เนตได้ เนื่องจากอินเตอร์เนตนั้นครอบคลุมทั่วทุกมุมโลก จากข้อดีของอินเตอร์เนตดังกล่าว คณะผู้จัดทำจึงเกิดแนวความคิดในการนำอินเตอร์เนตมาใช้ในการผสมผสานกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประยุกต์ใช้ในการควบคุมระยะไกล ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์และซอต์ฟแวร์ เพียงเท่านี้เราก็จะสามารถนำประโยชน์ไปใช้ในงานด้านต่างๆ รวมไปถึงอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้อีกด้วย

1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน

เมื่อนำชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ามาติดตั้งภายในตัวอาคารแล้ว ผู้ใช้สามารถสั่งการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยการล็อกอินผ่านทางเว็บบราวเซอร์ รวมไปถึงยังสามารถตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตัวอาคารได้อีกด้วย

1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถโปรแกรมได้ 250 ชิ้น
2. สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตได้อย่างน้อย 4 ชิ้น
3. สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต
4. สามารถบอกสถานะการทำงานอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต

5. สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดไม่เกิน 100 วัตต์
6. สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บบราว์เซอร์

1.5 ขั้นตอนการทำโครงงาน

โครงงานนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอตฟ์แวร์ ซึ่งการทำงานในระยะแรกจะเริ่มต้นจากการทำฮาร์ดแวร์หลังจากนั้นเมื่อสร้างฮาร์ดแวร์ได้ระดับหนึ่งที่พอเพียงสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมได้ก็จะเริ่มเขียนโปรแกรมทดสอบพร้อมกับการทำฮาร์ดแวร์ส่วนอื่นเพิ่มเติม และเมื่อทำโครงงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจะให้อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานทำการตรวจสอบขีดความสามารถและประสิทธิภาพของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อไป

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงานและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วย ทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับองค์ประกอบของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต รูปแบบการส่งข้อมูลของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต ลักษณะการเชื่อมต่อของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต หลักการทำงานของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต คำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับ สถาปัตยกรรมของระบบ แผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น แผงวงจรชุดแม่ข่าย แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ การเชื่อมต่อของแผงควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า วงจรจ่ายไฟ เป็นต้น พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ โดยละเอียด รวมไปถึงซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมและติดต่อกับฮาร์ดแวร์

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของวงจรชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสวิซต์ที่บอร์ดควบคุมและวงจรชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางในการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข แสดงประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ควบคุมเพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

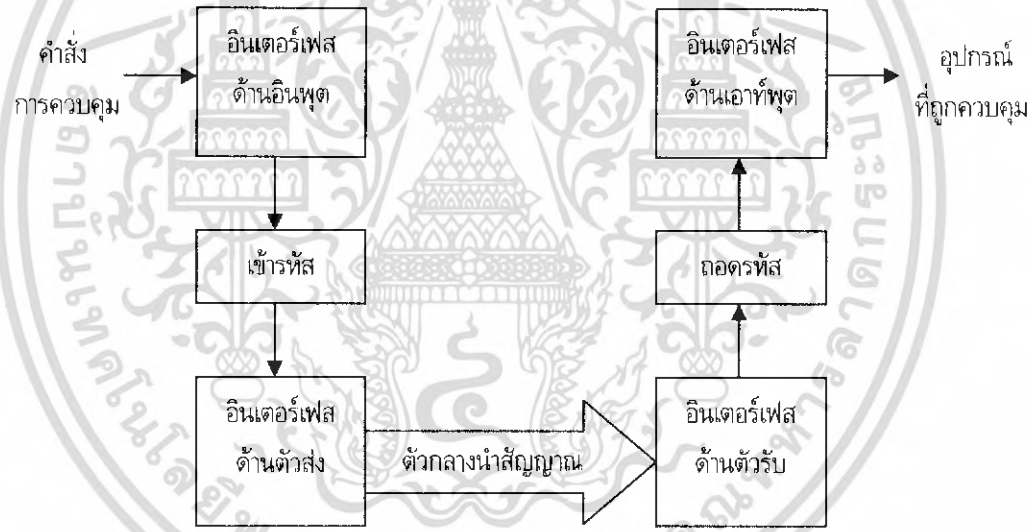
ภาคผนวก จ แสดงรหัสต้นฉบับโปรแกรม

ภาคผนวก ฉ แสดงคู่มือการใช้งาน

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ระบบควบคุมระยะไกล

โครงสร้างของระบบควบคุมระยะไกลแสดงดังรูปที่ 2.1 ในลักษณะทั่วไปคือ การควบคุมแบบทางเดียว เริ่มจากตัวกำหนดคำสั่งที่ใช้สำหรับการควบคุมเมื่อมีการกำหนดรูปของคำสั่งแล้ว รูปแบบของคำสั่งจะถูกส่งไปยังภาคส่งสัญญาณที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณหรือรวมสัญญาณควบคุมให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับวงจร



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของระบบควบคุมระยะไกล

โดยอาจทำการเข้ารหัสสัญญาณให้แต่ละคำสั่งมีรหัสเฉพาะของมันเองให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าก่อนที่จะถูกส่งออกไปยังภาครับโดยตัวอินเตอร์เฟสด้านส่ง ที่เพื่อทำหน้าที่ส่งสัญญาณที่ภาครับต้องเข้าใจได้นั้นคือต้องเป็นระบบเดียวกัน สัญญาณที่ส่งออกมาอาจอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า สัญญาณแสงหรือสัญญาณความถี่สูง สัญญาณนี้สามารถเดินผ่านตัวกลางที่เป็นสายนำสัญญาณหรือผ่านตัวกลางอากาศ ขึ้นอยู่กับระบบที่ถูกออกแบบ

สัญญาณที่เข้ามายังเครื่องรับหรือภาครับ จะถูกตัวอินเตอร์เฟสทำหน้าที่แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าที่เข้ากับระบบของตัวรับ ก่อนถูกถอดรหัสเพื่อทราบวัตถุประสงค์ของคำสั่ง จากนั้นส่วนของวงจรอินเตอร์เฟสด้านเอาต์พุตจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ต้องการตามลักษณะคำสั่งที่ได้รับ

ระบบที่กล่าวมาเป็นการควบคุมระยะไกลแบบทางเดียวที่มีการสั่งงานที่จุดหนึ่งแล้วเกิดการทำงานที่จุดหนึ่ง หากจุดที่ถูกสั่งให้ทำงานสามารถสั่งการกลับมายังจุดเริ่มต้นให้ทำงานได้ด้วย ถือว่าเป็นระบบควบคุมระยะไกลแบบสองทาง ซึ่งพบในระบบสื่อสารทั่วๆ ไป

2.1.1 ระบบของสัญญาณควบคุม

ประเภทของการควบคุมของรีโมตคอนโทรลอาจจำแนกได้เป็น 2 ประเภทตามลักษณะการส่งผ่านสัญญาณ

2.1.1.1 ระบบใช้สาย

เป็นระบบควบคุมที่ต้องมีอุปกรณ์นำสัญญาณจากตัวส่งไปยังตัวรับซึ่งอุปกรณ์การนำสัญญาณนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสัญญาณพาห์ ซึ่งอาจได้แก่ สัญญาณไฟฟ้าและสัญญาณแสง

ในกรณีของสัญญาณไฟฟ้า อุปกรณ์นำสัญญาณอาจได้แก่ สายไฟ สายโคแอกเชียล สายโทรศัพท์ ฯลฯ แต่ถ้าในกรณีสัญญาณแสง อุปกรณ์นำสัญญาณจะเป็นเส้นใยแก้วนำแสง

2.1.1.2 ระบบไร้สาย

เป็นระบบควบคุมที่ไม่ต้องมีอุปกรณ์ใดๆ เป็นตัวนำสัญญาณ โดยสัญญาณควบคุมจะเดินทางผ่านไปในอากาศ ชนิดของสัญญาณควบคุมอาจอยู่ในรูปของสัญญาณเสียง สัญญาณแสงและคลื่นวิทยุ ซึ่งปัจจุบันสัญญาณแสงที่นิยมใช้ได้แก่ ระบบอินฟาเรด

2.1.1.3 การกำหนดช่องสัญญาณ

ในการกำหนดรหัสสัญญาณเฉพาะเพื่อใช้ควบคุมช่องสัญญาณ มักใช้รหัสที่เป็นสัญญาณดิจิตอลของเลขไบนารี โดยจำนวนช่องสัญญาณการทำงานขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ โดยหลักการทำงานของวงจรแต่ละช่องสัญญาณยังคงมีหลักการทำงานเดียวกันทุกประการ

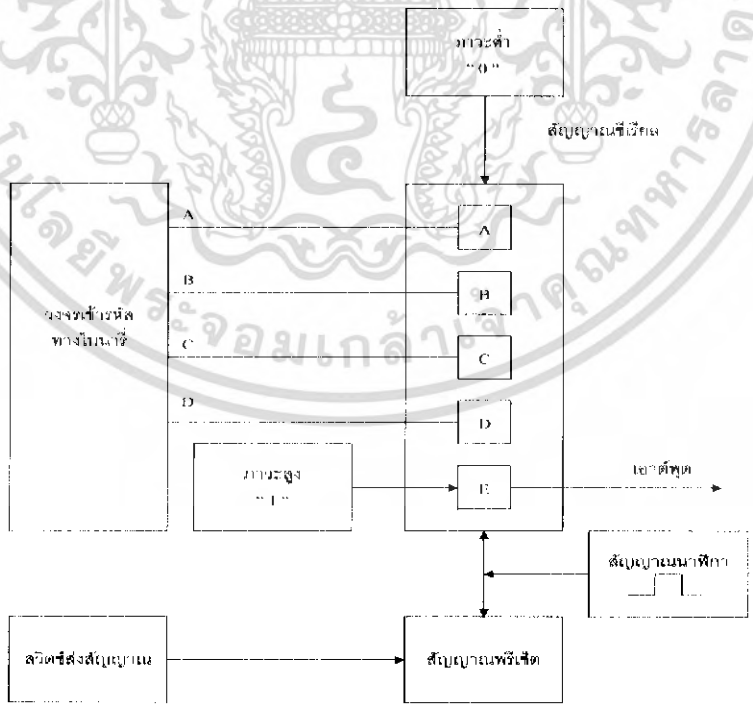
ในแต่ละบิตของสัญญาณควบคุมแสดงด้วยสัญญาณพัลส์สำหรับค่าของบิตที่เป็น 1 และไม่มีพัลส์หรือคงสถานะต่ำไว้เมื่อค่าของบิตเป็น 0 ข้อมูลทั้งหมดตามจำนวนบิตที่ใช้มักถูกจัดเรียงเป็นลำดับอนุกรมพัลส์และส่งไปยังเครื่องรับ เช่น หากเราออกแบบรีโมตคอนโทรลให้มีจำนวนบิตเป็น 4 บิต เราสามารถควบคุมการทำงานได้สูงสุด 16 ช่องสัญญาณ

ลักษณะของรหัสสัญญาณที่กำหนด เมื่อถูกส่งออกจะจัดเรียงลำดับเป็นอนุกรมออกไป มีการเรียงลำดับความสำคัญจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด เครื่องรับอาจมีการผิดพลาดในการตีความของสัญญาณได้ หากช่วงเวลาของการส่งรหัสควบคุมเกิดคลาดเคลื่อนไป จึงจำเป็นต้องมีการซิงโครนัสหรือสัญญาณที่จะบอกให้ทราบเวลาเริ่มต้นที่แน่นอนของรหัสควบคุมไปพร้อมกัน โดยทั่วไปมักใช้พัลส์ที่แสดงสถานะสูงเป็นตัวบอกจุดเริ่มต้นของเวลาในการส่งสัญญาณ

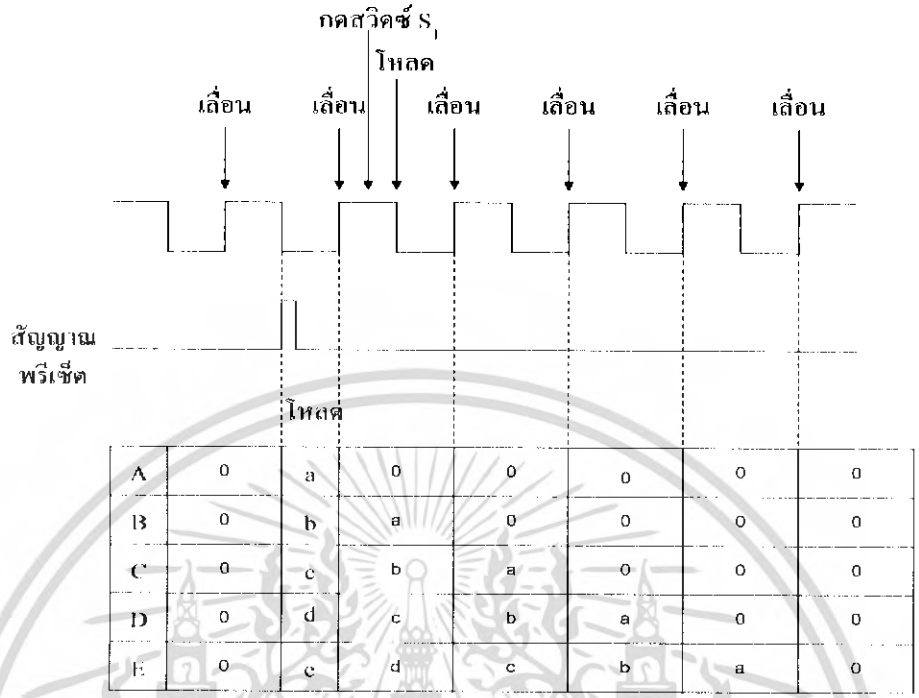
2.1.1.4 การจัดรหัสเป็นอนุกรมพัลส์

การสร้างรหัสสัญญาณดิจิตอลให้เป็นพัลส์อนุกรมสำหรับส่งออก สามารถใช้วงจรของชิฟต์รีจีสเตอร์ (Shift register) ดังรูปที่ 2.2 (ก) เมื่อต้องการการส่งสัญญาณควบคุมขนาด 4 บิต ที่มีพัลส์ซิงโครนัส ในสภาวะสูงนำหน้าการทำงานของวงจรถูกกำหนดความเร็วจากอัตราของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดความกว้างของแต่ละบิตที่เป็นรหัสควบคุม

รหัสควบคุมที่ถูกสร้างขึ้นจากวงจรเข้ารหัสจะไปรออยู่หน้ารีจิสเตอร์แต่ละตัวก่อน เมื่อมีการกดสวิตช์ส่งสัญญาณ จะเกิดการสร้างพรีเซ็ตที่เป็น 1 ป้อนให้กับชิฟต์รีจีสเตอร์ จากนั้นรีจีสเตอร์แต่ละตัวจะทำการโหลดข้อมูลจากวงจรเข้ามาเก็บไว้ ดังรูปที่ 2.2 (ข) เมื่อสัญญาณพรีเซ็ตเปลี่ยนกลับมาเป็น 0 รีจีสเตอร์ทำงานในลักษณะของการเลื่อนหรือชิฟต์ข้อมูลในแต่ละส่วนลงมา ในขณะที่สัญญาณนาฬิกาเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสภาวะต่ำไปสูง โดยข้อมูลถูกเลื่อนมาเรื่อยๆ จาก A, B, C, D ไปยัง E ทำให้ได้เอาต์พุตที่ E เป็นสัญญาณพัลส์อนุกรมที่บรรจุข้อมูลเรียงลำดับจาก E, D, C, B และ A สำหรับใช้ส่งออกไป โดยที่สัญญาณสภาวะสูงของรีจีสเตอร์ E ตอนต้นใช้เป็นสัญญาณซิงโครนัส เมื่อข้อมูลที่ถูกเลื่อนลงมาหมดแล้วรีจีสเตอร์จะมาสภาวะเป็น 0 เพราะไม่มีการโหลดข้อมูลเข้าสู่รีจีสเตอร์ใหม่นอกจากต้องรอให้มีการสร้างสัญญาณพรีเซ็ตเป็น 1 จึงจะมีการโหลดข้อมูลจากวงจรเข้ารหัสและเกิดการเลื่อนข้อมูลในลักษณะเดิมต่อไป



รูปที่ 2.2 การทำงานของรีจีสเตอร์



A	0	a	0	0	0	0	0
B	0	b	a	0	0	0	0
C	0	c	b	a	0	0	0
D	0	d	c	b	a	0	0
E	0	e	d	c	b	a	0

รูปที่ 2.3 การสร้างพัลส์อนุกรม

2.2 โปรโตคอล

ในการสื่อสารระยะไกลนั้นสิ่งที่จำเป็นก็คือ การกำหนดรูปแบบวิธีของการรับ-ส่งข้อมูล โดยฝ่ายรับและส่งต้องตกลงกันก่อนว่าจะใช้รูปแบบใดในการส่งข้อมูลร่วมกัน ดังนั้นโปรโตคอล หมายถึง วิธีการหรือกฎระเบียบที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล เพื่อให้ผู้รับและผู้ส่งสามารถเข้าใจกันหรือคุยกันรู้เรื่อง ซึ่งจะมีส่วนของซอต์ฟแวร์ที่ทำหน้าที่ให้การดำเนินงานในการสื่อสารข้อมูลเป็นไปตามโปรแกรมที่กำหนด ตัวอย่างของโปรโตคอล ได้แก่ X25, BSC, SDLC, HDLC เป็นต้น ส่วนซอต์ฟแวร์ เช่น IPX ในการต่อ LAN ของ Novell's Netware ในอดีตหรือ TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ที่ใช้ในการต่อในระบบ Internet ในปัจจุบัน

2.2.1 รูปแบบของโปรโตคอล

ในการสื่อสารข้อมูลจะต้องมีกฎหรือข้อกำหนดในการสื่อสารข้อมูลหรือที่นิยมเรียกว่าโปรโตคอล ซึ่งเป็นส่วนที่จะกำหนดมาตรฐานในการควบคุมและจัดระบบในการสื่อสารข้อมูลสำหรับรายละเอียดที่จะกล่าวในที่นี้จะเกี่ยวข้องเฉพาะในส่วนของโปรโตคอลการควบคุมการเชื่อมโยงข้อมูล (Data Link Control Protocol หรือ DLCP) ซึ่งจัดการในส่วนของขั้นตอนและหลักการต่างๆ คือโครงสร้างและรายละเอียดของข้อมูล วิธีในการสื่อสารข้อมูล การตรวจสอบแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูลและขบวนการในการควบคุมการสื่อสาร โดย DLCP แบ่งออกได้ตามโครงสร้างของข้อมูล 2 แบบ คือ Byte Oriented Protocol และ Bit Oriented Protocol

2.2.1.1 ไบต์โอเรียนโปรโตคอล (Byte Oriented Protocol)

โปรโตคอลแบบนี้เป็นโปรโตคอลที่การสื่อสารข้อมูลและการควบคุมการทำงานจะทำโดยใช้ลักษณะข้อมูลเป็นตัว (Character) หรืออาจเรียก Character Oriented Protocol ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. อะซิงโครนัสโปรโตคอล (Asynchronous Protocol)

โปรโตคอลในการสื่อสารข้อมูลนี้จะใช้สื่อสารข้อมูลแบบ half-Duplex ที่มีลักษณะการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ซึ่งเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบพื้นฐานที่ใช้งานมาเป็นเวลานานแล้ว จึงมีรายละเอียดและขั้นตอนในการสื่อสารข้อมูลที่ทำให้โอกาสเกิดความผิดพลาดได้น้อย ยังมีข้อดีที่การสื่อสารข้อมูลแบบนี้มีในโครงสร้างการทำงานที่ง่าย อุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลก็ไม่สลับซับซ้อนและมีราคาถูก โปรโตคอลแบบนี้จึงเหมาะสำหรับใช้ในระบบขนาดเล็ก

2. ไบนารี่ซิงโครนัสโปรโตคอล (Binary Synchronous Protocol)

โปรโตคอลแบบนี้จะมีลักษณะการทำงานที่ใช้งานข้อมูลเป็นลักษณะไบต์และยังคงใช้การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส มีรายละเอียดและขั้นตอนในการสื่อสารข้อมูลที่ให้ความน่าเชื่อถือมากกว่า อีกทั้งยังสามารถใช้อัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลที่สูงกว่า โดยตัวอย่างการสื่อสารข้อมูลแบบนี้ได้กำหนดเป็นมาตรฐานแล้ว คือการสื่อสารข้อมูลมาตรฐาน BSC (Binary Synchronous Communications) ซึ่งเป็นโปรโตคอลที่ลักษณะของข้อมูลแบบไบต์ที่นิยมนำไปใช้งาน

2.2.1.2 บิตโอเรียนโปรโตคอล (Bit Oriented Protocol)

โปรโตคอลแบบนี้เป็นโปรโตคอลที่การสื่อสารข้อมูลและการควบคุมการทำงานจะทำโดยใช้ลักษณะข้อมูลที่เป็นบิตโดยมีตัวอย่างของการสื่อสารข้อมูลในลักษณะนี้ที่มีการกำหนดขึ้นเป็นมาตรฐานแล้ว คือ HDLC (High-Level Data Link Control) โดยมีโครงสร้างของข้อมูลแบบซิงโครนัสเช่นเดียวกันกับ BSC แต่แตกต่างกันที่มีลักษณะของข้อมูลเป็นบิต ซึ่งโปรโตคอลแบบนี้ ข้อดีที่สามารถสื่อสารข้อมูลแบบ Full Duplex ได้ทำการสื่อสารข้อมูลได้รวดเร็วกว่า แต่โปรโตคอลแบบนี้ก็จะมีรายละเอียดและโครงสร้างในการสื่อสารข้อมูลที่สลับซับซ้อนมากทำให้การควบคุมการทำงานทำได้ยากและต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาสูง จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับงานที่มีขนาดเล็กๆ

2.2.2 โปรโตคอลของการสื่อสารแบบอนุกรม

เมื่อพิจารณาการส่งข้อมูลในแบบอนุกรมให้ดีจะพบว่า ปัญหาหนึ่งที่ควรจะเกิดขึ้นอยู่เสมอ ก็คือการตัดสินใจว่าข้อมูลที่ได้รับนั้นมีจุดเริ่มต้นที่ใด ดังนั้นจึงมีการกำหนดข้อตกลงในการสื่อสารขึ้นเพื่อแก้ปัญหานี้ การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ โปรโตคอลสำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous) และแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัสนั้นข้อมูลจะถูกส่งออกไปอย่างสม่ำเสมอช่วงเวลาระหว่างบิตและระหว่างเวิร์ดจะเท่ากันเสมอ ดังนั้นในการสื่อสารข้อมูลอนุกรมในแบบซิงโครนัสจึงต้องมีสายสัญญาณเพิ่มเติมกำกับการส่งว่าควรจะส่งเมื่อใดและควรจะหยุดเมื่อใด ระบบที่เป็นซิงโครนัสจะเป็นระบบที่มีความเร็วสูง แต่ก็ยังต่ำกว่าการสื่อสารแบบขนาน การสื่อสาร

แบบอะซิงโครนัสนี้ เป็นหัวใจของการสื่อสารข้อมูลผ่านทางสายโทรศัพท์ ในปัจจุบันการสื่อสารแบบนี้ ช่วงระยะเวลาระหว่างบิตจะมีค่าเท่ากันเช่นเดียวกับซิงโครนัส แต่จะมีระยะห่างระหว่างเวิร์ดนั้นแตกต่างกันออกไป เป็นกี่วินาที, นาที, ชั่วโมงหรือวัน เป็นต้น ขึ้นอยู่กับทางฝ่ายรับสามารถรอได้หรือไม่เท่านั้น เมื่อไม่มีข้อกำหนดทางด้านระยะเวลาระหว่างเวิร์ดแล้ว ทางผู้ส่งและผู้รับจะเข้าใจตรงกันได้อย่างไรว่าที่คือจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของแต่ละเวิร์ด เพื่อแก้ปัญหานี้ จึงมีการกำหนดข้อตกลงเกี่ยวกับรูปแบบของข้อมูลที่จะส่งให้ทางผู้รับสามารถเข้าใจว่าเป็นจุดใด จุดเริ่มต้นของเวิร์ด ข้อกำหนดดังกล่าวกำหนดให้แต่ละเวิร์ดจะต้องขึ้นต้นด้วยบิตที่เรียกว่า บิตเริ่มต้น (Start Bit) ซึ่งจะต้องมีข้อมูลเป็นลอจิก 0 เสมอ จากนั้นตามด้วยบิตข้อมูลที่ต้องการส่ง ซึ่งมีความยาวระหว่าง 5-8 บิต ถัดจากบิตข้อมูลก็จะเป็นพาริตีบิต ซึ่งทำหน้าที่เป็นบิตสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ บิตพาริตี บิตนี้มี 2 ประเภทคือ อีเวนพาริตี (Even Parity) ซึ่งจะกำหนดจำนวนบิตที่เป็นลอจิก 1 ในบิตที่เป็นข้อมูลมีจำนวนเป็นจำนวนคู่และออดพาริตี (Add Parity) ซึ่งจะกำหนดจำนวนบิตที่เป็นลอจิก 1 ในบิตที่เป็นข้อมูลมีจำนวนเป็นจำนวนคี่ ในการส่งข้อมูลบางครั้งอาจจะไม่มีการใช้บิตพาริตีก็ได้ ถ้าหากการสื่อสารในครั้งนั้นมีความน่าเชื่อถือสูง คือมีสัญญาณรบกวนต่ำ เป็นการเพิ่มความเร็วในการสื่อสารด้วย บิตสุดท้ายในรูปแบบก็คือ บิตสุดท้าย (Stop Bit) ทำหน้าที่บอกทางผู้รับว่า ขณะนี้ข้อมูลที่ทางผู้รับได้รับนั้นครบเวิร์ดแล้ว ขอให้เตรียมชุดรับเวิร์ดต่อไปได้ บิตสุดท้ายนี้อาจมีความยาวเป็น 1 บิตหรือ 2 บิตก็ได้

2.3 พอร์ตอนุกรม

2.3.1 มาตรฐานพอร์ตอนุกรม

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐานชนิดนี้ ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดหนึ่งที่อยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการที่เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Industries Association : EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3V ถึง -12V แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ +3V ถึง +12V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space)

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

ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดก็คือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ที่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE

สำหรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 มักถูกใช้เชื่อมต่อกับโมเด็มหรือเมาส์โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้น เช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่นๆ ที่เคยใช้งานในอดีต ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนัก จึงถูกยกเลิกไป

สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก ประกอบด้วยการเชื่อมต่อแบบ Null modem หรือการเชื่อมต่อโดยไม่ต้องผ่านโมเด็ม โดยมีการตรวจสอบหรือแฮนด์เช็คเต็มรูปแบบและการเชื่อมต่อแบบ Null modem ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์ สำหรับรายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีดังนี้

1. Data Carrier Detect : DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect : CD ขานี้จะแอกตีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก

2. Receive Data : RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจีสเตอร์ บัฟเฟอร์

3. Transmitted Data : TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป

4. Data Terminal Ready : DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทางและขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบ Null Modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DCD ด้วยกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจสอบจับสัญญาณพาห์

5. Signal Ground : GND ขากราวด์ของระบบ

6. Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช้งานคู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR

7. Request To Send : RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยที่ขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null Modem 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อจะให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

8. Clear To Send : CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ดังนั้นขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

9. Ring Indicator : RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ โดยปกติในการสื่อสารทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

2.3.1.1 UART

UART มาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter ซึ่งหมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้ว UART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารอนุกรม

หน้าที่หลักของ UART คือ ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัสแล้วส่งออกไปและทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แล้ว ยังแจ้งข้อมูลอื่นๆ ให้คอมพิวเตอร์ทราบด้วย เช่น อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (buadrate)รูปแบบการส่งข้อมูล ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล (ผิดพลาดจากพาริตีเฟรมข้อมูลและ โอเวอร์รัน) เป็นต้น

ภายใน UART จะมีส่วนของวงจรสร้าง buadrate แบบโปรแกรมได้ (Programmable buadrate generator) โดยการกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้มีขนาด 16 บิต ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวหารอยู่ในช่วง 1-0.5,535 UART สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (half duplex) และฟูลดูเพล็กซ์ (full duplex) โดยการส่งแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์เป็นการส่งแบบทิศทางเดียว ส่วนการส่งแบบฟูลดูเพล็กซ์เป็นการส่งข้อมูลได้ในคราวเดียวกัน

2.3.1.2 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

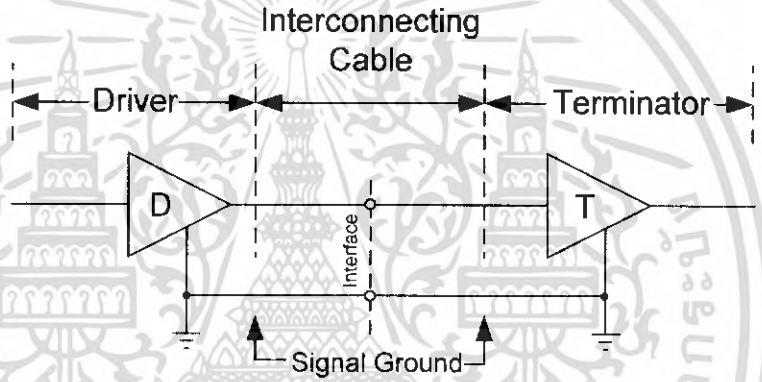
UART อีกเบอร์หนึ่งคือ 16450 มีความสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 115,200 บิตต่อวินาที และเพิ่มรีจีสเตอร์สำหรับพักข้อมูลสำหรับ UART นอกจากนั้นยังเพิ่มส่วนของชิฟต์รีจีสเตอร์แบบ FIFO (First In Frist Out) ขนาด 16 ไบต์เข้าไป ทำให้สามารถสนับสนุนความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ 256 กิโลบิตต่อวินาทีได้ โดยคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันใช้ UART เบอร์นี้หรือใหม่กว่า เช่น เบอร์ TL16C750 ซึ่งมีรีจิสเตอร์แบบ FIFO ขนาด 64 ไบต์ ทำงานได้ที่ระดับแรงดัน +5V และ +3V มีโหมดประหยัดพลังงาน สามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 1 เมกะบิตต่อวินาที เมื่อใช้สัญญาณนาฬิกา 16 MHz

อย่างไรก็ตาม ความเร็วในการส่งข้อมูลที่มากมายของ UART เบอร์ใหม่ๆ ก็ไม่ได้ช่วยให้การรับส่งข้อมูลของคอมพิวเตอร์เร็วขึ้น เนื่องจากคอมพิวเตอร์ยังใช้ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาในการแปลงข้อมูลเพียง 1.8432 MHz เท่านั้น

2.3.2 เปรียบเทียบมาตรฐานสัญญาณอนุกรมแบบต่างๆ

2.3.2.1 มาตรฐานสัญญาณอนุกรมแบบ RS-232C

มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่กำหนดโดย EIA (Electronics Industries Association) มาตรฐาน RS-232 ได้ถูกตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1969 ตัวอักษร RS แทน "Recomm Standard" 232 แทนหมายเลขของมาตรฐาน ส่วนอักษร C แสดงให้รู้ว่ามาตรฐานได้รับการแก้ไขกี่ครั้ง



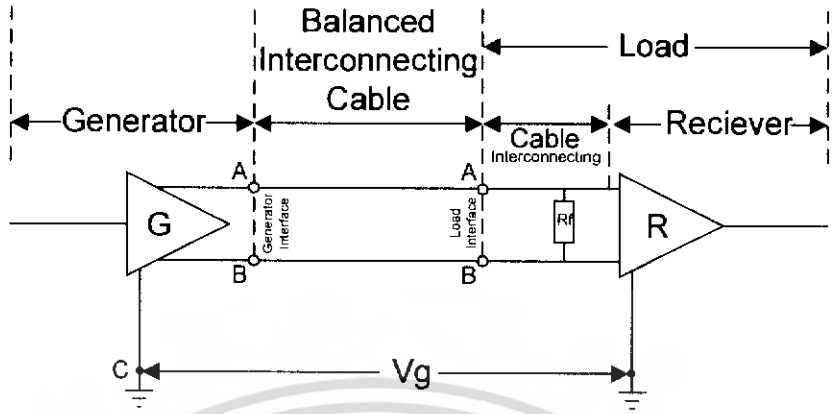
รูปที่ 2.4 ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของการอินเตอร์เฟสแบบ RS-232C

คุณลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของการอินเตอร์เฟสแบบ RS-232C

1. ถูกออกแบบให้ใช้กับอุปกรณ์พวกสัญญาณ Discrete
2. ใช้การอินเตอร์เฟสแบบ Unbalanced
3. ในแต่ละวงจรใช้ลวดนำในการนำสัญญาณ 1 เส้น และมีสายกราวด์รวม 1 เส้น
4. อัตราเร็วในการส่งข้อมูลมีค่า < 20 กิโลบิตต่อวินาที
5. ระยะทางสูงสุดที่ใช้ในการส่งข้อมูลมีค่า < 15 เมตร

2.3.2.2 มาตรฐานสัญญาณอนุกรมแบบ RS-422

มาตรฐาน RS-422 เป็นชุดขับแบบขยายความแตกต่างในรูปแบบของกระแส ทำให้อัตราเร็วในการส่งข้อมูลมีสูงขึ้นและระยะทางที่ใช้ส่งข้อมูลระหว่างชุดส่งและชุดรับมีระยะไกลขึ้น เพราะเป็นการส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์



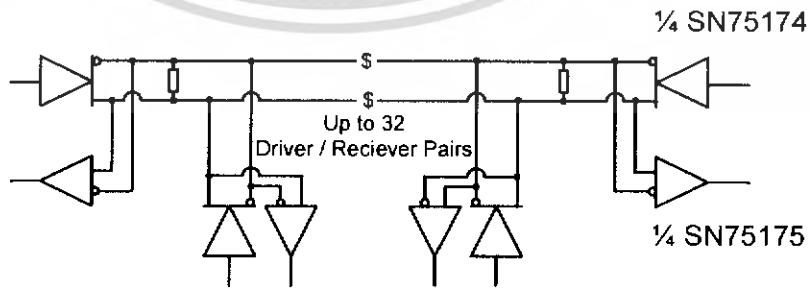
รูปที่ 2.5 ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของการอินเตอร์เฟสแบบ RS-422

คุณลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของการอินเตอร์เฟสแบบ RS-422

1. ชุดคำสั่งสัญญาณแบบ Balanced
2. ชุดรับข้อมูลเป็นแบบขยายความแตกต่าง
3. ในแต่ละวงจรใช้สวดตัวนำในการส่งสัญญาณจำนวน 2 เส้น
4. อัตราเร็วในการส่งข้อมูลสูงถึง 10 เมกะบิตต่อวินาที
5. ระยะทางที่ใช้ในการส่งข้อมูลได้ไกลถึง 400 ฟุต

2.3.2.3 มาตรฐานสัญญาณอนุกรมแบบ RS-485

มาตรฐาน RS-485 นี้ก็มีการพัฒนามาจาก RS-422 คือผู้ผลิตบางบริษัทได้ทำวงจรแบบขับสัญญาณ (ชุดส่ง) เป็นลักษณะ Tri-State ทำให้เราสามารถส่งข้อมูลได้สองทิศทางบนสายคู่เดียว (Single Pair) คุณสมบัติข้อนี้จึงทำให้ระบบส่งข้อมูลมีโครงสร้างเป็นแบบ Multidrop ซึ่งอุปกรณ์หลายๆ ประเภทสามารถรับและส่งข้อมูลแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์บนสายเดียวได้



รูปที่ 2.6 ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของการอินเตอร์เฟสแบบ RS-485

มาตรฐาน RS-485 นี้ ทางบริษัทผู้ผลิตได้ออกแบบชุดส่งและชุดรับให้สามารถต่อร่วมอยู่บนบัสได้ถึงอย่างละ 32 ชุด แต่การส่งข้อมูลในขณะเวลาหนึ่งๆ นั้นจะส่งได้ทีละชุด ฉะนั้นจะต้องมีกรรมวิธีตรวจสอบบัสก่อนว่าว่างและพร้อมที่จะให้ข้อมูลผ่านไปได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการสับสนของข้อมูลนั้นเอง การรับส่งข้อมูลสามารถที่จะรับส่งข้อมูลได้ถึง 32 บิต แต่ละชุดต้องมีการตรวจหัวข้อมูล (Header) หรือ Identify Code ก่อนเพื่อเป็นรหัสให้รับทราบว่าต้องการสื่อสารกับชุดใด

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบการสื่อสารแบบอนุกรมชนิดต่างๆ

Specification	RS-232C	RS-422	RS-485
Mode Of Operated	Single Ended	Difference	Difference
No of Driver & Receivers	1 Driver	1 Driver	32 Drivers
Allowed On One Line	1 Receiver	32 Receivers	32 Receivers
Max Cable Length	50 feet	4,000 feet	4,000 feet
Max Data Length	20 Kb/s	100 Kb/s	10 Mb/s
Driver Output Max Voltage	+/- 5 Vdc.	-0.25 to 6 Vdc.	-7 to 12 Vdc.
Driver Out (Load)	+/- 5 Vdc.	+/- 2 Vdc.	+/- 1.5 Vdc.
Signal Level (Unload)	+/- 15 Vdc.	+/- 5 Vdc.	+/- 5 Vdc.
Driver Load Impedance	3 to 7 KΩ	100 Ω	54 Ω
Driver Output Current (ON)	-	-	+/- 100 μA
High Impedance State OFF)	Vmax/300 Ω	+/- 100 μA	+/- 100 μA
Receiver Input Volt Rang	+/- 15 Vdc.	+/- 7 Vdc.	-7 to 12 Vdc.
Receiver Input Sensitivity	+/- 3 Vdc.	+/- 200 m Vdc.	+/- 200 m Vdc.
Receiver Input Resistance	3 to 7 Ω	4 KΩ (min)	12 KΩ (min)

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาจากคำ 2 คำ คำหนึ่งคือ ไมโคร (Micro) หมายถึงขนาดเล็กและคำว่า คอนโทรลเลอร์ (Controller) หมายถึง ตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงหมายถึง อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก แต่ในตัวอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กนี้ได้บรรจุ

ความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ กล่าวคือ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยบรรจุรวมกันอยู่ภายใต้ตัวถังเดียวกัน

ซีพียูจะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมเพื่ออ่านคำสั่งที่ระบุไว้ โดยต้องทำการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำผ่านสายสัญญาณที่เรียกว่า บัสแอดเดรส (address) แล้วทำการอ่านข้อมูลคำสั่งออกมาจากหน่วยความจำโปรแกรมในแอดเดรสนั้นๆ จากนั้นทำการประมวลผล โดยมีหน่วยความจำข้อมูลแรมเป็นที่พักของข้อมูลที่อยู่ในระหว่างการประมวลผลหรืออาจมองว่าหน่วยความจำข้อมูลแรมเป็นเสมือนกระดาษทดในการคำนวณก็ได้ ข้อมูลในการประมวลผลจะส่งผ่านสายสัญญาณที่เรียกว่าบัสข้อมูล (data bus) แล้วส่งต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต

2.4.1.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)

เป็นเสมือนมันสมองของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยซีพียูนี้จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่เข้ามาในระบบ แล้วทำการส่งต่อไปยังส่วนต่างๆ เพื่อควบคุมการทำงานต่อไป หัวใจหลักของซีพียูคือหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU : Arithmetic and logic unit) ซึ่งได้รับการกำหนดจังหวะการทำงานจากส่วนควบคุมลำดับการทำงาน โดยจังหวะการทำงานนั้นจะสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกา เมื่อซีพียูทำการติดต่อหน่วยความจำ สิ่งที่ปรากฏขึ้นบนบัสข้อมูลภายในซีพียูคือ รหัสคำสั่ง (instruction code) ต้องผ่านการทำงานของส่วนถอดรหัสคำสั่ง (instruction decoder) เสียก่อน จะได้เป็นข้อมูลคำสั่งที่ซีพียูเข้าใจและสามารถดำเนินการต่อได้ หลังจากที่หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิกประมวลผลแล้วก็จะส่งข้อมูลมายังส่วนเชื่อมต่อรีจิสเตอร์ภายในซีพียู เพื่อติดต่อกับส่วนอื่นๆ ต่อไป

การทำงานของซีพียูมีด้วยกัน 2 จังหวะ คือ เฟตช์ (fetch) และเอ็กซิคิวต์ (executed) โดยการทำงานจะเริ่มจากการเฟตช์ ซึ่งก็คือการเรียกหรือการเข้าถึงคำสั่ง แล้วทำการถอดรหัสเป็นภาษาเครื่องเพื่อเตรียมประมวลผล จากนั้นจะเป็นจังหวะของการเอ็กซิคิวต์ ซึ่งก็คือการกระทำตามคำสั่งที่กำหนดให้จนเสร็จสิ้น

การที่จะระบุว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีขีดความสามารถในการประมวลผลเป็นอย่างไร จะพิจารณาที่ความสามารถในการประมวลผลข้อมูลของซีพียู หากซีพียูสามารถประมวลผลข้อมูลได้สูงสุด 8 บิต นั้นคือไมโครคอนโทรลเลอร์นี้เป็นแบบ 8 บิต (8-bit core) แต่ในซีพียูในไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่บางตัวมีขนาด 8 บิต แต่สามารถประมวลผลกับข้อมูล 16 บิตได้ ทำให้ในบางครั้งผู้ผลิตจึงระบุออกมาว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้ทำงานกับข้อมูล 16 บิต อาจกล่าวได้ว่า เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 16 บิตเทียม เพราะถ้าหากเป็นแบบ 16 บิตแท้ ซีพียูต้องรองรับข้อมูลได้เต็ม 16 บิตหรือถ้าอ่านค่าในรายละเอียดของอุปกรณ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนั้นๆ จะต้องระบุว่าเป็น 16-bit core ดังนั้น จึงต้องพิจารณารายละเอียดตรงส่วนนี้ให้ดี

2.4.1.2 หน่วยความจำ

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะประกอบไปด้วยหน่วยความจำ 3 แบบ คือ หน่วยความจำโปรแกรม (program memory) หน่วยความจำข้อมูลแรม (RAM data memory) และหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม (EEPROM data memory)

1. หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรมเป็นที่สำหรับเก็บข้อมูลคำสั่งของโปรแกรมควบคุมที่ผู้พัฒนาเขียนขึ้น หรือเรียกว่า โปรแกรมมอนิเตอร์ (monitor program) ซีพียูจะเข้ามาติดต่อเพื่ออ่านข้อมูลรหัสคำสั่งจากหน่วยความจำในส่วนนี้แล้วนำไปประมวลผลเพื่อควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดต่อไปเรียกได้ว่ามีความสำคัญเท่าๆ กับซีพียูเลยทีเดียว หน่วยความจำโปรแกรมนี้มักมีขนาดใหญ่และถ้ายิ่งมีขนาดมากเท่าใดก็จะสามารถบรรจุโปรแกรมที่มีความซับซ้อนหรือสามารถเก็บตารางข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลได้มากตาม โดยทั่วไปมีความจุไม่น้อยกว่า 512 ไบต์ แต่จะให้ดีควรมีความจุ 1 กิโลไบต์ขึ้นไป จึงจะช่วยให้การเขียนโปรแกรมควบคุมมีอิสระเพิ่มมากขึ้น ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมจะแปรตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี มีการพัฒนาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีความจุของหน่วยความจำโปรแกรมสูงขึ้นเรื่อยๆ เป็น 4, 8, 16, 32 และ 64 กิโลไบต์และยังไม่สิ้นสุดเท่านี้ เชื่อแน่ว่าต้องมีการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีความจุของหน่วยความจำโปรแกรมสูงเป็นหลักร้อยกิโลไบต์หรือหลักเมกะไบต์ในที่สุด

ชนิดของหน่วยความจำโปรแกรมที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ (นับถึงปี 2002) มีอยู่ 3 แบบ ที่นิยมกันคือ แบบอีพรอม (EPROM : Erasable Programmable Read-Only Memory) แบบอีอีพรอม (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) และแบบแฟลช (flash) ความแตกต่างอยู่ที่จำนวนครั้งในการลบและเขียนข้อมูลทับลงไปใหม่ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

แบบอีพรอม ยังแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบโปรแกรมได้หลายครั้งและแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียว ถ้าหากเป็นแบบโปรแกรมได้หลายครั้งบนตัวถังของไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีหน้าต่างกระจกติดอยู่สามารถมองเห็นชิปภายในได้ เวลาลบต้องลบด้วยแสงอัลตร้าไวโอเล็ต จำนวนรอบในการโปรแกรมใหม่อยู่ระหว่าง 10-100 ครั้ง แต่ถ้าเป็นแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียวหรือ OTP (One-time programmable) จะไม่สามารถลบได้ ตัวถังของมันจะปิดมิดชิดเหมือนกับไอซีธรรมดา

แบบอีอีพรอม หน่วยความจำแบบนี้จะลบและเขียนใหม่ได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้า ในอดีตเป็นที่นิยมมากเนื่องจากสามารถลบและเขียนใหม่ได้เป็นหลักร้อยรอบขึ้นไป ในบางตระกูลถึง 1 ล้านครั้ง แต่ในปัจจุบันแบบนี้ไม่เป็นที่นิยมใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากต้นทุนสูง

แบบแฟลช หน่วยความจำโปรแกรมชนิดนี้ สามารถลบและเขียนได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้า แตกต่างกับแบบอีอีพรอมในเชิงการใช้งานตรงที่กระบวนการลบข้อมูล หน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชจะไม่สามารถเลือกลบเฉพาะเจาะจงบางแอดเดรสบางตำแหน่งได้ เมื่อทำการลบข้อมูลจะต้องลบทั้งหมด หน่วยความจำ

โปรแกรมแบบนี้ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากราคาไม่สูงและสามารถโปรแกรมได้เป็นร้อยครั้งขึ้นไป แต่โดยปกติมักเริ่มที่ 1,000 ครั้งในบางรุ่นสูงเป็นหมื่นครั้งและเป็นแสนครั้งก็มี ขึ้นอยู่กับแรงดันที่ใช้ในการโปรแกรม

2. หน่วยความจำข้อมูลแรม

เป็นหน่วยความจำที่ต้องมีในไมโครคอนโทรลเลอร์ทุกตัว เพราะใช้เป็นพื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลทั้งในระหว่างและหลังการประมวลผล ยิ่งมีมากยิ่งช่วยให้การทำงานสะดวก เพราะหน่วยความจำแรมมีอัตราเร็วในการอ่านเขียนสูงมากและไม่จำกัดจำนวนรอบในการอ่านเขียน ในพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลแรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของข้อมูลทั่วไปสำหรับเก็บค่าตัวแปรและส่วนของรีจีสเตอร์

โดยปกติแล้วหน่วยความจำข้อมูลแรมจะมีความจุไม่มากเมื่อเทียบกับหน่วยความจำโปรแกรมในบางตัวอยู่ในหลักสิบไบต์ แต่ถ้าไมโครคอนโทรลเลอร์มีความสามารถสูงขึ้น ความจุของหน่วยความจำข้อมูลแรมจะเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพราะต้องเพิ่มในส่วนของรีจีสเตอร์ตามความสามารถที่สูงขึ้นของไมโครคอนโทรลเลอร์

ทางด้านขนาดของหน่วยความจำข้อมูลแรม โดยส่วนใหญ่จะมีขนาด 8 บิต แต่สามารถต่อร่วมกันเป็น 16 บิตได้ ส่วนการจัดสรรตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำข้อมูลจะขึ้นอยู่กับสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ หากเป็นแบบฮาร์วาร์ด (Harvard) จะได้รับการจัดสรรให้อยู่แยกจากหน่วยความจำโปรแกรม จึงทำให้มีค่าแอดเดรสเหมือนกันได้ นั้นคือผู้ใช้งานจะพบแอดเดรส 0000 ทั้งในหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล แต่จริงๆ แล้วอยู่ต่างที่กัน จะพบในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51, PIC, AVR เป็นต้น แต่ถ้าเป็นแบบพรินซ์ตัน (Princeton) จะจัดสรรให้อยู่ในบริเวณเดียวกัน ดังนั้นค่าแอดเดรสจะไม่มีทางตรงกัน จะพบในไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HCxxx ของ Motorola

3. หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม

เป็นหน่วยความจำข้อมูลพิเศษที่ในไมโครคอนโทรลเลอร์บางเบอร์ บางรุ่น บางตระกูลไม่มีใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่ต้องการรักษาไว้เมื่อไม่มีการจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ การติดต่อเพื่ออ่านเขียนจะมีลักษณะเป็นพิเศษขึ้นอยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ ขนาดของหน่วยความจำแบบนี้มักเท่ากับ 8 บิต ส่วนความจุก็จะแตกต่างกันไป มีตั้งแต่ไม่กี่สิบไบต์จนถึงเป็นกิโลไบต์

การอ่านเขียนหน่วยความจำแบบนี้จะใช้สัญญาณไฟฟ้าทั้งหมดและสามารถรักษาข้อมูลล่าสุดไว้แม้ว่าจะไม่มีการจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วก็ตาม สำหรับจำนวนรอบในการเขียนโดยปกติอยู่ในหลักล้านขึ้นไป

2.4.1.3 รีจีสเตอร์ (register)

เป็นหน่วยความจำพิเศษที่มีบทบาทสูงมากในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถที่จะอ่านและเขียนข้อมูลได้ตลอดเวลา จนกว่าจะหยุดจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ หน้าที่หลักคือ ใช้เก็บข้อมูลในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยข้อมูลที่เก็บนี้มีทั้งข้อมูลแสดงสถานะการทำงาน ข้อมูลสำหรับควบคุมการทำงานโมดูลย่อยต่างๆ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ข้อมูลที่รับเข้ามาจากพอร์ตอินพุต

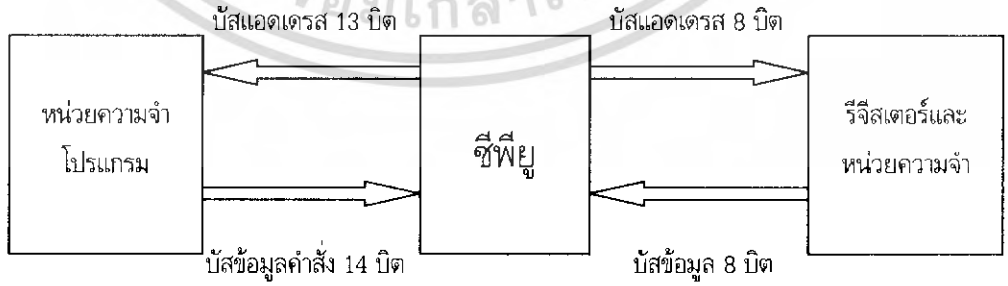
ข้อมูลที่ต้องการส่งออกไปยังอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตเอาต์พุต โดยข้อมูลแต่ละประเภทก็จะถูกเก็บลงในรีจีสเตอร์ที่แตกต่างกันไปตามหน้าที่การทำงาน

2.4.2 สถาปัตยกรรมและโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของ PIC16F628

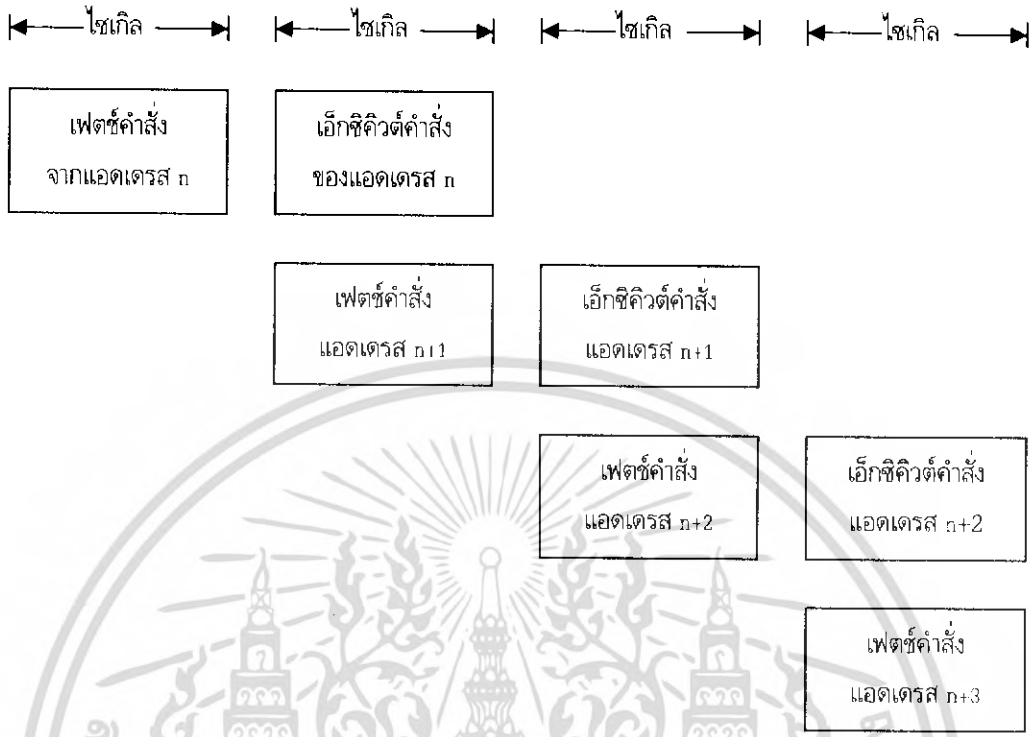
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีสถาปัตยกรรมแบบฮาร์วาร์ด (Harvard architecture) กล่าวคือ มีการจัดแยกหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลออกจากกัน มีบัสสำหรับติดต่อแยกกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.6 จะเห็นได้ว่าซีพียูภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมด้วยบัสของแอดเดรส 13 บิต และบัสของข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรม 14 บิต ในขณะที่บัสติดต่อหน่วยความจำข้อมูลและรีจีสเตอร์ภายในเป็นแบบ 8 บิต

นอกจากการจัดสถาปัตยกรรมแบบนี้แล้ว การกระทำคำสั่งทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ยังใช้กระบวนการที่เรียกว่า ไปป์ไลน์ (pipeline) ทำให้สามารถเฟตช์คำสั่งถัดไป ในขณะที่กำลังเอ็กซิคิวต์คำสั่งในปัจจุบัน ส่งผลให้ความเร็วในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เพิ่มมากขึ้น นั้นจึงเป็นที่มาของความสามารถในการกระทำคำสั่ง 1 คำสั่งภายในสัญญาณนาฬิกา 1 ลูก (กระบวนการเฟตช์ (fetch) เป็นกระบวนการเรียกคำสั่งออกจากหน่วยความจำโปรแกรมแล้วทำการแปลคำสั่งนั้นให้เป็นรหัสเลขฐานสิบหกเพื่อให้ซีพียูเข้าใจ ส่วนกระบวนการเอ็กซิคิวต์ (execute) เป็นกระบวนการกระทำคำสั่งให้เกิดผลลัพธ์ตามที่คำสั่งนั้นๆ กำหนด) สำหรับกระบวนการไปป์ไลน์แสดงดังรูปที่ 2.7

เมื่อเริ่มต้นกระทำคำสั่งที่ 1 ซีพียูจะเฟตช์คำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมที่แอดเดรส n จากนั้นทำการเอ็กซิคิวต์ในไซเกิลต่อมา และที่ไซเกิลของการเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่แอดเดรส n นั้น ซีพียูก็จะเริ่มต้นเฟตช์คำสั่งจากแอดเดรส n+1 ทันที เมื่อเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่แอดเดรส n เรียบร้อย ซีพียูก็จะสามารถเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่แอดเดรส n+1 ต่อเนื่องกันไปได้ในทันที และในทำนองเดียวกัน ขณะที่กำลังเอ็กซิคิวต์คำสั่งแอดเดรส n+1 ซีพียูก็จะดำเนินการเฟตช์คำสั่งที่แอดเดรส n+2 ต่อไป



รูปที่ 2.7 แผนผังการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้สถาปัตยกรรมแบบฮาร์วาร์ด

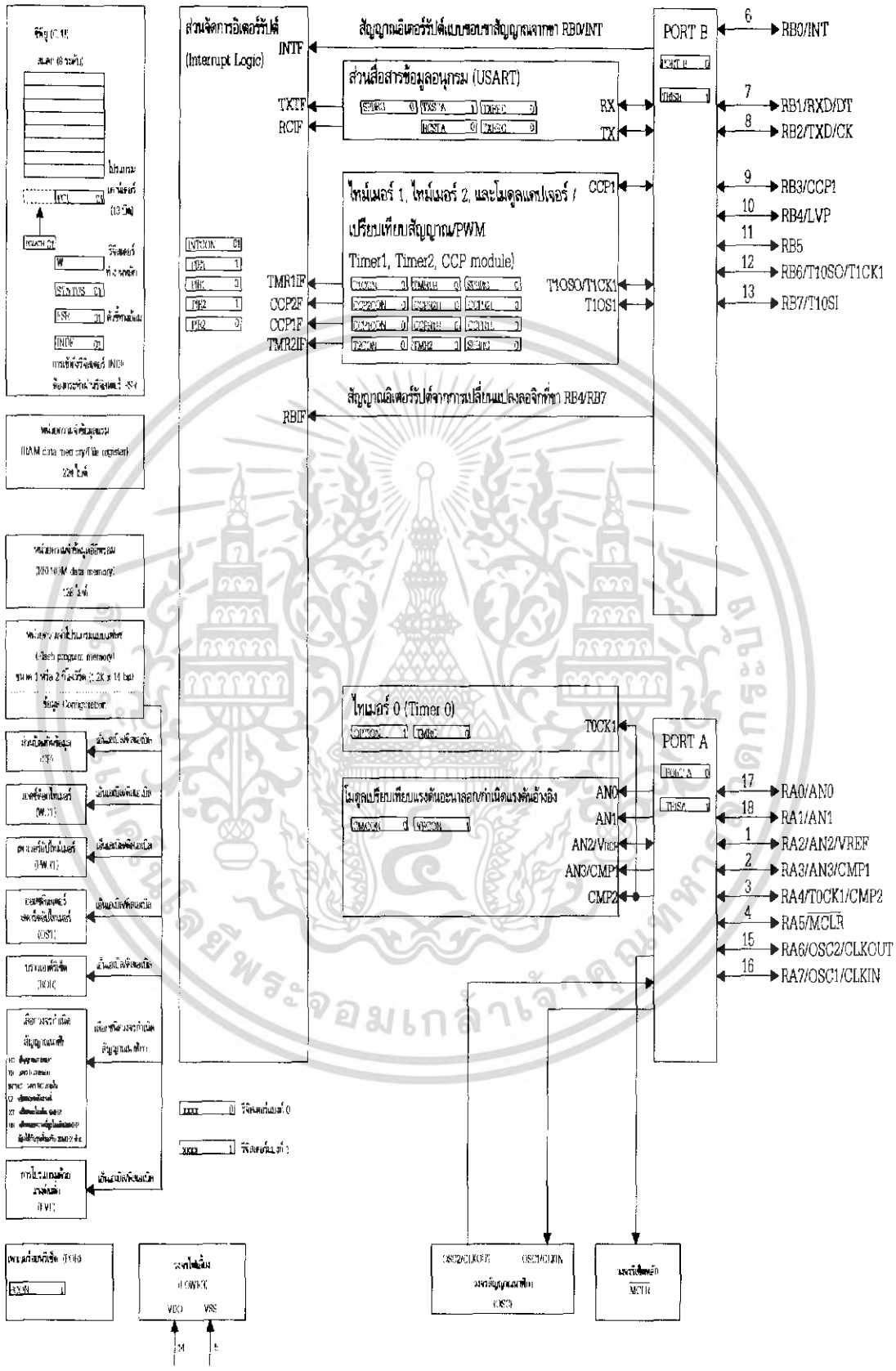


รูปที่ 2.8 แผนผังการทำงานของกระบวนการไปป์ไลน์ที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

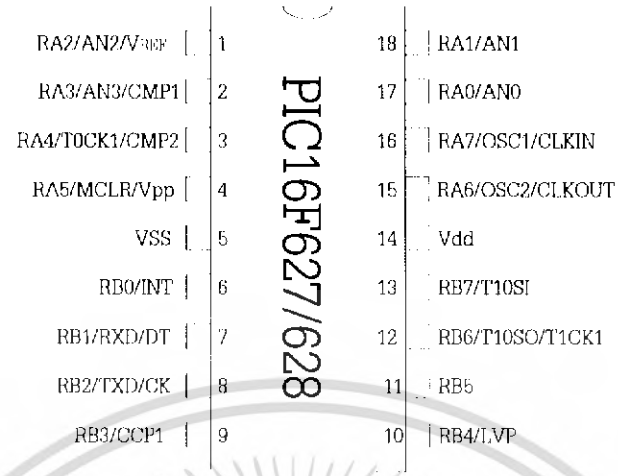
โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628

แสดงดังในรูปที่ 2.8 ส่วนประกอบหลักก็จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 แต่จะมีส่วนเพิ่มเติมเข้ามามากพอควร ได้แก่ วงจรบราว์เอาต์รีเซต (brown-out reset) สำหรับสร้างสัญญาณรีเซตซีพียูเมื่อไฟเลี้ยงลดต่ำลงเกินกว่าที่กำหนด วงจรโปรแกรมข้อมูลด้วยแรงดันต่ำ (low-voltage programming) ไทเมอร์ที่มีมากถึง 3 ตัว โมดูลแรงดันเปรียบเทียบ (reference voltage module) โมดูลเปรียบเทียบแรงดันแอนะลอก 2 ชุด (analog comparator) วงจรสื่อสารอนุกรม (USART : Universal Synchronous Asychronous Receiver Transmitter) และโมดูลตรวจจับสัญญาณ เปรียบเทียบข้อมูลและวงจรสร้างสัญญาณมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์หรือ PWM (CCP : Capture Compare Pulse-width modulation module)

นอกจากนั้นขนาดของหน่วยความจำทั้งส่วนโปรแกรม ข้อมูล รีจีสเตอร์และหน่วยความจำอีอีพรอมในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 ก็มีเพิ่มมากขึ้น การจัดขาของ PIC16F628 แสดงในรูปที่ 2.9 ในตารางที่ 2.2 เป็นรายละเอียดของการทำงานในแต่ละขาสัญญาณของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F62x ส่วนในตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรม PIC16F62x ทั้ง 2 เบอร์ PIC16F627 กับ PIC16F84 ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเลือกใช้



รูปที่ 2.9 แผนผังโครงสร้างการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628



PDIP - 18

รูปที่ 2.10 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628

คุณสมบัติทางเทคนิคของ PIC16F62x

1. ซีพียูเป็นแบบ RISC (Reduce Instruction-Set Computer) มีคำสั่งใช้งานเพียง 35 คำสั่ง
2. ความถี่สัญญาณนาฬิกา ตั้งแต่ไฟตรงถึง 20 MHz (สูงสุด)
3. ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรม 1 กิโลเวิร์ด สำหรับ PIC16F627 และ 2 กิโลเวิร์ด สำหรับ PIC16F628
4. หน่วยความจำแรมข้อมูล 224 ไบต์
5. หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม 128 ไบต์
6. ตอบสนองแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 10 แหล่ง
7. มีสแต็ก 8 ระดับ
8. มีวงจรเพาเวอร์ออนรีเซต (POR) เพาเวอร์อัปไทเมอร์ (PWRT) และออสซิลเลเตอร์สตาร์ตอัปไทเมอร์ (OST)
9. มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ (WDT) ที่มีวงจรออสซิลเลเตอร์ในตัว ทำให้มีความน่าเชื่อถือในการทำงานสูง
10. เลือกป้องกันข้อมูลทั้งในหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลและสามารถเลือกระดับการป้องกันได้
11. เลือกใช้วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาได้ 6 โหมดหลัก
    - 11.1 โหมด EC ใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก
    - 11.2 โหมด ER ใช้ตัวต้านทานภายนอก
    - 11.3 โหมด INTRC ใช้วงจร RC ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ มี 2 ความถี่ให้เลือก
    - 11.4 โหมด LP ใช้คริสตอลพลังงานต่ำ ความถี่สูงสุดไม่เกิน 200 kHz

11.5 โหมด XT ใช้คริสตอล ความถี่ตั้งแต่ 100 kHz สูงสุดไม่เกิน 4 MHz

11.6 โหมด HS ใช้คริสตอลความถี่สูง สูงสุดไม่เกิน 20 MHz (ต้องใช้กับรุ่นที่รองรับความถี่ 20 MHz ด้วย)

12. สามารถโปรแกรมโดยใช้แรงดัน +5V ได้

13. สามารถโปรแกรมในวงจรได้

14. ไฟเลี้ยง +3V ถึง +5.5V

15. กระแสซิงก์และซอร์สของพอร์ต 25 mA

16. ขาพอร์ตปกติ 15 บิต สูงสุด 16 บิต เมื่อทำงานในโหมด INTRC และกำหนดให้ MCLR เป็นพอร์ตอินพุต

17. ไทเมอร์ 3 ตัว (ไทเมอร์ 0, ไทเมอร์ 1 และไทเมอร์ 2)

18. มีโมดูล CCP (Capture/Compare/PWM) 1 ชุด

19. มีโมดูลเปรียบเทียบแรงดันแอนะลอก 2 ชุด

20. มีโมดูลสร้างแรงดันอ้างอิง

21. มีโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม USART

22. มีวงจรตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยงหรือบราว์เอาต์ดีเท็กชั่น (Brown-out detection) เพื่อสร้างสัญญาณรีเซตซีพียูหรือเรียกว่า บราว์เอาต์ริเซ็ต (Brown-out reset : BOR)

23. การใช้พลังงานไฟฟ้าในกรณีไม่ขับโหลด

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของขาต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 โดยแบ่งออกเป็น 2 ตารางย่อยแยกได้ 3 กลุ่มคือ ขาต่อไฟเลี้ยง ขาพอร์ต A ที่มีทั้งหมด 8 ขา และขาพอร์ต B ที่มีทั้งหมด 8 ขา

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	ชนิดของวงจรบัฟเฟอร์	รายละเอียดการทำงาน
VDD	14	อินพุต	-	- ขาต่อไฟเลี้ยง ตั้งแต่ +3V ถึง +5.5V
VSS	5	อินพุต	-	- ขาต่อกราวด์
ขาพอร์ต A เป็นขาพอร์ต 2 ทิศทาง				
RA0/AN0	17	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA0 - อินพุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันแอนะลอกช่อง 0
RA1/AN1	18	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA1 - อินพุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันแอนะลอกช่อง 1
RA2/AN2/ V_{REF}	1	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA2 - อินพุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันแอนะลอกช่อง 2 - เอาต์พุตแรงดันอ้างอิง

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) รายละเอียดของขาต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 โดยแบ่งออกเป็น 2 ตารางย่อยแยกได้ 3 กลุ่มคือ ขาต่อไฟเลี้ยง ขาพอร์ต A ที่มีทั้งหมด 8 ขา และขาพอร์ต B ที่มีทั้งหมด 8 ขา

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	ชนิดของวงจรบัฟเฟอร์	รายละเอียดการทำงาน
RA3/AN3/ CMP1	2	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA3 - อินพุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันแอนะลอกช่อง 3 - เอาต์พุตวงจรเปรียบเทียบแอนะลอกชุดที่ 1
RA4/T0CKI/ CMP2	3	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA4 กรณีใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุตจะมีโครงสร้างเป็นแบบเดรนเปิด - อินพุตสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 0 - เอาต์พุตวงจรเปรียบเทียบแอนะลอกชุดที่ 2
RA5/MCLR/ THV	4	อินพุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ตอินพุต RA5 - ขารีเซ็ตหลัก - อินพุตรับแรงดันสูงสำหรับโปรแกรม
RA6/OSC2/CLKOUT	15	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA6 เมื่อทำงานในโหมด INTRC - เอาต์พุตสัญญาณนาฬิกาหลัก เมื่อทำงานในโหมด ER มีความถี่เท่ากับ 1/4 ของความถี่ที่ขา OSC1 - ขาต่อคริสตอล เมื่อทำงานในโหมด LP, XT และ HS
RA7/OSC1/ CLKIN	16	อินพุต/เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA7 เมื่อทำงานในโหมด INTRC - อินพุตสัญญาณนาฬิกาหลักเมื่อทำงานในโหมด EC - ต่อตัวต้านทานเพื่อกำหนดความถี่ในโหมด ER - ขาต่อคริสตอล เมื่อทำงานในโหมด LP, XT และ HS
ขาพอร์ต B เป็นขาพอร์ต 2 ทิศทาง สามารถกำหนดให้ต่อตัวต้านทานพูลอัพภายในเมื่อทำงานเป็นอินพุตได้ทางซอฟต์แวร์				
RB0/INT	6	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์ [5]	- ขาพอร์ต RB0 - อินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอก
RB1/RxD/DT	7	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์ [6]	- ขาพอร์ต RB1 - ขารับข้อมูลของวงจรสื่อสารอนุกรม USART - ขาติดต่อสัญญาณข้อมูลซิงโครนัส

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) รายละเอียดของขาต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 โดยแบ่งออกเป็น 2 ตารางย่อยแยกได้ 3 กลุ่มคือ ขาต่อไฟเลี้ยง ขาพอร์ต A ที่มีทั้งหมด 8 ขา และขาพอร์ต B ที่มีทั้งหมด 8 ขา

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	ชนิดของวงจรบัฟเฟอร์	รายละเอียดการทำงาน
RB2/TxD/CK	8	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์ [3]	- ขาพอร์ต RB2 - ขาส่งข้อมูลของวงจรสื่อสารอนุกรม USART - ขาติดต่อสัญญาณข้อมูลซิงโครนัส
RB3/CCP1	9	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์ [4]	- ขาพอร์ต RB3 - ขาอินพุต/เอาต์พุตของโมดูล CCP
RB4/PGM	10	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์ [4]	- ขาพอร์ต RB4 - สามารถกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์อันเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงลอจิกขึ้นที่ขานี้ในกรณี enable ไว้
RB5	11	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RB5 - สามารถกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์อันเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงลอจิกขึ้นที่ขานี้ในกรณี enable ไว้ - ป้อนสัญญาณกระตุ้นให้ไมโครคอนโทรเลอร์ทำงาน กรณีอยู่ในโหมดประหยัดพลังงาน(sleep)
AB6/T1OSO/TICK1/PGC	12	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์ [2]	- ขาพอร์ต RB6 - ขาเอาต์พุตสัญญาณออสซิลเลเตอร์ของไทเมอร์ 1 - อินพุตรับสัญญาณนาฬิกาสำหรับไทเมอร์ 1 - ขาสัญญาณนาฬิกาของการโปรแกรม - ป้อนสัญญาณกระตุ้นให้ไมโครคอนโทรเลอร์ทำงาน กรณีอยู่ในโหมดประหยัดพลังงาน (sleep)
RB7/T1OSI/ PGD	13	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์ [2]	- ขาพอร์ต RB7 - สามารถกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์อันเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงลอจิกขึ้นที่ขานี้ในกรณี enable ไว้ - ขาอินพุตสัญญาณออสซิลเลเตอร์ของไทเมอร์ 1 - ขาสัญญาณข้อมูลของการโปรแกรม - ป้อนสัญญาณกระตุ้นให้ไมโครคอนโทรเลอร์ทำงาน กรณีอยู่ในโหมดประหยัดพลังงาน (sleep)

หมายเหตุ

1. อินพุตของวงจรบัฟเฟอร์จะเป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์ เมื่อใช้งานเป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอก

2. อินพุตของวงจรบัฟเฟอร์จะเป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์ เมื่อทำงานในโหมดโปรแกรมข้อมูลอนุกรม (Serial programming mode)

3. อินพุตเอาต์พุตของวงจรบัฟเฟอร์จะเป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์ เมื่อกำหนดให้ทำงานในโหมดสื่อสารข้อมูลอนุกรม

4. อินพุตเอาต์พุตของวงจรบัฟเฟอร์จะเป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์ เมื่อกำหนดให้ทำงานในโหมด CCP

5. อินพุตของวงจรบัฟเฟอร์จะเป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์ เมื่อทำงานในโหมดโปรแกรมด้วยแรงดันต่ำ (low voltage programming)

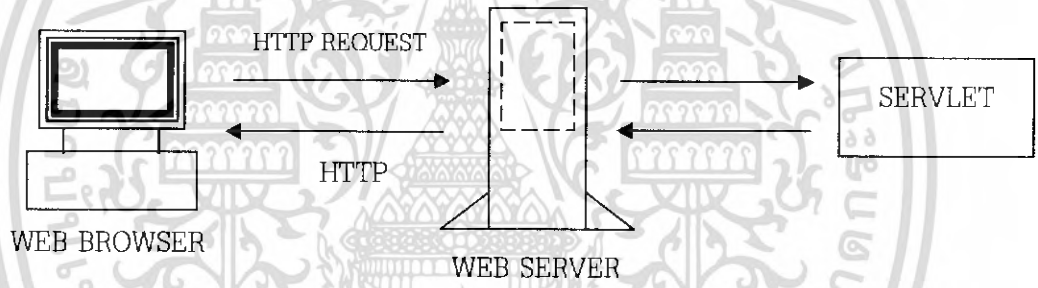
ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 กับ PIC16F628

คุณสมบัติสำคัญ	PIC16F84A	PIC16F627	PIC16F628
ความถี่สัญญาณนาฬิกา	ไฟตรง -20MHz	ไฟตรง -20MHz	ไฟตรง -20MHz
จำนวนขา	18	18	18
จำนวนพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต	พอร์ต A,B 13 บิต	พอร์ต A,B 16 บิต	พอร์ต A,B 16 บิต
ส่วนรีเซต (และหน่วงเวลา)	POR,BOR	POR,BOR	POR,BOR
หน่วยความจำโปรแกรม	1K × 14 บิต	1K × 14 บิต	2K × 14 บิต
หน่วยความจำข้อมูลแรม	68 ไบต์	224 ไบต์	224 ไบต์
หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม	64 ไบต์	128 ไบต์	128 ไบต์
จำนวนแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์	4	10	10
จำนวนไทเมอร์/เคาน์เตอร์	1	3	3
โมดูลแคปเจอร์/เปรียบเทียบ/PWM	-	1	1
ส่วนสื่อสารข้อมูลอนุกรม	-	USART	USART
โมดูลเปรียบเทียบแรงดันอนาลอก	-	2 ชุด	2 ชุด
โมดูลสร้างแรงดันอ้างอิง	-	1 ช่อง	1 ช่อง
โหมดสัญญาณนาฬิกา	RC,LP,XT,HS	EC,ER,INTRC,LP,XT,HS	EC,ER,INTRC,LP,XT,HS
จำนวนคำสั่ง	35	35	35

2.5 Java Servlet

Java Servlet คือโปรแกรมภาษาจาวาที่ถูกสร้างมาให้ทำงานได้บน HTTP Server โดยการทำงานของ Servlet มีลักษณะเป็น Server-side ซึ่งต่างจาก Java Applet โดยทั่วไปที่ทำงานในลักษณะ Client-side โดย Servlet เป็น modules ที่ทำงานอยู่ภายในกระบวนการ request/response oriented server และ Servlet ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาฐานข้อมูล (database) ต่างๆ ได้อีกด้วย

ประโยชน์ของ Servlet นั้นช่วยให้เราเขียน Program ที่สั่งให้ HTTP Server ทำงานหรือโต้ตอบกับ Program ของ Client เหมือนที่ CGI (Common Gateway Interface) ทำได้ ซึ่ง Servlet ถูกนำมาใช้แทน CGI script ได้อย่างมีประสิทธิภาพและให้ความสะดวกได้อย่างมากคือสามารถเขียนได้ง่ายกว่าและทำการ RUN ได้เร็วกว่า CGI และ Servlet ยังได้มีการจัดการในส่วนของการโปรแกรมทางด้าน server-side ไว้โดยเฉพาะ Servlet ได้ถูกพัฒนาโดยใช้ Java Servlet API ซึ่งเป็นส่วนเพิ่มเติมมาตรฐานของ Java



รูปที่ 2.11 แผนผังการทำงานของ Servlet

2.5.1 จุดเด่นของ Servlet

1. Servlet สามารถที่จะฝังตัวทำงานอยู่บน Server เมื่อทำการให้บริการ Client เสร็จสิ้นแล้วจะคอยรับ Request ใหม่ที่อาจจะมีมาจาก Client อีกโดยไม่ต้องถูกสร้างขึ้นมาใหม่จึงทำให้ Servlet ใช้ทรัพยากรของ Server น้อยมาก

2. Servlet สามารถจัดการกับงานประเภท Multiple Connection ได้ดี โดยอาศัยความสามารถของ Thread ที่มีอยู่ในตัว Java

3. Servlet สามารถติดต่อกับ Applet บน Client ได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลให้การรับส่งข้อมูลระหว่างกันดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง

4. Servlet สามารถถูก Upload จาก Client เพื่อสั่งให้ไปทำงานบน server ใดๆ บน Network ได้ประโยชน์ คือเราจะสามารถเขียน Program เพื่อค้นหาข้อมูลใน Web Host ใดๆ โดยไม่ต้องส่งข้อมูลมา

ประมวลผลที่เครื่องต้นทาง สามารถทำได้ที่ตัว Host นั้นๆ เลย เสร็จแล้วค่อยส่งผลรับกลับคืน จึงสามารถลดเวลาและ traffic บนระบบ Network ลงอย่างมาก

2.5.2 สถาปัตยกรรมของ Servlet

ใจความสำคัญของ Servlet API คือ การสนับสนุนการ interface ของ Servlet ทั้งแบบทางตรงหรือทางอ้อม โดยประกอบไปด้วยคลาสที่สนับสนุนการ interface เช่น Http Servlet ซึ่ง Servlet interface ประกอบด้วย method ที่ใช้เป็นตัวจัดการ Servlet และติอต่อสื่อสารกับ Client ผู้เขียน Servlet จะกำหนด method นี้ทั้งหมดหรือบางส่วนเมื่อต้องการพัฒนา Servlet เมื่อ Servlet ได้รับการเรียกร้องจาก Client จะมีการรับ object อยู่ 2 object ซึ่งอันแรกคือ Servlet Request และอีกอันคือ Servlet Response โดยคลาส Servlet Request นั้นจะเป็นตัวติดต่อสื่อสารจาก Client ไปยัง Server ในขณะที่คลาส Servlet Response เป็นตัวติดต่อสื่อสารจาก Servlet กลับไปยัง Client

Servlet Request interface อนุญาตให้ Servlet สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ เช่น ชื่อของพารามิเตอร์ที่ผ่านเข้ามาโดย Client โปรโตคอลและชื่อ host ของ Client ที่เป็นตัวส่ง request และของ Server ที่เป็นตัวรับ request ด้วยรวมไปถึงการกำหนดให้ Servlet เข้าถึง input stream ได้ด้วยโดย Servlet Input Stream โดย Servlet ทำหน้าที่รับข้อมูลจาก Client โดยผ่านโปรโตคอล เช่น HTTP, POST และ PUT method โดยคลาสย่อยของคลาส Servlet Request จะอนุญาตให้ Servlet สามารถรับข้อมูลที่เป็นลักษณะเฉพาะของโปรโตคอลกลับมาได้

Servlet Response interface ประกอบไปด้วย method สำหรับการตอบกลับไปยัง Client โดยอนุญาตให้ Servlet กำหนดขนาดและ mime type ในการตอบกลับและเป็นตัวจัดเตรียม output stream ด้วย โดยผู้เขียน Servlet สามารถใช้ Servlet Output Stream ในการส่งข้อมูลกลับได้ sub-class ของ Servlet Response ทำให้ Servlet มีโปรโตคอลที่แตกต่างกันได้หลายชนิด ตัวอย่างเช่น Http Servlet Response ประกอบด้วย method ที่อนุญาตให้ Servlet สามารถถ่ายเทข้อความจาก HTTP-specific header ได้

2.5.3 การใช้ Java Servlets กับการพัฒนาระบบงานบนเครือข่ายอินเตอร์เนต

Servlet API สามารถใช้ได้บน Server พื้นฐานทั่วไปที่มีการสนับสนุน Servlet และถูกกำหนดโดยคลาสที่อยู่ในแพคเกจดังนี้ java.servlet, java.servlet.http และ java.servlet.html

Package : java.servlet

Java.servlet เป็นแพคเกจที่กำหนดการทำงานของ Servlet จากสัดส่วนของ protocol independent ในระดับนี้โปรโตคอลที่ถูกใช้ในการเข้าถึง Servlet ได้แก่ HTTP, โปรโตคอลของระบบไฟล์เครือข่าย หรือโปรโตคอลที่ใช้ในการขนส่งอื่นๆ Servlet ถูกออกแบบให้ทำงานบน server-side โดยใช้คลาสในแพคเกจนี้ซึ่งประกอบไปด้วย interface class 4 คลาส และ implementation class 3 คลาส ดังนี้

1. Servlet Interface Class ประกอบไปด้วย method พื้นฐาน 4 method ดังนี้คือ

1.1 init(ServletStub) ถูกเรียกโดยอัตโนมัติเมื่อระบบต้องการหาค่าเริ่มต้นของ Servlet โดยกำหนดตัวแปรเริ่มต้นของ Servlet ในไฟล์ servlet.properties ได้โดยการเรียก getniParameter() หรือ getInitParameters()

1.2 destroy() ถูกเรียกโดยระบบเพื่อคืนทรัพยากรให้ระบบเมื่อ Servlet ถูกยกเลิกการใช้งาน

1.3 service(Servlet Request, Servlet Response) ถูกเรียกเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการรับ request ที่เข้ามาและสร้าง response ตอบกลับไป

1.4 getServletInfo() ถูกเรียกเพื่อรับข้อมูล (information) ที่เป็น String ซึ่งบอกลักษณะของ Servlet

2. Servlet Context Interface Class เป็นการกำหนด method เพื่อให้ Servlet สามารถทำงานได้แบบสลับฉาก (interact) ได้โดย method ต่างๆ มีดังนี้

2.1 getMime Type(String filename) ส่งคืนค่า MIME type ของแต่ละไฟล์โดยใส่ชื่อของไฟล์ (filename) ลงใน mime.properties file

2.2 getRealPath (String path) การประยุกต์ใช้ alias rules ใน alias.properties file เพื่อเป็นการกำหนด virtual path และตอบสนองด้วยการส่ง real path หากการส่งข้อมูลเกิดการผิดพลาดค่าที่ส่งกลับคืน null

2.3 getServletInfo() ส่งคืนค่าที่เป็นแบบ String ที่บ่งบอกชื่อ, version และฐานของ server software

2.4 getServlet(String) ส่งคืน Servlet ที่ตรงกับชื่อที่เรียกมา

2.5 getServlets() ส่งคืน Servlets ทั้งหมดที่ถูกโหลดใน server โดยรวมไปถึง Servlet ที่ถูกเรียกด้วย

2.6 log(Servlet, String) เขียนข้อความลงใน Servlet log ของ Servlet ที่ถูกกำหนด

3. Servlet Request Interface Calss ประกอบไปด้วย method ที่ใช้สำหรับการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวกับ Servlet request ซึ่งเป็นอิสระจากโปรโตคอลที่ใช้อยู่จริงในการส่งผ่านข้อมูลระหว่าง Client และ server โดย request จะถูกนำพาโดย IP พื้นฐานของโปรโตคอลเช่น HTTP ซึ่งการส่งผ่านข้อมูลของ ServletRequest โดยอาศัยโปรโตคอล เช่น HTTP นั้นจะต้องมี method ที่มีความสัมพันธ์กับโปรโตคอลดังนี้

3.1 getRemoteAddr() ส่งคืนค่า IP address ของ Client ที่ส่ง request

3.2 getRemoteHost() ส่งคืนค่า Host name ของตัวแทนที่ส่ง request

3.3 getServerName() ส่งคืนค่า Host name ของ server ที่รับ request

3.4 getServerPort() ส่งคืนค่า port number ที่รับ request

3.5 getProtocol() ส่งคืนค่าที่เป็น String ซึ่งแสดง protocol และ version

request ประกอบไปด้วยพารามิเตอร์และข้อมูลต่างๆ โดย Servlet สามารถหาขนาดความยาวของ content ได้โดย getContentLength() และหาชนิดของ content ได้จาก getContentType() เมื่อหา content พบ Servlet สามารถอ่านได้โดยใช้ HttpInputStream ซึ่งได้จาก getInputStream() โดย method ที่มีความสัมพันธ์กับ content มีดังนี้

3.6 getParameter(String) ส่งคืนพารามิเตอร์ที่กำหนดมาสำหรับ request

3.7 getParameters() ส่งคืนพารามิเตอร์ทั้งหมดของ request

3.8 getContentType() ส่งคืน MIME type ของข้อมูลที่รวมมากับ request หรือค่า null ถ้าไม่มีการกำหนด MIME type มากับ request

3.9 getInputStream() ส่งคืน input stream เพื่ออ่านข้อมูลที่มากับ request

4. Servlet Response Interface class เป็นตัวกำหนดการสร้าง response สำหรับการตอบสนอง request โดยทั่วไปแล้ว response จะประกอบไปด้วยส่วนที่บอกลักษณะของ MIME และขนาดของ content โดยการเขียน content ใน response นั้น Servlet จะเรียก getOutputStream() เพื่อทำหน้าที่รับ ServletOutputStream จากนั้นเรียก print() เพื่อส่ง response โดย method ที่ใช้ในการสร้าง response มีดังนี้

4.1 setContentType(String) เซ็ต MIME type ของ response

4.2 setContentLength(int) เซ็ตขนาดความยาวของ response

4.3 getOutputStream() ส่งคืน ServletOutputStream เพื่อทำการเขียนข้อมูล response ให้กลับไปยัง client

5. GenericServlet Class เป็นคลาสพื้นฐานที่สนับสนุนการส่งผ่านข้อมูลของ Servlet และใช้สำหรับการปลุก Servlet จาก server-side include โดยประกอบด้วย method ดังนี้

5.1 init() ถูกเรียกหลังจาก Servlet ได้รับการโหลดให้เป็นขั้นเริ่มต้น โดยจะข้าม method นี้ไปได้เมื่อมีการรับพารามิเตอร์เริ่มต้นต่างๆ หรือมีการทำงานที่ฟังก์ชั่นอื่นๆ ซึ่งในแต่ละครั้งเมื่อ Servlet ถูกโหลด Servlet จะมีค่าอยู่ที่ค่าเริ่มต้นหนึ่งครั้งเท่านั้น

5.2 getInitParameter(String name) เป็นการรับค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของตัว Servlet ทั้งแบบ servlet.properties file และอยู่ในรูปของ <Servlet> tag สำหรับ server-side includes servlets

5.3 getInitParameters() ส่งคืนชื่อและค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของ FOCUS01>

5.4 getServletContext() ส่งคืน Servlet context.

5.5 Log(String) log ข้อความลงใน servlet log file

6. ServletInputStream เป็น subclass ของ InputStream ที่เป็นตัวกำหนด readline(byte[], int offset, int count) ซึ่งทำการอ่าน byte ลงใน byte array จนกระทั่ง array เต็มหรือมีการอ่านบรรทัดใหม่เข้ามา

7. ServletOutputStream Abstract Calss เป็น subclass ของ OutputStream ซึ่งคล้ายกับ PrintStream แต่เป็นเพียงการกำหนด method ที่ใช้ print ข้อมูล โดยทั่วไปชนิดของข้อมูลจะใช้ ints, longs และ strings การทำงานของ ServletOutputStream จะทำการเปลี่ยน code ที่ใช้ในโปรแกรม (internal) ให้เป็น US-ASCII ซึ่งเป็น code ที่ใช้กันทั่วไปในระบบ Internet protocol โดยประกอบด้วย method ดังนี้

7.1 print(int), println(int)

7.2 print(long), println(long)

7.3 print(String), println(String)

7.4 println()

โดยสามารถแปลงข้อมูลชนิดอื่นก่อนการสั่ง print ออกทาง ServletOutputStream ได้โดยใช้ toString()

Package : java.servlet.http

Java.servlet.http เป็นแพคเกจที่สนับสนุน Servlet ในการใช้ HTTP โดยเฉพาะ แพคเกจนี้ประกอบไปด้วย interface class 2 คลาส implementation class 2 คลาส และคลาสสนับสนุนที่เป็น subclass ดังนี้

1. HttpServlet Abstract Class เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการค้นหาและแปลงข้อมูลระหว่างตัว ServletRequest และ ServletResponse โดยประกอบด้วย method ดังนี้

1.1 service (ServletRequest, ServletResponse) ทำหน้าที่ค้นหาและแปลงข้อมูลทั่วๆ ไประหว่าง HTTP-specific request กับ response โดยทั่วไปแล้วจะไม่มีการเขียนทับ method นี้

1.2 service (HttpServletRequest, HttpServletResponse) เขียนทับ abstract method เพื่อรับ HTTP service request

2. HttpServletRequest Interface Class เป็น subclass ของคำสั่ง ServletRequest ซึ่งเป็นตัวจัดการข้อมูลของ extra request และแสดงลักษณะของ content โดยแบ่งประเภทของข้อมูลที่หาได้จาก HttpServletRequest เป็น 4 ลำดับ ดังนี้

2.1 General Request Information ประกอดด้วย method ที่ให้ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับ request รวมไปถึงชื่อของ method ที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลและคำถามต่างๆ มีดังนี้คือ

2.1.1 getMethod() ส่งคืนค่า string ที่บรรจุ method ที่ใช้ในการ request เช่น "GET", "HEAD" หรือ "POST"

2.1.2 getQueryString() ส่งคืน query string ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ URL หรือ ถ้าไม่มีจะส่งค่า null โดยที่ query string จะตามหลังเครื่องหมาย ? ใน URL

2.2 URL Information ประกอบด้วย method ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการร้องขอ URL ดังนี้คือ

2.2.1 getRequestURL() ส่งคืน request URL ส่วนที่อ้างอิงถึงการปลุก Servlet

2.2.2 getServletpath() ส่งคืน ServletPath ส่วนที่อ้างอิงถึงการปลุก Servlet

2.2.3 getPathInfo() ส่งคืนข้อมูลของ extra path ที่ตามหลัง Servlet path ซึ่งนำหน้า query string

2.2.4 getPathTranslated() ส่งคืนข้อมูลของ extra path ที่จะส่งผ่านไปยังตัว real path โดยใช้ alias.properties rule

2.2.5 getRequestPath() ส่งคืน request URL ส่วนที่ตอบสนอง Servlet path ที่เพิ่มเติมด้วยข้อมูลของ extra path

2.3 Authentication-Related Information การเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชื่อและที่อยู่ของ client นั้น Servlet สามารถทำได้โดยใช้ getHostName() และ getHostAddress() method แต่สำหรับชนิดของ HTTP level authentication สามารถแสดงได้โดยใช้ getAuthType() และการติดต่อในแบบ basic mode จะมีการส่งคืนชื่อผู้ใช้โดย getRemoteUser() method

2.3.1 getAuthType() ส่งคืนรูปแบบของการรับรอง (Authentication) ของ request ในกรณีที่หาไม่พบค่าที่ส่งคืนคือ null

2.3.2 getRemoteUser() ส่งคืนชื่อของผู้ใช้ที่สร้าง request หรือถ้าไม่มีชื่อมากับ request นั้นจะให้ค่าเป็น null

2.4 Access to HTTP Request Header Fields สำหรับ HttpServletRequest มีการเปิดช่องทางให้มีการเข้าถึง HTTP request header fields โดยตรงเพื่อรับข้อมูลที่ได้รับการสนับสนุนเพียงเล็กน้อยจาก HttpServletRequest method ตัวอย่างเช่น include user-agent, referer, preferred languages และ cookie (สถานะของ client) ซึ่งสิ่งเหล่านี้มี header fields ที่ไม่แน่นอน

ต่อไปจะกล่าวถึง method 2 method ที่ใช้ในการเข้าถึง header เริ่มต้นเพื่อที่จะใส่ค่าดัชนีให้กับ header นั้นโดยค่าดัชนีที่เป็น 0 จะส่งคืน header field อันดับแรก และถ้าค่าดัชนีมีค่ามากกว่าจำนวนของ field ที่เป็นไปได้ที่ส่งคืนคือ null

2.4.1 getHeader(int) ส่งคืนจำนวนของ header field (n) ถ้ามีค่าน้อยกว่า header field (n) ค่าที่ส่งคืนคือ null

2.4.2 getHeaderName(int) ส่งคืนชื่อของจำนวน (n) ถ้ามีค่าน้อยกว่า (n) ค่าที่ส่งกลับคือ null

ในกรณีต่อไปเป็นการค้นหา request header ที่ตรงกันกับชื่อของ header field และส่งคืนค่าของ header field นั้นกลับไป โดยเลือกใช้ method ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบประเภทของข้อมูลที่ต้องการจะได้กลับคืนมา

2.4.3 getHeader(String fieldname) ส่งคืนค่าของ header field ถ้าไม่มีการกำหนด method นี้ ค่าที่ส่งคืนคือ null

2.4.4 getHeader(String fieldname, int default) ส่งคืนค่าที่เป็น integer ซึ่งเป็นค่าของ header field หลังจากมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่เป็น string ให้เป็น int ถ้าไม่พบ field นี้ค่าที่ส่งคืนจะไม่ได้ถูกกำหนดไว้

2.4.5 getDateHeader(String fieldname, long default) ส่งคืนค่าวันเดือนปีของ header field หลังจากแปลงข้อมูลที่เป็น string ให้เป็น date ถ้าไม่พบ field นี้จะไม่มีการกำหนดค่าที่ส่งกลับ

3. HttpServletResponse Interface Class เป็นแบบ subclass ของ ServletRespones และเป็นเครื่องมือในการสร้าง HTTP response header โดยแบ่งตามการนำไปใช้ประโยชน์ได้ 4 แบบ

3.1 Setting the Response Status เป็นการเซตสถานะของ response โดยค่าที่ส่งคืนคือ 200 หรือ OK. ถ้ามี error ส่งคืนหรือ OK. อยู่ในตำแหน่งที่ไม่ถูกต้อง Servlet สามารถระบุแยกรายละเอียดของทั้ง error code และข้อความที่บอกถึงลักษณะของ response ได้เอง ถ้ามีเพียง error เกิดขึ้นเท่านั้น Servlet จะแปลง code ให้อยู่ในรูปข้อความที่เป็น string แทนซึ่ง method ต่างๆ มีดังนี้

3.1.1 SetStatus (status Code) เซ็ท status code ในการส่งคืน HTTP header โดย status code ถูกแปลงให้เป็นข้อความที่เป็น string

3.1.2 SetStatus (statusCode, messageString) เซ็ท status code ในการส่งคืน HTTP header

3.2 Specifying Non-Standard Header Fields เป็นการรวม field ต่างๆ กับ response header นั้น Servlet ได้กำหนดให้ใช้ setHeader() method แต่สำหรับ non-standard header field ซึ่งไม่ได้รับการสนับสนุนจาก HttpServletResponse ซึ่งกำหนดให้ชื่อของ header field (ไม่มีเครื่องหมาย ;) อยู่ที่ argument แรก และข้อมูลอยู่ที่ argument ที่ 2 setHeader ที่ต่างกันนั้นแยกด้วยชนิดของพารามิเตอร์ที่เป็น String, int และ date โดยประกอบด้วย method ดังนี้

3.2.1 SetHeader(String fieldname, String) เซ็ทค่าของชื่อ header field เพื่อแสดงค่าออกมา

3.2.2 SetIntHeader(String fieldname, int) เซ็ทค่าของชื่อ header field ที่เป็นแบบ integer หลังจากมีการแปลงค่าให้เป็น string

3.2.3 SetDateHeader(String fieldname, long) เซ็ทค่าของชื่อ date field หลังจากแปลง long เป็น Internet-standard date-time string

3.2.4 UnsetHeader(String fieldname) ย้ายชื่อของ header field ออกจาก response

3.3 Returning Error Response การสร้างและส่ง standard error response เพื่อส่งคืน error นั้นมี method ที่ทำหน้าที่นี้อยู่ภายใต้ HttpServletResponse คือ sendError() method ซึ่งประกอบด้วย status code และข้อความที่อธิบายรายละเอียดของ error ซึ่งการส่งค่าคืนนี้จะส่งไปบน page โดยประกอบด้วย header ซึ่งแสดงค่า status code และข้อความมาตรฐานของ status code ในขณะที่ข้อความที่อธิบายรายละเอียดของ error นั้นจะอยู่บน body ของ page ที่ส่งคืน ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการเรียก sendError (404, "Couldn't find it!") จะมีการสร้าง page ซึ่งประกอบด้วย header "404 Not Found" และข้อความคือ "Couldn't find it!" โดย method ที่กล่าวถึงมีดังนี้

3.3.1 sendError(int) ส่ง error response ไปที่ client โดยระบุแต่ status code และไม่มีข้อความเพิ่มเติม

3.3.2 sendError(int, String) ส่ง error response ไปที่ client โดยต้องระบุทั้ง status code และข้อความที่อธิบายรายละเอียดของ error

3.4 Returning Redirect Response ในการสร้างและส่ง standard redirect response นั้น HttpServletResponse ได้กำหนดให้ใช้ sendRedierct() method โดยจะมีการสร้างและส่งค่า "302" เป็น response ค่าที่ส่งไปจะเป็น string ซึ่งเป็นตัวแสดงตำแหน่งใหม่ของ page โดย string ที่กล่าวถึงนี้ก็คือ URL นั้นเอง เนื่องจาก URL คือที่อยู่ที่ต้องการส่ง page ไปเหมือนกับการ link นั่นเอง อย่างไรก็ตาม sendRedirect() ไม่สามารถตรวจสอบได้ว่า string ที่เข้ามานั้นตรงกับ URL ที่ถูกต้องหรือไม่ ถ้าผู้เขียนมี URL ที่ถูกต้องแล้วให้แปลง URL นั้นเป็น string โดยใช้ toString() ก่อนที่จะเรียก sendRedirect() โดยการเรียก method นี้จะอยู่ในรูป sendRedirect(String) ซึ่งจะส่ง redirect response ไปยัง client โดยการระบุที่อยู่ของ URL ที่ต้องการมาด้วย

4. FormServlet Class เป็นคลาสของ Servlet ที่ถูกระบุให้เป็นส่วนหนึ่งของ Servlet API และด้วยเหตุนี้มันจึงสามารถอยู่บน web server ทุกชนิดที่สนับสนุน Servlet โดยทำหน้าที่สร้างแบบฟอร์มการทำงานของ Servlet โดย subclass ของ FormServlet และเขียนทับบน sendResponse() method ซึ่ง method นี้ทำหน้าที่ควบคุมแบบฟอร์มของข้อความและสร้าง response ซึ่งเป็น subclass ของ HttpServlet โดย method ต่อไปนี้ถูกกำหนดไว้ใน FormServlet Class

4.1 getServletInfo() เขียนทับตัว method นี้เพื่อส่งคืน string ที่บรรจุอยู่ในข้อความของ Servlet เช่น ชื่อผู้เขียนหรือเวอร์ชั่น

4.2 service (HttpServletRequest, HttpServletResponse) ผู้เขียนสามารถเขียนทับตัว method นี้ เมื่อมีความต้องการ special request processing sendResponse (HttpServletResponse, Hashtable) เขียนทับ method นี้เมื่อต้องการแปลง code เพื่อจัดรูปแบบและสร้าง response 5 HttpUtils Class เป็นคลาสที่ทำหน้าที่กำหนด static utility routine ในการสร้าง Servlet

Package : java.servlet.html

แพคเกจลำดับที่ 3 ซึ่งกำหนดใน Servlet API จะกล่าวถึงต่อไปนี้คือ java.servlet.html โดยแพคเกจนี้ประกอบด้วยคลาสที่สนับสนุน HTML 13 คลาส ซึ่งสนับสนุนการปฏิบัติการของ HTML เช่น ตาราง การแทรกรูปภาพและฟอร์ม ผู้เขียนจึงสามารถสร้าง HTML page โดยใช้ภาษา HTML จากนั้นจึงส่ง HTML page นั้นเขียนลง ServletOutputStream โดยคลาสต่างๆ มีดังนี้

1. HtmlElement สนับสนุนการกำหนด basic interface ประกอบด้วย 2 method ดังนี้

1.1 wrap() สำหรับรวม HTML tag pairs (เช่น <h1> และ </h1>) เข้ากับ element โดย tag ถูกระบุให้เป็น argument ใน wrap()

1.2 write() เขียน HTML ไปที่ OutputStream

2. HtmlText สนับสนุนข้อความ (text) ที่อยู่ภายใน tag ประกอบด้วย 2 method ดังนี้

2.1 add(String), add(String tag) เพิ่มข้อความ (text) ซึ่งรวมไปถึงข้อความที่อยู่ใน tag

2.2 addTag(String), addTag(string,String) เพิ่ม tag เดี่ยวที่ไม่เป็นคู่ (non-paired tag) เช่น <p>

3. HtmlContainer Class สนับสนุนในการทำงานของ list คือ HtmlElement ที่อยู่ภายใน tags ซึ่ง HtmlContainer ประกอบด้วย beginning tags, list ของ HtmlElement และ ending tags Htmlcontainer สนับสนุน wrap(), write() และชนิดต่างๆ ของ add() และ addtag() method โดย HtmlContainer ประกอบด้วย method ต่างๆ ดังนี้

3.1 addImg(String) เพิ่ม <IMG> tag โดยที่ String คือ URL ที่บรรจุรูปภาพที่ต้องการ

3.2 addLink(String text, String URL) เพิ่ม link เมื่อ "text" อยู่ระหว่าง tags และ URL โดยเป็น URL ที่ต้องการจะ Link ไป

4. Htmlapplet Class สนับสนุน applet HTML tag กับรายละเอียดของความกว้างและความสูง

5. HtmlChoicd Class สนับสนุน HTML tag ที่ถูกเลือก

6. HtmlDefiinitionList Class สนับสนุน dl, dt และ dd HTML tags

7. HtmlForm Class สนับสนุนการสร้าง HTML form ซึ่งประกอบด้วย input fields, check boxes, radio buttons, text area, selections และ submit buttons

8. HtmlFramset Class สนับสนุน client-side image map HTML tags

9. HtmlImageMap Class สนับสนุน client-side image map HTML tags

10. HtmlList Class สนับสนุน ul และ ol HTML list tags

11. HtmlPages Class สนับสนุนการสร้าง web page ที่ประกอบด้วย header และ body areas

12. HtmlTable Class สนับสนุนการสร้างตารางจาก row element

13. HtmlRow Class สนับสนุน HTML เพื่อกำหนดแถวของตาราง

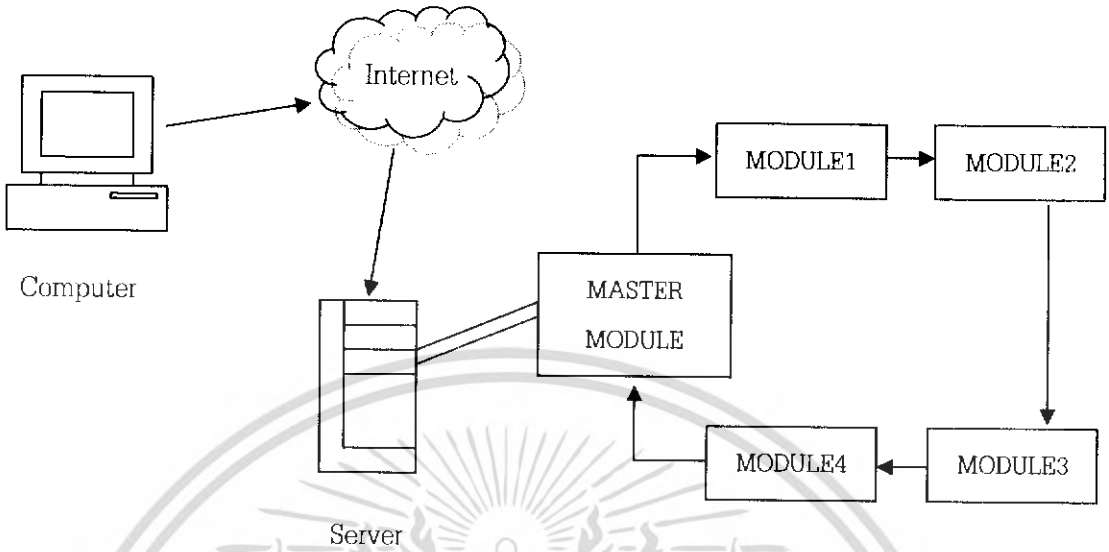
บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและการสร้างชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้น ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนควบคุมอุปกรณ์ และซอตฟ์แวร์ ซึ่งในส่วนของชุดควบคุมอุปกรณ์นั้น จะประกอบไปด้วย 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนของแผงวงจรควบคุมหลัก ซึ่งเป็นแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F628 และส่วนของแผงวงจรเชื่อมต่อต่างๆ เช่น แผงวงจรชุดแม่ข่าย แผงวงจรสวิตซ์ แผงวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า และแผงวงจรจ่ายไฟ โดยการทำงานของแผงวงจรชุดแม่ข่ายจะใช้เป็นเชื่อมต่อ เพื่อรับและส่งข้อมูลผ่านแผงวงจรควบคุมหลักเท่านั้น ในส่วนของแผงวงจรควบคุมหลักหรือแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีหน้าที่สำคัญในการประมวลผลชุดคำสั่ง เพื่อสั่งให้แผงวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานตามชุดคำสั่งนั้นๆ ส่วนของโปรแกรมก็จะใช้ในการทดสอบการทำงานของแผงวงจรต่างๆ ซึ่งจะเน้นในเรื่องของการส่งข้อมูลจากแผงวงจรควบคุมไฟฟ้าผ่านไปยังโปรแกรมที่ทำงานอยู่บนเครือข่ายบนอินเตอร์เน็ต รวมไปถึงการควบคุมการทำงานอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการกดสวิตช์อีกช่องทางหนึ่งด้วย

3.2 สถาปัตยกรรมของระบบ

โครงงานนี้ได้ออกแบบโดยการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้รับและส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เนต ซึ่งข้อดีจากการรับและส่งข้อมูลผ่านอินเตอร์เนตนั้น คือผู้ใช้งานสามารถสั่งการทำงานของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดๆ ก็ตาม เพียงแค่ผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้ระบบอินเตอร์เนตได้ ก็จะสามารถสั่งการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ห่างไกลได้ การทำงานของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตนี้จะมีลักษณะการทำงานเป็นแบบไคล์เอนท์-เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องส่งข้อมูลมายังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ก่อน แล้วเครื่องที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ก็จะทำการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งานของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ว่าผู้ใช้งานคนนี้มีสิทธิ์เข้ามาใช้งานชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือไม่ หากตรวจสอบแล้วพบว่ามีสิทธิ์ เครื่องเซิร์ฟเวอร์ก็จะรอรับชุดคำสั่งของผู้ใช้งาน โดยการส่งข้อมูลนั้นจะส่งมาในรูปแบบเฟรมข้อมูลตามชุดรูปแบบที่ได้กำหนดไว้ในโปรโตคอลที่ใช้สื่อสาร หากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ตรวจสอบไม่พบสิทธิ์การใช้งานของผู้ใช้ที่จะเข้ามาควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ก็จะทำการปฏิเสธการร้องขอเข้าใช้งานชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าของผู้ใช้ และรอการป้อนชุดคำสั่งที่ถูกต้องต่อไป โครงสร้างสถาปัตยกรรมโดยรวมมีลักษณะ ดังรูป



รูปที่ 3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ

จากรูป เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เนตจะทำการส่งชุดข้อมูลมาควบคุมหรือรับค่าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ (ในโครงงานนี้จะใช้พีซีคอมพิวเตอร์ แทนเครื่องเซิร์ฟเวอร์) โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเซิร์ฟเวอร์จะตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งานของผู้ใช้งานก่อน หากตรวจสอบแล้วพบว่ามีสิทธิ์เข้าใช้งาน จึงจะส่งชุดข้อมูลที่ได้รับมานั้นไปควบคุมการทำงานของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์โดยจะผ่านแผงวงจรชุดแม่ข่ายก่อน เพื่อทำการแปลงแรงดันที่ออกมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งปกติจะประมาณ 12-15 V ให้กลายเป็น TTL ค่าประมาณ 0-5 V เมื่อชุดข้อมูลที่ได้ผ่านแผงวงจรชุดแม่ข่ายแล้ว ก็จะถูกส่งไปยังแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการตรวจสอบชุดข้อมูลว่าถูกต้องตามที่ได้กำหนดเอาไว้หรือไม่ เมื่อตรวจสอบชุดข้อมูลว่าถูกต้องแล้วจึงทำการประมวลผลชุดคำสั่ง เพื่อส่งค่าชุดข้อมูลไปยังแผงวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อพ่วงอยู่ เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชุดหรือทั้งระบบ เมื่อแผงวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานตามชุดคำสั่งที่ได้รับ ก็จะแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ กลับมาให้ผู้ใช้ทราบผ่านทางเว็บเพจ โดยการต่อพ่วงของแผงวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นจะต่อพ่วงกันแบบวงแหวน โดยทำการตรวจสอบชุดคำสั่งแบบวนรอบทั้งระบบ แล้วส่งค่ากลับไปยังแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงผลสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชุดออกไป

ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ดังนี้

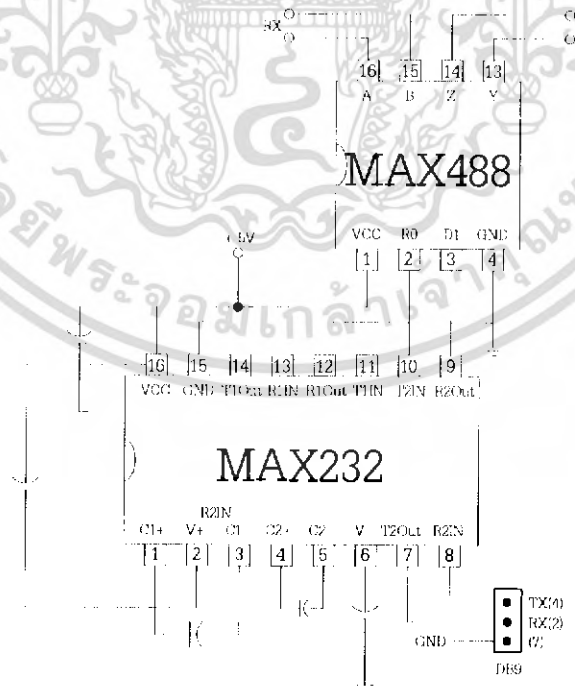
1. ส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware)
2. ส่วนซอฟต์แวร์ (Software)

3.3 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

โครงงานนี้จะเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC 16F628 เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16F62x มีคุณสมบัติสามารถรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมภายในตัว มีการตรวจจับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ อีกทั้งตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16F62x มีความเหมาะสมในการใช้งานเนื่องจากมีราคาประหยัดและมีหน่วยความจำโปรแกรม 2 กิโลเวิร์ด กับหน่วยความจำข้อมูล (RAM) ถึง 224 ไบต์ที่พอเพียงต่อการใช้ในโครงงานนี้

3.3.1 แผงวงจรชุดแม่ข่าย

แผงวงจรชุดแม่ข่ายจะทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันไฟฟ้า โดยเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์จะส่งข้อมูลมาทางพอร์ตอนุกรม (RS-232) แบบ 9 ขา (DB-9) ซึ่งระดับแรงดันของคอมพิวเตอร์ที่ส่งมาจะมีค่าสูงกว่าระดับแรงดันของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นลอจิก TTL คือ 0-5 โวลต์ ดังนั้น จึงต้องมีการแปลงระดับสัญญาณให้อยู่ในช่วงของลอจิก TTL โดยใช้ไอซี MAX232 ที่ทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันเครื่องคอมพิวเตอร์ +/-15 โวลต์ เป็นระดับแรงดัน +5 โวลต์ กับ 0 โวลต์ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นเมื่อข้อมูลที่ได้ผ่าน MAX232 มาแล้ว ชุดข้อมูลจะเข้าไปที่ MAX488 เพราะต้องการแปลงชุดข้อมูลที่เป็น RS-232 แบบ TTL ให้กลายเป็นไลน์ไดร์วเวอร์ (Line Driver) RS-485 เพื่อที่ชุดข้อมูลจะสามารถส่งไปได้ไกลขึ้นและเข้าไปยังแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป

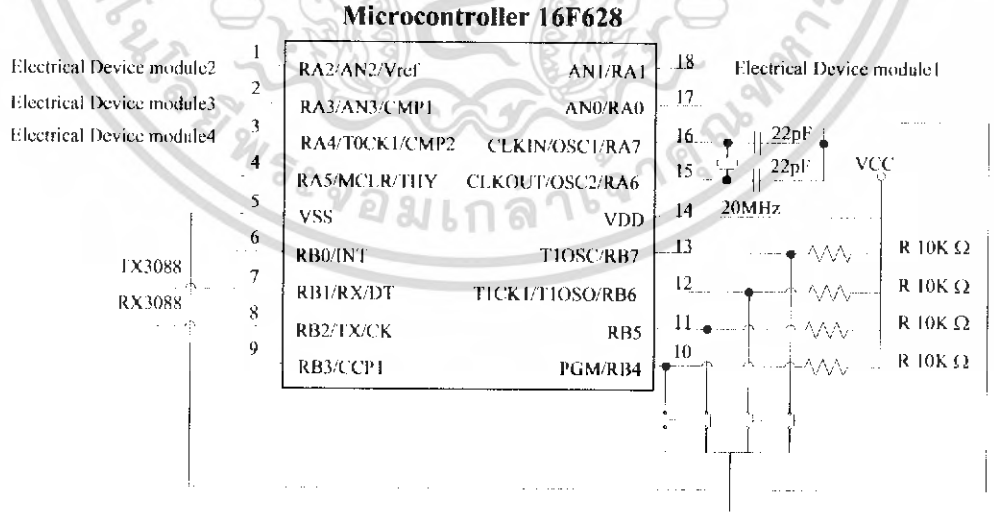


รูปที่ 3.2 การเชื่อมต่อของวงจรชุดแม่ข่าย

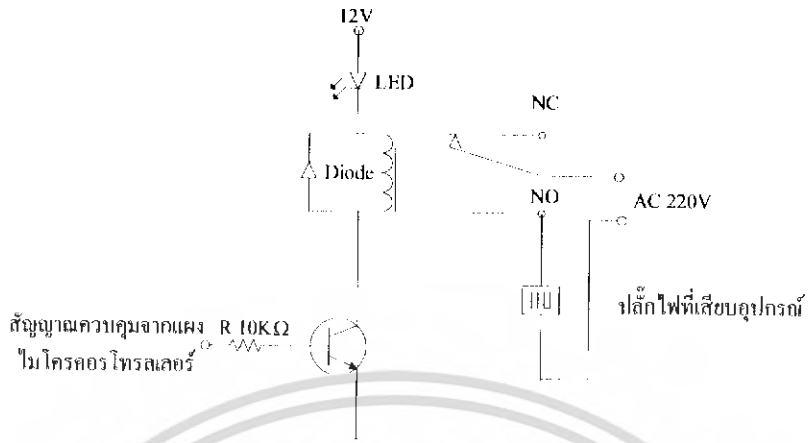
3.3.2 แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน การรับส่งข้อมูลจากแผงวงจรชุดแม่ข่ายก่อนที่จะส่งไปยังแผงวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อพ่วงอยู่เพื่อสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและรายงานผลต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากโหลดภายในแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเซิร์ฟเวอร์

ที่แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะมีไอซี MAX3088 มาแปลงไลน์ไดร์วเวอร์ (Line Driver) RS-485 ที่ถูกส่งออกมาจากแผงวงจรชุดแม่ข่าย ให้กลายเป็นชุดข้อมูล RS-232 แบบ TTL เพื่อที่จะสามารถรับส่งค่าผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เมื่อแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับค่ามาแล้ว ก็จะทำการส่งค่าชุดข้อมูลที่ตรวจสอบแล้วพบว่าถูกต้อง ไปยังแผงวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อพ่วงอยู่ในกับแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อแผงวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานตามคำสั่งแล้ว ก็จะส่งค่าของข้อมูลที่ได้ทำการควบคุมนั้นออกไปให้แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับชุดข้อมูลของอุปกรณ์ไฟฟ้ามาแล้ว ก็จะส่งสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นออกมา โดยจะผ่าน MAX3088 ทำการแปลงมาตรฐานการส่งให้เป็นแบบ RS-485 อีกครั้ง เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลไปยังอีกแผงวงจรได้ไกลขึ้น และชุดข้อมูลที่ถูกส่งออกมาก็จะเข้าไปยังแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์อีกชุดต่อไป เมื่อข้อมูลถูกส่งจนครบระบบแล้ว ก็จะส่งค่าสถานะทั้งหมดของอุปกรณ์ไฟฟ้าออกมากโดยผ่านวงจรแม่ข่ายเพื่อแปลงระดับแรงดันที่คอมพิวเตอร์สามารถรับค่าได้ออกมาให้ผู้ใช้ทราบ



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

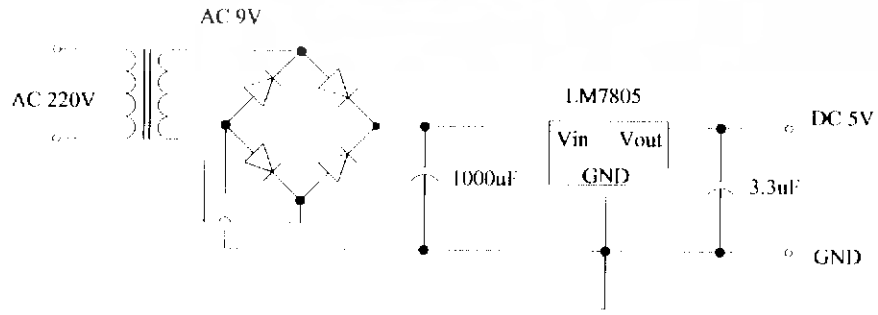


รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อของแผงควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

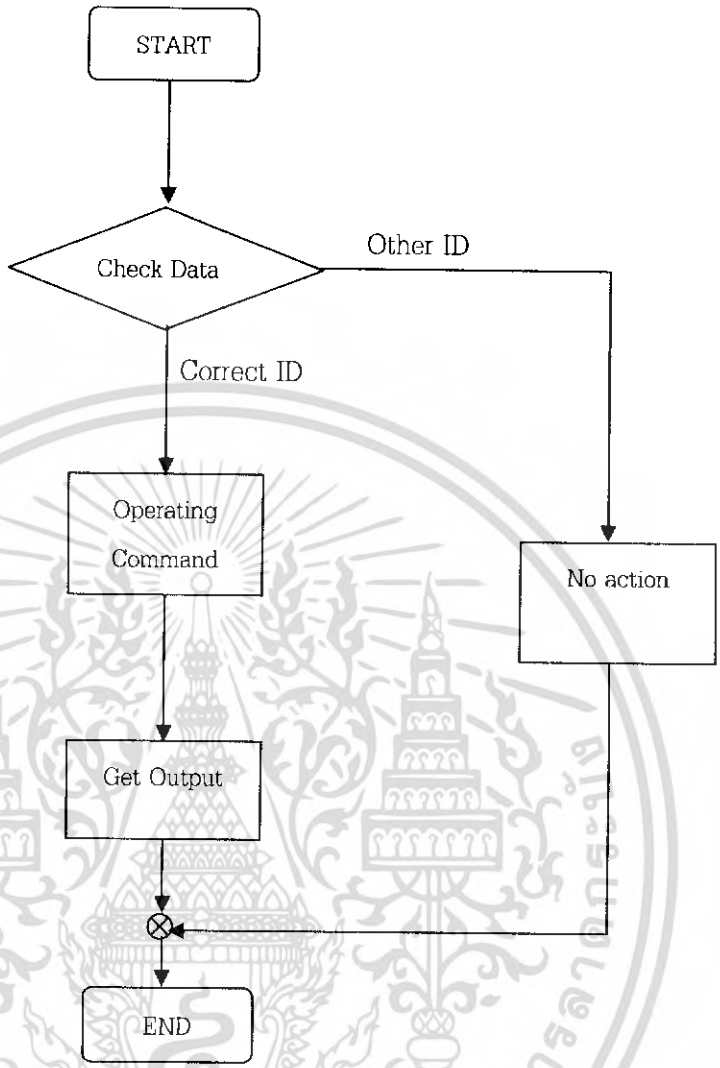
ที่แผงวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อมีสัญญาณควบคุมมาจากวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ขา B ของทรานซิสเตอร์จะได้รับการไบอัส จากนั้นกระแสจากขา C จะไหลไปยังขา E ทำให้ขดลวดของรีเลย์มีกระแสไหลผ่าน ทำให้มีสนามแม่เหล็กไปเหนี่ยวนำ จึงทำให้หน้าสัมผัสเปลี่ยนจาก Normal Close ไปยัง Normal Open จากนั้นไฟ 220 V ก็จะถูกจ่ายไปให้กับปลั๊ก พร้อมที่จะจ่ายให้กับอุปกรณ์ที่นำมาเสียบเข้ากับปลั๊กนั้นๆ

3.3.3 แผงวงจรจ่ายไฟ

จากหม้อแปลงกระแสสลับ 220 V/ 9 V เราใช้ไดโอดบริดจ์ ไอซีเบอร์ LM7805 และตัวเก็บประจุต่อร่วมกัน โดยตัวเก็บประจุตัวที่มีค่า 1000 uF นั้นจะทำหน้าที่กรองกระแสให้เรียบ เพื่อให้แรงดันไม่มี ripple ที่สูงมากนัก ตัวเก็บประจุตัวที่มีค่า 2.2 nF จะทำหน้าที่เป็นตัวกรองสัญญาณความถี่สูงที่ได้รับมาจากตัวเก็บประจุตัวแรก เพื่อไม่ให้มีสัญญาณรบกวนกับวงจรมากเกินไป ตัวเก็บประจุทั้ง 2 ตัวนี้เป็นวงจรควบคุมแรงดันเพื่อป้อนไฟกระแสตรง 9 V เป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจรทั้งหมด

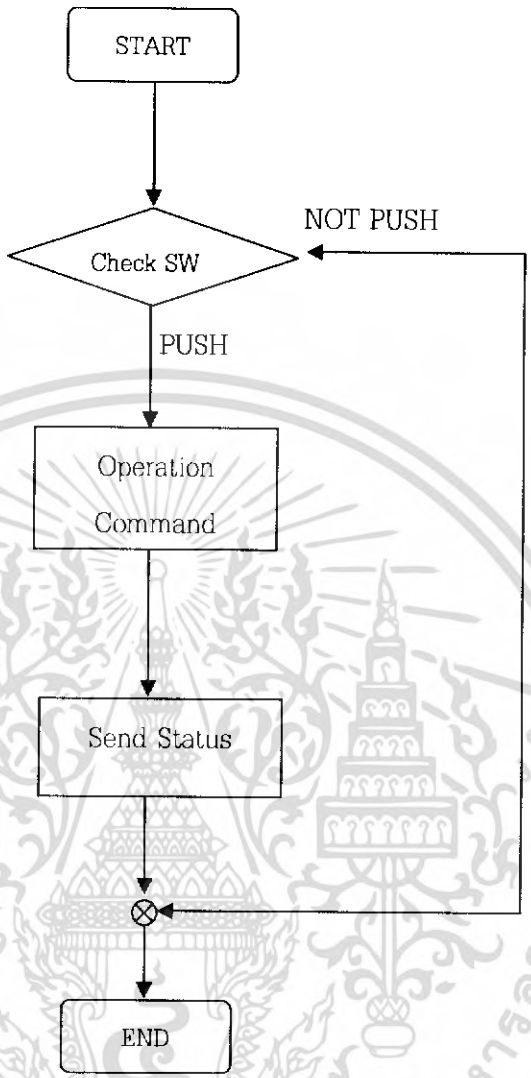


รูปที่ 3.5 วงจรแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 3.6 ผังงานการส่งค่าข้อมูลผ่านทางพอร์ต RS-232

เมื่อชุดควบคุมได้รับข้อมูลเข้ามาก็จะตรวจสอบข้อมูลที่เข้ามานั้นว่าตรงกับรหัสของตัวเองหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ก็จะส่งข้อมูลไปยังชุดต่อไป แต่ถ้าเป็นรหัสของตนเอง ก็จะทำการประมวลผลคำสั่งที่เข้ามาว่าเป็นคำสั่งให้ทำอะไร จากนั้นก็สั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำตามคำสั่งนั้นๆ คำสั่งที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ามีอยู่ 3 คำสั่งคือ เปิด ปิด และแจ้งสถานะ โดยการสั่งงานอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นสามารถสั่งการทำงานที่ละชุด หรือสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานทั้งหมดได้ เมื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าประมวลผลคำสั่งและทำงานตามคำสั่งแล้ว ก็จะแสดงสถานะกลับไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นๆ เพื่อแสดงผลของการสั่งงานกลับไปให้ผู้ใช้ทราบ

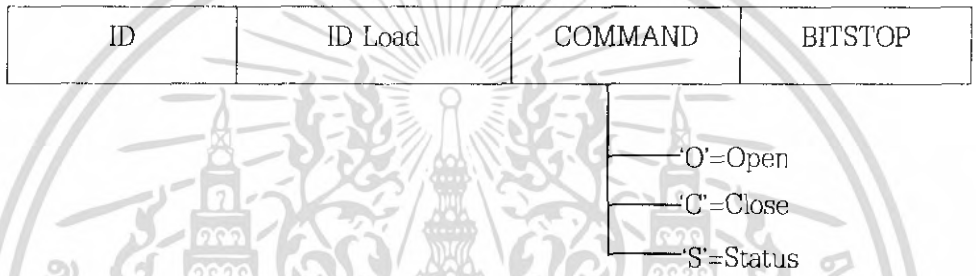


รูปที่ 3.7 ผังงานการส่งค่าข้อมูลโดยการกดสวิตช์

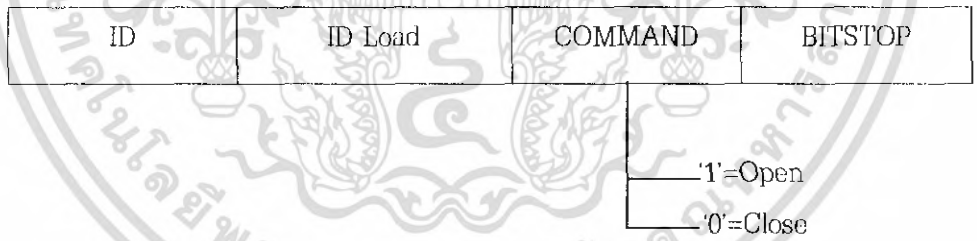
การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านการกดสวิตช์นั้น ถูกออกแบบโดยให้มีการตรวจสอบสถานะของการกดสวิตช์ ถ้าหากยังไม่มีการกดสวิตช์ อุปกรณ์ไฟฟ้าก็จะยังไม่ทำอะไรหรือแสดงสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ผู้ใช้ทราบ แต่ถ้ามีการกดสวิตช์เกิดขึ้น อุปกรณ์ไฟฟ้าก็จะทำการประมวลผลของชุดคำสั่งนั้นๆ เมื่อเป็นชุดข้อมูลของตนเองก็จะสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานตามคำสั่ง แล้วแสดงสถานะออกไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้ผู้ใช้ทราบ หากมีการกดสวิตช์อีกครั้งที่อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวเดิม ก็จะทำการเปลี่ยนสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวนั้นให้เป็นสถานะตรงกันข้าม

3.4 โปรโตคอล

ในการออกแบบนั้น การส่งข้อมูลเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง เพราะจะต้องกำหนดรูปแบบการส่งข้อมูลให้ตรงกันถึงจะสามารถสื่อสารกันได้ และข้อมูลที่ส่งไป ถ้าเกิดผิดพลาดจะทำให้การทำงานนั้นขาดความน่าเชื่อถือและไม่มีประสิทธิภาพในการทำงาน ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบรูปแบบการส่งข้อมูลที่เรียกว่าโปรโตคอล เพื่อใช้เป็นรูปแบบในการรับ/ส่งข้อมูลของฮาร์ดแวร์ในโครงงานนี้ ข้อมูลที่ส่งในหนึ่งครั้งจะเรียกว่าเฟรมข้อมูล ซึ่งในหนึ่งเฟรมจะประกอบด้วยไบต์ข้อมูลที่แต่ละบิตมีความหมายในตัว เพื่อให้ฮาร์ดแวร์สื่อสารกันได้อย่างถูกต้องตรงกัน ลักษณะของเฟรมจะแสดงดังรูป



รูปที่ 3.8 เฟรมข้อมูลที่คอมพิวเตอร์ส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.9 เฟรมข้อมูลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งไปยังคอมพิวเตอร์

ID	หมายถึง รหัสของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะได้รับชุดข้อมูล
ID Load	หมายถึง รหัสของแผงวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า
COMMAND	หมายถึง ชุดคำสั่ง
BITSTOP	หมายถึง บิตสุดท้าย
"O"	หมายถึง ชุดคำสั่งให้เปิดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า
"C"	หมายถึง ชุดคำสั่งให้ปิดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า
"S"	หมายถึง ชุดคำสั่งให้แสดงสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้า

"1" หมายถึง ชุดคำสั่งแสดงสถานะการเปิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า

"0" หมายถึง ชุดคำสั่งแสดงสถานะการปิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า

ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ทุกครั้งเฟรมข้อมูลที่ส่งจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดย

1. ตรวจสอบเฟรมที่สั่งเข้ามาว่าเท่ากับเฟรมที่เราได้กำหนดไว้หรือไม่ (ต้องเท่ากับ 4 ไบต์)

2. ตรวจสอบชุดคำสั่งที่เข้ามาว่ามีค่าเท่ากับค่าที่เรากำหนดไว้หรือไม่

(ในโครงงานนี้เราใช้ 01-อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 1, 02-อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 2, 03-อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 3 และ 04-อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 4, และ 09-อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกตัว)

3. หากตรวจสอบแล้วพบว่าชุดคำสั่งที่ป้อนเข้ามานั้นไม่เท่ากับค่าที่เราได้ตั้งเอาไว้ ชุดคำสั่งนั้นก็จะถูกยกเลิกออกไป โดยแสดงผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ออกมาว่า Error

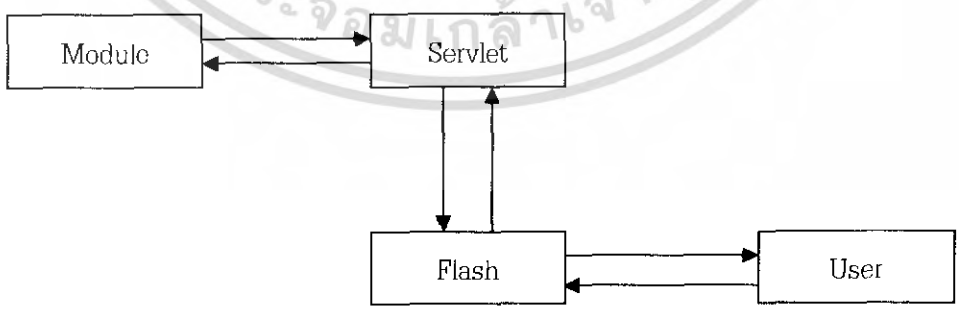
3.5 ซอฟต์แวร์ (Software)

ภาษาจาวา (JAVA) เป็นภาษาโปรแกรมซึ่งไม่ยึดติดกับระบบปฏิบัติการใดๆ จาวาจึงไม่สามารถติดต่อกับฮาร์ดแวร์ได้โดยตรง แต่มีทีมงานที่พัฒนาภาษาจาวาให้สามารถติดต่อกับพอร์ตอนุกรมขึ้นมาเฉพาะ และผู้จัดทำได้นำ class ซึ่งถูกพัฒนานี้มาดัดแปลงแก้ไข เพื่อใช้ติดต่อกับชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โครงงานนี้เลือกใช้ภาษาซีในการอัดโปรแกรมลงไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามชุดคำสั่ง

ซอฟต์แวร์ที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. ซอฟต์แวร์ส่วนควบคุมและติดต่อกับฮาร์ดแวร์

2. ซอฟต์แวร์ส่วนแสดงผลผ่านอินเตอร์เนต



รูปที่ 3.10 โครงสร้างของระบบการรับส่งข้อมูลบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์

3.5.1 ซอฟต์แวร์ส่วนควบคุมและติดต่อกับฮาร์ดแวร์

ซอตฟ์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ เลือกใช้ Java Servlet ในการควบคุมการทำงานและรับส่งค่าข้อมูลไปยังซอตฟ์แวร์ส่วนแสดงผล เนื่องจาก Servlet นั้นช่วยให้เราเขียน Program ที่สั่งให้ HTTP Server ทำงานหรือโต้ตอบกับ Program ของ Client เหมือนที่ CGI (Common Gateway Interface) ทำได้ ซึ่ง Servlet ถูกนำมาใช้แทน CGI script ได้อย่างมีประสิทธิภาพและให้ความสะดวกได้อย่างมากคือสามารถเขียนได้ง่ายกว่าและทำการ RUN ได้เร็วกว่า CGI และ Servlet ยังได้มีการจัดการในส่วนของการโปรแกรมทางด้าน server-side ไว้โดยเฉพาะ Servlet ได้ถูกพัฒนาโดยใช้ Java Servlet API ซึ่งเป็นส่วนเพิ่มเติมมาตรฐานของ Java

การทำงานจะเริ่มจากการรัน Web Server ขึ้นมา หลังจากนั้นก็จะทำการเรียก Servlet ที่ถูกเขียนอยู่บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ Servlet ทำการดึงค่าข้อมูลต่างๆ ของแผงวงจรไมโครคอรโทรเลอร์ หรือรอรับค่าข้อมูลจากผู้ใช้งานผ่านซอตฟ์แวร์ส่วนแสดงผล ส่งไปยังแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วแสดงสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอยู่ ผ่านซอตฟ์แวร์ส่วนแสดงผลออกมาให้ผู้ใช้งานทราบ

3.5.2 ซอฟต์แวร์ส่วนแสดงผลผ่านอินเตอร์เนต

ซอตฟ์แวร์ที่ใช้ในการแสดงผลบนอินเตอร์เนตนั้น เลือกใช้โปรแกรม Flash เนื่องจากโปรแกรม Flash มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน สามารถสร้างข้อความ ภาพ เสียงที่เคลื่อนไหวให้สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้ รวมไปถึงเมื่อเราสร้างงานด้วยโปรแกรม Flash แล้ว ไฟล์ที่ได้จะมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก ทำให้ใช้เวลาในการ Download ไม่นานเกินไป

การทำงานจะเริ่มจากบราวเซอร์เรียกโปรแกรม Flash ที่รันอยู่บนอินเตอร์เนตขึ้นมา แล้วรอรับค่าจากผู้ใช้งานเพื่อส่งค่าข้อมูลไปยัง Servlet ให้ทำการประมวลผลและสั่งการทำงานไปยังแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากนั้นก็รอรับค่าจาก Servlet ที่ส่งสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าออกมา นำมาแสดงให้ผู้ใช้งานได้ทราบต่อไป

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในส่วนของบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต หลังจากที่ได้รวมวงจรชุดแม่ข่าย วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรสวิตช์ วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและวงจรจ่ายไฟเข้าด้วยกันแล้ว ก็จะใช้โปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นมา นำทดลองการทำงานของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าดังนี้

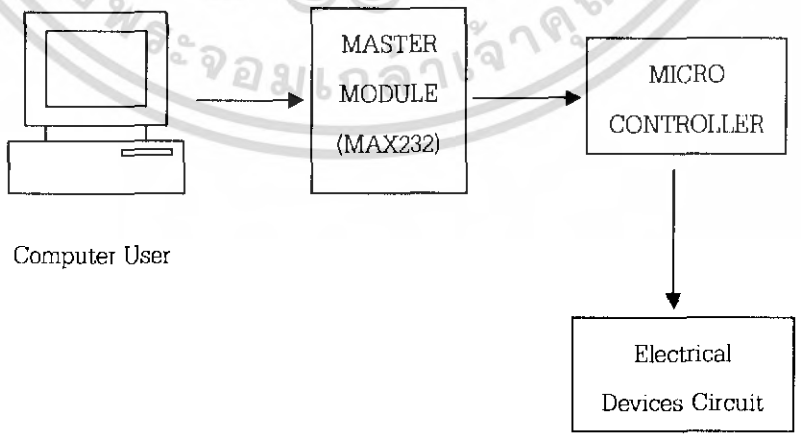
4.2 การทดลองการทำงานของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 16F628

หน้าที่หลักของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 16F628 คือ การรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์หรือสวิตช์และส่งข้อมูลออกทางแผงวงจรเชื่อมต่อ โดยจะทำการติดต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม (DB-9) ดังนั้นในการทดลองแผงวงจรชุดนี้จึงสามารถแบ่งการทดลองได้ดังนี้

4.2.1 การทดลองติดต่อผ่านคอมพิวเตอร์

หลังจากการประกอบวงจรชุดแม่ข่าย วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรสวิตช์ วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและวงจรจ่ายไฟ เข้าด้วยกันเรียบร้อยแล้ว ให้ต่อคอนเน็คเตอร์เข้ากับพอร์ตอนุกรม COM1

เปิดโปรแกรม Hyper Terminal ขึ้นมาเพื่อทำการรอรับชุดคำสั่งที่ผู้ใช้ส่งมา



รูปที่ 4.1 การทดลองส่งค่าข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ไปยังแผงวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

จากการทดลอง เริ่มจากการนำเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่อกับชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 แล้วทำการเปิดโปรแกรม Hyper Terminal โดยไปที่ Start → All program → Accessories → Communications → hyper Terminal

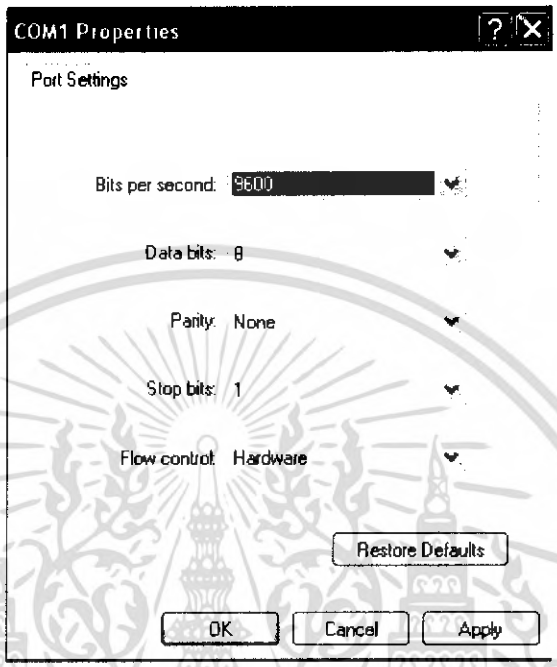
เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมาแล้ว ก็ทำการใส่ชื่อของการ Connection โดยการทดลองครั้งนี้ เราจะใส่ชื่อ ED26 หลังจากนั้น กด OK ดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 หน้าแรกของโปรแกรม Hyper Terminal

เมื่อกำหนดชื่อการ Connection ขึ้นมาแล้วจะขึ้นหน้าต่างพอร์ตในการเชื่อมต่อ กำหนด Connect using ไปที่ Com1 ดังรูปที่ 4.3

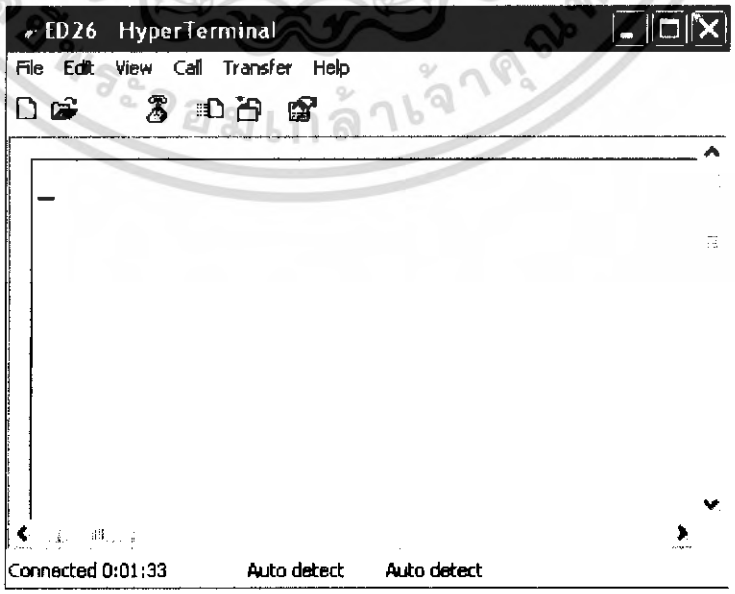
รูปที่ 4.3 การกำหนดค่าการเชื่อมต่อของ Connect using

เมื่อกำหนดพอร์ตในการเชื่อมต่อแล้ว ต่อไปจะเป็นการกำหนดบอร์ดเรตในการเชื่อมต่อ ในการทดลองครั้งนี้เรากำหนดให้อยู่ที่ 9600 ดังรูปที่ 4.4



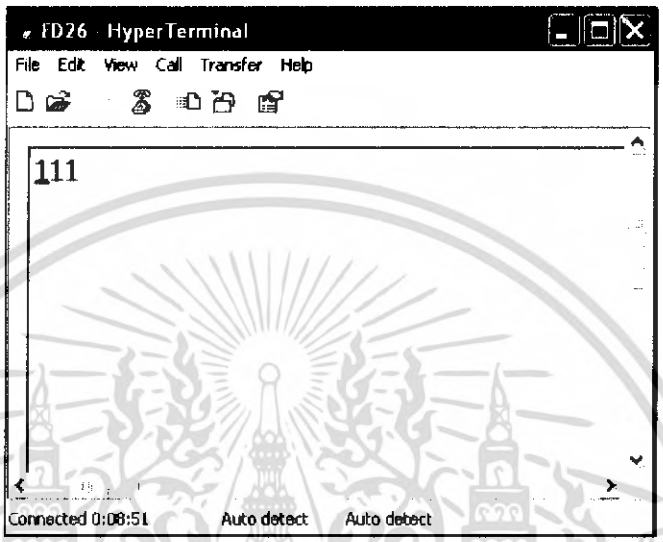
รูปที่ 4.4 การกำหนดบอร์ดเรตในการเชื่อมต่อ

เมื่อกำหนดค่าต่างๆ ในการเชื่อมต่อเสร็จแล้ว จะขึ้นหน้าโปรแกรม Hyper Terminal ขึ้นมาเพื่อให้เราพิมพ์ชุดคำสั่ง ดังรูปที่ 4.5



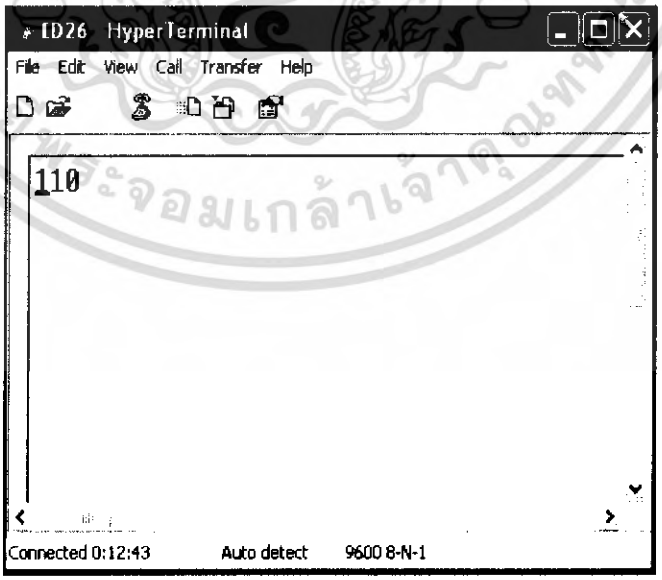
รูปที่ 4.5 หน้าหลักโปรแกรม Hyper Terminal ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ

ในการส่งค่าข้อมูลแต่ละครั้ง จะส่งผ่านทางโปรแกรม Hyper Terminal โดยการพิมพ์ชุดคำสั่งตามที่เราได้กำหนดเอาไว้ในโปรโตคอล เช่น หากเราต้องการจะสั่งให้โมดูลที่ 1 และอุปกรณ์ตัวที่ 1 ทำการเปิด เราต้องใช้คำสั่ง 11O โปรแกรมจะรับค่าสถานะของอุปกรณ์เข้ามาโดยจะแสดงค่าเป็น 111 ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 โปรแกรมรับค่า 11O แล้วแสดงค่าสถานะออกผ่านทาง Hyper Terminal

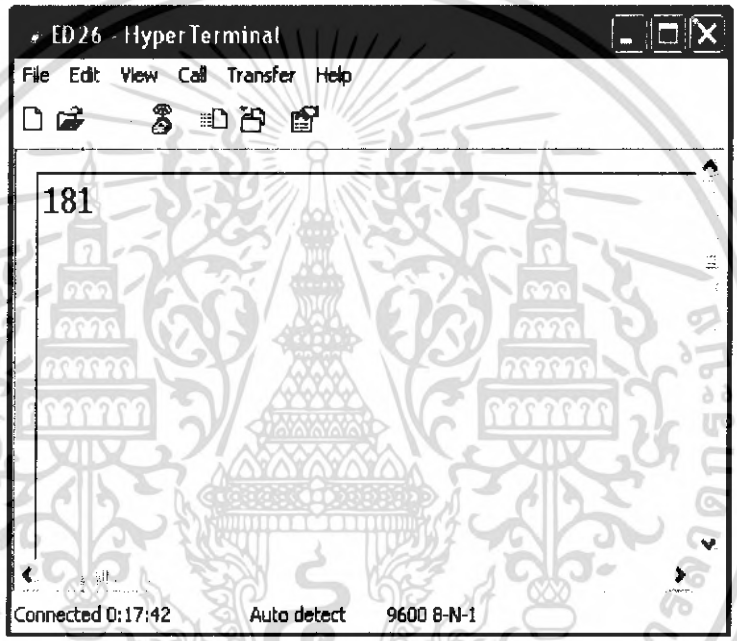
เช่นเดียวกัน หากเราต้องการจะสั่งให้โมดูลที่ 1 และอุปกรณ์ตัวที่ 1 ทำการปิด เราต้องใช้คำสั่ง 11C โปรแกรมจะรับค่าสถานะของอุปกรณ์เข้ามาโดยจะแสดงค่าเป็น 110 ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 โปรแกรมรับค่า 11C แล้วแสดงงค่าสถานะออกผ่านทาง Hyper Terminal

4.2.2 การทดลองติดต่อผ่านสวิตช์

หลังจากที่ทดลองการรับและส่งข้อมูลผ่านทางโปรแกรม Hyper Terminal ไปแล้ว ให้นำวงจรเดิมของการทดลองการติดต่อผ่านทางคอมพิวเตอร์นั้นมาทดลองผ่านการกดสวิตช์ดู จะพบว่า หากเรากดสวิตช์ที่อยู่บนบอร์ดตัวที่ 1 ของแผงวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ผลที่ได้ก็คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ของแผงควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าชุดที่ 1 ไฟ LED สว่างขึ้น แล้วทดลองทำเช่นนี้กับแต่ละชุดของแผงควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า พบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกตัวทำงานตามการกดสวิตช์ แสดงว่า วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นทำงานได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 4.8 โปรแกรมรับค่าการกดสวิตช์แล้วแสดงออกผ่านทาง Hyper Terminal

รูปที่ 4.8 เป็นการสั่งค่าชุดข้อมูลของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทางสวิตช์ โดยค่าข้อมูลจะแสดงออกมายังโปรแกรม Terminal โดยที่ 1 คือ ชุดโมดูลตัวที่ 1, 8 คือ โหลดตัวที่ 4 และ 1 คือ สถานะเปิดของอุปกรณ์ตัวนั้นๆ

ตารางที่ 4.1 สถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทาง Hyper Terminal module ตัวที่ 1

	Module1				Module2				Module3				Module4			
อุปกรณ์ที่	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ติด	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ติด	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ

ตารางที่ 4.2 สถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ดูจากชุดควบคุมอุปกรณ์ module ตัวที่ 1

	Module1				Module2				Module3				Module4			
อุปกรณ์ที่	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ติด	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ติด	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ

ตารางที่ 4.3 สถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทาง Hyper Terminal module ตัวที่ 2

	Module1				Module2				Module3				Module4			
อุปกรณ์ที่	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ

ตารางที่ 4.4 สถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ดูจากชุดควบคุมอุปกรณ์ module ตัวที่ 2

	Module1				Module2				Module3				Module4			
อุปกรณ์ที่	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ

ตารางที่ 4.5 สถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทาง Hyper Terminal module ตัวที่ 3

	Module1				Module2				Module3				Module4			
อุปกรณ์ที่	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ

ตารางที่ 4.6 สถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ดูจากชุดควบคุมอุปกรณ์ module ตัวที่ 3

	Module1				Module2				Module3				Module4			
อุปกรณ์ที่	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ติด	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ

ตารางที่ 4.7 สถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทาง Hyper Terminal module ตัวที่ 4

	Module1				Module2				Module3				Module4			
อุปกรณ์ที่	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ติด
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ติด
กดปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ

ตารางที่ 4.8 สถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ดูจากชุดควบคุมอุปกรณ์ module ตัวที่ 4

	Module1				Module2				Module3				Module4			
อุปกรณ์ที่	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ติด
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 2	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 3	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด
กดปิดอุปกรณ์ตัวที่ 4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
กดเปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ติด	ติด	ติด	ติด
กดปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลตัวที่ 1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ

4.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทำงานของวงจรไมโครคอนโทรเลอร์ โดยการส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม สามารถทำการส่งได้โดยใช้โปรแกรม Hyper Terminal โดยเริ่มจากการต่อชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม แล้วทำการเปิดโปรแกรม Hyper Terminal ขึ้นมา จากนั้นสามารถส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการพิมพ์ชุดคำสั่ง 3 ค่า (ค่าแรกคือ การกำหนดชุดโมดูล ถ้าใส่ 1 แสดงว่าต้องการให้ส่งค่าไปยังโมดูลตัวที่ 1, ค่าที่สอง คือ การกำหนดโหลดในการทำงาน ในโมดูลที่ใช้ในการทดลองจะมี 4 ค่า คือ 1, 2, 4 และ 8) ค่าสุดท้ายคือ การกำหนดคำสั่งในการทำงานในอุปกรณ์ที่โมดูลนั้นๆ ทำงาน โดยที่ C คือ ปิด และ O คือ เปิด

เมื่อทำการสั่งค่าให้อุปกรณ์ที่โมดูลทำงาน พบว่า วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถประมวลผลและส่งชุดคำสั่งที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไปให้กับวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ดี และเมื่อนำอุปกรณ์ไฟฟ้ามาต่อใช้งานที่แผงวงจรควบคุม อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวนั้นสามารถทำงานได้ตามชุดคำสั่งที่ป้อนเข้ามาโดยผ่านทางโปรแกรม Hyper Terminal พร้อมทั้งแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆ ออกมาด้วย

รวมไปถึงการทดลองการกดสวิตช์ที่แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ พบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อร่วมอยู่กับวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถูกควบคุมโดยวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถเปิดและปิดตามการกดสวิตช์ของตำแหน่งอุปกรณ์ตัวนั้นๆ ได้ดี

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 บทสรุป

จากการออกแบบและการทดลองของโครงงานชิ้นนี้ เราได้พบว่าพอร์ตอนุกรมสามารถรับและส่งชุดข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในระยะไกลได้ แต่การควบคุมผ่านเว็บไม่สามารถควบคุมได้เนื่องจากการเขียนโปรแกรมของภาษาจาวามีปัญหา เนื่องจากไม่สามารถแก้ไขคลาสที่ติดต่อฮาร์ดแวร์ได้ แต่สามารถส่งข้อมูลผ่านเทอร์มินัลได้ ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้ จึงเลือกใช้โปรแกรม Hyper Terminal ในการเชื่อมต่อชุดควบคุมเข้ากับคอมพิวเตอร์ เริ่มจากการออกแบบวงจรชุดแม่ข่าย โดยใช้ไอซีเบอร์ MAX232 ในการแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากพอร์ตอนุกรม (DB-9) ให้เป็นระดับแรงดันแบบ TTL 0-5 V เพื่อให้สามารถส่งเข้าใช้ในวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ โดยก่อนจะส่งไปยังวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะต้องทำการแปลงให้เป็นมาตรฐาน RS-485 โดยใช้ไอซีเบอร์ MAX488 เพื่อทำให้ให้ชุดข้อมูลสามารถส่งไปในระยะไกลขึ้น ที่วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะมีไอซี MAX3088 ในการรับชุดข้อมูลที่เป็นมาตรฐานแบบ RS-485 เพื่อทำการแปลงให้เป็นมาตรฐาน RS-232 ให้สามารถส่งเข้ามายังแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เมื่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ทำการประมวลผลแล้วก็จะส่งชุดคำสั่งที่ได้ไปให้วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมกันกับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นๆ ทำงานตามชุดคำสั่ง พร้อมทั้งเก็บค่าสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ถูกสั่งงาน หลังจากนั้นก็จะส่งชุดคำสั่งออกไปยังแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ชุดต่อๆ ไป จนครบทั้งระบบ แล้วระบบจึงนำสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกตัวที่ถูกสั่งให้ทำงานนำไปแสดงผลอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์

นอกจากนี้เรายังสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้อีก 1 ช่องทางคือ การกดสวิตช์ ในกรณีที่เราไม่ต้องการให้มีการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เราก็สามารถจะทำได้โดยการกดสวิตช์ยกเลิกการสั่งงานผ่านทางเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยเว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่แสดงสถานะของอุปกรณ์ภายในบ้านเท่านั้น แต่จะไม่สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

จากการดำเนินงานการสร้างและทดสอบโครงงานปรากฏว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ภาษาจาวาไม่สามารถทำงานบนพอร์ตอนุกรมได้

วิธีการแก้ไข เปลี่ยนมาใช้โปรแกรม Hyper Terminal ในการเชื่อมต่อ

2. ในกรณีที่มีคนอาศัยอยู่ในบ้านและกำลังใช้อุปกณ์ไฟฟ้าอยู่ แต่คนที่อยู่ภายนอกไม่ทราบและต้องการสั่งเปิด/ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า อาจจะทำให้เกิดอันตรายกับคนที่กำลังใช้ไฟฟ้าในบ้านได้

วิธีการแก้ไข เพิ่มแผงวงจรสวิตช์เข้าไปยังชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อป้องกันไม่ให้บุคคลภายนอกสามารถสั่งเปิด/ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้ แต่สามารถรับรู้สถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้

3. การเปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้ง 16 ดวง ที่มีความผิดพลาด 2% เกิดจากอุปกรณ์รีเลย์ที่มีคุณสมบัติต่ำ เพราะซื้อในราคาที่ถูก

วิธีการแก้ไข เปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์รีเลย์ที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่า แต่มีราคาแพง

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. โครงงานนี้เป็นการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต ที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวสั่งการควบคุม แต่เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านมือถือ ได้พัฒนาก้าวหน้าไปเป็นอันมาก สามารถรับส่งข้อมูลต่างๆ ผ่านทางมือถือ เช่น Bluetooth ได้แล้ว ดังนั้นโครงงานนี้จึงเป็นแนวทางเพื่อให้มีการพัฒนาการควบคุมผ่านทางระบบมือถือต่อไป

2. นอกจากนี้ยังสามารถเขียนโปรแกรมตั้งเวลาการเปิด/ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งสามารถจะทำให้ตั้งเวลาในการเปิด/ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าได้อีกทางหนึ่ง

บรรณานุกรม

ณัฐพล วงศ์สุนทรชัย, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2535. **เรียนรู้และปฏิบัติไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 Microcontroller theory & experiment**. กรุงเทพ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

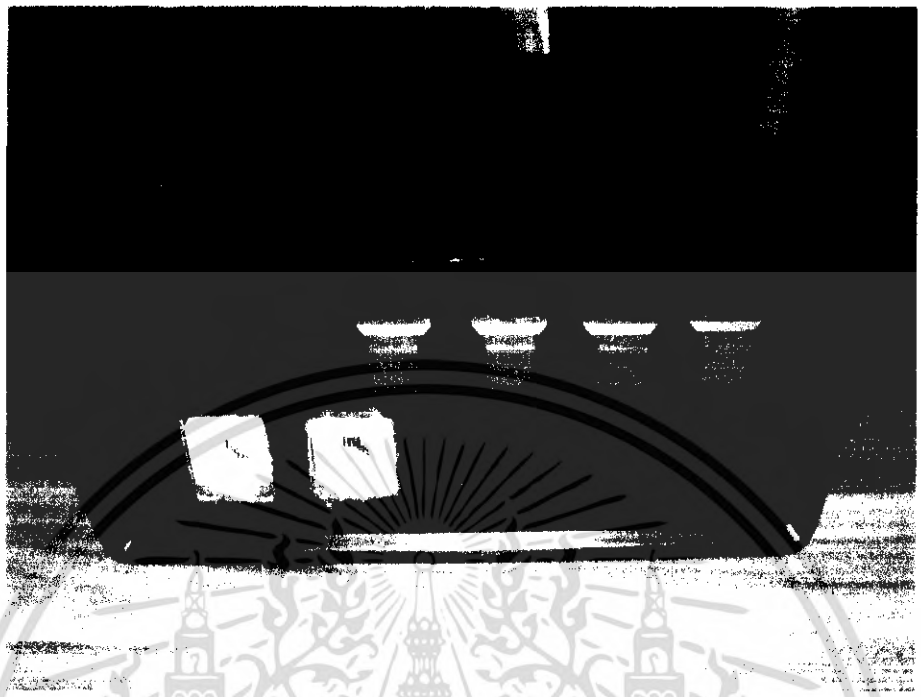
ดวงพร ขอเจริญพร. 2521. **เขียนโปรแกรม Java บน Web ด้วย Servlets และ JSP**. กรุงเทพ : บริษัท เค ทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด

ดร.วีระศักดิ์ ซึงถาวร. 2548. **JAVA PROGRAMMING Volume III**. กรุงเทพ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

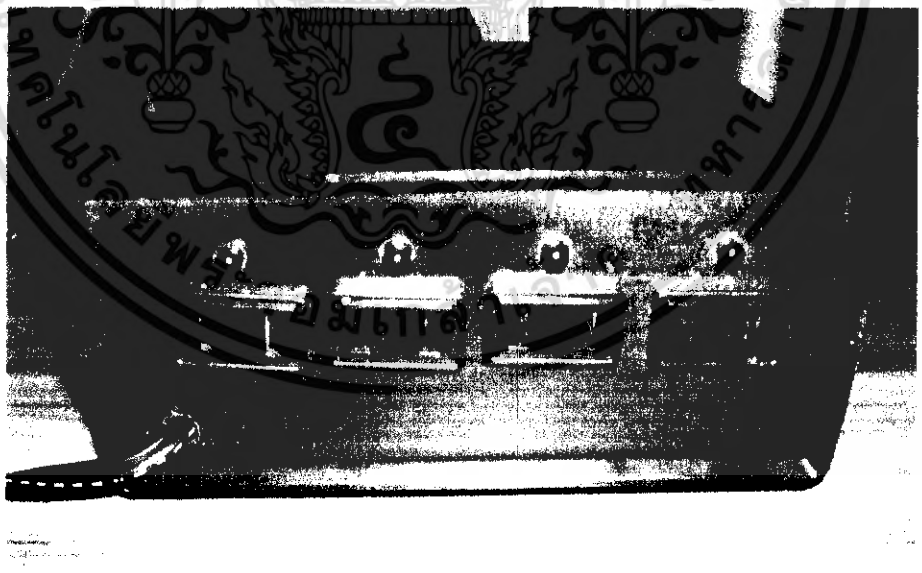
Russell Chun with Joe Garraffo. 2004. **Macromedia Flash MX 2004 Advanced**. United States of America : Peachpit Press

ภาคผนวก ก

เครื่องต้นแบบ



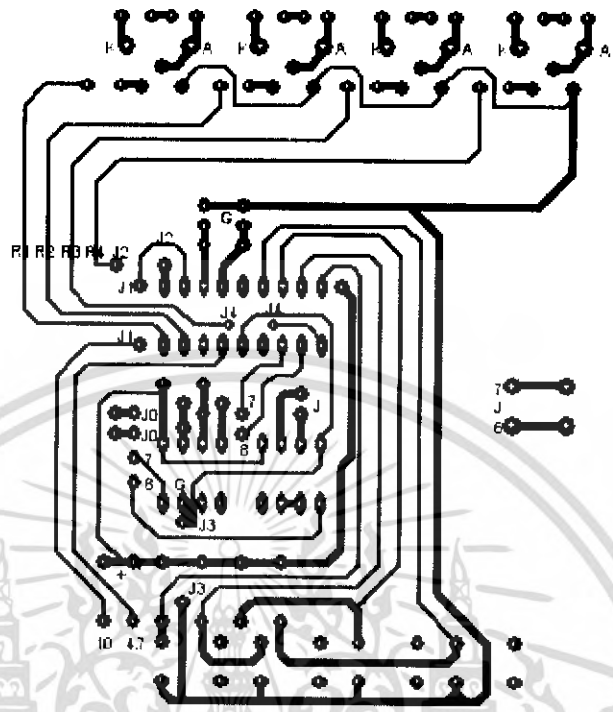
รูปที่ ก.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต (ด้านหน้า)



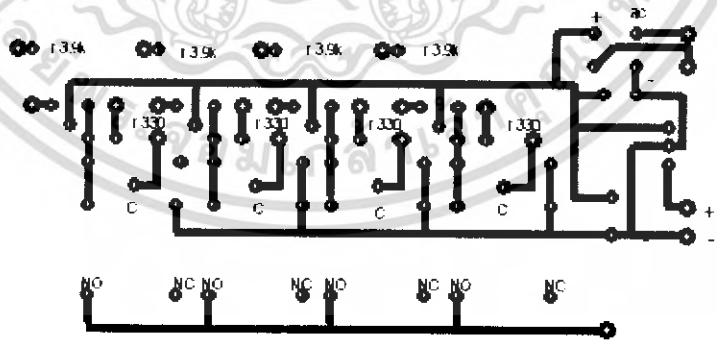
รูปที่ ก.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต (ด้านหลัง)

ภาคผนวก ข

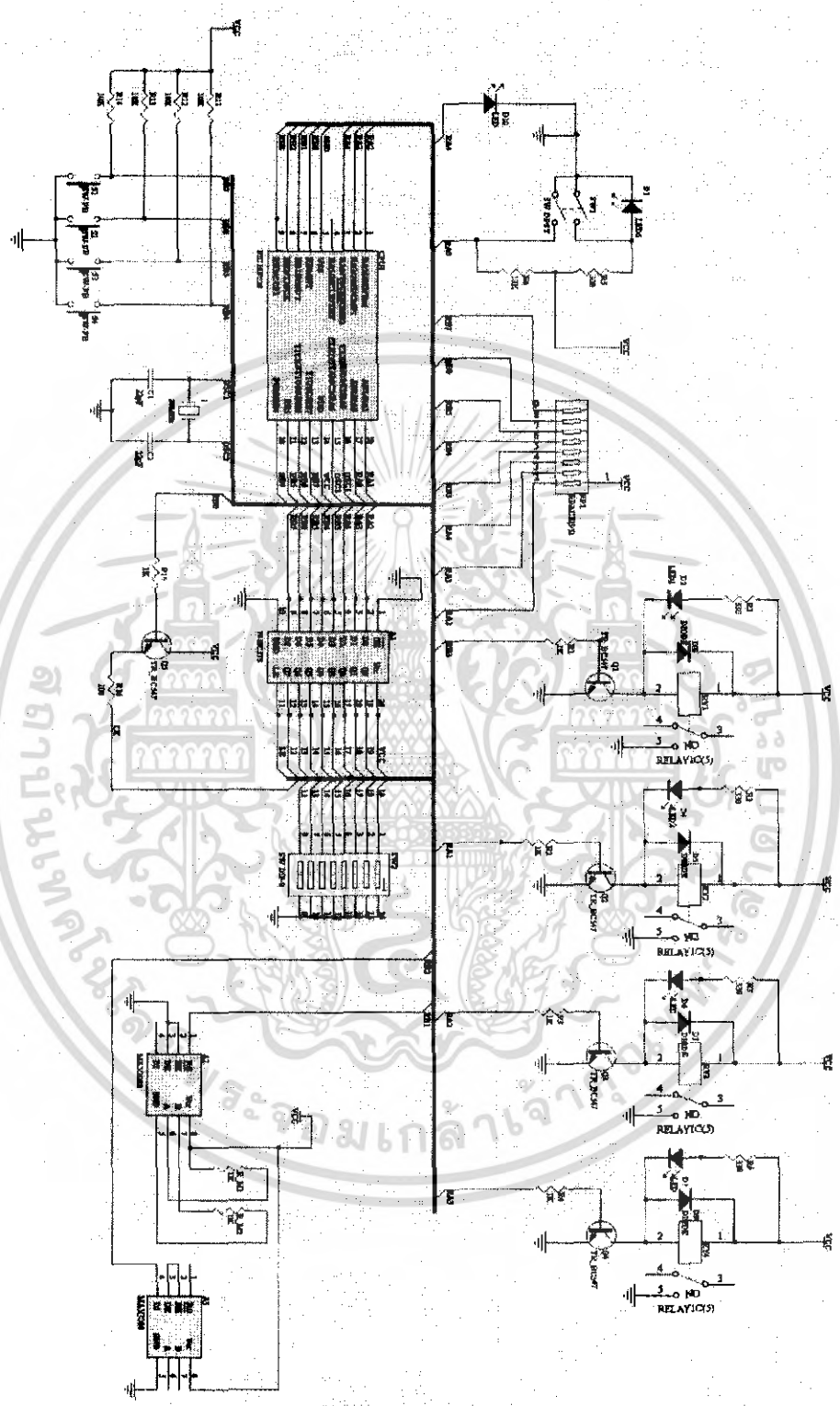
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์



รูปที่ ข.1 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรรีเลย์



รูปที่ ข.3 การเชื่อมต่อและรายละเอียดอุปกรณ์ของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งระบบ

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของแผงวงจรชุดแม่ข่าย

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรวม		
IC1	MAX232	1 ตัว
IC2	MAX488	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1 - C5	0.1 µF / 16v	5 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรวม		
IC1	MAX232	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1 - C2	22 pF เซรามิค	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1 - R4	10kΩ ¼ w 5%	4 ตัว
อุปกรณ์อื่น ๆ		
sw	แบบกดติด ปล่อยดับ 4 ขา	4 ตัว
คริสตอล	20 MHz	1 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของแผงวงจรจ่ายไฟ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	C458	1 ตัว
LED	ขนาด 0.5 mm	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	10kΩ ¼ w 5%	1 ตัว
อุปกรณ์อื่น ๆ		
Relay	ขนาดแรงดัน 12 v 1 คอนแทร็ก	1 ตัว
คริสตอล	20 MHz	1 ตัว
ที่เสียบปลั๊ก	แบบ 2 แชนแนล	1 ตัว

ภาคผนวก ง

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

MICROCHIP

PIC16F627A/628A/648A

18-pin Flash-Based 8-Bit CMOS Microcontrollers with nanoWatt Technology

- Operating speeds from DC - 20 MHz
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- 35 single word instructions
  - All instructions single cycle except branches

Special Microcontroller Features:

- Internal and external oscillator options
  - Precision Internal 4 MHz oscillator factory calibrated to ±1%
  - Low Power Internal 37 kHz oscillator
  - External Oscillator support for crystals and resonators
- Power saving Sleep mode
- Programmable weak pull-ups on PORTB
- Multiplexed Master Clear/Input-pin
- Watchdog Timer with independent oscillator for reliable operation
- Low voltage programming
- In-Circuit Serial Programming™ (via two pins)
- Programmable code protection
- Brown-out Reset
- Power-on Reset
- Power-up Timer and Oscillator Start-up Timer
- Wide operating voltage range (2.0 - 5.5V)
- Industrial and extended temperature range
- High Endurance Flash/EEPROM Cell
  - 100,000 write Flash endurance
  - 1,000,000 write EEPROM endurance
  - 100 year data retention
- Standby Current:
  - 100 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
  - 12 µA @ 32 kHz, 2.0V typical
  - 120 µA @ 1 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current
  - 1 µA @ 2.0V typical
- Timer1 oscillator current:
  - 1.2 µA @ 32 kHz, 2.0V, typical
- Dual Speed Internal Oscillator:
  - Run-time selectable between 4 MHz and 37 kHz
  - 4 µs wake-up from Sleep, 3.0V typical

Peripheral Features:

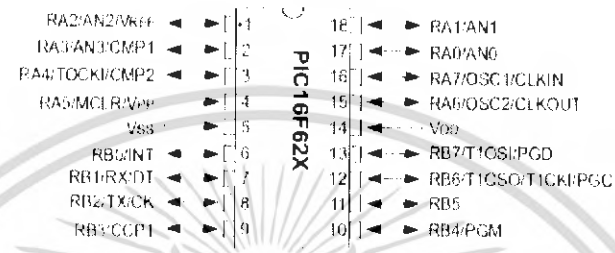
- 16 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (V_{REF}) module
  - Selectable internal or external reference
  - Comparator outputs are externally accessible
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with external crystal/clock capability
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM module
  - 16-bit Capture/Compare
  - 10-bit PWM
- Addressable Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter USART/SCI

Device	Program Memory	Data Memory		I/O	CCP (PWM)	USART	Comparators	Timers 8/16-bit
	Flash (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					
PIC16F627A	1024	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F628A	2048	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F648A	4096	256	256	16	1	Y	2	2/1

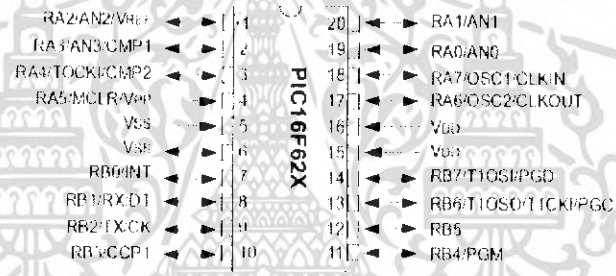
PIC16F62X

Pin Diagrams

PDIP, SOIC



SSOP



Device Differences

Device	Voltage Range	Oscillator	Process Technology (Microns)
PIC16F627	3.0 - 5.5	(Note 1)	0.7
PIC16F628	3.0 - 5.5	(Note 1)	0.7
PIC16LF627	2.0 - 5.5	(Note 1)	0.7
PIC16LF628	2.0 - 5.5	(Note 1)	0.7

Note 1: If you change from this device to another device, please verify oscillator characteristics in your application.

TABLE 2-1: PIC16F62X PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

Name	Function	Input Type	Output Type	Description
RB4/PGM	RB4	TTL	CMOS	Bi-directional I/O port. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	PGM	ST		Low voltage programming input pin. Interrupt-on-pin change. When low voltage programming is enabled, the interrupt-on-pin change and weak pull-up resistor are disabled.
RB5	RB5	TTL	CMOS	Bi-directional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
RB6/T1OSO/T1CKI/PGC	RB6	TTL	CMOS	Bi-directional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	T1OSO		XTAL	Timer1 oscillator output.
	T1CKI	ST	—	Timer1 clock input.
	PGC	ST	—	ICSP™ Programming Clock.
RB7/T1OSI/PGD	RB7	TTL	CMOS	Bi-directional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	T1OSI	XTAL	—	Timer1 oscillator input. Wake-up from SLEEP on pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	PGD	ST	CMOS	ICSP Data I/O
VSS	VSS	Power	—	Ground reference for logic and I/O pins
VDD	VDD	Power	—	Positive supply for logic and I/O pins

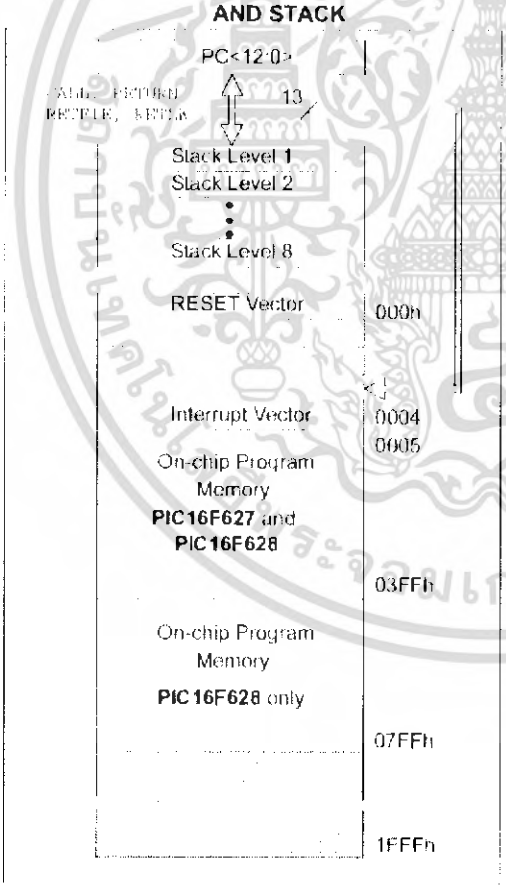
Legend: O = Output — = Not used TTL = TTL Input
CMOS = CMOS Output I = Input OD = Open Drain Output
P = Power ST = Schmitt Trigger Input AN = Analog

3.0 MEMORY ORGANIZATION

3.1 Program Memory Organization

The PIC16F62X has a 13-bit program counter capable of addressing an 8K x 14 program memory space. Only the first 1K x 14 (0000h - 03FFh) for the PIC16F627 and 2K x 14 (0000h - 07FFh) for the PIC16F628 are physically implemented. Accessing a location above these boundaries will cause a wrap-around within the first 1K x 14 space (PIC16F627) or 2K x 14 space (PIC16F628). The RESET vector is at 0000h and the interrupt vector is at 0004h (Figure 3-1).

FIGURE 3-1: **PROGRAM MEMORY MAP AND STACK**



3.2 Data Memory Organization

The data memory (Figure 3-2) is partitioned into four banks, which contain the general purpose registers and the Special Function Registers (SFR). The SFRs are located in the first 32 locations of each Bank. Register locations 20-7Fh, A0h-FFh, 120h-14Fh, 170h-17Fh and 1F0h-1FFh are general purpose registers implemented as static RAM.

The Table below lists how to access the four banks of registers:

	RP1	RP0
Bank0	0	0
Bank1	0	1
Bank2	1	0
Bank3	1	1

Addresses F0h-FFh, 170h-17Fh and 1F0h-1FFh are implemented as common RAM and mapped back to addresses 70h-7Fh.

3.2.1 GENERAL PURPOSE REGISTER FILE

The register file is organized as 224 x 8 in the PIC16F62X. Each is accessed either directly or indirectly through the File Select Register FSR (See Section 3.4).

3.2.2.1 STATUS Register

The STATUS register, shown in Register 3-1, contains the arithmetic status of the ALU, the RESET status and the bank select bits for data memory (SRAM).

The STATUS register can be the destination for any instruction, like any other register. If the STATUS register is the destination for an instruction that affects the Z, DC or C bits, then the write to these three bits is disabled. These bits are set or cleared according to the device logic. Furthermore, the $\overline{TO}$ and $\overline{PD}$ bits are not writable. Therefore, the result of an instruction with the STATUS register as destination may be different than intended.

For example, CLRF STATUS will clear the upper-three bits and set the Z bit. This leaves the STATUS register as 000uu1uu (where u = unchanged).

It is recommended, therefore, that only BCF, BSF, SWAPF and MOVWF instructions are used to alter the STATUS register because these instructions do not affect any STATUS bit. For other instructions, not affecting any STATUS bits, see the "Instruction Set Summary".

Note 1: The C and DC bits operate as a Borrow and Digit Borrow out bit, respectively, in subtraction. See the SUBLW and SUBWF instructions for examples.

REGISTER 3-1: STATUS REGISTER (ADDRESS: 03h, 83h, 103h, 183h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-1	R-1	R/W-x	R/W-x	R/W-x
IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C
bit 7							bit 0

bit 7 **IRP**: Register Bank Select bit (used for indirect addressing)
1 = Bank 2, 3 (100h - 1FFh)
0 = Bank 0, 1 (00h - FFh)

bit 6-5 **RP1:RP0**: Register Bank Select bits (used for direct addressing)
00 = Bank 0 (00h - 7Fh)
01 = Bank 1 (80h - FFh)
10 = Bank 2 (100h - 17Fh)
11 = Bank 3 (180h - 1FFh)

bit 4 **$\overline{TO}$**: Timeout bit
1 = After power-up, CLRWDT instruction, or SLEEP instruction
0 = A WDT timeout occurred

bit 3 **$\overline{PD}$**: Power-down bit
1 = After power-up or by the CLRWDT instruction
0 = By execution of the SLEEP instruction

bit 2 **Z**: Zero bit
1 = The result of an arithmetic or logic operation is zero
0 = The result of an arithmetic or logic operation is not zero

bit 1 **DC**: Digit carry/$\overline{\text{borrow}}$ bit (ADDWF, ADDLW, SUBLW, SUBWF instructions) (for $\overline{\text{borrow}}$ the polarity is reversed)
1 = A carry-out from the 4th low order bit of the result occurred
0 = No carry-out from the 4th low order bit of the result

bit 0 **C**: Carry/$\overline{\text{borrow}}$ bit (ADDWF, ADDLW, SUBLW, SUBWF instructions)
1 = A carry-out from the Most Significant bit of the result occurred
0 = No carry-out from the Most Significant bit of the result occurred

Note 1: For $\overline{\text{borrow}}$ the polarity is reversed. A subtraction is executed by adding the two's complement of the second operand. For rotate (RRF, RLF) instructions, this bit is loaded with either the high or low order bit of the source register.

Legend:

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
-n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

PIC16F62X

3.2.2.2 OPTION Register

The OPTION register is a readable and writable register which contains various control bits to configure the TMR0/WDT prescaler, the external RB0/INT interrupt, TMR0, and the weak pull-ups on PORTB.

Note: To achieve a 1:1 prescaler assignment for TMR0, assign the prescaler to the WDT (PSA = 1). See Section 6.3.1.

REGISTER 3-2: OPTION REGISTER (ADDRESS: 81h, 181h)

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
$\overline{\text{RBPU}}$	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
bit 7							bit 0

bit 7 **$\overline{\text{RBPU}}$**: PORTB Pull-up Enable bit
1 = PORTB pull-ups are disabled
0 = PORTB pull-ups are enabled by individual port latch values

bit 6 **INTEDG**: Interrupt Edge Select bit
1 = Interrupt on rising edge of RB0/INT pin
0 = Interrupt on falling edge of RB0/INT pin

bit 5 **T0CS**: TMR0 Clock Source Select bit
1 = Transition on RA4/T0CKI pin
0 = Internal instruction cycle clock (CLKOUT)

bit 4 **T0SE**: TMR0 Source Edge Select bit
1 = Increment on high-to-low transition on RA4/T0CKI pin
0 = Increment on low-to-high transition on RA4/T0CKI pin

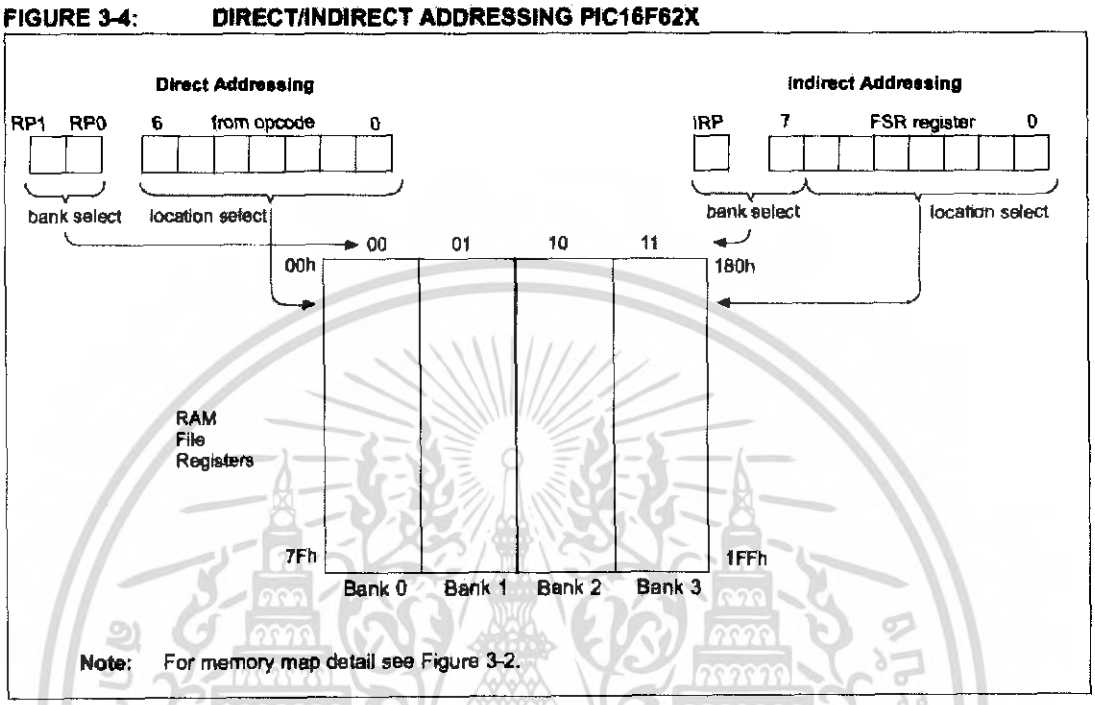
bit 3 **PSA**: Prescaler Assignment bit
1 = Prescaler is assigned to the WDT
0 = Prescaler is assigned to the Timer0 module

bit 2-0 **PS2:PS0**: Prescaler Rate Select bits

Bit Value	TMR0 Rate	WDT Rate
000	1 : 2	1 : 1
001	1 : 4	1 : 2
010	1 : 8	1 : 4
011	1 : 16	1 : 8
100	1 : 32	1 : 16
101	1 : 64	1 : 32
110	1 : 128	1 : 64
111	1 : 256	1 : 128

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
-n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

FIGURE 3-4: DIRECT/INDIRECT ADDRESSING PIC16F62X



Note: For memory map detail see Figure 3-2.

3.2.2.5 PIR1 Register

This register contains interrupt flag bits.

Note: Interrupt flag bits get set when an interrupt condition occurs regardless of the state of its corresponding enable bit or the global enable bit, GIE (INTCON<7>). User software should ensure the appropriate interrupt flag bits are clear prior to enabling an interrupt.

REGISTER 3-5: PIR1 REGISTER (ADDRESS: 0Ch)

R/W-0	R/W-0	R-0	R-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
EEIF	CMIF	RCIF	TXIF	—	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF
bit 7							bit 0

bit 7 **EEIF**: EEPROM Write Operation Interrupt Flag bit
1 = The write operation completed (must be cleared in software)
0 = The write operation has not completed or has not been started

bit 6 **CMIF**: Comparator Interrupt Flag bit
1 = Comparator output has changed
0 = Comparator output has not changed

bit 5 **RCIF**: USART Receive Interrupt Flag bit
1 = The USART receive buffer is full
0 = The USART receive buffer is empty

bit 4 **TXIF**: USART Transmit Interrupt Flag bit
1 = The USART transmit buffer is empty
0 = The USART transmit buffer is full

bit 3 **Unimplemented**: Read as '0'

bit 2 **CCP1IF**: CCP1 Interrupt Flag bit
Capture Mode
1 = A TMR1 register capture occurred (must be cleared in software)
0 = No TMR1 register capture occurred
Compare Mode
1 = A TMR1 register compare match occurred (must be cleared in software)
0 = No TMR1 register compare match occurred
PWM Mode
Unused in this mode

bit 1 **TMR2IF**: TMR2 to PR2 Match Interrupt Flag bit
1 = TMR2 to PR2 match occurred (must be cleared in software)
0 = No TMR2 to PR2 match occurred

bit 0 **TMR1IF**: TMR1 Overflow Interrupt Flag bit
1 = TMR1 register overflowed (must be cleared in software)
0 = TMR1 register did not overflow

Legend			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
-n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

3.2.2.6 PCON Register

The PCON register contains flag bits to differentiate between a Power-on Reset, an external $\overline{MCLR}$ Reset, WDT Reset or a Brown-out Detect.

Note: $\overline{BOD}$ is unknown on Power-on Reset. It must then be set by the user and checked on subsequent RESETS to see if $\overline{BOD}$ is cleared, indicating a brown-out has occurred. The $\overline{BOD}$ STATUS bit is a "don't care" and is not necessarily predictable if the brown-out circuit is disabled (by clearing the BODEN bit in the Configuration word).

REGISTER 3-6: PCON REGISTER (ADDRESS: 0Ch)

U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-1	U-0	R/W-q	R/W-q
—	—	—	—	OSCF	—	$\overline{POR}$	$\overline{BOD}$
bit 7							bit 0

bit 7-4 **Unimplemented:** Read as '0'

bit 3 **OSCF**: INTRC/ER oscillator frequency
1 = 4 MHz typical[1]
0 = 37 KHz typical

bit 2 **Unimplemented:** Read as '0'

bit 1 $\overline{\textbf{POR}}$: Power-on Reset STATUS bit
1 = No Power-on Reset occurred
0 = A Power-on Reset occurred (must be set in software after a Power-on Reset occurs)

bit 0 $\overline{\textbf{BOD}}$: Brown-out Detect STATUS bit
1 = No Brown-out Reset occurred
0 = A Brown-out Reset occurred (must be set in software after a Brown-out Reset occurs)

Note 1: When in ER Oscillator mode, setting OSCF = 1 will cause the oscillator frequency to change to the frequency specified by the external resistor.

Legend

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
-n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

4.0 GENERAL DESCRIPTION

The PIC16F62X are 18-Pin FLASH-based members of the versatile PIC16CXX family of low cost, high performance, CMOS, fully static, 8-bit microcontrollers.

All PICmicro™ microcontrollers employ an advanced RISC architecture. The PIC16F62X have enhanced core features, eight-level deep stack, and multiple internal and external interrupt sources. The separate instruction and data buses of the Harvard architecture allow a 14-bit wide instruction word with the separate 8-bit wide data. The two-stage instruction pipeline allows all instructions to execute in a single cycle, except for program branches (which require two cycles). A total of 35 instructions (reduced instruction set) are available. Additionally, a large register set gives some of the architectural innovations used to achieve a very high performance.

PIC16F62X microcontrollers typically achieve a 2:1 code compression and a 4:1 speed improvement over other 8-bit microcontrollers in their class.

PIC16F62X devices have special features to reduce external components, thus reducing system cost, enhancing system reliability and reducing power consumption.

The PIC16F62X has eight oscillator configurations. The single pin ER oscillator provides a low cost solution. The LP oscillator minimizes power consumption, XT is a standard crystal, INTRC is a self-contained internal oscillator. The HS is for High Speed crystals. The EC mode is for an external clock source.

The SLEEP (Power-down) mode offers power savings. The user can wake-up the chip from SLEEP through several external interrupts, internal interrupts, and RESETS.

A highly reliable Watchdog Timer with its own on-chip RC oscillator provides protection against software lock-up.

Table 4-1 shows the features of the PIC16F62X mid-range microcontroller families.

A simplified block diagram of the PIC16F62X is shown in Figure 2.1.

The PIC16F62X series fits in applications ranging from battery chargers to low power remote sensors. The FLASH technology makes customization of application programs (detection levels, pulse generation, timers, etc.) extremely fast and convenient. The small footprint packages make this microcontroller series ideal for all applications with space limitations. Low cost, low power, high performance, ease of use and I/O flexibility make the PIC16F62X very versatile.

4.1 Development Support

The PIC16F62X family is supported by a full featured macro assembler, a software simulator, an in-circuit emulator, a low cost development programmer and a full-featured programmer. A Third Party "C" compiler support tool is also available.

TABLE 4-1: PIC16F62X FAMILY OF DEVICES

		PIC16F627	PIC16F628	PIC16LF627	PIC16LF628
Clock	Maximum Frequency of Operation (MHz)	20	20	4	4
Memory	FLASH Program Memory (words)	1024	2048	1024	2048
	RAM Data Memory (bytes)	224	224	224	224
	EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	128	128
Peripherals	Timer Module(s)	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2
	Comparator(s)	2	2	2	2
	Capture/Compare/PWM module(s)	1	1	1	1
	Serial Communications	USART	USART	USART	USART
	Internal Voltage Reference	Yes	Yes	Yes	Yes
Features	Interrupt Sources	10	10	10	10
	I/O Pins	16	16	16	16
	Voltage Range (Volts)	3.0-5.5	3.0-5.5	2.0-5.5	2.0-5.5
	Brown-out Detect	Yes	Yes	Yes	Yes
	Packages	18-pin DIP, SOIC; 20-pin SSOP	18-pin DIP, SOIC; 20-pin SSOP	18-pin DIP, SOIC; 20-pin SSOP	18-pin DIP, SOIC; 20-pin SSOP

All PICmicro® Family devices have Power-on Reset, selectable Watchdog Timer, selectable code protect and high I/O current capability. All PIC16F62X Family devices use Serial programming with clock pin RB6 and data pin RB7.

FIGURE 5-1: BLOCK DIAGRAM OF RA0/AN0:RA1/AN1 PINS

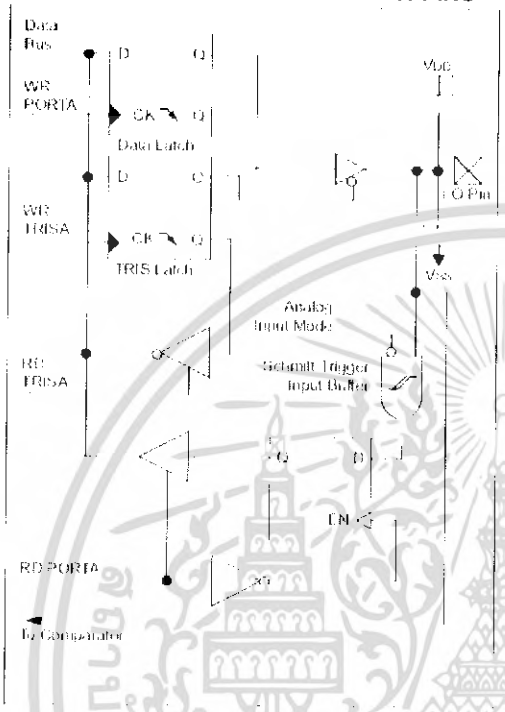


FIGURE 5-2: BLOCK DIAGRAM OF RA2/VREF PIN

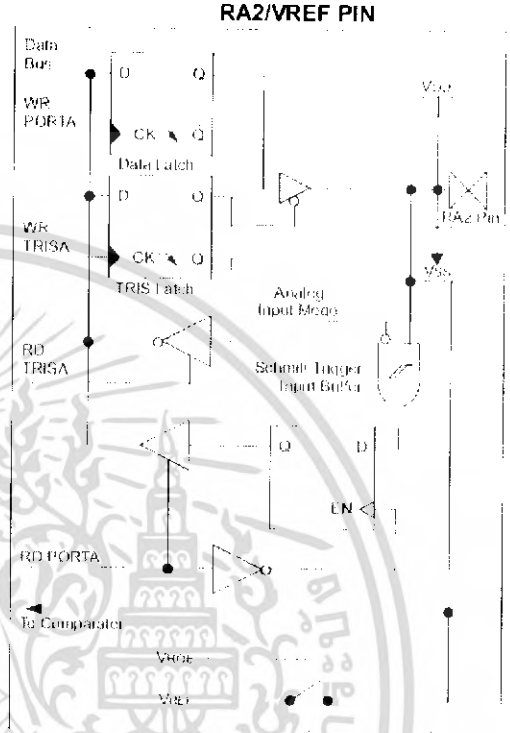


FIGURE 5-3: BLOCK DIAGRAM OF THE RA3/AN3 PIN

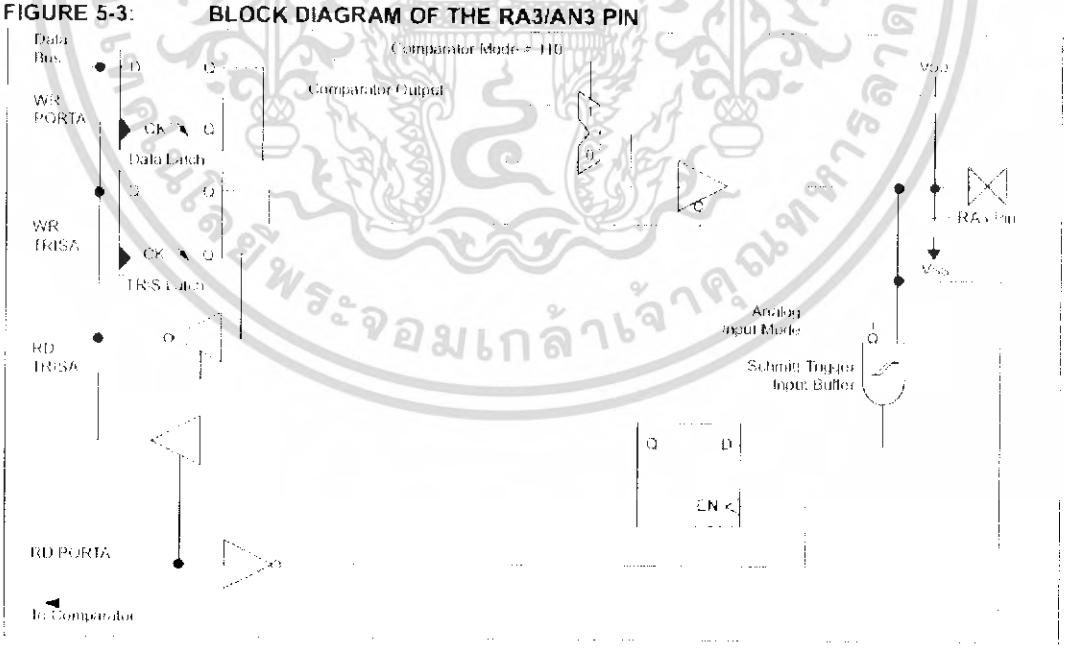


FIGURE 5-4: BLOCK DIAGRAM OF RA4/T0CKI PIN

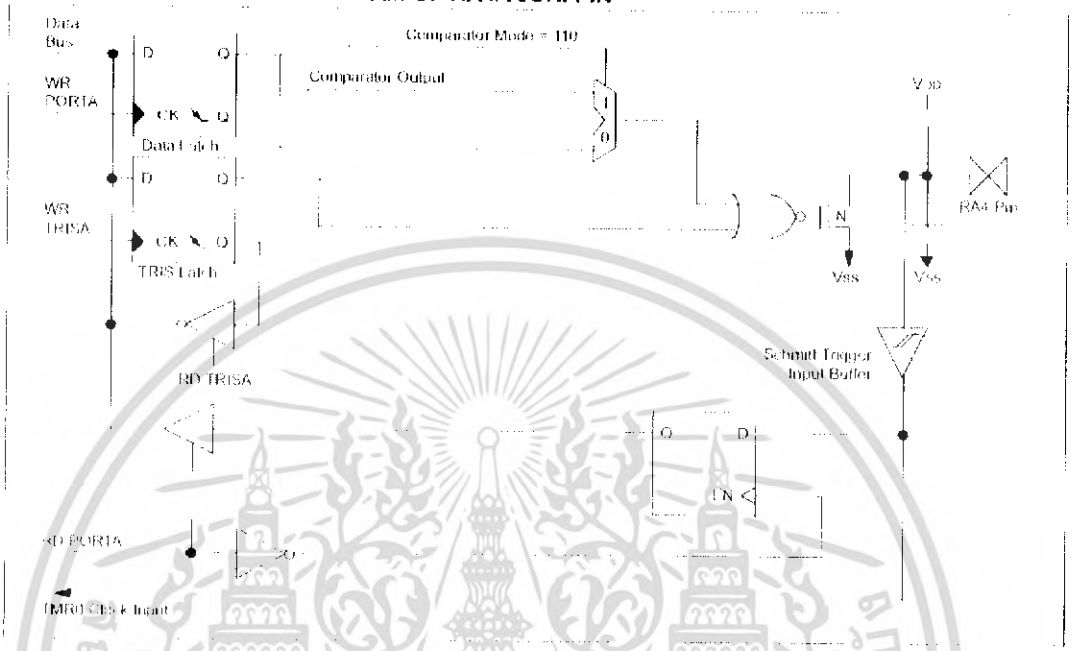


FIGURE 5-5: BLOCK DIAGRAM OF THE RA5/MCLR/VPP PIN

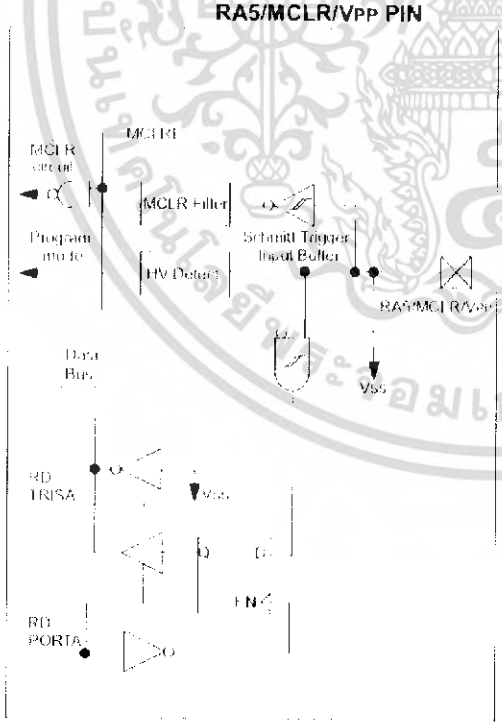
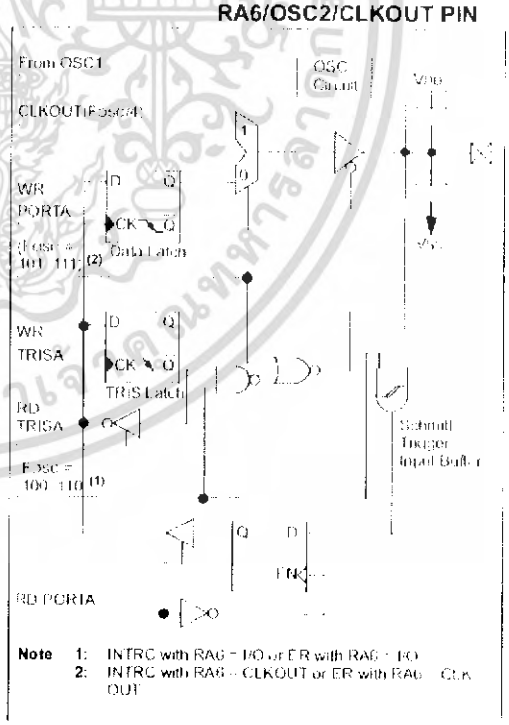
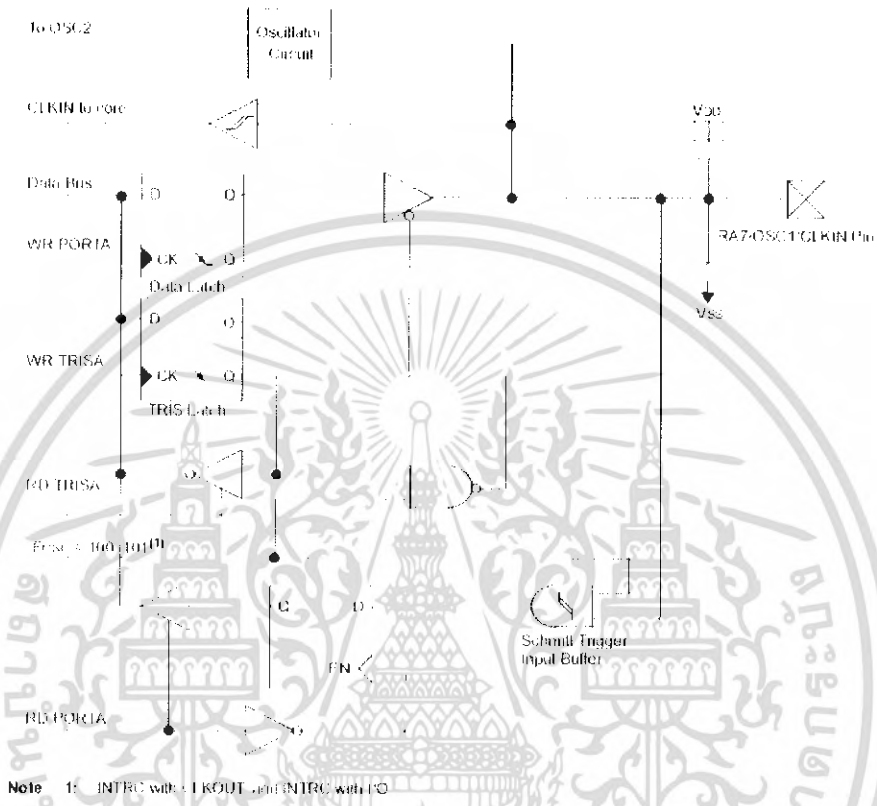


FIGURE 5-6: BLOCK DIAGRAM OF RA6/OSC2/CLKOUT PIN



Note 1: INTRC with RA6 = I/O or ER with RA6 = I/O.
2: INTRC with RA6 = CLKOUT or ER with RA6 = CLK OUT

FIGURE 5-7: BLOCK DIAGRAM OF RA7/OSC1/CLKIN PIN



Note 1: INTRC with CLKOUT and INTRC with I/O

TABLE 5-1: PORTA FUNCTIONS

Name	Function	Input Type	Output Type	Description
RA0/AN0	RA0	ST	CMOS	Bi-directional I/O port
	AN0	AN	—	Analog comparator input
RA1/AN1	RA1	ST	CMOS	Bi-directional I/O port
	AN1	AN	—	Analog comparator input
RA2/AN2/VREF	RA2	ST	CMOS	Bi-directional I/O port
	AN2	AN	—	Analog comparator input
	VREF	—	AN	VREF output
RA3/AN3/CMP1	RA3	ST	CMOS	Bi-directional I/O port
	AN3	AN	—	Analog comparator input
	CMP1	—	CMOS	Comparator 1 output
RA4/T0CKI/CMP2	RA4	ST	OD	Bi-directional I/O port
	T0CKI	ST	—	External clock input for TMR0 or comparator output. Output is open drain type
	CMP2	—	OD	Comparator 2 output
RA5/$\overline{MCLR}$/VPP	RA5	ST	—	Input port
	$\overline{MCLR}$	ST	—	Master clear
	VPP	HV	—	Programming voltage input. When configured as $\overline{MCLR}$, this pin is an active low RESET to the device. Voltage on $\overline{MCLR}$/VPP must not exceed VDD during normal device operation
RA6/OSC2/CLKOUT	RA6	ST	CMOS	Bi-directional I/O port.
	OSC2	XTAL	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal resonator in Crystal Oscillator mode.
	CLKOUT	—	CMOS	In ER/INTRC mode, OSC2 pin can output CLKOUT, which has 1/4 the frequency of OSC1
RA7/OSC1/CLKIN	RA7	ST	CMOS	Bi-directional I/O port
	OSC1	XTAL	—	Oscillator crystal input
	CLKIN	ST	—	External clock source input. ER biasing pin.

Legend: ST = Schmitt Trigger input HV = High Voltage OD = Open Drain AN = Analog

TABLE 5-2: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTA(1)

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on POR	Value on All Other RESETS
05h	PORTA	RA7	RA6	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	xxxx 0000	xxxx 0000
85h	TRISA	TRISA7	TRISA6	TRISA5	TRISA4	TRISA3	TRISA2	TRISA1	TRISA0	1111 1111	1111 1111
1Fh	CMCON	C2OUT	C1OUT	C2INV	C1INV	CIS	CM2	CM1	CM0	0000 0000	0000 0000
9Fh	VRCON	VREN	VROE	VRR	—	VR3	VR2	VR1	VR0	000- 0000	000- 0000

Legend: — = Unimplemented locations, read as '0', u = unchanged, x = unknown

Note 1: Shaded bits are not used by PORTA

5.2 PORTB and TRISB Registers

PORTB is an 8-bit wide bi-directional port. The corresponding data direction register is TRISB. A '1' in the TRISB register puts the corresponding output driver in a Hi-impedance mode. A '0' in the TRISB register puts the contents of the output latch on the selected pin(s).

PORTB is multiplexed with the external interrupt, USART, CCP module and the TMR1 clock input/output. The standard port functions and the alternate port functions are shown in Table 5-3. Alternate port functions override TRIS setting when enabled.

Reading PORTB register reads the status of the pins, whereas writing to it will write to the port latch. All write operations are read-modify-write operations. So a write to a port implies that the port pins are first read, then this value is modified and written to the port data latch.

Each of the PORTB pins has a weak internal pull-up (≈200 µA typical). A single control bit can turn on all the pull-ups. This is done by clearing the $\overline{\text{RBPU}}$ (OPTION<7>) bit. The weak pull-up is automatically turned off when the port pin is configured as an output. The pull-ups are disabled on Power-on Reset.

Four of PORTB's pins, RB<7:4>, have an interrupt-on-change feature. Only pins configured as inputs can cause this interrupt to occur (i.e., any RB<7:4> pin configured as an output is excluded from the interrupt-on-change comparison). The input pins (of RB7:RB4) are compared with the old value latched on the last read of PORTB. The "mismatch" outputs of RB7:RB4 are OR'ed together to generate the RBIF interrupt (flag latched in INTCON<0>).

This interrupt can wake the device from SLEEP. The user, in the interrupt service routine, can clear the interrupt in the following manner:

a) Any read or write of PORTB. This will end the mismatch condition.

b) Clear flag bit RBIF.

A mismatch condition will continue to set flag bit RBIF. Reading PORTB will end the mismatch condition and allow flag bit RBIF to be cleared.

This interrupt on mismatch feature, together with software configurable pull-ups on these four pins allow easy interface to a key pad and make it possible for wake-up on key-depression. (See AN552)

Note:	If a change on the I/O pin should occur when a read operation is being executed (start of the Q2 cycle), then the RBIF interrupt flag may not get set.

The interrupt-on-change feature is recommended for wake-up on key depression operation and operations where PORTB is only used for the interrupt-on-change feature. Polling of PORTB is not recommended while using the interrupt-on-change feature.

FIGURE 5-4: BLOCK DIAGRAM OF RA4/T0CKI PIN

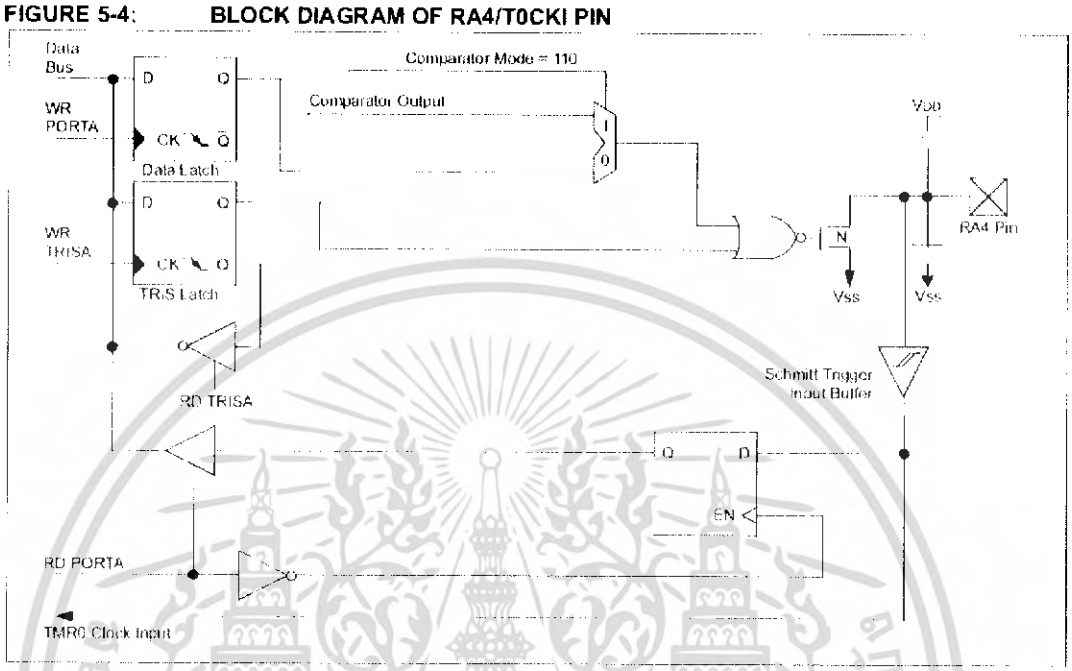


FIGURE 5-5: BLOCK DIAGRAM OF THE RA5/MCLR/VPP PIN

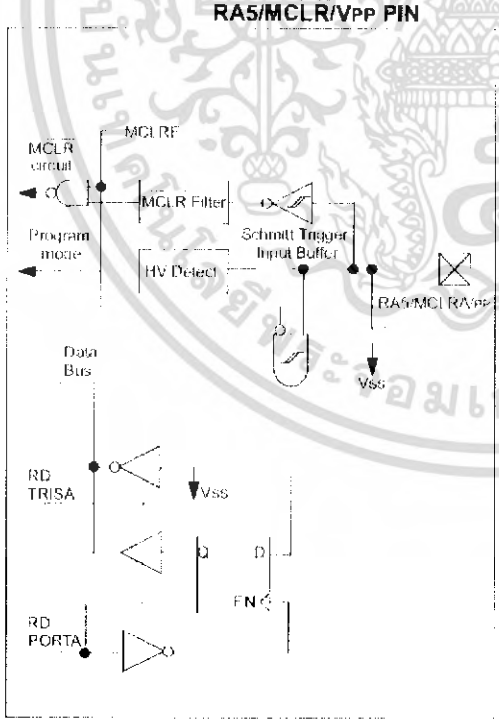


FIGURE 5-6: BLOCK DIAGRAM OF RA6/OSC2/CLKOUT PIN

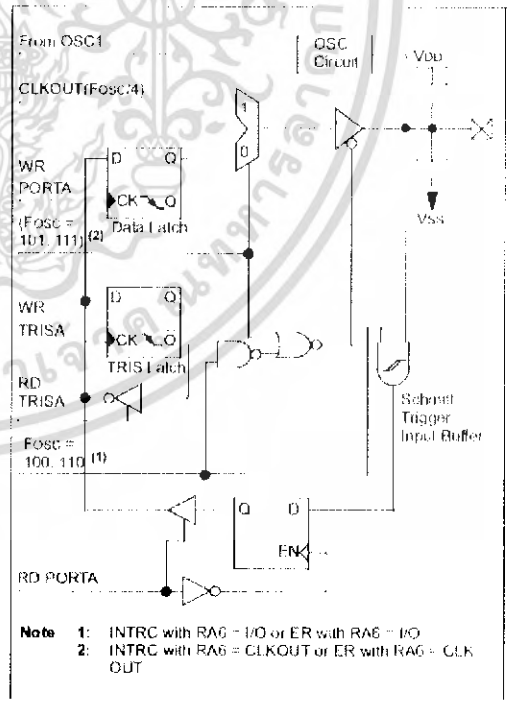
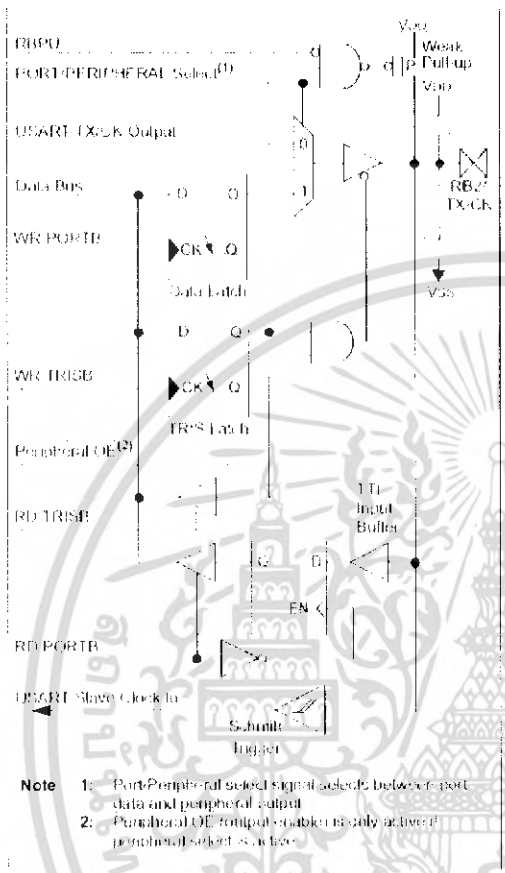
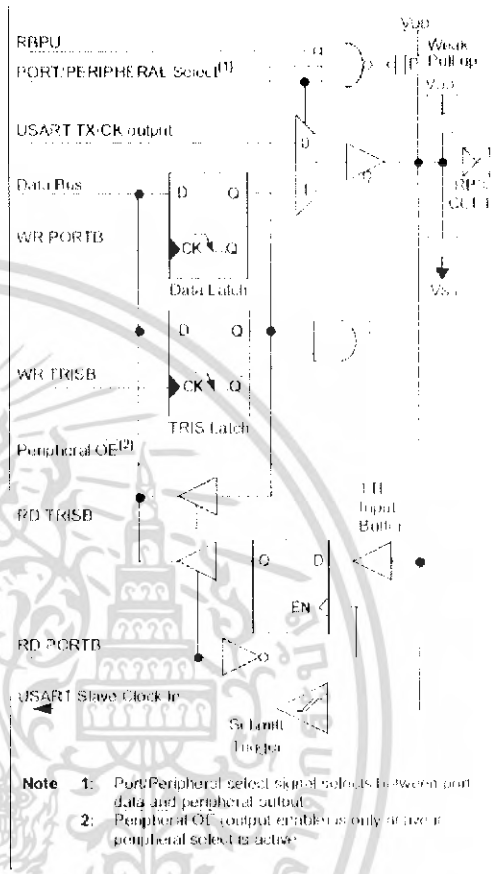


FIGURE 5-10: BLOCK DIAGRAM OF RB2/TX/CK PIN



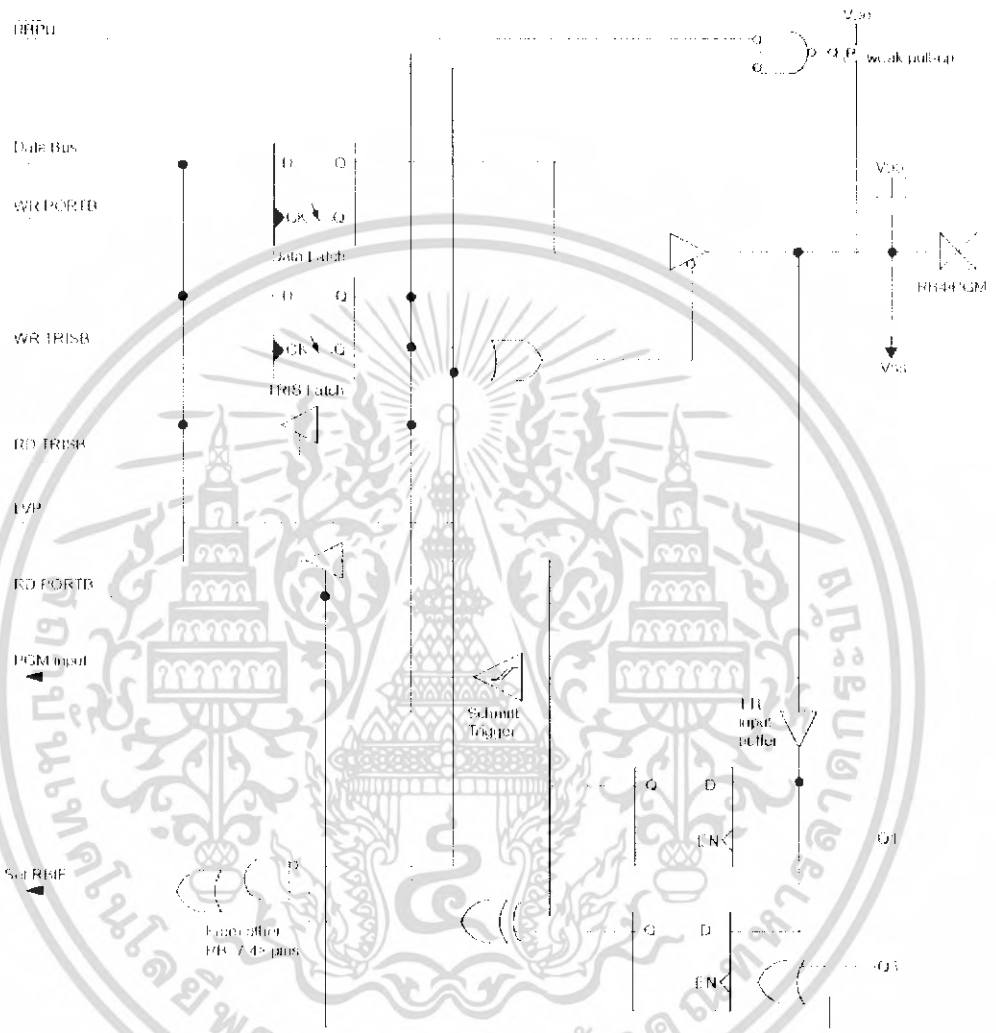
Note 1: Port/Peripheral select signal selects between port data and peripheral output.
2: Peripheral OE (output enable) is only active if peripheral select is active.

FIGURE 5-11: BLOCK DIAGRAM OF RB3/CCP1 PIN



Note 1: Port/Peripheral select signal selects between port data and peripheral output.
2: Peripheral OE (output enable) is only active if peripheral select is active.

FIGURE 5-12: BLOCK DIAGRAM OF RB4/PGM PIN



Note 1: The low voltage programming disables the interrupt on change and the weak pull ups on RB4

ภาคผนวก จ
รหัสต้นฉบับของโปรแกรม

```
#include <16F628.h>
#include <string.h>
#fuses HS,NOPROTECT,NOLVP,NOWDT, MCLR
#use delay(clock=20000000)
#use rs232(baud=9600, xmit=pin_b2,rcv=pin_b1)

#use fast_io(A)
#use fast_io(B)

#bit Load1=0x6.3
#bit Load2=0x5.1
#bit Load3=0x5.2
#bit Load4=0x5.3


char  sbuf[4];   // buffer for serial port
int1 serialFlag=0;
char id,idx;

/* check key press */
int1  kbdhit (void)  {
   if ((input_b ()&0xf0)==0xf0)  return (FALSE);
   else  return (TRUE);
}

checkSwitch(void){

  char sw;
  sw =(input_b()&0xf0);
  while (!kbdhit ());
    if (!(sw&0b00010000))
```

```
    {  Load1^=1;
    printf("%c%d%d%c",id,1,Load1,13);    }
   else if (!(sw&0b00100000))
    {  Load2^=1;
    printf("%c%d%d%c",id,2,Load2,13);    }
   else if (!(sw&0b01000000))
    {  Load3^=1;
    printf("%c%d%d%c",id,4,Load3,13);    }
   else if (!(sw&0b10000000))
    {  Load4^=1;
    printf("%c%d%d%c",id,8,Load4,13);    }

   delay_ms(1000);

    //while(sw!=0xf0);

}

#int_RDA
RDA_isr()
{

int   c;
   c=getc ();
   if (serialFlag)   {   // serial not to decode
      idx=0;
      return;
   }
   sbuf[idx]=c;   // keep data
   if (c==13)   {   // return detected
      sbuf[idx]=13;   // fill terminate
```

```
      serialFlag=1;  // serial ready flag
      idx=0;   // reset index
      return;
   }
   if (++idx>4)   // increse index for next data
      idx=0;

}

 void out_load(char LoadID,int1 b)
   {

   if (LoadID=='1') Load1=b;
   else if (LoadID=='2') Load2=b;
   else if (LoadID=='4') Load3=b;
   else if (LoadID=='8') Load4=b;
   else if (LoadID=='9') Load1=Load2=Load3=Load4=b;

 printf("%c%c%d%C",id,LoadID,b,13);

   }

void main()
{

   setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_1);
   setup_timer_1(T1_DISABLED);
   setup_timer_2(T2_DISABLED,0,1);
   setup_comparator(NC_NC_NC_NC);
   setup_vref(FALSE);
   enable_interrupts(INT_RDA);
```

```
enable_interrupts(GLOBAL);

set_tris_a(0x00);
set_tris_b(0xf2);

id='3';

Load1=0;
Load2=0;
Load3=0;
Load4=0;

while(true)
{
//printf("   Yao Love M   \n");

      //load1=load2=load3=load4=0;
      ///delay_ms (1000);
      //load1=load2=load3=load4=1;
      //delay_ms (1000);


  if (serialFlag)


      {
        // printf("%c%c%c%c",sbuf[0],sbuf[1],sbuf[2],sbuf[3]);

            if( (sbuf[1]=='1') || (sbuf[1]=='2') || (sbuf[1]=='4') || (sbuf[1]=='8') || (sbuf[1]=='9'))
               {
```

```
                if  ((sbuf[2]=='o') || (sbuf[2]=='c') || (sbuf[2]=='s') )
                  {
                    if (sbuf[3]==13)

                      {
                        if(sbuf[0]==id)
                          {

                            if (sbuf[2]=='s') ;
                            else if (sbuf[2]=='c') out_load(sbuf[1],0);
                            else if (sbuf[2]=='o') out_load(sbuf[1],1);
                          }
                        else
                          {
                            printf("%c%c%c%c",sbuf[0],sbuf[1],sbuf[2],sbuf[3]);
                          }
                      }
                  }

              }
            serialFlag=0;
        }
      if (!kbdhit ())  continue; // no key press

      checkSwitch();
    }

}
```

ภาคผนวก ฉ

คู่มือการใช้งาน

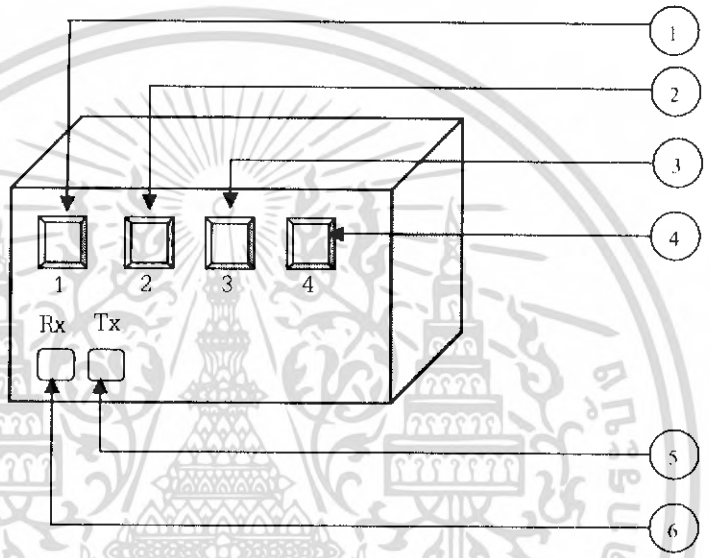
คู่มือการใช้งาน
ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

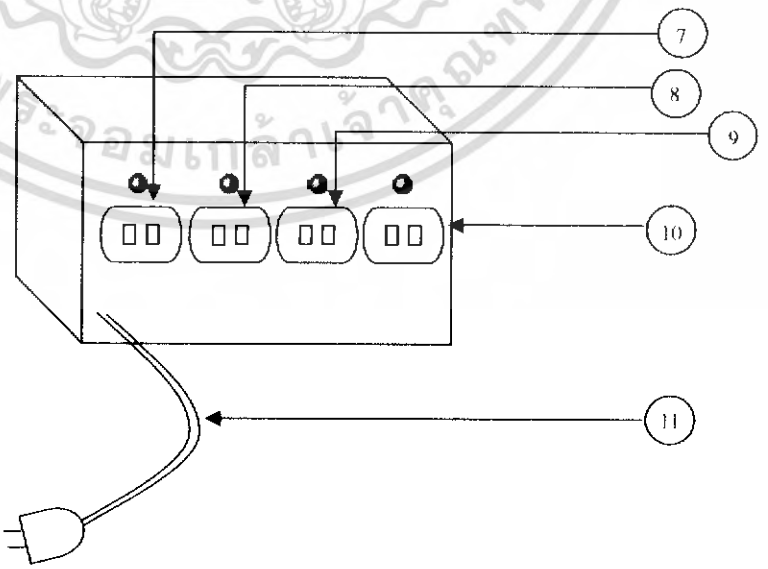
1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้งานชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตนั้น ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อการใช้บริการที่ถูกต้องและเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต

2. ส่วนประกอบและส่วนควบคุม



รูปที่ ฉ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต (ด้านหน้า)



รูปที่ ฉ.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต (ด้านหลัง)

จากรูปที่ ฉ.1 และ ฉ.2 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

① สวิตช์เปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 1
② สวิตช์เปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 2
③ สวิตช์เปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 3
④ สวิตช์เปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 4
⑤ ช่องเสียบสายโทรศัพท์ Tx
⑥ ช่องเสียบสายโทรศัพท์ Rx
⑦ ปลั๊กไฟของอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 4
⑧ ปลั๊กไฟของอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 3
⑨ ปลั๊กไฟของอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 2
⑩ ปลั๊กไฟของอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 1
⑪ สายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 นำสายไฟฟ้าเสียบเข้ากับปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ (หมายเลข 11)

3.2 เปิดโปรแกรม Hyper Terminal ขึ้นมา โดยกำหนดชื่อการเชื่อมต่อเป็น ED26 , Connection Using เป็น Com1 หลังจากนั้นกำหนดค่าบอร์ดเรตไว้ที่ 9600 จากนั้นจะขึ้นโปรแกรมดังภาพ

รูปที่ ฉ.3 หน้าหลักโปรแกรม Terminal ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ

3.3 หลังจากที่เปิดโปรแกรมขึ้นมาแล้ว เราจะสามารถส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ผ่านไปยังชุดควบคุมอุปกรณ์โดย การใส่ชุดคำสั่ง 3 ค่า

ตัวที่ 1 คือ รหัสโมดูล (มีอยู่ 4 ค่า คือ 1, 2, 3, 4)

1 คือ โมดูลตัวที่ 1

- 2 คือ โมดูลตัวที่ 2
- 3 คือ โมดูลตัวที่ 3
- 4 คือ โมดูลตัวที่ 4

ตัวที่ 2 คือ รหัสของอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านในโมดูล (มีอยู่ 5 ค่า คือ 1, 2, 4, 8, 9)

- 1 คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 1

2 คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 2

4 คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 3

- 8 คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 4
- 9 คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกตัวในโมดูล

ตัวที่ 3 คือ รหัสของคำสั่ง (มี 2 ค่า คือ C และ O)

- C คือ การสั่งในอุปกรณ์ไฟฟ้าเปิด

O คือ การสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าปิด

3.4 การควบคุมโดยการกดสวิตช์ที่ชุดควบคุมอุปกรณ์ สามารถทำได้โดย กดสวิตช์ที่ระบุการต่อพ่วงกับอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวนั้นๆ ก็จะสามารถเปิด/ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เราต้องการได้เช่นเดียวกัน

หมายเหตุ

1. หากการพิมพ์ค่าชุดคำสั่งไม่ได้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ชุดคำสั่งนั้นจะถูกโยนทิ้งไป และจะไม่มีเหตุการณ์ใดๆ เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวนั้นๆ และอุปกรณ์ไฟฟ้าก็จะรอชุดคำสั่งที่ถูกต้องต่อไป

2. สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 4 ชนิดในแต่ละโมดูล

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต สามารถตรวจสอบแนวทางในการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ ฉ.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตไม่ทำงาน	ตรวจสอบว่าได้เสียบสายไฟฟ้าเข้ากับปลั๊กไฟหรือไม่
อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมไม่ทำงาน	ตรวจสอบหัวต่อจากพอร์ต RS-232 ของคอมพิวเตอร์ว่าต่ออยู่กับพอร์ต Tx และ Rx ของโมดูลชุดแม่ข่ายหรือไม่

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

1. เช็ดทำความสะอาดตัวเครื่องด้วยผ้านุ่ม อย่าใช้สารใดๆ ที่เป็นตัวทำละลายเพราะอาจจะทำให้ตัวเครื่องเป็นรอยและเสียหายได้

2. ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟของวงจรภายในเครื่องให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

3. ควรมีการซ่อมบำรุงตัวเครื่องเป็นระยะเพื่อป้องกันและลดอัตราการเสื่อมสภาพของชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อให้การใช้งานตัวเครื่องเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ข้อควรระวัง

1. ควรศึกษาคู่มือการใช้งานของเครื่องก่อนการใช้งานตัวเครื่อง

2. เครื่องจะสร้างสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มข้นสูง จึงไม่ควรนำโทรศัพท์วางบนเครื่องหรือนำบัตรที่มีแถบแม่เหล็กเข้าใกล้บริเวณที่ติดตั้งชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

3. การเคลื่อนย้ายควรระมัดระวังอย่าให้มีการกระแทก เพื่อป้องกันความเสียหายของระบบกลไกต่างๆ ภายในชุดควบคุม

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายณัฐพร ศรีโน
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 9 มกราคม 2527
ภูมิลำเนา	42 หมู่ 9 ตำบลสันกลาง อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ 50120
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านห้วยส้ม จังหวัดเชียงใหม่
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนน้ำบ่อหลวงวิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
ปริญญาตรี	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ผลงานที่ได้รับรางวัล	ได้ที่ 4 ระดับภาค ที่ 3 ระดับประเทศในการแข่งขันหุ่นยนต์ของกรมอาชีวศึกษา"ตำนานสะพานแห่งความรัก"
ความสนใจพิเศษ	อินเตอร์เนต, ฟุตบอล, คอมพิวเตอร์
คติพจน์	ไม่มีคำว่าสิ้นหวัง ถ้ายังมีลมหายใจ

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นางสาวธนพร พรหมผุย
วัน เดือน ปีเกิด	วันศุกร์ที่ 30 ธันวาคม 2526
ภูมิลำเนา	16 หมู่ 20 ถ.เลี่ยงเมือง ต.ขามใหญ่ อ.เมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอุบลวิทยาคม จังหวัดอุบลราชธานี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนนารีนุกูล จังหวัดอุบลราชธานี
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนนารีนุกูล จังหวัดอุบลราชธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ทุนการศึกษา	ทุนนักเรียนดีเด่นประจำปีการศึกษา 2546 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
ความสนใจพิเศษ	อ่านหนังสือ เล่นอินเตอร์เนต
คติพจน์	ไม่มีคำว่าทำไม่ได้ในสิ่งที่ยังไม่ได้ทำ

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายนิรันดร์ มะ
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 4 มกราคม 2527
ภูมิลำเนา	36/22 ถ.แสงจันทร์ ต.บางนาค อ.เมือง จังหวัดนราธิวาส 96000
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนพิมานวิทย์นราธิวาส จังหวัดนราธิวาส
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส
ปริญญาตรี	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ผลงานที่ได้รับรางวัล	รองชนะเลิศอันดับสามสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ ระดับภาคใต้
ความสนใจพิเศษ	ซ่อมคอมพิวเตอร์ ทีวี เล่นฟุตบอล เล่นดนตรี
คติพจน์	ความสำเร็จของลูก คือความสุขของพ่อแม่

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายวิชิต วรรรณชิต
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 13 กรกฎาคม 2526
ภูมิลำเนา	373/1 ม1. ต.ควนลัง อ.หาดใหญ่
	จังหวัดสงขลา 90110
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนพลวิทยา จังหวัดสงขลา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์กุลกันยา จังหวัดสงขลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ผลงานที่ได้รับรางวัล	ชนะเลิศการแข่งขันการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์
	PIC ของกรมอาชีวศึกษา ระดับภาคใต้
ทุนการศึกษา	ทุนยกเว้นหน่วยกิต, ทุนผู้ปกครองรายได้น้อย
ความสนใจพิเศษ	เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
คติพจน์	ความพยายามอยู่ที่ไหนความสำเร็จอยู่ที่นั่น