สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยระบบสมองกลฝังตัวบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์

# Electrical Appliances Control by Embedded Linux System

T104294

นายเจริญชัย เวียนรุ่งเรือง
นายฉัตรชัย วิใจคำ
นายชวนาท นิพัทธมานนท์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 104294
วัน,เดือน,ปี 30 ต.ค. 2552
.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ELECTRICAL APPLIANCES CONTROL BY EMBEDDED LINUX SYSTEM

**MR.JAROENCHAI WIANRUNGRUENG**

**MR.CHATCHAI WIJAIKUM**

**MR.CHAWANAT NIPATTAMANON**

**A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF**

**THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF**

**BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING**

**FACULTY OF ENGINERRING**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| **หัวข้อปริญญานิพนธ์** | การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยระบบสมองกลฝังตัวบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ | |
| | Electrical Appliances Control by Embedded Linux System | |
| **ชื่อนักศึกษา** | นายเจริญชัย เวียนรุ่งเรือง | รหัสนักศึกษา 48010145 |
| | นายฉัตรชัย วิใจคำ | รหัสนักศึกษา 48010153 |
| | นายชวนาท นิพัทธมานนท์ | รหัสนักศึกษา 48010186 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผศ. สมภพ แก้วมีชัย | |
| | อ. สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล | |
| **ระดับการศึกษา** | ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต | |
| | สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ | |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมสารสนเทศ | |
| **ปีการศึกษา** | 2551 | |

---

คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

.....

(ผศ.สมภพ แก้วมีชัย)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

.....

(อาจารย์สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

**ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| **หัวข้อปริญญานิพนธ์** | การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยระบบสมองกลฝังตัวบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ | |
| | Electrical Appliances Control by Embedded Linux System | |
| **ชื่อนักศึกษา** | นายเจริญชัย เวียนรุ่งเรือง | รหัสนักศึกษา 48010145 |
| | นายฉัตรชัย วิใจคำ | รหัสนักศึกษา 48010153 |
| | นายชวนาท นิพัทธมานนท์ | รหัสนักศึกษา 48010186 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผศ. สมภพ แก้วมีชัย | |
| | อ. สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล | |
| **ระดับการศึกษา** | ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต | |
| | สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ | |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมสารสนเทศ | |
| **ปีการศึกษา** | 2551 | |

## บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์กับการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการพัฒนาในส่วนของการควบคุมการทำงานของชุดพัฒนาไอ-บอร์ดซึ่งรองรับการทำงานบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ให้สามารถรับคำสั่งในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าตามความต้องการของผู้ใช้งานที่อยู่ระยะไกลจากที่พักอาศัยให้สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทางอินเตอร์เนตได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| **Project Title** | Electrical Appliances Control by Embedded Linux System | |
| **Student** | Mr.Jaroenchai Wianrungrueng | Student ID 48010145 |
| | Mr.Chatchai Wijaikum | Student ID 48010153 |
| | Mr.Chawanat Nipattamanon | Student ID 48010186 |
| **Advisor** | Asst.Prof. Sompop Kaewmeechai | |
| | Mr.Sorapong Wachirarattanapornkul | |
| **Graduate Level** | Bachelor Degree of Information Engineering | |
| **Department** | Information Engineering | |
| **Academic Year** | 2008 | |


## ABSTRACT

This project proposes to apply embedded Linux technology for control operating of electrical appliances. It adapts a full Linux embedded system in a development kit (I-Board) to be able to let users control their electrical appliances operating via the internet. The project also aim to comfort users who is far from their homes are able to switch their electrical appliances just like they are at home.




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยความร่วมแรงร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มทุกคน ที่สำคัญอย่างยิ่งคือการได้รับการช่วยเหลือและการสนับสนุนจาก ผศ.สมภพ แก้วมีชัย อาจารย์สรพงษ์ วชิรัตนพรกุล คุณณัฐนันท์ ศรีสะอาด พี่สมพงษ์ (วิศวกรที่ปรึกษาของ บริษัท นัฐพงษ์ เซลส์ แอนด์เซอร์วิส จำกัด) และชุมนุมอีซี ที่ได้ให้คำแนะนำและคำปรึกษาในปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น รวมทั้งเพื่อนๆ ร่วมห้อง E12-1002 ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจซึ่งกันและกัน รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม สุดท้ายทางกลุ่มผู้จัดทำโครงงานจึงขอขอบคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

นายเจริญชัย เวียนรุ่งเรือง
นายฉัตรชัย วิใจคำ
นายชวนาท นิพัทธมานนท์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| หัวข้อ | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญรูป | ฉ |
| สารบัญตาราง | ฌ |
| **บทที่ 1 บทนำ** | |
| 1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา | 1 |
| 1.2 จุดประสงค์ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงงาน | 2 |
| 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| 1.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน | 3 |
| 1.6 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ | 3 |
| **บทที่ 2 เทคโนโลยีที่นำมาใช้** | |
| 2.1 Linux | 5 |
| 2.2 เทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัว ไอ-บอร์ด | 10 |
| 2.3 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) | 13 |
| 2.4 การสื่อสารข้อมูลบนเวป่ (Web) | 19 |
| 2.5 โปรแกรมที่ใช้พัฒนาเว็บ | 20 |
| 2.6 อุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ที่นำมาใช้ | 21 |
| **บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน** | |
| 3.1 การออกแบบระบบ | 25 |
| 3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ | 26 |
| 3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์ | 29 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| หัวข้อ | หน้า |
|---|---|
| **บทที่ 4 ผลการทดลอง** | |
| 4.1 ขั้นตอนการทดลอง | 34 |
| 4.2 การเชื่อมต่อผ่านอินเตอร์เนต | 35 |
| 4.3 การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต | 36 |
| **บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์** | |
| 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน | 49 |
| 5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไขปัญหา | 49 |
| 5.3 แนวทางในการพัฒนา | 49 |
| **บรรณานุกรม** | 50 |
| **ภาคผนวก ก. คู่มือการใช้งาน** | 51 |
| **ภาคผนวก ข. วงจรอิเลกทรอนิกส์และลายวงจรที่ใช้ในโครงงาน** | 55 |
| **ภาคผนวก ค. Data Sheet ของอุปกรณ์ที่นำมาใช้** | 59 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป


| รูปที่ | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 1.1 สถาปัตยกรรมของระบบ | 2 |
| รูปที่ 2.1 ไอ-บอร์ด | 10 |
| รูปที่2.2 โครงสร้างของ Microprocessor ETRAX 100LX RISC Architecture 100 MIPS 32-bit | 11 |
| รูปที่ 2.3 Expansion PINOUT ที่ด้าน JP1 ของ ไอ-บอร์ด | 11 |
| รูปที่ 2.4 Expansion PINOUT ที่ด้าน JP2 ของ ไอ-บอร์ด | 12 |
| รูปที่ 2.5 Expansion PINOUT ที่ด้าน JP3 ของ ไอ-บอร์ด | 12 |
| รูปที่ 2.6 ขั้นตอนการ Encapsulation และ Demultiplexing | 14 |
| รูปที่ 2.7 ชั้นเลเยอร์ในโครงสร้าง TCP/IP | 15 |
| รูปที่ 2.8 UDP Header | 17 |
| รูปที่ 2.9 TCP Header | 18 |
| รูปที่ 2.10 ขั้นตอนการทำงานของทั้ง 3 ส่วนของ HTTP server | 20 |
| รูปที่ 3.1 การทำงานของระบบ | 25 |
| รูปที่ 3.2 วงจรของระบบ | 26 |
| รูปที่ 3.3 ไอซีหมายเลข AXIS ETRAX 100LX | 27 |
| รูปที่ 3.4 วงจรรีเลย์ควบคุม | 27 |
| รูปที่ 3.5 วงจรแหล่งจ่ายไฟ | 28 |
| รูปที่ 3.6 การทำงานของโปรแกรม | 29 |
| รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน | 30 |
| รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงาน | 31 |
| รูปที่ 3.9 หน้าเว็บสำหรับการลงชื่อเข้าใช้ | 32 |
| รูปที่ 3.10 หน้าเว็บสำหรับการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า | 32 |
| รูปที่ 3.11 หน้าเว็บสำหรับการเปลี่ยนชื่อเข้าใช้และรหัสผ่าน | 33 |
| รูปที่ 3.12 หน้าเว็บแสดงรายชื่อผู้จัดทำและอาจารย์ที่ปรึกษา | 33 |
| รูปที่ 4.1 รูปแบบการทดลอง | 34 |
| รูปที่ 4.2 การทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับชุดพัฒนาไอ-บอร์ด | 35 |
| รูปที่ 4.3 หน้าต่างสำหรับการกรอกชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน | 36 |
| รูปที่ 4.4 หน้าต่างควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า | 36 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)

**รูปที่** **หน้า**


รูปที่ 4.5 เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 1 ทำงานผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน 37

รูปที่ 4.6 เมื่อผู้ใช้งานสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 1 หลอดไฟจะสว่าง 37

รูปที่ 4.7 เมื่อมีการสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 1 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 1 เปิดแล้ว (Light1-Turn On Successfully) 38

รูปที่ 4.8 เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 2 ทำงานผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน 38

รูปที่ 4.9 เมื่อผู้ใช้งานสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 2 หลอดไฟจะสว่าง 39

รูปที่ 4.10 เมื่อมีการสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 2 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 2 เปิดแล้ว (Light2-Turn On Successfully) 39

รูปที่ 4.11 เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 3 ทำงานผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน 40

รูปที่ 4.12 เมื่อผู้ใช้งานสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 3 หลอดไฟจะสว่าง 40

รูปที่ 4.13 เมื่อมีการสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 3 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 3 เปิดแล้ว (Light3-Turn On Successfully) 41

รูปที่ 4.14 เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 4 ทำงานผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน 41

รูปที่ 4.15 เมื่อผู้ใช้งานสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 4 หลอดไฟจะสว่าง 42

รูปที่ 4.16 เมื่อมีการสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 4 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 4 เปิดแล้ว (Light4-Turn On Successfully) 42

รูปที่ 4.17 เมื่อผู้ใช้งานต้องการปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 1 ดับลงผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน 43

รูปที่ 4.18 เมื่อผู้ใช้งานสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 1 หลอดไฟจะดับ 43

รูปที่ 4.19 เมื่อมีการสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 1 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 1 ปิดแล้ว (Light1-Turn Off Successfully) 44

รูปที่ 4.20 เมื่อผู้ใช้งานต้องการปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 2 ดับลงผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน 44

รูปที่ 4.21 เมื่อผู้ใช้งานสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 2 หลอดไฟจะดับ 45




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)

**รูปที่** **หน้า**


รูปที่ 4.22 เมื่อมีการสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 2 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 2 ปิดแล้ว (Light2-Turn Off Successfully) 45

รูปที่ 4.23 เมื่อผู้ใช้งานต้องการปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 3 ดับลงผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน 46

รูปที่ 4.24 เมื่อผู้ใช้งานสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 3 หลอดไฟจะดับ 46

รูปที่ 4.25 เมื่อมีการสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 3 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 3 ปิดแล้ว (Light3-Turn Off Successfully) 47

รูปที่ 4.26 เมื่อผู้ใช้งานต้องการปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 4 ดับลงผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน 47

รูปที่ 4.27 เมื่อผู้ใช้งานสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 4 หลอดไฟจะดับ 48

รูปที่ 4.28 เมื่อมีการสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 4 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 4 ปิดแล้ว (Light4-Turn Off Successfully) 48

รูปที่ ก.1 หน้าต่างสำหรับการลงชื่อเข้าใช้ 52

รูปที่ ก.2 หน้าต่างสำหรับการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า 52

รูปที่ ก.3 หน้าต่างสำหรับเปลี่ยน Username และ Password 53

รูปที่ ก.4 หน้าเว็บสำหรับเปลี่ยน Username และ Password หลังจากทำการเปลี่ยน Username และ Password 53

รูปที่ ข.1 วงจรรีเลย์ควบคุม 56

รูปที่ ข.2 วงจรแหล่งจ่ายไฟ 56

รูปที่ ข.3 ลายวงจรรีเลย์ควบคุม 4 ช่อง 57

รูปที่ ข.4 ลายวงจรแหล่งจ่ายไฟ 58




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงงาน 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันระบบสมองกลฝังตัวได้รับความนิยมในการนำมาใช้เพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ โดยเทคโนโลยีนี้ช่วยให้เราสามารถลดขนาด และลดการใช้ปริมาณของพลังงานของอุปกรณ์ที่ควบคุมลงได้ ตัวอย่างเช่น การควบคุมอุปกรณ์แทนที่จะใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมอุปกรณ์ ก็ใช้ระบบสมองกลฝังตัวควบคุมอุปกรณ์นั้นแทนซึ่งมีขนาดเล็ก และใช้พลังงานน้อยกว่ามาก

การพัฒนาเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์(Linux)ในปัจจุบันยังมีไม่มากนักแต่ข้อดีของระบบปฏิบัติการ Linux เป็น Open Source สามารถจัดหาระบบปฏิบัติการนี้ได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังสามารถทำการพัฒนาได้อย่างอิสระรวมถึงยังสนับสนุนการทำงานทางด้านเนตเวิร์กได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเสถียรสูงอีกด้วย ทางผู้ดำเนินโครงงานจึงได้เล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่พัฒนาบนระบบปฏิบัติการ Linux ที่มีขนาดเล็กสามารถนำไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่และการพัฒนาซอฟแวร์ลงบนสมองกลฝังตัวบนระบบปฏิบัติการ Linux ของไอ-บอร์ด (I-Board) เพื่อรับคำสั่งการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทางหน้าเว็บ

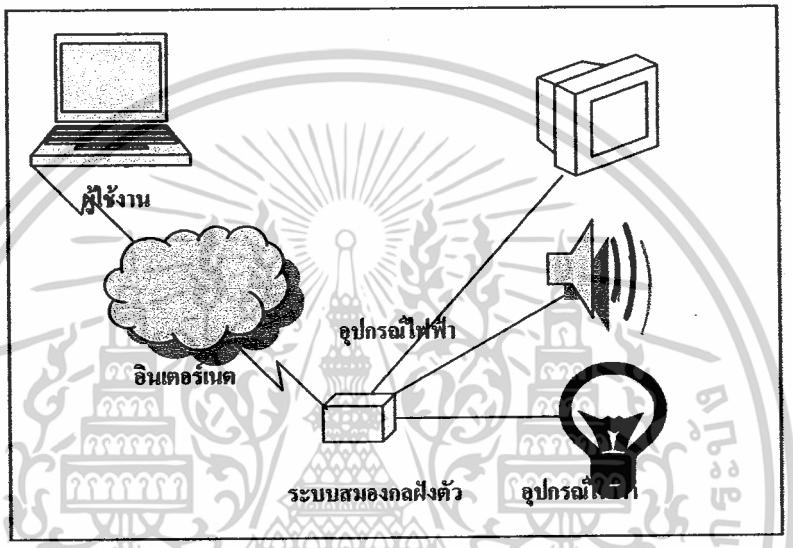
## 1.2 จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานระบบปฏิบัติการ Linux
2. เพื่อพัฒนาการเขียนโปรแกรมในระบบปฏิบัติการ Linux
3. เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านชุดพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวบนระบบปฏิบัติการ Linux
4. เพื่อพัฒนาการเขียนหน้าเว็บเพื่อใช้ในการรับคำสั่งจากผู้ใช้เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้ PHP
5. เพื่อสร้างระบบเครือข่ายแบบไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์(Client-server) ในการรับคำสั่งการควบคุมอุปกรณ์จากหน้าเว็บมายังระบบสมองกลฝังตัวบนระบบปฏิบัติการ Linux ของไอ-บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. หน้าเว็บเพื่อรับคำสั่งจากผู้ใช้เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า
2. กล่องระบบสมองกลฝังตัวบนระบบปฏิบัติการ Linux ของไอ-บอร์ดสำหรับติดตั้งไว้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงาน
3. ระบบเครือข่ายแบบไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ รับคำสั่งจากหน้าเว็บเพื่อติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ในระบบสมองกลฝังตัวบนระบบปฏิบัติการ Linux ของไอ-บอร์ด




**รูปที่ 1.1** สถาปัตยกรรมของระบบ

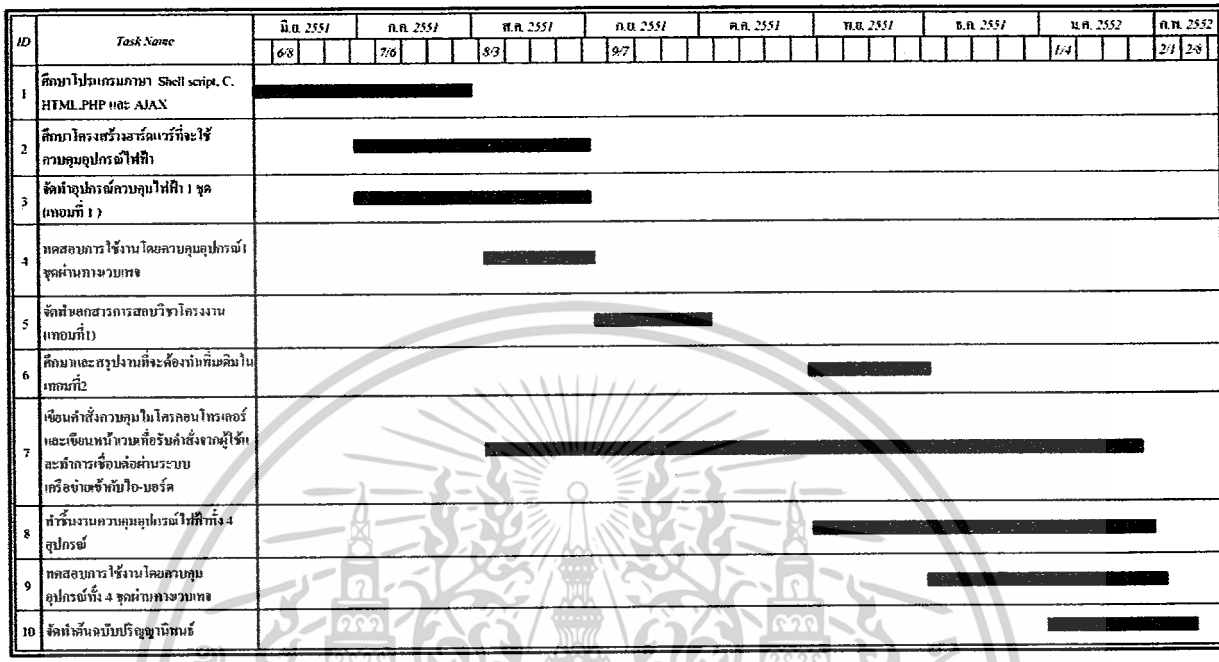
## 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. การรับคำสั่งจากหน้าเว็บได้ตรงตามจุดประสงค์และส่งคำสั่งผ่านเครือข่ายไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์มายังระบบสมองกลฝังตัวบน Linux ของไอ-บอร์ด แล้วสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้
2. ได้เรียนรู้การทำงานของระบบปฏิบัติการ Linux
3. ได้เรียนรู้หลักการเขียนภาษา C
4. ได้เรียนรู้การเขียนหน้าเว็บโดยใช้ภาษา PHP
5. ได้เรียนรู้การเชื่อมต่อในระบบเครือข่ายแบบไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

**ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงงาน**




## 1.6 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

### 1.6.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ชุดพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวบนระบบปฏิบัติการ Linux ของไอ-บอร์ด จำนวน 1 เครื่อง

เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาโปรแกรมที่มีการต่อเชื่อมกับเน็ตเวิร์ค(Network) จำนวน 1 เครื่อง

ชุดควบคุมการเปิด-ปิดสวิตซ์ จำนวน 4 ชุด

ชุดแหล่งจ่ายไฟ 5 V จำนวน 1 ชุด

ชุดแหล่งจ่ายไฟ 12 V จำนวน 1 ชุด

### 1.6.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

Linux Kernel 2.6.x

VMware

Software Development Kit ของชุดอุปกรณ์ ไอ-บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Appserv v2.6.0

Protel 99 SE

Adobe Dreamweaver CS3

Foxserv

Filezilla

Tunnelier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# เทคโนโลยีที่นำมาใช้

## 2.1 Linux

### 2.1.1 ส่วนประกอบของระบบปฏิบัติการ Linux (Linux Operating System Component)

1. Kernel คือหัวใจของระบบจะควบคุมการทำงานภายในทั้งหมดของระบบคอมพิวเตอร์ เช่น การเตรียมทรัพยากรต่างๆของระบบ การจัดเก็บข้อมูล การบริหารหน่วยความจำ การควบคุมอุปกรณ์ต่างๆที่ต่ออยู่ตัว Kernel จะขึ้นกับ ชนิดของเครื่องดังนั้นเราต้องใช้ Kernel คนละตัวกันหากใช้เครื่องคนละตระกูลกัน

2. File System (FS) คือโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ เพื่อให้ OS สามารถอ่านเขียน ใช้ไฟล์ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ OS แต่ละตัวจะมี FS ที่แตกต่างกัน เช่น

| Operating System | File System |
|---|---|
| DOS/Windows95 | FAT12, FAT16 |
| Windows98/95-osr | FAT12, FAT16, FAT32 |
| Windows NT | NTFS, FAT16, HPFS |
| OS/2 | FAT12, FAT16, HPFS |

หมายเหตุ เนื่องจาก Linux ใช้ File System แบบ Ext2(Extended Files System 2) จึงทำให้ Linux สามารถมองเห็นดิสก์ก้อนที่ใหญ่มากมีขนาดถึง 4 TB (Terabytes) หรือขนาด 4000 GB (Gigabytes)

3. Shell เป็น Command Interpreter เป็นตัวกลางติดต่อระหว่าง User กับ Kernel คอยรับคำสั่งที่จะพิมพ์เข้าไปแล้วแปลคำสั่งนั้นต่อไป นอกจากนี้แล้วยังสามารถที่จะนำเอาคำสั่งต่างๆ มาเขียนเป็นโปรแกรมเรียกว่า Shell Script และ Shell ยังสามารถกำหนดทิศทาง Input / Output ได้ด้วยการเปลี่ยนทิศทางจะมีเครื่องหมายที่จำเป็นคือ

> การเปลี่ยนทิศทางของ Output

< การเปลี่ยนทิศทางของ Input

>> การเปลี่ยนทิศทางของ Output ไปต่อท้ายไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานผ่าน Shell มี 2 ลักษณะคือ

Synchronous execution เป็นการทำงานตามลำดับของคำสั่งทีละคำสั่งจนเสร็จแล้วจึงจะขึ้น Prompt เพื่อป้อนคำสั่งต่อไป เรียกว่าการทำงานแบบฉากหน้า (Foreground mode) เช่น $ ls -l (เป็นการ list ดูไฟล์แบบยาวใน Directory ปัจจุบัน)

Asynchronous execution จะทำงานตามคำสั่งโดยที่งานเก่าจะเสร็จแล้วหรือยังไม่เสร็จก็ตามแต่ Shell จะกำหนด Prompt และสร้าง Shell ใหม่ขึ้นมาเพื่อรองรับงานใหม่ต่อไป เรียกว่าการทำงานแบบฉากหลัง (Background mode) การทำงานแบบนี้ทำได้โดยเติมเครื่องหมาย Ampersand (&) ไว้ที่ท้ายคำสั่งนั้น เช่น $ netscape & (เรียกโปรแกรม Netscape แล้วขึ้น Prompt โดยไม่ต้องรอให้ออกจาก Netscape ก่อน)

4. Utilities คำสั่งต่างที่ทำงานได้บน ระบบงาน Linux จึงทำให้ Kernel มีขนาดเล็ก เพราะจะมีเฉพาะหน้าที่สำคัญเท่านั้น

### 2.1.2 ประเภทของไฟล์ใน Linux

ไฟล์ในระบบ Linux นั้นจะขึ้นอยู่กับผู้สร้าง Linux แต่ละตัวซึ่งมีทั้งแตกต่างและเหมือนกัน และการตั้งชื่อไฟล์ในระบบ Linux ส่วนใหญ่จะสามารถตั้งชื่อได้ยาวถึง 255 ตัวอักษร โดยที่ตัวอักษรตัวเล็ก และตัวอักษรตัวใหญ่นั้นมีความแตกต่างกัน สามารถใช้ตัวเลขหรือขีดเส้นใต้ร่วมด้วยก็ได้ แต่ไม่ควรใช้เครื่องหมายเหล่านี้มาตั้งชื่อ เช่น ^ " ' , - ? ] ( ) ~ ! $ @ # <> $ / และหากไฟล์ใดที่ตั้งชื่อขึ้นต้นด้วยจุด "." จะทำให้ไฟล์นั้นเป็น Hidden file คือไฟล์ที่ถูกซ่อนไว้ จะไม่สามารถมองเห็นได้โดยใช้คำสั่งทั่วไปจะต้องมี Option เพิ่มเติม

Regular files คือไฟล์ทั่วไปที่สร้างขึ้นได้ด้วย Text editor หรืออาจจะสำเนามาจากไฟล์อื่น หรืออาจจะเป็นโปรแกรมใช้งานต่างๆก็ได้

Directory files คือไฟล์ที่เก็บไฟล์ทั่วไปหรือจะเก็บไฟล์ที่เป็น Directory ด้วยกัน ที่เรียกว่า Sub Directory ก็ได้ โดยที่ Directory บนสุด (Root) ของ Linux จะแทนด้วย " / "

Special files เป็นไฟล์พิเศษจะมีอยู่สองแบบคือ Character device file และ Block device file ทั้งสองแบบจะเป็นไฟล์ Device driver โดยส่วนใหญ่จะเก็บไว้ที่ /dev แต่ไฟล์ทั้งสองจะแตกต่างกัน ที่การรับส่งข้อมูล นั่นคือ Character device file จะรับส่งข้อมูลที่ละตัวอักษร แต่ Block device file จะรับส่งข้อมูลเป็นบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.1.3 โครงสร้างไฟล์ Directory ของ Linux**

โครงสร้างไฟล์ Directory ของระบบ Linux ส่วนใหญ่จะเป็นแบบ File System Hierarchy Standard (FHS) โดยการจัดลำดับชั้นจะเป็นแบบต้นไม้หัวกลับ โดยเริ่มจากชั้นแรกที่เป็น ราก หรือ Root เขียนแทนด้วย / ไฟล์แต่ละไฟล์อาจจะสร้างขึ้นมาเองหรือเป็นโปรแกรมก็ได้ ไฟล์ลักษณะนี้จะเป็นไฟล์ไดเรคเทอรี การจัดไฟล์ระบบนี้จะทำให้การจัดไฟล์เป็นระบบ ง่ายต่อการดูแลรักษา โดยจะมีโครงสร้างหลักเป็นดังนี้

/ เป็นDirectory root ที่เก็บไฟล์ Kernel ของระบบ

/bin เป็นDirectory ที่ใช้เก็บคำสั่งทั่วไปของระบบ

/dev เป็นDirectory ที่ใช้เก็บไฟล์ที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ

/etc เป็นDirectory ที่ใช้เก็บไฟล์ที่เป็น Config files ของเครื่อง

/etc/X11 เป็นDirectory ที่ใช้เก็บไฟล์ที่เป็น Config files ของ x windows

/etc/skel เป็นDirectory ที่ใช้เก็บไฟล์ที่เป็นไฟล์ต้นฉบับที่จะถูกสำเนาไปยัง Home user

/lib เป็นDirectory ใช้เก็บไฟล์ไลบรารี สำหรับให้โปรแกรมต่างๆเรียกใช้

/sbin เป็นDirectory ที่ใช้เก็บไฟล์คำสั่งของผู้ดูแลระบบ

/usr เป็นDirectory ที่ใช้เก็บไฟล์โปรแกรมของผู้ใช้ทั่วไป

/var เป็นDirectory ที่ใช้เก็บไฟล์ข้อมูลทั่วไปของระบบ

**2.1.4 Permission**

Linux เป็นระบบ OS ที่ใช้ไฟล์ต่างๆ ร่วมกันหากทุกคน มีสิทธิ์ที่จะกระทำต่อทุกไฟล์เท่ากัน ย่อมจะทำให้เกิดความวุ่นวาย ดังนั้นในระบบ Linux จึงมี User ID และ Group ID ประจำ User แต่ละคน จึงทำให้ที่ Home directory ของแต่ละ User จะเป็นที่ที่ User แต่ละคนมีสิทธิ์มากที่สุด เมื่อ User สร้างไฟล์ขึ้นมาก็จะทำให้ มีชื่อของผู้สร้างติดอยู่ด้วย การจำกัดสิทธิ์การเข้าถึงไฟล์ออกเป็น 3 กลุ่มคือ

Owner เจ้าของไฟล์หรือผู้ที่สร้างไฟล์

Group ผู้ใช้กลุ่มเดียวกับผู้ใช้ไฟล์ คือ ผู้ใช้ที่มี GID เดียวกับเจ้าของไฟล์

Other คนอื่นๆหรือใครก็ได้

สิทธิ์ในไฟล์จะประกอบไปด้วย

Read Permission สิทธิ์ในการอ่าน แทนด้วย r

Write Permission สิทธิ์ในการเขียน แทนด้วย w

Execute Permission สิทธิ์ในการประมวลผล แทนด้วย x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.1.5 การเปลี่ยน Permission**

การเปลี่ยน Permission ของไฟล์กระทำได้โดยผู้ที่เป็น Admin ของระบบ หรือเจ้าของไฟล์นั้น โดยมีคำสั่งคือ

1.คำสั่ง chmod ใช้เปลี่ยน Permission ของไฟล์มีวิธีการเปลี่ยนได้ 2 วิธี คือ

Absolute Permission

รูปแบบ $ chmod ตัวเลข Filename

โดยสามารถหาตัวเลขที่มาใส่ได้จากการแทนค่าน้ำหนักของแต่ละบิทลงไปคือ

บิท r แทนน้ำหนักด้วย 4

บิท w แทนน้ำหนักด้วย 2

บิท x แทนน้ำหนักด้วย 1

บิท - แทนน้ำหนักด้วย 0

โดยหากต้องการให้ Permission ใดก็แทนค่าของบิทนั้นลงไปแล้วนำเลขน้ำหนักของแต่ละบิทมารวมกัน (คิดทีละส่วนโดยแยกเป็น Owner, Group และ Other) เช่น จะกำหนดสิทธิ์ไฟล์ test ให้ Owner สามารถอ่าน เขียน และประมวลผลได้ Group สามารถอ่านและประมวลผลได้ ส่วน Other สามารถ Run ได้เพียงอย่างเดียวคิดได้ดังนี้

Permission rwx r-x --x

Number 7 5 1

ใช้คำสั่ง : $ chmod 751 test

Relative Permission

ผู้ใช้ไฟล์ เครื่องหมาย สิทธิ์

u (เจ้าของไฟล์) + เพิ่มสิทธิ์ r (อ่าน)

g (กลุ่มเดียวกับเจ้าของไฟล์)

- ลดสิทธิ Nw (เขียน)

o (คนทั่วไปใครก็ได้)

= กำหนดสิทธิ x (Run)

a (ทุกคนทุกกลุ่มที่กล่าวมา)

เช่นจะเปลี่ยน Permission ของไฟล์ .kshrc จาก rwxr--r-- เป็น rwxrw-r--

$ chmod g+w .kshrc

หรือจะเปลี่ยน Permission ของไฟล์ .profile จาก rwxr--r-- เป็น rwxrw-rw-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$ chmod go+w .profile

2. คำสั่ง chown ใช้เปลี่ยนผู้เป็นเจ้าของไฟล์ เช่น

$ chown newuser test คือเปลี่ยน field ที่ 3 จากการใช้คำสั่ง ls -la จากเจ้าของเดิมคือ wihok เป็น newuser

3. คำสั่ง chgrp ใช้เปลี่ยนกลุ่มผู้เป็นเจ้าของไฟล์ เช่น

$ chgrp newgroup test คือเปลี่ยน field ที่ 4 จากการใช้คำสั่ง ls -la จากเจ้าของเดิมคือ Special เป็น newgroup

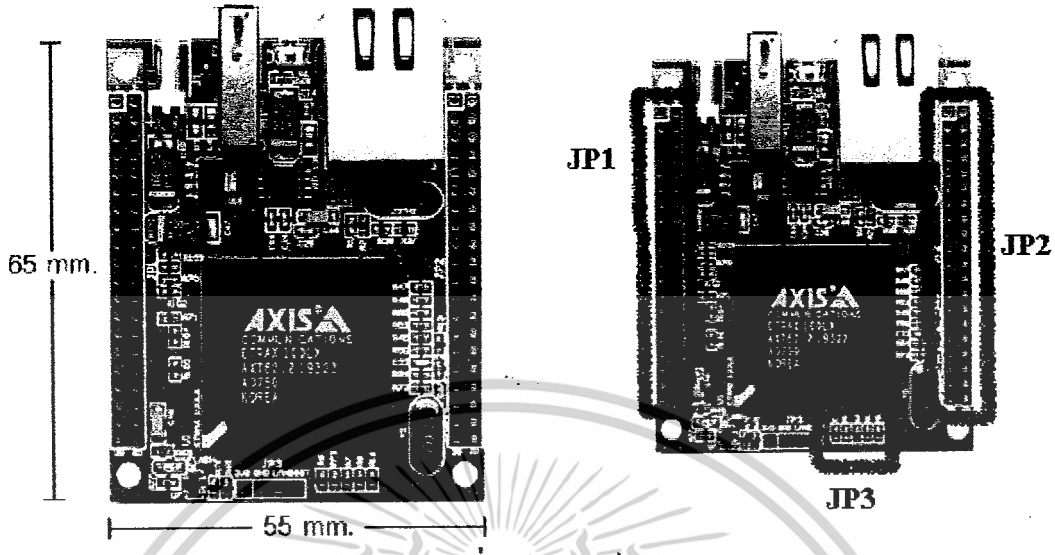
**2.1.6 Text Editor**

Text Editor ที่ใช้ในระบบ Linux ที่พบบ่อยคือ โปรแกรม pico, nano และโปรแกรม vi แต่ pico ไม่ได้มีอยู่ใน Linux ทุกตัว การใช้งานง่าย ไม่ต้องจำคำสั่งต่างเพราะมีอธิบายอยู่แล้วที่ด้านล่างหน้าจอภาพ และสามารถพิมพ์ text ได้เลย แต่ในที่นี้จะใช้ Text editor คือ nano

การเรียกใช้งาน Text editor $ nano filename

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 เทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัว ไอ-บอร์ด

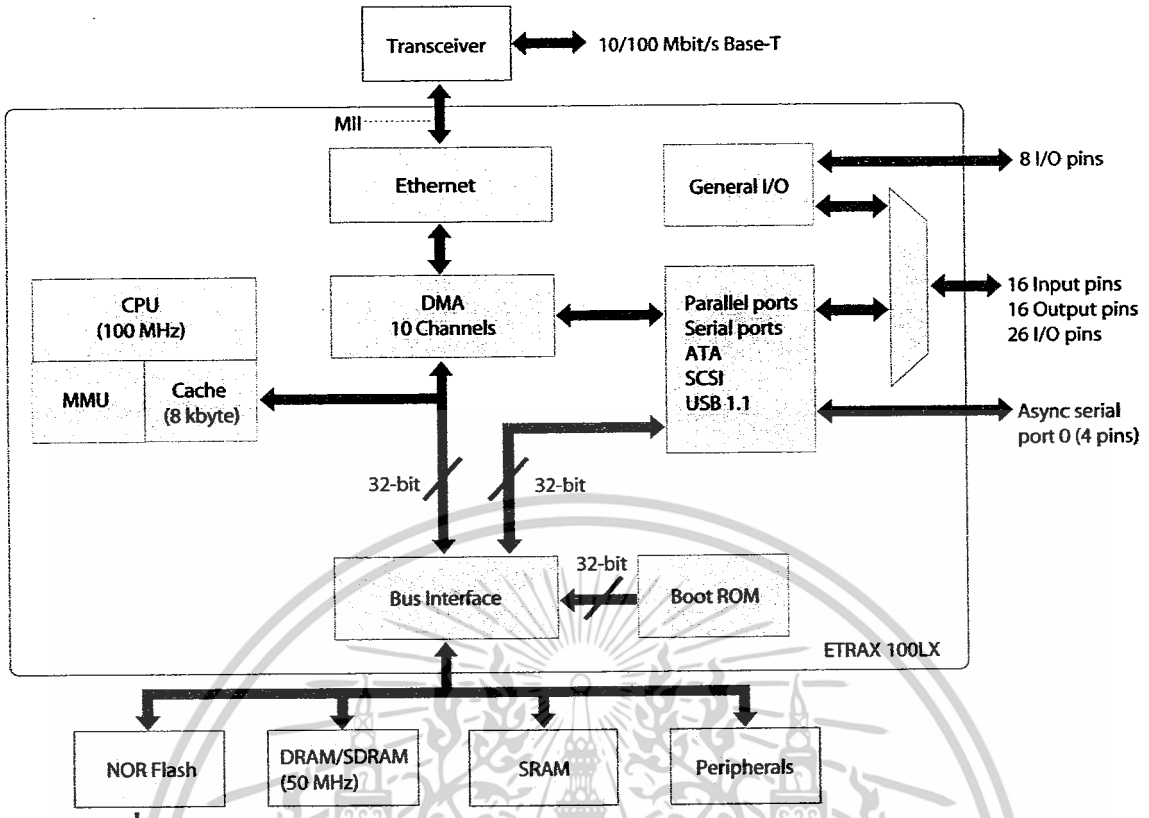



รูปที่ 2.1 ไอ-บอร์ด

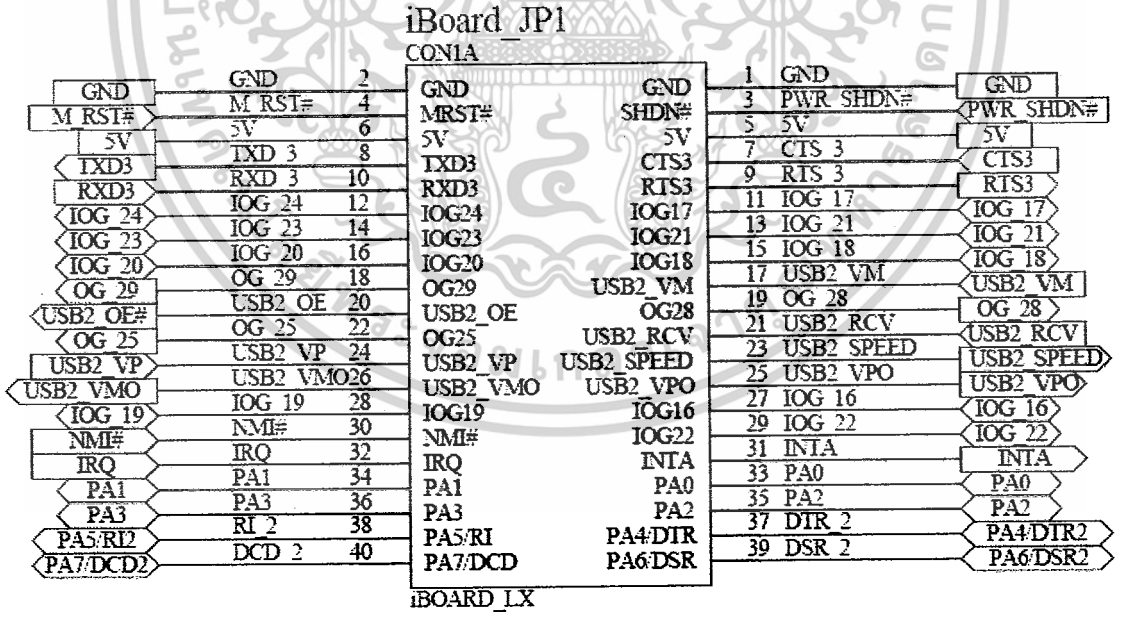
### 2.2.1 สถาปัตยกรรมของไอ-บอร์ด

ไอ-บอร์ด คือ สถาปัตยกรรมระบบฝังตัวที่รวบรวมความสามารถของ Linux อย่างเต็มรูปแบบมาไว้บนบอร์ดที่มีขนาดเล็กเพียง 55 × 65 มิลลิเมตร แต่เต็มไปด้วยประสิทธิภาพและใช้พลังงานต่ำเพียง 1.5 วัตต์ ด้วยการออกแบบโมดูลให้มีความยืดหยุ่นสูงต่อการนำไปใช้และการนำไปพัฒนาต่อ จึงสามารถนำไอ-บอร์ดไปประยุกต์ใช้กับ Application ได้หลากหลาย คุณสมบัติที่เด่นชัดคือมี Ethernet Port พร้อมใช้งานที่มาพร้อมกับซอฟต์แวร์ TCP/IP ที่มีเสถียรภาพสูงของ Linux จึงทำให้ ไอ-บอร์ด เหมาะแก่การสร้างสรรค์โซลูชั่นที่ทำงานบนระบบเครือข่ายอินเตอร์เนตเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ยังมี USB Port ที่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆได้มากมาย ไอ-บอร์ด มีขา Input/Output 48 GPIO ที่สามารถปรับเปลี่ยนให้ใช้กับอุปกรณ์ได้หลากหลายเช่น Relay, Sensor, Siren และ I2C เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

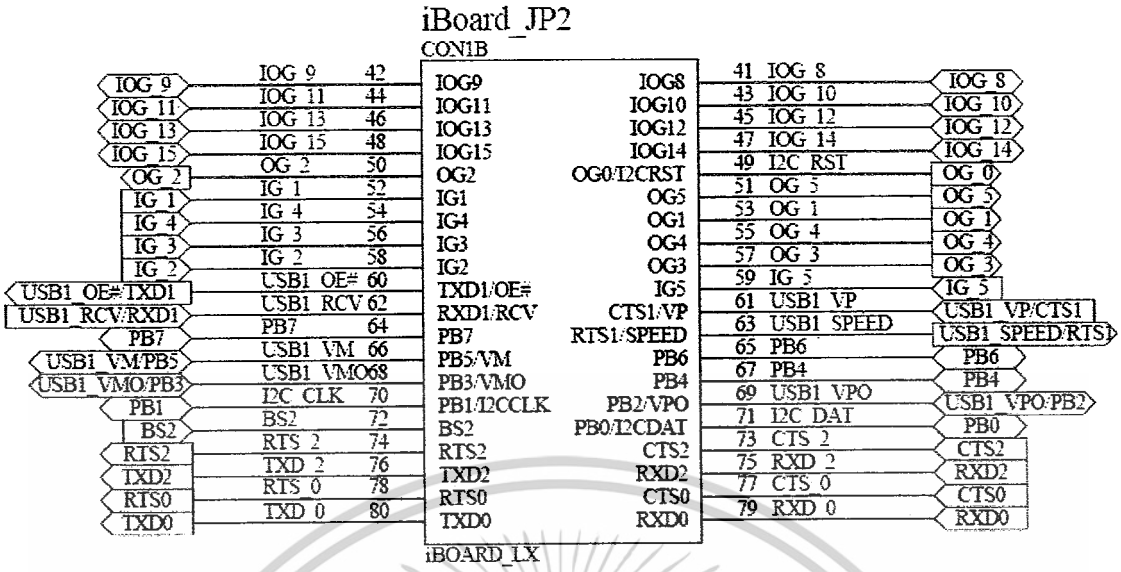



**รูปที่2.2** โครงสร้างของ Microprocessor ETRAX 100LX RISC Architecture 100 MIPS 32-bit

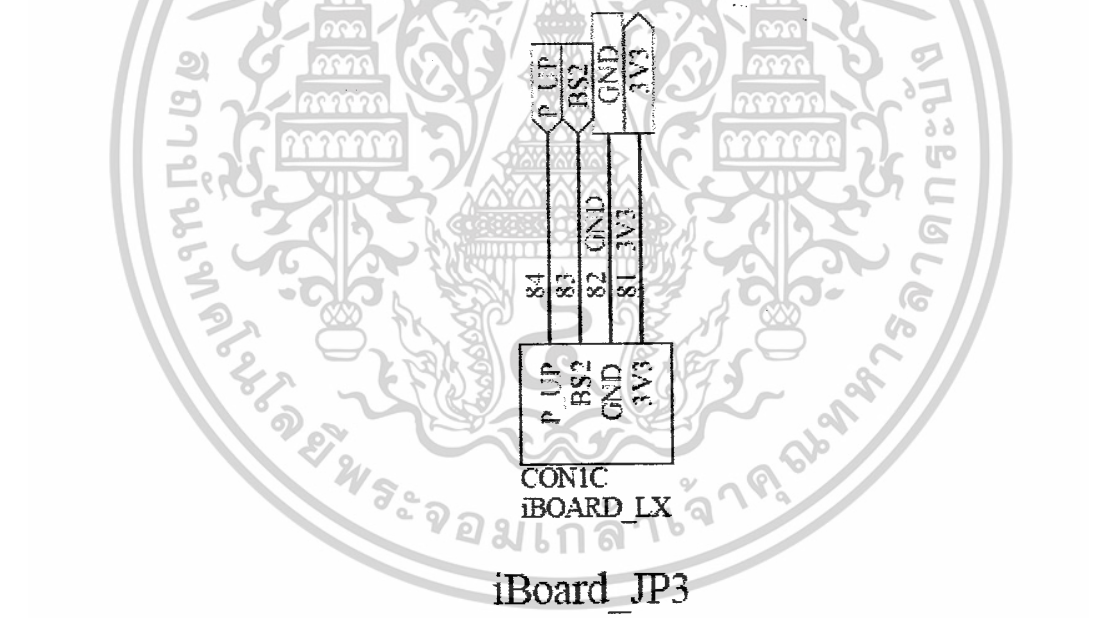



**รูปที่ 2.3** Expansion PINOUT ที่ด้าน JP1 ของ ไอ-บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.4** Expansion PINOUT ที่ด้าน JP2 ของ ไอ-บอร์ด




**รูปที่ 2.5** Expansion PINOUT ที่ด้าน JP3 ของ ไอ-บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.2 คุณสมบัติทางด้าน Hardware**

Microprocessor ETRAX 100LX RISC Architecture 100 MIPS 32-bit

8 MB Flash up to 32 MB

1 x Ethernet 10/100 on board RJ45 header

2 x USB port (1 อันบนตัวบอร์ด อีก 1 อันสามารถแปลงเป็น USB ได้จาก GPIO)

2 x 20 pin header for 48 DIO, 4 Serial UARTs and/or Parallel port

Extreme Low Power 300mA-5A

ด้วยพื้นฐานจาก Linux และ ซอฟต์แวร์แบบ Open Source ที่เปิดกว้างจากแหล่งข้อมูลทั่วโลก ทำให้ศึกษาและพัฒนาได้อย่างไร้ขีดจำกัด

**2.2.3 คุณสมบัติทางด้าน Software**

ติดตั้งเว็บเซิร์ฟเวอร์(FOXserve Web server) มาในตัว หรืออาจเพิ่มการติดตั้งเว็บเซิร์ฟเวอร์อื่น

ระบบปฏิบัติการ Linux Kernel 2.6.x

รองรับ IPv4 และ IPv6

PPP for asynchronous modem

PPPoE for ADSL, IPSec, VPN

FTP, TFTP, SNMP

Firmware สามารถอัพเกรดได้ทาง FTP, SSH และ Telnet

## 2.3 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

**2.3.1 TCP/IP คืออะไร**

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) คือชุดของโปรโตคอลที่ถูกใช้ในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยสามารถใช้สื่อสารจากต้นทางข้ามเครือข่ายไปยังปลายทางได้ และสามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปได้เองโดยอัตโนมัติถึงแม้ว่าในระหว่างทางอาจจะผ่านเครือข่ายที่มีปัญหา โปรโตคอลก็ยังคงหาเส้นทางอื่นในการส่งผ่านข้อมูลไปให้ถึงปลายทางได้

ชุดโปรโตคอลนี้ได้รับการพัฒนามาตั้งแต่ปี 1960 ซึ่งถูกใช้เป็นครั้งแรกในเครือข่าย ARPANET ซึ่งต่อมาได้ขยายการเชื่อมต่อไปทั่วโลกเป็นเครือข่ายอินเตอร์เน็ตทำให้ TCP/IP เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCP/IP มีจุดประสงค์ของการสื่อสารตามมาตรฐาน 3 ประการคือ

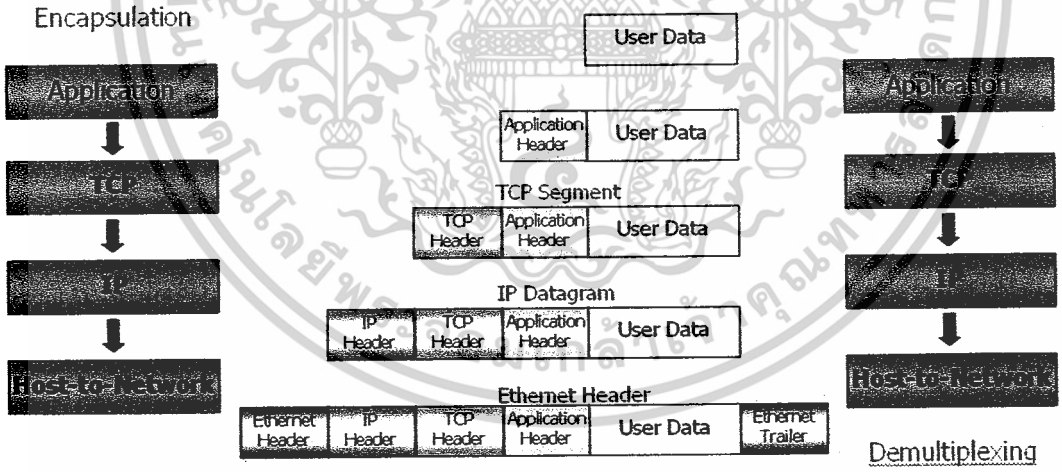
1. เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างระบบที่มีความแตกต่างกัน

2. ความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเครือข่าย เช่นในกรณีที่ผู้ส่งและผู้รับยังคงมีการติดต่อกันอยู่ แต่โหนดกลางทีใช้เป็นผู้ช่วยรับ-ส่งเกิดเสียหายใช้การไม่ได้ หรือสายสื่อสารบางช่วงถูกตัดขาด กฎการสื่อสารนี้จะต้องสามารถจัดหาทางเลือกอื่นเพื่อทำให้การสื่อสารดำเนินต่อไปได้โดยอัตโนมัติ

3. มีความคล่องตัวต่อการสื่อสารข้อมูลได้หลายชนิดทั้งแบบที่ไม่มีความเร่งด่วน เช่น การจัดส่งแฟ้มข้อมูล และแบบที่ต้องการรับประกันความเร่งด่วนของข้อมูล เช่นการสื่อสารแบบเวลาจริง(Real-time) การสื่อสารแบบเสียง(Voice) และข้อมูล(Data)

### 2.3.2 การ Encapsulation และการ Demultiplexing

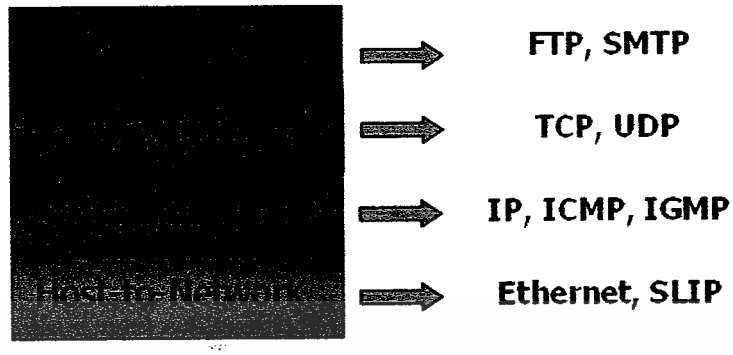
การส่งข้อมูลผ่านในแต่ละเลเยอร์จะทำการประกอบข้อมูลที่ได้รับมากับข้อมูลส่วนควบคุมซึ่งถูกนำมาไว้ในส่วนหัวของข้อมูลเรียกว่า Header ภายใน Header จะบรรจุข้อมูลที่สำคัญของโปรโตคอลที่ทำการ Encapsulate เมื่อผู้รับได้รับข้อมูลก็จะเกิดกระบวนการทำงานย้อนกลับคือ โปรโตคอลเดียวกัน ทางฝั่งผู้รับก็จะได้รับข้อมูลส่วนที่เป็น Header ก่อนและนำไปประมวลและทราบว่าข้อมูลที่ตามมามีลักษณะอย่างไร ซึ่งกระบวนการย้อนกลับนี้เรียกว่า Demultiplexing




**รูปที่ 2.6** ขั้นตอนการ Encapsulation และ Demultiplexing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3.3 เลเยอร์ของโครงสร้าง TCP/IP**




**รูปที่ 2.7** ชั้นเลเยอร์ในโครงสร้าง TCP/IP

**2.3.3.1 ชั้นโฮสต์-เครือข่าย (Host-to-Network Layer)**

การสื่อสารในชั้นนี้เป็นสิ่งที่ไม่มีการกำหนดรายละเอียด หน้าที่หลักคือการรับข้อมูลจากชั้นสื่อสาร IP มาแล้วส่งไปยังโหนดที่ระบุไว้ในเส้นทางเดินข้อมูลทางด้านผู้รับก็จะทำงานในทางกลับกัน คือรับข้อมูลจากสายสื่อสารแล้วนำส่งให้กับโปรแกรมในชั้นสื่อสาร

**2.3.3.2 ชั้นสื่อสารอินเทอร์เน็ต (The Internet Layer)**

เป็นการสื่อสารระดับแพ็กเก็ต (Packet-switching Network) ซึ่งเป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (Connectionless) หลักการทำงานคือการปล่อยให้ข้อมูลขนาดเล็กที่เรียกว่า แพ็กเก็ต(Packet) สามารถไหลจากโหนดผู้ส่งไปตามโหนดต่างๆ ในระบบจนถึงจุดหมายปลายทางได้โดยอิสระ หากว่ามีการส่งแพ็กเก็ตออกมาเป็นชุดโดยมีจุดหมายปลายทางเดียวกันในระหว่างการเดินทางในเครือข่าย แพ็กเก็ตแต่ละตัวในชุดนี้ก็จะเป็นอิสระแก่กันและกัน ดังนั้นแพ็กเก็ตที่ส่งไปถึงปลายทางอาจจะไม่เป็นไปตามลำดับก็ได้

IP (Internet Protocol)

IP เป็นโปรโตคอลในระดับเน็ตเวิร์คเลเยอร์ ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับแอดเดรสและข้อมูลและควบคุมการส่งข้อมูลบางอย่างที่ใช้ในการหาเส้นทางของแพ็กเก็ต ซึ่งกลไกในการหาเส้นทางของ IP จะมีความสามารถในการหาเส้นทางที่ดีที่สุด และสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางได้ในระหว่างการส่งข้อมูล และมีระบบการแยกและประกอบดาต้าแกรม(Datagram) เพื่อรองรับการส่งข้อมูลระดับ Data Link ที่มีขนาด MTU(Maximum Transmission Unit) ที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถนำ IP ไปใช้บนโปรโตคอลอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลากหลาย เช่น Ethernet ,Token Ring หรือ Apple Talk การเชื่อมต่อของ IP เพื่อทำการส่งข้อมูลจะเป็นแบบ Connectionless หรือเกิดเส้นทางการเชื่อมต่อในทุกๆครั้งของการส่งข้อมูล 1 ดาต้าแกรม

ICMP (Internet Control Message Protocol)

ICMP เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการตรวจสอบและรายงานสถานภาพของดาต้าแกรม (Datagram) ในกรณีที่เกิดปัญหากับดาต้าแกรม

**2.3.3.3 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (Transport Layer)**

แบ่งเป็นโปรโตคอล 2 ชนิดตามลักษณะ ลักษณะแรกเรียกว่า Transmission Control Protocol(TCP) เป็นแบบที่มีการกำหนดช่วงการสื่อสารตลอดระยะเวลาการสื่อสาร(Connection-oriented) ซึ่งจะยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นแบบ Byte Stream ที่ไว้ใจได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด ข้อมูลที่มีปริมาณมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่า Message ซึ่งจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของอินเทอร์เน็ต ทางฝ่ายผู้รับจะนำ Message มาเรียงต่อกันตามลำดับเป็นข้อมูลตัวเดิม TCP ยังมีความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูลเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่งส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงานได้ทันอีกด้วย

โปรโตคอลการนำส่งข้อมูลแบบที่สองเรียกว่า UDP (User Datagram Protocol) เป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (Connectionless) มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่ง จึงถือได้ว่าไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้มีข้อดีในด้านความรวดเร็วในการส่งข้อมูล จึงนิยมใช้ในระบบผู้ให้และผู้ใช้บริการ (Client/Server System) ซึ่งมีการสื่อสารแบบถาม/ตอบ (Request/Reply) นอกจากนั้นยังใช้ในการส่งข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหวหรือการส่งเสียง (Voice) ทางอินเทอร์เน็ต

UDP: (User Datagram Protocol)

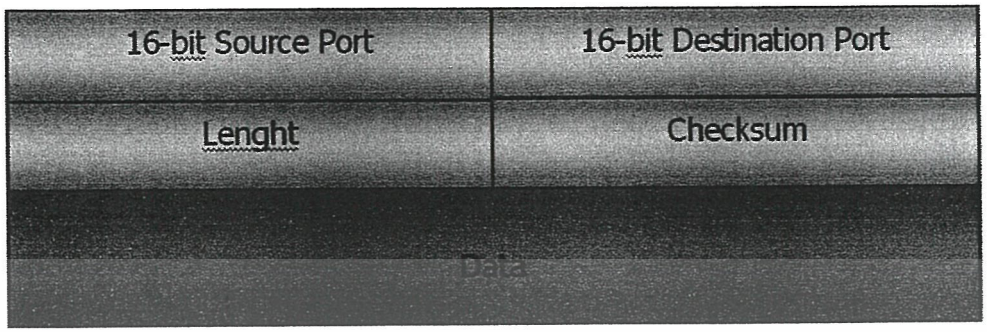
เป็นโปรโตคอลที่อยู่ใน Transport Layer เมื่อเทียบกับโมเดล OSI โดยการส่งข้อมูลของ UDP นั้นจะเป็นการส่งครั้งละ 1 ชุดข้อมูล เรียกว่า UDP Datagram ซึ่งจะไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างดาต้าแกรมและจะไม่มีกลไกการตรวจสอบความสำเร็จในการรับส่งข้อมูล

กลไกการตรวจสอบโดย Checksum ของ UDP นั้นเพื่อเป็นการป้องกันข้อมูลที่อาจจะถูกแก้ไข หรือมีความผิดพลาดระหว่างการส่ง และหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ปลายทางจะได้รู้ว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น แต่มันจะเป็นการตรวจสอบเพียงฝ่ายเดียวเท่านั้น โดยในข้อกำหนดของ UDP หากพบว่า Checksum Error ก็ให้ผู้รับปลายทางทำการทิ้งข้อมูลนั้น แต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่งแต่อย่างใด การรับส่งข้อมูลแต่ละครั้งหากเกิดข้อผิดพลาดในระดับ IP เช่น ส่งไม่ถึง, หมดเวลา ผู้ส่งจะได้รับ Error Message จากระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง


IP เป็น ICMP Error Message แต่เมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางถูกต้อง แต่เกิดข้อผิดพลาดในส่วนของ UDP เอง จะไม่มีการยืนยัน หรือแจ้งให้ผู้ส่งทราบแต่อย่างใด




**รูปที่ 2.8** UDP Header

UDP Header มีรายละเอียด ดังนี้

Source Port Number: หมายเลขพอร์ตต้นทางที่ส่งดาต้าแกรมนี้

Destination Port Number: หมายเลขพอร์ตปลายทางที่จะเป็นผู้รับดาต้าแกรม UDP

Length: ความยาวของดาต้าแกรม ทั้งส่วน HEADER และ DATA นั่นหมายความว่า ค่าที่น้อยที่สุดในฟิลด์นี้คือ 8 ซึ่งเป็นขนาดของ HEADER

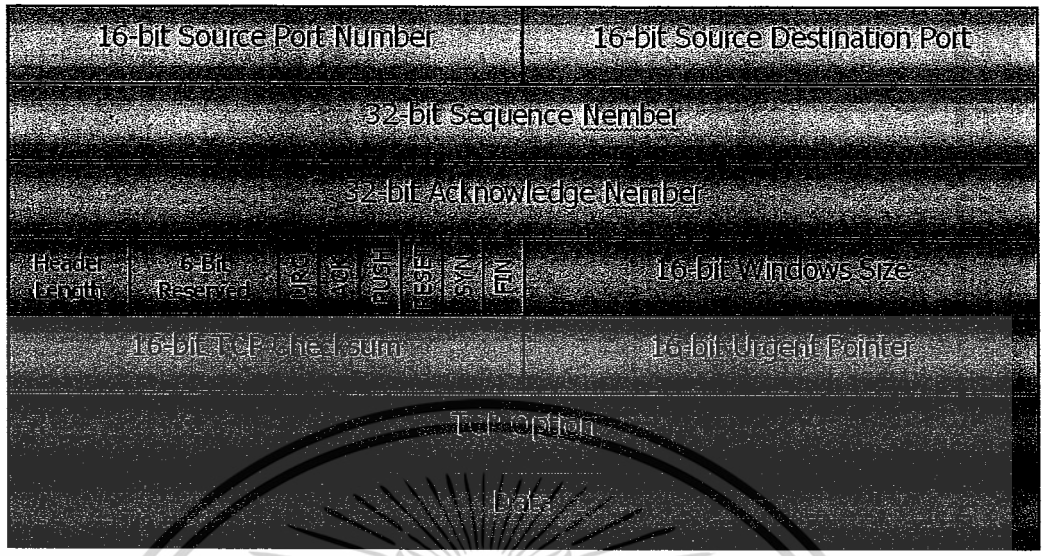
Checksum: เป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของ UDP DATAGRAM และจะนำข้อมูลบางส่วนใน IP Header มาคำนวณด้วย

TCP: (Transmission Control Protocol)

TCP อยู่ใน Transport Layer เช่นเดียวกับ UDP ทำหน้าที่จัดการและควบคุมการรับส่งข้อมูล ซึ่งมีความสามารถและรายละเอียดมากกว่า UDP โดยดาต้าแกรมของ TCP จะมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันและมีกลไกควบคุมการรับส่งข้อมูลให้มีความถูกต้อง (Reliable) และมีการสื่อสารอย่างเป็นกระบวนการ (Connection-oriented)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

104294




**รูปที่ 2.9** TCP Header

TCP Header มีรายละเอียด ดังนี้

Source Port Number: หมายเลขพอร์ตต้นทางที่ส่งดาต้าแกรมนี้

Destination Port Number: หมายเลขพอร์ตปลายทางที่จะเป็นผู้รับดาต้าแกรม

Sequence Number: ฟิลด์ที่ระบุหมายเลขลำดับอ้างอิงในการสื่อสารข้อมูลแต่ละครั้งเพื่อใช้ในการแยกแยะว่าเป็นข้อมูลของชุดใดและนำมาจัดลำดับได้ถูกต้อง

Acknowledgment Number: ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ Sequence Number แต่จะใช้ในการตอบรับ

Header Length: โดยปกติความยาวของเฮดเดอร์ TCP จะมีความยาว 20 ไบต์ แต่อาจจะมากกว่านั้น ถ้ามีข้อมูลในฟิลด์ Option แต่ต้องไม่เกิน 60 ไบต์

Flag: เป็นข้อมูลระดับบิตที่อยู่ในเฮดเดอร์ TCP โดยใช้เป็นตัวบอกคุณสมบัติของแพ็กเก็ต TCP ขณะนั้นๆ และใช้เป็นตัวควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูลด้วย ซึ่ง Flag มีอยู่ทั้งหมด 6 บิต แบ่งได้ดังนี้

URG: ใช้บอกความหมายว่าเป็นข้อมูลด่วนและมีข้อมูลพิเศษมาด้วย

ACK: แสดงว่าข้อมูลในฟิลด์ Acknowledge Number นำมาใช้งานได้

DSH: เป็นการแจ้งให้ผู้รับข้อมูลทราบว่าควรจะส่งข้อมูล Segment นี้ไปยัง Application ที่กำลังรออยู่โดยเร็ว

RST: ยกเลิกการติดต่อ เนื่องจากกรณีที่เกิดการสับสนขึ้นด้วยเหตุผลต่างๆ

SYN: ใช้ในการเริ่มต้นขอติดต่อกับปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIN: ใช้ส่งเพื่อแจ้งให้ปลายทางทราบว่ายุติการติดต่อ

**2.3.3.4 ชั้นสื่อสารการประยุกต์ (Application Layer)**

โปรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือน เรียกว่า TELNET

โปรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูล เรียกว่า FTP

โปรโตคอลสำหรับการให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เรียกว่า SMTP

## 2.4 การสื่อสารข้อมูลบนเว็บ (Web)

### 2.4.1 HTTP

HTTP server หรือ Web server ได้ถูกออกแบบมาเพื่อเว็บ มันมีโปรโตคอลที่ใช้ในการส่งข้อมูลจาก Server ไปยัง Browser และก็รับข้อมูลจาก Browser (หรือ HTTP Client อื่นๆ) กลับมายัง Server วิธีการ (Method) ที่ใช้รับส่งข้อมูลมีอยู่หลายวิธี วิธีพื้นฐานมีดังนี้

GET ข้อมูลจะถูกส่งไปกับ Query string ของ URL

POST ข้อมูลจะถูกส่งไปในลักษณะของ Message body ติดไปกับ Request message ที่ถูกส่งโดย Client ไปยัง Server วิธีการนี้มีขั้นตอนที่ซับซ้อนกว่า GET แต่สามารถใช้กับข้อมูลที่ซับซ้อนกว่าได้ดีกว่า

จากข้อมูลเบื้องต้นทำให้รู้จักการส่งข้อมูลจาก Browser ไปยัง HTTP server กันแล้ว ซึ่งใช้ CGI เป็นเครื่องมือที่ Server ส่วนมากใช้ประมวลผลข้อมูลที่ถูกส่งมาจาก Browser

### 2.4.2 Server

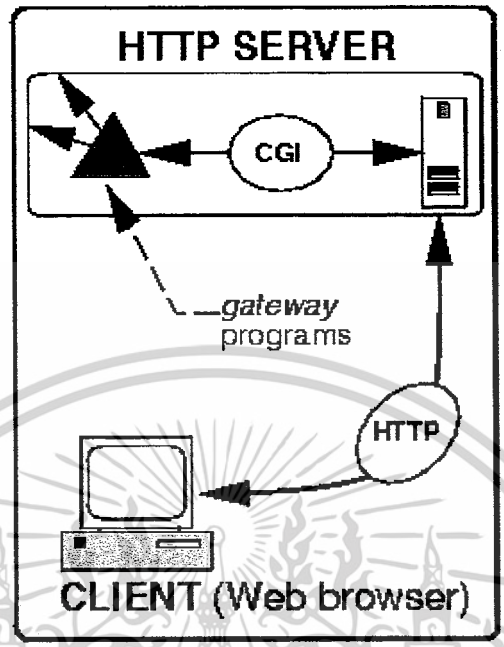
ประมวลผลข้อมูลที่ส่งมาจาก Browser โปรแกรม HTTP server ส่วนใหญ่ออกแบบ มาสำหรับให้บริการข้อมูลเท่านั้น ไม่ได้ถูกออกแบบมาสำหรับ ประมวลผลข้อมูลที่ส่งมาจาก Browser ดังนั้นถ้าต้องการให้ Server ประมวลผลข้อมูลที่ถูกส่งมาจาก HTML FORM หรือรูปแบบอื่นๆ จำเป็นต้องมี 3 ส่วนต่อไปนี้

1. โปรแกรมเสริมสำหรับประมวลผลข้อมูลที่ส่งมาจาก Browser

2. เครื่องมือที่ Server จะส่งข้อมูลผ่านไปยังโปรแกรมเสริม หรือที่เรียกว่า โปรแกรม Gateway ซึ่งจะทำหน้าที่เป็น Gateway ระหว่าง Web และทรัพยากรอื่นๆบนเครื่อง HTTP server เช่น ฐานข้อมูล

3. ช่องทางที่โปรแกรมเสริมจะส่งข้อมูลไปยัง Browser เพื่อโปรแกรม Gateway จะได้ส่งผลลัพธ์การประมวลผลข้อมูลไปให้กับ User ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.10 ขั้นตอนการทำงานของทั้ง 3 ส่วนของ HTTP server

## 2.5 โปรแกรมที่ใช้พัฒนาเว็บ

### 2.5.1 PHP

ภาษาคอมพิวเตอร์ทุก ๆ ภาษาสิ่งที่จะขาดไปไม่ได้ก็คือ รูปแบบโครงสร้างของภาษา ภาษา PHP ก็เช่นเดียวกันต้องมีโครงสร้างภาษาเฉพาะของ PHP สำหรับ Step แรกของ PHP ก็คือทำความเข้าใจเรื่องโครงสร้างภาษา

การเขียนภาษา PHP นั้นเราสามารถเขียนแทรกไว้ในภาษา HTML หรือจะเขียนเดี่ยว ๆ เลยก็ได้ แต่เมื่อเขียนแล้ว เราจะต้องทำการเซฟเป็นไฟล์สกุล .php

#### 2.5.1.1 รูปแบบการเขียน PHP

รูปแบบการเขียน PHP นั้นมีรูปแบบการเขียนอยู่หลายแบบ ดังนี้

1. เขียนแบบ SGML เป็นรูปแบบการเขียนที่เป็นมาตรฐานของภาษา XML
2. เขียนแบบ XML เป็นรูปแบบการเขียนของภาษาประเภท XML
3. เขียนแบบ ภาษา Script หรือการเขียนแบบ java script
4. เขียนแบบ ASP เป็นรูปแบบการเขียนที่เป็นมาตรฐานของภาษาประเภท ASP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.5.2 HTML**

HTML ย่อมาจาก HyperText Markup Language เป็นภาษาที่ใช้สำหรับสร้างหน้าเว็บ โดยคำสั่งในภาษา HTML จะทำหน้าที่ควบคุมการแสดงผลของข้อมูลในหน้าเว็บ ซึ่งเราสามารถควบคุมได้ทั้งสีสัน รูปภาพ ตลอดจนตำแหน่งของสิ่งต่างๆ ที่อยู่บนหน้าเว็บ

คำสั่งที่ใช้ควบคุมการแสดงผลใน HTML นั้นถูกเรียนว่าแท็ก (Tag) ซึ่งมีอยู่มากมายหลายสิบชนิด แต่ละแท็กก็จะมีหน้าที่แตกต่างกันออกไป เช่น บางแท็กใช้สำหรับกำหนดให้แสดงรูปภาพ บางแท็กใช้สำหรับกำหนดสีฟอนต์หรือขนาดให้กับตัวอักษร การเรียนรู้ภาษา HTML จึงเป็นการเรียนรู้ที่ใช้งานแท็กในการสร้างหน้าเว็บให้ได้ดังใจนึกนั่นเองการเปิดดูโค้ด HTML ของหน้าเว็บจากเว็บบราวเซอร์ ถ้าเราอยากทราบว่าหน้าตาของไฟล์ HTML ที่บราวเซอร์ได้รับมาจากเซอร์เวอร์นั้นเป็นอย่างไร

**2.5.2.1 รูปแบบโครงสร้างหลักของภาษา HTML**

ภาษา HTML มีส่วนประกอบที่สำคัญมากซึ่งควรสร้างไว้นะครับซึ่งโครงสร้างมีดังต่อไปนี้

<html>

<head>

<title>ส่วนนี้จะแสดงส่วน title bar เท่านั้น</title>

</head>

<body> ใช้สำหรับเขียนข้อมูลต่าง ๆ มีทั้ง รูปภาพต่าง ๆ ควรจะเป็น ไฟล์ชนิด .gif เพราะมีขนาดเล็ก , text หรือ ข้อความต่าง ๆ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ , sound หรือเสียงเพลง เป็นไฟล์ .mp3 , ภาพยนต์ หรือภาพเคลื่อนไหว ,รวมทั้งโค้ดภาษาอื่น ๆ

</body>

</html>

## 2.6 อุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ที่นำมาใช้

**2.6.1 ตัวต้านทาน (Resistor)**

ตัวต้านทานเป็นอุปกรณ์ที่สามารถจำกัดจำนวนกระแสไฟฟ้าภายในตัวต้านทานจะประกอบด้วยผงคาร์บอนผสมกับตัวยึดเหนี่ยวคล้ายกาว ชนิดของตัวต้านทานได้แก่ คาร์บอน, ฟิล์มคาร์บอนและขดลวด เป็นต้น สัญลักษณ์ของตัวต้านทาน

ตัวต้านทานมีค่าที่เรียกว่าความต้านทาน(Resistance) มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ohm: $\Omega$) แต่หน่วยโอห์มนี้เล็กมาก โดยหน่วยของความต้านทานที่นิยมใช้คือกิโลโอห์ม (Kilo ohm) และเมกกะ (Mega ohm) ซึ่งจะถูกพิมพ์ไว้บนตัวต้านทานแทนด้วยรหัสสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.6.2 ตัวเก็บประจุ (Capacitor)**

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเก็บประจุไฟฟ้าได้ มีการไปใช้ในวงจรกรองแรงดัน, วงจรกรองความถี่, ใช้ในการถ่ายทอดสัญญาณ (coupling) เป็นต้น ภายในตัวเก็บประจุจะประกอบด้วยแผ่นโลหะตัวนำ 2 แผ่นวางห่างกันโดยมีสารไดอิเล็กตริกกั้นอยู่ระหว่างแผ่นตัวนำทั้งสอง ชนิดของตัวเก็บประจุจะขึ้นอยู่กับสารไดอิเล็กตริกที่ใช้อันได้แก่ เซรามิก, ไมล่าร์, อิเล็กทรอไลต์, โพลีเอส-เตอร์, แทนทาลั่มและแก้ว เป็นต้น สัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุ ⊣⊢

ตัวเก็บประจุมีค่าที่เรียกว่าความจุไฟฟ้า(Capacitance)มีหน่วยเป็นฟารัด(Farad)แต่ทว่า หน่วยฟารัดนี้ใหญ่มากจึงต้องทอนลงมาให้เป็นหน่วยย่อยโดยหน่วยของความจุไฟฟ้าที่นิยมใช้คือไมโครฟารัด (nicrofarad:mF) นาโนฟารัด(nanofarad: nF)และพิโกฟารัด(picofarad: pF)ซึ่งจะถูกพิมพ์ไว้บนตัวเก็บประจุด้วยความสัมพันธ์ของหน่วยของตัวเก็บประจุและค่าที่พิมพ์ลงบนตัวเก็บประจุตามมาตรฐานEIA (Electronic Industry Association)

**2.6.3 ไดโอด (Diode)**

เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำตัวแรกที่ถูกสร้างขึ้น จะประกอบด้วยซิลิกอนแบบ P และ N อย่างละชั้นโดยขั้วคาโทดจะเป็นซิลิกอนแบบ N และขั้วอาโนดเป็นซิลิกอนแบบ Pมีสัญลักษณ์ดังรูป ⟶⊢ไดโอดสามารถนำกระแสได้ ถ้าให้แรงดันบวกที่ขาแอโนด และแรงดันลบที่ขาแคโทด เรียกว่า ให้แรงดันไบแอสตรงไดโอดจะนำกระแสเมื่อเกิดแรงดันตกคร่อมตัวมันประมาณ 0.2-0.3 โวลต์ สำหรับไดโอดแบบเยอรมันเนียมและ 0.6-0.7 โวลต์ สำหรับไดโอดแบบซิลิกอน

ไดโอดที่ใช้ในวงจรเร็กติไฟร์จะต้องมีอัตราการทนแรงดันและกระแสที่ค่อนข้างสูง คือ มีขนาดตั้งแต่ 1แอมป์ 50โวลต์ไปจนถึงหลายสิบแอมป์ หลายร้อยโวลต์ส่วนไดโอดที่ใช้ในการจัดการกับสัญญาณขนาดเล็กเช่นในวงจรดีเท็กเตอร์นั้นจะมีขนาดเล็กกว่ามากแต่จะมีความเร็วในการทำงานสูงกว่า

**2.6.4 ทรานซิสเตอร์ (Transister)**

เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้น อาจจะเป็นแบบ NPN หรือ PNP ก็ได้ มีสามขา เรียกว่า Base, Emitter และ Collector

หลักการทำงาน คือ กระแสไฟฟ้าเพียงเล็กน้อย ที่ไหลผ่านขา Base ไปยังขา Emitter สามารถควบคุมกระแสปริมาณมากที่ไหลผ่านขา Emitter ไปยังขา Collector ได้ สามารถทำหน้าที่เป็นทั้งอุปกรณ์ขยายสัญญาณและสวิทซ์ควบคุมสัญญาณได้ Base-Emitter Junction จะไม่นำกระแสไฟฟ้า จนกว่า Forward Bias มีค่าสูงเกินกว่า 0.6 Volt มีการไปใช้ในวงจรสวิทช์ควบคุม, วงจรขยายสัญญาณ (amplifier) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.6.5 ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode)**

จะเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าให้เป็นแสงได้โดยตรง แสงที่เปล่งออกมามีสีเดียว(มี Range ของความยาวคลื่นที่แคบ) แสงที่เปล่งออกมาจะเพิ่มขึ้นตามกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน จนถึงระดับหนึ่งจะร้อนจัดและชำรุด มีสัญลักษณ์ ชนิดของ LED มีหลายชนิดได้แก่

1. LED เปล่งแสงมองเห็นได้ คือ LED สีแดง สีเขียว ที่เราพบเห็นอยู่ทั่วไปตามหน้าปัดเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. LED แสดงค่าตัวเลข ใช้แสดงหน้าปัดอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์บางอย่าง
3. Infrared LED ใช้ในการส่งข่าวสาร, Remote Control และ สัญญาณกันขโมย
4. Laser Diode ใช้ในเครื่องอ่าน CD, Fiber optic

**2.6.6 รีเลย์ (Relay)**

รีเลย์คือสวิทซ์แม่เหล็กไฟฟ้า มีสัญลักษณ์คือ มีหลักการทำงานคือ ใช้กระแสไฟฟ้าเพียงเล็กน้อยให้ไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ให้สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อดึงหน้าสัมผัสข้างหนึ่งให้เข้าหาหรือหนีออกไป เพื่อเชื่อมต่อหรือตัดสัญญาณการไหลของกระแสไฟฟ้า การจัดหน้าสัมผัสของรีเลย์ทำได้หลายรูปแบบ เช่น SPST (Single Pole Single Throw), DPST (Double Pole Single Throw), SPDT (Single Pole Double Throw), DPDT (Double Pole Double Throw)

**2.6.7 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)**

หม้อแปลงเป็นคอยล์แบบหนึ่ง ที่ใช้ขดลวด 2 ขด หรือมากกว่าพันรอบแกนเหล็กอันเดียวกัน ที่คนละด้าน มีสัญลักษณ์คือ หม้อแปลงสามารถเปลี่ยนระดับของแรงดันหรือกระแสให้สูงหรือต่ำได้ แต่หม้อแปลงไม่สามารถเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานที่ออกมาให้มากกว่าที่ป้อนเข้าไปได้ ถ้าเราใช้หม้อแปลงเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าก็จะมีจำนวนที่ลดลง แต่ถ้าหากแรงเคลื่อนไฟฟ้าลดลง กระแสก็จะเพิ่มขึ้น หม้อแปลงมีหลายชนิดได้แก่

1.หม้อแปลงแบบแยกขด (Isolation Transformer) คือหม้อแปลงที่มีอัตราส่วนของขดลวดด้านเข้า (Primary) และด้านออก (Secondary) เป็น 1:1 ทำให้แรงเคลื่อนและกระแสที่ป้อนเข้าและไหลออกมีขนาดเท่ากัน ใช้เพื่อแยกส่วนต่างๆของวงจรออกจากกัน และป้องกันไฟดูด

2.หม้อแปลงเปลี่ยนแรงดัน (Power Conversion Transformer) คือหม้อแปลงที่ใช้ลดแรงดันไฟฟ้าจากสายส่ง เพื่อให้อยู่ในระดับที่ใช้งานได้ เช่นหม้อแปลงจ่ายไฟหรือหม้อแปลงจ่ายกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

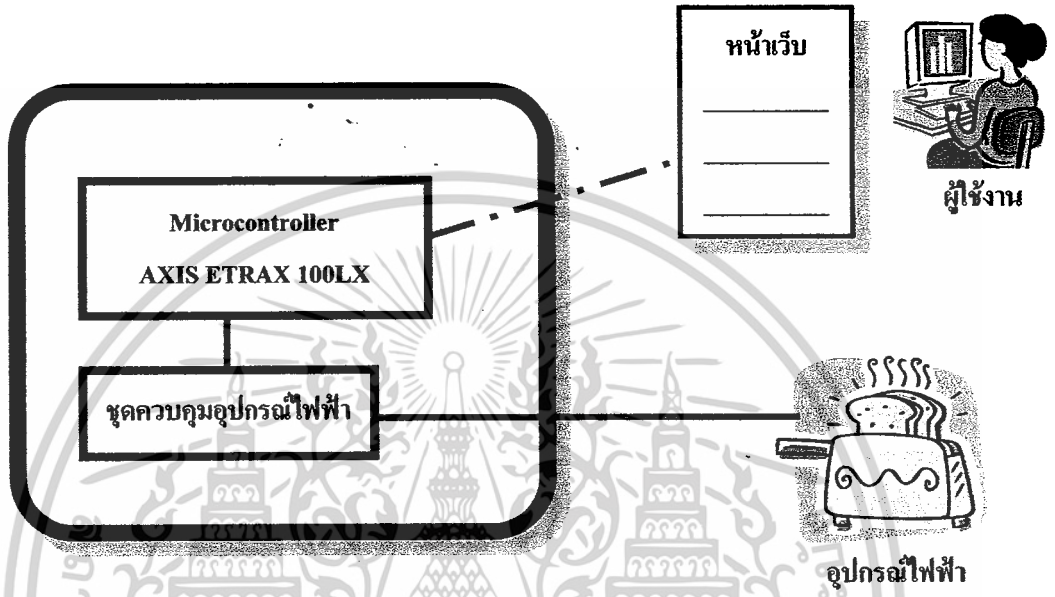
3.หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง ใช้ในการสร้างไฟฟ้าแรงดันสูง กระแสต่ำสำหรับจุดระเบิดของหัวเทียนในเครื่องยนต์เบนซิน หรือ ใช้สำหรับหลอดภาพในเครื่องรับโทรทัศน์ หลอดฟลูออเรสเซนส์, แสงเลเซอร์

4.หม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กสำหรับระบบเสียง (Audio Transformer) ใช้สำหรับแปลงกระแส ไฟฟ้า 220V เป็น กระแสไฟฟ้าแรงดันต่ำ ที่จะให้พอดีกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น ไมโครโฟน, ลำโพง หรือใช้เป็น Power Supply ในเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# การออกแบบโครงงาน

## 3.1 การออกแบบระบบ




**รูปที่ 3.1** การทำงานของระบบ

โครงสร้างการทำงานของระบบสามารถอธิบายได้ดังนี้

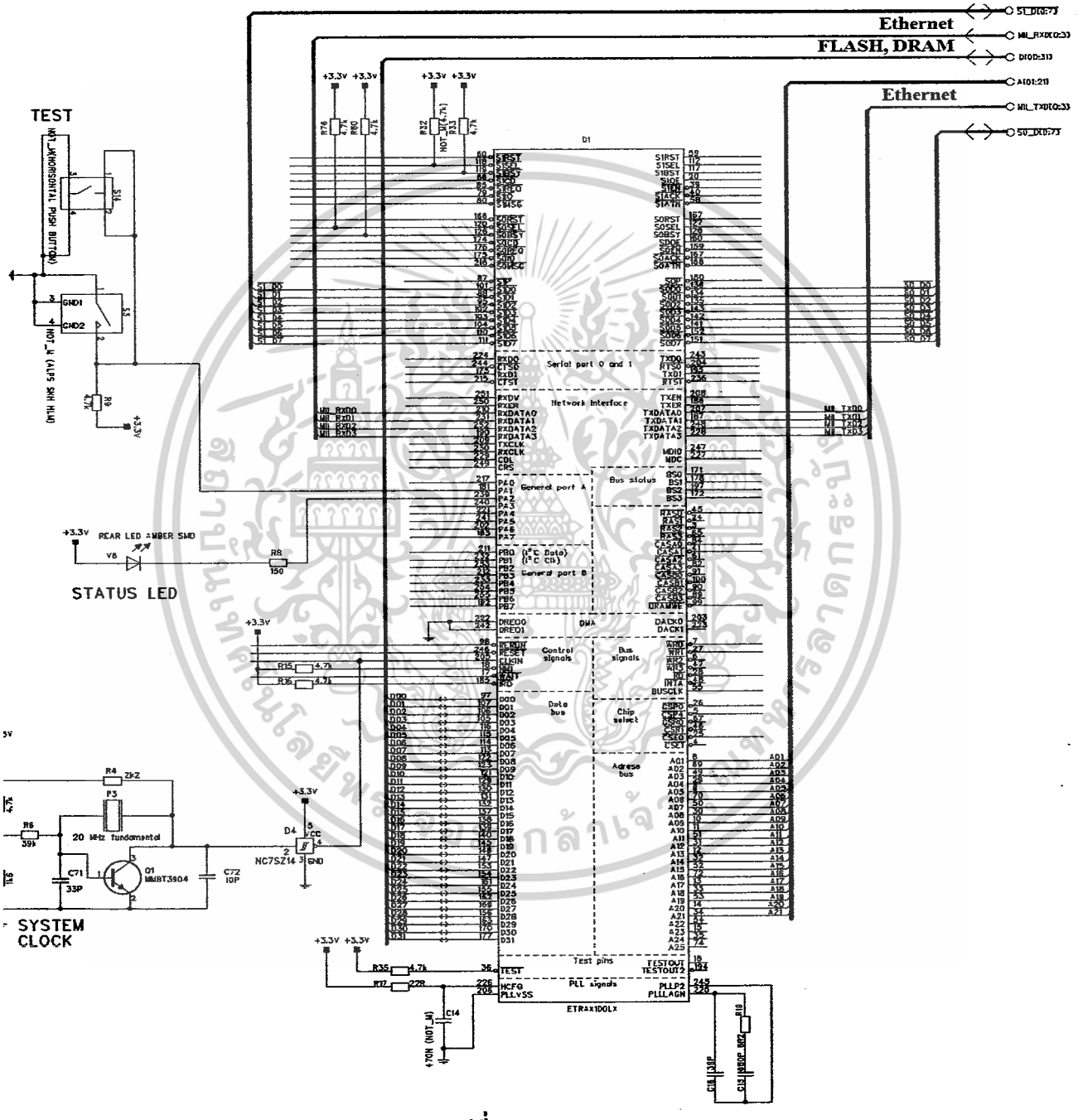
- ผู้ใช้งานสามารถติดต่อกับระบบได้ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตโดยผ่านหัวต่อแบบ RJ45
- ไมโครคอนโทรลเลอร์ AXIS ETRAX 100LX บนชุดพัฒนาไอ-บอร์ดจะรับคำสั่งของผู้ใช้งานจากหน้าเว็บเพื่อนำมาประมวลผลบนเซิร์ฟเวอร์
- ไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำคำสั่งที่ได้จากการประมวลผลมาควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้เชื่อมต่อกับระบบ โดยผ่านสวิตซ์แบบรีเลย์ในการควบคุมกระแสไฟฟ้าที่จะจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์

### 3.2.1 วงจรควบคุมหลัก

ส่วนของวงจรควบคุมหลักได้ใช้ระบบสมองกลฝังตัวที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Linux ซึ่งอยู่ในชุดพัฒนาไอ–บอร์ด




**รูปที่ 3.2** วงจรของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 3.3** ไอซีหมายเลข AXIS ETRAX 100LX

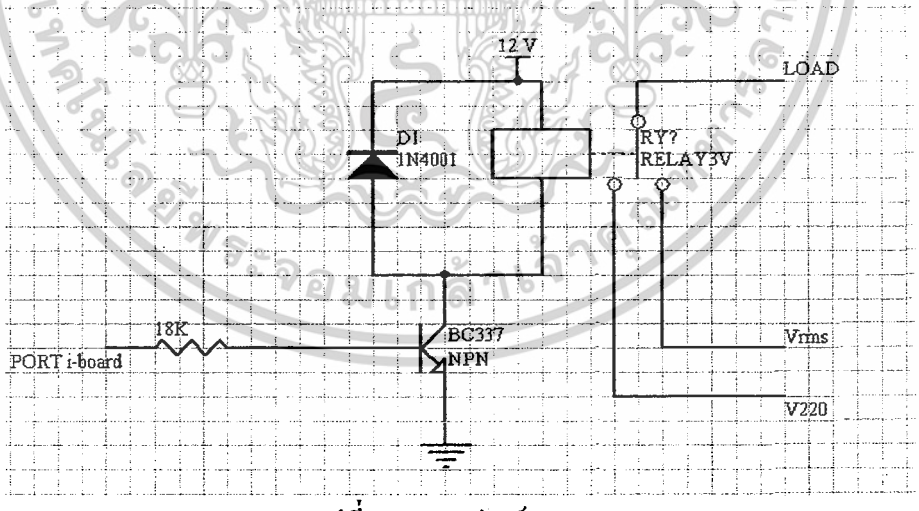
ส่วนของวงจรควบคุมหลักประกอบด้วย

- ไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข AXIS ETRAX 100LX ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและเป็นเซิร์ฟเวอร์ในการประมวลผล

- Ethernet ทำหน้าที่เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต สามารถรับส่งข้อมูลได้ 10/100 Mbps โดยผ่านหัวเชื่อมต่อแบบ RJ45

### 3.2.2 วงจรการทำงาน

#### 3.2.2.1 วงจรรีเลย์ควบคุม



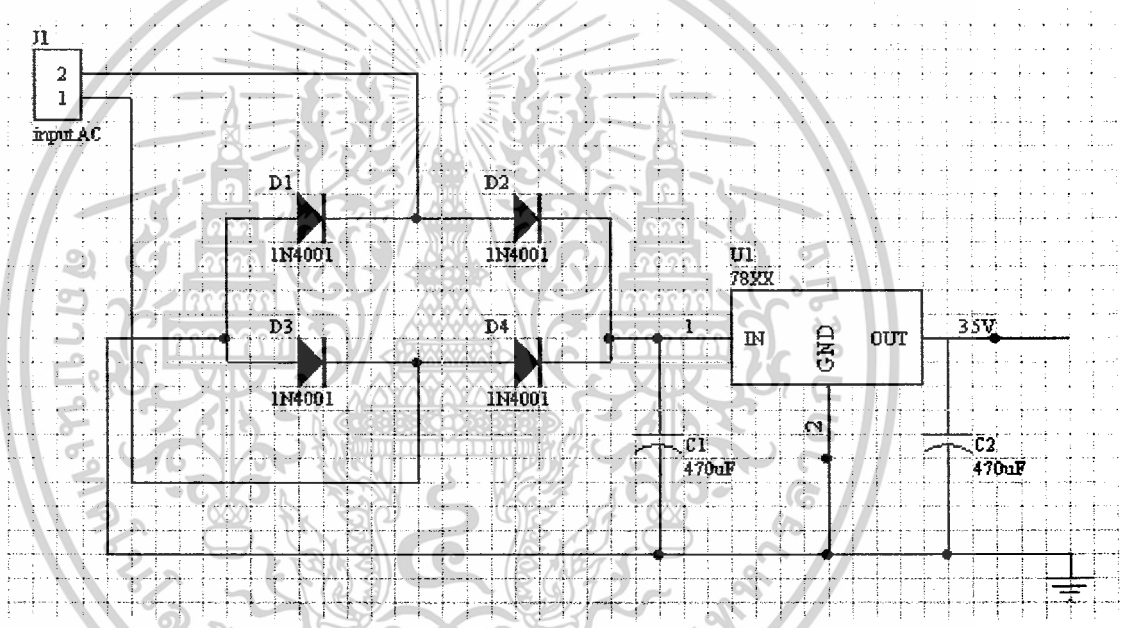

**รูปที่ 3.4** วงจรรีเลย์ควบคุม

ส่วนของวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจะใช้รีเลย์ควบคุม(Control Relay) ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าคล้ายกับสวิตซ์ โดยใช้หลักการหน้าสัมผัส การที่จะให้รีเลย์ทำงานได้นั้นต้องจ่ายไฟฟ้าให้ตามที่กำหนด เพราะเมื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับตัวรีเลย์แล้ว หน้าสัมผัสของรีเลย์จะสัมผัสกันทำให้วงจรของอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นวงจรปิด ในทางตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้ามหากไม่ได้จ่ายไฟให้กับรีเลย์ หน้าสัมผัสจะแยกออกจากกันทำให้ของอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นวงจรเปิด ส่วนกระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้กับรีเลย์เพื่อให้รีเลย์สามารถทำงานได้นั้นได้มาจากวงจรแหล่งจ่ายไฟขนาด 12 โวลต์ แต่จากในรูปที่3.4 กระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้กับรีเลย์จะครบวงจรได้จะต้องขึ้นอยู่กับทรานซิสเตอร์ที่รับสัญญาณมาจากขาเอาต์พุตของไอ-บอร์ด หากสัญญาณที่มาจากขาเอาต์พุตเป็น 1 ทรานซิสเตอร์จะยอมให้กระแสไหลผ่านทำให้วงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับรีเลย์ครบวงจร รีเลย์ก็จะทำงาน แต่หากสัญญาณที่มาจากขาเอาต์พุตเป็น 0 ทรานซิสเตอร์จะไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านทำให้วงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับรีเลย์ไม่ครบวงจร รีเลย์จึงไม่สามารถทำงานได้

**3.2.2.2 วงจรแหล่งจ่ายไฟ**



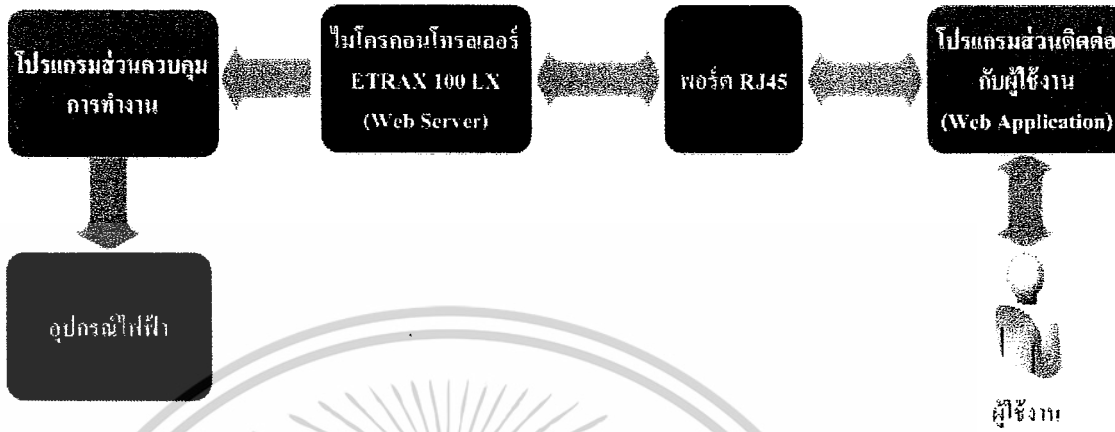

**รูปที่ 3.5** วงจรแหล่งจ่ายไฟ

ในส่วนของวงจรแหล่งจ่ายไฟนั้นจะทำการแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ 12 V ให้เป็นกระแสไฟฟ้าขนาดต่างๆ ทั้ง 5 V และ 12 V เพื่อต่อเข้ากับชุดอุปกรณ์ต่างๆทั้ง วงจรควบคุมหลักไอ-บอร์ด และวงจรรีเลย์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์

การทำงานของโปรแกรมภายในระบบจะมีรูปแบบการทำงานดังรูป

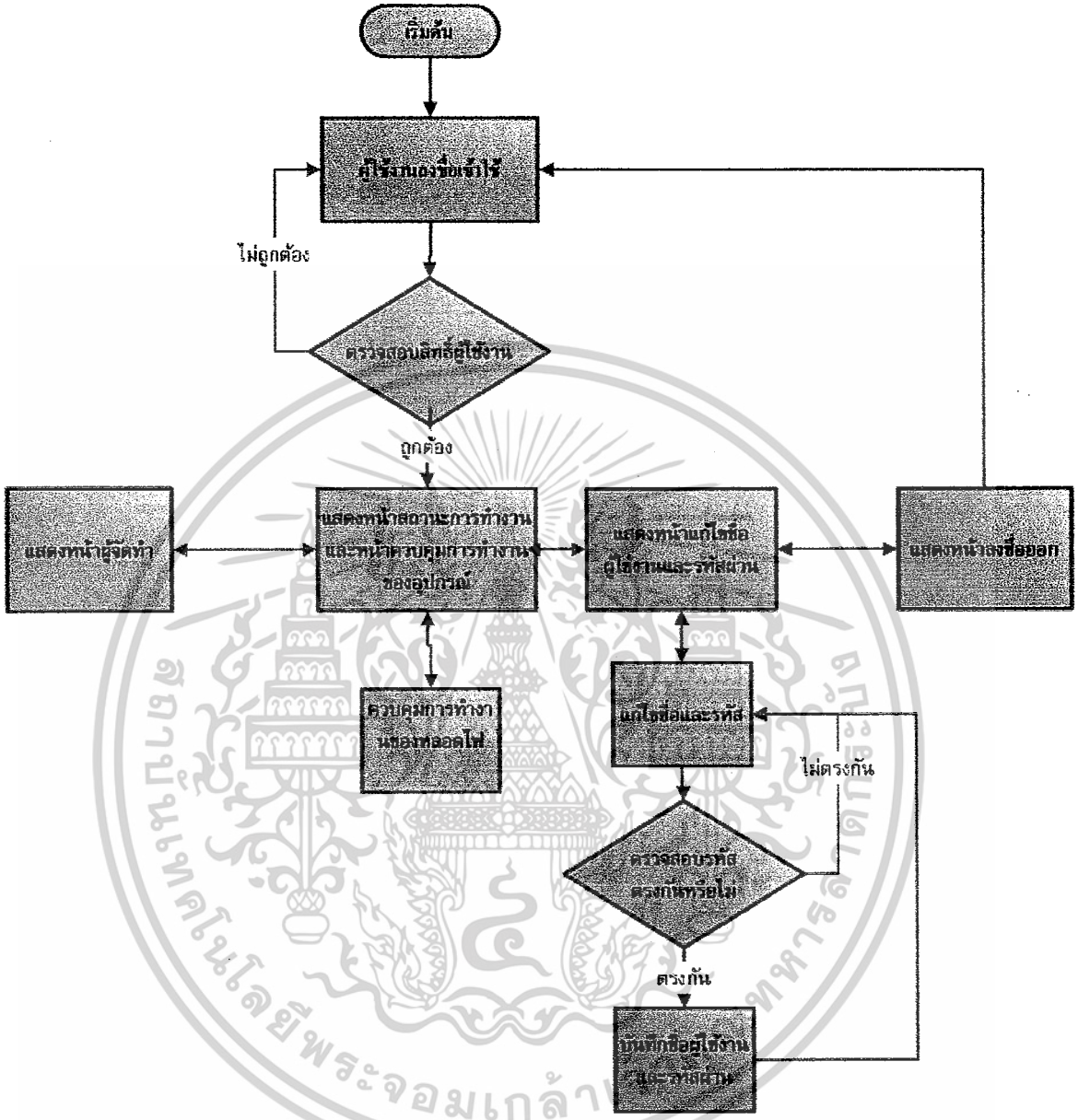



**รูปที่ 3.6** การทำงานของโปรแกรม

เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่หน้าเว็บส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานแล้วสั่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ผ่านหน้าเว็บ คำสั่งควบคุมดังกล่าวจะถูกส่งไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์โดยผ่านพอร์ต RJ45 แล้วนำไปประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ETRAX 100 LX ในส่วนของโปรแกรมส่วนควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะได้ส่งสัญญาณเอาต์พุตจากขาพอร์ตเอาต์พุตที่ได้กำหนดไว้เพื่อทำการควบคุมการทำงานของวงจรรีเลย์ควบคุมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.1 โปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

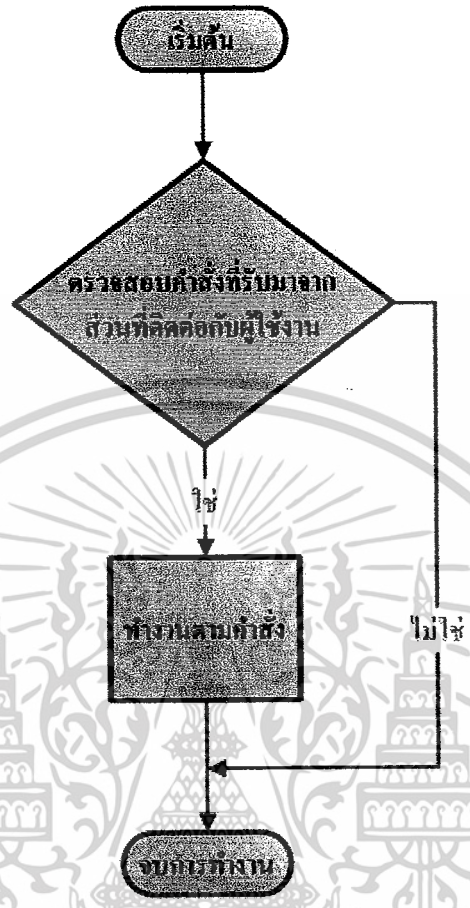



**รูปที่ 3.7** ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

ส่วนของหน้าเว็บเพื่อใช้ติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยการออกแบบโปรแกรมส่วนนี้จะคอยรับคำสั่งจากผู้ใช้งานแล้วส่งคำสั่งตามที่ผู้ใช้งานต้องการไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อไป และในส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานนี้ ผู้ใช้งานสามารถทำการเปลี่ยนแปลงชื่อเข้าใช้งานและรหัสผ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 โปรแกรมส่วนควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า



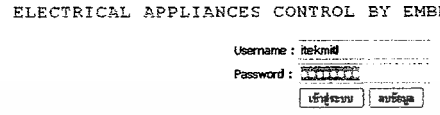

**รูปที่ 3.8** ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ETRAX 100 LX ให้ทำงานตามคำสั่งที่มาจากส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน เมื่อผู้ใช้งานสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทางหน้าเว็บ เว็บเบราวเซอร์จะส่งคำสั่งนั้นมายังเซิร์ฟเวอร์แล้วพิจารณาคำสั่งนั้นว่าให้ทำการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอุปกรณ์ใด

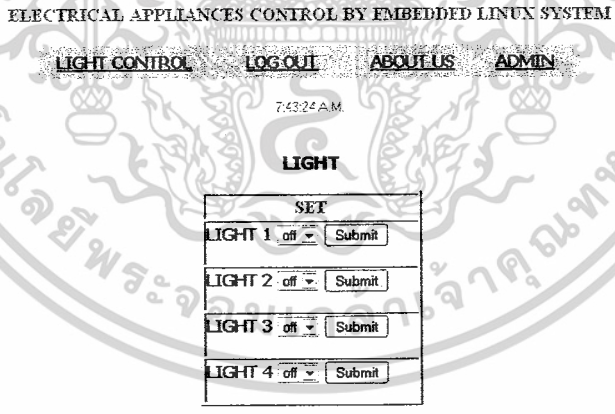
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.3 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

หน้าเว็บในส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถเลือกเปิดหรือปิดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆได้

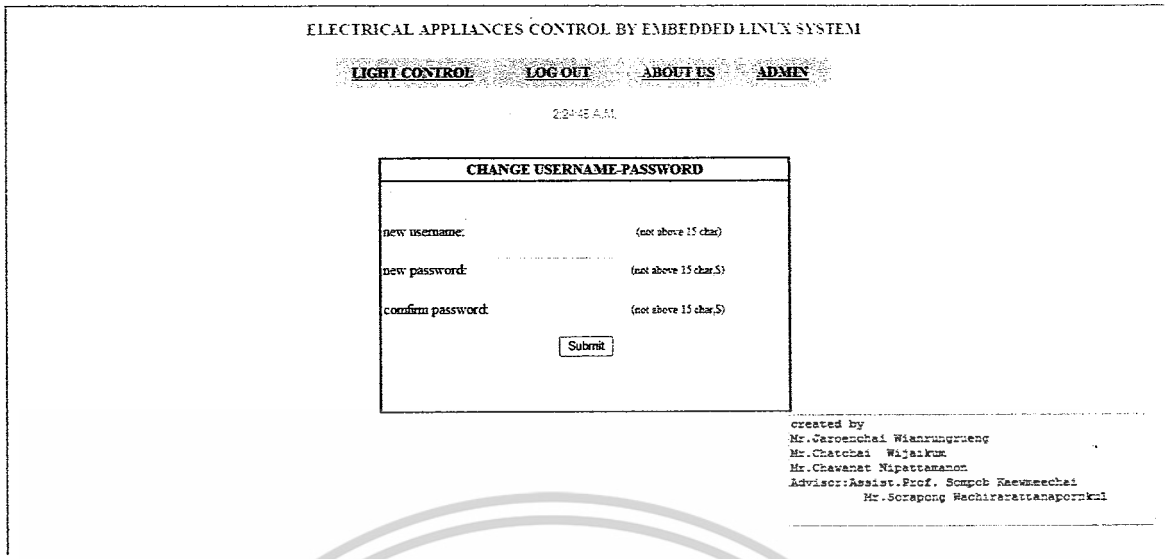



**รูปที่ 3.9** หน้าเว็บสำหรับการลงชื่อเข้าใช้

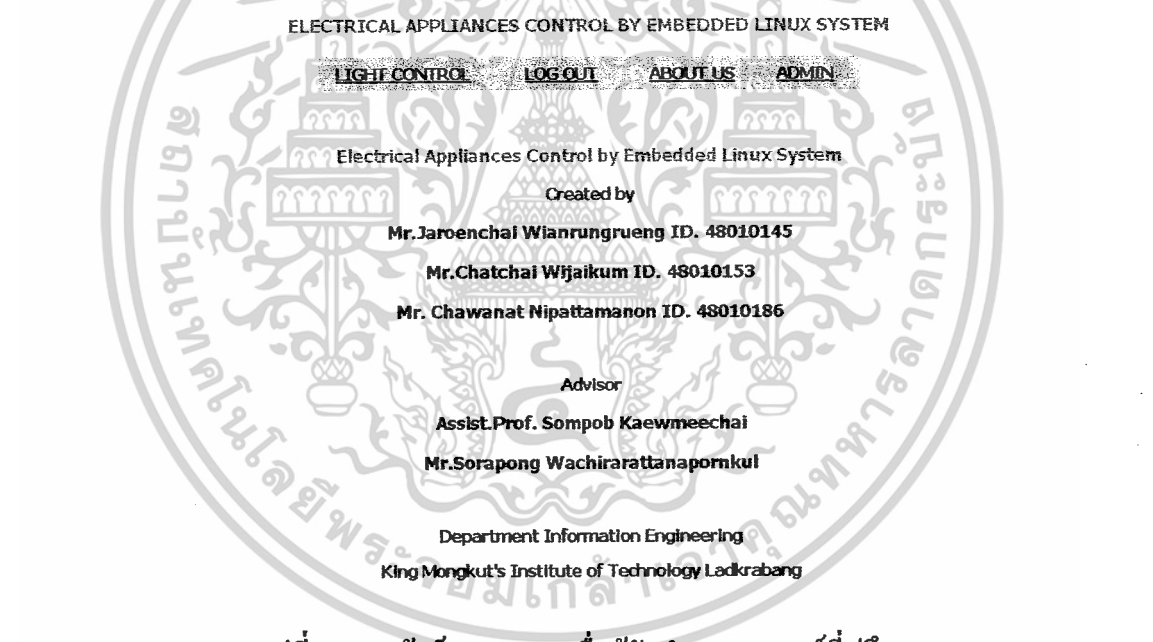



**รูปที่ 3.10** หน้าเว็บสำหรับการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.11** หน้าเว็บสำหรับการเปลี่ยนชื่อเข้าใช้และรหัสผ่าน



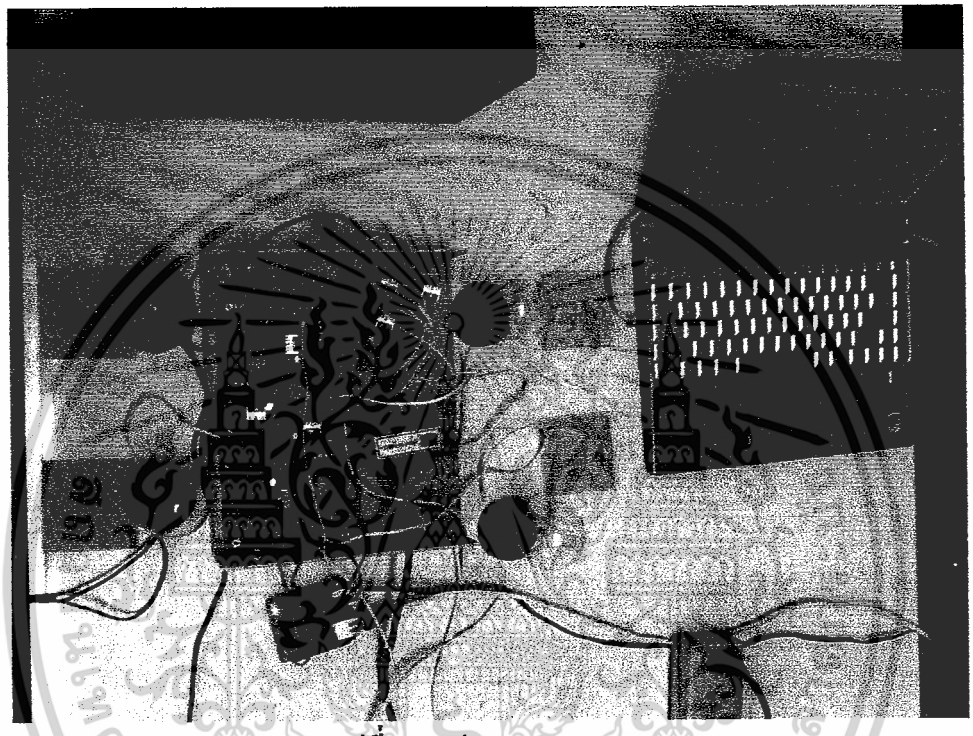

**รูปที่ 3.12** หน้าเว็บแสดงรายชื่อผู้จัดทำและอาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

## 4.1 ขั้นตอนการทดลอง



**รูปที่ 4.1 รูปแบบการทดลอง**

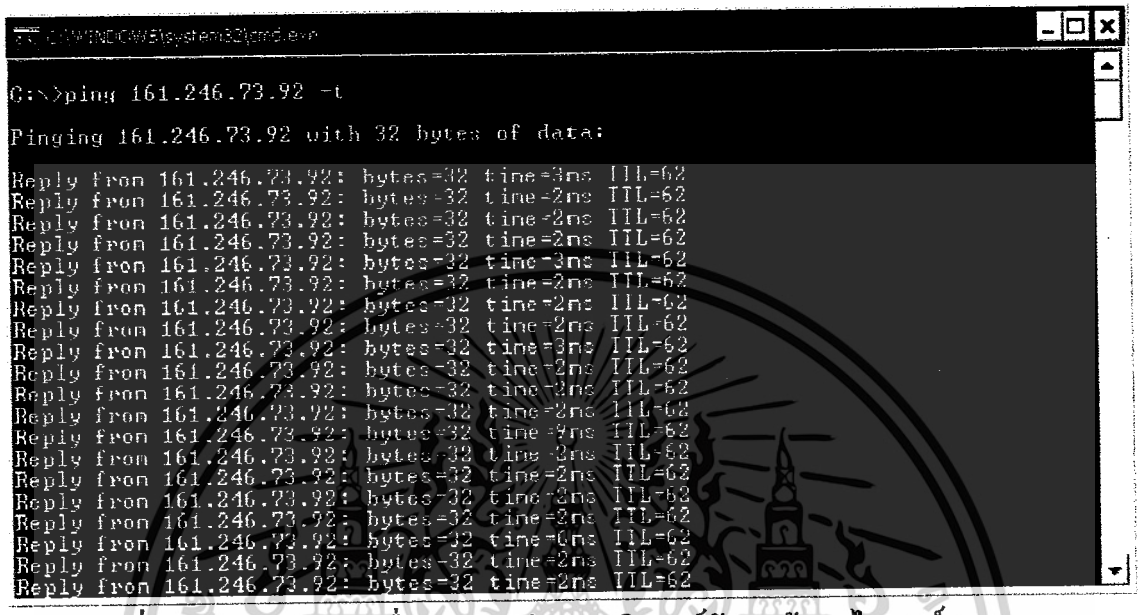
จากรูปที่ 4.1 แสดงการประกอบชิ้นส่วนเพื่อทำการทดลอง

1. ต่อสาย UTP5 เข้าที่หัวเชื่อมต่อแบบ RJ45 ของชุดพัฒนาไอ–บอร์ด ซึ่งสาย UTP5 จะต่อเข้ากับเครือข่ายอินเตอร์เนต
2. ต่อสายสัญญาณจากพอร์ตของชุดพัฒนาไอ-บอร์ดไปยังชุดวงจรรีเลย์ควบคุม
3. ต่อชุดวงจรแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุดพัฒนาไอ-บอร์ดและชุดวงจรรีเลย์ควบคุม
4. ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า (หลอดไฟ) ที่ต้องการควบคุมการทำงานทั้ง 4 ชุด เข้ากับชุดรีเลย์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การเชื่อมต่อผ่านอินเตอร์เนต

ในการทดลองกำหนดให้ชุดพัฒนาไอ-บอร์ดมี IP Address 161.246.73.92 ซึ่งเป็น Public IP และทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับชุดพัฒนาไอ-บอร์ดโดยใช้คำสั่ง ping 161.246.73.92 –t



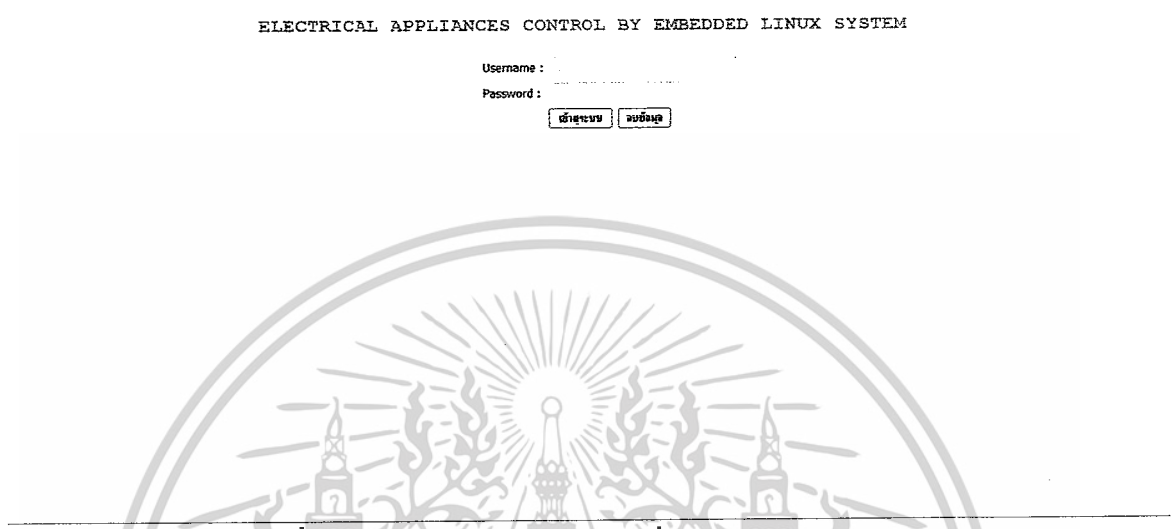

**รูปที่ 4.2** การทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับชุดพัฒนาไอ-บอร์ด

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นว่าคอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมต่อกับชุดพัฒนาไอ-บอร์ดที่มีหมายเลข IP 161.246.73.92 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

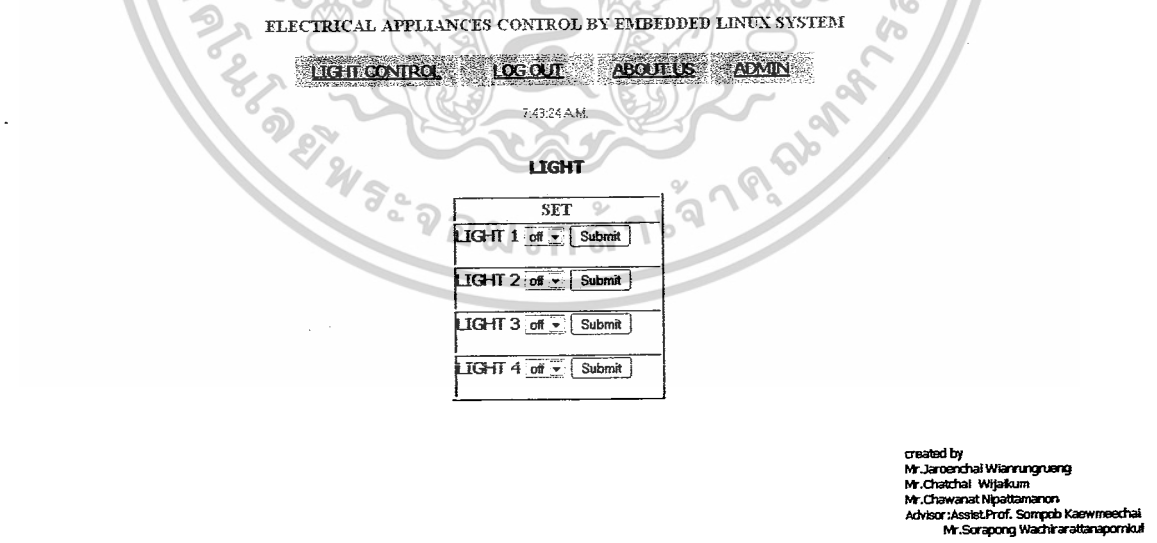
## 4.3 การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนต

1. เริ่มต้นด้วยการเข้าสู่หน้าเว็บ http://161.246.73.92 จะพบหน้าต่างสำหรับให้กรอกชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน




**รูปที่ 4.3** หน้าต่างสำหรับการกรอกชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน

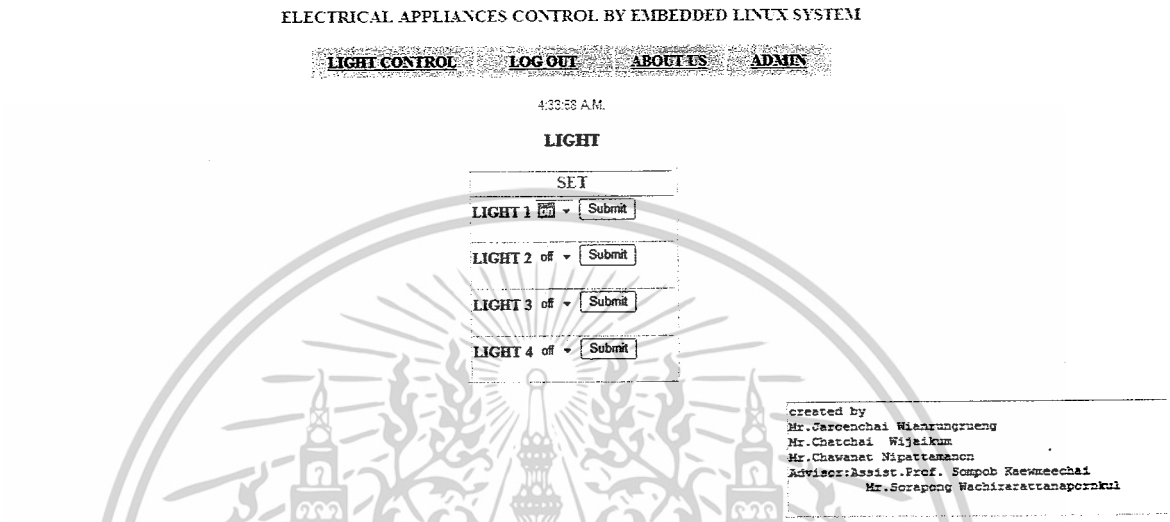
2. เมื่อผู้ใช้งานกรอกชื่อและรหัสผ่านได้ถูกต้องแล้ว จะเข้าสู่หน้าต่างควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า




**รูปที่ 4.4** หน้าต่างควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

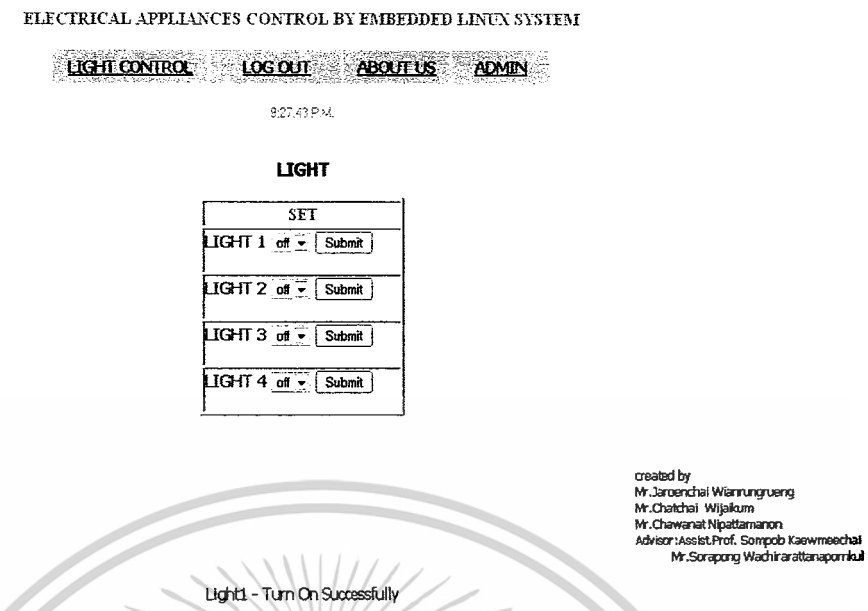
3. เมื่อผู้ใช้งานต้องการให้หลอดไฟหลอดที่ 1 เปิดให้เลือก ON และกดปุ่ม Submit ในช่องของอุปกรณ์ LIGHT 1 และเมื่อกด Submit แล้วหลอดไฟหลอดที่ 1จะสว่าง และที่ด้านล่างของหน้าต่างควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะแสดงข้อความ Light1-Turn On Successfully ซึ่งหมายความว่าหลอดไฟหลอดที่ 1 ได้ถูกเปิดใช้งานแล้ว




**รูปที่ 4.5** เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 1 ทำงานผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน

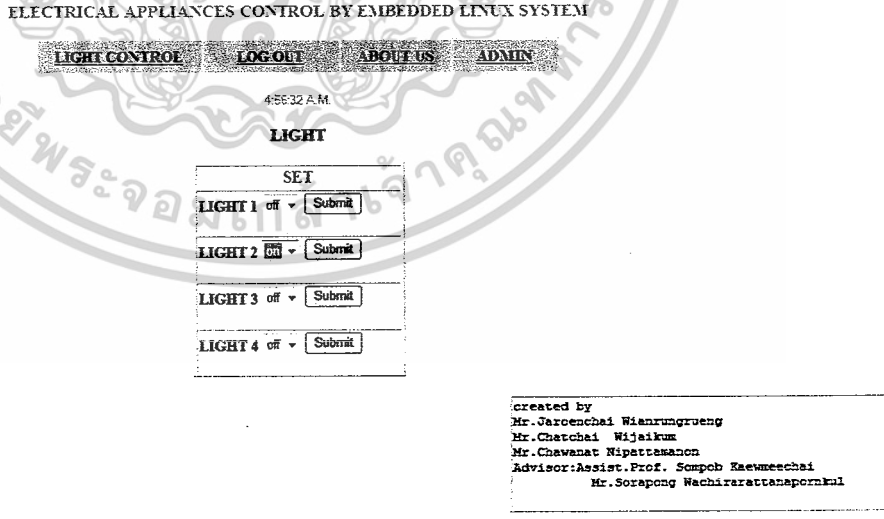
**รูปที่ 4.6** เมื่อผู้ใช้งานสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 1 หลอดไฟจะสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



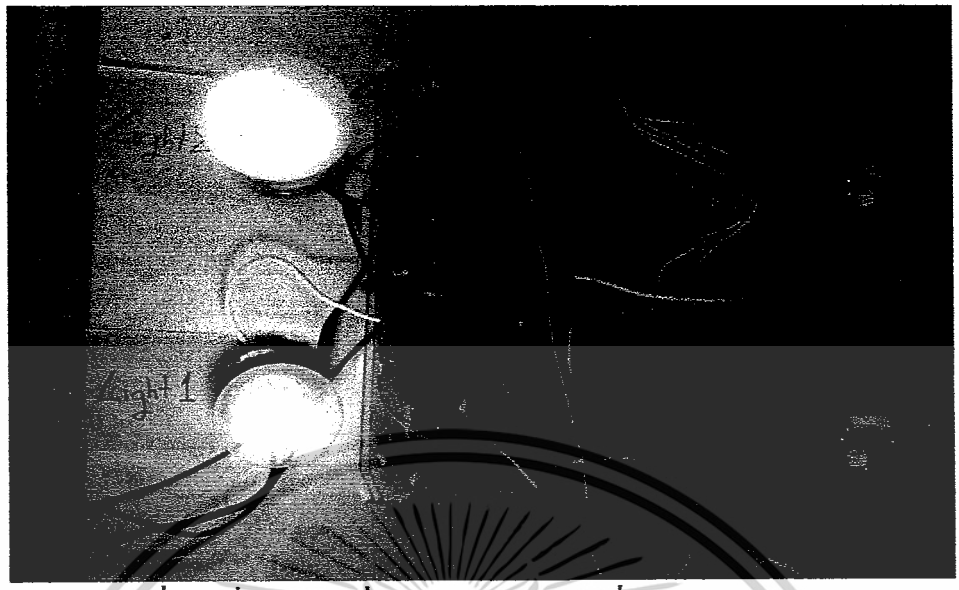

**รูปที่ 4.7** เมื่อมีการสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 1 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 1 เปิดแล้ว (Light1-Turn On Successfully)

4. เมื่อผู้ใช้งานต้องการให้หลอดไฟหลอดที่ 2 เปิดให้เลือก ON และกดปุ่ม Submit ในช่องของอุปกรณ์ LIGHT 2 และเมื่อกด Submit แล้วหลอดไฟหลอดที่ 2 จะสว่าง และที่ด้านล่างของหน้าต่างควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะแสดงข้อความ Light2-Turn On Successfully ซึ่งหมายความว่าหลอดไฟหลอดที่ 2 ได้ถูกเปิดใช้งานแล้ว

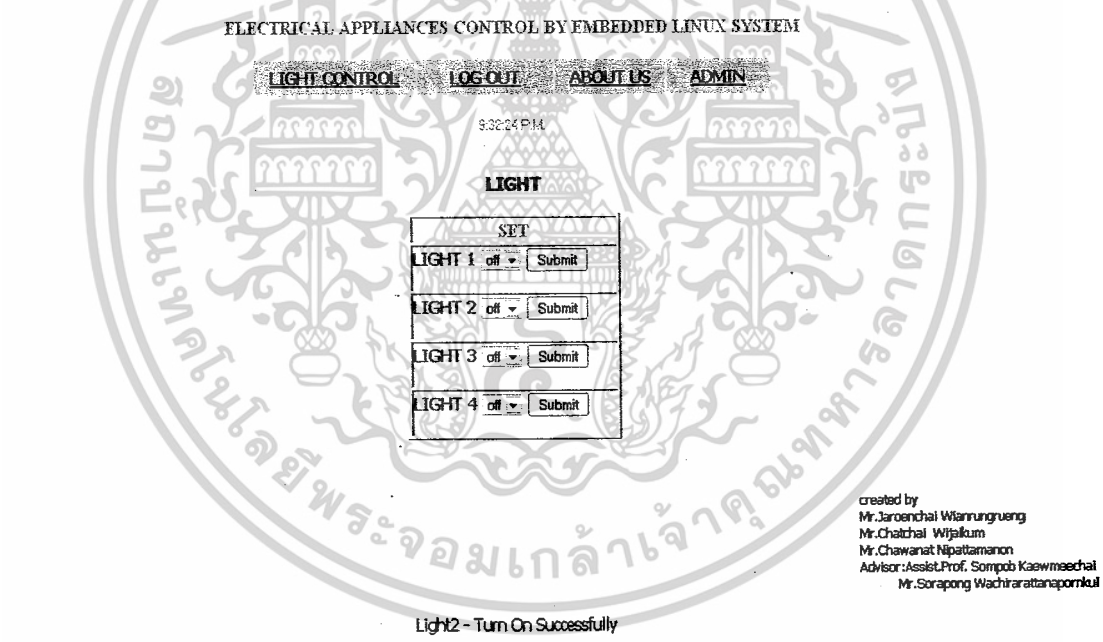



**รูปที่ 4.8** เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 2 ทำงานผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



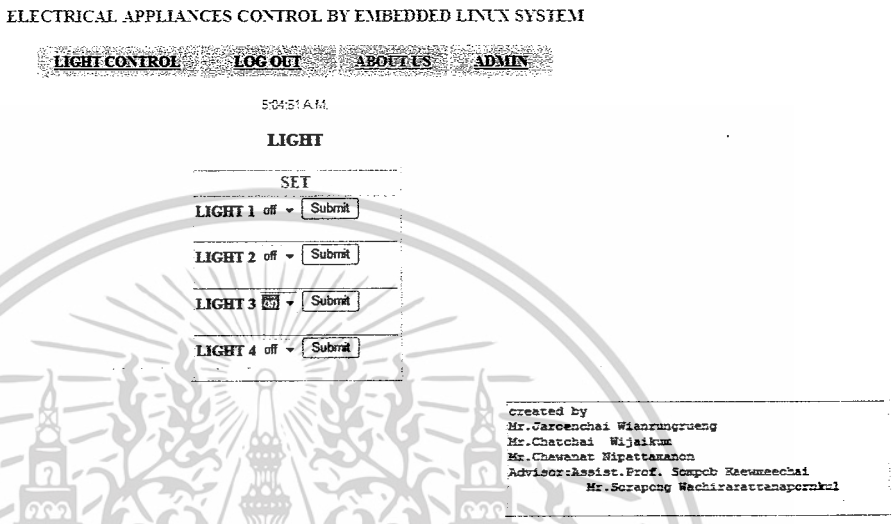
**รูปที่ 4.9** เมื่อผู้ใช้งานสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 2 หลอดไฟจะสว่าง




**รูปที่ 4.10** เมื่อมีการสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 2 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 2 เปิดแล้ว (Light2-Turn On Successfully)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

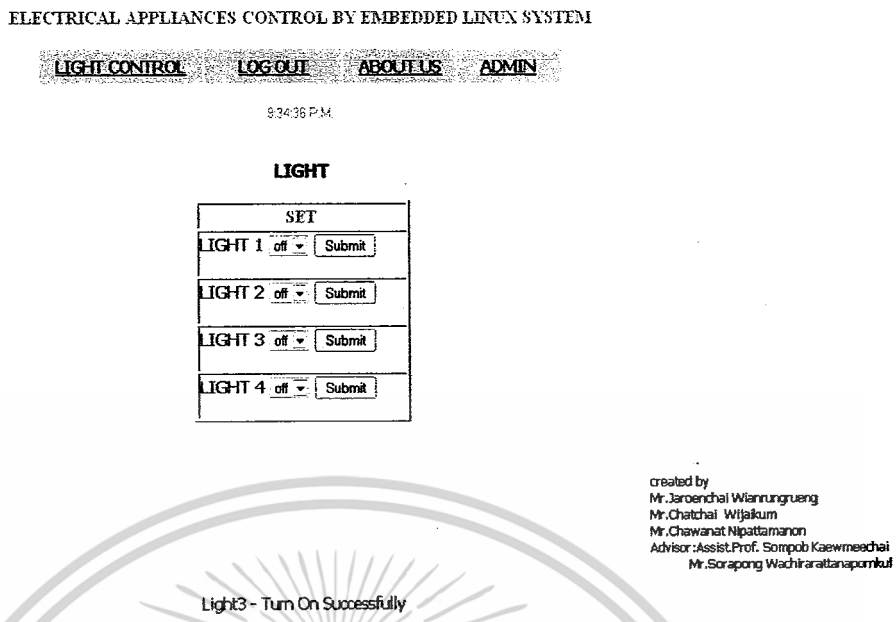
5. เมื่อผู้ใช้งานต้องการให้หลอดไฟหลอดที่ 3 เปิดให้เลือก ON และกดปุ่ม Submit ในช่องของอุปกรณ์ LIGHT 3 และเมื่อกด Submit แล้วหลอดไฟหลอดที่ 3 จะสว่าง และที่ด้านล่างของหน้าต่างควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะแสดง Light3-Turn On Successfully ซึ่งหมายความว่าหลอดไฟหลอดที่ 3 ได้ถูกเปิดใช้งานแล้ว




**รูปที่ 4.11** เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 3 ทำงานผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน

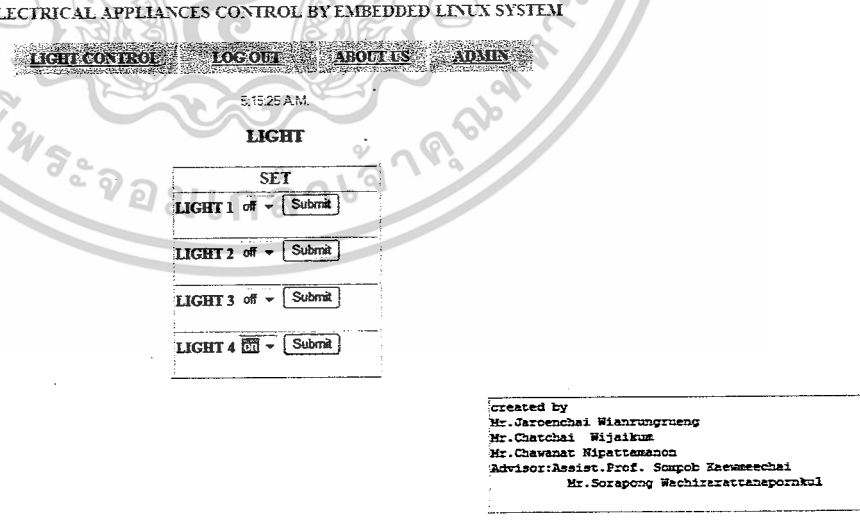
**รูปที่ 4.12** เมื่อผู้ใช้งานสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 3 หลอดไฟจะสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.13 เมื่อมีการสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 3 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 3 เปิดแล้ว (Light3-Turn On Successfully)**

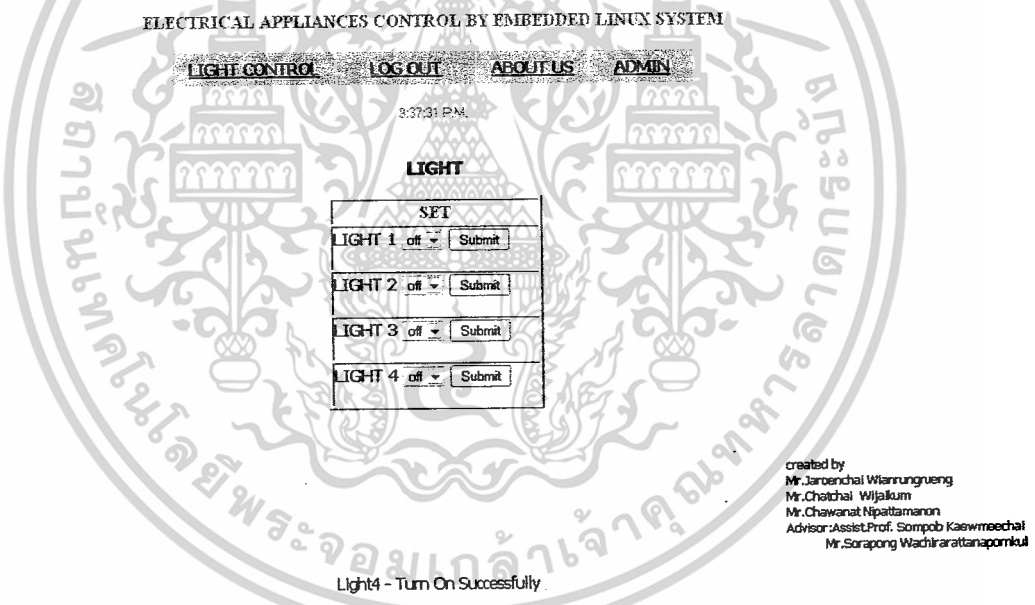
6. เมื่อผู้ใช้งานต้องการให้หลอดไฟหลอดที่ 4 เปิดให้เลือก ON และกดปุ่ม Submit ในช่องของอุปกรณ์ LIGHT 4 และเมื่อกด Submit แล้วหลอดไฟหลอดที่ 4 จะสว่าง และที่ด้านล่างของหน้าต่างควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะแสดง Light4-Turn On Successfully ซึ่งหมายความว่าหลอดไฟหลอดที่ 4 ได้ถูกเปิดใช้งานแล้ว




**รูปที่ 4.14 เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 4 ทำงานผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

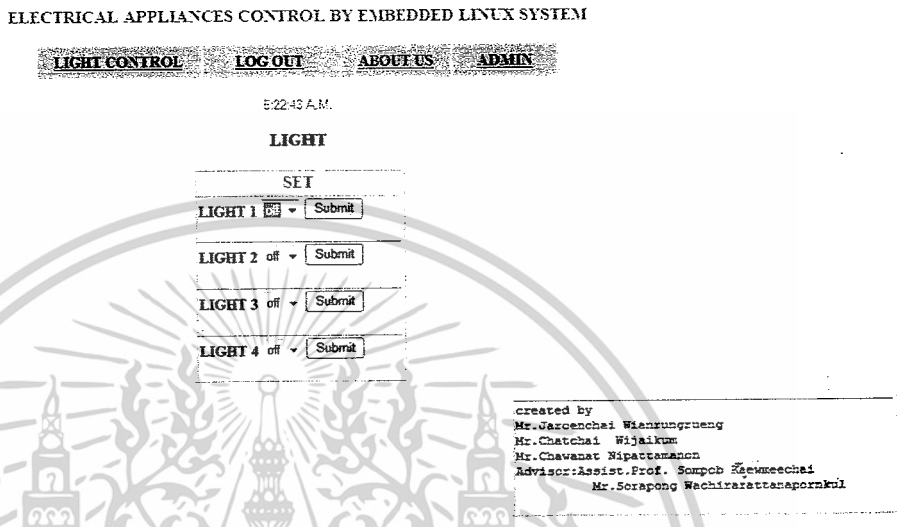
**รูปที่ 4.15** เมื่อผู้ใช้งานสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 4 หลอดไฟจะสว่าง




**รูปที่ 4.16** เมื่อมีการสั่งเปิดหลอดไฟหลอดที่ 4 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 4 เปิดแล้ว (Light4-Turn On Successfully)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

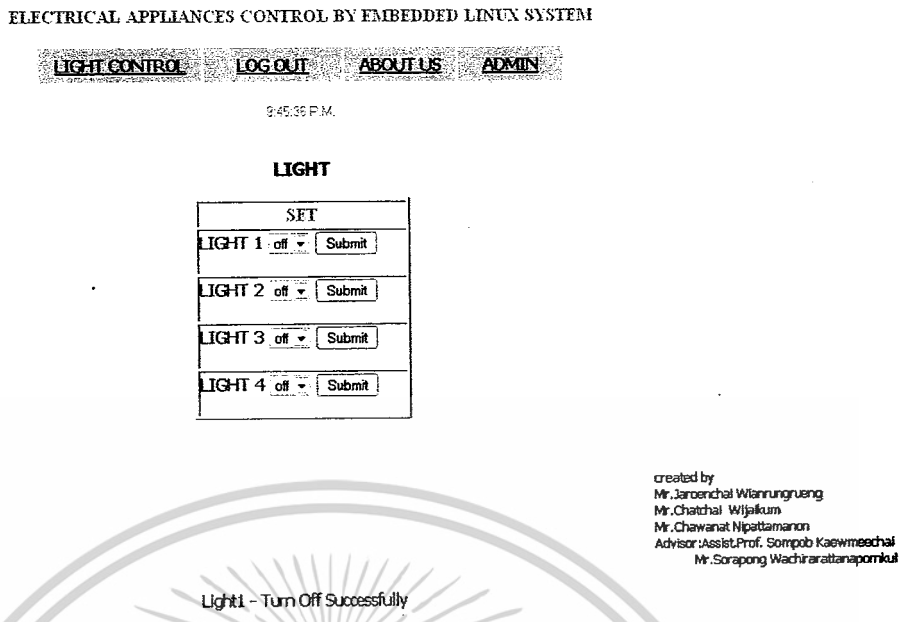
7. เมื่อผู้ใช้งานต้องการให้หลอดไฟหลอดที่ 1 ปิดให้เลือก OFF และกดปุ่ม Submit ในช่องของอุปกรณ์ LIGHT 1 และเมื่อกด Submit แล้วหลอดไฟหลอดที่ 1 จะดับลง และที่ด้านล่างของหน้าต่างควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะแสดง Light1-Turn Off Successfully ซึ่งหมายความว่าหลอดไฟหลอดที่ 1 ได้ถูกปิดเรียบร้อยแล้ว




**รูปที่ 4.17** เมื่อผู้ใช้งานต้องการปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 1 ดับลงผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน

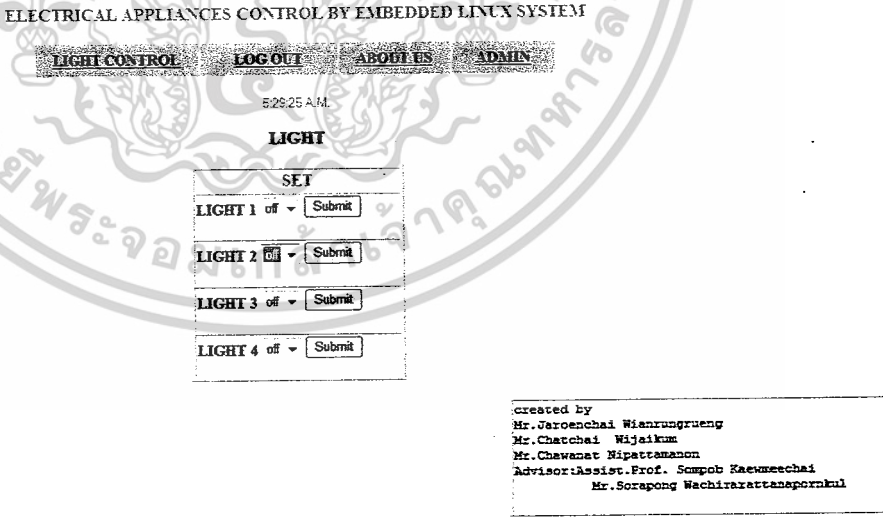
**รูปที่ 4.18** เมื่อผู้ใช้งานสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 1 หลอดไฟจะดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



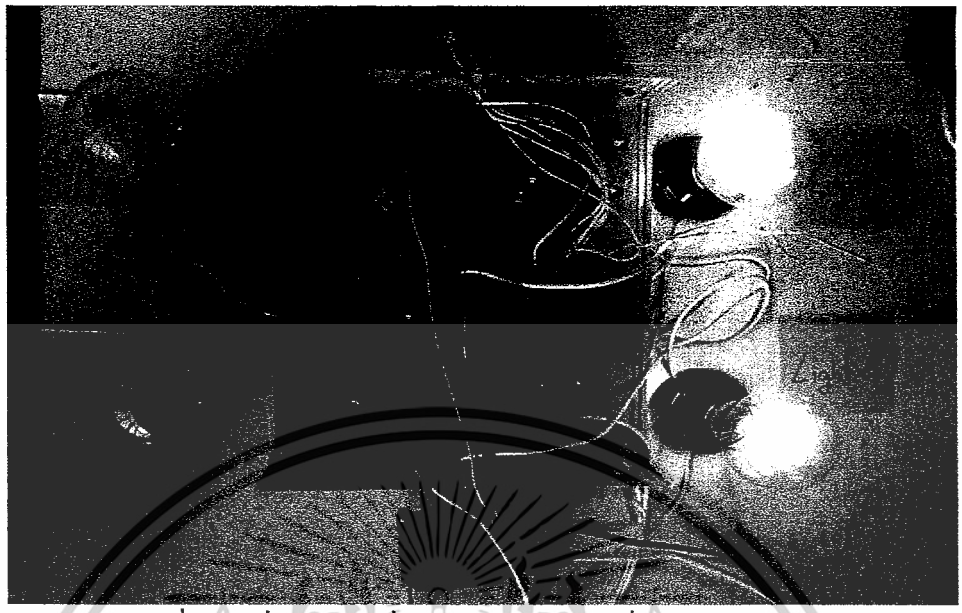

**รูปที่ 4.19** เมื่อมีการสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 1 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 1 ปิดแล้ว (Light1-Turn Off Successfully)

8. เมื่อผู้ใช้งานต้องการให้หลอดไฟหลอดที่ 2 ปิดให้เลือก OFF และกดปุ่ม Submit ในช่องของอุปกรณ์ LIGHT 2 และเมื่อกด Submit แล้วหลอดไฟหลอดที่ 2 จะดับลง และที่ด้านล่างของหน้าต่างควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะแสดง Light2-Turn Off Successfully ซึ่งหมายความว่าหลอดไฟหลอดที่ 2 ได้ถูกปิดเรียบร้อยแล้ว

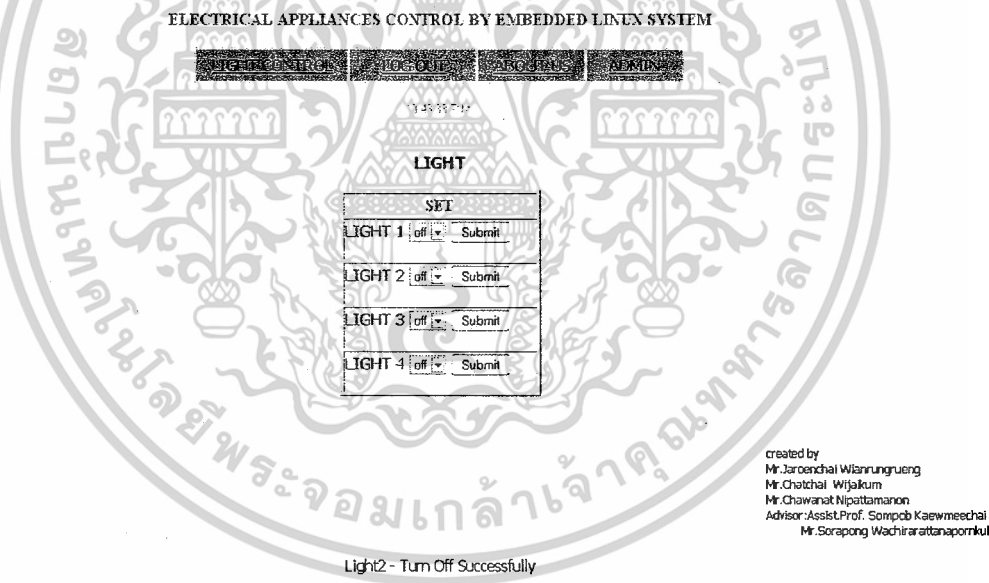



**รูปที่ 4.20** เมื่อผู้ใช้งานต้องการปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 2 ดับลงผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



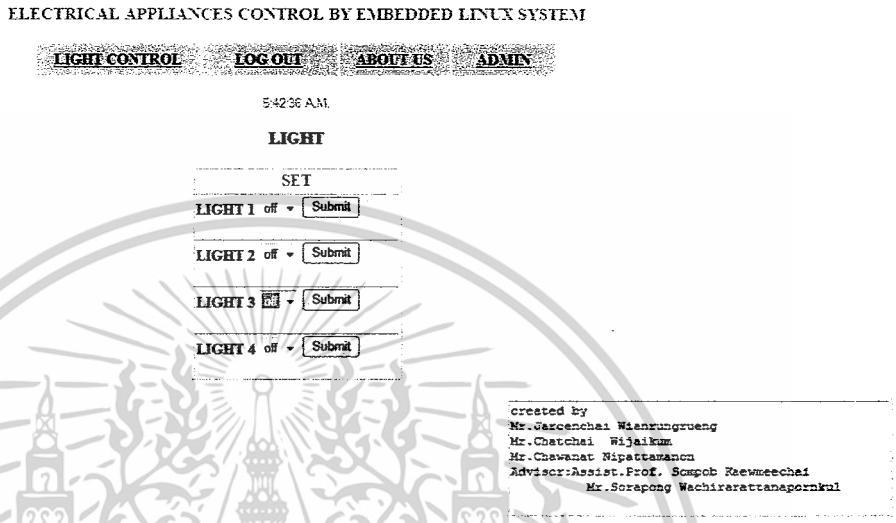
**รูปที่ 4.21** เมื่อผู้ใช้งานสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 2 หลอดไฟจะดับ




**รูปที่ 4.22** เมื่อมีการสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 2 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 2 ปิดแล้ว (Light2-Turn Off Successfully)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

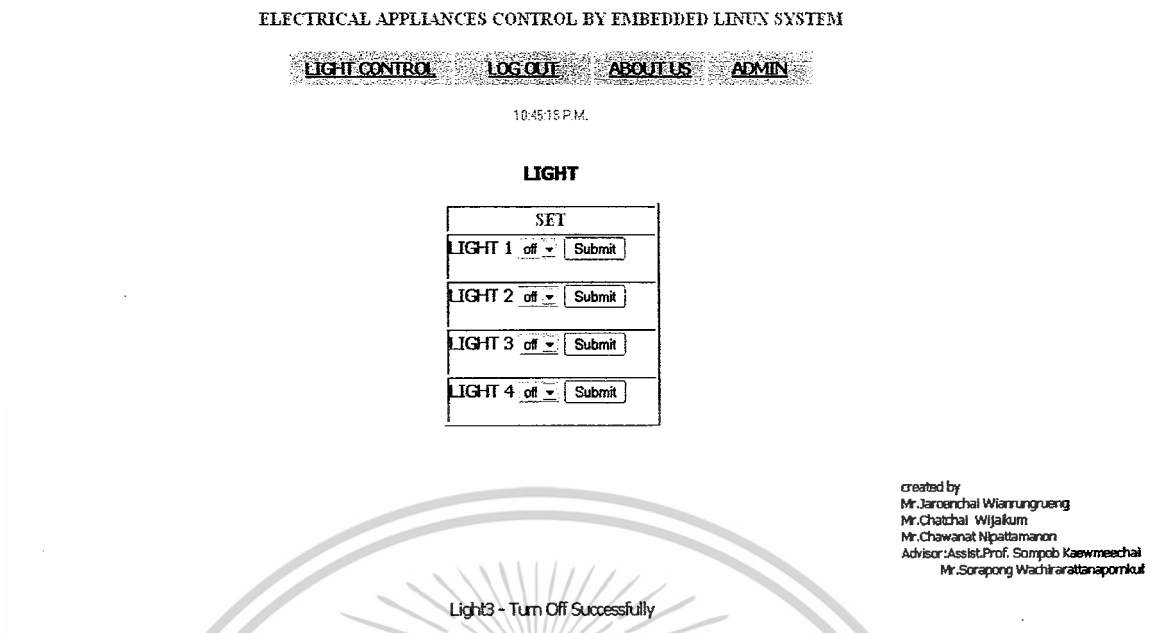
9. เมื่อผู้ใช้งานต้องการให้หลอดไฟหลอดที่ 3 ปิดให้เลือก OFF และกดปุ่ม Submit ในช่องของอุปกรณ์ LIGHT 3 และเมื่อกด Submit แล้วหลอดไฟหลอดที่ 3 จะดับลง และที่ด้านล่างของหน้าต่างควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะแสดง Light3-Turn Off Successfully ซึ่งหมายความว่าหลอดไฟหลอดที่ 3 ได้ถูกปิดเรียบร้อยแล้ว




**รูปที่ 4.23** เมื่อผู้ใช้งานต้องการปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 3 ดับลงผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน

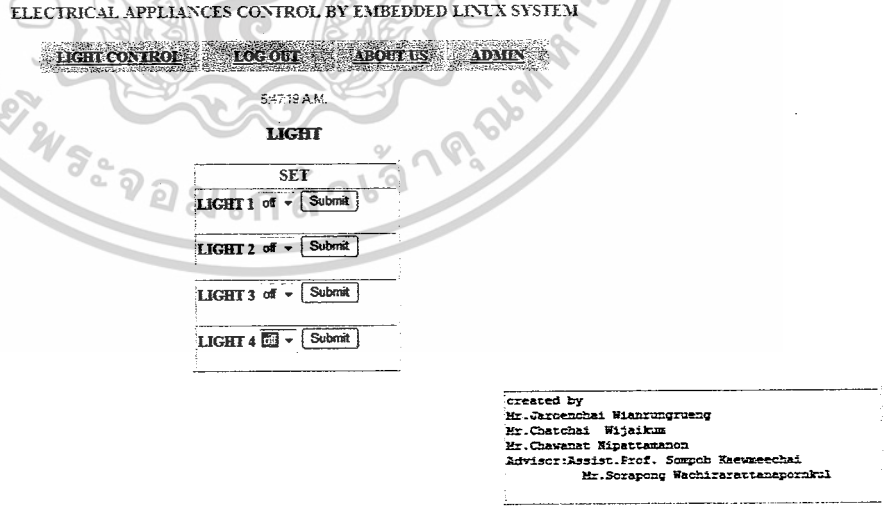
**รูปที่ 4.24** เมื่อผู้ใช้งานสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 3 หลอดไฟจะดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



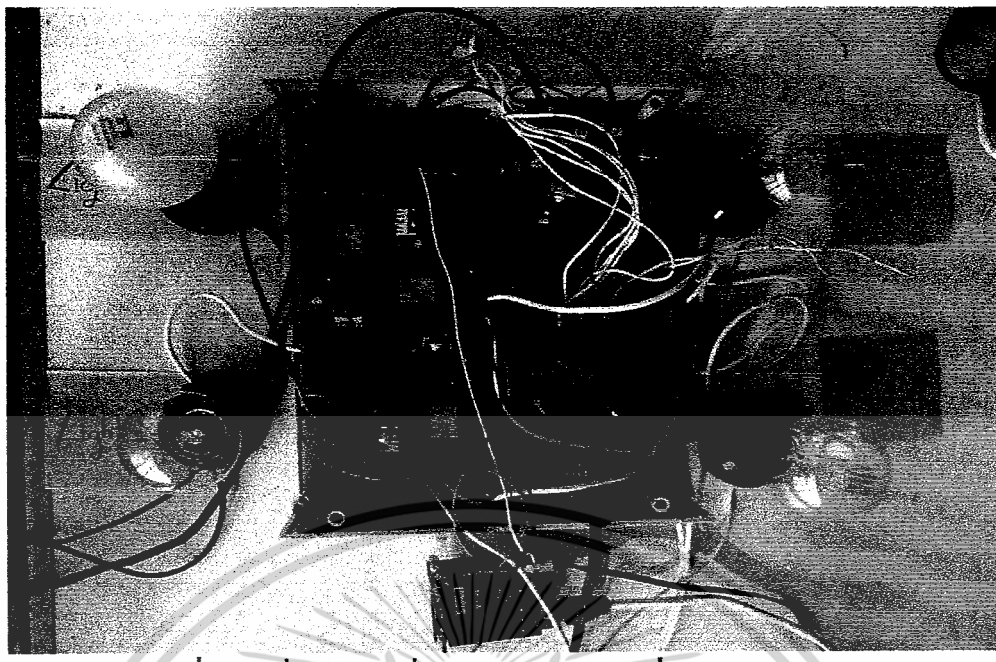

**รูปที่ 4.25** เมื่อมีการสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 3 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 3 ปิดแล้ว (Light3-Turn Off Successfully)

10. เมื่อผู้ใช้งานต้องการให้หลอดไฟหลอดที่ 4 ปิดให้เลือก OFF และกดปุ่ม Submit ในช่องของอุปกรณ์ LIGHT 4 และเมื่อกด Submit แล้วหลอดไฟหลอดที่ 4 จะดับลง และที่ด้านล่างของหน้าต่างควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะแสดง Light4-Turn Off Successfully ซึ่งหมายความว่าหลอดไฟหลอดที่ 4 ได้ถูกปิดเรียบร้อยแล้ว

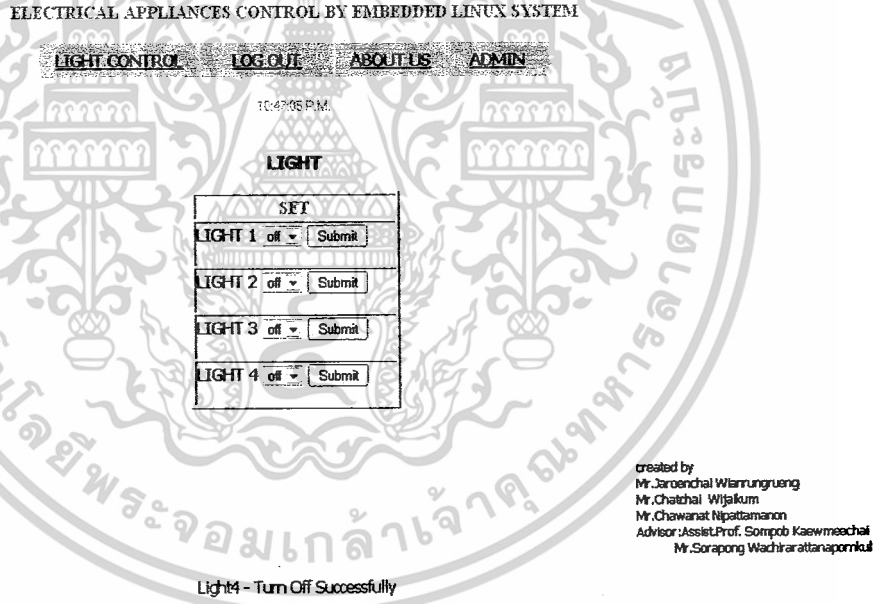



**รูปที่ 4.26** เมื่อผู้ใช้งานต้องการปิดให้หลอดไฟหลอดที่ 4 ดับลงผ่านทางหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 4.27** เมื่อผู้ใช้งานสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 4 หลอดไฟจะดับ




**รูปที่ 4.28** เมื่อมีการสั่งปิดหลอดไฟหลอดที่ 4 จะมีข้อความแสดงว่าหลอดไฟหลอดที่ 4 ปิดแล้ว (Light4-Turn Off Successfully)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# บทสรุปและวิจารณ์

## 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงาน การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจากระยะไกลโดยใช้ระบบสมองกลฝังตัวที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ผู้ใช้งานสามารถเปิด-ปิด หลอดไฟฟ้าผ่านหน้าเว็บซึ่งเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานโดยผ่านอินเตอร์เนตได้ การเข้าใช้งานผ่านหน้าเว็บนี้ผู้ใช้งานจะถูกตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ก่อนถึงจะสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ซึ่งถือเป็นระบบรักษาความปลอดภัยเบื้องต้นเพื่อไม่ให้ผู้อื่นมาทำการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้ได้โดยไม่ได้รับอนุญาต

ผลที่ได้รับจากการ โครงงานนี้คือ การอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานที่อยู่ไกลจากที่พักอาศัยให้สามารถทำการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ โดยที่ๆ ผู้ใช้งานอยู่จะต้องมีระบบเครือข่ายอินเตอร์เนตรองรับการใช้งานนี้ด้วย

## 5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไขปัญหา

ในการดำเนินงาน การหาข้อมูลเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในชุดพัฒนาไอ-บอร์ดมีแหล่งข้อมูลให้ศึกษาน้อยทำให้ปัญหาทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับไมโครคอนโทรเลอร์เกิดขึ้นบ่อยและบางครั้งไม่สามารถหาวิธีการแก้ไขปัญหานั้นได้ด้วยตนเอง

วิธีการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ทางกลุ่มผู้จัดทำโครงงานจึงได้ปรึกษากับผู้พัฒนาชุดพัฒนาไอ-บอร์ดโดยตรง ซึ่งมีความเชี่ยวชาญและสามารถให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

## 5.3 แนวทางในการพัฒนา

การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบสมองกลฝังตัวบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์โดยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตนั้นเราสามารถพัฒนาเพื่อให้สามารถควบคุมการเปิด – ปิดได้ 2 ทาง (ทั้งที่หน้าเว็บและที่อุปกรณ์ไฟฟ้าโดยตรง) อีกทั้งยังสามารถพัฒนาชุดควบคุมนี้ให้ใช้ได้กับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น กล้องวงจรปิดซึ่งควบคุมผ่านอินเตอร์เนตได้และแสดงผลตามเวลาจริง ณ เวลานั้น หรืออาจจะเป็นการปรับระดับความสว่างของหลอดไฟฟ้าเพื่อช่วยลดการใช้พลังงานลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


1. กิตติ ภักดิวัฒนะกุล.2548.**คัมภีร์ PHP**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ เคทีพีคอมพ์แอนด์คอนซัลท์ จำกัด.
2. ประภาพร ช่างไม้.2550.**สร้างเว็บสวยด้วย Dreamweaver 8**. นนทบุรี : สำนักพิมพ์ บริษัท ไอดีซีอินโฟรเพลส จำกัด.


แหล่งค้นคว้าทางอินเตอร์เน็ต


1. http://www.foxserve.it/ เป็นแหล่งศึกษาเกี่ยวกับ Apache Web Server
2. http://www.vwim.co.th/knowledge/phpcourse/เป็นแหล่งศึกษาเกี่ยวกับภาษา PHP
3. http://th2.php.net/ เป็นแหล่งศึกษาเกี่ยวกับภาษา PHP
4. http://www.animalrobots.eu/ เป็นแหล่งศึกษาเกี่ยวกับ ไอ-บอร์ด
5. http://www.phpbbthailand.com/ เป็นแหล่งศึกษาเกี่ยวกับภาษา PHP
6. http://foxlx.acmesystems.it/ เป็นแหล่งศึกษาเกี่ยวกับ ไอ-บอร์ด
7. http://www.free0s.com/guide/lsst/ เป็นแหล่งศึกษาเกี่ยวกับ Linux Shell Script
8. http://www.webthaidd.com/develop-c/เป็นแหล่งศึกษาเกี่ยวกับภาษา C
9. http://www.bcoms.net/html/index.asp เป็นแหล่งศึกษาเกี่ยวกับภาษา HTML
10. http://www.digchip.com/ เป็นแหล่งศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดของอุปกรณ์
11. http://www.embes.com/เป็นแหล่งศึกษาเกี่ยวกับ ไอ-บอร์ด
12. http://developer.embes.com/iboard/ เป็นแหล่งศึกษาเกี่ยวกับ ไอ-บอร์ด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

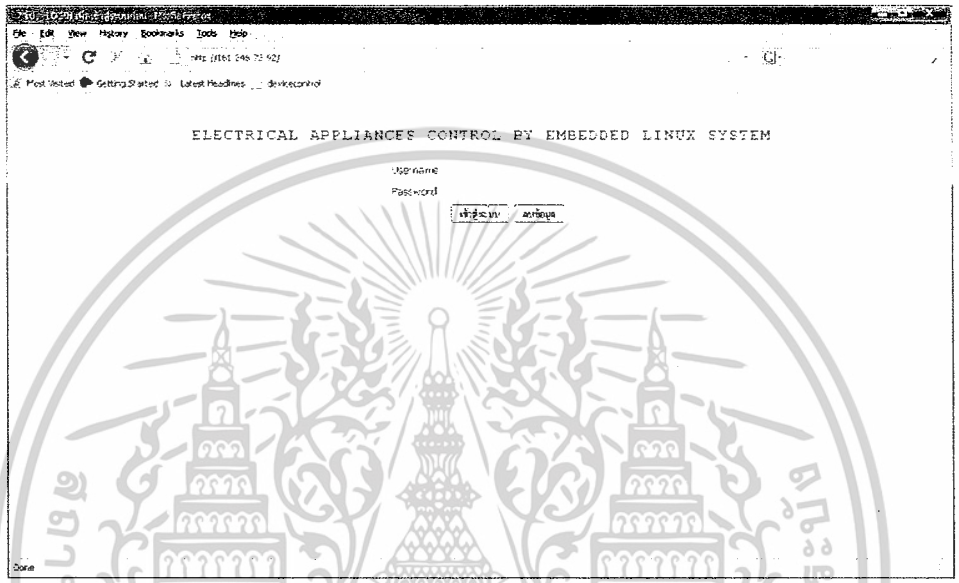
# ภาคผนวก ก.
# คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คู่มือการใช้งาน

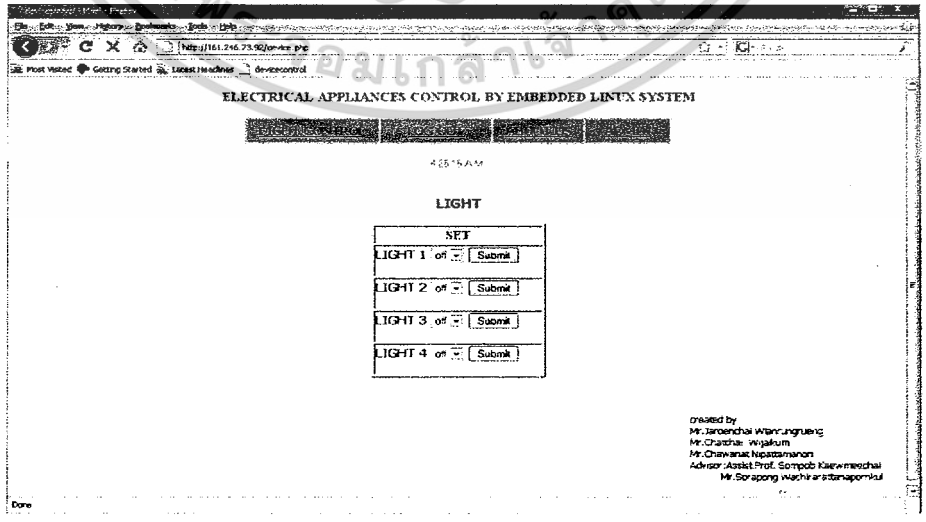
## 1. การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.1 เปิด Web Browser แล้วพิมพ์ URL เป็น 161.246.73.92 จะเข้าสู่หน้า Login จากนั้นให้ใส่ Username และPassword เป็น itekmitl และ itekmitl ตามลำดับ




**รูปที่ ก.1** หน้าต่างสำหรับการลงชื่อเข้าใช้

1.2 เมื่อ Login ผ่านแล้วจะเข้าสู่หน้าต่างการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้จากหน้านี้ ในการควบคุมสามารถเปิด-ปิดได้โดยเลือก on หรือ off แล้วกดปุ่ม Submit

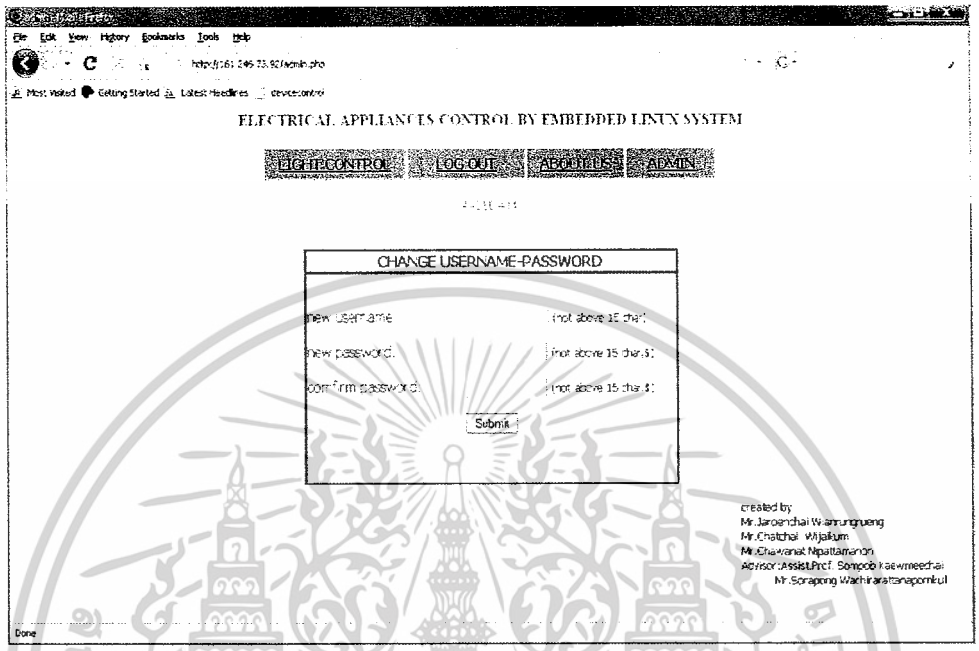



**รูปที่ ก.2** หน้าต่างสำหรับการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

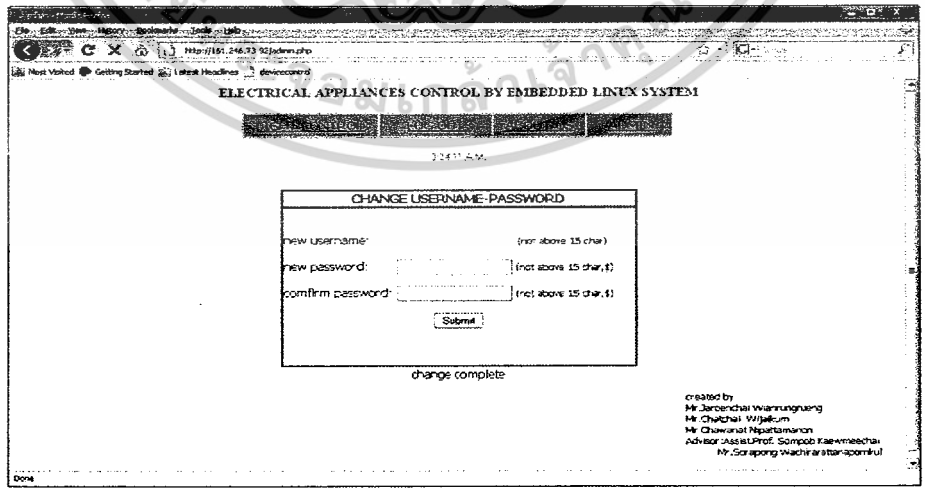
**2. การเปลี่ยน Username และ Password**

2.1 การเปลี่ยน Username และ Password ให้คลิกไปที่เมนู ADMIN




**รูปที่ ก.3** หน้าต่างสำหรับเปลี่ยน Username และ Password

2.2 พิมพ์ Username ใหม่ในช่อง New Username และพิมพ์ Password ใหม่ ในช่อง New Password และ Confirm Password ซึ่ง Username และ Password จะต้องมีความยาวไม่เกิน 15 ตัวอักษร และ Password ห้ามใช้สัญญลักษณ์ $ แล้วกด Submit จะมีข้อความ Change Complete




**รูปที่ ก.4** หน้าเว็บสำหรับเปลี่ยน Username และ Password หลังจากทำการเปลี่ยน Username และ Password

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3. การออกจากระบบ (Log out)**

ผู้ใช้งานสามารถเลือกที่เมนู Log out ได้เลยซึ่งจะถือว่าผู้ใช้งานได้ออกจากระบบแล้ว ระบบจะกลับเข้าสู่หน้า Login เพื่อให้ผู้ใช้งานได้กรอก Username และ Password เพื่อการเข้าใช้งานในครั้งต่อไป

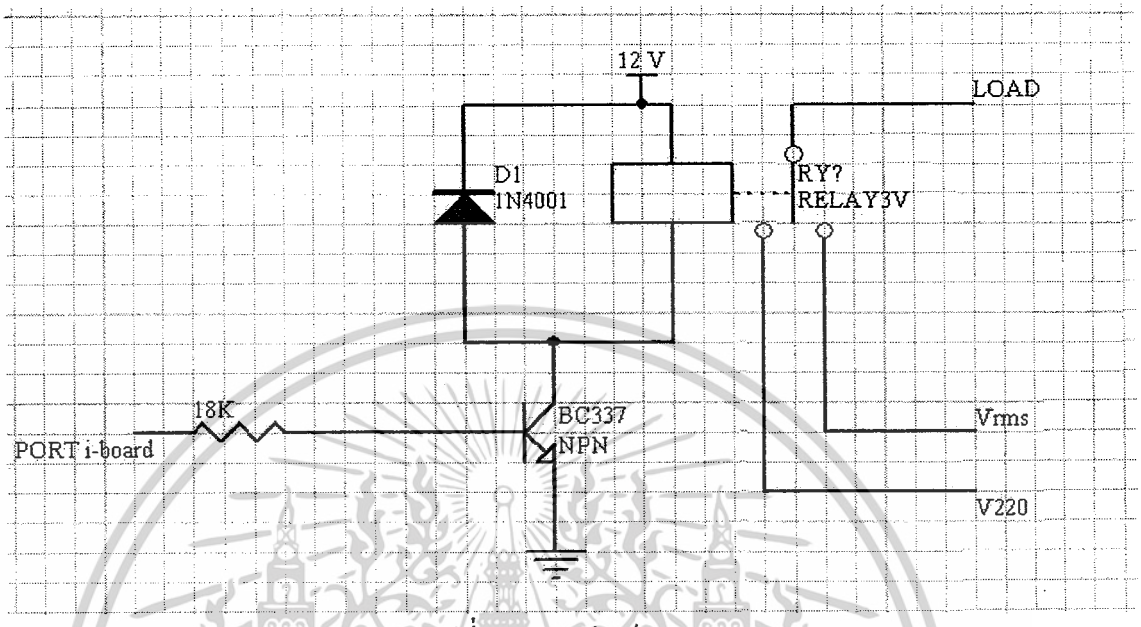
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข.

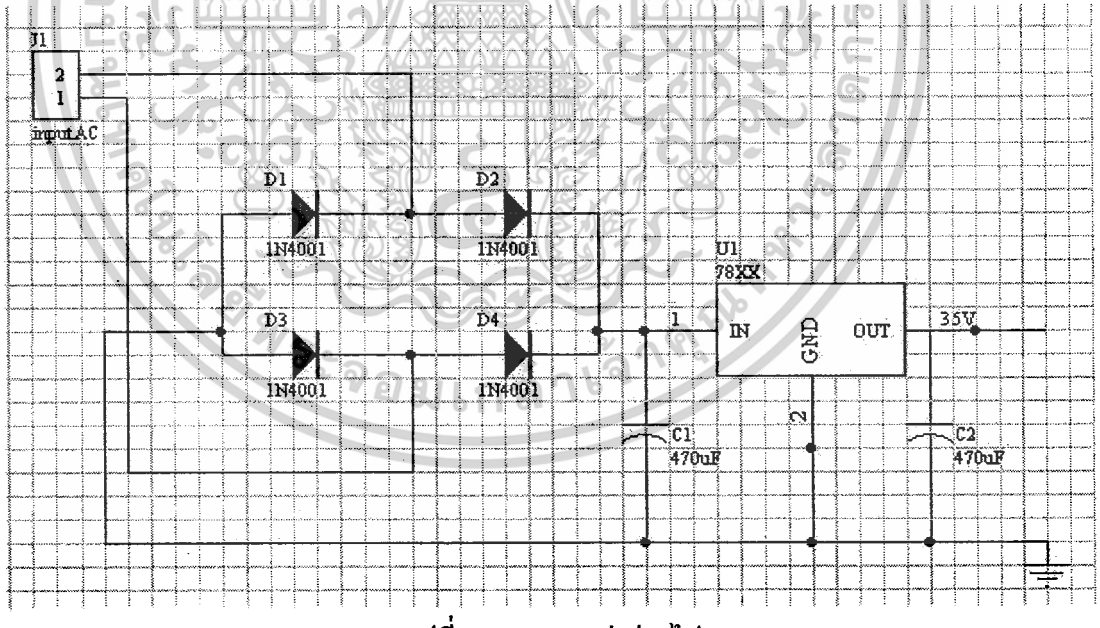
## วงจรอิเลกทรอนิกส์และลายวงจรที่ใช้ในโครงงาน

1. วงจรรีเลย์ควบคุม
2. วงจรแหล่งจ่ายไฟ
3. ลายวงจรรีเลย์ควบคุม 4 ช่อง
4. ลายวงจรแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

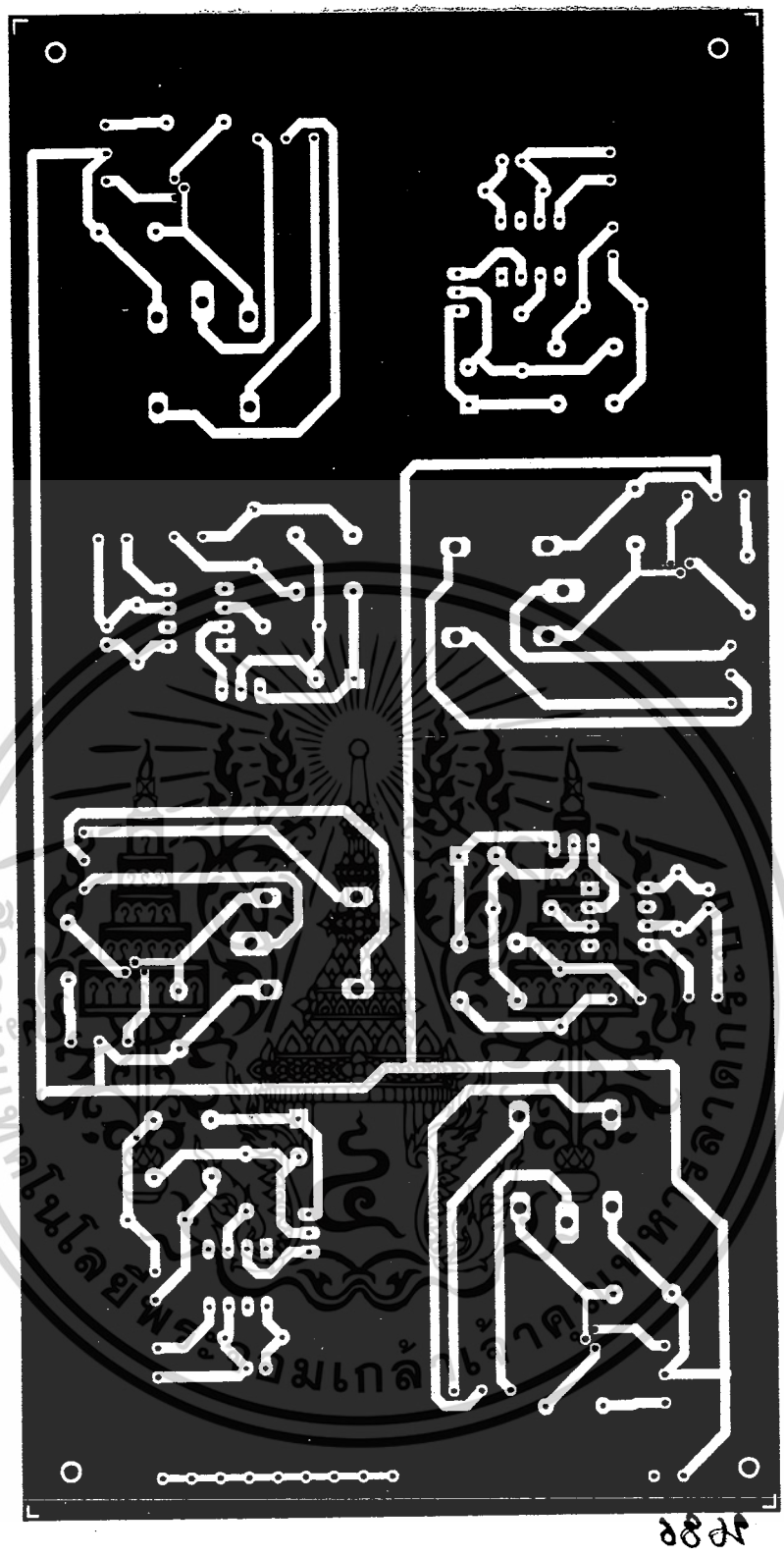



**รูปที่ ข.1 วงจรรีเลย์ควบคุม**



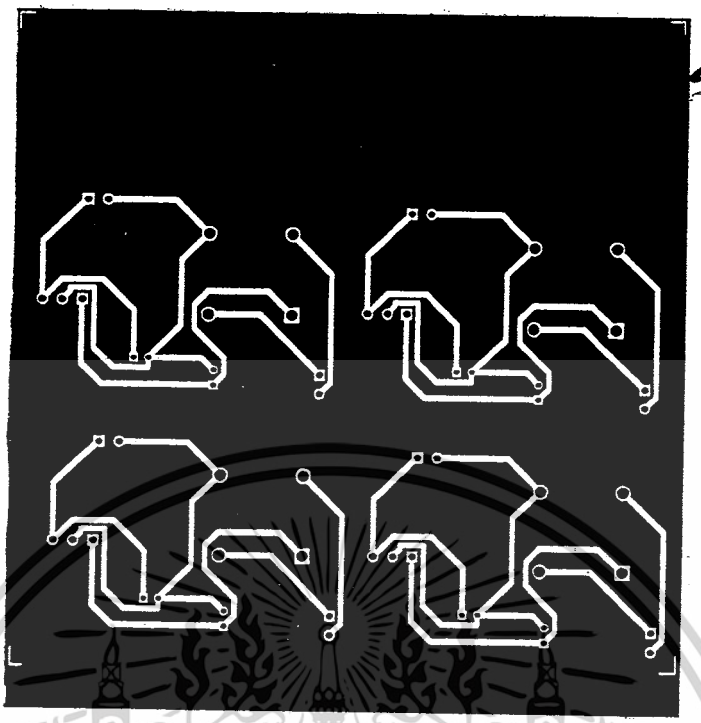

**รูปที่ ข.2 วงจรแหล่งจ่ายไฟ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ ข.3 ลายวงจรรีเลย์ควบคุม 4 ช่อง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ ข.4 ลายวงจรแหล่งจ่ายไฟ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ค.

# Data Sheet ของอุปกรณ์ที่นำมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

www.fairchildsemi.com

# KA78XX/KA78XXA

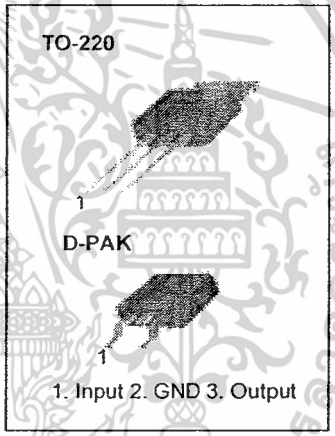
## 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

### Features

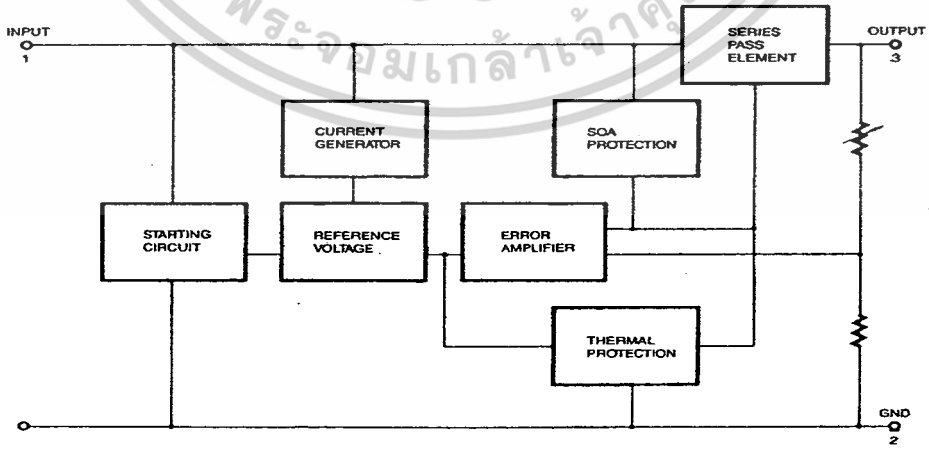
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

### Description

The KA78XX/KA78XXA series of three-terminal positive regulator are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.




### Internal Block Digram




Rev. 1.0.0

©2001 Fairchild Semiconductor Corporation
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Absolute Maximum Ratings

| Parameter | Symbol | Value | Unit |
|---|---|---|---|
| Input Voltage (for $V_O$ = 5V to 18V)<br>(for $V_O$ = 24V) | $V_I$<br>$V_I$ | 35<br>40 | V<br>V |
| Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220) | $R_{\theta JC}$ | 5 | °C/W |
| Thermal Resistance Junction-Air (TO-220) | $R_{\theta JA}$ | 65 | °C/W |
| Operating Temperature Range (KA78XX/A/R) | $T_{OPR}$ | 0 ~ +125 | °C |
| Storage Temperature Range | $T_{STG}$ | -65 ~ +150 | °C |

## Electrical Characteristics (KA7805/KA7805R)

(Refer to test circuit ,0°C < $T_J$ < 125°C, $I_O$ = 500mA, $V_I$ =10V, $C_I$= 0.33μF, $C_O$=0.1μF, unless otherwise specified)

| Parameter | Symbol | Conditions | | KA7805 | | | Unit |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Min. | Typ. | Max. | |
| Output Voltage | $V_O$ | $T_J$ =+25 °C | | 4.8 | 5.0 | 5.2 | V |
| | | 5.0mA ≤ $I_O$ ≤ 1.0A, $P_O$ ≤ 15W<br>$V_I$ = 7V to 20V | | 4.75 | 5.0 | 5.25 | |
| Line Regulation (Note1) | Regline | $T_J$=+25 °C | $V_O$ = 7V to 25V | - | 4.0 | 100 | mV |
| | | | $V_I$ = 8V to 12V | - | 1.6 | 50 | |
| Load Regulation (Note1) | Regload | $T_J$=+25 °C | $I_O$ = 5.0mA to1.5A | - | 9 | 100 | mV |
| | | | $I_O$ =250mA to 750mA | - | 4 | 50 | |
| Quiescent Current | $I_Q$ | $T_J$ =+25 °C | | - | 5.0 | 8.0 | mA |
| Quiescent Current Change | $\Delta I_Q$ | $I_O$ = 5mA to 1.0A | | - | 0.03 | 0.5 | mA |
| | | $V_I$= 7V to 25V | | - | 0.3 | 1.3 | |
| Output Voltage Drift | $\Delta V_O/\Delta T$ | $I_O$= 5mA | | - | -0.8 | - | mV/ °C |
| Output Noise Voltage | $V_N$ | f = 10Hz to 100KHz, $T_A$=+25 °C | | - | 42 | - | μV/$V_O$ |
| Ripple Rejection | RR | f = 120Hz<br>$V_O$ = 8V to 18V | | 62 | 73 | - | dB |
| Dropout Voltage | $V_{Drop}$ | $I_O$ = 1A, $T_J$ =+25 °C | | - | 2 | - | V |
| Output Resistance | $r_O$ | f = 1KHz | | - | 15 | - | mΩ |
| Short Circuit Current | $I_{SC}$ | $V_I$ = 35V, $T_A$ =+25 °C | | - | 230 | - | mA |
| Peak Current | $I_{PK}$ | $T_J$ =+25 °C | | - | 2.2 | - | A |

**Note:**

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in $V_O$ due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Electrical Characteristics (KA7812/KA7812R)

(Refer to test circuit ,0°C < $T_J$ < 125°C, $I_O$ = 500mA, $V_I$ =19V, $C_I$= 0.33μF, $C_O$=0.1μF, unless otherwise specified)

| Parameter | Symbol | Conditions | | KA7812/KA7812R | | | Unit |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Min. | Typ. | Max. | |
| Output Voltage | $V_O$ | $T_J$ =+25 °C | | 11.5 | 12 | 12.5 | V |
| | | 5.0mA ≤ $I_O$≤1.0A, $P_O$≤15W<br>$V_I$ = 14.5V to 27V | | 11.4 | 12 | 12.6 | |
| Line Regulation (Note1) | Regline | $T_J$ =+25 °C | $V_I$ = 14.5V to 30V | - | 10 | 240 | mV |
| | | | $V_I$ = 16V to 22V | - | 3.0 | 120 | |
| Load Regulation (Note1) | Regload | $T_J$ =+25 °C | $I_O$ = 5mA to 1.5A | - | 11 | 240 | mV |
| | | | $I_O$ = 250mA to 750mA | - | 5.0 | 120 | |
| Quiescent Current | $I_Q$ | $T_J$ =+25 °C | | - | 5.1 | 8.0 | mA |
| Quiescent Current Change | $\Delta I_Q$ | $I_O$ = 5mA to 1.0A | | - | 0.1 | 0.5 | mA |
| | | $V_I$ = 14.5V to 30V | | - | 0.5 | 1.0 | |
| Output Voltage Drift | $\Delta V_O/\Delta T$ | $I_O$ = 5mA | | - | -1 | - | mV/ °C |
| Output Noise Voltage | $V_N$ | f = 10Hz to 100KHz, $T_A$ =+25 °C | | - | 76 | - | μV/Vo |
| Ripple Rejection | RR | f = 120Hz<br>$V_I$ = 15V to 25V | | 55 | 71 | - | dB |
| Dropout Voltage | $V_{Drop}$ | $I_O$ = 1A, $T_J$=+25 °C | | - | 2 | - | V |
| Output Resistance | $r_O$ | f = 1KHz | | - | 18 | - | mΩ |
| Short Circuit Current | $I_{SC}$ | $V_I$ = 35V, $T_A$=+25 °C | | - | 230 | - | mA |
| Peak Current | $I_{PK}$ | $T_J$ = +25 °C | | - | 2.2 | - | A |

**Note:**

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in $V_O$ due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Typical Applications

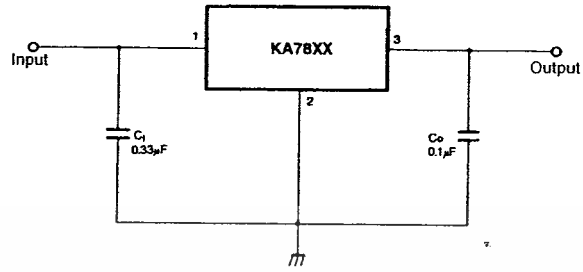



Figure 5. DC Parameters

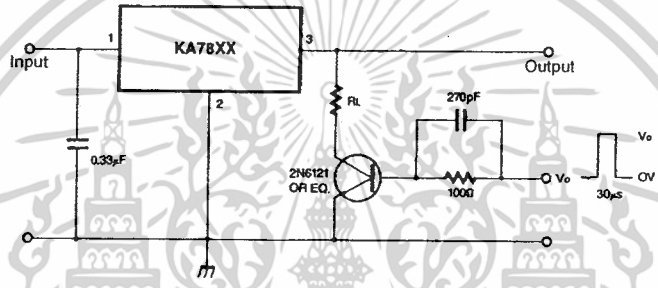



Figure 6. Load Regulation

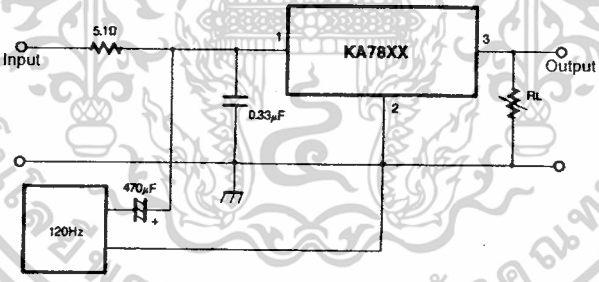



Figure 7. Ripple Rejection

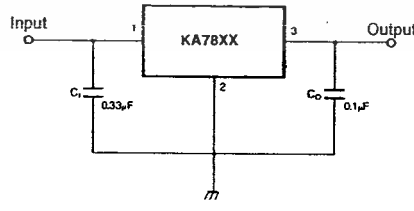
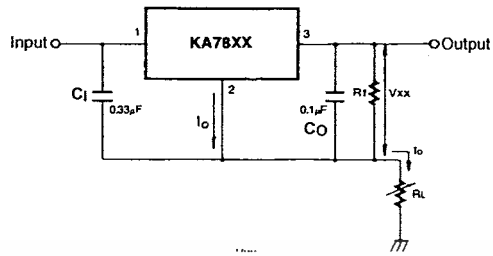



Figure 8. Fixed Output Regulator



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




$$I_O = \frac{V_{XX}}{R_1} + I_Q$$

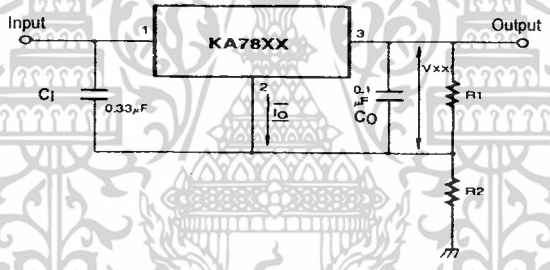
**Figure 9. Constant Current Regulator**

**Notes:**

(1) To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX." A common ground is required between the input and the Output voltage. The input voltage must remain typically 2.0V above the output voltage even during the low point on the input ripple voltage.

(2) $C_I$ is required if regulator is located an appreciable distance from power Supply filter.

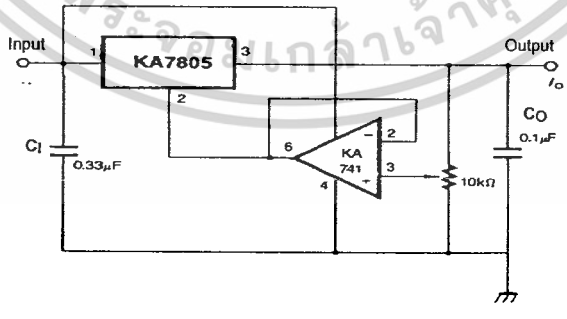
(3) $C_O$ improves stability and transient response.




$$I_{RI} \geq 5I_Q$$

$$V_O = V_{XX}(1+R_2/R_1)+I_QR_2$$

**Figure 10. Circuit for Increasing Output Voltage**




$$I_{RI} \geq 5\ I_Q$$

$$V_O = V_{XX}(1+R_2/R_1)+I_QR_2$$

**Figure 11. Adjustable Output Regulator (7 to 30V)**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

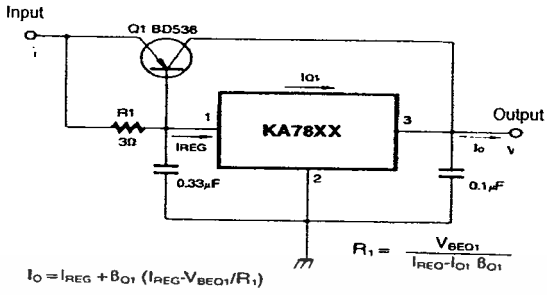



Figure 12. High Current Voltage Regulator

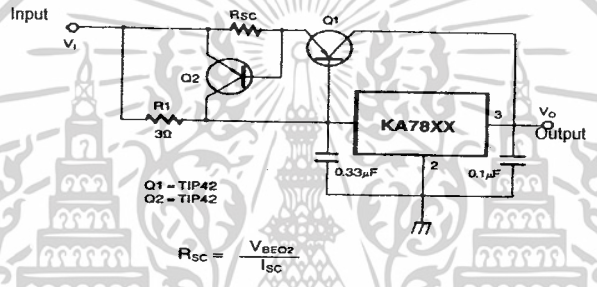



Figure 13. High Output Current with Short Circuit Protection

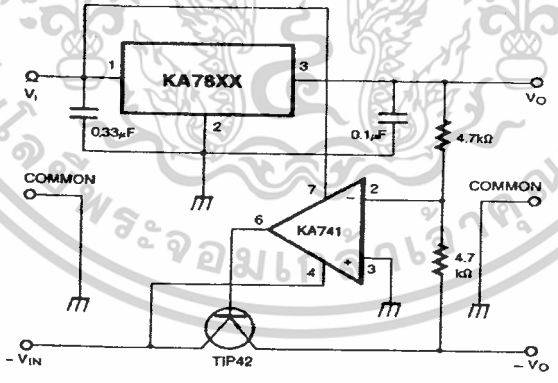



Figure 14. Tracking Voltage Regulator



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

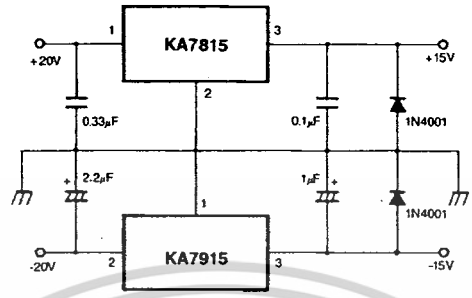



Figure 15. Split Power Supply ( ±15V-1A)

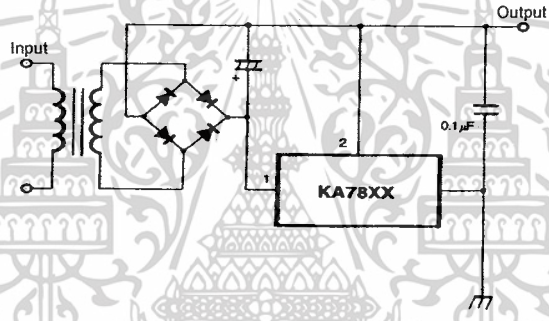



Figure 16. Negative Output Voltage Circuit

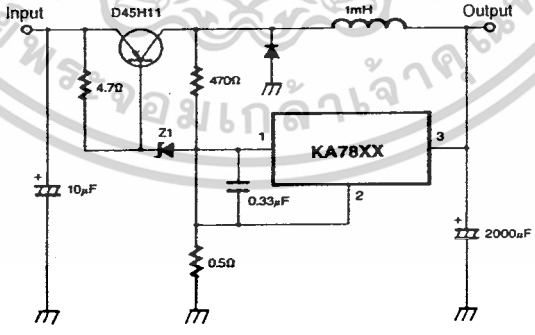



Figure 17. Switching Regulator

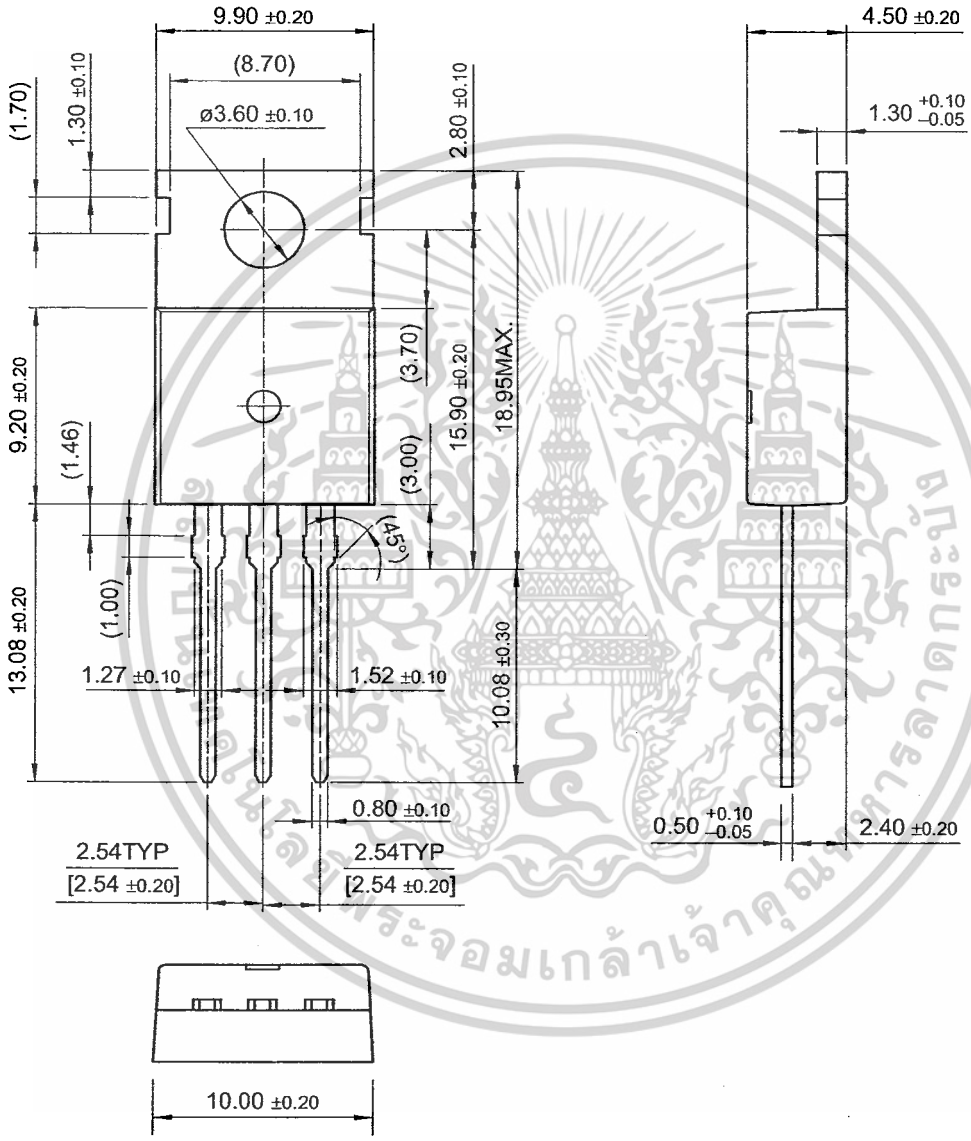


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Mechanical Dimensions

### Package

# TO-220





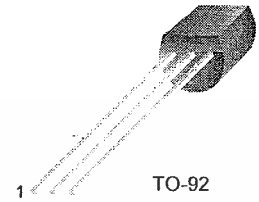

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

# BC337/338

## Switching and Amplifier Applications

- Suitable for AF-Driver stages and low power output stages
- Complement to BC327/BC328




TO-92

1. Collector 2. Base 3. Emitter

## NPN Epitaxial Silicon Transistor

### Absolute Maximum Ratings $T_a$=25°C unless otherwise noted

| Symbol | Parameter | Value | Units |
|---|---|---|---|
| $V_{CES}$ | Collector-Emitter Voltage | | |
| | : BC337 | 50 | V |
| | : BC338 | 30 | V |
| $V_{CEO}$ | Collector-Emitter Voltage | | |
| | : BC337 | 45 | V |
| | : BC338 | 25 | V |
| $V_{EBO}$ | Emitter-Base Voltage | 5 | V |
| $I_C$ | Collector Current (DC) | 800 | mA |
| $P_C$ | Collector Power Dissipation | 625 | mW |
| $T_J$ | Junction Temperature | 150 | °C |
| $T_{STG}$ | Storage Temperature | -55 ~ 150 | °C |

### Electrical Characteristics $T_a$=25°C unless otherwise noted

| Symbol | Parameter | Test Condition | Min. | Typ. | Max. | Units |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $BV_{CEO}$ | Collector-Emitter Breakdown Voltage | $I_C$=10mA, $I_B$=0 | | | | |
| | : BC337 | | 45 | | | V |
| | : BC338 | | 25 | | | V |
| $BV_{CES}$ | Collector-Emitter Breakdown Voltage | $I_C$=0.1mA, $V_{BE}$=0 | | | | |
| | : BC337 | | 50 | | | V |
| | : BC338 | | 30 | | | V |
| $BV_{EBO}$ | Emitter-Base Breakdown Voltage | $I_E$=0.1mA, $I_C$=0 | 5 | | | V |
| $I_{CES}$ | Collector Cut-off Current | | | | | |
| | : BC337 | $V_{CE}$=45V, $I_B$=0 | | 2 | 100 | nA |
| | : BC338 | $V_{CE}$=25V, $I_B$=0 | | 2 | 100 | nA |
| $h_{FE1}$ | DC Current Gain | $V_{CE}$=1V, $I_C$=100mA | 100 | | 630 | |
| $h_{FE2}$ | | $V_{CE}$=1V, $I_C$=300mA | 60 | | | |
| $V_{CE}$ (sat) | Collector-Emitter Saturation Voltage | $I_C$=500mA, $I_B$=50mA | | | 0.7 | V |
| $V_{BE}$ (on) | Base Emitter On Voltage | $V_{CE}$=1V, $I_C$=300mA | | | 1.2 | V |
| $f_T$ | Current Gain Bandwidth Product | $V_{CE}$=5V, $I_C$=10mA, f=50MHz | | 100 | | MHz |
| $C_{ob}$ | Output Capacitance | $V_{CB}$=10V, $I_E$=0, f=1MHz | | 12 | | pF |

### $h_{FE}$ Classification

| Classification | 16 | 25 | 40 |
|---|---|---|---|
| $h_{FE1}$ | 100 ~ 250 | 160 ~ 400 | 250 ~ 630 |
| $h_{FE2}$ | 60- | 100- | 170- |

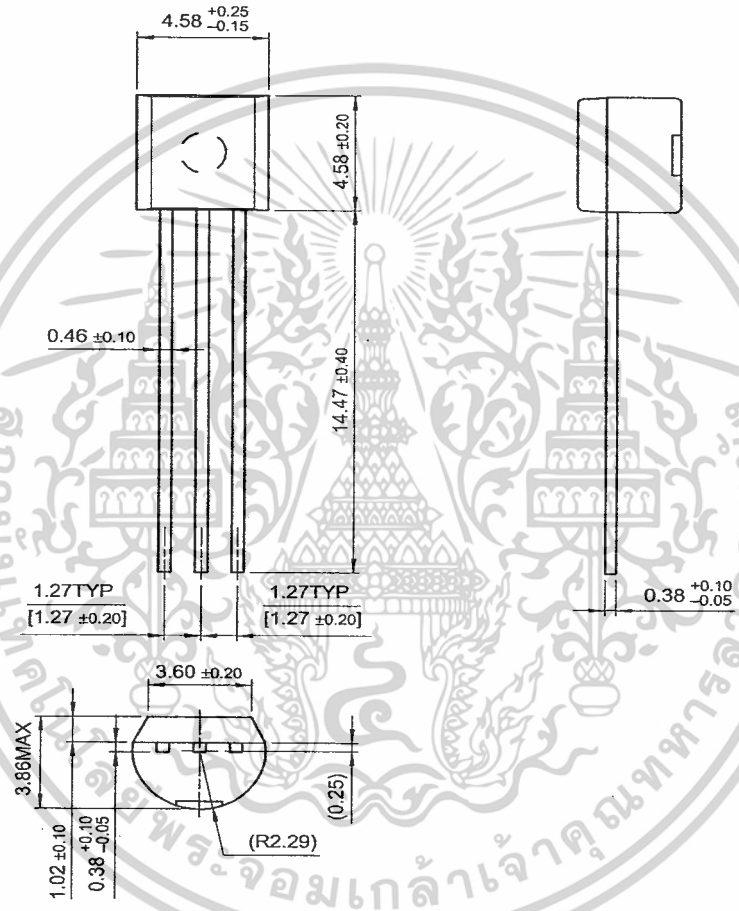
©2002 Fairchild Semiconductor Corporation

Rev. A2, August 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Package Dimensions

TO-92




Dimensions in Millimeters

©2002 Fairchild Semiconductor Corporation



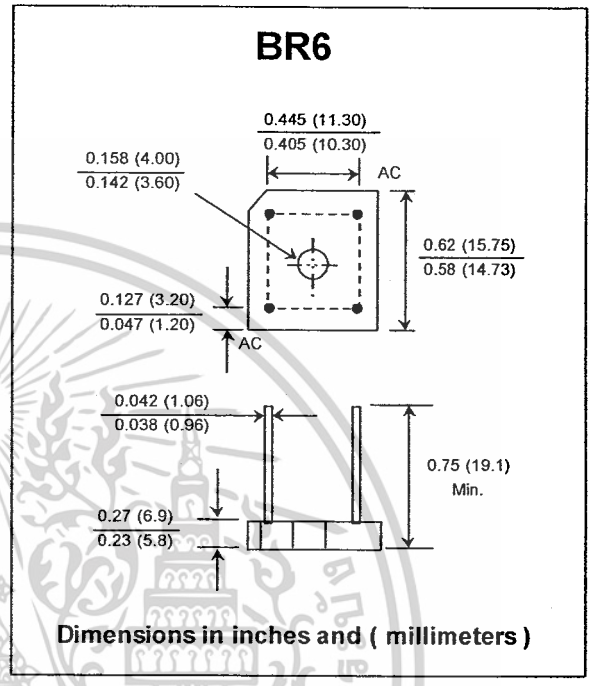
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Certificate Number: Q10561 Certificate Number: E17276

# BR600 - BR610 SILICON BRIDGE RECTIFIERS

## PRV : 50 - 1000 Volts

## Io : 6.0 Amperes




### FEATURES :

* High current capability
* High surge current capability
* High reliability
* Low reverse current
* Low forward voltage drop
* Ideal for printed circuit board

### MECHANICAL DATA :

* Case : Reliable low cost construction utilizing molded plastic technique
* Epoxy : UL94V-O rate flame retardant
* Lead : Axial lead solderable per MIL - STD 202 , Method 208 guaranteed
* Polarity : Polarity symbols marked on case
* Mounting position : Any
* Weight : 3.6 grams

### MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Rating at 25 °C ambient temperature unless otherwise specified.
Single phase, half wave, 60 Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.

| RATING | SYMBOL | BR600 | BR601 | BR602 | BR604 | BR606 | BR608 | BR610 | UNITS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage | $V_{RRM}$ | 50 | 100 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | Volts |
| Maximum RMS Voltage | $V_{RMS}$ | 35 | 70 | 140 | 280 | 420 | 560 | 700 | Volts |
| Maximum DC Blocking Voltage | $V_{DC}$ | 50 | 100 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | Volts |
| Maximum Average Forward Current Tc=50°C | $I_{F(AV)}$ | 6.0 | | | | | | | Amps. |
| Peak Forward Surge Current, Single half sine wave Superimposed on rated load (JEDEC Method) | $I_{FSM}$ | 200 | | | | | | | Amps. |
| Current Squared Time at t < 8.3 ms. | $I^2t$ | 64 | | | | | | | $A^2S$ |
| Maximum Forward Voltage per Diode at $I_F$ =3 A. | $V_F$ | 1.0 | | | | | | | Volts |
| Maximum DC Reverse Current Ta = 25 °C | $I_R$ | 10 | | | | | | | µA |
| at Rated DC Blocking Voltage Ta = 100 °C | $I_{R(H)}$ | 200 | | | | | | | µA |
| Typical Thermal Resistance (Note 1) | RθJC | 8.0 | | | | | | | °C/W |
| Operating Junction Temperature Range | $T_J$ | - 40 to + 150 | | | | | | | °C |
| Storage Temperature Range | $T_{STG}$ | - 40 to + 150 | | | | | | | °C |

**Notes :**

1. Thermal Resistance from junction to case with units mounted on a 2.6" x 1.4" x 0.06" THK (6.5cm.x 3.5cm.x 0.15cm.) Al. Plate Heatsink.

**UPDATE : APRIL 23, 1998**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Certificate Number: Q10561
Certificate Number: E17276

## RATING AND CHARACTERISTIC CURVES ( BR600 - BR610 )

FIG.1 - DERATING CURVE FOR OUTPUT RECTIFIED CURRENT

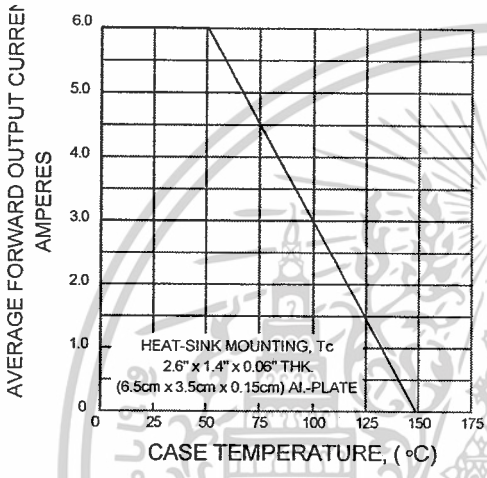



FIG.2 - MAXIMUM NON-REPETITIVE PEAK FORWARD SURGE CURRENT

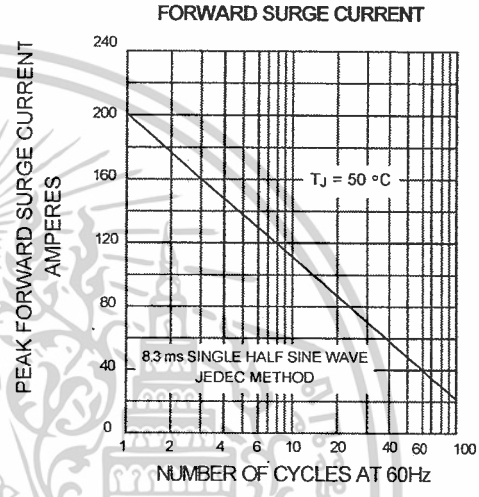



FIG.3 - TYPICAL FORWARD CHARACTERISTICS PER DIODE

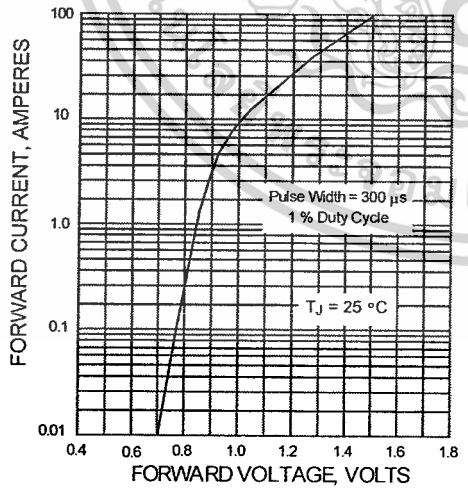
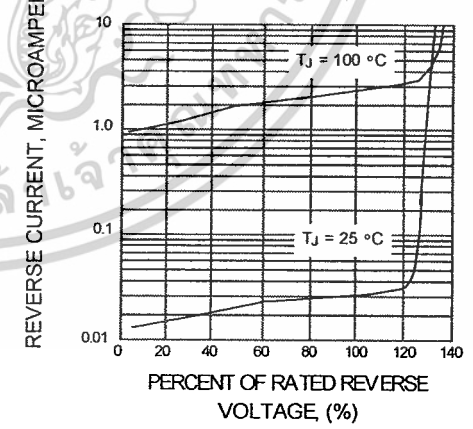



FIG.4 - TYPICAL REVERSE CHARACTERISTICS PER DIODE




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**RECTRON**
**SEMICONDUCTOR**
**TECHNICAL SPECIFICATION**

**W005M THRU W10M**

# SINGLE-PHASE GLASS PASSIVATED SILICON BRIDGE RECTIFIER

***VOLTAGE RANGE 50 to 1000 Volts CURRENT 1.5 Amperes***

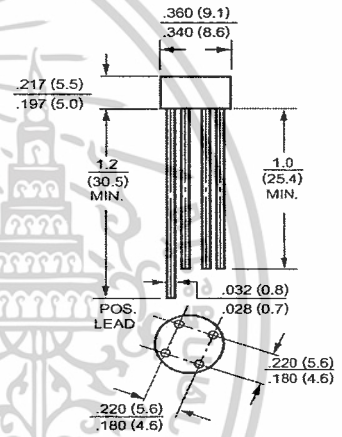
## FEATURES

* High reverse voltage to 1000V
* Surge overload ratings to 50 amperes peak
* Good for printed circuit board assembly
* Mounting position: Any
* Weight: 1.20 grams

## MECHANICAL DATA

* UL listed the recognized component directory, file #E94233
* Epoxy: Device has UL flammability classification 94V-O

WOM




Dimensions in inches and (millimeters)

## MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Ratings at 25 °C ambient temperature unless otherwise specified.
Single phase, half wave, 60 Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.

**MAXIMUM RATINGS** (At $T_A$ = 25°C unless otherwise noted)

| RATINGS | SYMBOL | W005M | W01M | W02M | W04M | W06M | W08M | W10M | UNITS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage | $V_{RRM}$ | 50 | 100 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | Volts |
| Maximum RMS Bridge Input Voltage | $V_{RMS}$ | 35 | 70 | 140 | 280 | 420 | 560 | 700 | Volts |
| Maximum DC Blocking Voltage | $V_{DC}$ | 50 | 100 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | Volts |
| Maximum Average Forward Rectified Output Current at $T_A$ = 25°C | $I_O$ | 1.5 | | | | | | | Amps |
| Peak Forward Surge Current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC method) | $I_{FSM}$ | 50 | | | | | | | Amps |
| Operating Temperature Range | $T_J$ | -55 to + 150 | | | | | | | °C |
| Storage Temperature Range | $T_{STG}$ | -55 to + 150 | | | | | | | °C |

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (At $T_A$ = 25°C unless otherwise noted)

| CHARACTERISTICS | | SYMBOL | W005M | W01M | W02M | W04M | W06M | W08M | W10M | UNITS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maximum Forward Voltage Drop per element at 1.0A DC | | $V_F$ | 1.0 | | | | | | | Volts |
| Maximum Reverse Current at Rated | @$T_A$ = 25°C | $I_R$ | 5.0 | | | | | | | uAmps |
| DC Blocking Voltage per element | @$T_A$ = 100°C | | 1 | | | | | | | mAmps |

2002-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# RATING AND CHARACTERISTIC CURVES ( W005M THRU W10M )

FIG. 1 - MAXIMUM NON-REPETITIVE FORWARD SURGE CURRENT

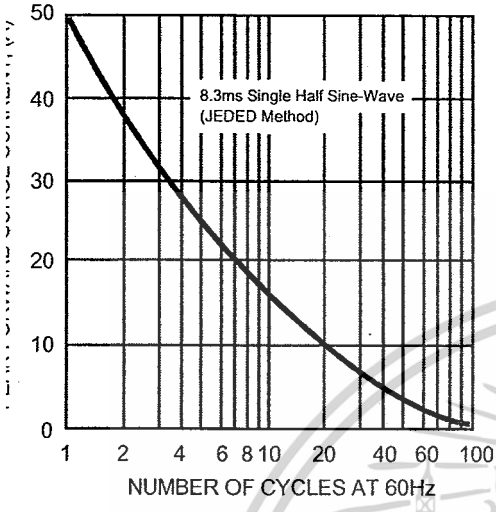



FIG. 2 - TYPICAL FORWARD CURRENT DERATING CURVE

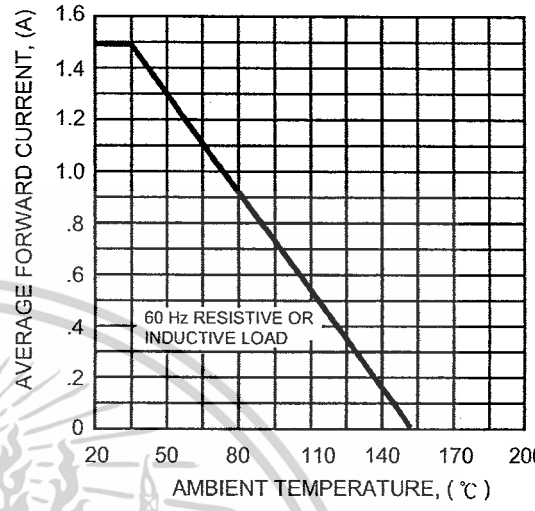



FIG. 3 - TYPICAL INSTANTANEOUS FORWARD CHARACTERISTICS

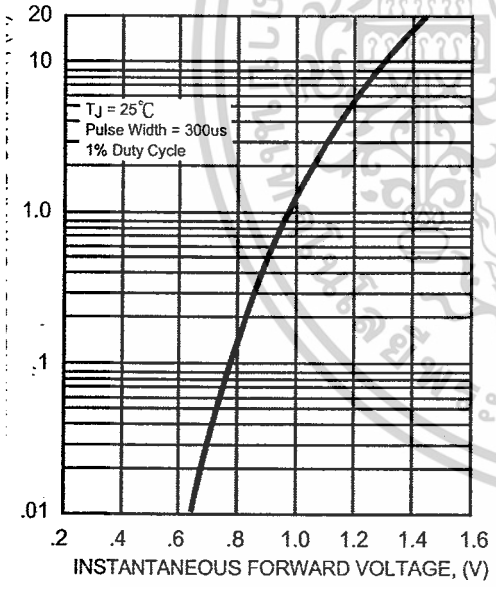
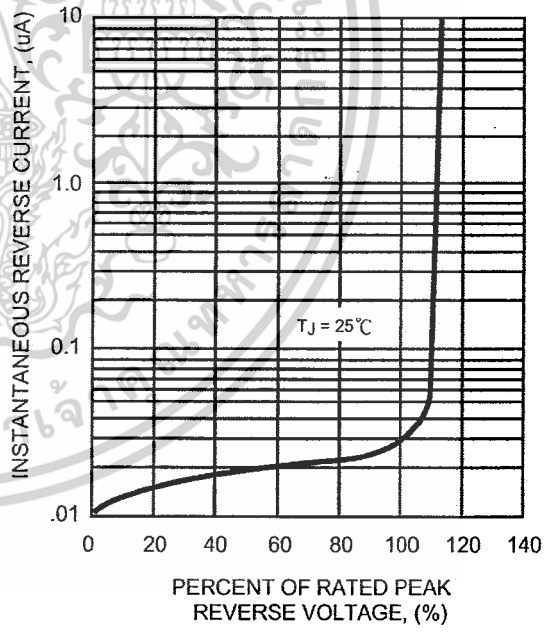



FIG. 4 - TYPICAL REVERSE CHARACTERISTICS






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

www.DataSheet4U.com


**Products:**

- Quality Assurance System
- Engineering Reference

---

- Selection Table
- Signal Relays
- Power Relays
- AutoMotive Relays

# HRS4(H) Relay

## 1.COIL DATA

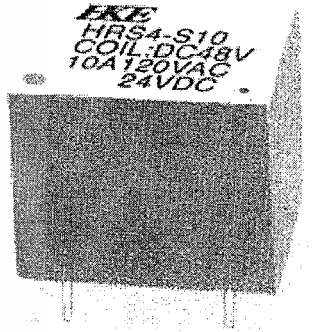
| | |
|---|---|
| 1-1.Nominal Voltage | 3 VDC to 48 VDC |
| 1-2.Coil Resistance | Refer to Table 1 |
| 1-3.Operate Voltage | Refer to Table 1 |
| 1-4.Release Voltage | Refer to Table 1 |
| 1-5.Nominal Power Consumption | 360 to 450 mW |

## 2.CONTACT DATA

| | | |
|---|---|---|
| 2-1.Contact Arrangement | | 1 Form A , 1 Form C |
| 2-2.Contact Material | | AgCdo |
| 2-3.Contact Rating | | 10A 120VAC / 24 VDC (1C)<br>15A 120VAC / 24 VDC (1A) |
| 2-4.Max. Switching Voltage | | 110 VDC / 240 VAC |
| 2-5.Max. Switching Current | | 15A |
| 2-6.Max. Switching Power | | 1800 VA , 360W |
| 2-7.Contact Resistance ( Initial ) | | 50 m••. at 6 VDC 1A |
| 2-8.Life Expectancy | Electrical | 100,000 operations at nominal load |
| | Mechanical | 10,000,000 operations |

## 3.GENERAL DATA

| | |
|---|---|
| 3-1.Insulation Resistance | Min.100M•• at 500 VDC |
| 3-2.Dielectric Strength | 750VAC , 1min between open contacts<br>1,500VAC , 1min between contacts and coil |
| 3-3.Operate Time | Max. 8ms |
| 3-4.Release Time | Max. 5ms |
| 3-5.Temperature Range | -30 to +85 •• |
| 3-6.Shock Resistance | 10G |
| 3-7.Vibration Resistance | 10 - 55 Hz , Amplitude 1.5mm |
| 3-8.Weight | 10 gr. |



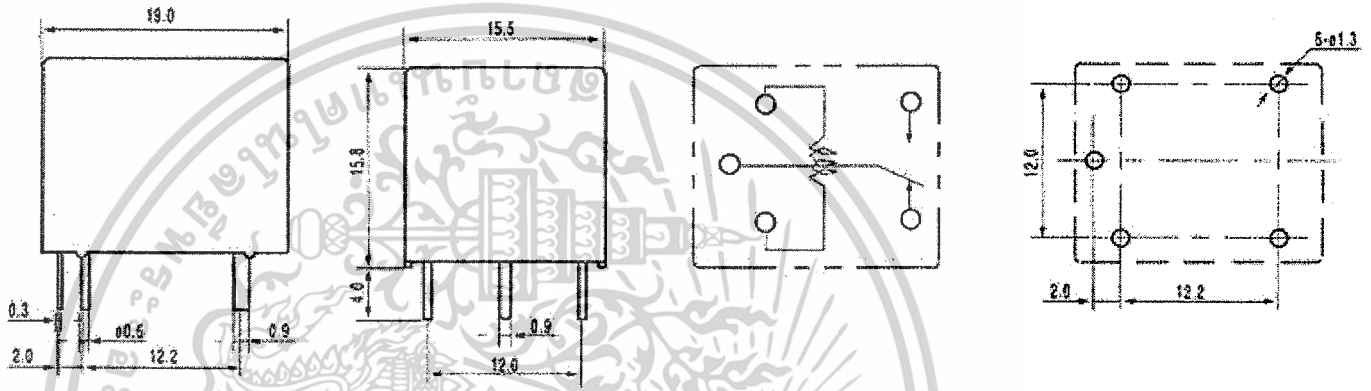

HRS4(H) Relay


www.DataSheet4U.com

www.DataSheet4U.com


3-9.Safety Standard UL NO. E164730

## 4.DIMENSIONS ( in mm )




••

## 5.ORDERING CODE

HRS4 H- S DC 3V A ••

- A: CONTACT ARRANGEMENT
  - A: 1 FORM A C: 1 FORM C
- DC3V: NOMINAL VOLTAGE
  - DC3V , DC5V , DC6V , DC12V , DC24V , DC48V
- S: ENCLOSURE
  - S ---- WASHABLE
- H-: COIL
  - NIL ---- STANDARD TYPE
  - H ------- HIGH SENSITIVE TYPE
- HRS4: TYPE

## 6.COIL DATA CHART



www.DataSheet4U.com
at 20••

| ORDERING CODE | COIL NOMINAL VDC | COIL RESISTANCE •• +/- 10% | OPERATE VOLTAGE VDC | RELEASE VOLTAGE VDC | COIL NOMINAL mW |
|---|---|---|---|---|---|
| HRS4-S DC3V | 3 | 20 | 2.25 | 0.30 | 450 |
| HRS4-S DC5V | 5 | 50 | 3.75 | 0.50 | |
| HRS4-S DC6V | 6 | 80 | 4.50 | 0.60 | |
| HRS4-S DC9V | 9 | 180 | 6.75 | 0.90 | |
| HRS4-S DC12V | 12 | 320 | 9.00 | 1.20 | |
| HRS4-S DC24V | 24 | 820 | 18.00 | 2.40 | |
| HRS4-S DC48V | 48 | 5200 | 36.00 | 4.80 | |
| HRS4H-S DC3V | 3 | 25 | 2.25 | 0.30 | 360 |
| HRS4H-S DC5V | 5 | 70 | 3.75 | 0.50 | |
| HRS4H-S DC6V | 6 | 100 | 4.50 | 0.60 | |
| HRS4H-S DC9V | 9 | 225 | 6.75 | 0.90 | |
| HRS4H-S DC12V | 12 | 400 | 9.00 | 1.20 | |
| HRS4H-S DC24V | 24 | 1600 | 18.00 | 2.40 | |
| HRS4H-S DC48V | 48 | 6400 | 36.00 | 4.80 | |

Table 1

## 7.HRS4(H) CHARACTERISTIC DATA



www.DataSheet4U.com



DataSheet4U.com
www.DataSheet4U.com