

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

**ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ต**  
**Electrical Appliance Control System via Internet**



เลขที่.....**83239**.....  
.....  
วัน, เดือน, ปี.....**11 ส.ค. 2551**.....

**6.119๒๗๙๕**  
.....  
.....

**ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**  
**ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ**  
**คณะวิศวกรรมศาสตร์**  
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**  
**ปีการศึกษา 2550**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ELECTRICAL APPLIANCE CONTROL SYSTEM VIA INTERNET**



**A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2007**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ต  
Electrical Appliance Control System via Internet

ชื่อนักศึกษา นายเจษฎา กองบุญมา รหัสประจำตัว 47010120  
นายชัยวัฒน์ ขวัญแก้ว รหัสประจำตัว 47010170

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล

ระดับการศึกษา ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ

ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2550

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้  
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

(อ.สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ต Electrical Appliance Control System via Internet		
ชื่อนักศึกษา	นายเจษฎา	กองบุญมา	รหัสประจำตัว 47010120
	นายชัยวัฒน์	ขวัญแก้ว	รหัสประจำตัว 47010170
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.สรพงษ์      วชิรรัตน์พรกุล		
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2550		

### บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึงการออกแบบ และการสร้างระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้มีการทำงานแบบระบบฝังตัว อันได้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4620 ที่เป็นหัวใจหลักในการควบคุมการทำงานของระบบกับ ENC28J60 ที่ใช้ในการควบคุมอีเทอร์เน็ตตามมาตรฐาน IEEE 802.3 ร่วมกับการเขียนโปรแกรมอินเทอร์เน็ตเฟสทำให้ระบบสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตได้

<b>Project Title</b>	Electrical Appliance Control System via Internet		
<b>Student</b>	Mr.Jeadsada	Kongboonma	ID. 47010120
	Mr.Chaiwat	Khwankeaw	ID. 47010170
<b>Advisor</b>	Mr.Sorapong	Wachirarattanapomkul	
<b>Graduate Level</b>	Bachelor Degree of Information Engineering		
<b>Department</b>	Information Engineering		
<b>Academic Year</b>	2007		

### ABSTRACT

This project describes in design and construct system for controlling the electrical appliances via internet by using microcontroller PIC18F4620 as the core of the embedded system and ENC28J60, refers to IEEE 802.3 standard, as the Ethernet controller in cooperate with user interface programming to achieve the objective of this project, "Able to control electrical appliances from anywhere that have internet".

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงมาด้วยดี ก็ด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนของ อาจารย์สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล ที่ให้คำปรึกษาและกำลังใจในยามที่ประสบปัญหา นายรัชชสิทธิ์ บุตรกริม ผู้คิดค้น บุกเบิกและแนะนำแนวทาง เป็นที่ปรึกษาในการสร้างสรรค์ผลงาน เพื่อนๆห้อง E12-1206 ทุกคนที่ร่วมทุกข์ร่วมสุขกันมา รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการนี้ทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ขอให้ทุกๆท่านได้รับคำขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ฉ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	1
1.1 แนวความคิดและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 สถาปัตยกรรมของระบบ	2
1.5 ขั้นตอนการทำปริญญานิพนธ์	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</b>	4
2.1 ชนิดของวงจรสื่อสารข้อมูล	4
2.1.1 การสื่อสารแบบทางเดียว	4
2.1.2 การสื่อสารแบบสองทาง	4
2.2 การเชื่อมต่อแบบอีเทอร์เน็ต	5
2.3 รูปแบบการติดต่อสื่อสารแบบ TCP/IP	6
2.3.1 ชั้นโฮสต์-เครือข่าย	7
2.3.2 ชั้นอินเทอร์เน็ต	7
2.3.3 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล	10
2.3.4 ชั้นสื่อสารการประยุกต์	13
2.3.5 ความแตกต่างระหว่างดาต้าแกรมและแพ็กเก็ต	13
2.3.6 Encapsulation/Decapsulation	14
2.4 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4620	15
2.4.1 คุณสมบัติใหม่	15
2.4.2 คุณสมบัติพิเศษอื่นๆ	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 2.4.2 คุณสมบัติพิเศษอื่นๆ ที่การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ 17 การค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5 ENC28J60 กับอีเทอร์เน็ต	20
2.5.1 คุณสมบัติของ ENC28J60	20
2.5.2 รูปแบบของอีเทอร์เน็ตแพ็กเก็ต	21
2.5.3 องค์ประกอบในแต่ละช่องของอีเทอร์เน็ตแพ็กเก็ต	22
2.6 HTML	23
2.6.1 Static Web Page	23
2.6.2 Dynamic Web Page	23
2.6.3 Common Gateway Interface(CGI)	24
2.6.4 ภาษาสำหรับใช้เขียน CGI	24
2.7 Microchip TCP/IP stack	26
2.7.1 โครงสร้างของ stack(stack architecture)	26
2.7.2 ชั้นของ stack(stack layer)	26
2.7.3 Microchip HTTP Server	27
<b>บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน</b>	28
3.1 การออกแบบระบบ	28
3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์	29
3.2.1 วงจรควบคุม	29
3.2.2 ส่วนการเชื่อมต่อแบบอีเทอร์เน็ต	29
3.2.3 วงจรทำงาน	30
3.2.4 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	31
3.3 การออกแบบโปรแกรม	34
3.3.1 โปรแกรมควบคุมการทำงาน	34
3.3.2 โปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน	35
3.3.3 เว็บเพจที่เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน	36
<b>บทที่ 4 ผลการทดลอง</b>	40
4.1 การเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ต	40
4.2 การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ต	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 5 สรุป</b>	46
5.1 สรุปการทำปริญญานิพนธ์	46
5.2 ข้อจำกัดของการทำปริญญานิพนธ์	46
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ	46
<b>บรรณานุกรม</b>	47
ภาคผนวก ก. คุณสมบัติของระบบ	48
ภาคผนวก ข. คู่มือการใช้งาน	50
ภาคผนวก ค. คู่มือการติดตั้ง	58
ภาคผนวก ง. วงจรและแผ่นลายวงจร	88
ภาคผนวก จ. ค่าตัวชี้ท	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 สถาปัตยกรรมของระบบ	2
รูปที่ 2.1 การสื่อสารแบบทางเดียว	4
รูปที่ 2.2 การสื่อสารแบบกึ่งสองทาง	4
รูปที่ 2.3 การสื่อสารแบบสองทางสมบูรณ์	5
รูปที่ 2.4 หัวต่อแบบ RJ-45 ที่ใช้ในมาตรฐาน IEEE 802.3	6
รูปที่ 2.5 IP header	8
รูปที่ 2.6 ICMP header	10
รูปที่ 2.7 UDP header	11
รูปที่ 2.8 TCP header	12
รูปที่ 2.9 ขั้นตอนการ Encapsulation และ Decapsulation	14
รูปที่ 2.10 รูปแบบการทำงานของ PIC18F4620 แบบ 40 ขา	19
รูปที่ 2.11 รูปแบบการทำงานของ ENC28J60	20
รูปที่ 2.12 รูปแบบการเชื่อมต่อกับ ENC28J60 แบบมาตรฐาน	21
รูปที่ 2.13 รูปแบบของข้อมูลแบบอีเทอร์เน็ต	21
รูปที่ 2.14 ข้อเปรียบเทียบระหว่าง TCP/IP Reference Model กับการใช้งาน stack ของ Microchip	27
รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบ	28
รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมที่ออกแบบไว้	29
รูปที่ 3.3 วงจรส่วนการเชื่อมต่อแบบอีเทอร์เน็ต	30
รูปที่ 3.4 วงจรทำงานที่ออกแบบไว้	31
รูปที่ 3.5 วงจรแหล่งจ่ายไฟ ขนาด 5VDC สำหรับวงจรควบคุม	32
รูปที่ 3.6 วงจรแหล่งจ่ายไฟ ขนาด 5VDC สำหรับวงจรทำงาน	33
รูปที่ 3.7 วงจรแหล่งจ่ายไฟ ขนาด 3.3VDC สำหรับ ENC28J60	33
รูปที่ 3.8 รูปแบบการทำงานของ โปรแกรม	34
รูปที่ 3.9 รูปแบบการทำงานของ โปรแกรมควบคุมการทำงาน	34
รูปที่ 3.10 รูปแบบการทำงานของ โปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน	35
รูปที่ 3.11 หน้าของเว็บเพจสำหรับ login	36
รูปที่ 3.12 หน้าต่างการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.13 หน้าต่างตรวจสอบการทำงานลวงหน้า	37
รูปที่ 3.14 หน้าต่างควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบตั้งเวลา	37
รูปที่ 3.15 หน้าต่างตั้งค่าวัน - เวลาของระบบ	38
รูปที่ 3.16 หน้าต่างเปลี่ยนชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้า	38
รูปที่ 3.17 หน้าต่างสำหรับตั้งค่าและแก้ไข IP address, Subnet mask, Default gateway, DNS server	39
รูปที่ 3.18 หน้าต่างสำหรับตั้งค่าและแก้ไข Device name, Password	39
รูปที่ 4.1 รูปทดสอบการเชื่อมต่อ โดยการ ping	40
รูปที่ 4.2 หลอดไส้สีแดงและสีเขียวที่ใช้ทดสอบ	40
รูปที่ 4.3 หน้าต่างเว็บเพจสำหรับ login	41
รูปที่ 4.4 หน้าต่างควบคุมการเปิด-ปิด ไฟฟ้า	42
รูปที่ 4.5 LED ติดเมื่อมีการสั่งเปิดอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าถูกเปิดขึ้น	42
รูปที่ 4.6 LED ดับเมื่อมีการสั่งปิดอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าถูกปิด	43
รูปที่ 4.7 หน้าต่างควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบตั้งเวลา	43
รูปที่ 4.8 หน้าต่างยกเลิกการตั้งเวลาอุปกรณ์ไฟฟ้า	44
รูปที่ 4.9 หน้าต่างตั้งและเปลี่ยนชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้า	44
รูปที่ 4.10 หน้าต่างเปลี่ยนค่าทาง Network	45
รูปที่ ข.1 การตั้งค่าเริ่มต้น	51
รูปที่ ข.2 การตั้งค่าเริ่มต้น (ต่อ)	51
รูปที่ ข.3 การตั้งค่าเริ่มต้น (ต่อ)	52
รูปที่ ข.4 การตั้งค่าเริ่มต้น (ต่อ)	52
รูปที่ ข.5 การตั้งค่าเริ่มต้น (ต่อ)	53
รูปที่ ข.6 การตั้งค่าเริ่มต้น (ต่อ)	53
รูปที่ ข.7 การตั้งค่าเริ่มต้น (ต่อ)	54
รูปที่ ข.8 การสั่งงานผ่านเว็บ	54
รูปที่ ข.9 การสั่งงานผ่านเว็บ (ต่อ)	55
รูปที่ ข.10 การสั่งงานผ่านเว็บ (ต่อ)	55
รูปที่ ข.11 การสั่งงานผ่านเว็บ (ต่อ)	56

## สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ ข.12 การส่งงานผ่านเว็บ (ต่อ)	56
รูปที่ ข.13 การส่งงานผ่านเว็บ (ต่อ)	57
รูปที่ ข.14 การส่งงานผ่านเว็บ (ต่อ)	57
รูปที่ ค.1 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม	59
รูปที่ ค.2 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	59
รูปที่ ค.3 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	60
รูปที่ ค.4 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	60
รูปที่ ค.5 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	61
รูปที่ ค.6 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	61
รูปที่ ค.7 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	62
รูปที่ ค.8 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	62
รูปที่ ค.9 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	63
รูปที่ ค.10 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	63
รูปที่ ค.11 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	64
รูปที่ ค.12 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	64
รูปที่ ค.13 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	64
รูปที่ ค.14 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	65
รูปที่ ค.15 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	65
รูปที่ ค.16 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	66
รูปที่ ค.17 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	66
รูปที่ ค.18 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	67
รูปที่ ค.19 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	67
รูปที่ ค.20 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	67
รูปที่ ค.21 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	68
รูปที่ ค.22 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	68
รูปที่ ค.23 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	69
รูปที่ ค.24 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	69
รูปที่ ค.25 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ ค.26 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)	70
รูปที่ ค.27 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)	70
รูปที่ ค.28 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)	71
รูปที่ ค.29 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)	71
รูปที่ ค.30 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)	72
รูปที่ ค.31 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)	72
รูปที่ ค.32 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)	73
รูปที่ ค.33 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)	73
รูปที่ ค.34 ขั้นตอนการทำเว็บ	74
รูปที่ ค.35 ขั้นตอนการทำเว็บ (ต่อ)	74
รูปที่ ค.36 ขั้นตอนการทำเว็บ (ต่อ)	74
รูปที่ ค.37 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม	75
รูปที่ ค.38 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)	75
รูปที่ ค.39 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)	75
รูปที่ ค.40 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)	76
รูปที่ ค.41 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)	76
รูปที่ ค.42 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)	76
รูปที่ ค.43 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)	77
รูปที่ ค.44 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)	77
รูปที่ ค.45 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)	77
รูปที่ ค.46 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)	77
รูปที่ ค.47 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)	78
รูปที่ ค.48 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)	78
รูปที่ ค.49 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)	79
รูปที่ ค.50 การตรวจสอบ checksum ของ .hex	79
รูปที่ ค.51 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	80
รูปที่ ค.52 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	80
รูปที่ ค.53 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ ค.54 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	81
รูปที่ ค.55 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	82
รูปที่ ค.56 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	82
รูปที่ ค.57 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	83
รูปที่ ค.58 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	83
รูปที่ ค.59 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	84
รูปที่ ค.60 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	84
รูปที่ ค.61 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	85
รูปที่ ค.62 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	85
รูปที่ ค.63 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	85
รูปที่ ค.64 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	86
รูปที่ ค.65 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)	86
รูปที่ ค.66 ลักษณะการต่ออุปกรณ์	87
รูปที่ ง.1 ลายวงจรควบคุมด้านล่าง	89
รูปที่ ง.2 ลายวงจรควบคุมด้านบน	89
รูปที่ ง.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุม	90
รูปที่ ง.4 ลายวงจรทำงาน	90
รูปที่ ง.5 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรทำงาน	91
รูปที่ ง.6 ลายวงจรแหล่งจ่ายไฟ	92
รูปที่ ง.7 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ	92

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ	3
ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบระหว่าง TCP/IP และ OSI Model	7
ตารางที่ 2.2 Flag ของ TCP Header	13
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติพิเศษที่ประหยัดพลังงานที่ใช้ในการทำงานของ PIC18F4620	15
ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติของแหล่งกำเนิดสัญญาณพิก้าที่ใช้ใน PIC18F4620	16
ตารางที่ 2.5 หน้าที่อื่นๆของสัญญาณพิก้าภายในของ PIC18F4620	17
ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติพิเศษอื่นๆของ PIC18F4620	17
ตารางที่ 2.7 ข้อเปรียบเทียบระหว่าง Client กับ Server	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 แนวความคิดและที่มาของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันบ้านแต่ละบ้านประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายประเภท แต่การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน มีข้อจำกัดเฉพาะภายในบ้านเท่านั้นหรือเครื่องใช้ที่มีรีโมทก็จะจำกัดเฉพาะที่สัญญาณรีโมทไปถึงเท่านั้น แต่ในบางครั้งเราอาจจำเป็นต้องการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ไม่มีอยู่บ้าน เช่น ต้องการปิดไฟที่บ้านขณะที่อยู่ที่ทำงาน เพื่อใช้ในการป้องกันขโมย หรือลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่บ้านขณะที่กำลังจะออกไปทำงาน ถ้าจะกลับมาปิดไฟก็จะทำให้เสียเวลาและพลังงาน อีกทั้งถ้าใช้เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบที่มีคอมพิวเตอร์เป็นเซิร์ฟเวอร์ก็จะต้องเปิดคอมพิวเตอร์ทิ้งไว้ทั้งวัน ก็จะทำให้เปลืองไฟและอาจมีอันตรายที่เกิดจากความร้อนของคอมพิวเตอร์ที่เปิดเป็นเวลานาน

จากข้อจำกัดดังกล่าว จึงมีแนวคิดที่จะแก้ปัญหาและเป็นที่มาของโครงการนี้ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม และอาศัยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในการแก้ปัญหาการควบคุมจากระยะไกล ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า รวมทั้งสามารถควบคุมผู้ที่ใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ได้อีกด้วย

### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่ออำนวยความสะดวก ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 8 ช่อง ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้โดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเซิร์ฟเวอร์

2. เพื่อให้สามารถควบคุมผู้ที่สามารถใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ ยืนยัน โดยการใส่รหัสผ่าน

3. เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4620 และการเขียนโปรแกรม

ภาษา C

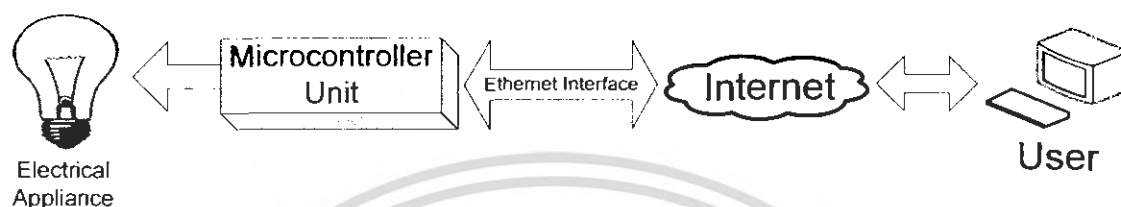
### 1.3 ขอบเขตของปริญญาพันธ

1. สามารถควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการสั่งงานผ่านโปรแกรม ที่มีการเชื่อมต่อสื่อสารทางอินเทอร์เน็ต เป็นจำนวน 8 ช่องสัญญาณ รวมทั้งการยืนยันผู้ใช้งานด้วยรหัสผ่าน

2. สามารถแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริง โดยผ่านการสื่อสารทางอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 สถาปัตยกรรมของระบบ



รูปที่ 1.1 สถาปัตยกรรมของระบบ

การควบคุมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะเริ่มทำงานจากการที่ผู้ใช้เปิดเว็บเพจผ่านอินเทอร์เน็ต ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลของเว็บเพจไปให้ผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้ส่งคำสั่งมาแล้ว ข้อมูลจะผ่านอินเทอร์เน็ตมาประมวลผลในไมโครคอนโทรลเลอร์ตามการทำงานที่ได้กำหนดไว้ผ่านทาง การเชื่อมต่อแบบอีเทอร์เน็ต(Ethernet Interface) หลังจากนั้น

## 1.5 ขั้นตอนการทำปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการทำปริญญานิพนธ์
2. ศึกษาฮาร์ดแวร์ในส่วนวงจรควบคุม(เว้นส่วนการเชื่อมต่อแบบอีเทอร์เน็ต) และวงจรทำงาน และโปรแกรมในส่วนโปรแกรมควบคุมการทำงาน
3. เขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ภาษา C ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่งสัญญาณเป็นจังหวะๆ ไปยังชุดทำงาน
4. ทำการทดสอบวงจรที่และ โปรแกรมควบคุมที่เขียนขึ้น โดยใช้โปรแกรม Proteus ในการจำลองการทำงาน
5. ประกอบวงจรลงบนบอร์ดลายวงจรเอนกประสงค์เพื่อทำการทดลอง
6. ทำเอกสารปริญญานิพนธ์ส่วนของโครงงาน 1
7. เขียนโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน
8. เพิ่มการเชื่อมต่อแบบอีเทอร์เน็ต ในวงจรควบคุม
9. ทดสอบการทำงานของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โดยต้องสามารถควบคุมผ่านการเชื่อมต่อแบบอีเทอร์เน็ตได้
10. ออกแบบและทำแผ่นลายวงจรที่ผ่านการทดสอบทั้งหมดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ทดสอบและแก้ไขจุดบกพร่องของ โครงการงานที่อาจเกิดขึ้น
12. ทำเอกสารปฏิญญานิพนธ์

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการทำปฏิญญานิพนธ์

ขั้นตอนที่	วิธีการทำปฏิญญานิพนธ์	ระยะเวลาการดำเนินงาน							
		มิ.ย. 50	ก.ค. 50	ส.ค. 50	ก.ย. 50	ต.ค. 50	พ.ย. 50	ธ.ค. 50	ม.ค. 51
1	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทำปฏิญญานิพนธ์	←→							
2	ศึกษาฮาร์ดแวร์ในส่วนวงจรควบคุมและวงจรทำงาน และซอฟต์แวร์ในส่วนโปรแกรมควบคุมการทำงาน		←→						
3	เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยใช้ภาษา C		←→						
4	จำลองการทำงานของวงจรและโปรแกรม		←→						
5	ทดลองวงจรที่ศึกษาไว้ บนบอร์ดคลายวงจร เอนกประสงค์			←→					
6	ทำเอกสารปฏิญญานิพนธ์ส่วนของโครงการ 1			←→					
7	เขียนโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน					←→			
8	เพิ่มการเชื่อมต่อแบบอินเทอร์เน็ต					←→			
9	ทดสอบการทำงานของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โดยต้องสามารถควบคุมผ่านการเชื่อมต่อแบบอินเทอร์เน็ตได้						←→		
10	ออกแบบและทำแผ่นลายวงจรที่ผ่านการทดสอบทั้งหมดแล้ว							←→	
11	ทดสอบและแก้ไขจุดบกพร่องของ โครงการงานที่อาจเกิดขึ้น							←→	
12	ทำเอกสารปฏิญญานิพนธ์							←→	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ชนิดของวงจรสื่อสารข้อมูล

ในการสื่อสารทุกประเภท จะต้องมีวงจรที่เชื่อมโยงระหว่างต้นทางและปลายทาง ซึ่งสามารถแบ่งวงจรสื่อสารได้ตามความสามารถในการติดต่อสื่อสารได้ดังต่อไปนี้

##### 2.1.1 การสื่อสารแบบทางเดียว(Simplex)

เป็นการสื่อสารที่มีเพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้นที่สามารถส่งข้อมูลได้ โดยที่อีกด้านหนึ่งจะต้องรับข้อมูลเท่านั้น ไม่สามารถส่งข้อมูลกลับไปยังฝ่ายตรงข้ามโดยใช้วงจรที่กำลังถูกใช้งานอยู่นั้นได้ เช่น การส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องพิมพ์

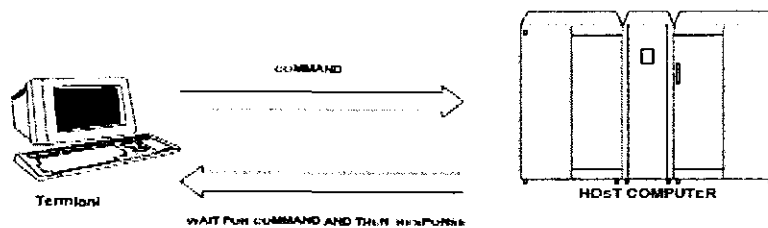


รูปที่ 2.1 การสื่อสารแบบทางเดียว(Simplex)

##### 2.1.2 การสื่อสารแบบสองทาง(Duplex)

- การสื่อสารแบบกึ่งสองทาง(Half-Duplex)

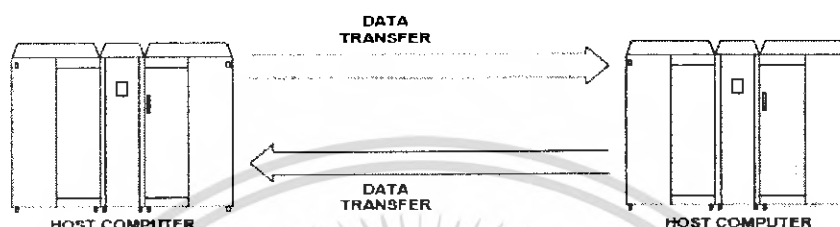
การสื่อสารวิธีนี้ แต่ละฝ่ายจะต้องผลัดกันรับและส่ง ด้านใดด้านหนึ่งจะทำการส่งและรับในเวลาเดียวกันไม่ได้ ซึ่งคล้ายกับการใช้ทางเบี่ยงในกรณีที่มีการซ่อมสะพาน เช่น การสื่อสารแบบ TELEX



รูปที่ 2.2 การสื่อสารแบบกึ่งสองทาง(Half-Duplex)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การสื่อสารแบบสองทางสมบูรณ์(Full-Duplex)  
เป็นการติดต่อสื่อสารสองทาง ที่สามารถส่งและรับสวนทางกันได้ตลอดเวลา ระบบนี้  
เหมาะสำหรับการสื่อสารที่ต้องมีการถ่ายโอนข้อมูลพร้อมๆ กันตลอดเวลา



รูปที่ 2.3 การสื่อสารแบบสองทางสมบูรณ์(Full-Duplex)

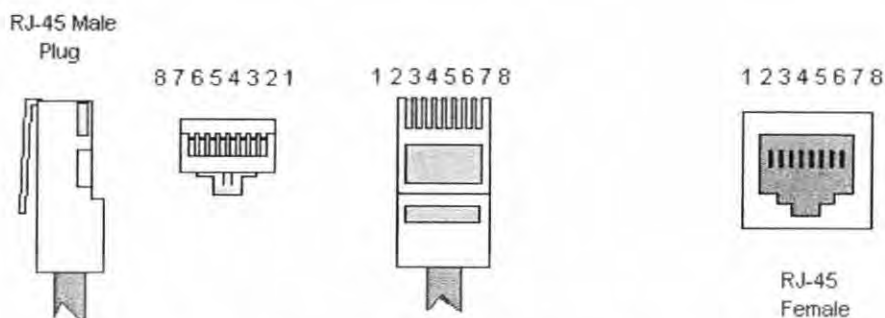
## 2.2 การเชื่อมต่อแบบอีเทอร์เน็ต(Ethernet Interface)

อีเทอร์เน็ตตั้งอยู่บนมาตรฐานการส่งข้อมูล หรือ โพรโตคอล(Protocol) CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) เป็นโพรโตคอลใช้สำหรับการเข้าใช้สื่อกลางในการส่งสัญญาณที่แบ่งกันระหว่างโหนดต่างๆ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

เมื่ออุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบ หรือ โหนด(Node) ใดๆ ต้องการที่จะส่งข้อมูล จะต้องทำการตรวจสอบสื่อกลาง(Carrier Sense) ก่อนว่ามีโหนดอื่นๆ กำลังส่งข้อมูลอยู่หรือไม่ ถ้ามีให้รอจนกว่าโหนดนั้นส่งข้อมูลเสร็จก่อน แล้วค่อยเริ่มส่งข้อมูล และในขณะที่กำลังส่งข้อมูลอยู่นั้น ต้องตรวจสอบว่ามีการชนกันของข้อมูลเกิดขึ้นหรือไม่(Collision Detection) ถ้ามีการชนกันของข้อมูลเกิดขึ้น ให้หยุดทำการส่งข้อมูลทันที แล้วค่อยเริ่มกระบวนการส่งข้อมูลใหม่อีกครั้ง

เนื่องจากอีเทอร์เน็ต จะใช้สื่อกลางร่วมกัน หรือ บัส(Bus) ฉะนั้นจึงมีโหนดที่ส่งข้อมูลได้แค่โหนดเดียวในขณะที่ขณะหนึ่ง การชนกันของข้อมูลเกิดขึ้นเนื่องจากมีมากกว่าหนึ่งโหนดที่ทำการส่งข้อมูลไปบนสื่อกลางในเวลาเดียวกัน ผลที่ได้คือ ข้อมูลจะกลายเป็นขยะ หรืออ่านไม่ได้ทันที เมื่อมีจำนวน โหนดเพิ่มมากขึ้น ความน่าจะเป็นที่ข้อมูลชนกันก็เพิ่มขึ้นตามลำดับ

ตามมาตรฐานแล้ว อีเทอร์เน็ตจะมีอัตราการส่งข้อมูล หรือ Bandwidth ที่ 10 Mbps ในขณะที่อีเทอร์เน็ตความเร็วสูง(Fast Ethernet) มีอัตราการส่งข้อมูลที่สูงกว่า 10 เท่า หรือ 100 Mbps ส่วนกิกกะบิตอีเทอร์เน็ต(Gigabit Ethernet) มีอัตราการส่งข้อมูลสูงสุด 1000 Mbps หรือ 1 Gbps



รูปที่ 2.4 หัวต่อแบบ RJ-45 ที่ใช้ในมาตรฐาน IEEE 802.3

10 Base-T เป็นมาตรฐาน IEEE 802.3 โดยที่ไม่ได้มีการกำหนดประเภทของสายสัญญาณที่ใช้โดยตรง เพียงแต่กำหนดเทคนิคการรับส่งสัญญาณบนสายสัญญาณ 4 เส้น ที่มีคุณภาพเท่ากับ หรือดีกว่าสาย UTP ประเภท 3 (Unshielded Twisted Pair, Category 3) ซึ่งสายสัญญาณแต่ละเส้นจะตั้งชื่อตามหน้าที่และขั้วไฟฟ้า สายคู่หนึ่งใช้ในการส่งข้อมูล เส้นหนึ่งเป็นขั้วบวก อีกเส้นหนึ่งเป็นขั้วลบ และสายอีกคู่หนึ่งใช้ในการรับสัญญาณ เส้นหนึ่งเป็นขั้วบวก และอีกเส้นหนึ่งเป็นขั้วลบ สาย 4 เส้นมีชื่อเรียกดังนี้

T+ : สายส่ง ขั้วบวก	T- : สายส่ง ขั้วลบ
R+ : สายรับ ขั้วบวก	R- : สายรับ ขั้วลบ

### 2.3 รูปแบบการติดต่อสื่อสารแบบ TCP/IP

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) เป็นรูปแบบ (model) การติดต่อสื่อสารที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจุดประสงค์หลัก 3 ประการ คือ

1. เพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างระบบเครือข่ายที่มีความแตกต่างกัน
2. เพื่อความสะดวกในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเครือข่าย เช่น ในกรณีที่ผู้ส่งและผู้รับยังคงมีการติดต่อกันอยู่ แต่ตัวกลางที่ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยรับ-ส่งเกิดความเสียหาย หรือสายสื่อสารบางส่วนถูกตัดขาด เป็นต้น รูปแบบการสื่อสารนี้จะสามารถจัดหาทางเลือกอื่นเพื่อทำให้การสื่อสารดำเนินต่อไปได้โดยอัตโนมัติ
3. เพื่อความคล่องตัวต่อการสื่อสารข้อมูลได้หลายชนิด ทั้งแบบที่ไม่มีความเร่งด่วน เช่น การจัดส่งแฟ้มข้อมูล และแบบที่ต้องการรับประกันความเร่งด่วนของข้อมูล เช่น การสื่อสารแบบ Real-time และทั้งการสื่อสารแบบเสียง (Voice) และข้อมูล (Data)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการติดต่อสื่อสารนี้จะมีการจัดรูปแบบที่แตกต่างจากแบบ OSI(Open System Interconnect) เล็กน้อย โดยมีข้อแตกต่าง ดังนี้

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบระหว่าง TCP/IP และ OSI Model

OSI Reference Model		TCP/IP	
7	Application	Application	FTP, Telnet, HTTP, SMTP, SNMP,
6	Presentation		DNS, etc.
5	Session	Transport	TCP
4	Transport		
3	Network	Internet	ICMP,IGMP
			IP
2	Data Link	Host-to-Network	Not Specified
1	Physical		

เนื่องจากขั้นตอนการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งที่ค่อนข้างซับซ้อน ดังนั้นเพื่อเป็นการแยกการทำงานของโปรแกรม(Software) ที่ติดต่อกับผู้ใช้ออกจากฮาร์ดแวร์(Hardware) ที่ใช้รับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย จึงแบ่งออกเป็นชั้น(Layer) ย่อยๆ 4 ชั้นด้วยกัน ได้แก่

### 2.3.1 ชั้นโฮสต์-เครือข่าย(Host-to-Network Layer)

โพรโตคอลสำหรับการควบคุมการสื่อสารในชั้นนี้ เป็นสิ่งที่ไม่มีการกำหนดรายละเอียดอย่างเป็นทางการ หน้าที่หลักคือการรับข้อมูลจากชั้นอินเทอร์เน็ต(Internet) มาแล้วส่งไปยังโหนดปลายทาง ทางผู้รับจะทำงานในทางกลับกัน คือ รับข้อมูลจากสายสื่อสารแล้วนำส่งให้กับโปรแกรมในชั้นสื่อสาร

### 2.3.2 ชั้นอินเทอร์เน็ต(The Internet Layer)

ใช้ประเภทของระบบการสื่อสารที่เรียกว่า ระบบเครือข่ายแบบสลับช่องสื่อสารระดับ packet (packet-switching network)

โพรโตคอลที่นิยมในชั้นอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2.1 IP(Internet Protocol)

IP เป็น โพรโตคอลในชั้นอินเทอร์เน็ต ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับที่อยู่ต้นทางและปลายทางของข้อมูลและควบคุมการส่งข้อมูลบางอย่างที่ใช้ในการหาเส้นทางของ packet ทั่วโลกในการเชื่อมต่อของ IP เพื่อทำการส่งข้อมูล จะเป็นแบบ connectionless หรือเกิดเส้นทางเชื่อมต่อในทุกๆครั้งของการส่งข้อมูล 1 packet โดยจะไม่ทราบถึงข้อมูลที่ส่งก่อนหน้าหรือตามมา

หลักการทำงานคือ การปล่อยให้ข้อมูลขนาดเล็กที่เรียกว่า packet สามารถเดินทางจากผู้ส่งไปตามโหนดต่างๆ จนถึงจุดหมายปลายทางได้โดยอิสระ หากมีการส่ง packet ออกมาเป็นชุดโดยมีจุดหมายปลายทางเดียวกันในระหว่างการเดินทางในเครือข่าย packet แต่ละตัวในชุดนี้จะเดินทางอย่างอิสระ โดยจะไม่ทราบถึงข้อมูล packet ที่ส่งก่อนหน้าหรือส่งตามมา แต่ละ packet จึงอาจเดินทางด้วยเส้นทางที่แตกต่างกัน ดังนั้น packet ที่ส่งไปถึงปลายทางอาจจะไม่เป็นไปตามลำดับก็ได้ การส่งข้อมูลใน 1 packet อาจจะมีการส่งได้หลายครั้งในกรณีที่มีการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ(Fragmentation) และจะถูกนำไปรวมกันเป็นคาต้าแกรมเดิมเมื่อถึงปลายทาง

การหาเส้นทางของ IP จะมีความสามารถในการหาเส้นทางที่ดีที่สุด และสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางได้ในระหว่างการส่งข้อมูล รวมทั้งมีระบบการแยกและประกอบคาต้าแกรมเพื่อรองรับการส่งข้อมูลระดับ data link ที่มีขนาดสูงสุดของข้อมูลที่ส่งได้(Maximum Transmission Unit: MTU) ที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถนำ IP ไปใช้บนโปรโตคอลอื่นได้หลากหลาย เช่น Ethernet, Token Ring หรือ Apple Talk

4-bit Version	Header Length	8-bit Type of Service	16-bit Total Length in Byte	
16-bit Identification			3-bit Flag	16-bit Fragment Checksum
8-bit Time to Live (TTL)		8-bit Protocol	16-bit Header Checksum	
32-bit Source IP Address				
32-bit Destination IP Address				

รูปที่ 2.5 IP Header

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IP header โดยปกติจะมีขนาด 20 ไบต์ ยกเว้นในกรณีที่มีการเพิ่ม option บางอย่าง IP header มีรายละเอียดดังนี้

**Version:** หมายเลขเวอร์ชันของโปรโตคอล ที่ใช้งานในปัจจุบันคือ เวอร์ชัน 4 (IPv4) และเวอร์ชัน 6 (IPv6)

**Header Length:** ความยาวของส่วนหัว โดยทั่วไปถ้าไม่มีส่วน option จะมีค่าเป็น  $5 \times 32$  บิต

**Type of Service (TOS):** ใช้เป็นข้อมูลสำหรับเราเตอร์ในการตัดสินใจเลือกการเส้นทางข้อมูลในแต่ละดาต้าแกรม แต่ในปัจจุบันไม่ได้มีการนำไปใช้งานแล้ว

**Length:** ความยาวทั้งหมดเป็นจำนวนไบต์ของดาต้าแกรม ด้วยขนาด 16 บิตของฟิลด์ จะหมายถึงความยาวสูงสุดของดาต้าแกรม คือ 65535 ไบต์ แต่ในการส่งข้อมูลจริง ข้อมูลจะถูกแยกเป็นส่วนๆตามขนาดของ MTU ที่กำหนดในลิงค์ชั้น และนำมารวมกันอีกครั้งเมื่อส่งถึงปลายทาง แอปพลิเคชันส่วนใหญ่จะมีขนาดของดาต้าแกรมไม่เกิน 512 ไบต์

**Identification:** เป็นหมายเลขของดาต้าแกรมในกรณีที่มีการแยกดาต้าแกรมเมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางจะนำข้อมูลที่มี identification เดียวกันมารวมกัน

**Flag:** ใช้ในกรณีที่มีการแยกดาต้าแกรม

**Fragment offset:** ใช้ในการกำหนดตำแหน่งข้อมูลในดาต้าแกรมที่มีการแยกส่วน เพื่อให้สามารถนำกลับมาเรียงต่อกันได้อย่างถูกต้อง

**Time to live(TTL):** กำหนดจำนวนครั้งที่มากที่สุดที่ดาต้าแกรมจะถูกส่งระหว่าง hop (การส่งผ่านข้อมูลระหว่างเน็ตเวิร์ก) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการส่งข้อมูลโดยไม่สิ้นสุด โดยเมื่อข้อมูลถูกส่งไป 1 hop จะทำการลดค่า TTL ลง 1 เมื่อค่าของ TTL เป็น 0 และข้อมูลยังไม่ถึงปลายทาง ข้อมูลนั้นจะถูกยกเลิก และเราเตอร์สุดท้ายจะส่งข้อมูล ICMP แจ้งกลับมายังต้นทางว่าเกิด time out ในระหว่างการส่งข้อมูล

**Protocol:** ระบุโปรโตคอลที่ส่งในดาต้าแกรม เช่น TCP UDP หรือ ICMP

**Header checksum:** ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในส่วนหัว

**Source IP address:** ที่อยู่ IP ของผู้ส่งข้อมูล

**Destination IP address:** ที่อยู่ IP ของผู้รับข้อมูล

**Data:** ข้อมูลจากโปรโตคอลระดับบน

#### 2.3.2.2 ICMP(Internet Control Message Protocol)

ICMP เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการตรวจสอบและรายงานสถานภาพของดาต้าแกรมในกรณีที่เกิดปัญหากับดาต้าแกรม เช่น เราเตอร์ไม่สามารถส่งดาต้าแกรมไปถึงปลายทางได้ ICMP เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งในเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลระบบใช้เอกสารนี้ในการแก้ไขปัญหาการดำเนินงานที่ส่งผลกระทบต่อระบบเครือข่ายของตน ไม่ควรแก้ไขเอกสารนี้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ดูแลระบบ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะถูกส่งออกไปยังโฮสต์ต้นทางเพื่อรายงานข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม ไม่มีใครรับประกันได้ว่า ICMP Message ที่ส่งไปจะถึงผู้รับจริงหรือไม่ หากมีการส่งดาต้าแกรมออกไปแล้วไม่มี ICMP Message ฟ็อง Error กลับมาก็แปลความหมายได้สองกรณีคือ ข้อมูลถูกส่งไปถึงปลายทางอย่างเรียบร้อย หรืออาจจะมีปัญหา ในการสื่อสารทั้งการส่งดาต้าแกรม และ ICMP Message ที่ส่งกลับมาก็มีปัญหา ระหว่างทางก็ได้ ICMP จึงเป็น โพรโตคอลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ(unreliable) ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของ โพรโตคอลในระดับสูงกว่า Network Layer ในการจัดการให้การสื่อสารนั้นๆ มีความน่าเชื่อถือ

ในส่วนของ ICMP Message จะประกอบด้วย Type ขนาด 8 บิต, Checksum ขนาด 16 บิต และส่วนของ Content ซึ่งจะมีขนาดแตกต่างกันไปตาม Type และ Code ดังรูปที่ 2.6

8-bit Type	8-bit Code	16-bit Checksum
ICMP Content		

รูปที่ 2.6 ICMP Header

### 2.3.3 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล(Transport Layer)

แบ่งเป็น โพรโตคอล 2 ชนิดตามลักษณะ คือ

#### 2.3.3.1 UDP(User Datagram Protocol)

เป็น โพรโตคอลการนำส่งข้อมูลที่อยู่ใน Transport Layer เมื่อเทียบกับรูปแบบ OSI การส่งข้อมูลของ UDP นั้นจะเป็นการส่งครั้งละ 1 ชุดข้อมูล เรียกว่า UDP ดาต้าแกรม เป็นการติดต่อแบบไม่เชื่อมต่อก่อนการส่ง(connectionless)

กลไกการตรวจสอบโดย checksum ของ UDP นั้นเพื่อเป็นการป้องกันข้อมูลที่อาจจะถูกแก้ไข หรือมีความผิดพลาดระหว่างการส่ง และหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ปลายทางจะรู้ว่ามีการผิดพลาดเกิดขึ้น แต่มันจะเป็นการตรวจสอบเพียงฝ่ายเดียวเท่านั้น(ในข้อกำหนดของ UDP หากพบว่า Checksum Error ก็ให้ผู้รับปลายทางทำการทิ้งข้อมูลนั้น) แต่จะไม่มีใครแจ้งกลับไปยังผู้ส่งแต่อย่างใด การรับส่งข้อมูลแต่ละครั้งหากเกิดข้อผิดพลาดในระดับ IP เช่น ส่งไม่ถึง หมดเวลา ผู้ส่งจะได้รับ Error Message จากระดับ IP เป็น ICMP Error Message แต่เมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางถูกต้อง แต่เกิดข้อผิดพลาดในส่วนของ UDP เอง จะไม่มีการยืนยัน หรือแจ้งให้ผู้ส่งทราบแต่อย่างใด จึงถือได้ว่าไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการนี้มีข้อดีในด้านความเร็วในการส่งข้อมูล จึงนิยมใช้ในระบบผู้ให้และผู้รับบริการ (client/server system) มีการสื่อสารแบบ ถาม/ตอบ (request/reply) นอกจากนั้นยังใช้ในการส่งข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหวหรือการส่งเสียงทางอินเทอร์เน็ต

Source Port (16 bits)	Destination Port (16 bits)
Length (16 bits)	Checksum (16 bits)
Data	

รูปที่ 2.7 UDP Header

UDP header มีรายละเอียด ดังนี้

**Source Port Number:** หมายเลขพอร์ตต้นทางที่ส่งดาต้าแกรมนี้

**Destination Port Number:** หมายเลขพอร์ตปลายทางที่จะเป็นผู้รับดาต้าแกรม

**UDP Length :** ความยาวของดาต้าแกรม ทั้งส่วน Header และ Data นั้นหมายความว่า ค่าที่น้อยที่สุดในฟิลด์นี้คือ 8 ซึ่งเป็นขนาดของ Header

**Checksum:** เป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของ UDP ดาต้าแกรม และจะนำข้อมูลบางส่วนใน IP Header มาคำนวณด้วย

### 2.3.3.2 TCP(Transmission Control Protocol)

อยู่ใน Transport Layer เช่นเดียวกับ UDP เป็นแบบต้องเชื่อมต่อกันตลอดระยะเวลาการสื่อสาร(connection-oriented) ทำหน้าที่จัดการและควบคุมการรับส่งข้อมูล มีความสามารถและรายละเอียดมากกว่า UDP โดยดาต้าแกรมของ TCP จะมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และมีกลไกควบคุมการรับส่งข้อมูลให้มีความถูกต้อง (reliable) และมีการสื่อสารอย่างเป็นทางการ ซึ่งยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นแบบ Byte stream ที่ไว้ใจได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด ข้อมูลที่มีปริมาณมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่า message โดยจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของอินเทอร์เน็ต ทางฝ่ายผู้รับจะนำ message มาเรียงต่อกันตามลำดับเป็นข้อมูลตัวเดิม TCP ยังมีความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูลเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่งส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงาน ได้ทันอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16-bits Source Port Number				16-bits Source Destination Port				
32-bit Sequence Number								
32-bit Acknowledge Number								
Header Length	6-bit Reserved	URG	ACK	PUSH	RESET	SYN	FIN	16-bit Windows Size
16-bit TCP Checksum				16-bit Urgent Pointer				
TCP Option								
Data								

รูปที่ 2.8 TCP Header

TCP header มีรายละเอียด ดังนี้

**Source Port Number:** หมายเลขพอร์ตต้นทางที่ส่งดาต้าแกรมนี้

**Destination Port Number:** หมายเลขพอร์ตปลายทางที่จะเป็นผู้รับดาต้าแกรม

**Sequence Number:** ฟิวด์ที่ระบุหมายเลขลำดับอ้างอิงในการสื่อสารข้อมูลแต่ละครั้ง เพื่อใช้ในการแยกแยะว่าเป็นข้อมูลของชุดใด และนำมาจัดลำดับได้ถูกต้อง

**Acknowledgment Number:** ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ Sequence Number แต่จะใช้ในการตอบรับ

**Header Length:** โดยปกติความยาวของส่วนหัว TCP จะมีความยาว 20 ไบต์ แต่อาจจะมากกว่านั้น ถ้ามีข้อมูลในฟิวด์ option แต่ต้องไม่เกิน 60 ไบต์

**Flag:** เป็นข้อมูลระดับบิตที่อยู่ในส่วนหัว TCP โดยใช้เป็นคิ้วบอกคุณสมบัติของ packet TCP ขณะนั้นๆ และใช้เป็นตัวควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูลด้วย Flag มีอยู่ทั้งหมด 6 บิต แบ่งได้ดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 Flag ของ TCP Header

ชนิด	คำอธิบาย
URG	เป็นข้อมูลด่วนหรือข้อมูลพิเศษ
ACK	ยืนยันการรับข้อมูล
DSH	ควรข้อมูลส่วนนี้ไปให้โปรแกรมที่ต้องการใช้งานโดยเร็ว
RST	เริ่มต้นการติดต่อกันใหม่ ใช้เมื่อเกิดปัญหาการติดต่อ
SYN	เริ่มต้นการติดต่อกับปลายทาง
FIN	สิ้นสุดหรือยุติการติดต่อ

Flag ใน TCP header มีความสำคัญในการกำหนดการทำงานของ TCP segment เนื่องจากข้อมูลใน TCP header จะมีข้อมูลครบถ้วนทั้งการรับและการส่งข้อมูล ในการทำงานแต่ละอย่างจะมีการใช้งานฟิลด์ไม่เหมือนกัน flag จะเป็นตัวกำหนดว่าให้ใช้งานฟิลด์ไหน เช่น ฟิลด์ Acknowledgment number จะไม่ถูกใช้ในขั้นตอนการเริ่มต้นการเชื่อมต่อ แต่จะมีข้อมูลในฟิลด์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่มีความหมายใดๆ ถ้าไม่มี flag เป็นตัวกำหนดก็อาจจะมีก็นำข้อมูลมาใช้ และก่อให้เกิดความผิดพลาดได้

#### 2.3.4 ชั้นสื่อสารการประยุกต์(Application Layer)

มีโปรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือน(Virtual Terminal) เรียกว่า TELNET (โปรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือนช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องโฮสต์ที่อยู่ไกลออกไปโดยผ่านอินเทอร์เน็ต และสามารถทำงานได้เสมือนกับว่ากำลังนั่งทำงานอยู่ที่เครื่องโฮสต์นั้น)

โปรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูล เรียกว่า FTP(โปรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูลช่วยในการคัดลอกแฟ้มข้อมูลมาจากเครื่องอื่นที่อยู่ในระบบเครือข่ายหรือส่งสำเนาแฟ้มข้อมูลไปยังเครื่องใดๆก็ได้)

โปรโตคอลสำหรับการให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เรียกว่า SMTP(โปรโตคอลสำหรับให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ช่วยในการจัดส่งข้อความไปยังผู้ใช้ในระบบ หรือรับข้อความที่มีผู้ส่งเข้ามา)

#### 2.3.5 ความแตกต่างระหว่างดาต้าแกรมและ packet

การเรียกข้อมูลส่วนย่อยๆนั้นว่าเป็น ดาต้าแกรมหรือ packet นั้น ขึ้นอยู่กับความน่าเชื่อถือที่จะส่งข้อมูลส่วนนั้นได้สำเร็จหรือไม่ โดยให้ดูที่ความน่าเชื่อถือของโปรโตคอลที่ใช้ ข้อมูลส่วนนั้นเป็นหลัก

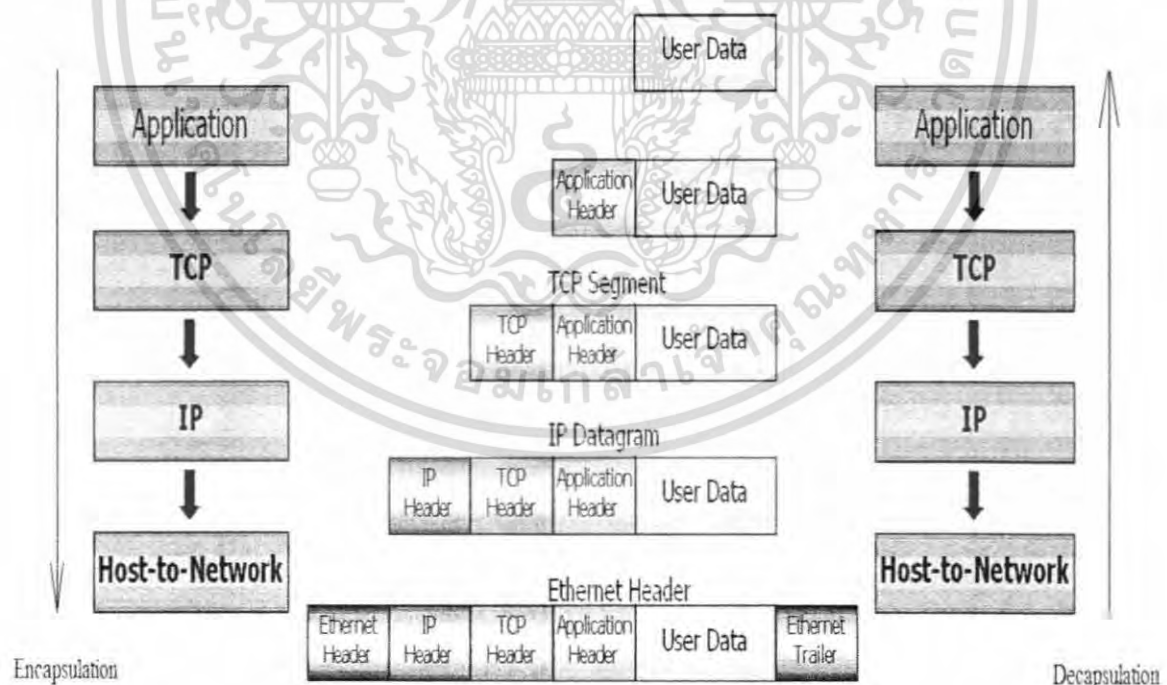
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

packet คือ ส่วนของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ  
 ค้าแกรม คือ ส่วนของข้อมูลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ

ตัวอย่างเช่น เราเรียกส่วนของ IP TCP และ UDP ว่าเป็น packet IP เป็นโปรโตคอลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ แต่ TCP นำ IP ไปใช้ในการให้บริการที่มีความน่าเชื่อถือ ขณะที่ UDP นำ IP ไปใช้ในการให้บริการที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ ดังนั้น จึงเรียก packet ของ IP ในบริการ TCP ว่าเป็น packet ส่วน packet ของ IP ในบริการ UDP ว่าเป็น ค้าแกรม

### 2.3.6 Encapsulation/Decapsulation

การส่งข้อมูลผ่านในแต่ละชั้น แต่ละชั้นจะทำการประกอบข้อมูลที่รับมา กับข้อมูลส่วนควบคุม จะถูกนำมาไว้ใน header ภายในจะบรรจุข้อมูลที่สำคัญของโปรโตคอลที่ใช้ในการ Encapsulation เมื่อผู้รับได้รับข้อมูล ก็จะเกิดกระบวนการทำงานย้อนกลับคือ โปรโตคอลเดียวกัน ทางฝั่งผู้รับก็จะได้รับ header ข้อมูลก่อน จากนั้นจะนำไปประมวลและผ่านกระบวนการ decapsulation ที่ได้รับ จึงจะได้ข้อมูลที่ผู้ส่งส่งมาให้



รูปที่ 2.9 ขั้นตอนการ Encapsulation และ Decapsulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ผ่านมาการห่อหุ้มข้อมูล ในแต่ละชั้นมีชื่อเรียก ดังนี้

- แอปพลิเคชันได้รับข้อมูลผู้ใช้งาน(User Data) จะนำมาประกอบกับส่วนหัวของแอปพลิเคชัน จะได้ Application Data และส่งต่อไปยังโปรโตคอล TCP เมื่อโปรโตคอล TCP ได้รับ Application Data จะนำมารวมกับส่วนหัวของโปรโตคอล TCP จะได้ TCP Segment และส่งต่อไปยังโปรโตคอล IP

- โปรโตคอล IP เมื่อได้รับ TCP Segment จะนำมารวมกับ Header ของโปรโตคอล IP จะได้ IP

ดาต้าแกรมและส่งต่อไปยังชั้น Host-to-Network Layer

- ในระดับ Host-to-Network จะนำ IP ดาต้าแกรม มาเพิ่มส่วน Error Correction และ Flag จะได้ Ethernet Frame ก่อนจะแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้า และส่งผ่านสายสัญญาณที่เชื่อมต่ออยู่ต่อไป

## 2.4 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4620

PIC18F4620 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีคุณสมบัติที่สำคัญ ดังนี้

### 2.4.1 คุณสมบัติใหม่

#### 2.4.1.1 เทคโนโลยีนาโนวัตต์(nanoWatt)

PIC18F4620 ใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่า ซึ่งเป็นผลจากคุณสมบัติเหล่านี้

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติพิเศษที่ประหยัดพลังงานที่ใช้ในการทำงานของ PIC18F4620

คุณสมบัติ	การช่วยประหยัดพลังงานของคุณสมบัติ
Alternate Run Modes	ใช้สัญญาณนาฬิกา(clock) จากแหล่งที่ 1(Timer1) หรือ แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายใน(internal oscillator) จึงลดการใช้พลังงานระหว่างการทำงานได้กว่า 90%
Multiple Idle Modes	ตัวควบคุมสามารถทำงานได้แม้ในขณะที่หน่วยประมวลผลกลางไม่ได้ใช้งาน ลดการใช้พลังงานลงได้ 4% เมื่อเทียบกับพลังงานที่ต้องใช้ในการทำงานปกติ
On-the-fly Mode switching	ผู้ใช้งานสามารถออกแบบ software เพื่อให้ช่วยประหยัดพลังงานได้
Low Consumption in Key Modules	ลดการใช้พลังงานของแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาแหล่งที่ 1 และ Watchdog Timer ลงให้เหลือน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.1.2 คุณสมบัติและตัวเลือกหลายประเภทของแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ตัวเลือกของแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาของ PIC18F4620 ได้แก่

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติและตัวเลือกของแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ที่มีให้เลือกใช้ใน PIC18F4620

ชนิดของตัวเลือก	จำนวน	ลักษณะของตัวเลือก
Crystal	4	ใช้งานได้กับ crystal หรือ ceramic resonator
External Clock	2	สามารถเลือกได้ว่าจะใช้งานกับ 2 pin (แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกา input และ divide-by-4 clock output) หรือ 1 pin (แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกา input พร้อมกับ pin อื่นที่ 2 ที่สามารถปรับให้เป็น general I/O ได้)
External RC Oscillator	2	พร้อม pin ตัวเลือกเช่นเดียวกับ External Clock modes
แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกา	1	ทำหน้าที่ผลิตสัญญาณนาฬิกาความถี่ 8 MHz และ INTRC source (ประมาณ 31 kHz) พร้อมด้วยสัญญาณนาฬิกาที่ผู้ใช้สามารถเลือกได้ 6 ความถี่ (125 kHz – 4 MHz) รวมสัญญาณนาฬิกาทั้งหมดเป็น 8 ความถี่
Phase Lock Loop (PLL)	1	เป็น frequency multiplier มีทั้งสำหรับ crystal ความถี่สูง และภายใน แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกา mode ที่มีความถี่ได้ถึง 40 MHz เมื่อใช้ใน ภายใน แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกา PLL จะทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกความถี่สัญญาณนาฬิกาตั้งแต่ 31 kHz – 32 MHz ได้ทั้งหมด โดยไม่ต้องอาศัย external crystal หรือ วงจรสัญญาณนาฬิกา

แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายใน นอกจากทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาและยังเป็นแหล่งอ้างอิงให้กับกระบวนการทำงานอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีหน้าที่อื่นๆ อีกดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 หน้าที่อื่นๆของสัญญาณนาฬิกาภายในของ PIC18F4620

หน้าที่อื่นๆของสัญญาณนาฬิกาภายใน	ลักษณะของหน้าที่
Fail-Safe Clock Monitor	ตัวเลือกนี้จะตรวจสอบแหล่งสัญญาณนาฬิกาหลักเทียบกับสัญญาณอ้างอิงภายใน แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกา อยู่ตลอดเวลา ถ้าสัญญาณนาฬิกาเกิดความผิดพลาด ส่วนควบคุมจะเปลี่ยนไปใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายใน เพื่อให้สามารถทำงานต่อไปได้ในการทำงานแบบความเร็วต่ำ หรือ หยุดการทำงานได้อย่างปลอดภัย
Two-Speed Start-up	ช่วยให้แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายใน ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาเมื่อ Power-on Reset หรือ ดันจาก sleep mode จนกว่าแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาหลักจะพร้อมใช้งาน

2.5.2 คุณสมบัติพิเศษอื่นๆ

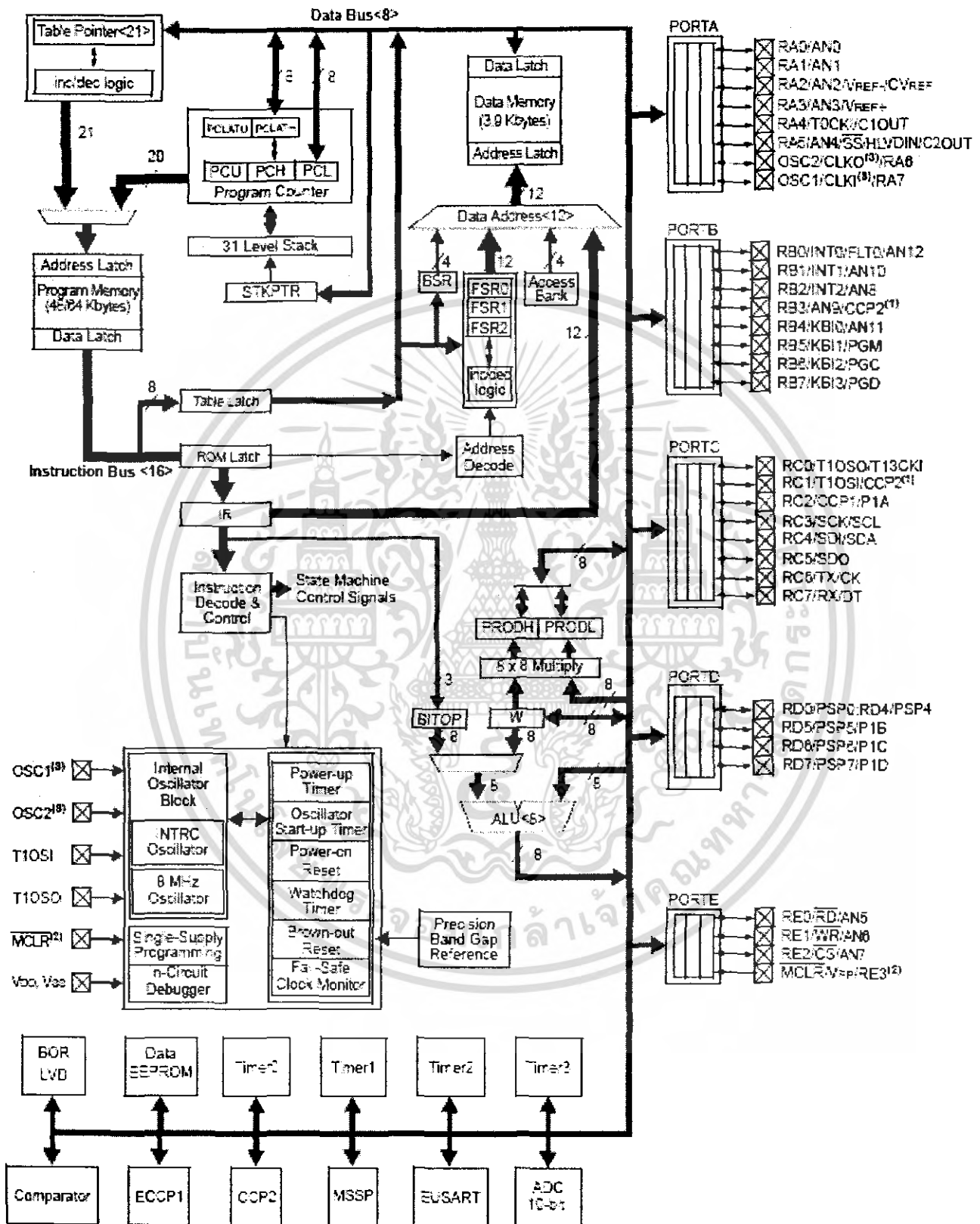
ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติพิเศษอื่นๆของ PIC18F4620

คุณสมบัติ	ลักษณะและของคุณสมบัติ
Memory Endurance	ทำให้ Flash cell ทั้ง program memory และ data EEPROM สามารถเขียน/ลบได้มากกว่า 1000 รอบ ข้อมูลสามารถอยู่ได้มากกว่า 40 ปี
Self-programmability	อุปกรณ์นี้สามารถเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำที่ว่างด้วยการควบคุมของโปรแกรมภายใน จึงสามารถสร้าง application ที่ update ตัวเองได้ตลอดเวลาด้วยการใช้ bootloader routine ที่อยู่ใน protected Boot Block
Enhanced CCP module	ใน PWM mode, module นี้ทำหน้าที่สร้าง output ที่ถูก modulate แล้ว 1 2 และ 4 output เพื่อใช้ในการควบคุม half-bridge และ full-bridge driver คุณสมบัติอื่นๆรวมทั้ง auto-shutdown เพื่อใช้ในการยกเลิก PWM output ของ interrupt และการ auto-restart เพื่อใช้งาน output อีกครั้งเมื่อพร้อมทำงานแล้ว

ตารางที่ 2.6 (ต่อ) คุณสมบัติพิเศษอื่นๆของ PIC18F4620

คุณสมบัติ	ลักษณะและของคุณสมบัติ
Enhanced addressable USART	ใช้ในการทำงานของ RS-232 และสนับสนุนโปรโตคอล LIN bus คุณสมบัติอื่นๆเช่น การตรวจสอบอัตราบอด โดยอัตโนมัติ ตัวสร้าง 16-บิต อัตราบอดเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ ภายใน แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาบล็อก, USART จะช่วยให้การทำงานของแอปพลิเคชันที่มีการติดต่อกับภายนอกมีความเสถียรมากขึ้น แม้ไม่ได้ใช้งาน external crystal UART (Universal Asynchronous Receiver – Transmitter) เป็นเปลี่ยนข้อมูลจากแบบขนาน ให้เป็นแบบอนุกรม หรือจากแบบอนุกรม ให้เป็นแบบขนาน อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อแบบอนุกรมทุกชนิดใช้อินเตอร์เฟซ UART ในการติดต่อสื่อสาร กับเครื่องคอมพิวเตอร์
10-bit A/D Converter	โมดูลนี้ทำหน้าที่เกี่ยวกับเวลา เพื่อให้สามารถเลือกและเปลี่ยนแปลงช่วงสัญญาณได้โดยไม่ต้องรอช่วง sampling period ทำให้ลด code overhead ลง
Extended Watchdog Timer (WDT)	คุณสมบัตินี้เกี่ยวกับ 16-บิต prescaler ช่วยให้ช่วงเวลา time-out ที่ยืดออกไปจากปกติ มีความเสถียรมากขึ้นกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



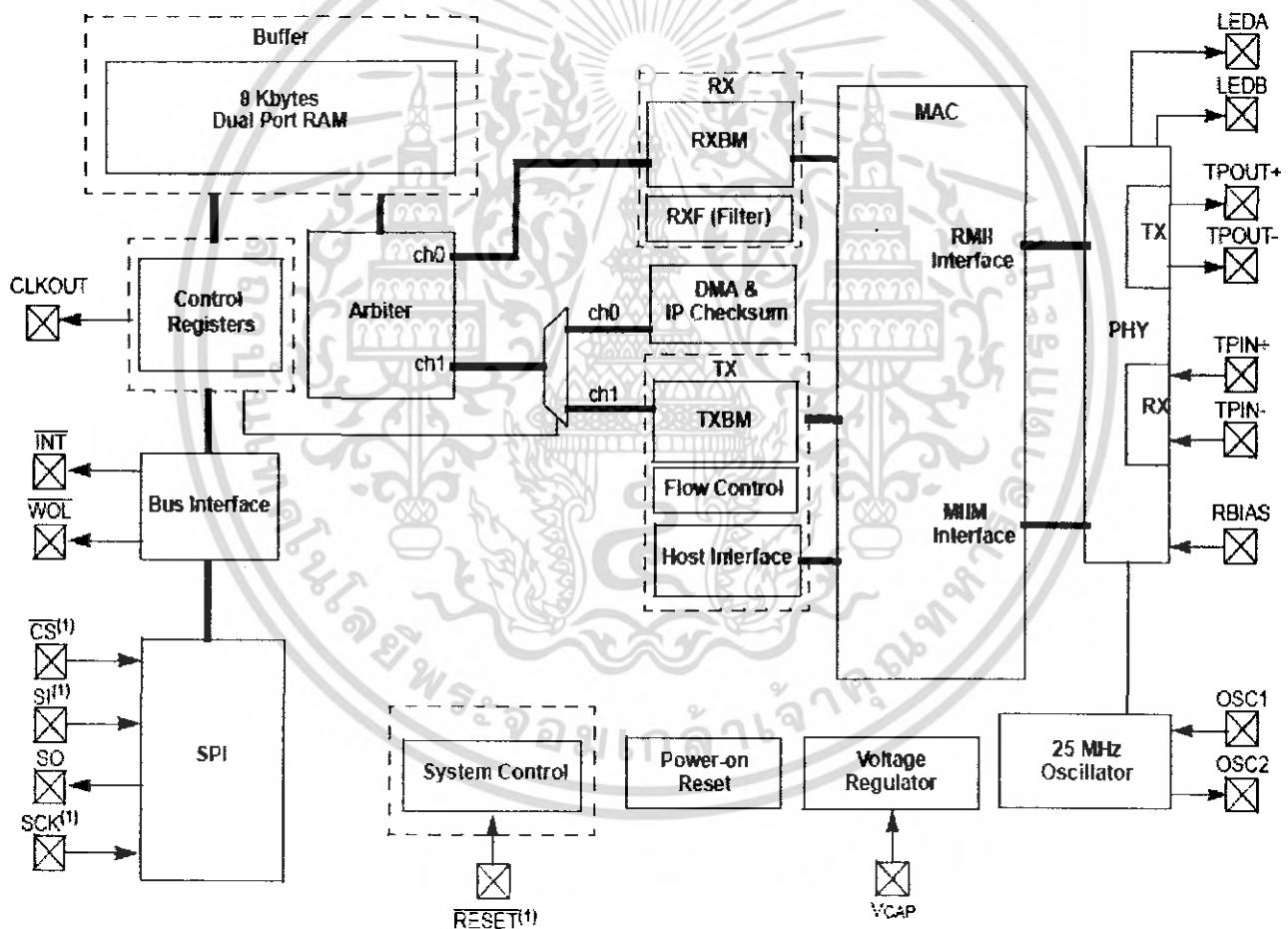
รูปที่ 2.10 Block diagram ของ PIC18F4620 แบบ 40 ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ENC28J60 กับอีเทอร์เน็ต(Ethernet)

### 2.5.1 คุณสมบัติของ ENC28J60

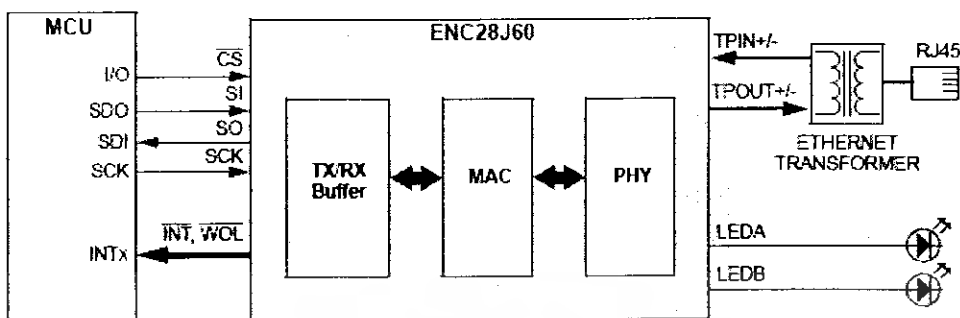
ENC28J60 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมอีเทอร์เน็ตแบบตัวเดียว(stand-alone) มีคุณสมบัติครบถ้วนตามมาตรฐานของ IEEE 802.3 ใช้ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีเทคโนโลยี SPI ซึ่งมีอัตราการส่งข้อมูลอยู่ที่ 10 Mbps ได้ มีคุณสมบัติในการคัดกรองข้อมูลที่ผ่านเข้ามา และมีความสามารถในการทำ DMA ภายในตัว เพื่อช่วยในการส่งผ่านข้อมูลและการตรวจสอบความถูกต้องของที่อยู่ IP



Note 1: These pins are 5V tolerant.

รูปที่ 2.11 รูปแบบการทำงานของ ENC28J60

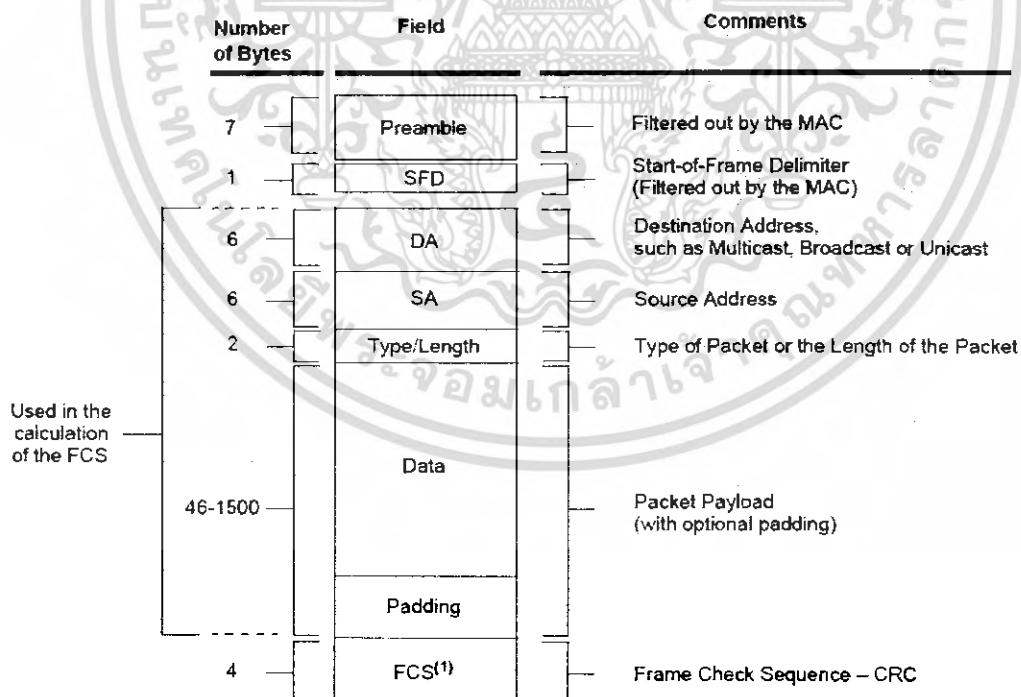
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 รูปแบบการเชื่อมต่อกับ ENC28J60 แบบมาตรฐาน

### 2.5.2 รูปแบบของอีเทอร์เน็ต packet(Ethernet Packet format)

ตามมาตรฐานของ IEEE 802.3 เฟรมของ อีเทอร์เน็ต มีขนาด 64-1518 ไบต์ ประกอบด้วย 5-6 ช่องข้อมูล และเมื่อมีการส่งข้อมูลผ่านตัวกลาง จะเพิ่มข้อมูลขนาด 7 ไบต์ และ ส่วนหัวของ เฟรม(frame delimiter) เข้าไปยังส่วนหัวของ packet เราจึงเห็นการส่งอีเทอร์เน็ต packet มีรูปแบบ ดังรูปที่ 2.13



Note 1: The FCS is transmitted starting with bit 31 and ending with bit 0.

รูปที่ 2.13 รูปแบบของข้อมูลแบบอีเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.3 องค์ประกอบในแต่ละช่อง(Field) ของอีเทอร์เน็ต packet

**ส่วนหัวของเฟรม(Start-of-Frame Delimiter):** เมื่อมีการรับส่งข้อมูลผ่าน ENC28J60 จะมีการเพิ่มส่วนหัวของเฟรม รวมทั้งการทำ padding และ CRC โดยอัตโนมัติ

**ที่อยู่ปลายทาง(Destination Address):** ที่อยู่ปลายทางมีขนาด 6 ไบต์ เป็นหมายเลข MAC ของอุปกรณ์ที่ packet จะถูกส่งไป

ถ้าบิตที่สำคัญน้อยที่สุด(Least Significant bit: LSB, ไบต์แรกของหมายเลข MAC) มีการใช้งาน packet นี้จะมีปลายทางเป็น multicast จะมีความสำคัญต่อจุดเชื่อมต่อทางอีเทอร์เน็ตบางจุดเท่านั้น ถ้า ที่อยู่ปลายทางเป็น FF-FF-FF-FF-FF-FF packet จะถูกกระจาย(broadcast) ไปยังทุกๆจุดที่ต่ออยู่กับเครือข่ายนี้ ถ้าบิตที่สำคัญน้อยที่สุดไม่ถูกใช้งานจะมีปลายทางเป็น unicast และใช้กับจุดที่กำหนดเอาไว้แล้ว ซึ่ง ENC28J60 สามารถรับหรือส่ง packet ที่มีปลายทางเป็น multicast, broadcast หรือ unicast ได้

**ที่อยู่ต้นทาง(Source Address):** ที่อยู่ต้นทางมีขนาด 6 ไบต์ ซึ่งเป็นหมายเลข MAC ของอุปกรณ์ที่สร้าง packet ผู้ใช้งาน ENC28J60 จะต้องสร้างหมายเลข MAC เฉพาะ สำหรับแต่ละการควบคุม

หมายเลข MAC ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกมีขนาด 3 ไบต์คือ Organizationally Unique Identifier (OUI) ซึ่งเผยแพร่โดย IEEE ส่วน 3 ไบต์ หลังคือ หมายเลขที่บริษัทที่ซื้อ OUI ไปจะกำหนด

**ชนิดและความยาว(Type/Length):** ช่อง Type/Length มีขนาด 2 ไบต์ ทำหน้าที่ด้กำหนดว่า packet ข้อมูลต่อไปจะเป็นของโปรโตคอลอะไร ถ้าช่องนี้มีค่า 05DC(1500) หรือน้อยกว่า จะบอกถึงจำนวนข้อมูล non-padding ที่อยู่ในช่อง data field ผู้ใช้งานจะต้องเลือกเติมช่องนี้ด้วยโปรโตคอลที่เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น Internet Protocol(IP) หรือ Address Resolution Protocol(ARP)

**ข้อมูล(Data):** ช่องข้อมูลนี้ มีขนาดตั้งแต่ 0 ถึง 1500 ไบต์ packet ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่จะละเมิดกฎของอีเทอร์เน็ต และจะถูกกำจัดโดยจุดเชื่อมต่อทางอีเทอร์เน็ตส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม ENC28J60 มีความสามารถในการรับส่ง packet ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ได้

**ส่วนเพิ่มเติม(Padding):** ช่องส่วนเพิ่มเติมเป็นช่องที่มีความยาวไม่จำกัด ที่ถูกใส่ลงไปเพื่อให้ packet ที่มีขนาดเล็กผ่านคุณสมบัติของ IEEE 802.3 เนื่องจากช่องที่อยู่ปลายทาง, ที่อยู่ต้นทาง, ชนิด, ข้อมูล และส่วนเพิ่มเติม ของอีเทอร์เน็ต packet จะต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 60 ไบต์ และเมื่อรวมกับ CRC ขนาด 4 ไบต์ จึงต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 64 ไบต์ ดังนั้น ถ้า packet ข้อมูลมีขนาดไม่ถึง 45 ไบต์ จะต้องใส่ส่วนเพิ่มเติมลงไปเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการส่งข้อมูล ENC28J60 จะสร้าง zero padding ถ้าบิต MACON3.PADCFG <2:0> มีการใช้งาน หรือไม่เช่นนั้น host controller ต้องเพิ่มด้วยตัวเอง เนื่องจาก ENC28J60 จะไม่ยับยั้งการส่ง packet ที่มีขนาดเล็กกว่าปกติ

ในการรับ packet ENC28J60 จะไม่รับ packet ที่มีขนาดน้อยกว่า 18 ไบต์

**การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล(CRC):** ช่องการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เป็นช่องที่มีขนาด 4 ไบต์ ประกอบด้วยการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล 32 บิต ที่คำนวณมาจากช่องที่อยู่ปลายทาง, ที่อยู่ต้นทาง, ชนิด, ข้อมูล และส่วนเพิ่มเติม เมื่อมีการรับข้อมูล ENC28J60 จะตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละ packet ถ้ามีการใช้งาน ERXFCON.CRCEN packet ที่มีช่องการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลไม่ถูกต้องจะถูกทิ้งไป ถ้า CRCEN ไม่ถูกใช้งานและ packet มีคุณสมบัติอื่นๆครบถ้วน packet จะถูกเขียนลงบน ที่พักข้อมูลส่วน ของผู้รับ

เมื่อมีการส่ง packet ENC28J60 จะสร้างการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดยอัตโนมัติ และส่งไปถ้ามีการใช้งาน MACON3.PADCFG<2:0> หรือมิฉะนั้น host controller ต้องสร้างช่องการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเอง ซึ่งมีความซับซ้อนกว่ามาก

## 2.6 HTML

### 2.6.1 Static Web Page

Static Web Page สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อย่างจำกัดเนื่องจากการกระทำต่างๆ ได้ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว ดังนั้นรูปแบบของ web page จะเป็นแบบเดิมอยู่เสมอไม่ว่าผู้เรียกจะเป็นใคร เวลาใดหรือเรียกข้อมูลจากที่ใดก็ตาม

### 2.6.2 Dynamic Web Page

มีโครงสร้างทั่วไปเช่นเดียวกับ Static Web Page แต่แตกต่างกันที่ Dynamic Web Page จะมีชุดคำสั่ง (Script) ซึ่งสามารถตอบสนองต่อการกระทำต่างๆ ที่เกิดขึ้นและสามารถควบคุมและกำหนดการทำงานในรูปแบบต่างๆ ได้ เช่น การคำนวณหลังจากการกดปุ่มบน web page หรือการนำเอาข้อมูลในฐานข้อมูลขึ้นมาแสดง เป็นต้น

#### - Client-Side Script

เป็นการเขียนชุดคำสั่งที่ประมวลผลที่ web browser ฟังก์ชันหรือลูกข่าย ซึ่งชุดคำสั่งประเภทนี้ จะแทรก (Embedded) เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของเอกสาร HTML(ภาษาพื้นฐานที่ใช้ในการแสดงข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต) โดยเมื่อนำไฟล์ HTML ที่มี Client-Side Script ไปทำงานด้วย web browser คำสั่งในชุดคำสั่งจะถูกแปลโดย web browser ในลักษณะเช่นเดียวกับข้อมูลทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเว็บเบราว์เซอร์จึงนำมาแสดงผลต่อไปภาษาที่ใช้ในการสร้าง Script ประเภทนี้ เช่น JavaScript และ VBScript เป็นต้น

#### - Server-Side Script

เป็นการเขียนชุดคำสั่งที่ประมวลผลบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยเว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่เพียงแค่แสดงผลการทำงานเท่านั้น ดังนั้นเว็บเซิร์ฟเวอร์จะมีหน้าที่ทั้งทำการค้นหาตำแหน่งและที่ตั้งของเว็บเพจและนำเอาชุดคำสั่งมาประมวลผล เพื่อสร้างข้อมูล HTML ที่จะทำการตอบสนองต่อผู้ใช้งาน ภาษาที่ใช้ในการสร้าง Script ประเภทนี้ เช่น CGI ASP และ PHP เป็นต้น

#### 2.6.3 Common Gateway Interface(CGI)

เป็นการทำงานของซอฟต์แวร์ประยุกต์อื่นๆ(Application Software) ที่ทำงานร่วมกับ Web Server การทำงานเริ่มจากผู้ที่ต้องการข้อมูล คือ web browser จะส่งรายละเอียดสิ่งที่ต้องการไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ เมื่อคำร้องขอไปถึงเว็บเซิร์ฟเวอร์ จะคำนวณว่าการร้องขอนั้นต้องการผลลัพธ์อะไร แล้วจึงตอบกลับด้วยผลลัพธ์ที่เหมาะสม ซึ่งเป็นเนื้อหาในหน้าเว็บที่ต้องการ โดยการตอบกลับมี 2 กรณี คือ

1. ถ้าเป็นการร้องขอข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูล จะตอบกลับด้วยข้อมูลนั้น
2. ถ้าร้องขอเป็นคำสั่งที่สามารถดำเนินการได้(Executable Command) จะทำตามคำสั่งนั้น แล้วส่งผลลัพธ์ที่ได้กลับไปยังผู้ร้องขอ

CGI เป็นมาตรฐานในการทำงานแบบขั้นตอนที่สอง กล่าวคือ เมื่อ web browser ของเครื่องลูกข่าย ร้องขอการใช้งาน CGI ที่ต้องการ (โดยระบุในลักษณะของ URL) เมื่อเซิร์ฟเวอร์ได้รับคำสั่งก็จะเรียก CGI นั้น ๆ ขึ้นมาทำงาน เมื่อ CGI ประมวลผลการทำงานจนได้ผลลัพธ์แล้ว เว็บเซิร์ฟเวอร์จะส่งผลลัพธ์การทำงานนั้นกลับไปให้เครื่องลูกข่าย โดยส่งค่าที่เป็นพารามิเตอร์เข้าไป จะกำหนดได้ด้วยสัญลักษณ์ ? เช่น

[http://www.ite.kmitl.ac.th/board/view.php?q\\_id=1](http://www.ite.kmitl.ac.th/board/view.php?q_id=1)

#### 2.6.4 ภาษาสำหรับเขียน CGI

ภาษาที่จะใช้ในการเขียน CGI นั้นมีหลายภาษา โดยขึ้นอยู่กับระบบปฏิบัติการที่เครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ใช้ระบบปฏิบัติการ Unix ได้แก่ C/C++ Shell Script และ Perl ระบบปฏิบัติการ Windows ได้แก่ Delphi VB และ C/C++

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อดีของ Client-Side Script และ Server-Side Script

1. Client-Side Script จะถูกแปลและประมวลผลที่ Web Browser ซึ่งไม่ผ่านระบบเครือข่าย ส่วน Server-Side Script จะประมวลผลที่ Web Server ซึ่งต้องผ่านระบบเครือข่าย ดังนั้น Client-Side Script จึงสามารถลดภาระของ Web Server ซึ่งเป็นผลให้ “Response Time” เร็วกว่าโปรแกรม Server-Side Script

### ข้อเสียของ Client-Side Script และ Server-Side Script

1. ข้อจำกัดของ Client-Side Script ได้แก่ โปรแกรมที่พัฒนาด้วย Client-Side Script ในภาษาใดภาษาหนึ่ง อาจไม่สามารถนำไปใช้งานกับ Web Browser ที่ต่างกันได้ เช่น Internet Explorer สามารถใช้ภาษา VBScript และ JavaScript ได้ แต่ Netscape สามารถใช้ภาษา JavaScript ได้เพียงอย่างเดียว ซึ่งต่างจากโปรแกรม Server-Side Script ที่ไม่ขึ้นอยู่กับตัว Browser

2. คำสั่งต่างๆ ที่เป็น Client-Side Script สามารถเรียกดูได้ด้วยโปรแกรม Browser ดังนั้นจึงเสี่ยงต่อการถูกสำเนาโปรแกรม Client-Side Script ไปใช้โดยผู้อื่น ส่วนโปรแกรมที่เป็นลักษณะ Server-Side Script นั้นจะไม่พบปัญหาดังกล่าวนี้ เนื่องจากตัวโปรแกรม Script จะอยู่ในส่วนของ Web Server และ Web Server จะส่งเพียงผลลัพธ์ที่ได้จาก Script นั้นๆ ไปยัง Browser เท่านั้น ซึ่งอยู่ในรูป HTML ที่ไม่มีส่วนประกอบของคำสั่ง Server-Side Script

### ตารางที่ 2.7 ข้อเปรียบเทียบระหว่าง Client กับ Server

ข้อเปรียบเทียบ	Client-Side Script	Server-Side Script
ชนิดของ Browser ที่ใช้งาน	ไม่สามารถใช้ได้กับ Browser ทุกชนิด	ใช้ได้กับทุก Web Browser ทุกชนิด
การซ่อน Source Code	ซ่อนไม่ได้	ซ่อนได้
การรับส่งข้อมูลระหว่าง Browser กับ Server	เพียงครั้งเดียว และประมวลผลไม่จำกัดที่ Web Browser	หนึ่งหรือสองครั้งต่อการประมวลผล
การ Debug	ยาก	ง่าย
การใช้งาน Server	ใช้นาน้อย	ใช้นานมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 Microchip TCP/IP stack

เป็นโปรแกรมที่ให้บริการแก่ application ที่มีการทำงานอ้างอิงกับมาตรฐาน TCP/IP ให้สามารถให้บริการได้ โดยไม่จำเป็นต้องทราบรายละเอียดทั้งหมดเพื่อที่จะใช้งาน TCP/IP เนื้อหาต่อไปนี้จะไม่เจาะลึกในเรื่อง TCP/IP แต่จะกล่าวถึง TCP/IP stack ของ Microchip เป็นหลัก

### 2.7.1 โครงสร้างของ stack (stack architecture)

การใช้งาน TCP/IP ส่วนใหญ่ จะมีโครงสร้างตาม “TCP/IP Reference model” ซึ่งจะแบ่งการทำงานออกเป็นชั้นๆ ชั้นที่อยู่ต่ำกว่าจะให้บริการแก่ชั้นที่อยู่สูงกว่า โดยจะทำงานเมื่อได้รับคำสั่งหรือมีเหตุการณ์เฉพาะ ซึ่งเป็นเรื่องง่ายสำหรับระบบที่มีทรัพยากรเหลือเฟือและสามารถทำงานแบบ multitasking ได้ แต่สำหรับ microcontroller ขนาด 8 บิต แล้วการใช้งาน TCP/IP stack จะต้องใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ

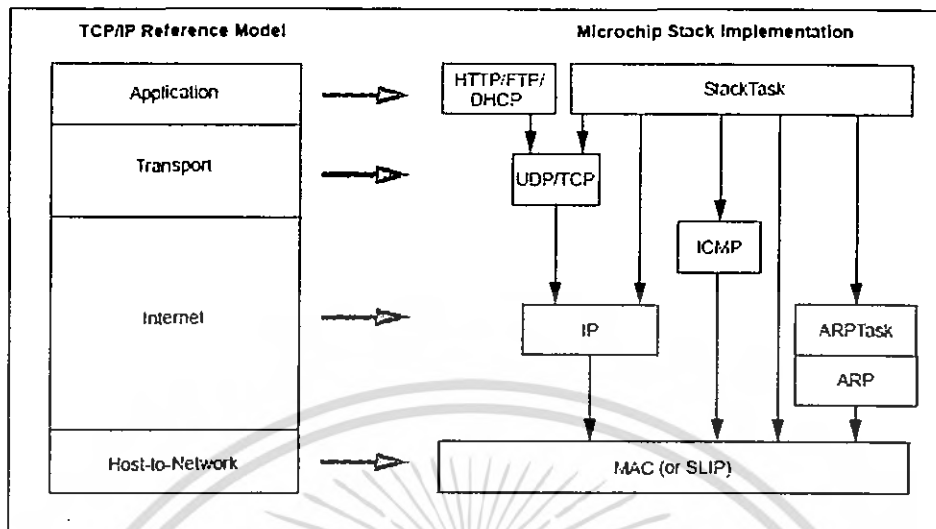
### 2.7.2 ชั้นของ stack (stack layer)

TCP/IP stack ของ Microchip แบ่งออกเป็นชั้นๆ คล้ายกับ TCP/IP reference model ดังรูปที่ 2.14 แต่จะมีการติดต่อกันด้วย นอกจากนี้ ยังมี module ที่เพิ่มขึ้นมา ได้แก่ StackTask ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของ stack และ module อื่นๆทั้งหมด และ ARPTask ทำหน้าที่จัดการการทำงานของ Address Resolution Protocol(ARP)

TCP/IP stack ของ Microchip ใช้ cooperative multitasking ในการจัดการ live stack(การทำงานของ stack ที่ต้องทำงานพร้อมกัน โดยไม่มีมีสัญญาณ synchronous) ซึ่งเป็นระบบที่มีการทำงานมากกว่าหนึ่งงานพร้อมกัน เมื่อแต่ละงานทำงานเสร็จแล้ว จะส่งต่อทรัพยากรให้งานอื่นใช้งานต่อ

โดยปกติแล้ว cooperative multitasking จะถูกนำไปใช้งานโดยระบบปฏิบัติการ (Operating System) หรือโปรแกรมหลักเอง TCP/IP stack ของ Microchip จะถูกนำไปใช้งานในตัวโปรแกรมหลัก จึงทำให้สามารถใช้ TCP/IP stack ของ Microchip ได้โดยไม่จำกัดว่าเป็นระบบปฏิบัติการอะไร ทั้งนี้ application ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้งาน TCP/IP stack ของ Microchip จะต้องรองรับการทำงานแบบ cooperative multitasking ด้วย ซึ่งสามารถทำได้โดยการแบ่งงานออกเป็นงานย่อยๆหลายๆงาน

อย่างไรก็ตาม TCP/IP stack ของ Microchip ไม่ได้เรียกใช้งาน module ทั้งหมด แต่จะสามารถเรียกใช้งานเพิ่มเติมได้หากต้องการ



รูปที่ 2.14 ข้อเปรียบเทียบระหว่าง TCP/IP Reference Model กับ  
การใช้งาน stack ของ Microchip

### 2.7.3 Microchip HTTP Server

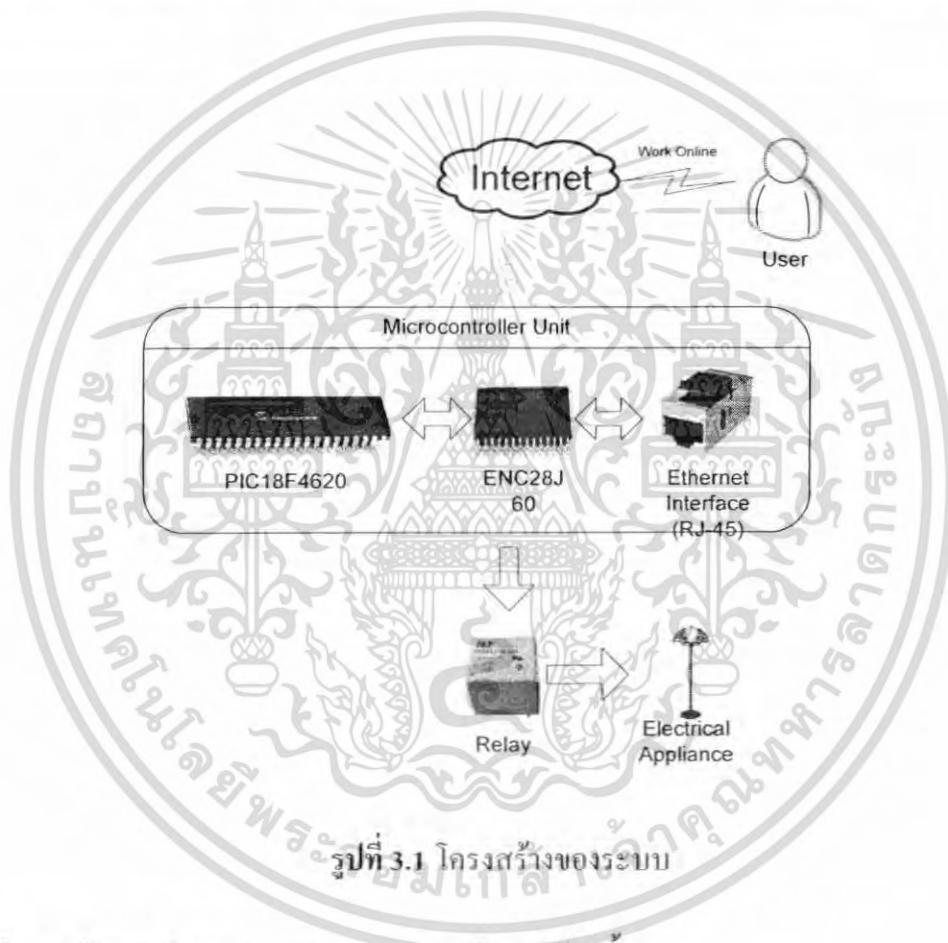
HTTP server ที่ใช้งาน สามารถทำงานร่วมกับ Microchip TCP/IP stack ได้ สำหรับการเรียกใช้งาน web page ต้องทำการสร้างแล้วจึงแปลงเป็น Microchip File System (MPFS) โดยที่ HTTP server จะกำหนดหน้า index.htm ให้เป็น default page

## บทที่ 3

### การออกแบบปัญญาประดิษฐ์

#### 3.1 การออกแบบระบบ

จากการพิจารณาความต้องการการใช้งาน สามารถเขียน โครงสร้างของระบบ ได้เป็นดังรูป



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบ

โครงสร้างการทำงานของระบบ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ผู้ใช้งานสามารถติดต่อกับระบบได้ทั้งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะผ่านการเชื่อมต่อแบบอีเทอร์เน็ต โดยผ่านหัวต่อแบบ RJ-45
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4620 จะอาศัย ENC28J60 ในการแปลงข้อมูล ให้สามารถเชื่อมต่อแบบอีเทอร์เน็ต
3. ไมโครคอนโทรลเลอร์จะควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบ โดยอาศัยรีเลย์ในการควบคุมกระแสไฟฟ้าที่จ่ายไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ

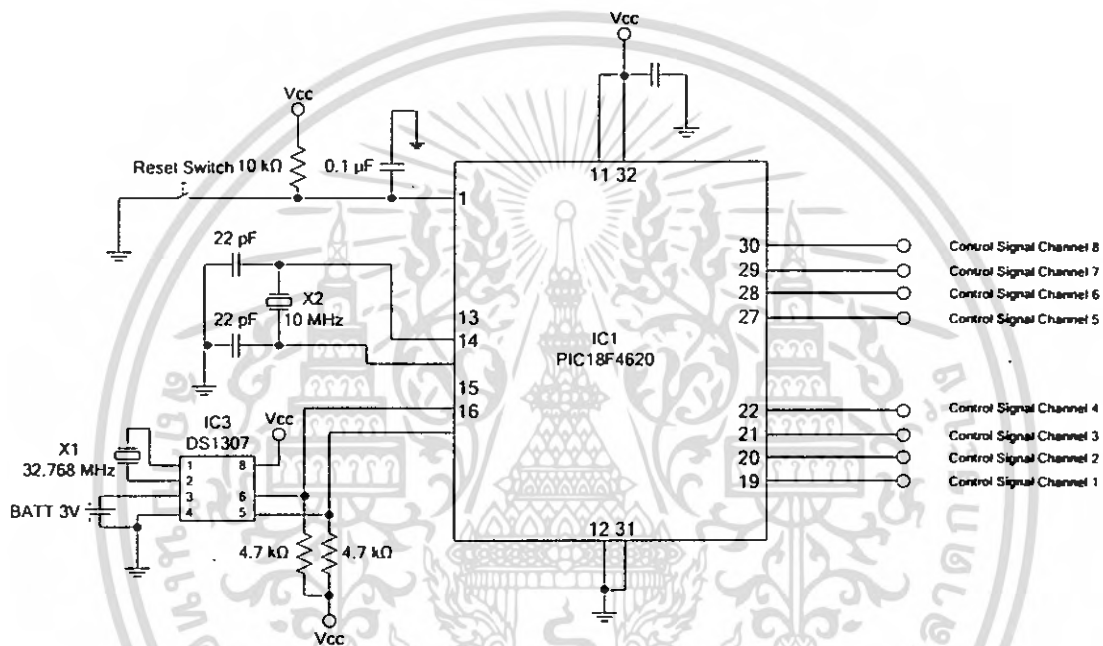
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์

### 3.2.1 วงจรควบคุม

เป็นวงจรหลักของระบบ ประกอบด้วย

- PIC18F4620(IC1) ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมหลักของระบบ
- DS1307(IC3) ทำหน้าที่เป็นเวลาอ้างอิงในกับระบบ โดยเป็นเวลาที่เป็นปัจจุบัน

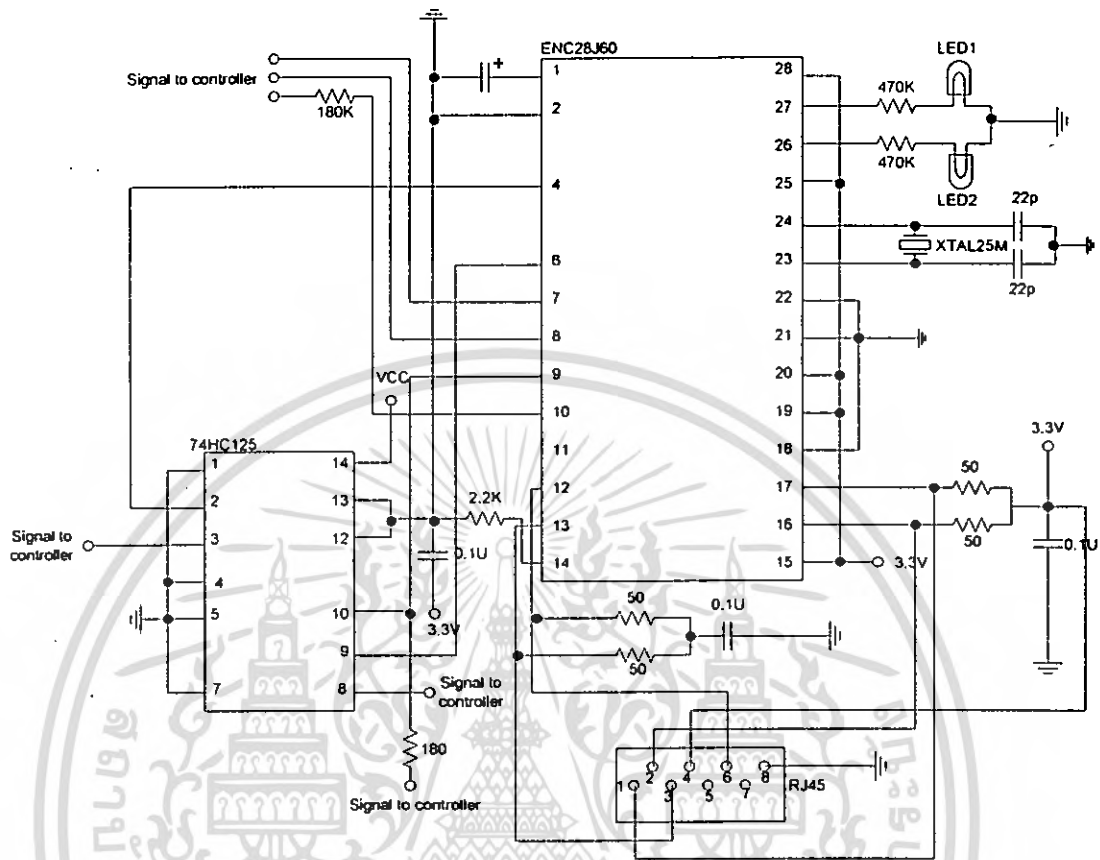


รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมหลัก

### 3.2.2 ส่วนการเชื่อมต่อแบบอีเทอร์เน็ต

เป็นวงจรจัดการข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตของระบบ ประกอบด้วย

- ENC28J60/SO ทำหน้าที่จัดการข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตด้วยความเร็ว 10 Mbps
- RJ-45 ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อสำหรับติดต่อกับอินเทอร์เน็ต
- 74HC125 ทำหน้าที่เป็นไอซีที่ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับสัญญาณข้อมูลที่ส่งระหว่าง ENC28J60 กับ PIC18F4620



รูปที่ 3.3 วงจรส่วนการเชื่อมต่อแบบอีเทอร์เน็ต

### 3.2.3 วงจรทำงาน

เป็นวงจรการทำงานของรีเลย์ที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการควบคุมกระแสไฟฟ้าให้ไหลหรือไม่ไหลไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เราต้องการควบคุม ซึ่งเลือกใช้ Opto-coupler PC817 ในการแยกสัญญาณควบคุม(Control Signal) ที่มาจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ ออกจากกระแสไฟฟ้า +5V ที่ส่งไปยังรีเลย์ RY1 HRS4H-S-DC6V ช่วยลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในระบบ

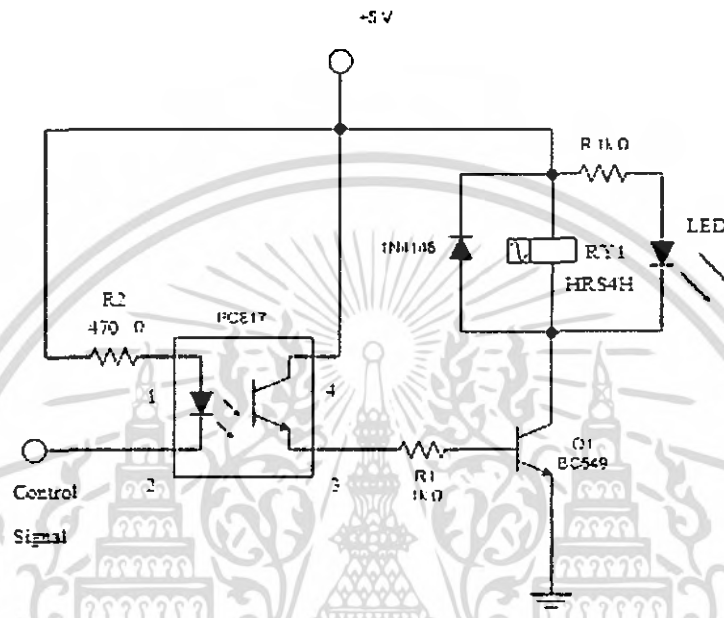
หลักการทำงานของวงจรทำงาน คือ

- เมื่อส่งสัญญาณควบคุมให้เป็นบิต 1 ขาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต่อสัญญาณควบคุม(ต่อกับขา 2 ของ Opto-coupler) จะมีไฟฟ้า ทำให้ LED ภายใน Opto-coupler ไม่ทำงาน ขา 3 ของ Opto-coupler จึงไม่มีไฟฟ้า วงจรที่เหลือจึงไม่ทำงาน

- เมื่อส่งสัญญาณควบคุมให้เป็นบิต 0 ขาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต่อสัญญาณควบคุม(ต่อกับขา 2 ของ Opto-coupler) จะไม่มีไฟฟ้า ขา 1 และขา 2 ของ Opto-coupler จึงเกิดความต่างศักย์ขึ้น

ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านจาก Opto-coupler ขา 1 ไปยังขา 2 และไหลลงขา GND ของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต ไม่ว่าจะในรูปแบบใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ LED ภายใน Opto-coupler จึงทำงาน ขา 3 ของ Opto-coupler จึงมีไฟฟ้า ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงาน วงจรที่ต่ออยู่กับรีเลย์จึงครบวงจร รีเลย์ RY1 จึงทำงาน สังเกตได้จาก LED ที่จะติดเมื่อรีเลย์ทำงาน



รูปที่ 3.4 วงจรทำงาน

### 3.2.4 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

สำหรับวงจรควบคุมและวงจรทำงาน ใช้ไฟ 5V DC ทั้ง 2 วงจร ซึ่งโดยปกติแล้ว จะใช้ วงจรบริดจ์(bridge) เพื่อแปลง ไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงก่อน แล้วจึงใช้เรกูเลเตอร์ ลด แรงดันไฟฟ้าลงอีกครั้งหนึ่ง แต่เพื่อลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากไฟฟ้ากระแสสลับ และความร้อนที่เกิดขึ้นในเรกูเลเตอร์จึงใช้หม้อแปลงไฟฟ้า แปลงไฟฟ้า 220VAC ให้เป็น 9-12VDC ก่อน แล้วจึงต่อ ไฟบวกเข้าเรกูเลเตอร์และต่อไฟลบเข้ากับ ground ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ

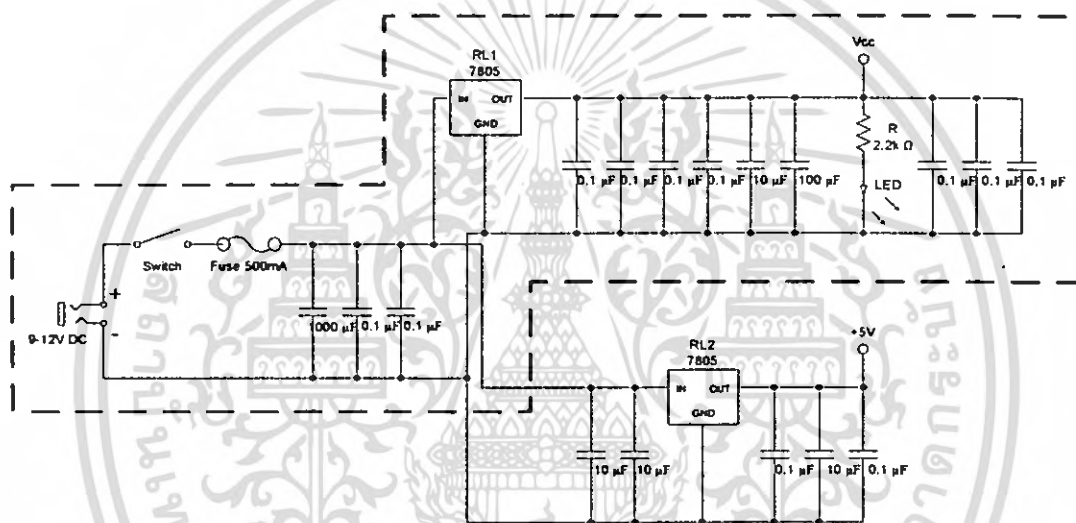
สาเหตุที่ต้องแยกเรกูเลเตอร์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟสำหรับวงจรควบคุมและเรกูเลเตอร์ ของวงจรแหล่งจ่ายไฟสำหรับวงจรทำงานออกจากกัน ทั้งที่เป็นไฟฟ้า 5VDC เหมือนเท่านั้น เนื่องจากในวงจรทำงาน ต้องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับผ่านรีเลย์ ซึ่งอาจเกิดสัญญาณรบกวนขึ้น และ สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นก็อาจเดินทางผ่านไฟ 5VDC ข้อนไปยังวงจรควบคุมได้ อีกทั้งวงจรทำงาน ที่มีรีเลย์ ต้องการกระแสไฟฟ้าในการทำงานมาก อาจทำให้กระแสไฟฟ้าที่จ่ายไปยังวงจรควบคุมไม่ เพียงพอ ถ้าใช้เรกูเลเตอร์ร่วมกันทั้งสองวงจร ดังนั้นจึงต้องแยกวงจรแหล่งจ่ายไฟสำหรับวงจร ควบคุมและวงจรทำงานออกจากกัน(เพื่อความไม่สับสน จะใช้สัญลักษณ์ Vcc แทนแหล่งจ่ายไฟ สำหรับวงจรควบคุม และสัญลักษณ์ +5V แทนแหล่งจ่ายไฟสำหรับวงจรทำงาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากบริษัทฯ ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสาเหตุที่ต้องใช้ฟิวส์(Fuse) เพื่อป้องกันเรกูเลเตอร์เสียหายจากกระแสไฟฟ้าเกิน ถ้าหม้อแปลงไฟฟ้าไม่ได้มาตรฐาน จ่ายไฟเกินกว่าที่กำหนดไว้

### 3.2.4.1 แหล่งจ่ายไฟสำหรับวงจรควบคุม

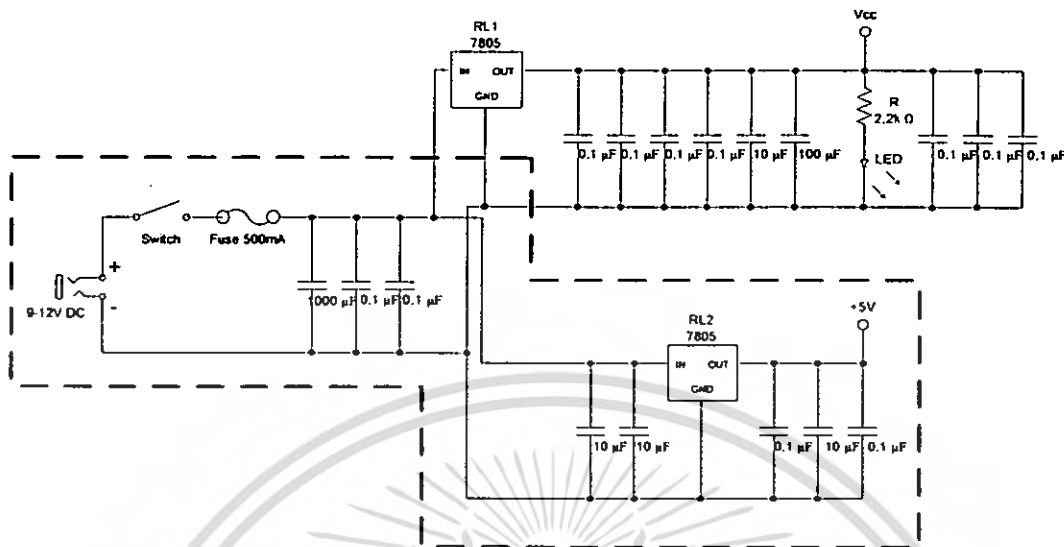
ใช้เรกูเลเตอร์ 7805 ในการแปลงไฟฟ้า 12VDC ให้เป็น 5VDC และมีตัวเก็บประจุ (capacitor) ในการลดสัญญาณรบกวน ด้วยโดยตัวเก็บประจุแบบ โพลีเอสเตอร์(polyester capacitor) ที่มีความจุต่ำทำหน้าที่ลดสัญญาณรบกวนที่มีความถี่ต่ำ และตัวเก็บประจุแบบอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte capacitor) ที่มีความจุสูงกว่า ทำหน้าที่ลดสัญญาณรบกวนที่มีความถี่สูง



รูปที่ 3.5 วงจรแหล่งจ่ายไฟ ขนาด 5VDC สำหรับวงจรควบคุม

### 3.2.4.2 แหล่งจ่ายไฟสำหรับวงจรทำงาน

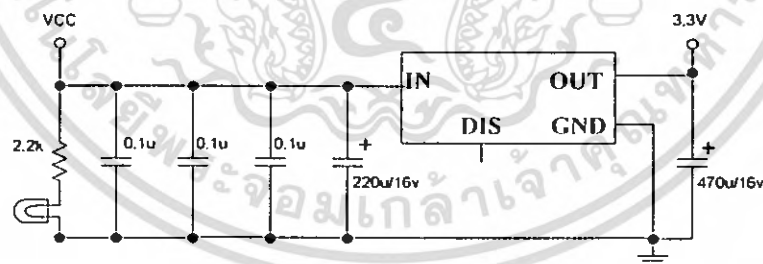
ใช้เรกูเลเตอร์ 7805 เช่นเดียวกับแหล่งจ่ายไฟสำหรับวงจรควบคุม



รูปที่ 3.6 วงจรแหล่งจ่ายไฟ ขนาด 5VDC สำหรับวงจรทำงาน

### 3.2.4.2 แหล่งจ่ายไฟสำหรับ ENC28J60

ใช้เรกูเลเตอร์ 7833 ในการแปลงไฟฟ้า 5VDC ให้เป็น 3.3VDC และมีตัวเก็บประจุในการลดสัญญาณรบกวน ด้วยโดยตัวเก็บประจุแบบโพลีเอสเตอ์ที่มีความจุค่าทำหน้าที่ลดสัญญาณรบกวนที่มีความถี่ต่ำ และตัวเก็บประจุแบบอิเล็กโตรไลต์ที่มีความจุสูงกว่า ทำหน้าที่ลดสัญญาณรบกวนที่มีความถี่สูง

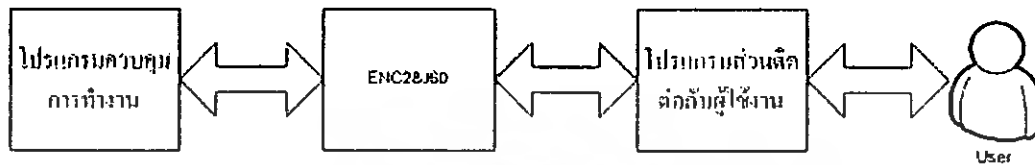


รูปที่ 3.7 วงจรแหล่งจ่ายไฟ ขนาด 3.3VDC สำหรับ ENC28J60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การออกแบบโปรแกรม

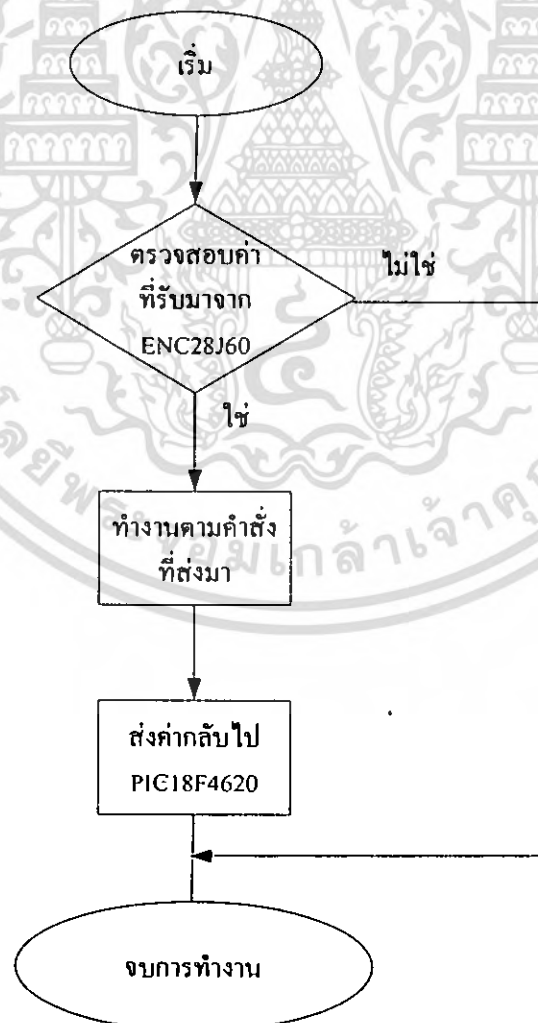
การทำงานของโปรแกรม จะมีรูปแบบการทำงานเป็นดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.8 รูปแบบการทำงานของโปรแกรม

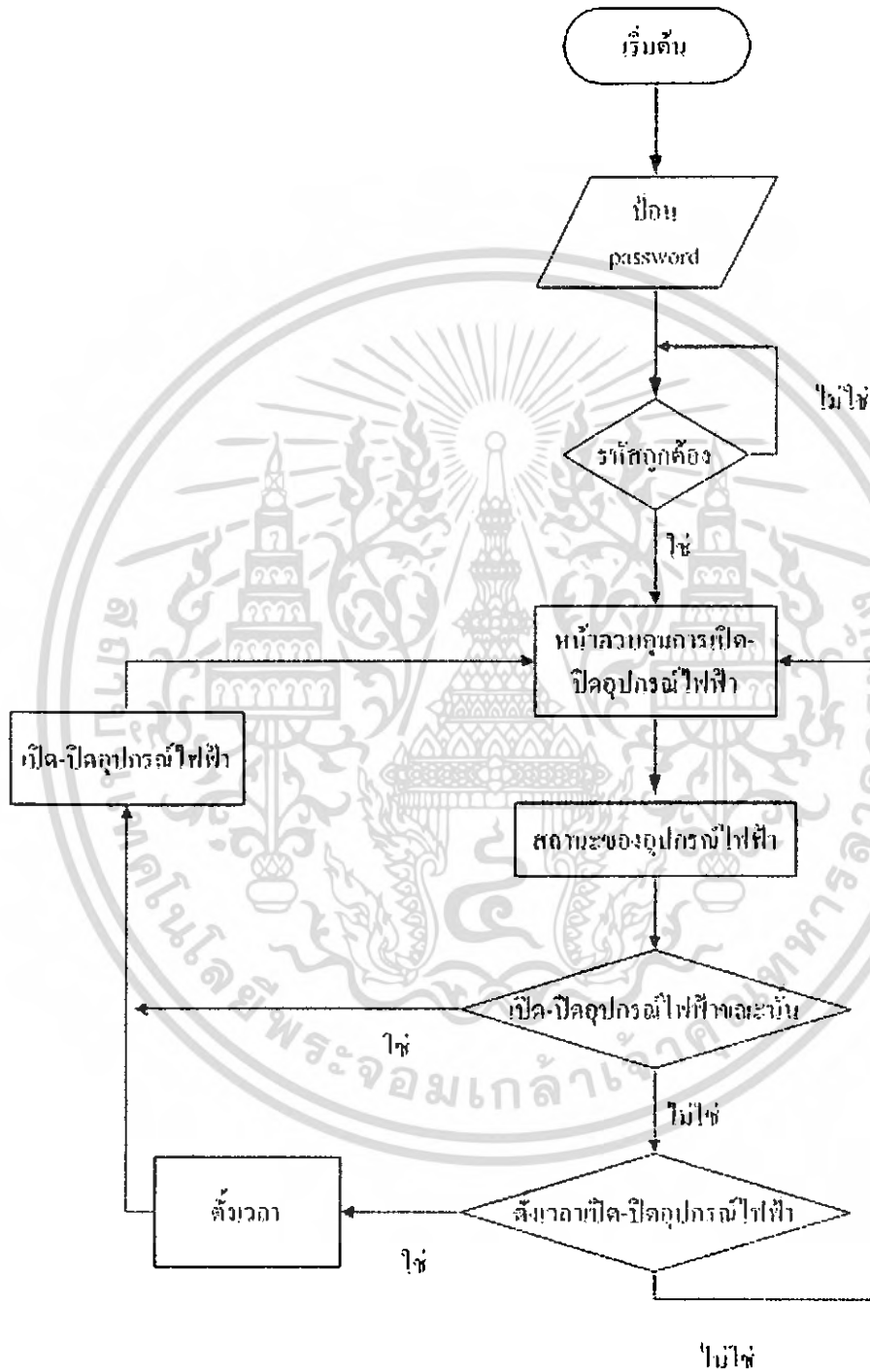
#### 3.3.1 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

เป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานของ PIC18F4620 ซึ่งเขียนด้วยภาษา C จะทำงานตามคำสั่งที่ได้รับจาก ENC28J60 ซึ่งส่งการทำงานโดยผู้ใช้งานอีกทีหนึ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ **รูปที่ 3.9 รูปแบบการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงาน** ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 โปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน



รูปที่ 3.10 รูปแบบการทำงานของโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

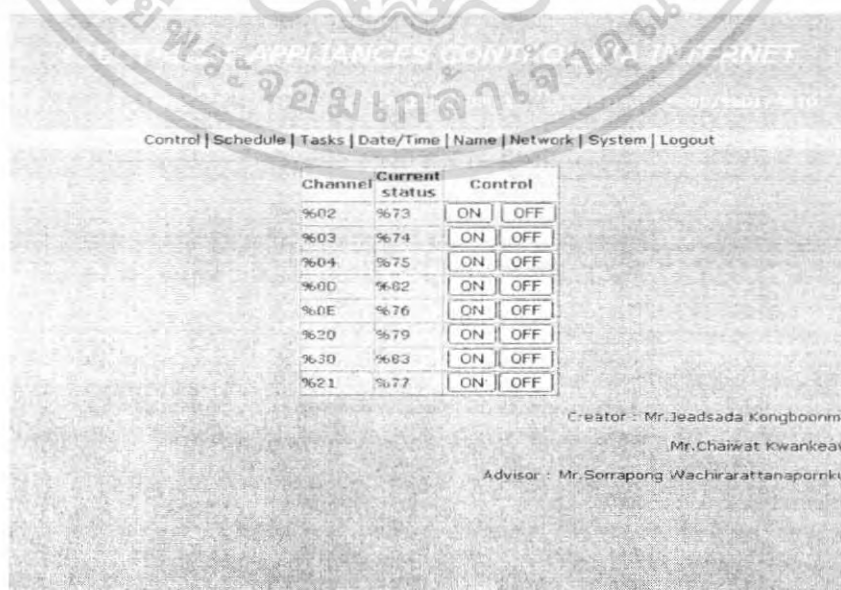
### 3.3.3 web page ที่เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

1. หน้าต่างแรกของ web page โดยผู้ใช้ต้อง login โดยใส่ password เพื่อเข้าไปควบคุมการเปิด - ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.11 หน้าต่างแรกของ web page สำหรับ login

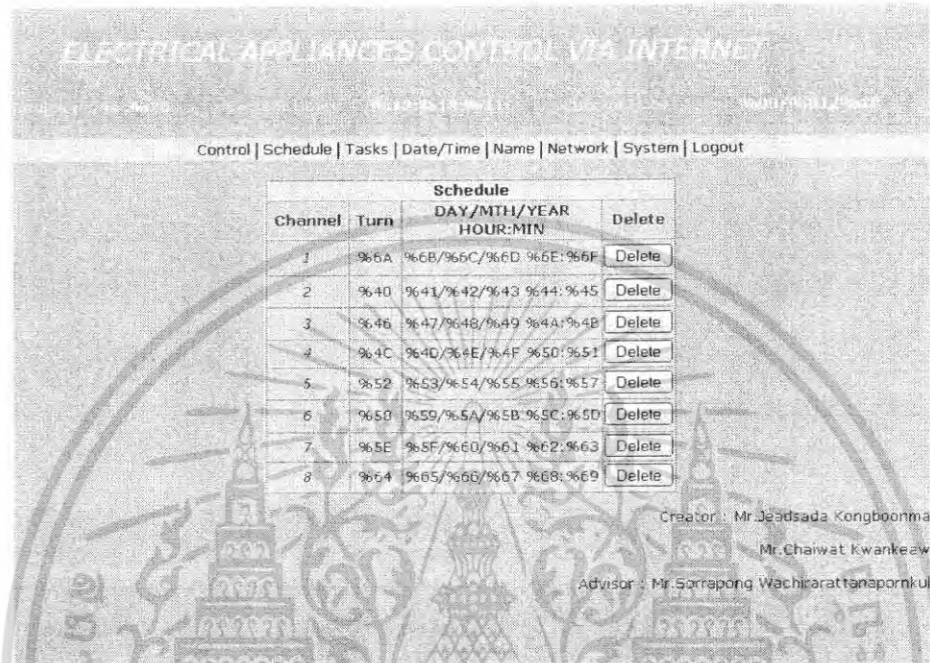
2. หน้าต่างควบคุมการเปิด - ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.12 หน้าต่างการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

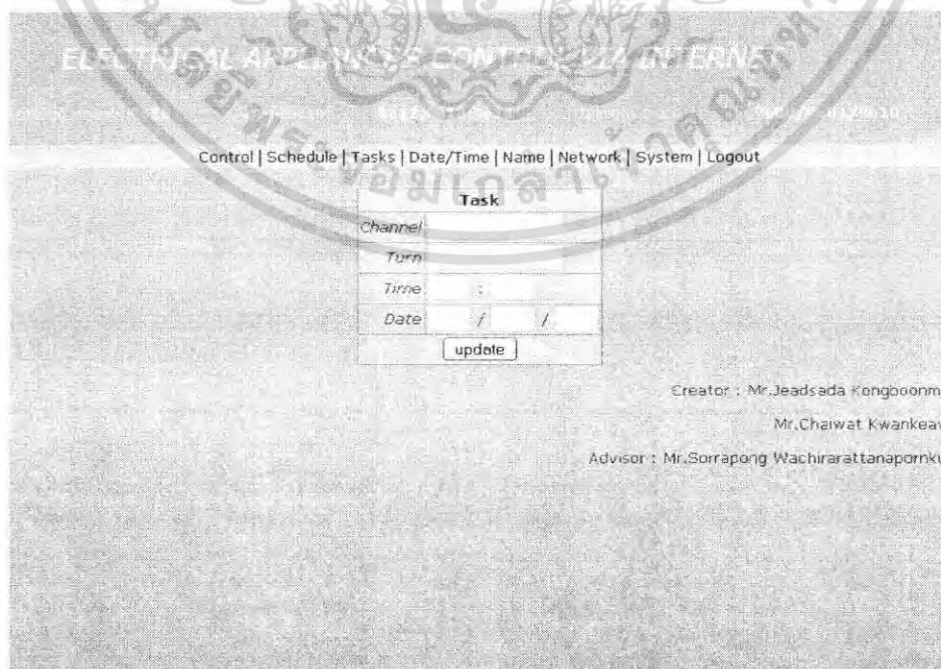
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการวิจัยและพัฒนาเท่านั้นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. หน้าต่างตรวจสอบการทำงานล่วงหน้า



รูปที่ 3.13 หน้าต่างตรวจสอบการทำงานล่วงหน้า

### 4. หน้าต่างควบคุมการเปิด - ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบตั้งเวลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารทลวงนเวสสำหรับกรใช้งานเพอการศึกษาเชกนบ เมอนษาดเทนาเปไซประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 3.14 หน้าต่างควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบตั้งเวลา  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. หน้าต่างตั้งค่าวัน – เวลาของระบบ

ELECTRICAL APPLIANCES CONTROL VIA INTERNET

Control | Schedule | Tasks | Date/Time | Name | Network | System | Logout

Date/Time	
Current date	%00/%01/%10
New date	/ / (dd/mm/yy)
Current time	%12:%13:%11
New time	: ; (hh:mm:ss)
Update	

Creator : Mr. Jeadsada Kongboonma  
Mr. Chaiwat Kwankeaw  
Advisor : Mr. Sorrapong Wachirarattanapornkul

รูปที่ 3.15 หน้าต่างตั้งค่าวัน – เวลาของระบบ

## 6. หน้าต่างเปลี่ยนชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละช่อง

Control | Schedule | Tasks | Date/Time | Name | Network | System | Logout

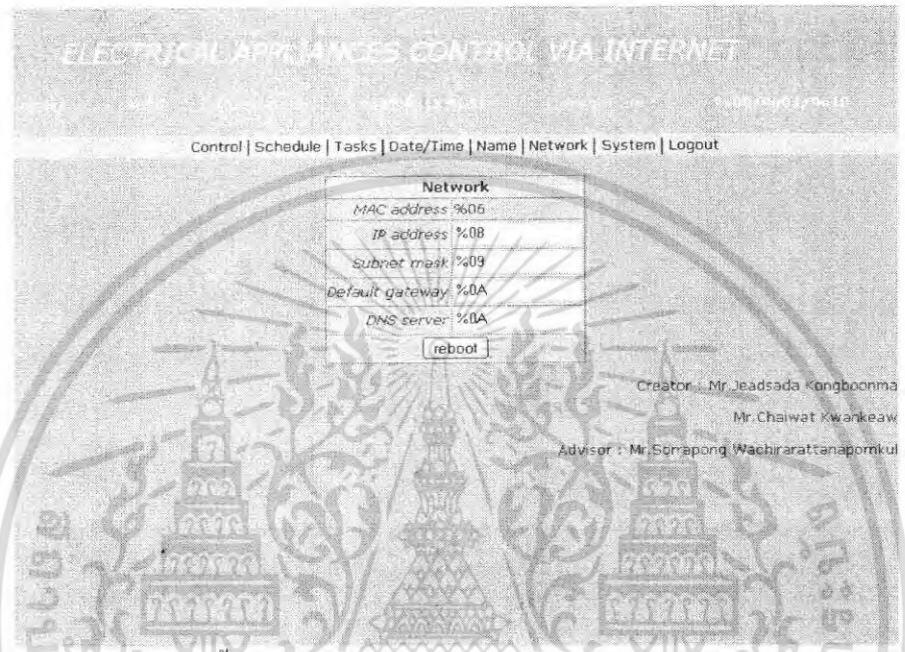
Channel	New Name
1	%02
2	%03
3	%04
4	%0D
5	%0E
6	%20
7	%30
8	%21
Update	

Creator : Mr. Jeadsada Kongboonma  
Mr. Chaiwat Kwankeaw  
Advisor : Mr. Sorrapong Wachirarattanapornkul

รูปที่ 3.16 หน้าต่างเปลี่ยนชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้า

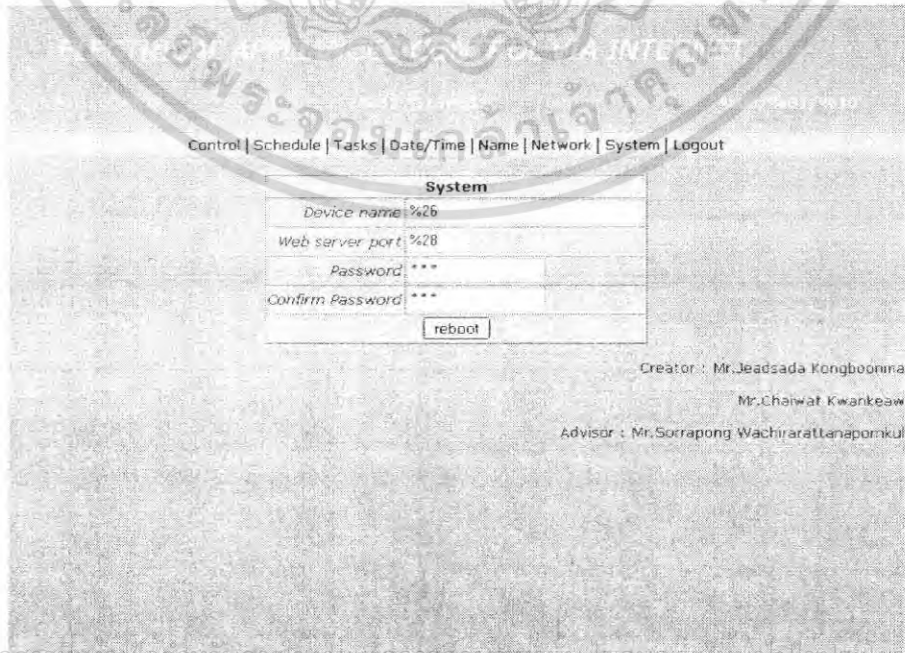
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หน้าต่างสำหรับตั้งค่าและแก้ไข IP address Subnet mask Default gateway DNS server  
ในกรณีที่มีการเปลี่ยน IP address Subnet mask Default gateway DNS server



รูปที่ 3.17 หน้าต่างสำหรับตั้งค่าและแก้ไข IP address Subnet mask Default gateway DNS server

8. หน้าต่างสำหรับตั้งค่าและแก้ไข Device name Password



รูปที่ 3.18 หน้าต่างสำหรับตั้งค่าและแก้ไข Device name Password

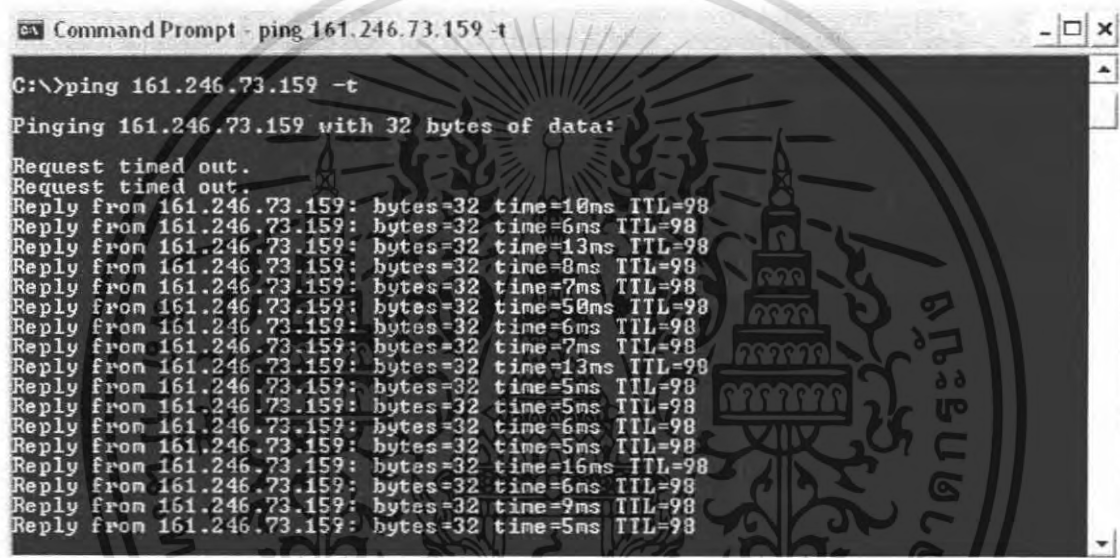
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 การเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ต

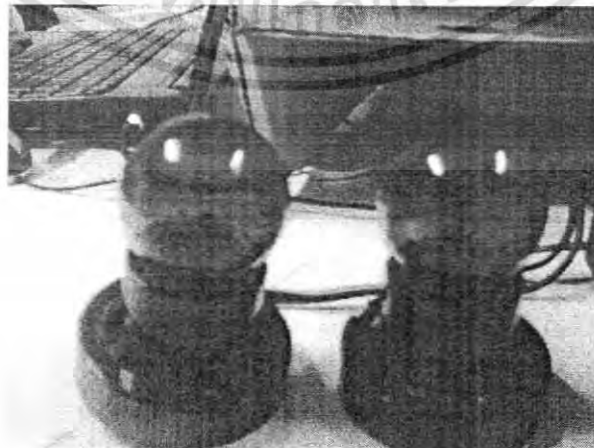
ในการทดลองใช้ IP 161.246.73.159 และได้ทำการทดสอบการเชื่อมต่อ โดยใช้คำสั่ง ping



```
Command Prompt - ping 161.246.73.159 -t
C:\>ping 161.246.73.159 -t
Pinging 161.246.73.159 with 32 bytes of data:
Request timed out.
Request timed out.
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=10ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=6ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=13ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=8ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=7ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=50ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=6ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=7ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=13ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=5ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=5ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=6ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=5ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=16ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=6ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=9ms TTL=98
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=5ms TTL=98
```

รูปที่ 4.1 รูปทดสอบการเชื่อมต่อ โดยการ ping

โดยใช้หลอดไส้สีแดงและสีเขียว ในการทดสอบการทำงาน

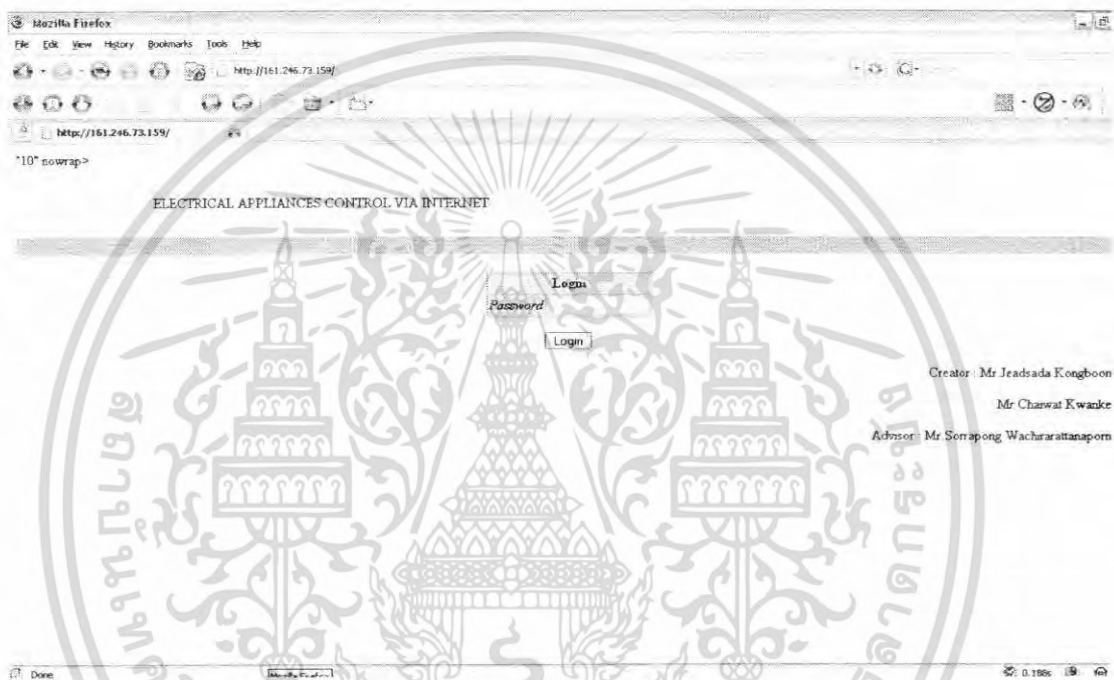


รูปที่ 4.2 หลอดไส้สีแดงและสีเขียวที่ใช้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ต

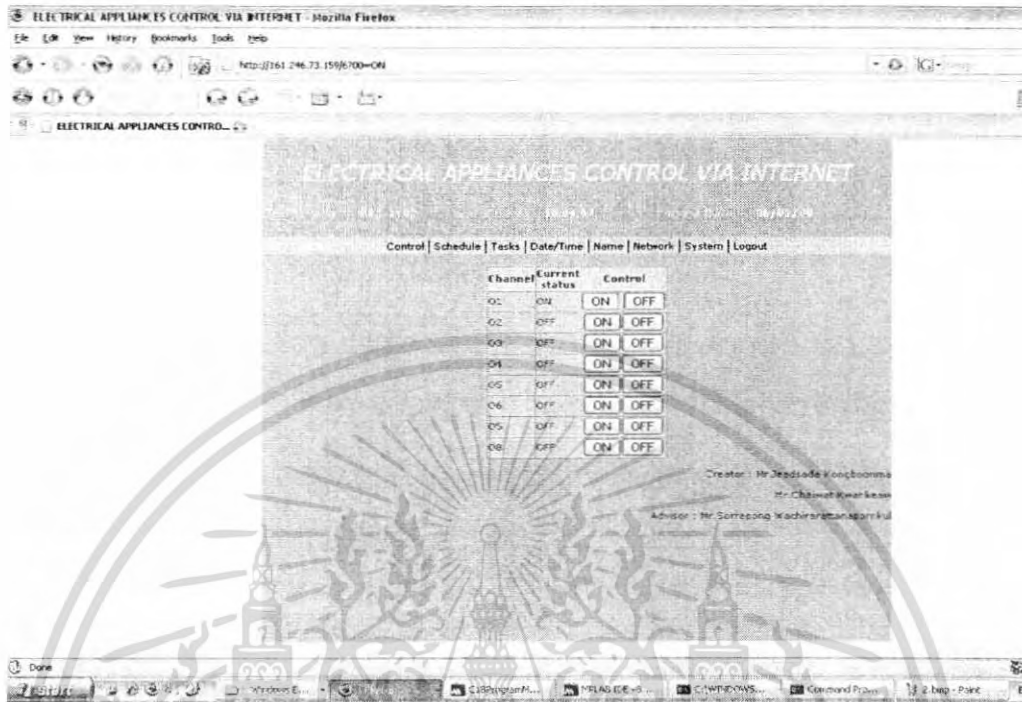
1. เมื่อเปิด web browser ขึ้นมาแล้วการเชื่อมต่อไปยัง IP 161.246.73.159 ก็จะพบหน้าตาต่างแรกเป็นส่วนของการ login หากจะเข้าไปทำการควบคุมเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้อง login โดยการใส่ password เป็นตัวเลขหรือตัวอักษร 4 ตัว



รูปที่ 4.3 หน้าตาแรกของ web page สำหรับ login

2. เมื่อเราได้ทำการ login ก็จะเข้าสู่หน้าการควบคุมเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยจะมีสถานะบอกอยู่ในช่อง current status ว่ามีอุปกรณ์ใดเปิดหรือปิดอยู่บ้าง และเราสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยการกดปุ่ม on หรือ off แต่ถ้าหากต้องการทำการตั้งเวลาเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าก็สามารถกดปุ่ม Tasks

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 หน้าต่างควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้า

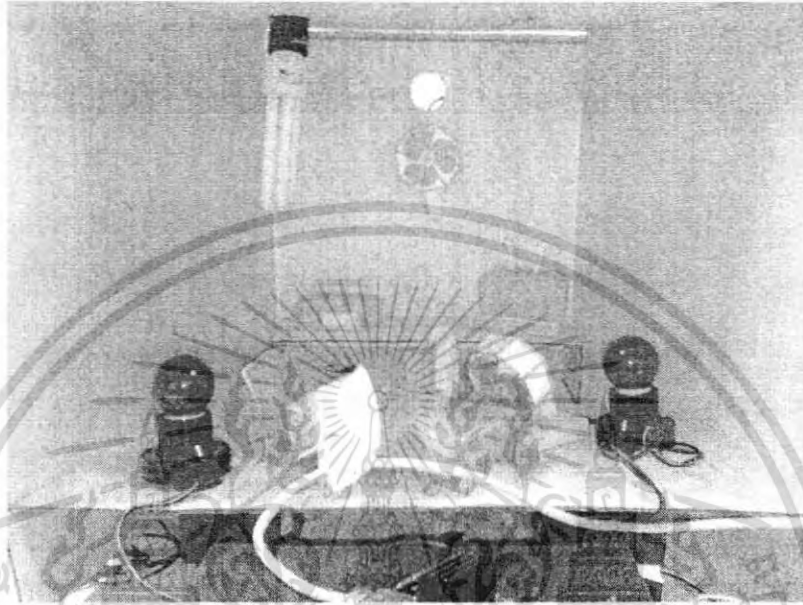
3. หากมีการสั่งเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า LED ในบอร์ดควบคุมก็ติด และเครื่องใช้ไฟฟ้าก็จะถูกเปิด

ขึ้น



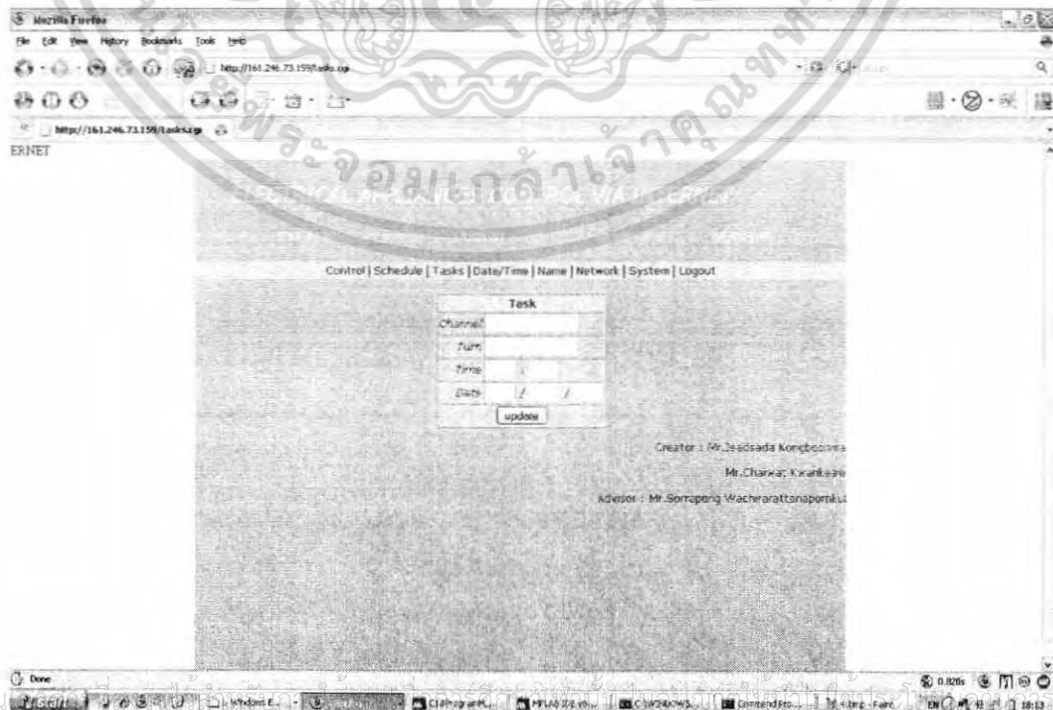
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะด้านการค้า  
**รูปที่ 4.5 LED ติดเมื่อมีการสั่งเปิดอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าถูกเปิดขึ้น**  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หากมีการสั่งปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า LED ในบอร์ดควบคุมก็ดับ และเครื่องใช้ไฟฟ้าก็จะปิด



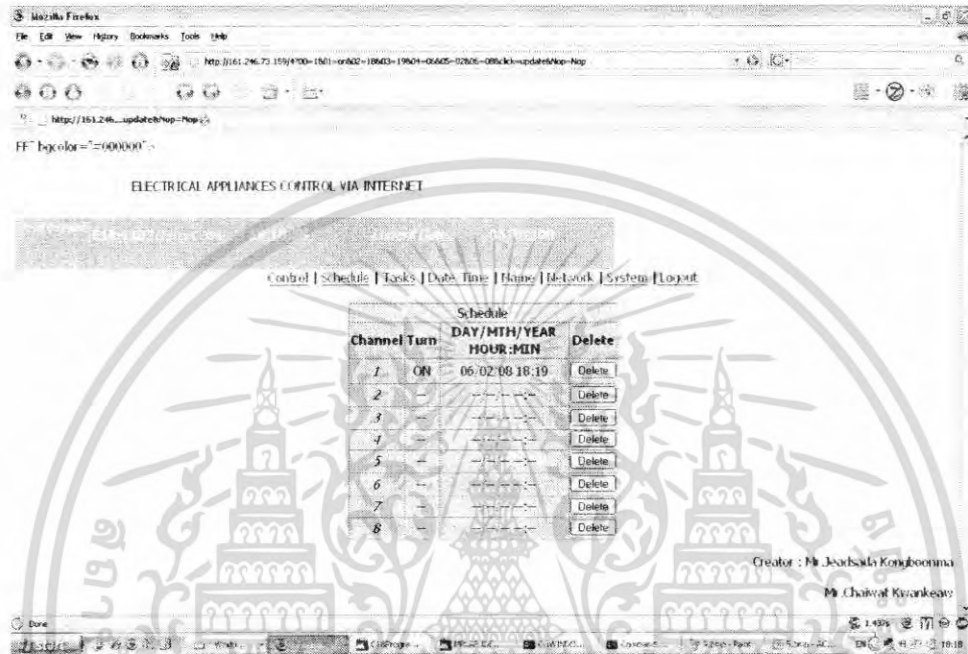
รูปที่ 4.6 LED ดับเมื่อมีการสั่งปิดอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าถูกปิด

5. การควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการหน่วงเวลา สามารถทำได้โดยเมื่อกด Tasks และเลือกช่องที่จะเปิดหรือปิดรวมทั้งวันและเวลา แล้วกด update



เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามรูปที่ 4.7 หน้าต่างควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบตั้งเวลา ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ถ้าต้องการยกเลิกเวลาที่ตั้งไว้สามารถยกเลิกได้โดยไปคูใน Schedule แล้วกด Delete ในตัวที่ต้องการจะยกเลิก



รูปที่ 4.8 หน้าต่างยกเลิกการตั้งเวลาอุปกรณ์ไฟฟ้า

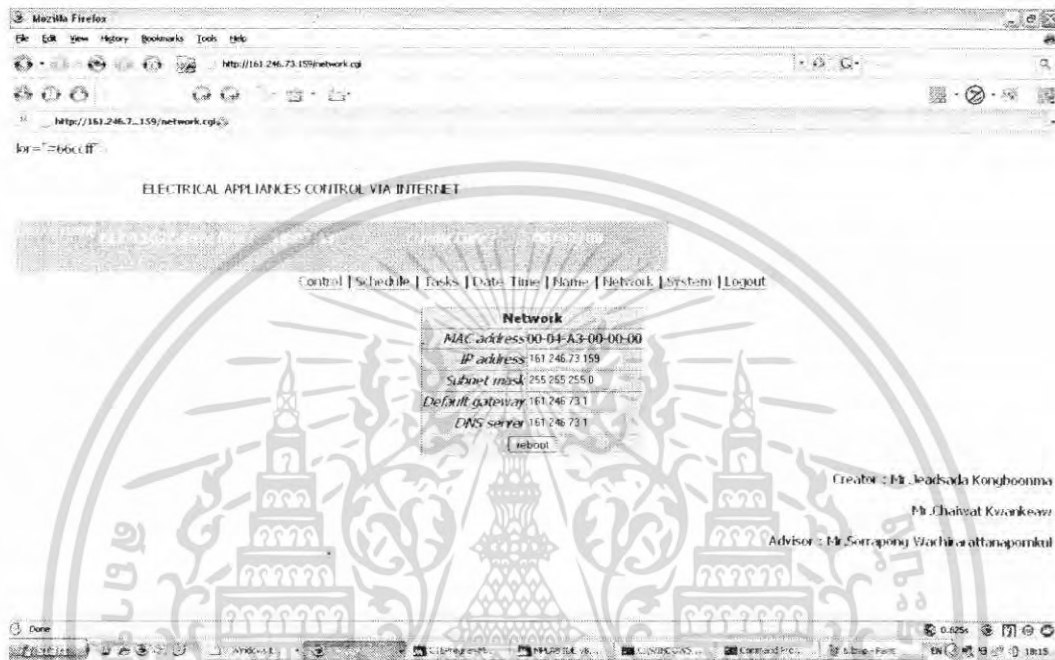
7. เราสามารถตั้งและเปลี่ยนชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยกด Name แล้วตั้งชื่อตามที่เรต้องการ



รูปที่ 4.9 หน้าต่างตั้งและเปลี่ยนชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เราสามารถเปลี่ยน IP address, Subnet mask, Default gateway, DNS server โดยกด Network แล้วใส่ค่าตามที่เราต้องการแล้วกด reboot



รูปที่ 4.10 หน้าต่างเปลี่ยนค่าทาง Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุป

#### 5.1 สรุปการทำปริญญานิพนธ์

1. ได้ทำการออกแบบส่วนการควบคุมหลักและส่วนการทำงาน เพื่อเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่าน ระบบอินเตอร์เน็ต
2. สามารถควบคุมการทำงานเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 8 ช่อง ตามต้องการ
3. สามารถตั้งเวลาการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้

#### 5.2 ข้อจำกัดของการทำปริญญานิพนธ์

ด้วยความสามารถในการประมวลผลและหน่วยความจำของ PIC18F4620 ที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้น โปรแกรมที่สร้างขึ้น (ทั้งในส่วนควบคุมและส่วนติดต่อกับผู้ใช้) จึงต้องใช้หน่วยความจำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งย่อมมีผลต่อความสวยงามและความสามารถพิเศษอื่นๆ ที่ไม่สามารถเพิ่มเติมเข้าไปได้

#### 5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

- ระบบเก็บข้อมูลผู้ใช้งาน (Data store)
- การแสดงผลสถานการณ์ทำงานบนอุปกรณ์ด้วย LCD

## บรรณานุกรม

เดชฤทธิ์ มณีธรรมและสำเร็จ เต็มราม. “คัมภีร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC”. กรุงเทพฯ.  
เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์. 2549

David M. Collopy. “Introduction to C Programming”. USA. Prentice-Hall Inc. 1997.

Jeremy Bentham. “TCP/IP lean : web servers for embedded systems”. USA. CMP  
Books.2002

แหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

<http://www.ljcv.net/projects/index.html>

<http://www.m108.com>

<http://forum.microchip.com/tt.aspx?forumid=173>

<http://www.microchip.com/>

<http://www.thaicert.nectec.or.th/paper/basic/tcp-ip.php>

<http://www.thaiio.com>

[http://www.thaimcu.com/article/getstart/getstart\\_pie.htm](http://www.thaimcu.com/article/getstart/getstart_pie.htm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คุณสมบัติของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

1. ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 220V แบบ 2 phase ได้ 8 ช่อง ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเซิร์ฟเวอร์
2. ตั้งเวลาในการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ไม่จำกัด
3. สามารถเก็บเวลาปัจจุบันได้ โดยไม่ต้องจ่ายไฟฟ้าให้ระบบ
4. สามารถเปลี่ยนชื่ออุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ, รหัสผ่าน, ชื่อระบบ, หมายเลข IP, วันเวลาของระบบได้
5. ใช้ Relay เป็น switch ควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



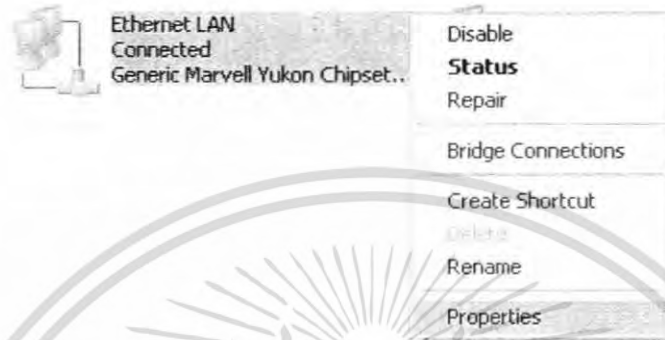
ภาคผนวก ข.

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. การตั้งค่าเริ่มต้น

1.1 เมื่อต่อสาย LAN จากอุปกรณ์เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว ให้เลือก Start -> Control Panel -> Network Connection แล้ว click ขวาที่การเชื่อมต่อแบบ Ethernet -> Properties



รูปที่ ข.1 การตั้งค่าเริ่มต้น

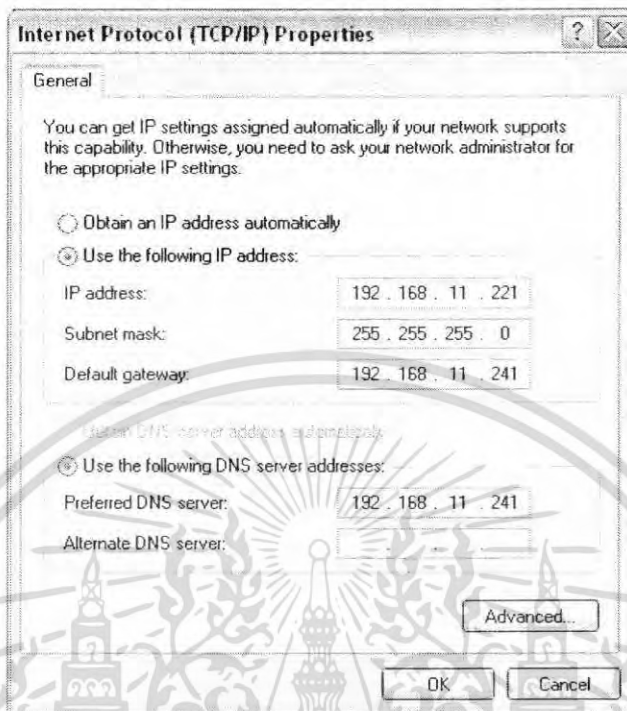
1.2 จากนั้น เลือกที่ Internet Protocol (TCP/IP) แล้วเลือก Properties



รูปที่ ข.2 การตั้งค่าเริ่มต้น (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 จากนั้นให้ใส่ค่าต่างๆ ดังรูป แล้วกด OK



รูปที่ ข.3 การตั้งค่าเริ่มต้น (ต่อ)

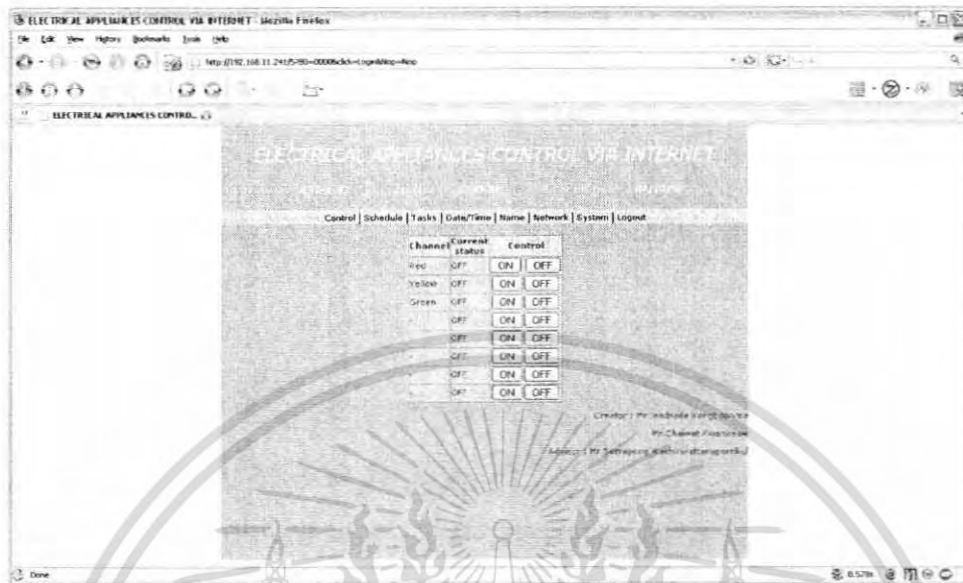
1.4 เปิด Web browser แล้วใส่หมายเลข IP ของอุปกรณ์คือ 192.168.11.241 ลงในช่อง URL



รูปที่ ข.4 การตั้งค่าเริ่มต้น (ต่อ)

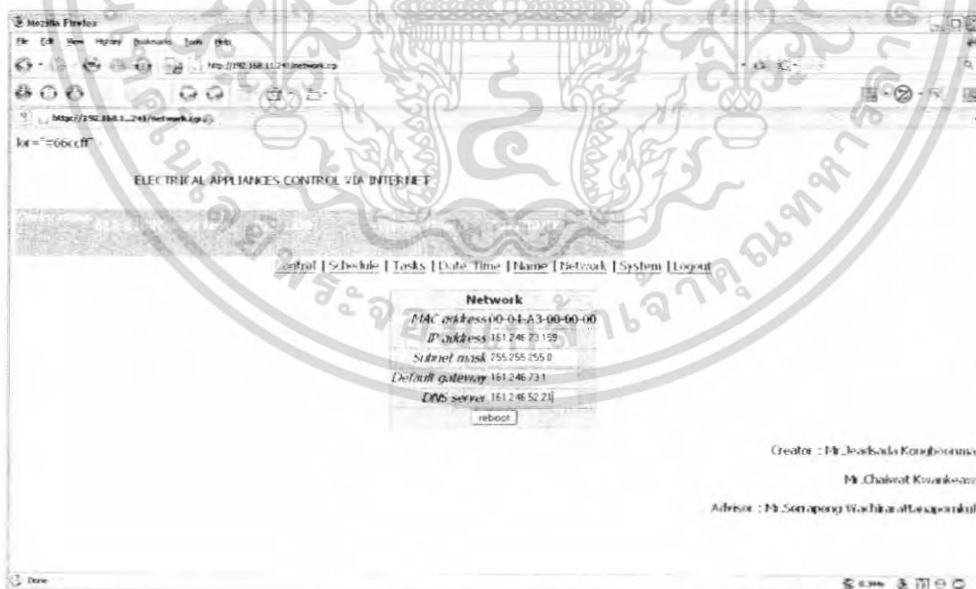
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.5 ใส่ Password “0000” จากนั้นกด Login จะเข้าไปสู่หน้า Control



รูปที่ ข.5 การตั้งค่าเริ่มต้น (ต่อ)

### 1.6 จากนั้น เลือก Network แล้วใส่ค่าต่างๆตามต้องการ โดย IP ที่ใช้ทดสอบคือ 161.246.73.159 แล้วกด Reboot



รูปที่ ข.6 การตั้งค่าเริ่มต้น (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 เมื่อทดลอง ping ดู จะพบว่า หมายเลข IP เปลี่ยนแปลงไปตามต้องการ

```

Command Prompt - ping 192.168.11.241 -t
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=3ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=4ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=3ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=3ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=3ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=3ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=3ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=3ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=3ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=2ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=4ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=3ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=3ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=3ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=2ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=3ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=2ms TTL=100
Reply from 192.168.11.241: bytes=32 time=3ms TTL=100
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=2ms TTL=100
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=4ms TTL=100
Reply from 161.246.73.159: bytes=32 time=3ms TTL=100

```

รูปที่ ข.7 การตั้งค่าเริ่มต้น (ต่อ)

## 2. การส่งงานผ่านเว็บ

หลังจากทำการ Login แล้ว จะพบหน้าตาต่างๆดังนี้

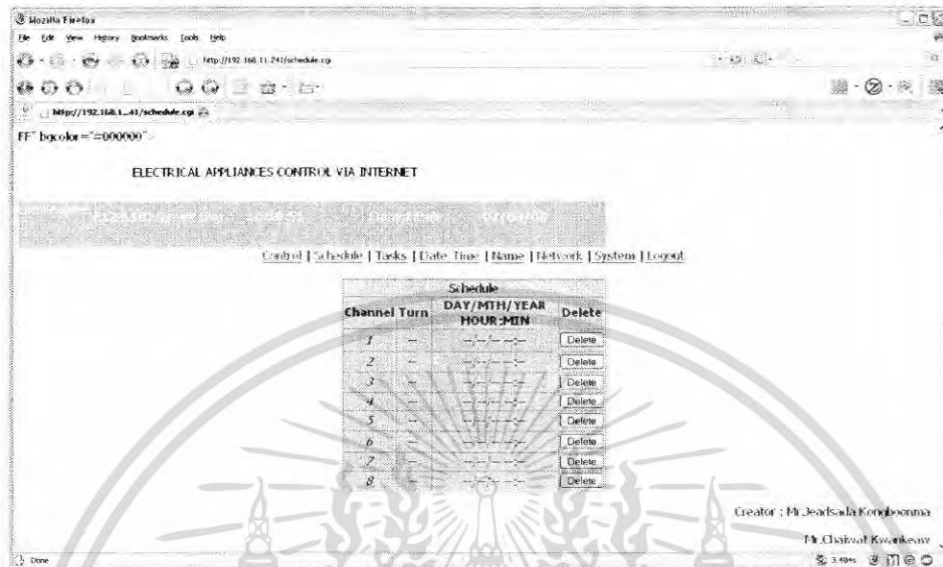
2.1 Control บล็อกเครื่องใช้ ไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่ในแต่ละ channel พร้อมทั้งปุ่ม ON,OFF ซึ่งใช้ในการสั่งเปิดปิดทันที



รูปที่ ข.8 การส่งงานผ่านเว็บ

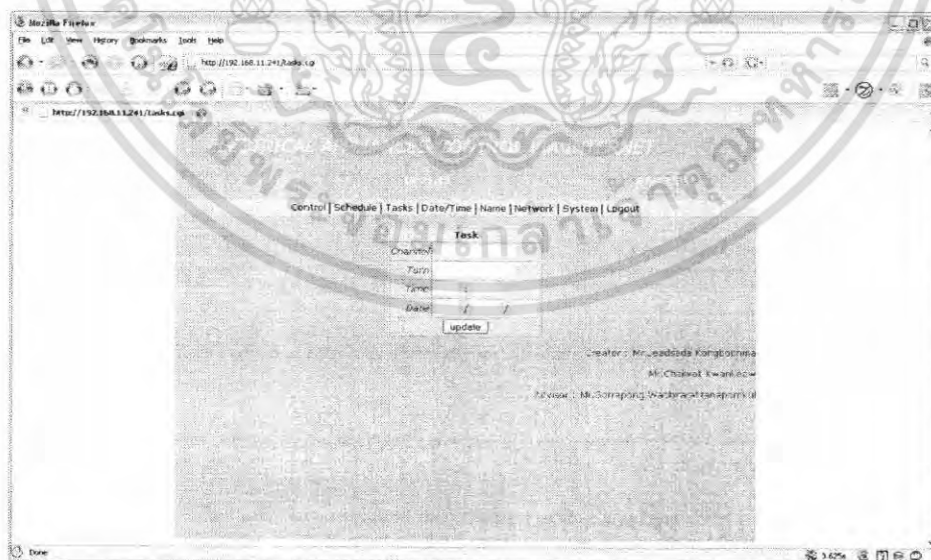
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Schedule แสดงวันเวลาการทำงานล่วงหน้าที่ตั้งไว้แล้ว พร้อมทั้งปุ่ม Delete เพื่อใช้ลบการตั้งเวลาที่ตั้งไว้แล้ว



รูปที่ ข.9 การส่งงานผ่านเว็บ (ต่อ)

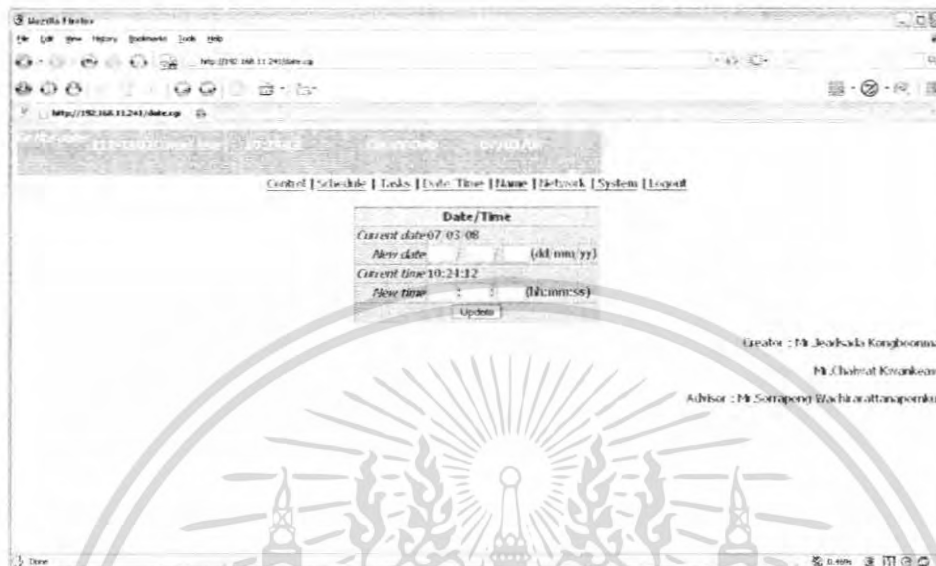
2.3 Tasks ใช้สำหรับตั้งเวลาการทำงานล่วงหน้า โดยในช่อง Channel ให้ใส่หมายเลข channel / ช่อง Turn ให้ใส่ ON หรือ OFF / ช่อง Time ให้ใส่ ชั่วโมง:นาที ที่ต้องการ / ช่อง Date ให้ใส่ วัน/เดือน/ปี ที่ต้องการ หลังจากนั้นให้กด Update เพื่อยืนยันการตั้งเวลา



รูปที่ ข.10 การส่งงานผ่านเว็บ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Date / Time เป็นการตั้งเวลาของระบบ เพื่อใช้ในการตั้งเวลาทำงานล่วงหน้า โดยเวลาที่ตั้งนี้ จะคงอยู่แม้ว่าจะปิดเครื่องแล้วก็ตาม เนื่องจากใช้ battery ภายในตัว



รูปที่ ข.11 การส่งงานผ่านเว็บ (ต่อ)

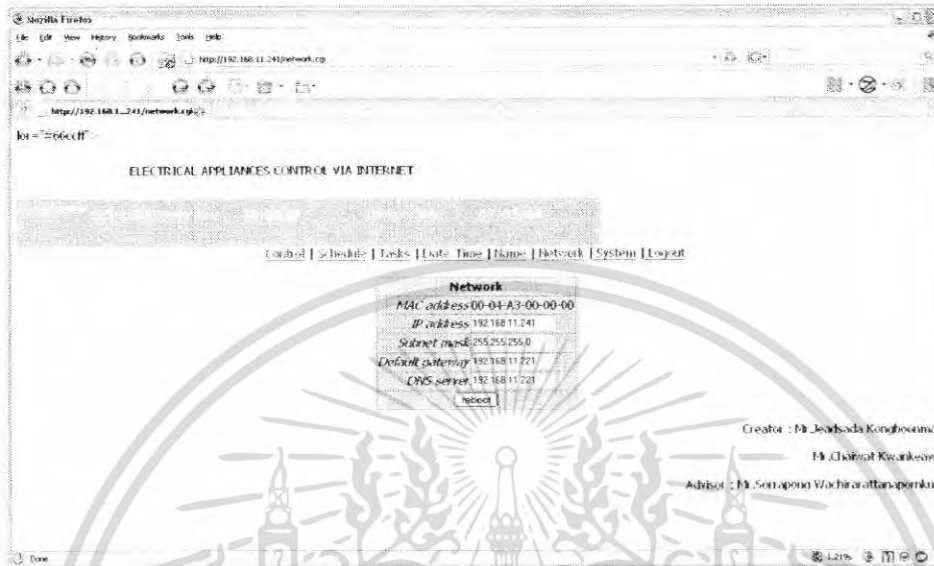
2.5 Name ใช้ในการเปลี่ยนชื่ออุปกรณ์ในแต่ละ channel พร้อมปุ่ม Update เพื่อยืนยันการเปลี่ยนชื่อ



รูปที่ ข.12 การส่งงานผ่านเว็บ (ต่อ)

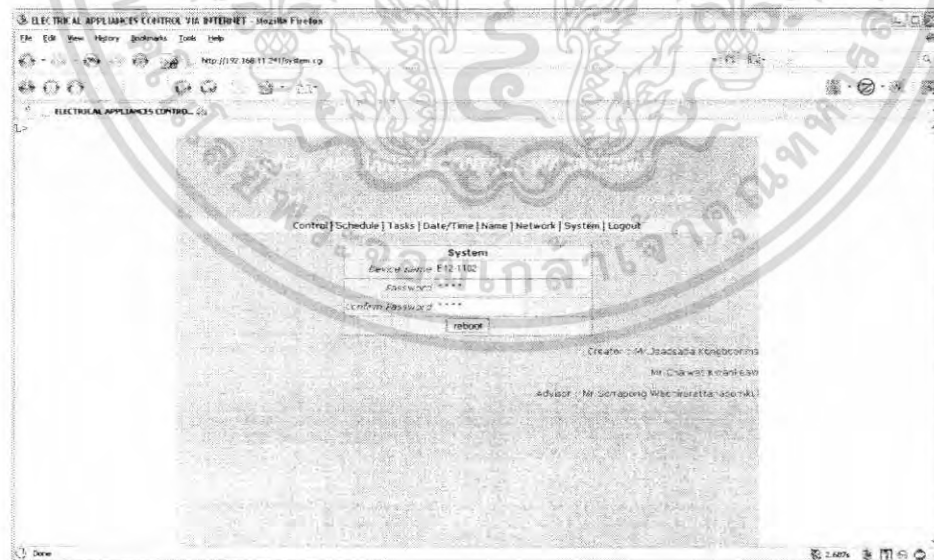
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Network ใช้ในการเปลี่ยนค่าทาง Network ต่างๆ พร้อมทั้งปุ่ม reboot เพื่อใช้ยืนยันค่าที่ตั้งไว้ และเริ่มระบบใหม่อีกครั้ง



รูปที่ ข.13 การสั่งงานผ่านเว็บ (ต่อ)

2.7 System ใช้ในการเปลี่ยนชื่อตำแหน่งอุปกรณ์ ในกรณีมีหลายเครื่อง และเปลี่ยน Password ของระบบ พร้อมทั้งปุ่ม reboot เพื่อใช้ยืนยันค่าที่ตั้งไว้ และเริ่มระบบใหม่อีกครั้ง



รูปที่ ข.14 การสั่งงานผ่านเว็บ (ต่อ)

2.8 Logout ใช้ในการ Logout ออกไปสู่อินเตอร์เน็ตอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

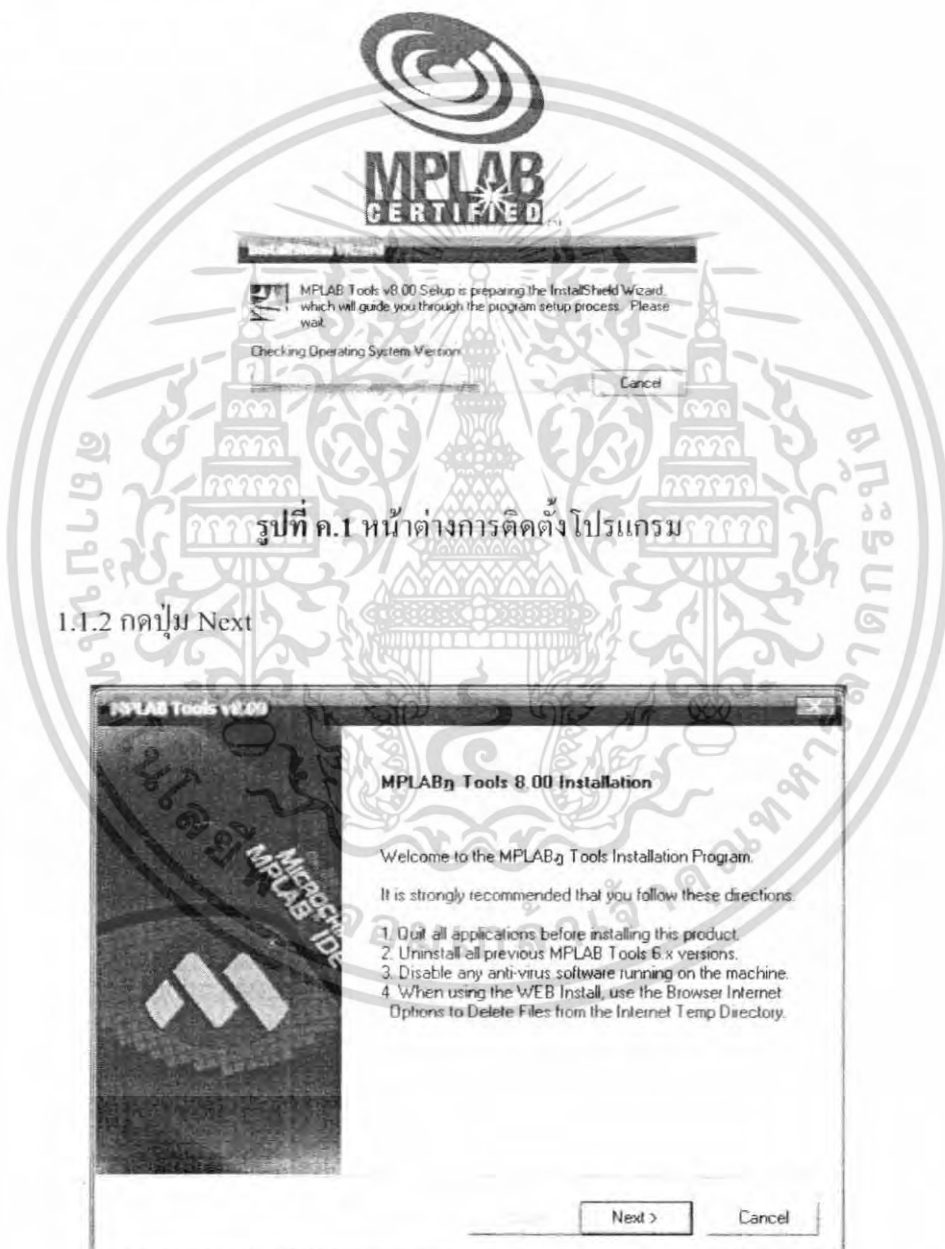


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

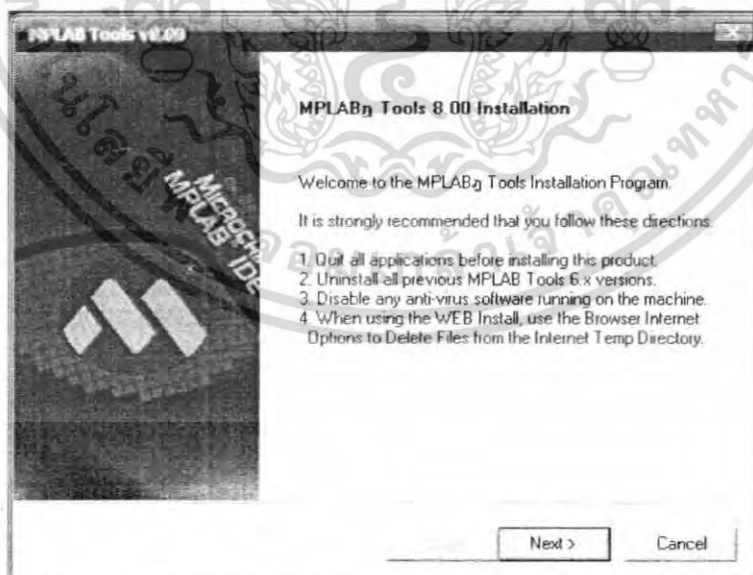
## 1. คู่มือการติดตั้งโปรแกรม

### 1.1 MPLAB และ โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

1.1.1 ใน folder program เข้าไปยัง MPLAB\_v8 เลือก Install\_MPLAB\_v8.exe เพื่อทำการติดตั้ง รอสักครู่ เพื่อเตรียมตัวติดตั้งโปรแกรม



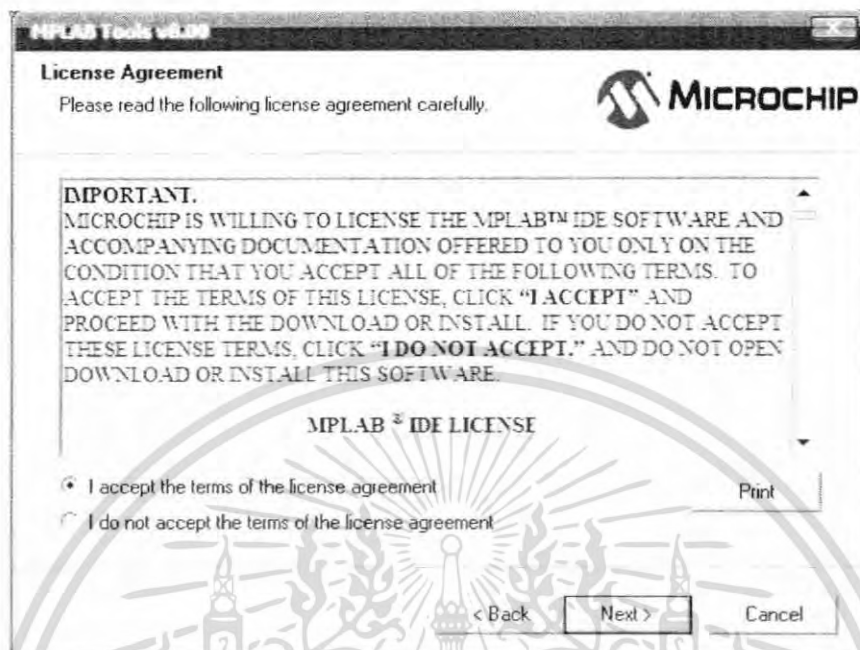
### 1.1.2 กดปุ่ม Next



รูปที่ ค.2 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.1.3 เลือก “I accept the terms of the license agreement” แล้วคลิกปุ่ม Next



รูปที่ ๓.3 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

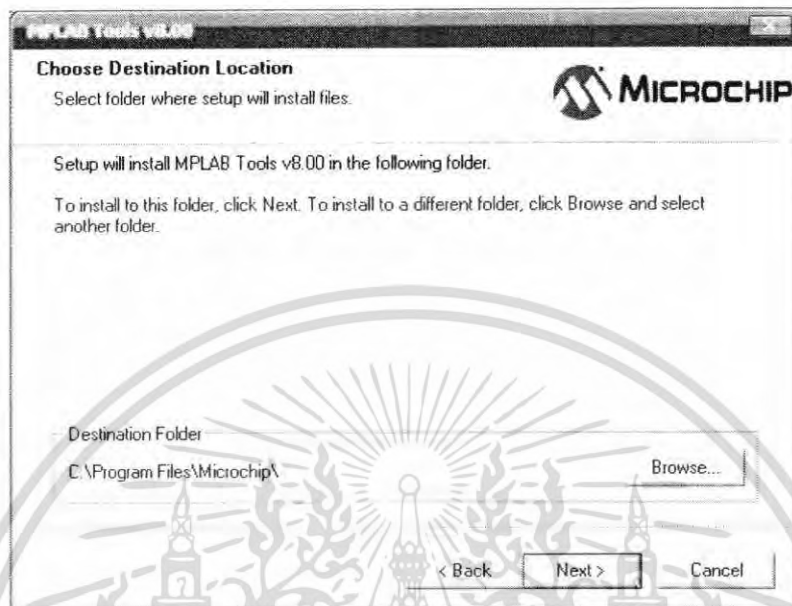
### 1.1.4 เลือก “Complete” เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรมอย่างสมบูรณ์ แล้วคลิกปุ่ม Next



รูปที่ ๓.4 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.5 เลือกตำแหน่งที่ต้องการลงโปรแกรม (ไม่ควรเปลี่ยนตำแหน่งที่ตั้ง เนื่องจากคู่มือการใช้งานจะอ้างอิงกับตำแหน่งที่ให้มาตอนเริ่มต้น) แล้วกดปุ่ม Next



รูปที่ ก.5 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

1.1.6 โปรแกรมจะแสดงรายละเอียดต่างๆที่จะทำการติดตั้ง กดปุ่ม Next



รูปที่ ก.6 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

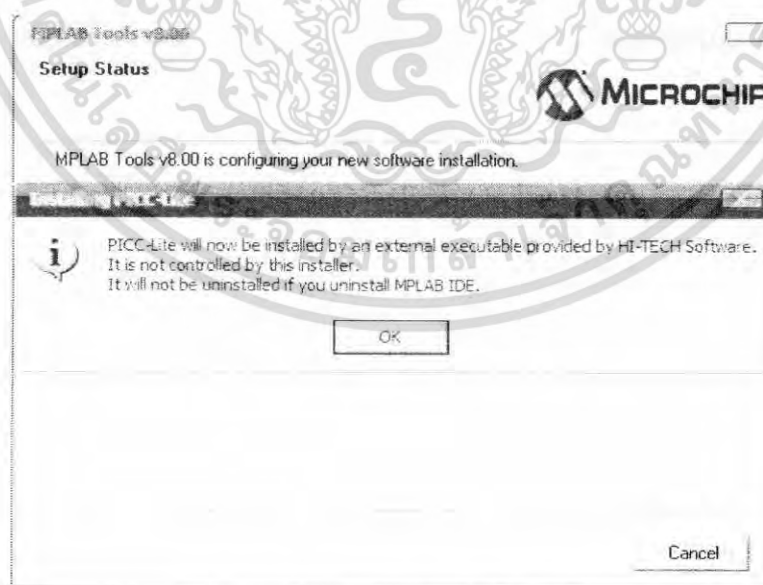
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.1.7 รอสักครู่ ระหว่างการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ก.7 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

1.1.8 เมื่อทำการติดตั้งโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะให้เลือกว่าจะลงโปรแกรม PICC-Lite หรือไม่ กดปุ่ม OK



รูปที่ ก.8 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

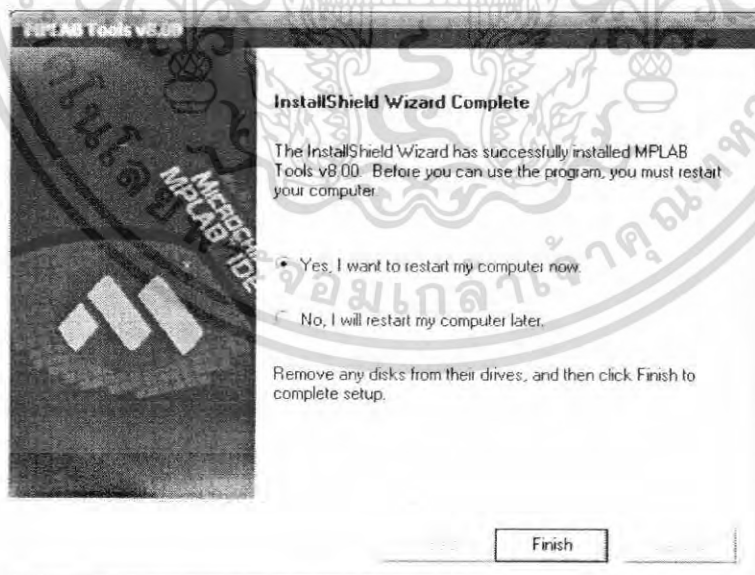
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.9 โปรแกรมนี้ไม่จำเป็นต้องใช้งาน กดปุ่ม Cancel แล้วกด Yes (แต่หากต้องการลงโปรแกรมนี้ ให้กด Next)



รูปที่ ค.9 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

1.1.10 เลือก “Yes, I want to restart my computer now.” เพื่อทำการ restart เครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วกดปุ่ม Finish



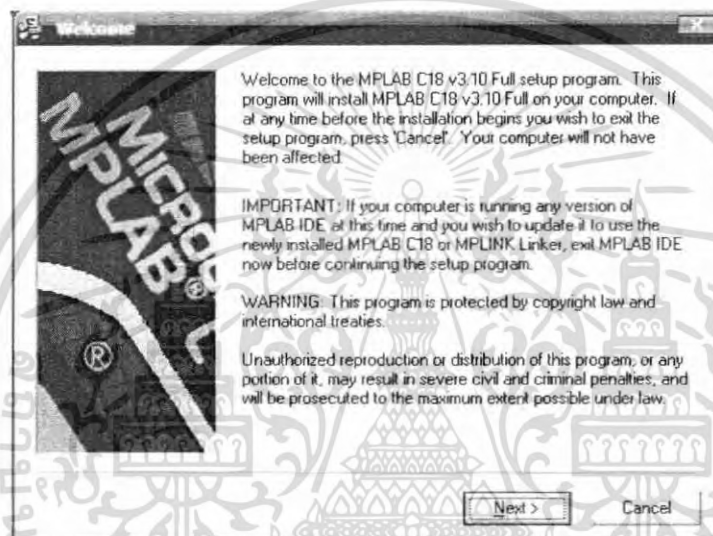
รูปที่ ค.10 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

1.1.11 ติดตั้ง MPLAB-C18 ซึ่งอยู่ใน folder setup แล้วเลือก MPLAB-C18-Full-v3\_10.exe รอสักครูเพื่อเตรียมตัวติดตั้งโปรแกรมการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



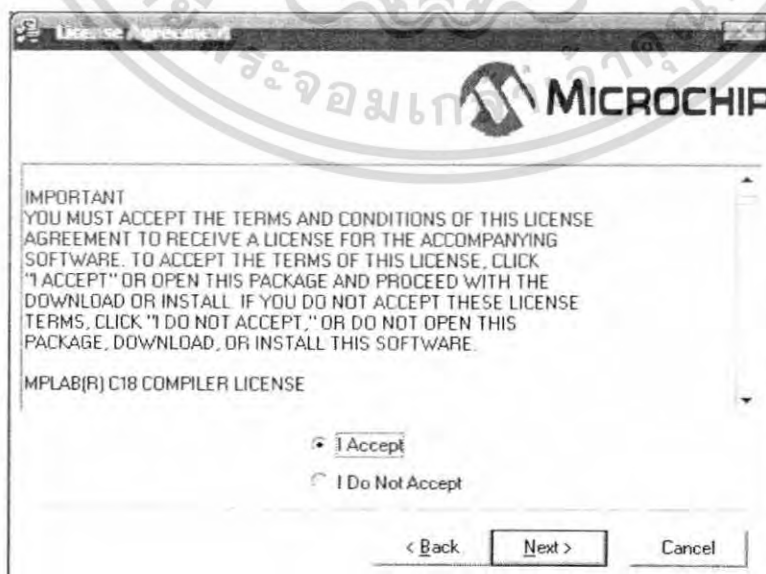
รูปที่ ค.11 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

#### 1.1.12 หน้าต่างต้อนรับ กดปุ่ม Next



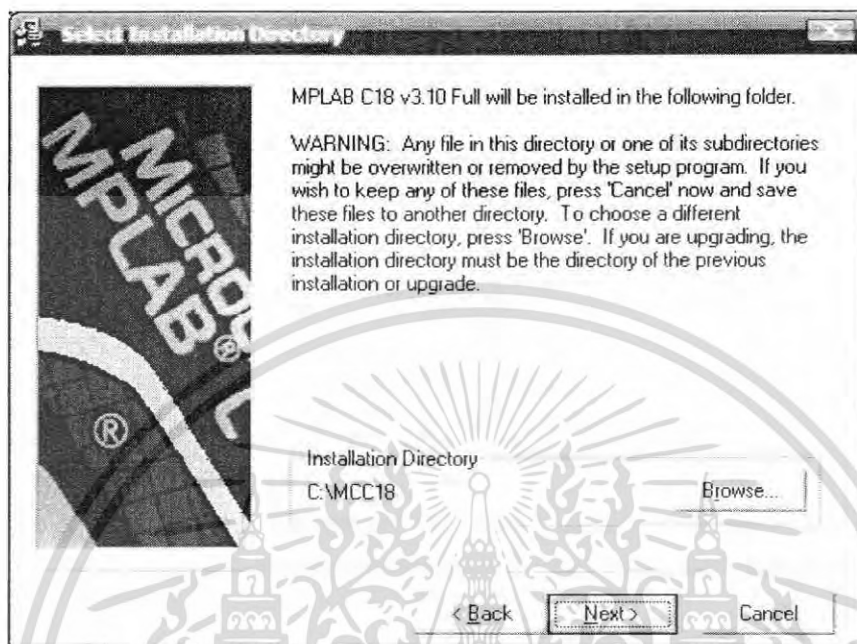
รูปที่ ค.12 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

#### 1.1.13 เลือก "I Accept" แล้วกดปุ่ม Next



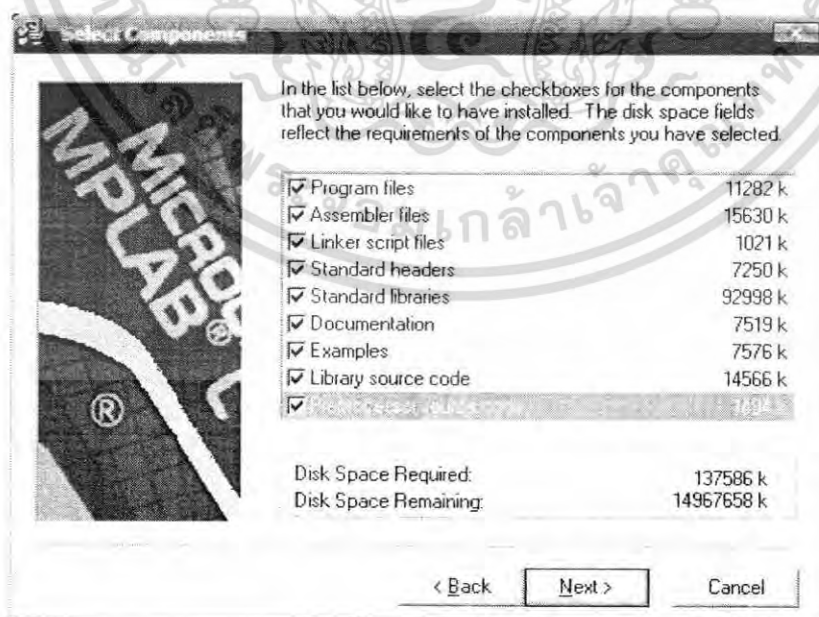
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ ค.13 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.14 เลือกตำแหน่งที่ต้องการลง โปรแกรม (ไม่ควรเปลี่ยนตำแหน่งที่ตั้ง เนื่องจากคู่มือการใช้งานจะอ้างอิงกับตำแหน่งที่ให้มาตอนเริ่มต้น) แล้วกดปุ่ม Next



รูปที่ ค.14 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

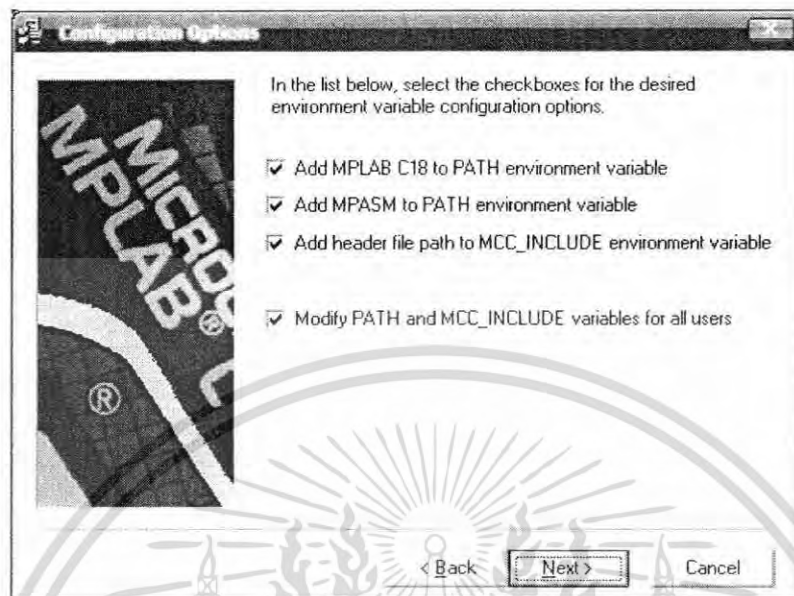
1.1.15 เลือกส่วนประกอบของโปรแกรมที่ต้องการติดตั้ง (แนะนำให้เลือกทั้งหมด) แล้วกดปุ่ม Next



รูปที่ ค.15 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

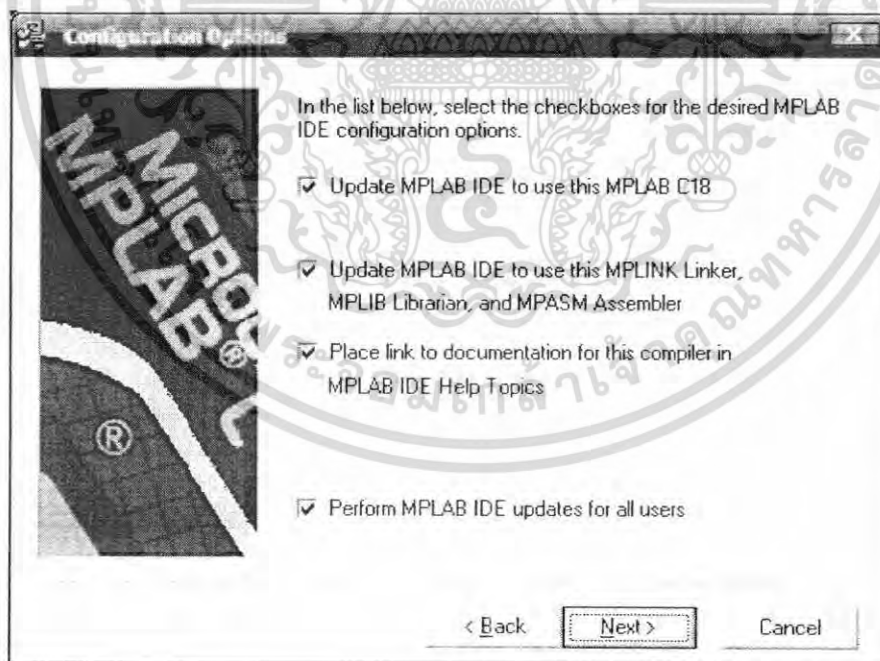
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.16 เลือกการตั้งค่า environment variable (แนะนำให้เลือกทั้งหมด) แล้วกดปุ่ม Next



รูปที่ ค.16 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

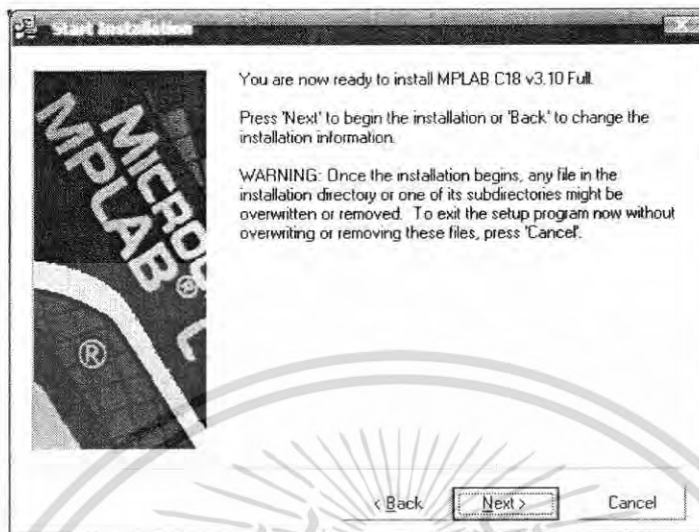
1.1.17 เลือกการตั้งค่าอื่นๆ (แนะนำให้เลือกทั้งหมด) แล้วกดปุ่ม Next



รูปที่ ค.17 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

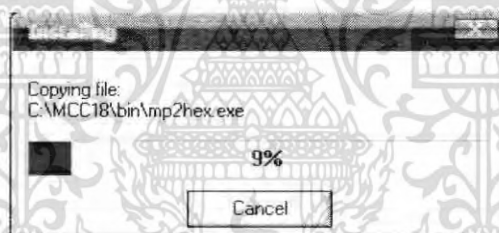
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.1.18 เตรียมตัวติดตั้งโปรแกรม กดปุ่ม Next



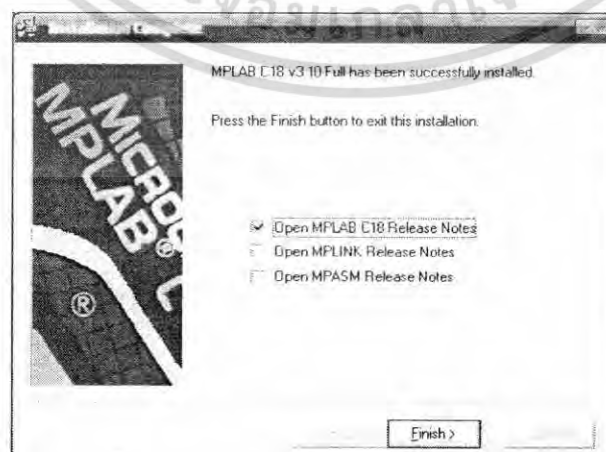
รูปที่ ค.18 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

### 1.1.19 รอสักครู่ ระหว่างการติดตั้งโปรแกรม



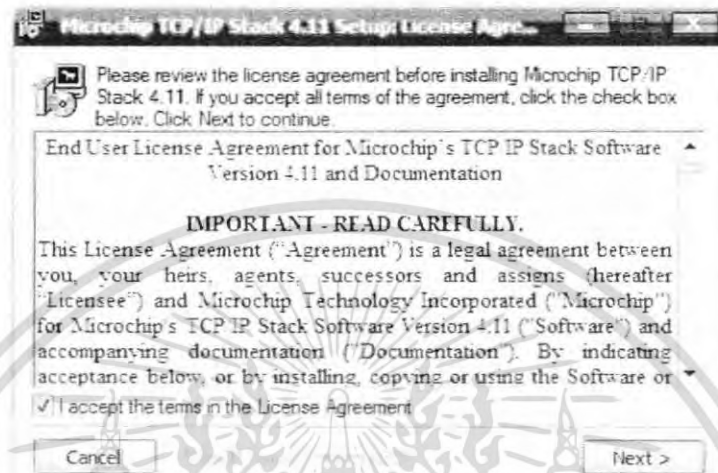
รูปที่ ค.19 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

### 1.1.20 เลือก note ที่ต้องการอ่าน แล้วกดปุ่ม Finish



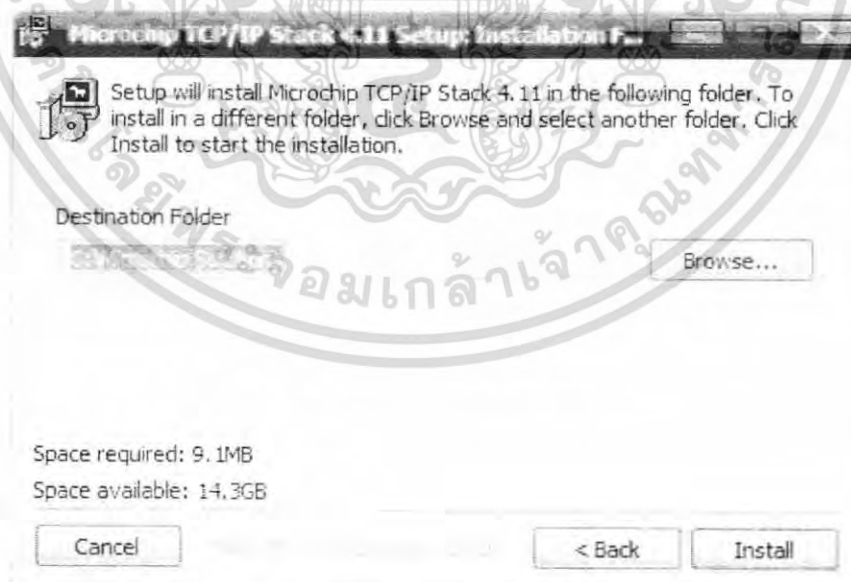
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของบริษัทไมโครชิพ โปรดอย่าเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.21 ติดตั้ง TCPIPStack ซึ่งอยู่ใน folder TCPIPStack 4.11 แล้วเลือก TCPIPStack 4.11.exe เลือก “I accept the terms in the License Agreement” แล้วคลิกปุ่ม Next รอสักครู่เพื่อเตรียมตัวติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ก.21 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

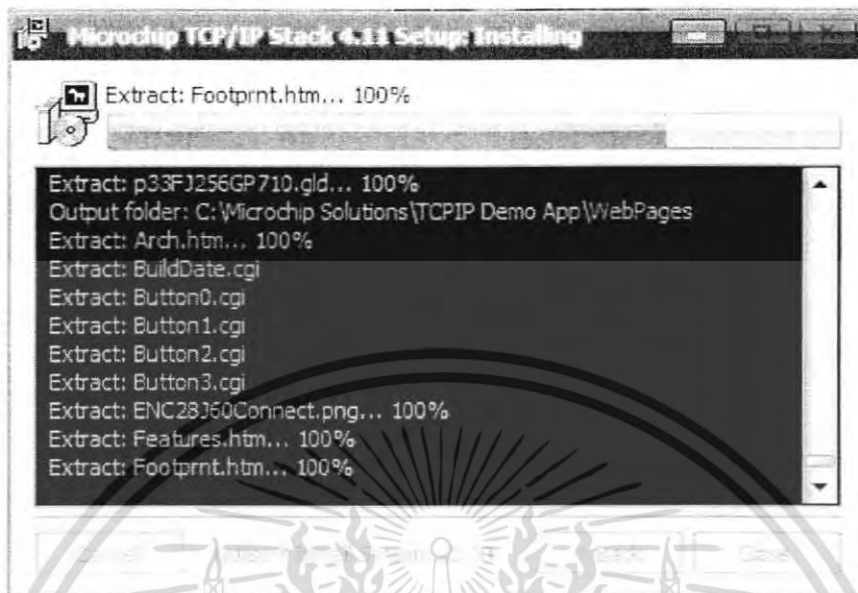
1.1.22 เลือกตำแหน่งที่ต้องการลงโปรแกรม (ไม่ควรเปลี่ยนตำแหน่งที่ตั้ง เนื่องจากคู่มือการใช้งานจะอ้างอิงกับตำแหน่งที่ให้มาตอนเริ่มต้น) แล้วคลิกปุ่ม Install



รูปที่ ก.22 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

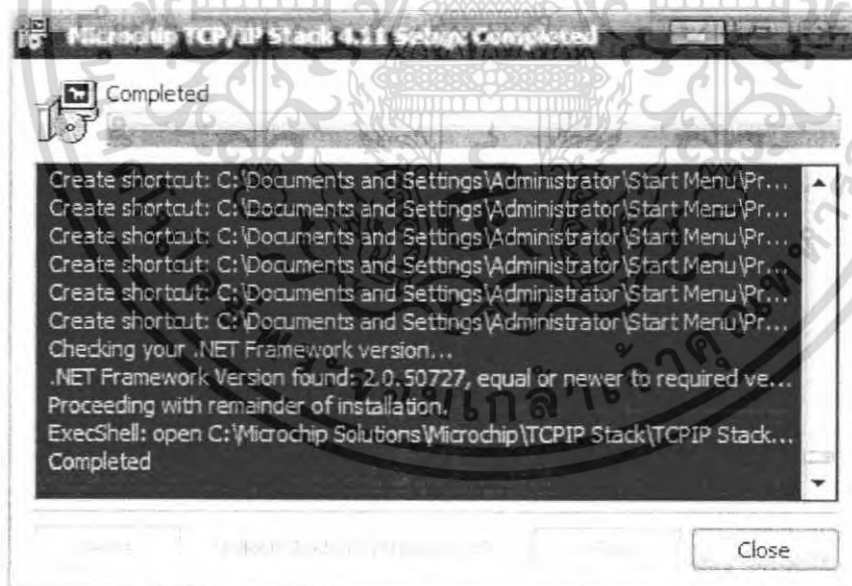
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.1.23 รอสักครู่ ระหว่างการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ก.23 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

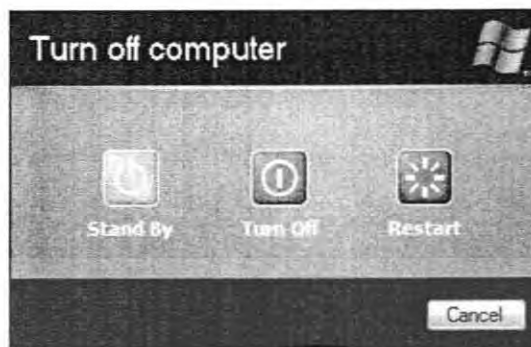
### 1.1.24 เมื่อทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม Close



รูปที่ ก.24 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.25 restart เครื่องคอมพิวเตอร์อีกครั้งเพื่อให้การติดตั้งเสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์



รูปที่ ค.25 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

1.1.26 สามารถเรียกใช้โปรแกรมได้จาก shortcut MPLAB IDE V8.00 บน desktop



รูปที่ ค.26 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

## 1.2 PICKIT 2

1.2.1 ใน folder program เข้าไปยัง ET-PGMPIC USB -> PICKIT 2 Setup v2.30 เลือก

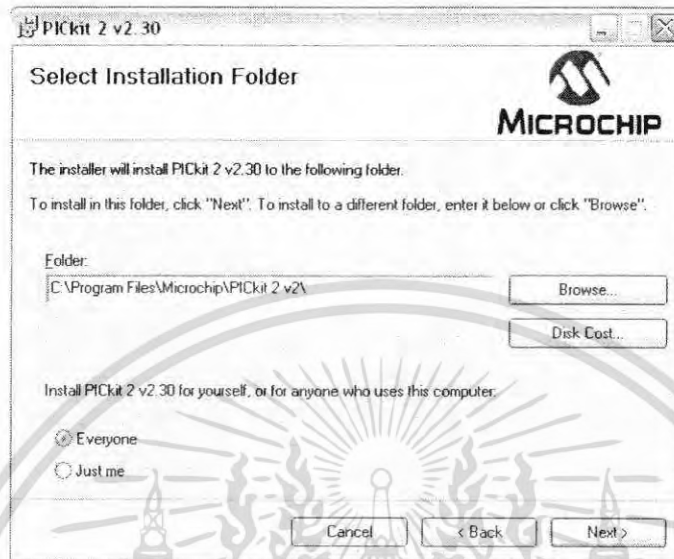
PICKIT2Setup.msi เพื่อทำการติดตั้ง กดปุ่ม Next



รูปที่ ค.27 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 เลือกตำแหน่งที่ต้องการลงโปรแกรม (ไม่ควรเปลี่ยนตำแหน่งที่ตั้ง เนื่องจากคู่มือการใช้งานจะอ้างอิงกับตำแหน่งที่ให้มาตอนเริ่มต้น) แล้วกดปุ่ม Next



รูปที่ ค.28 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

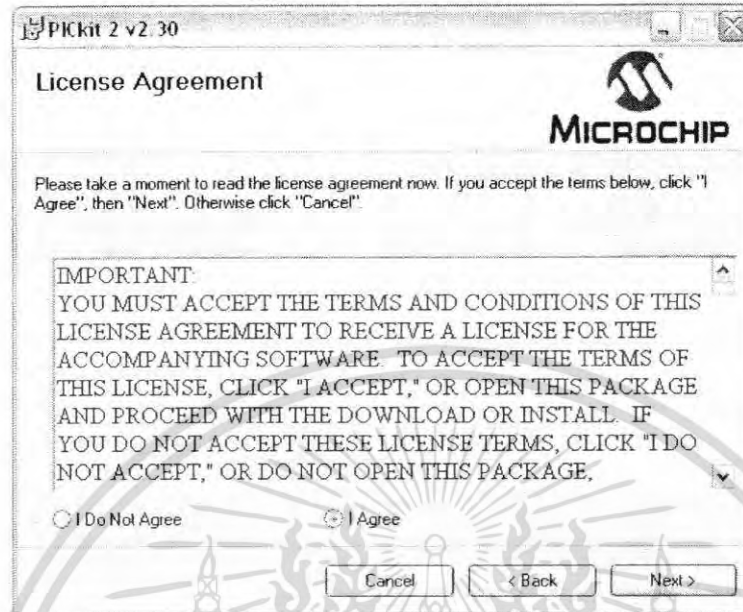
1.2.3 กดปุ่ม Next



รูปที่ ค.29 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.2.4 เลือก "I Agree" แล้วกดปุ่ม Next



รูปที่ ก.30 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

### 1.2.5 รอสักครู่ เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ก.31 หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.2.6 เมื่อติดตั้งเสร็จสิ้น กดปุ่ม “Close”



รูปที่ ก.32 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)

### 1.2.7 สามารถเรียกใช้โปรแกรมได้จาก shortcut PICkit 2 v2.30 บน desktop



รูปที่ ก.33 หน้าต่างการติดตั้ง โปรแกรม (ต่อ)



## 2. ขั้นตอนการทำเว็บ

ใช้โปรแกรม Dreamweaver ในการสร้างเว็บเพจนั้น File ที่ PIC18F4620 สามารถรองรับเพื่อแสดงผลบนเว็บเพจได้ ได้แก่นามสกุล .txt , .htm , .gif , .cgi , .jpg , .cla และ .wav โดยในโครงงานนี้จะใช้ 2 นามสกุล ได้แก่ .htm และ .cgi

.htm ใช้สำหรับเว็บเพจที่ไม่ต้องมีการแสดงค่าตัวแปร ซึ่งก็คือ หน้า Login ส่วนfile ประกอบ .htm ในที่นี้คือ .css นั้น จะทำการแนบไปใน folder เดียวกับเว็บเพจ และจะส่ง file นี้ไปพร้อมกับ .htm เมื่อผู้ใช้เรียกใช้งาน ซึ่งจะมีการใช้งานในช่วงนั้น เพียงแต่ PIC18F4620 ไม่สามารถเปิดใช้งานได้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.cgi ใช้สำหรับเว็บเพจที่ต้องการรับ/ส่งค่าตัวแปรกับเว็บเพจ (ทำงานแบบ dynamic webpage) แต่เนื่องจาก function ต่างๆใน file นามสกุล .cgi ไม่สามารถแสดงผลได้ในโปรแกรม Dreamweaver การสร้างเว็บเพจโดยเป็น .cgi จึงทำได้ยาก จึงแนะนำให้สร้างเป็น .htm ก่อน แล้วเมื่อจะนำไปใช้งานในโปรแกรมค่อยเปลี่ยนนามสกุลให้เป็น .cgi โดยการ rename

 control.htm →  control.cgi

### รูปที่ ก.34 ขั้นตอนการทำเว็บ

โดยให้ใส่ตำแหน่งที่ต้องการแสดงค่าตัวแปรทั้งการรับ/แสดงค่า เป็น “%XX” โดยที่ % แทนตัวอักษรที่ใช้ในการอ้างอิงตัวแปร และ XX แทนตัวเลขสองหลักที่อ้างอิงถึงตำแหน่งตัวแปร ซึ่งทั้งสองค่านี้สามารถเปลี่ยนในโปรแกรมได้ เช่น

### รูปที่ ก.35 ขั้นตอนการทำเว็บ (ต่อ)

เมื่อนำไปแสดงผลในเว็บเพจผ่าน PIC แล้ว จะได้เป็น

### รูปที่ ก.36 ขั้นตอนการทำเว็บ (ต่อ)

## 3. การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (file MPFS)

เพื่อให้ใช้งานเว็บเพจและส่วนประกอบต่างๆใน PIC ได้ จะต้องแปลงเว็บเพจเป็น Microchip File System (MPFS) ก่อน

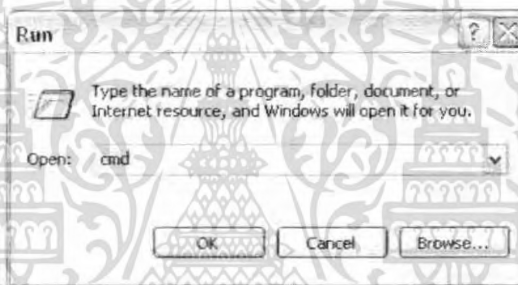
3.1 หลังจากการสร้างเว็บเพจและส่วนประกอบต่างๆของเว็บเพจครบแล้ว ให้รวบรวมอยู่ใน folder เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



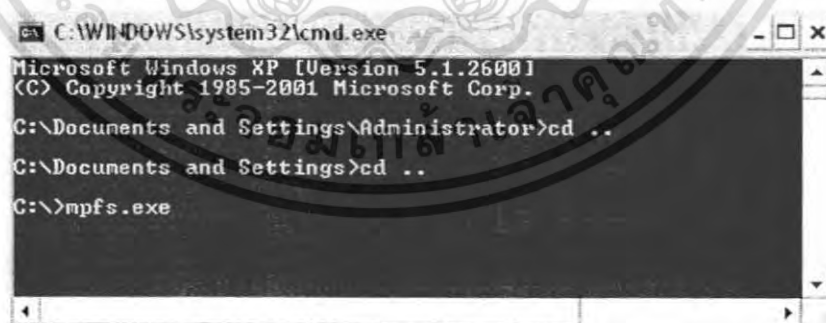
รูปที่ ค.37 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานใน โปรแกรม

### 3.2 หลังจากนั้นให้ ให้เปิด Command Prompt



รูปที่ ค.38 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)

### 3.3 เปิดโปรแกรม MPFS.EXE



รูปที่ ค.39 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 จะได้เป็น

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

C:\>mpfs.exe

Creates Microchip File System(MPFS) 'C:/binary file from a given directory.
Copyright (c) 2006 Microchip Technology, Inc. Ver. 1.41 (Aug 3 2006)

MPFS [/?] [/c] [/b] [/r<Block>] [/k] <InputDir> <OutputFile>

InputDir  : Directory that will be converted.
OutputFile : Output file name.
/c       : Generate 'C' file
/b       : Generate binary file upto 64KB in size (Default)
/l       : Use large 24 bit addressing for upto 2MB in size for binary files
/l1      : Use large 32 bit addressing for upto 2GB in size for binary files
/r       : Reserve a <Block> of memory at beginning (Default=64)
          Used in /b mode only.
/k       : Keep CR LF from CGI and HTML files
/?       : Display this message.

Example  1 : MPFS c:\WebPages MPFSImg.c /c
         2 : MPFS c:\WebPages MPFSImg.bin
         3 : MPFS c:\WebPages MPFSImg.bin /r256
         4 : MPFS /k c:\WebPages MPFSImg.bin

C:\>_

```

รูปที่ ค.40 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)

3.5 พิมพ์คำสั่ง “MPFS C:\Webpages MPFSImg.c /c” (คำสั่งอื่นๆ สามารถศึกษาได้จาก help ของโปรแกรม)

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

C:\>MPFS C:\Webpages MPFSImg.c /c_

```

รูปที่ ค.41 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)

3.6 โปรแกรมจะทำการแปลง file

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

C:\>MPFS C:\Webpages MPFSImg.c /c
Adding 'C:\Webpages\CONTROL.CGI'...
MPFS Size so far 6275...
Adding 'C:\Webpages\CSS.CSS'...
MPFS Size so far 7479...
Adding 'C:\Webpages\DATE.CGI'...
MPFS Size so far 11285...
Adding 'C:\Webpages\DATE1.HTM'...
MPFS Size so far 11523...
Adding 'C:\Webpages\INDEX.HTM'...
MPFS Size so far 14153...
Adding 'C:\Webpages\INOUT.CGI'...
MPFS Size so far 18837...
Adding 'C:\Webpages\NETWORK.CGI'...
MPFS Size so far 22616...
Adding 'C:\Webpages\SCHEDULE.CGI'...
MPFS Size so far 28528...
Adding 'C:\Webpages\SYSTEM.CGI'...
MPFS Size so far 32684...
Adding 'C:\Webpages\TASKS.CGI'...
MPFS Size so far 36488...

C:\>_

```

รูปที่ ค.42 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)

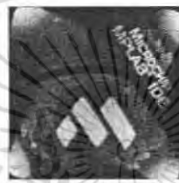
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 จะได้ file ใน folder Webpages ที่แปลงเป็น MPFS แล้วเป็นชื่อ MPFSImg.c ณ ตำแหน่งที่โปรแกรม MPFS.exe อยู่ ตามต้องการ



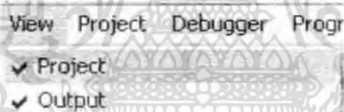
รูปที่ ก.43 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)

3.8 หลังจากนั้นเปิดโปรแกรม MPLAB IDE



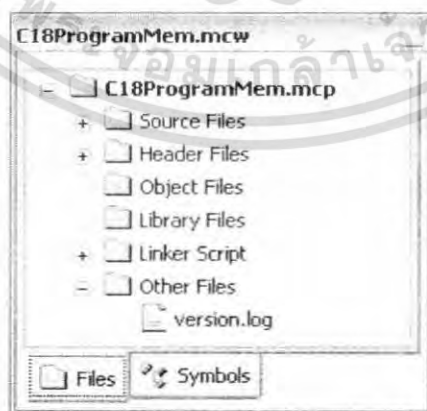
รูปที่ ก.44 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)

3.9 เลือก View -> Project



รูปที่ ก.45 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)

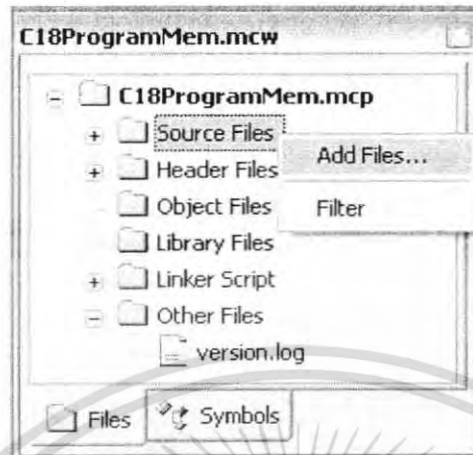
3.10 จะได้นหน้าต่างแสดง file ต่างๆที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ ก.46 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)

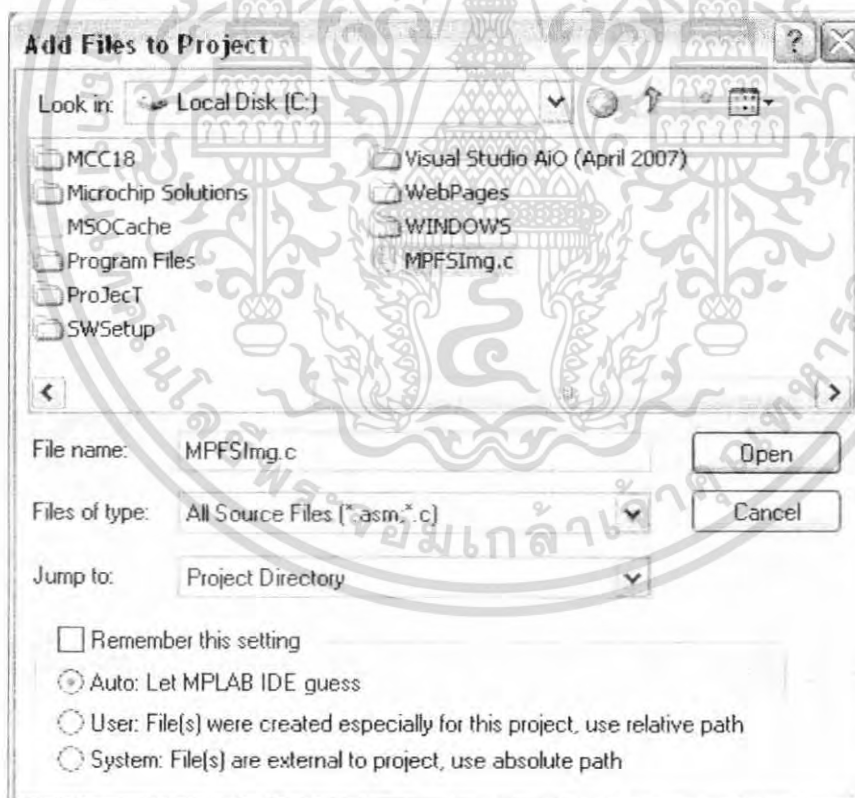
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 Click ขวาที่ Source Files เลือก Add Files...



รูปที่ ก.47 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานใน โปรแกรม (ต่อ)

3.12 เลือก MPFSImg.c



รูปที่ ก.48 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานใน โปรแกรม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.13 จะได้เว็บเพจที่พร้อมใช้งาน และอยู่ใน โปรแกรมเรียบร้อย



รูปที่ ก.49 การแปลงเว็บเพจเพื่อใช้งานในโปรแกรม (ต่อ)

#### 4. การตรวจสอบ checksum ของ .hex

ในการ compile โปรแกรมที่มีเว็บเพจอยู่ด้วย อาจทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้น ทำให้ไม่สามารถบันทึกโปรแกรมลง IC ได้ จึงควรตรวจสอบ checksum ของ โปรแกรมก่อน โดยสามารถตรวจสอบได้จาก

##### 4.1 เปิดโปรแกรม MPLAB IDE



รูปที่ ก.50 การตรวจสอบ checksum ของ .hex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 เลือก File -&gt; Import...



รูปที่ ค.51 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)

## 4.3 เลือก file .hex ที่ได้จากการ compile โปรแกรม แล้วกด Open



รูปที่ ค.52 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)

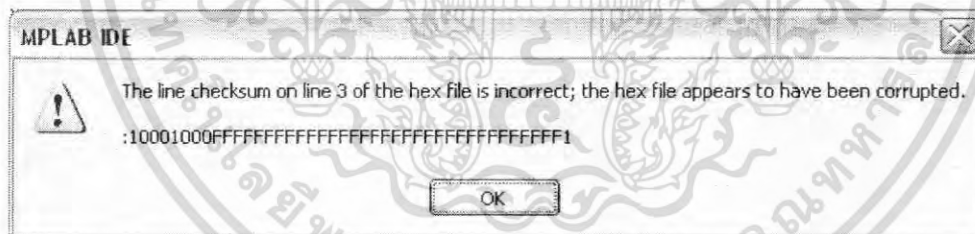
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 จากนั้นเลือก View -> Program Memory



รูปที่ ก.53 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)

#### 4.5 ถ้า checksum มีความผิดพลาด จะไม่สามารถเปิดได้



รูปที่ ก.54 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)

4.6 ถ้า checksum ถูกต้อง จะสามารถเปิดได้ โดยเราสามารถดูได้ว่า ที่ memory address นั้นๆ เก็บค่าอะไรเอาไว้ นอกจากนี้เรายังสามารถแก้ไขข้อมูลที่เก็บไว้ได้ตามความต้องการ แต่ต้องพิจารณาถึงส่วนอื่นๆ ของ memory address ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Address	00	02	04	06	08	0A	0C	0E	ASCII
0000	EFB8	F07A	0012	FFFF	EF31	F046	0012	FFFF	..z..... 1.F.....
0010	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	.....
0020	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	0004	F610	0000	.....
0030	0BA4	0000	0004	0000	F60E	0000	0BA8	0000	.....
0040	0002	0000	F5C2	0000	0080	0000	004C	0000	.....L...
0050	F5BE	0000	0BA0	0000	0004	0000	3A41	696C	.....A:li
0060	6B6E	7B20	0A0D	4609	4E4F	2D54	4953	455A	nk {...F ONT-SIZE
0070	203A	3131	7870	203B	4F43	4F4C	3A52	2320	: 11px; COLOR: #
0080	3030	3030	3030	203B	4F46	544E	462D	4D41	000000; FONT-FAM
0090	4C49	3A59	5620	7265	6164	616E	202C	7241	ILY: Ver dana, Ar
00A0	6169	2C6C	7320	6E61	2D73	6573	6972	3B66	ial, san s-serif;
00B0	4220	4341	474B	4F52	4E55	2D44	4F43	4F4C	BACKGRO UND-COLO
00C0	3A52	2320	6666	6363	3636	203B	4554	5458	R: #fffcc 66; TEXT
00D0	442D	4345	524F	5441	4F49	3A4E	6E20	6E6F	-DECORAT ION: non
00E0	0D65	7D0A	0A0D	3A41	6976	6973	6574	2064	e...)..A: visited
00F0	0D7B	090A	4F46	544E	532D	5A49	3A45	3120	{...FONT -SIZE: 1
0100	7031	3B78	4320	4C4F	524F	203A	3023	3030	1px; COL OR: #000
0110	3030	3B30	4620	4E4F	2D54	4146	494D	594C	000; FON T-FAMILY
0120	203A	6556	6472	6E61	2C61	4120	6972	6C61	: Verdan a, Arial
0130	202C	6173	736E	732D	7265	6669	203B	4554	, sans-s erif; TE

รูปที่ ก.55 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)

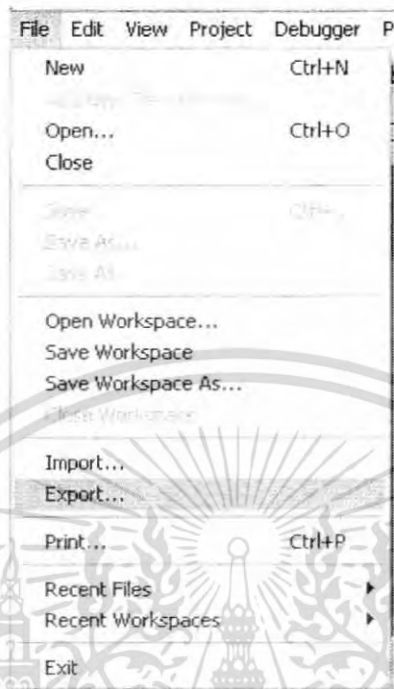
4.7 เช่น ถ้าเราต้องการแก้ไขขนาดตัวอักษรของเว็บ จาก 11 เป็น 20 เราก็สามารถแก้ไขได้ และค่า memory ก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามที่เราแก้ไข

Address	00	02	04	06	08	0A	0C	0E	ASCII
0000	EFB8	F07A	0012	FFFF	EF31	F046	0012	FFFF	..z..... 1.F.....
0010	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	.....
0020	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	0004	F610	0000	.....
0030	0BA4	0000	0004	0000	F60E	0000	0BA8	0000	.....
0040	0002	0000	F5C2	0000	0080	0000	004C	0000	.....L...
0050	F5BE	0000	0BA0	0000	0004	0000	3A41	696C	.....A:li
0060	6B6E	7B20	0A0D	4609	4E4F	2D54	4953	455A	nk {...F ONT-SIZE
0070	203A	3032	7870	203B	4F43	4F4C	3A52	2320	: 20px; COLOR: #
0080	3030	3030	3030	203B	4F46	544E	462D	4D41	000000; FONT-FAM
0090	4C49	3A59	5620	7265	6164	616E	202C	7241	ILY: Ver dana, Ar
00A0	6169	2C6C	7320	6E61	2D73	6573	6972	3B66	ial, san s-serif;
00B0	4220	4341	474B	4F52	4E55	2D44	4F43	4F4C	BACKGRO UND-COLO
00C0	3A52	2320	6666	6363	3636	203B	4554	5458	R: #fffcc 66; TEXT
00D0	442D	4345	524F	5441	4F49	3A4E	6E20	6E6F	-DECORAT ION: non
00E0	0D65	7D0A	0A0D	3A41	6976	6973	6574	2064	e...)..A: visited
00F0	0D7B	090A	4F46	544E	532D	5A49	3A45	3120	{...FONT -SIZE: 1
0100	7031	3B78	4320	4C4F	524F	203A	3023	3030	1px; COL OR: #000
0110	3030	3B30	4620	4E4F	2D54	4146	494D	594C	000; FON T-FAMILY
0120	203A	6556	6472	6E61	2C61	4120	6972	6C61	: Verdan a, Arial
0130	202C	6173	736E	732D	7265	6669	203B	4554	, sans-s erif; TE

รูปที่ ก.56 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)

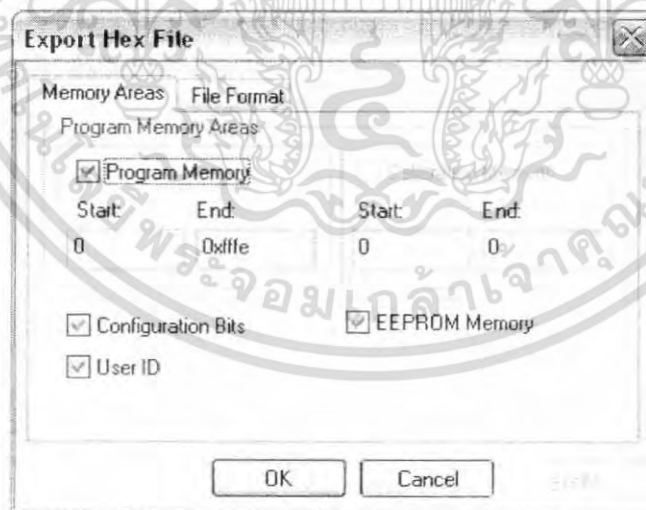
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 หากต้องการบันทึกค่าที่ได้เปลี่ยนแปลง ให้กด File -> Export...



รูปที่ ค.57 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)

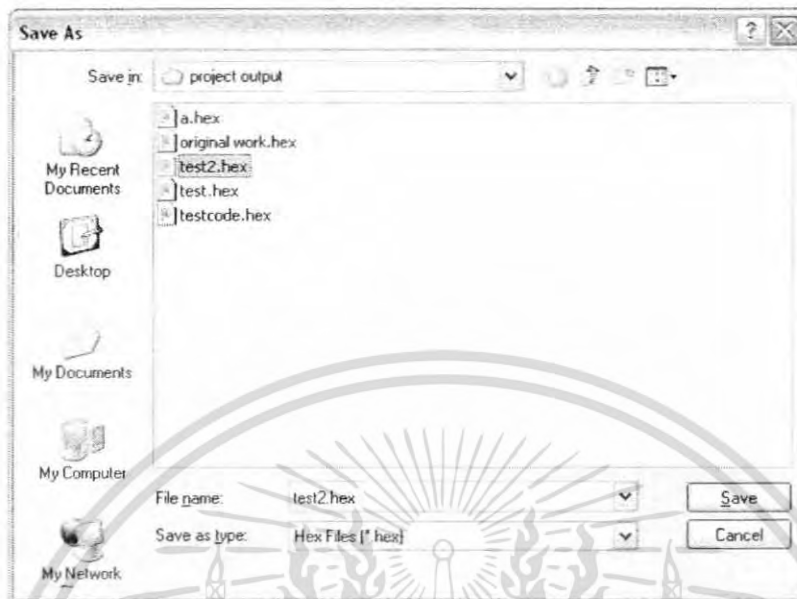
4.9 เลือกค่าต่างๆตามต้องการ จากนั้นกด OK



รูปที่ ค.58 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

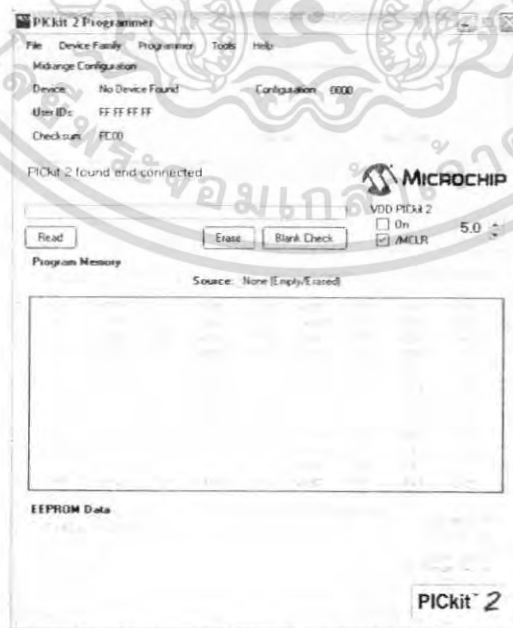
#### 4.10 เลือกชื่อและตำแหน่งที่ต้องการบันทึก จากนั้นกด Save



รูปที่ ๓.59 การตรวจสอบ checksum ของ .hex (ต่อ)

## 5. การบันทึกโปรแกรม (burn) ลง IC

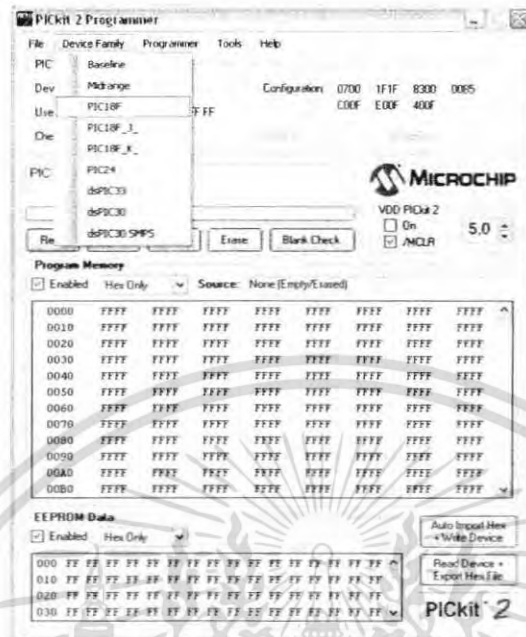
### 5.1 เปิดโปรแกรม PICkit 2



รูปที่ ๓.60 การบันทึกโปรแกรมลง IC

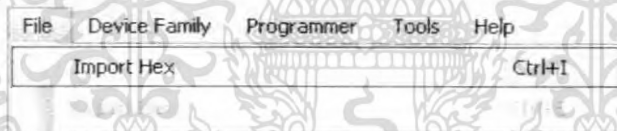
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 เลือก Device Family -> PIC18F



รูปที่ ก.61 การบันทึกโปรแกรมลง IC (ต่อ)

## 5.3 จากนั้น Import file เลือก File -> Import Hex



รูปที่ ก.62 การบันทึกโปรแกรมลง IC (ต่อ)

## 5.4 เลือก file.hex ที่ได้จากการ compile โปรแกรม



รูปที่ ก.63 การบันทึกโปรแกรมลง IC (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ถ้า .hex ไม่มีปัญหา จะสามารถ import ได้ แล้วกดปุ่ม write เพื่อบันทึกโปรแกรมลง IC



รูปที่ ค.64 การบันทึกโปรแกรมลง IC (ต่อ)

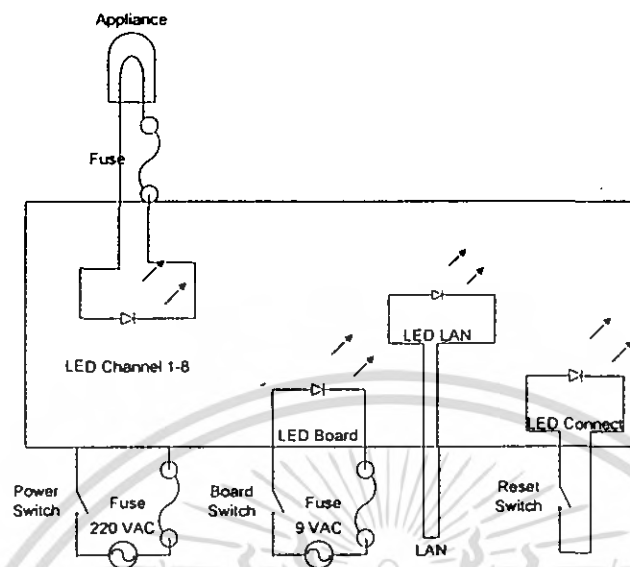
5.6 ถ้าการบันทึกโปรแกรมไม่พบปัญหาอะไร จะเสร็จสิ้นสมบูรณ์



รูปที่ ค.65 การบันทึกโปรแกรมลง IC (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. ลักษณะการต่ออุปกรณ์



รูปที่ ค.66 ลักษณะการต่ออุปกรณ์

ในการใช้งานระบบ ต้องต่ออุปกรณ์ต่อไปนี้

1. เสียบหม้อแปลง 220 VAC/9 VAC เข้ากับช่อง 9 VAC แล้วกด Board Switch เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังวงจรควบคุมการทำงาน
2. ต่อสาย LAN (RJ-45) เข้ากับช่อง LAN ซึ่งเมื่อเสียบสาย LAN เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ทาง network แล้ว LED Connect จะติดค้าง หากต้องการ reset การเชื่อมต่อ ให้กด Reset Switch แล้วปล่อย LED Connect จะดับแล้วติดอีกครั้ง
3. หากมีการส่งข้อมูลระหว่างวงจรกับอุปกรณ์ที่ต่อกับ LAN แล้ว LED LAN จะกระพริบ หากไม่มีการส่งข้อมูล LED ก็จะไม่กระพริบ
4. เสียบปลั๊ก Power เข้ากับไฟ 220 VAC แล้วกด Power Switch เพื่อเตรียมจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่ ส่วนการควบคุมการเปิดปิดนั้นจะต้องทำผ่านเว็บ
5. เสียบปลั๊กจากเครื่องใช้ไฟฟ้า เข้ากับ Appliance ตามแต่ละ channel ที่ต้องการ หากจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยัง channel ใดแล้ว LED ของ channel นั้นๆ จะติดค้าง
6. ใช้ fuse 1-2 Amp 250 VAC

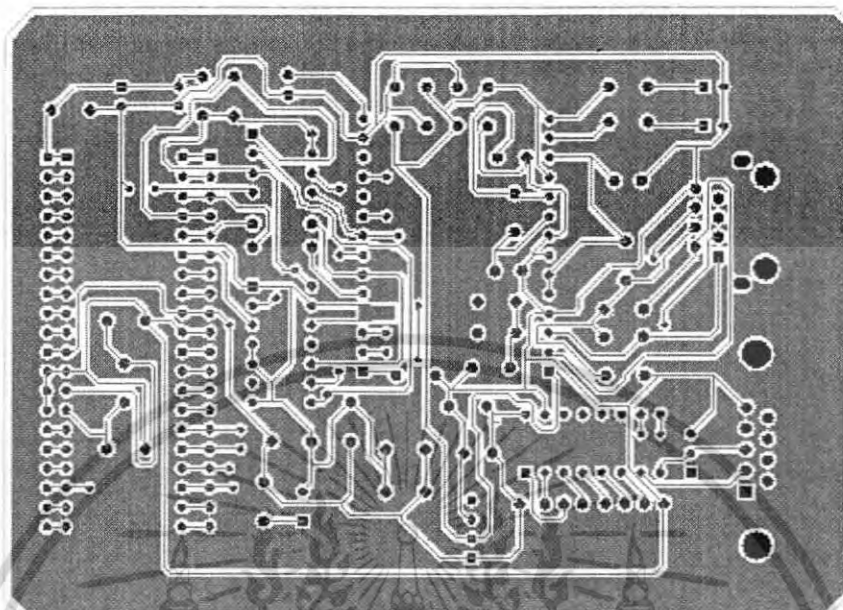
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



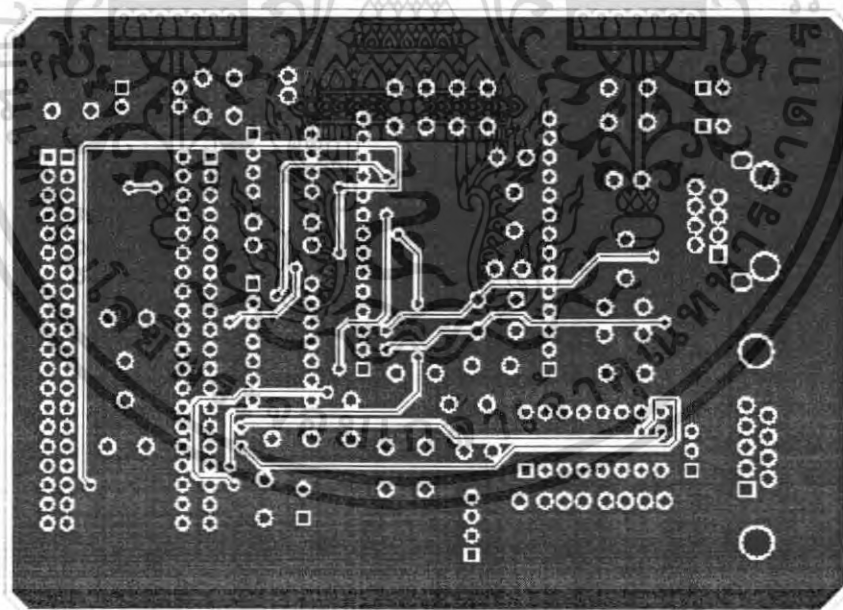
ภาคผนวก ง.

วงจรและแผ่นตายวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

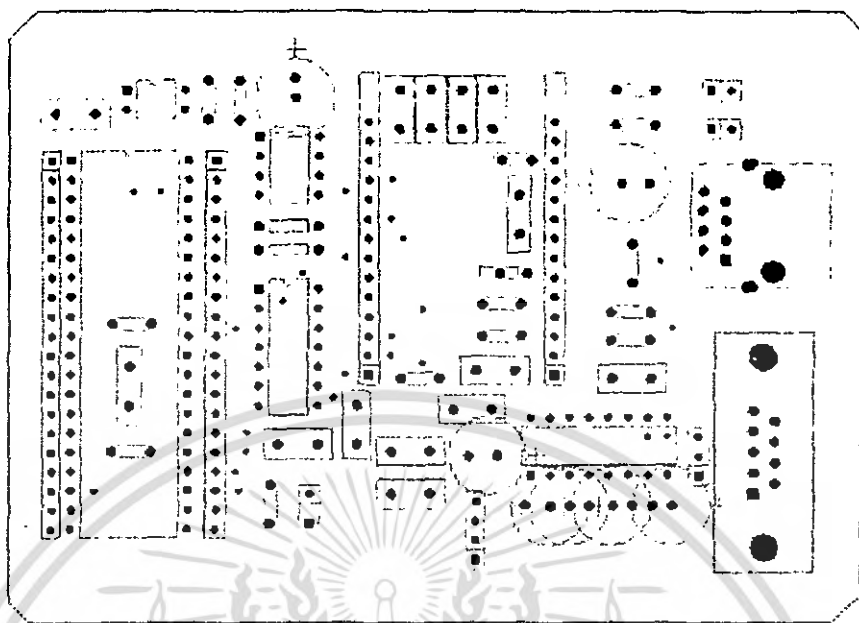


รูปที่ ๑.๑ ตายวงจรควบคุมด้านล่าง

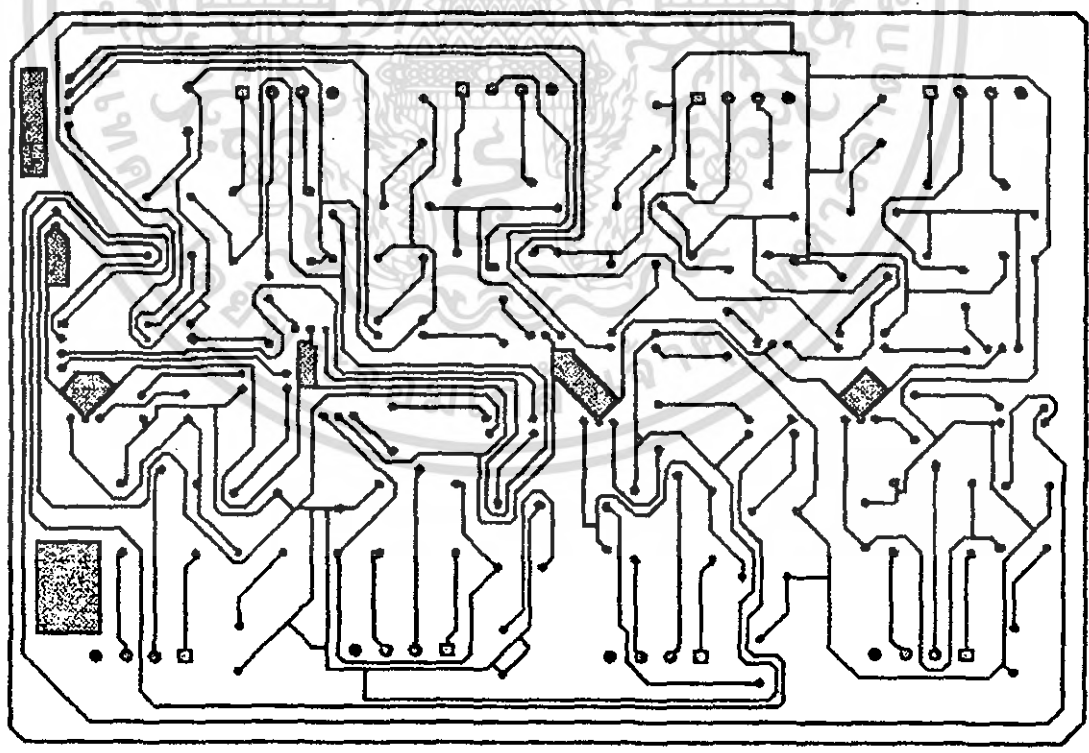


รูปที่ ๑.๒ ตายวงจรควบคุมด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

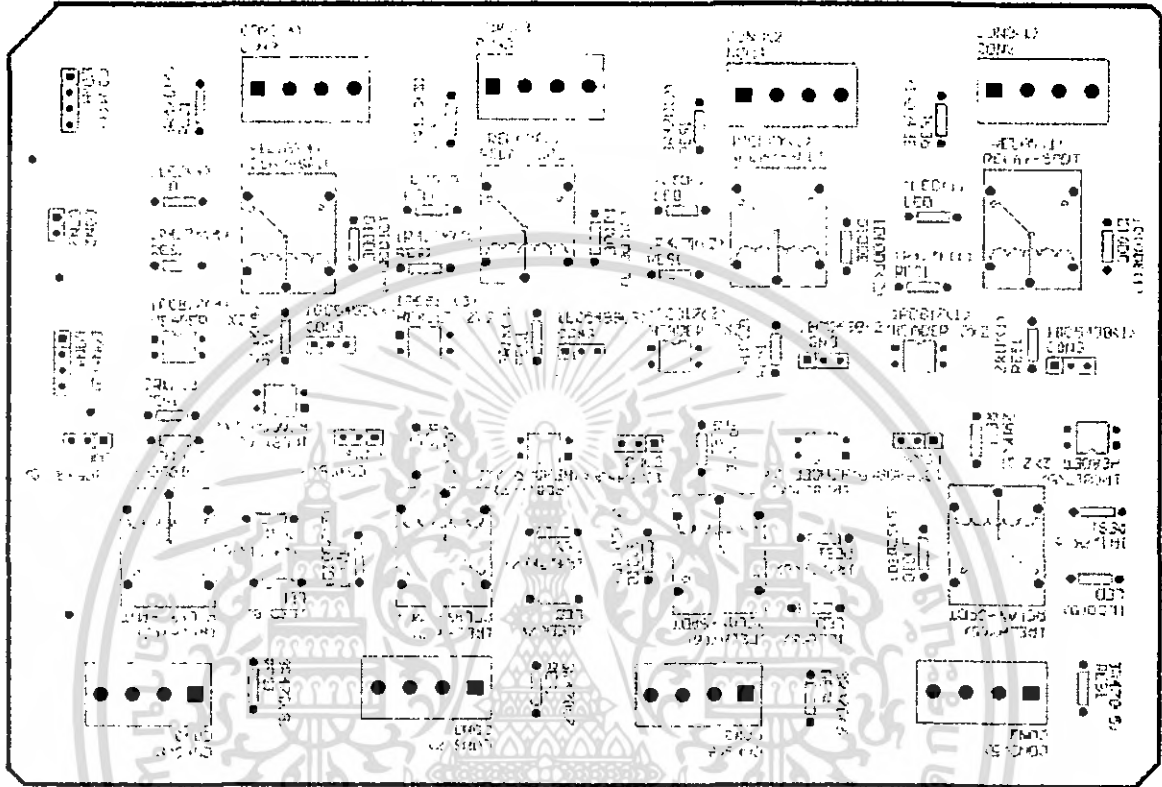


รูปที่ ๓.๓ ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุม



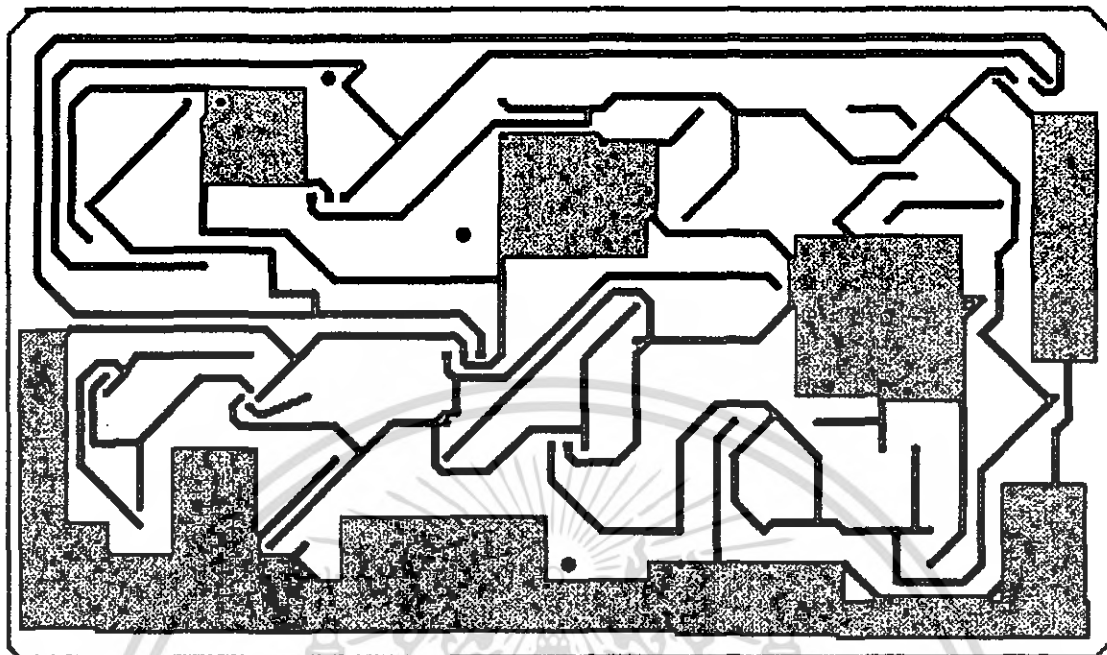
รูปที่ ๓.๔ ลายวงจรทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

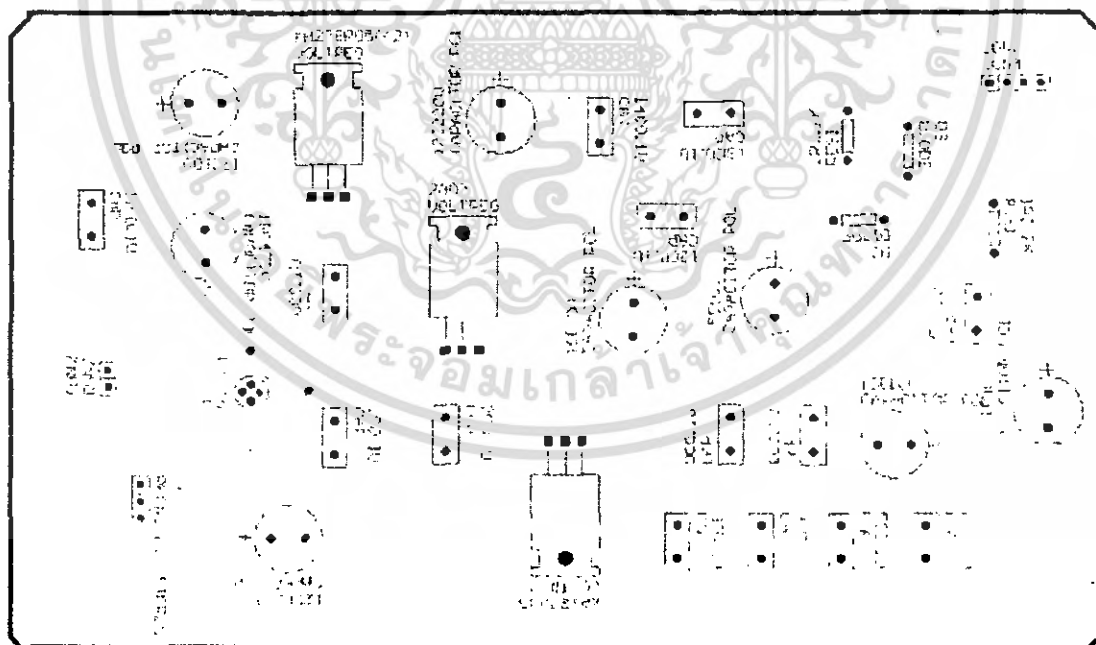


รูปที่ ๓.๕ ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 สายวงจรแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 3.7 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

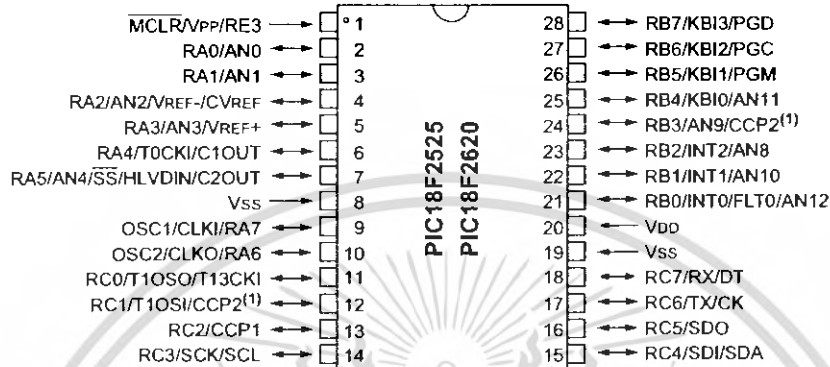


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

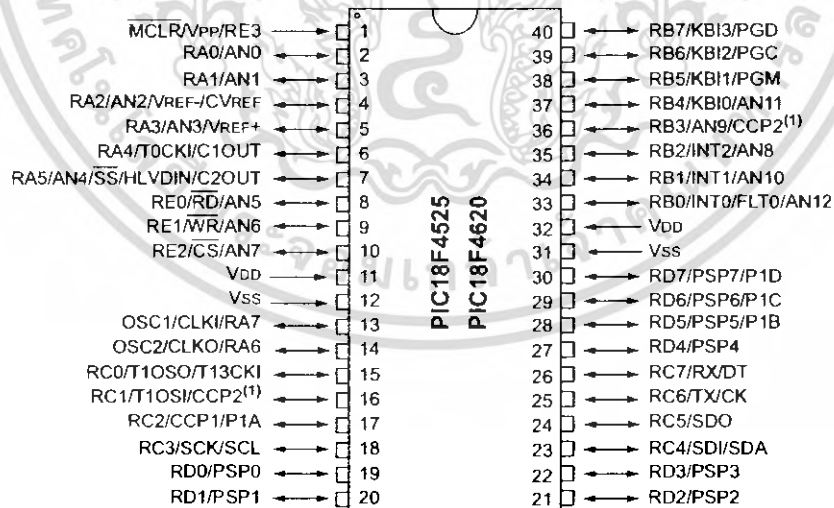
# PIC18F2525/2620/4525/4620

## Pin Diagrams

### 28-Pin SPDIP, SOIC



### 40-Pin PDIP



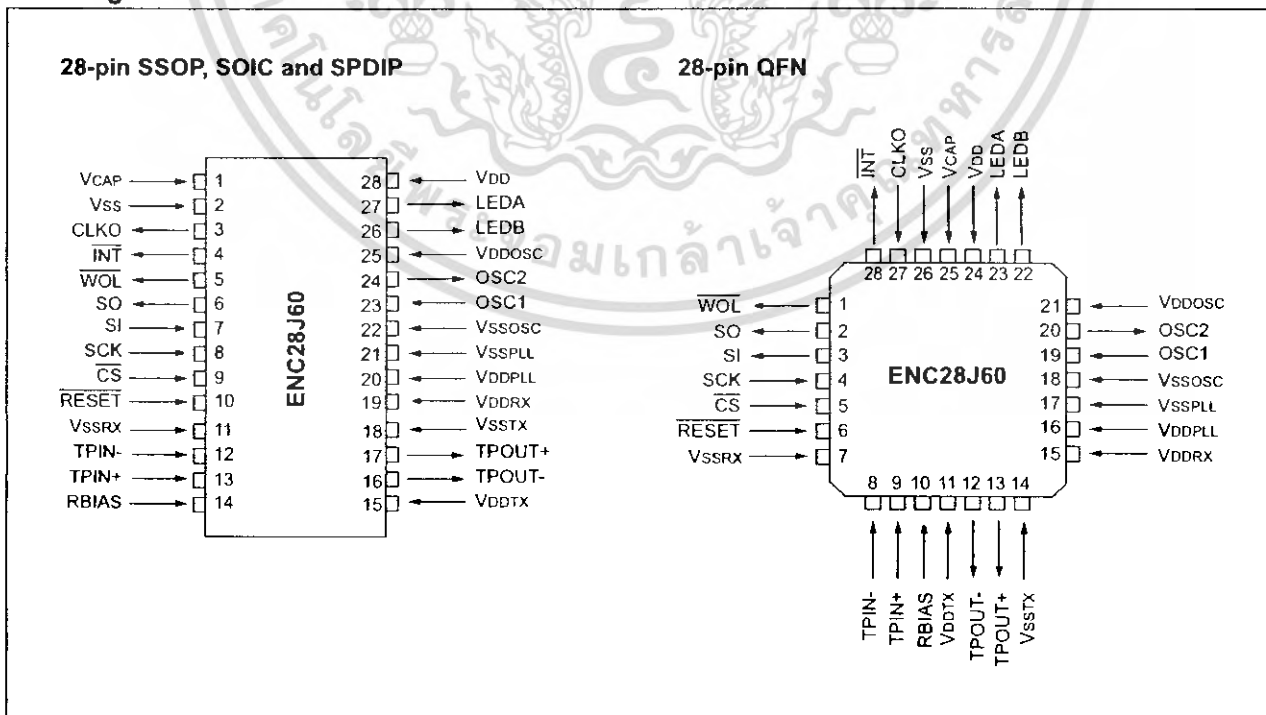
Note 1: RB3 is the alternate pin for CCP2 multiplexing.

## Stand-Alone Ethernet Controller with SPI™ Product Brief

### Features

- IEEE 802.3 Compatible Ethernet Controller
- Integrated MAC and 10BASE-T PHY
- 8-Kbyte Transmit/Receive Packet Dual Port Buffer SRAM
- Receiver and Collision Squelch Circuit
- Supports one 10BASE-T Port with Automatic Polarity Detection and Correction
- Programmable Automatic Retransmit on Collision
- Programmable Padding and CRC Generation
- Programmable Automatic Rejection of Erroneous Packets
- 10 Mbit/s SPI™ Interface
- Buffer:
  - Configurable transmit/receive buffer size
  - Hardware managed circular receive FIFO
  - Byte-wide random and sequential access
  - Internal DMA for fast memory copying
  - Hardware assisted IP checksum calculation
- MAC:
  - Support for Unicast, Multicast and Broadcast packets
  - Programmable pattern matching
  - Programmable wake-up on multiple packet formats, including Magic Packet®, Unicast, Multicast, Broadcast, specific packet match or any packet
  - Loopback mode
- PHY:
  - Wave shaping output filter
  - Loopback mode
- Operational:
  - Outputs for 2 LED indicators
  - Transmit and receive interrupts
  - 25 MHz clock
  - Clock out pin with programmable prescaler
  - Operating voltage range of 3.14V to 3.45V
  - Temperature range: -40°C to +85°C Industrial, 0°C to +70°C Commercial (SSOP only)
- 28-pin SSOP, SOIC, SPDIP and QFN packages

### Pin Diagrams



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น ออกพิมพ์ตามมติที่ประชุมคณะกรรมการฯ และต้องขอ อนุญาตก่อนเผยแพร่ข้อมูลใดๆ

# ENC28J60

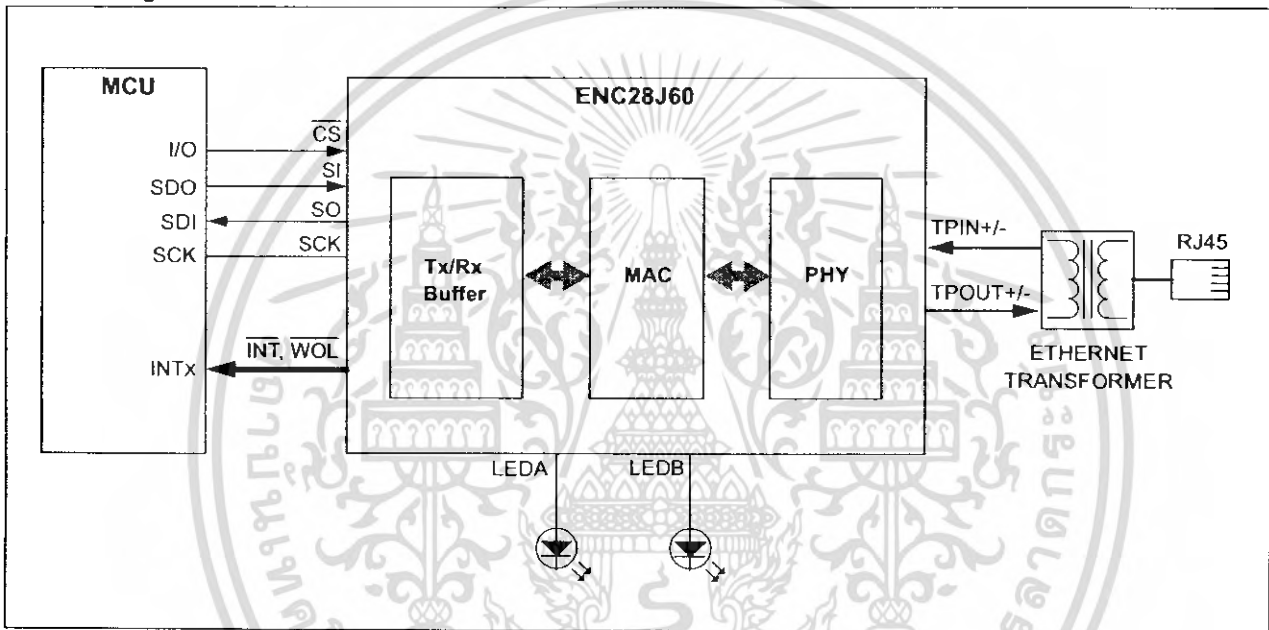
## Description

The Microchip Technology Inc. ENC28J60 is a stand-alone Ethernet controller with an industry standard Serial Peripheral Interface (SPI™). It is designed to serve as an Ethernet network interface for any microcontroller equipped with SPI.

The ENC28J60 meets all of the specifications for IEEE 802.3. It incorporates a number of packet filtering schemes to limit incoming packets. It also provides internal DMA for fast data throughput and support for hardware assisted IP checksum calculation.

Communication with the microcontroller is implemented via SPI, with data rates up to 10 Mbit/s. Dedicated pins are used for LED link and activity indication and for transmit and receive interrupts.

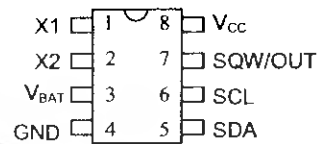
## Block Diagram



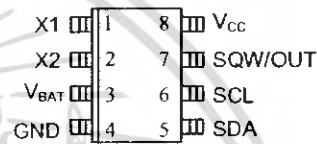
**FEATURES**

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range:
  - 40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

**PIN ASSIGNMENT**



DS1307 8-Pin DIP (300-mil)



DS1307 8-Pin SOIC (150-mil)

**PIN DESCRIPTION**

- V<sub>CC</sub> - Primary Power Supply
- X1, X2 - 32.768kHz Crystal Connection
- V<sub>BAT</sub> - +3V Battery Input
- GND - Ground
- SDA - Serial Data
- SCL - Serial Clock
- SQW/OUT - Square Wave/Output Driver

**ORDERING INFORMATION**

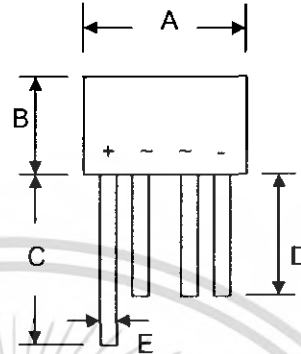
DS1307	8-Pin DIP (300-mil)
DS1307Z	8-Pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

**DESCRIPTION**

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

### Features

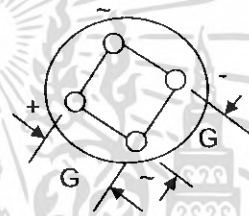
- Diffused Junction
- Low Forward Voltage Drop
- High Current Capability
- High Reliability
- High Surge Current Capability
- Ideal for Printed Circuit Boards
- UL Recognized File # E157705



WOB		
Dim	Min	Max
A	8.60	9.10
B	5.0	5.50
C	27.9	—
D	25.4	—
E	0.71	0.81
G	4.60	5.60
All Dimensions in mm		

### Mechanical Data

- Case: Molded Plastic
- Terminals: Plated Leads Solderable per MIL-STD-202, Method 208
- Polarity: As Marked on Body
- Weight: 1.1 grams (approx.)
- Mounting Position: Any
- Marking: Type Number



### Maximum Ratings and Electrical Characteristics @ $T_A=25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified

Single Phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.  
 For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	W005M	W01M	W02M	W04M	W06M	W08M	W10M	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage	VRRM								V
Working Peak Reverse Voltage	VRWM	50	100	200	400	600	800	1000	
DC Blocking Voltage	VR								
RMS Reverse Voltage	VR(RMS)	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current (Note 1) @ $T_A = 50^\circ\text{C}$	$I_o$	1.5							A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms Single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method)	IFSM	40							A
Forward Voltage (per element) @ $I_f = 1.5\text{A}$	VFM	1.0							V
Peak Reverse Current @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ At Rated DC Blocking Voltage @ $T_A = 100^\circ\text{C}$	IRM	10 500							$\mu\text{A}$
Operating Temperature Range	$T_j$	-55 to +125							$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	$T_{STG}$	-55 to +150							$^\circ\text{C}$

Note: 1. Leads maintained at ambient temperature at a distance of 9.5mm from the case.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# KA278RXXC-Series

## 2A Output Low Dropout Voltage Regulators

### Features

#### KA278RXXC-series (33/05/51/09/12)

- 2A/3.3V, 5V, 5.1V, 9V, 12V output low dropout voltage regulator
- TO-220 full-mold package (4pin)
- Overcurrent protection, thermal shutdown
- Overvoltage protection, short circuit protection
- With output disable function

#### KA278RA05C

- Nominal 5V output without adjusting
- Output adjustable between 1.25V and 32V
- 2A output low dropout voltage regulator
- TO-220 full-mold package (4pin)
- Overcurrent protection, thermal shutdown
- Overvoltage protection, short circuit protection

### Description

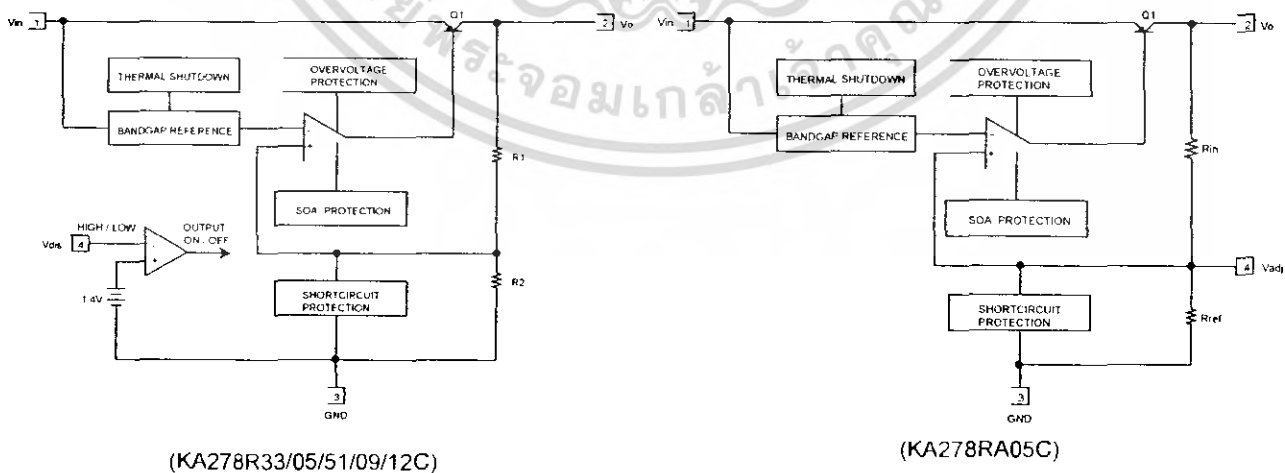
The KA278RXXC is a low-dropout voltage regulator suitable for various electronic equipments. It provides constant voltage power source with TO-220-4 lead full mold package. The dropout voltage of KA278RXXC is below 0.5V in full rated current(2A). This regulator has various functions such as a peak current protection, a thermal shut down, an overvoltage protection .

TO-220F-4L



1. Vin 2. Vo 3. GND 4. Vdis - KA278RXXC(33/05/51/09/12)  
1. Vin 2. Vo 3. GND 4. Vadj - KA278RA05C

### Internal Block Diagram



# LM78XX Series Voltage Regulators

## General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the out-

put, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

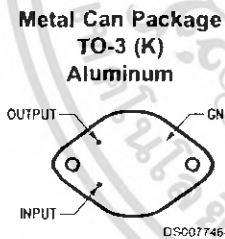
## Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

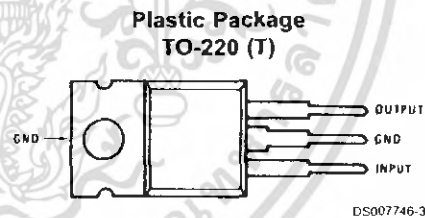
## Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

## Connection Diagrams

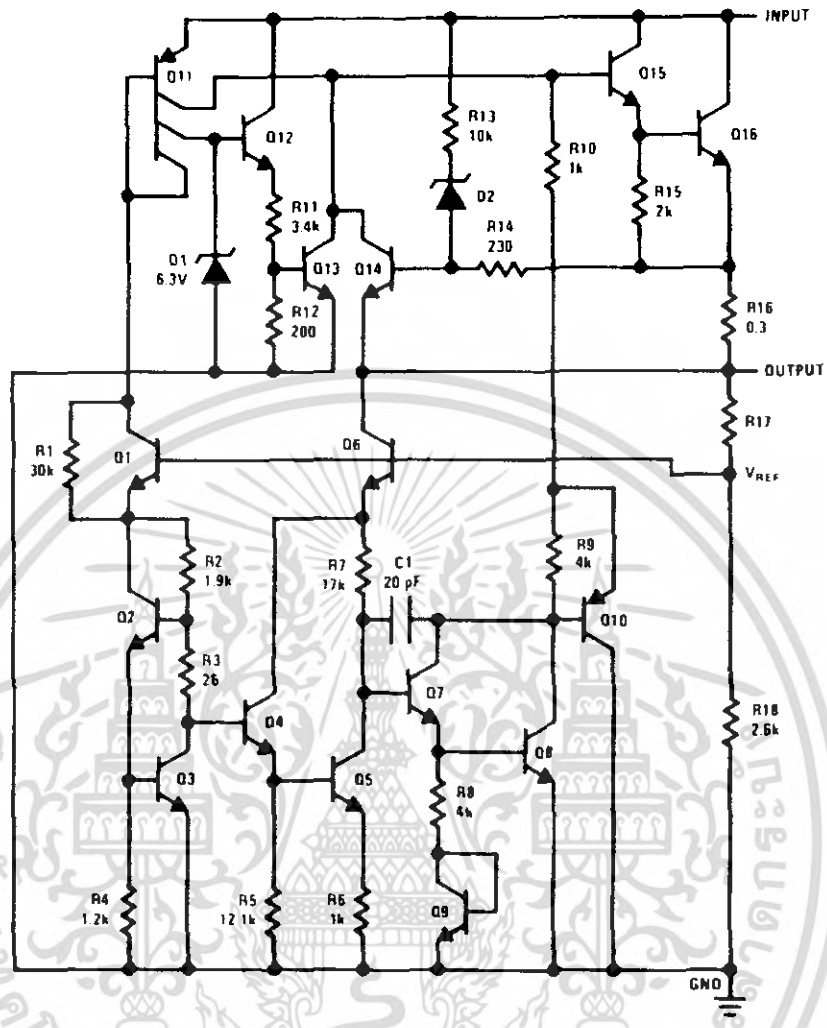


**Bottom View**  
Order Number LM7805CK,  
LM7812CK or LM7815CK  
See NS Package Number KC02A



**Top View**  
Order Number LM7805CT,  
LM7812CT or LM7815CT  
See NS Package Number T03B

# Schematic



DS007746-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# NPN general purpose transistors

# BC549; BC550

### FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 45 V).

### APPLICATIONS

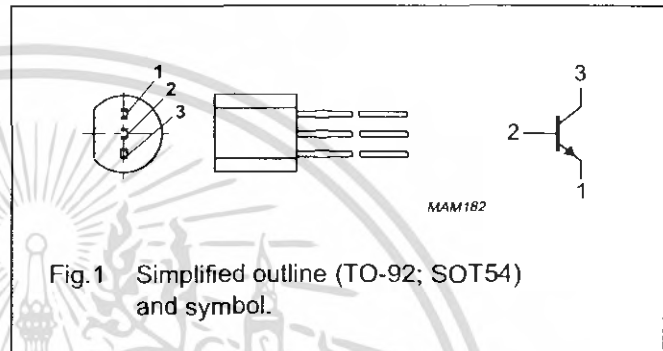
- Low noise stages in audio frequency equipment.

### DESCRIPTION

NPN transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.  
PNP complements: BC559 and BC560.

### PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector



### LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V <sub>CB0</sub>	collector-base voltage	open emitter			
	BC549		-	30	V
	BC550		-	50	V
V <sub>CE0</sub>	collector-emitter voltage	open base			
	BC549		-	30	V
	BC550		-	45	V
V <sub>EB0</sub>	emitter-base voltage	open collector	-	5	V
I <sub>C</sub>	collector current (DC)		-	100	mA
I <sub>CM</sub>	peak collector current		-	200	mA
I <sub>BM</sub>	peak base current		-	200	mA
P <sub>tot</sub>	total power dissipation	T <sub>amb</sub> ≤ 25 °C; note 1	-	500	mW
T <sub>stg</sub>	storage temperature		-65	+150	°C
T <sub>j</sub>	junction temperature		-	150	°C
T <sub>amb</sub>	operating ambient temperature		-65	+150	°C

### Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

## NPN general purpose transistors

## BC549; BC550

## THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th\ j-a}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	250	K/W

## Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

## CHARACTERISTICS

$T_j = 25\text{ °C}$  unless otherwise specified.

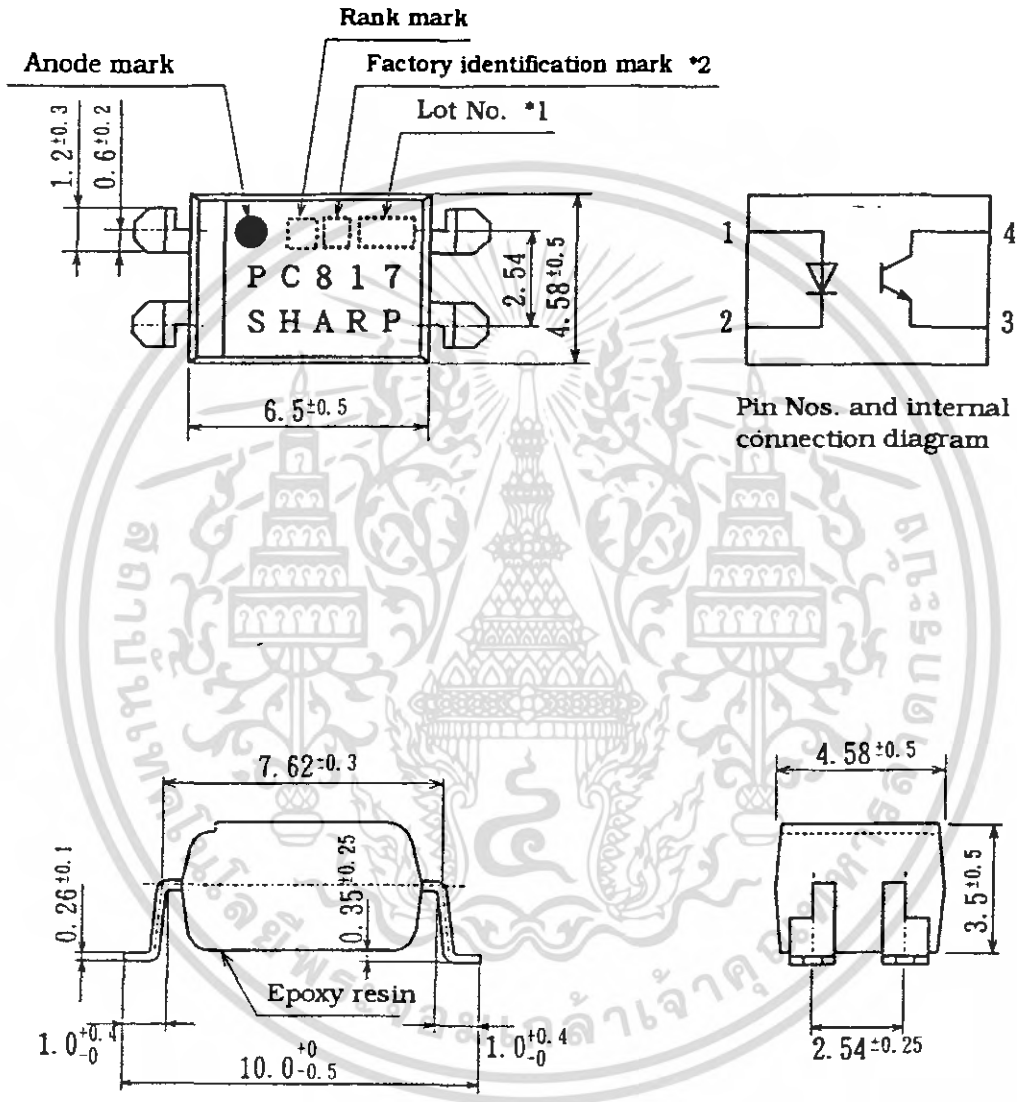
SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$I_{CBO}$	collector cut-off current	$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}$	–	–	15	nA
		$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}; T_j = 150\text{ °C}$	–	–	5	$\mu\text{A}$
$I_{EBO}$	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{EB} = 5\text{ V}$	–	–	100	nA
$h_{FE}$	DC current gain BC549C; BC550C	$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}; \text{ see Fig.2}$	–	270	–	
		$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; \text{ see Fig.2}$	420	520	800	
$V_{CEsat}$	collector-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA}$	–	90	250	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA}$	–	200	600	mV
$V_{BEsat}$	base-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA}; \text{ note 1}$	–	700	–	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA}; \text{ note 1}$	–	900	–	mV
$V_{BE}$	base-emitter voltage	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; \text{ note 2}$	580	660	700	mV
		$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; \text{ note 2}$	–	–	770	mV
$C_c$	collector capacitance	$I_E = I_E = 0; V_{CB} = 10\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	1.5	–	pF
$C_e$	emitter capacitance	$I_C = I_C = 0; V_{EB} = 0.5\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	11	–	pF
$f_T$	transition frequency	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	–	–	MHz
F	noise figure	$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}; R_S = 2\text{ k}\Omega; f = 10\text{ Hz to }15.7\text{ kHz}$	–	–	4	dB
		$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}; R_S = 2\text{ k}\Omega; f = 1\text{ kHz}; B = 200\text{ Hz}$	–	–	4	dB

## Notes

1.  $V_{BEsat}$  decreases by about 1.7 mV/K with increasing temperature.
2.  $V_{BE}$  decreases by about 2 mV/K with increasing temperature.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1999 Apr 22 การแก้ไขใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 3 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- \*1) 2-digit number shall be marked according to DIN standard.
- \*2) Factory identification mark shall be or shall not be marked.
- \*3) Marking is laser marking.

UNIT : 1/1 mm	
Name	PC817 Outline Dimensions (Business dealing name : PC817XI)
Drawing	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไป  
 ใช้อื่นๆโดยเด็ดขาด หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายขาย  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้า

## Quad buffer/line driver; 3-state

## 74HC/HCT125

## FEATURES

- Output capability: bus driver
- I<sub>CC</sub> category: MSI

## GENERAL DESCRIPTION

The 74HC/HCT125 are high-speed Si-gate CMOS devices and are pin compatible with low power Schottky TTL (LSTTL). They are specified in compliance with JEDEC standard no. 7A.

The 74HC/HCT125 are four non-inverting buffer/line drivers with 3-state outputs. The 3-state outputs (nY) are controlled by the output enable input (nOE). A HIGH at nOE causes the outputs to assume a HIGH impedance OFF-state.

The "125" is identical to the "126" but has active LOW enable inputs.

## QUICK REFERENCE DATA

GND = 0 V; T<sub>amb</sub> = 25 °C; t<sub>r</sub> = t<sub>f</sub> = 6 ns

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYPICAL		UNIT
			HC	HCT	
t <sub>PHL</sub> / t <sub>PLH</sub>	propagation delay nA to nY	C <sub>L</sub> = 15 pF; V <sub>CC</sub> = 5 V	9	12	ns
C <sub>I</sub>	input capacitance		3.5	3.5	pF
C <sub>PD</sub>	power dissipation capacitance per buffer	notes 1 and 2	22	24	pF

## Notes

1. C<sub>PD</sub> is used to determine the dynamic power dissipation (P<sub>D</sub> in μW):

$$P_D = C_{PD} \times V_{CC}^2 \times f_i + \sum (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o) \text{ where:}$$

f<sub>i</sub> = input frequency in MHz

f<sub>o</sub> = output frequency in MHz

C<sub>L</sub> = output load capacitance in pF

V<sub>CC</sub> = supply voltage in V

∑ (C<sub>L</sub> × V<sub>CC</sub><sup>2</sup> × f<sub>o</sub>) = sum of outputs

2. For HC the condition is V<sub>I</sub> = GND to V<sub>CC</sub>  
For HCT the condition is V<sub>I</sub> = GND to V<sub>CC</sub> - 1.5 V

## ORDERING INFORMATION

See "74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Information".

Quad buffer/line driver; 3-state

74HC/HCT125

PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1, 4, 10, 13	$\overline{1OE}$ to $\overline{4OE}$	outputs enable inputs (active LOW)
2, 5, 9, 12	1A to 4A	data inputs
3, 6, 8, 11	1Y to 4Y	data outputs
7	GND	ground (0 V)
14	$V_{CC}$	positive supply voltage

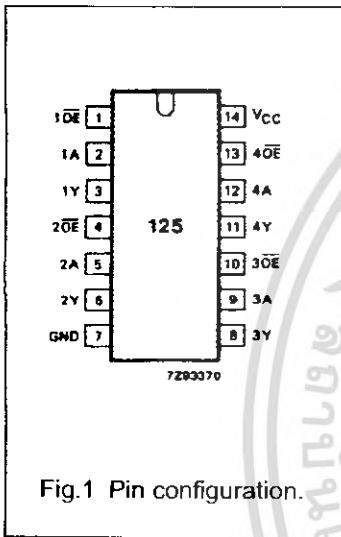


Fig.1 Pin configuration.

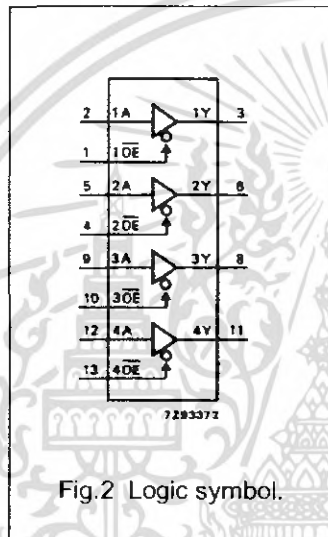


Fig.2 Logic symbol.

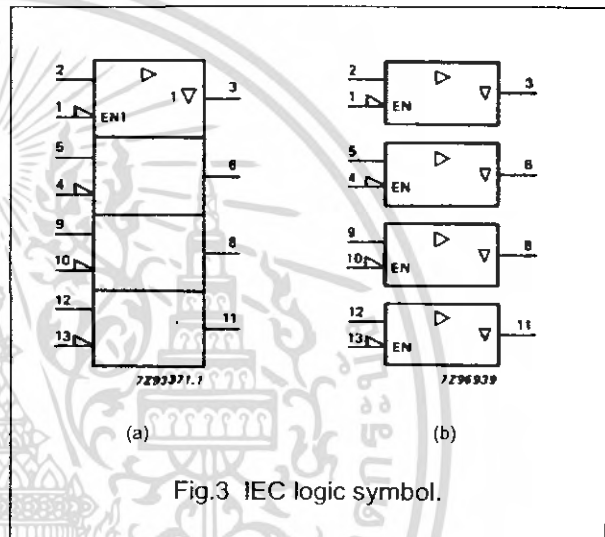


Fig.3 IEC logic symbol.

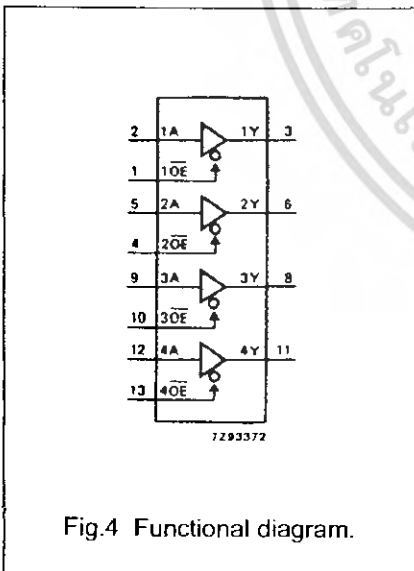


Fig.4 Functional diagram.

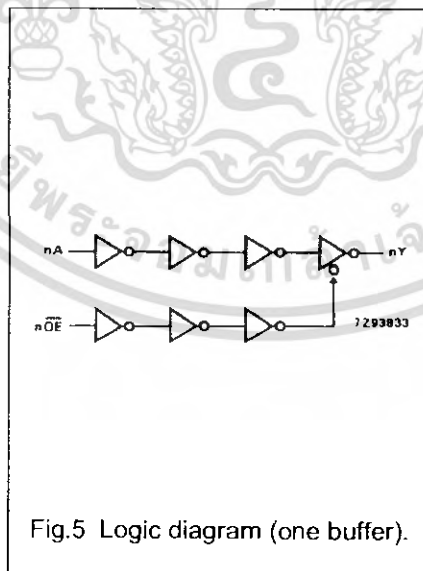


Fig.5 Logic diagram (one buffer).

FUNCTION TABLE

INPUTS		OUTPUT
$n\overline{OE}$	nA	nY
L	L	L
L	H	H
H	X	Z

Note

1. H = HIGH voltage level  
L = LOW voltage level  
X = don't care  
Z = high impedance OFF-state

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

December 1990 ฉบับนี้ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 3 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้