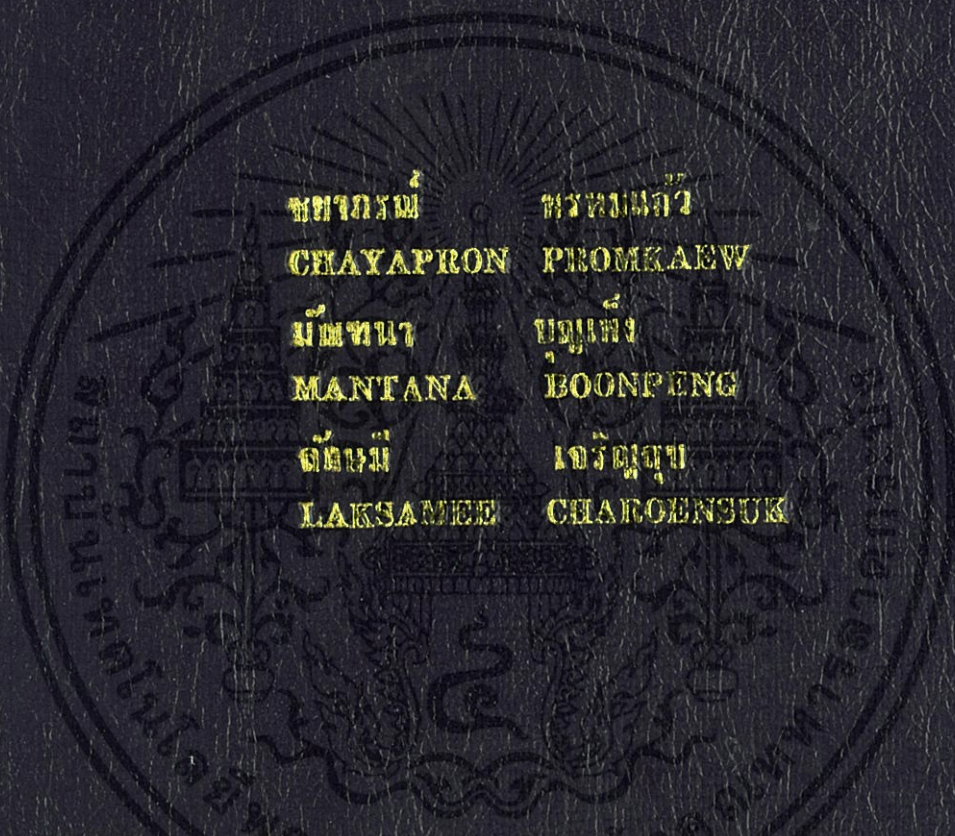


เทคโนโลยีการวัดปริมาณการใช้พลังงาน
POWER METER VIA SMS



| | |
|-----------|-----------|
| ชยาพรณ์ | พรหมแก้ว |
| CHAYAPRON | PROMKAEW |
| มันทนา | บุญเพ็ง |
| MANTANA | BOONPENG |
| ลักขมณี | เจริญสุข |
| LAKSAMEE | CHAOENSUK |

ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2555

เพาเวอร์มิเตอร์ส่งข้อมูลผ่านข้อความสั้น

POWER METER VIA SMS

โดย

ชยาภรณ์ พรหมแก้ว

มณฑนา บุญเพ็ง

ลักขมี เจริญสุข

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พลผดุง ผดุงกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ.2555

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2555

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เพาเวอร์มิเตอร์ส่งข้อมูลผ่านข้อความสั้น

POWER METER VIA SMS

ผู้จัดทำ นางสาวชยาภรณ์ พรหมแก้ว รหัสประจำตัว 52010217

นางสาวมณฑนา บุญเพ็ง รหัสประจำตัว 52010947

นางสาวลักขมี เจริญสุข รหัสประจำตัว 52011015

ปริญญาานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พลผดุง ผดุงกุล)
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|------------------------------|---|----------|-----------------------|
| หัวข้อปริญญานิพนธ์ | เพาเวอร์มิเตอร์ส่งข้อมูลผ่านข้อความสั้น | | |
| นักศึกษา | นางสาวชยาภรณ์ | พรหมแก้ว | รหัสประจำตัว 52010217 |
| | นางสาวมณฑนา | บุญเพ็ง | รหัสประจำตัว 52010947 |
| | นางสาวลักขมี | เจริญสุข | รหัสประจำตัว 52011015 |
| ปริญญา | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต | | |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ | | |
| ปีการศึกษา | 2555 | | |
| อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์พลผดุง | ผดุงกุล | |

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา โครงงานวิจัย 2 ซึ่งเป็นการอธิบายการออกแบบ การสร้าง และการทำงานของเพาเวอร์มิเตอร์ส่งข้อมูลผ่านข้อความสั้น โดยตัวอุปกรณ์ที่กล่าวมานี้ ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าและส่วนรับ-ส่งสัญญาณข้อมูล ในส่วนของการวัดค่าพารามิเตอร์จะออกแบบให้สามารถวัดกระแส แรงดัน กำลังไฟฟ้า และสามารถแสดงผลผ่านจอภาพแบบดิจิทัล และในส่วนของการรับ-ส่งสัญญาณจะใช้ GSM Module เป็นตัวส่งสัญญาณข้อมูลผ่าน อุปกรณ์ควบคุม Microcontroller ARM7 และรับสัญญาณข้อมูลมาแสดงผลบน Web server โดยเพาเวอร์มิเตอร์ส่งข้อมูลผ่านข้อความสั้น นี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการศึกษา ออกแบบ และการสร้าง ตลอดจนพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นได้ อีกทั้งยังเหมาะสมกับการใช้งานจริงอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|----------------|-------------------------|------------|---------------------|
| Thesis Title | Power Meter Via SMS | | |
| Student | Miss.Chayapron | Promkaew | Student ID 52010217 |
| | Miss.Mantana | Boonpeng | Student ID 52010947 |
| | Miss.Laksamee | Charoensuk | Student ID 52011015 |
| Degree | Bachelor of Engineering | | |
| Program | Electronics Engineering | | |
| Year | 2012 | | |
| Thesis Advisor | Assist.Prof Polpadung | Padungkul | |

ABSTRACT

This report is a part of research project two' which describes the design, construction and operation of data transmission through a Power Meter. By itself, this device consists of two main parts of the measuring circuit and the receiver-transmitter. The measurement parameters can be designed to measure current power voltage and can be displayed via a digital display. And the receiving-transmitting to the GSM Module is transmitting data through the controller. Microcontroller ARM7. And receive of information displayed on Web server. The Power Meter Via SMS that can study to learn more about the process of how to design, how to invent or how to work for adjust and develop them to convenience for use.

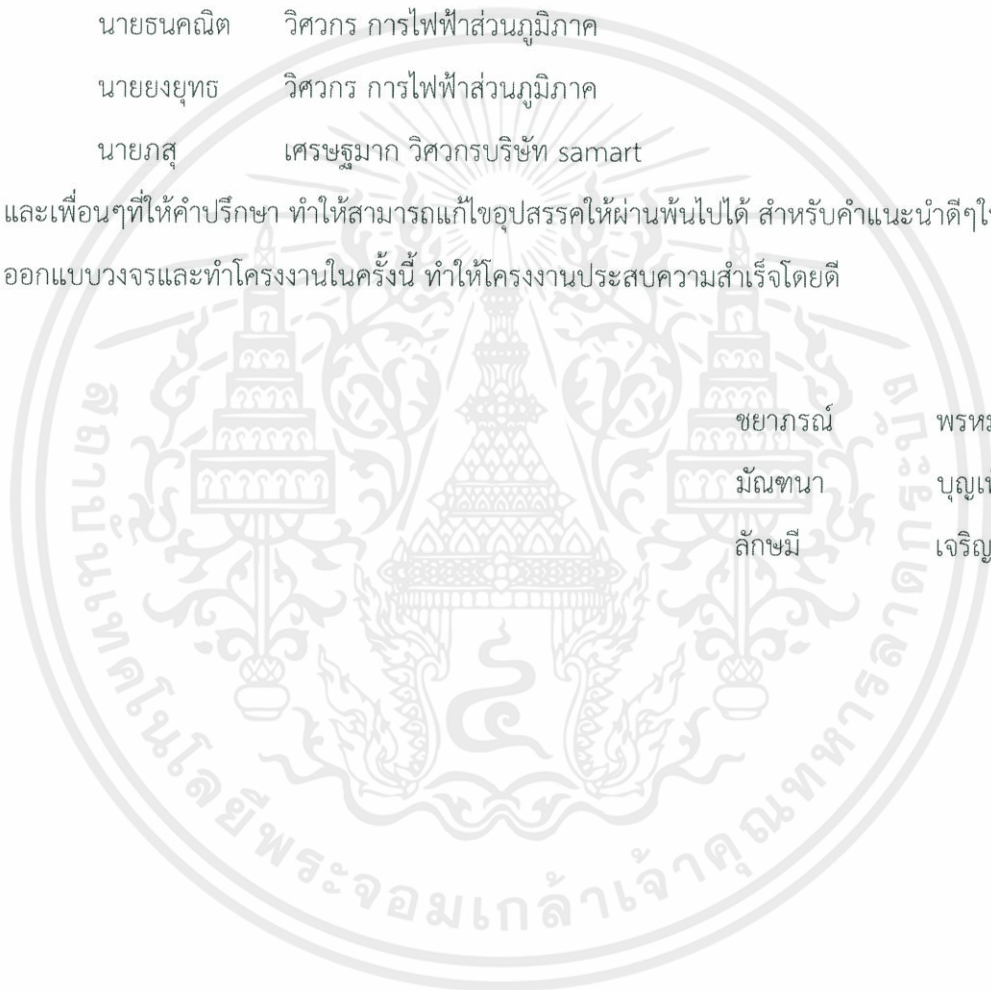
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเพาเวอร์มิเตอร์ส่งข้อมูลผ่านข้อความสั้น ซึ่งประกอบด้วยชิ้นงาน รายงาน และการนำเสนอ จะไม่สามารถดำเนินไปได้อย่างลุล่วง ถ้าขาดคำแนะนำและอุปกรณ์สนับสนุนจาก

- ผศ.พลผดุง ผดุงกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
- นายนรินทร์ พงษ์ประพันธ์ ชม.สร การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- นายธนคณิต วิศวกร การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- นายยงยุทธ วิศวกร การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- นายภสุ เศรษฐุมาก วิศวกรบริษัท samart

และเพื่อนๆที่ให้คำปรึกษา ทำให้สามารถแก้ไขอุปสรรคให้ผ่านพ้นไปได้ สำหรับคำแนะนำๆในการออกแบบวงจรและทำโครงการในครั้งนี้ ทำให้โครงการประสบความสำเร็จโดยดี



ชยาภรณ์ พรหมแก้ว
 มณฑนา บุญเพ็ง
 ลักขมี เจริญสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

| | |
|--|-----|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | II |
| กิตติกรรมประกาศ..... | III |
| สารบัญ..... | IV |
| สารบัญตาราง..... | VI |
| สารบัญรูป..... | VII |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของปริญญานิพนธ์..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์..... | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์..... | 2 |
| 1.4 ขั้นตอนการศึกษา..... | 2 |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 2 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง..... | 3 |
| 2.1 รูปแบบการทำงานของระบบ..... | 3 |
| 2.2 ระบบไฟฟ้าของประเทศไทย..... | 3 |
| 2.2.1 ระบบไฟฟ้า 1 เฟส..... | 3 |
| 2.2.2 ระบบไฟฟ้า 3 เฟส..... | 4 |
| 2.3 การตรวจจับกระแสไฟฟ้า..... | 5 |
| 2.4 การวัดแรงดันไฟฟ้า..... | 8 |
| 2.4.1 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีโหลด (Unloaded)..... | 8 |
| 2.4.2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (Loaded Voltage Divider)..... | 9 |
| 2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์..... | 10 |
| 2.5.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์..... | 10 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---------|---|----|
| 2.5.2 | โครงสร้างทั่วไป..... | 11 |
| 2.5.2.1 | หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit)..... | 11 |
| 2.5.2.2 | หน่วยความจำ (Memory)..... | 11 |
| 2.5.2.3 | ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port)..... | 11 |
| 2.5.2.4 | ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS)..... | 11 |
| 2.5.2.5 | วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา..... | 11 |
| 2.5.3 | สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์..... | 12 |
| 2.5.3.1 | สถาปัตยกรรม CISC..... | 12 |
| 2.5.3.2 | สถาปัตยกรรม RISC..... | 13 |
| 2.5.4 | บทบาทของไมโครคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบัน..... | 13 |
| 2.5.5 | ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM..... | 13 |
| 2.5.5.1 | คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM..... | 14 |
| 2.5.5.2 | หลักการทำงานของ ARM..... | 15 |
| 2.5.5.3 | ไปป์ไลน์ (Pipeline)..... | 17 |
| 2.5.5.4 | รีจิสเตอร์ (Register)..... | 17 |
| 2.5.5.5 | หลักการทำงานของนาฬิกาเวลาจริง..... | 19 |
| 2.6 | GSM Module (ET-GSM SIM900B)..... | 22 |
| 2.6.1 | คุณสมบัติของบอร์ด ET-GSM SIM900B..... | 22 |
| 2.6.2 | คุณสมบัติของโมดูล SIM900B..... | 23 |
| 2.6.3 | การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM900B..... | 23 |
| 2.7 | AT Command..... | 25 |
| 2.8 | รหัส UNICODE..... | 27 |
| 2.8.1 | หลักการถอดรหัสตัวอักษร Unicode..... | 29 |
| 2.9 | ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (Transport Layer)..... | 29 |
| 2.9.1 | การสื่อสารด้วย Protocol TCP/IP..... | 30 |
| 2.9.1.1 | Encapsulation/Demultiplexing..... | 30 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สง 2.9.2 UDP: (User Datagram Protocol) นั่นเป็นไปตามแนวคิดให้มองไปใช้ประโยชน์ได้บน 32 บิต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|--|----|
| 2.10 การสร้างเว็บด้วยโปรแกรม Macromedia Dreamweaver 8..... | 33 |
| 2.10.1 ความสามารถของ Macromedia Dreamweaver 8..... | 34 |
| 2.10.2 การกำหนดค่า เพื่อใช้ในการสร้างเว็บเพจภาษาไทย..... | 34 |
| 2.10.3 การกำหนดคุณสมบัติพื้นฐานของเว็บเพจ..... | 35 |
| 2.10.3.1 การกำหนดลักษณะการแสดงผล (Appearance)..... | 35 |
| 2.10.3.2 การกำหนดลักษณะข้อความหัวเรื่องและภาษา (Title/Encoding)..... | 36 |
| 2.10.3.3 การบันทึก (Save) เว็บเพจ..... | 36 |
| 2.10.3.4 การดูผลการออกแบบบนบราวเซอร์..... | 37 |
| 2.10.3.5 การเปิด (Open) ขึ้นมาแก้ไข..... | 37 |
| 2.10.3.6 การแทรกข้อความบนหน้าเว็บเพจ..... | 37 |
| 2.10.3.7 การใส่ Title..... | 37 |
| 2.10.3.8 การใส่ข้อความบนหน้าเว็บ..... | 38 |
| 2.10.3.9 การจัดรูปแบบข้อความบนหน้าเว็บ..... | 39 |
| 2.10.3.10 การแทรกตัวอักษรพิเศษ (Symbol)..... | 39 |
| 2.10.3.11 การใส่วันที่..... | 40 |
| 2.11 การติดตั้งโปรแกรมเพื่อจำลองเครื่องเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server)..... | 40 |
| 2.11.1 การทดสอบ (Testing)..... | 41 |
| 2.12 ภาษา PHP: Hypertext Processor..... | 42 |
| 2.13 การใช้งาน MySQL ด้วย phpMyAdmin..... | 43 |
| 2.13.1 การเรียกใช้งาน phpMyAdmin..... | 43 |
| 2.13.2 การสร้างฐานข้อมูลใหม่..... | 44 |
| 2.14 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วย PHP และ MySQL..... | 45 |
| บทที่ 3 ขั้นตอนในการออกแบบและการคำนวณค่าอุปกรณ์..... | 46 |
| 3.1 Flow Chart ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม..... | 46 |
| 3.2 วงจรเซนเซอร์..... | 48 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|-----------------|--|------|
| 3.2.2 | วงจรถาวรระดับแรงดัน..... | 49 |
| 3.3 | โค้ดที่ใช้แสดงข้อมูลที่ดึงมาจากฐานข้อมูล เพื่อโชว์ทาง Web page แบบตาราง..... | 50 |
| 3.3.1 | โค้ดที่ใช้แสดงข้อมูลที่ดึงมาจากฐานข้อมูล เพื่อโชว์ทาง Web page แบบตาราง..... | 50 |
| 3.3.2 | โค้ดที่ใช้แสดงข้อมูลที่ดึงมาจากฐานข้อมูล เพื่อโชว์ทาง Web page แบบกราฟ..... | 51 |
| บทที่ 4 | ผลการทดลอง..... | 55 |
| 4.1 | ผลการทดลองวัดด้วยวงจรถาวร..... | 55 |
| 4.2 | ผลการทดลองส่วนของหน้า Web page..... | 56 |
| บทที่ 5 | สรุปผลการทดลอง..... | 59 |
| 5.1 | ส่วนของวงจรถาวรกระแส..... | 59 |
| 5.2 | ส่วนของวงจรถาวรแรงดัน..... | 59 |
| 5.3 | ส่วนของโปรแกรมที่เขียนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์..... | 59 |
| 5.4 | ส่วนของการแสดงผล..... | 59 |
| 5.5 | ข้อเสนอแนะ..... | 59 |
| บรรณานุกรม..... | | XI |
| ภาคผนวก..... | | XIII |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 2-1 รายการรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับนาฬิกาเวลาจริง..... | 21 |
| 2-2 แสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง ET-GSM SIM900B กับ คอมพิวเตอร์ PC..... | 25 |
| 2-3 แสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง ET-GSM SIM900B กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์..... | 25 |
| 2-4 แสดงรูปแบบคำสั่งทั้ง 4 แบบ..... | 26 |
| 2-5 แสดงรูปแบบการใช้งาน AT Command..... | 26 |
| 2-6 แสดงรหัส Unicode ภาษาอังกฤษ..... | 27 |
| 2-7 แสดงรหัส ASCII ภาษาอังกฤษ..... | 28 |
| 2-8 แสดงรหัส Unicode ภาษาไทย..... | 28 |
| 4-1 แสดงผลการวัดแรงดันไฟฟ้า..... | 55 |
| 4-2 แสดงผลการวัดกระแสไฟฟ้า..... | 55 |
| 4-3 แสดงผลการวัดกำลังไฟฟ้า..... | 56 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 2-1 รูปแบบการทำงานเบื้องต้น..... | 3 |
| 2-2 แสดงการต่อหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าร่วมกับแอมป์มิเตอร์ในระบบ 1 เฟส..... | 4 |
| 2-3 แสดงการต่อหม้อแปลงกระแส และสวิตช์เลือกกระแสร่วมกับแอมป์มิเตอร์ในระบบ 3 เฟส..... | 4 |
| 2-4 แสดงฮอลล์เซนเซอร์..... | 5 |
| 2-5 แสดงฮอลล์เอฟเฟ็ค..... | 6 |
| 2-6 เซนเซอร์กระแส เบอร์ ACS712..... | 6 |
| 2-7 แสดง Block diagram ภายในของ ACS712..... | 7 |
| 2-8 แสดง Output Voltage versus Sensed Current..... | 7 |
| 2-9 วงจรวัดกระแสที่ต่อใช้งาน..... | 8 |
| 2-10 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีโหลด (Unloaded Voltage Divider)..... | 8 |
| 2-11 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (R_L)..... | 9 |
| 2-12 วงจรที่ต่อใช้งาน..... | 10 |
| 2-13 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์..... | 12 |
| 2-14 บอร์ด ET-BASE ARM7024..... | 13 |
| 2-15 ตัวอย่างไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM ของบริษัท Analog Devices..... | 14 |
| 2-16 การทำงานของ ARM..... | 15 |
| 2-17 ตัวอย่างของ Undefined (UND)..... | 16 |
| 2-18 ไปป์ไลน์ของ ARM7 ทั้ง 3 สเตจ..... | 17 |
| 2-19 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความจำ รีจิสเตอร์และหน่วยประมวลผลของ ARM7..... | 18 |
| 2-20 ผังอธิบายภายในของโมดูลนาฬิกาเวลาจริง..... | 19 |
| 2-21 ผังรีจิสเตอร์ในการสร้างความถี่สัญญาณนาฬิกาสำหรับนาฬิกาเวลาจริง..... | 20 |
| 2-22 แสดง GSM Module..... | 22 |
| 2-23 ขั้นตอนการ Encapsulation และ Demultiplexing..... | 31 |
| 2-24 โครงสร้าง TCP/IP..... | 32 |
| 2-25 UDP Header..... | 33 |

เอกสารนี้เป็น 2-26 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Macromedia Dreamweaver 8 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 34

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|--|-------|
| 2-27 แสดงหน้าต่างสำหรับเซตการอ่านภาษาไทย..... | 35 |
| 2-28 แสดงหน้าต่างสำหรับกำหนดการแสดงผลของหน้าเว็บเพจ..... | 35 |
| 2-29 แสดงหน้าต่างสำหรับกำหนดชื่อและภาษาที่ใช้ของเว็บเพจ..... | 36 |
| 2-30 แสดงขั้นตอนการใส่หาเรื่องของเว็บเพจ..... | 38 |
| 2-31 แสดงการจัดรูปแบบข้อความบนเว็บ..... | 39 |
| 2-32 แสดงหน้าต่างสำหรับทดสอบหน้าเว็บ..... | 41 |
| 2-33 แสดงตัวอย่างเว็บเพจ..... | 42 |
| 2-34 แสดง Client เรียกไฟล์ view.php..... | 42 |
| 2-35 แสดงการเรียกใช้งาน phpMyAdmin..... | 43 |
| 2-36 แสดงวิธีการเรียกใช้งาน phpMyAdmin..... | 44 |
| 2-37 แสดงการสร้างฐานข้อมูลใหม่..... | 44 |
| 2-38 แสดงตัวอย่างฐานข้อมูล..... | 45 |
| 3-1 แสดง Flow Chart การทำงานของโปรแกรม..... | 47 |
| 3-2 วงจรตรวจวัดกระแส..... | 48 |
| 3-3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสอินพุตกับแรงดันเอาต์พุต..... | 48 |
| 3-4 วงจรตรวจวัดระดับแรงดัน..... | 49 |
| 4-1 หน้าเว็บ Web page หลัก..... | 56 |
| 4-2 ผลที่ได้จากการส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลโดยแสดงผ่านทาง Web page แบบตาราง..... | 57 |
| 4-3 ผลที่ได้จากการส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลโดยแสดงผ่านทาง Web page แบบกราฟ..... | 58 |
| XXIV-1 วงจรตรวจวัดกระแส..... | XXIV |
| XXV-2 วงจรตรวจวัดแรงดัน..... | XXV |
| XXVI-3 ลาย PCB วงจรวัดกระแส..... | XXIII |
| XXVI-4 ลาย PCB วงจรวัดแรงดัน..... | XXIV |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปริญญาโท

ในปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าถือว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่ง จึงทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้ากันอย่างมากมาย ทั้งในครัวเรือนและในอุตสาหกรรมต่างๆ ส่งผลให้ต้องมีการผลิตพลังงานไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ในทางกลับกันทรัพยากรธรรมชาติที่นำมาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ลดน้อยลงทุกที จนในที่สุดทรัพยากรธรรมชาติเหล่านั้นอาจหมดไปก็เป็นได้ ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการตระหนักถึงความสำคัญของการประหยัดพลังงาน และได้มีการผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ออกมามากมาย เพื่อใช้ควบคุมปริมาณการใช้ไฟฟ้า

นอกจากนี้ การดำเนินชีวิตด้วยความเร่งรีบ รีบร้อน อันเนื่องมาจากสภาวะทางสังคมที่บีบบังคับ อาจทำให้เกิดความประมาท หลงลืม จนก่อให้เกิดเหตุการณ์ที่คาดไม่ถึงตามมา ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินทั้งของตนเองและผู้อื่นได้

การแสวงหาวิธีในการควบคุมและประหยัดพลังงานไฟฟ้าจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อบุคคลและหน่วยงานในปัจจุบัน ซึ่งตามอาคารหรือโรงงานอุตสาหกรรม ต่างประสบปัญหาในการใช้งานพลังงานไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น ดังนั้นการควบคุมการใช้ไฟฟ้าผ่านทางอินเทอร์เน็ตจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สะดวกและง่ายต่อการสั่งงาน ปัจจุบันการสื่อสารผ่านระบบเครือข่าย (Network) รวมทั้งระบบอินเทอร์เน็ตเป็นที่แพร่หลายในการใช้งาน, ใช้บริการ, อำนวยความสะดวก ในชีวิตประจำวันต่างๆ

ดังนั้น ผู้พัฒนาโครงการจึงได้นำเสนอการพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยผ่านโมดูลรับส่งสัญญาณไร้สายขึ้นมา โดยระบบนี้จะสามารถตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ว่า ณ ขณะใดขณะหนึ่งมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยู่หรือไม่ หากมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยู่ สามารถสั่งให้ตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าดังกล่าวได้ ซึ่งจะช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และยังช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการรีบเร่ง การประมาท หรือ การหลงลืม ของผู้ใช้ได้ด้วย โดยมีความสามารถในการที่จะทำให้ผู้ใช้สามารถทราบถึงการใช้ไฟฟ้าในสถานประกอบการและนำข้อมูลที่ได้ไปบริหารการใช้ไฟฟ้า เพื่อให้เกิดการ

ประหยัดไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังสามารถพยากรณ์ค่า Demand ล่วงหน้าในทุกๆ 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า สามารถตรวจสอบดูย้อนหลัง ดูข้อมูล ณ เวลาปัจจุบันและควบคุมพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าได้ เพื่อให้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเบื้องเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มากรณาไปใช้

ประหยัดการใช้กระแสไฟฟ้า และทำให้ทราบภาพรวมของการทำงานภายในสถานประกอบการ และ ข้อมูลที่ได้ยังสามารถนำไปใช้ในการคำนวณต้นทุนของแต่ละส่วนของการทำงาน จึงทำให้เพิ่มความสะดวก ในการใช้งาน และลดค่าใช้จ่ายลงอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

สร้าง Power Meter ที่สามารถส่งข้อมูลผ่านข้อความสั้น

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

- สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
- สามารถแสดงค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าผ่านจอภาพแบบดิจิตอล
- สามารถส่งค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าผ่าน GSM Module
- สามารถแสดงค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าบน Web Server

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

- รวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ได้ Power Meter Via SMS
- ได้ทักษะในการประยุกต์ใช้ทฤษฎีที่เรียนมา
- ได้ประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

Power Meter หมายถึง Digital Meter ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายได้ โดยมีเตอร์แต่ละตัวทำหน้าที่วัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆทางไฟฟ้า

2.1 รูปแบบการทำงานของระบบ

ระบบการทำงานของอุปกรณ์นี้แบ่งออกเป็น 2 โหมด คือ โหมดรับข้อมูลจากเซนเซอร์ตามช่วงเวลาที่กำหนดและโหมดแสดงข้อมูลตามช่วงเวลาที่กำหนด



รูปที่ 2-1 รูปแบบการทำงานเบื้องต้น

โหมดที่ 1 โหมดรับข้อมูลจากเซนเซอร์ตามช่วงเวลาที่กำหนด

ในโหมดนี้เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าข้อมูลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าจากวงจรเซนเซอร์แล้วนำมาประมวลผลและส่งข้อมูลออกไปเพื่อแสดงผลโดย GSM Module

โหมดที่ 2 โหมดแสดงข้อมูลตามช่วงเวลาที่กำหนด

ในโหมดนี้จะเป็นการแสดงค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลโดยแบ่งออกเป็น 2 ช่องทางคือจอแสดงผลแบบดิจิทัลและ Web server

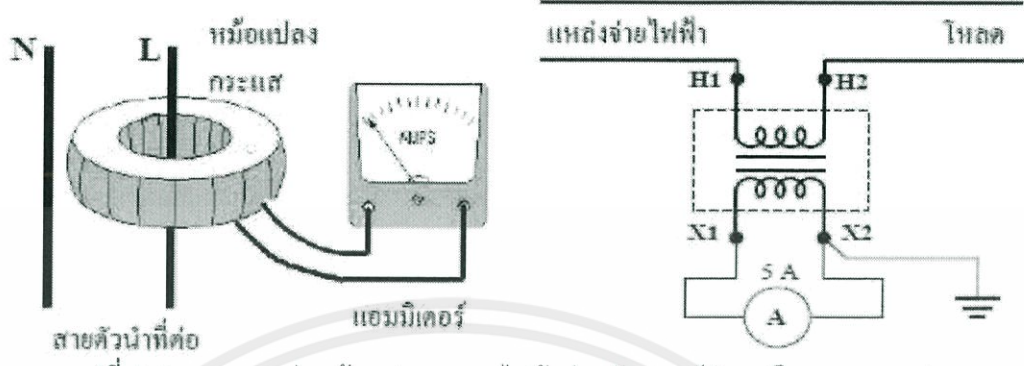
2.2 ระบบไฟฟ้าของประเทศไทย

แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.2.1 ระบบไฟฟ้า 1 เฟส

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-2 แสดงการต่อหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าร่วมกับแอมป์มิเตอร์ในระบบ 1 เฟส

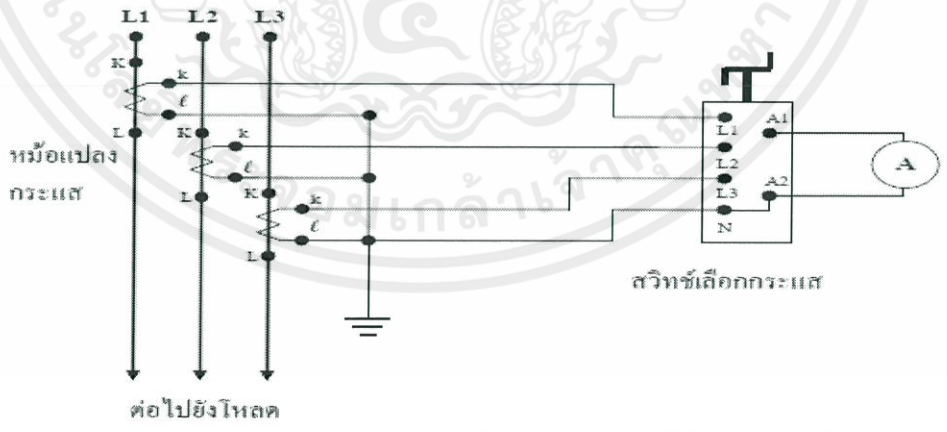
ถ้ากระแสที่ไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิของ C.T. มีขนาด 150 แอมแปร์ โดยขดลวดปฐมภูมิมี่ 5 รอบ และขดลวดทุติยภูมิมี่ 150 รอบ ซึ่งโดยมาตรฐานทั่วไปแล้วกระแสของขดลวดทุติยภูมิจะมีขนาด 5 แอมแปร์

อัตราส่วนของ C.T. (a_2) = $150/5$
 หรือ = $30/1$

เพราะฉะนั้นกระแสด้านปฐมภูมิจะมีค่า 30 เท่าของกระแสด้านทุติยภูมิ ถ้าแอมป์มิเตอร์อ่านค่าได้ 5 แอมแปร์ ดังนั้นกระแสของขดลวดปฐมภูมิหรือกระแสของโหลด ก็จะมีค่า = $5 \times 30 = 150$ A.

2.2.2 ระบบไฟฟ้า 3 เฟส

สามารถต่อวงจรการใช้งานใช้แอมป์มิเตอร์เพียงตัวเดียววัดกระแสไฟฟ้าได้ทุกเฟส โดยนำสวิตซ์เลือกกระแส (Amp selector switch) มาต่อวงจรร่วมด้วย



รูปที่ 2-3 แสดงการต่อหม้อแปลงกระแส และสวิตซ์เลือกกระแสร่วมกับแอมป์มิเตอร์ในระบบ 3 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบไฟฟ้ากำลังที่มีปริมาณกระแสต่างๆ นิยมใช้สายตัวนำที่จ่ายกระแสไปยังโหลดเป็นขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงโดยจะออกแบบหม้อแปลงให้มีเฉพาะขดลวดทุติยภูมิเพียงขดเดียว แล้วทำเป็นช่องไว้สำหรับให้สายตัวนำผ่าน หรืออาจจะออกแบบให้สามารถเสียบเข้ากับบัสบาร์ได้โดยตรง

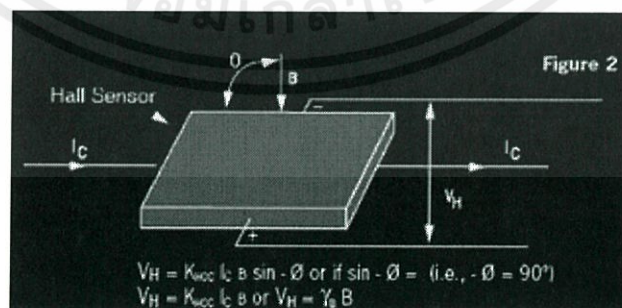
ซึ่งในโครงการนี้จะทำการวัดกระแสไฟฟ้าจากโหลดหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าแบบ 1 เฟส และมีแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ โดยจะแบ่งส่วนของการวัดเป็น 2 ชนิด คือ

2.3 การตรวจจับกระแสไฟฟ้า

การตรวจจับกระแสไฟฟ้ามักจำเป็นต้องการหาค่ากระแสไฟฟ้าที่มีอยู่ในวงจร โดยทั่วไปวงจรเล็กๆ เราจะใช้แอมป์มิเตอร์ แต่ในบางครั้งที่วงจรหรืออุปกรณ์ไฟฟ้านั้นมีกระแสไฟฟ้าที่สูงมาก จะก่อให้เกิดพลังงานที่มากเกินไปกว่าแอมป์มิเตอร์จะสามารถรับได้ ดังนั้นเราจึงต้องหาวิธีที่ย่อขนาดสัญญาณกระแสไฟฟ้างเพื่อให้มิเตอร์สามารถตรวจวัดได้ โดยจะลดลงเป็นสัดส่วนเพื่อง่ายต่อการนำไปประมวลผล ปัจจุบันมีเทคนิคการตรวจจับกระแสอยู่มากมาย ซึ่งมีทั้งอาศัยวิธีการอย่างง่ายที่สุด คือการต่อตัวต้านทานขนานเข้าไป การใช้โอซีตรวจจับกระแสก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะมีความแม่นยำสูงกว่า หรือการใช้เครื่องมือที่มีตามท้องตลาดอย่าง Clamp Meter ซึ่งได้ผลที่แม่นยำกว่าและสามารถเคลื่อนย้ายมิเตอร์ไปได้ทุกที่ หรือจะใช้หลักการทางสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามาสร้างหม้อแปลงออกมาเองก็ได้ ซึ่งโครงการนี้จะใช้โอซีสำหรับตรวจวัดกระแสไฟฟ้ามาตรวจจับกระแสแล้วนำสัญญาณที่ได้ไปเข้า ADC ของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลต่อไป

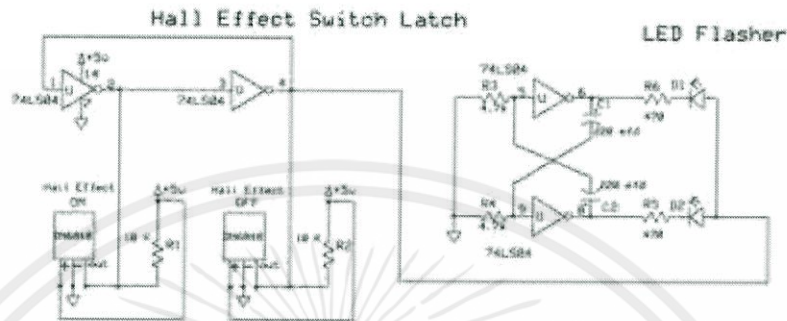
การวัดกระแสไฟฟ้าโดย Hall Sensor

การใช้งานฮอลล์เซนเซอร์เป็นการใช้วัดค่าความเข้มของฟลักซ์แม่เหล็ก เมื่อความเข้มของฟลักซ์แม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตามระยะทาง ดังนั้นเราจึงสามารถนำฮอลล์เซนเซอร์มาใช้เป็นเซนเซอร์วัดการกระจัดได้เช่น กัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากใช้วัดสนามแม่เหล็กทั่วไปแล้ว ฮอลล์เซนเซอร์ยังถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในการวัดกระแสไฟฟ้าโดยวิธีฮอลล์เอฟเฟคอีกด้วย โดยปกติแล้วการใช้แอมป์มิเตอร์วัดกระแสในวงจรต้องวัดแบบอนุกรมเราอาจต้องตัด วงจรเพื่ออนุกรมมิเตอร์เข้าไปแต่ฮอลล์เอฟเฟคจะทำให้การวัดง่ายขึ้น



รูปที่ 2-5 แสดงฮอลล์เอฟเฟค

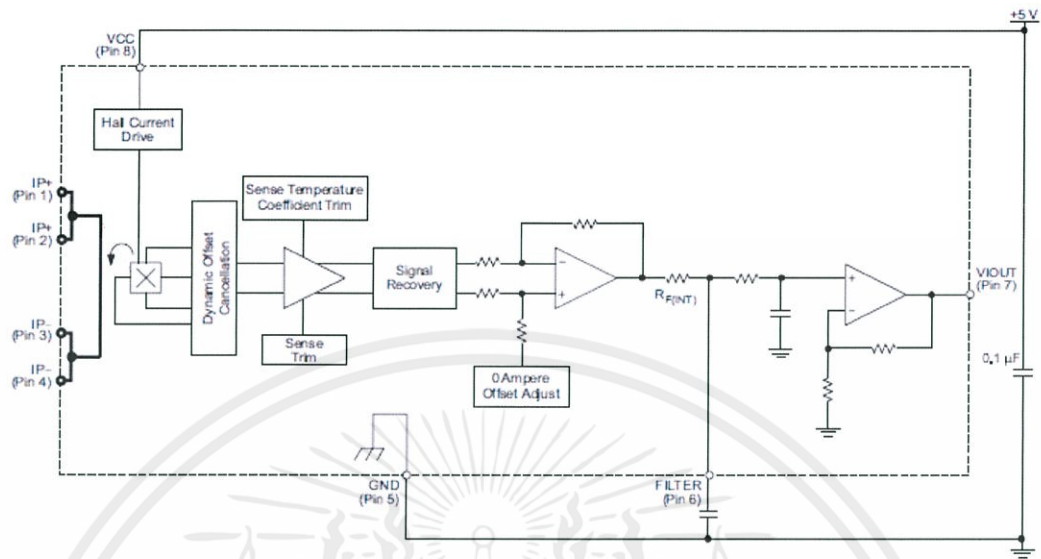
เมื่อเราผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆขดลวดเรียกว่าแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งถ้าเราสามารถวัดสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้ได้เราก็สามารถคำนวณเป็นค่ากระแสออกมาได้เช่นกัน

ปัจจุบัน ได้มีการผลิตเซนเซอร์กระแสไฟฟ้าแบบฮอลล์เอฟเฟคในรูปของไอซีหลายเบอร์ด้วยกัน มีตั้งแต่กระแสต่ำๆ ไปจนถึงกระแสเป็นร้อยแอมป์เลยทีเดียว



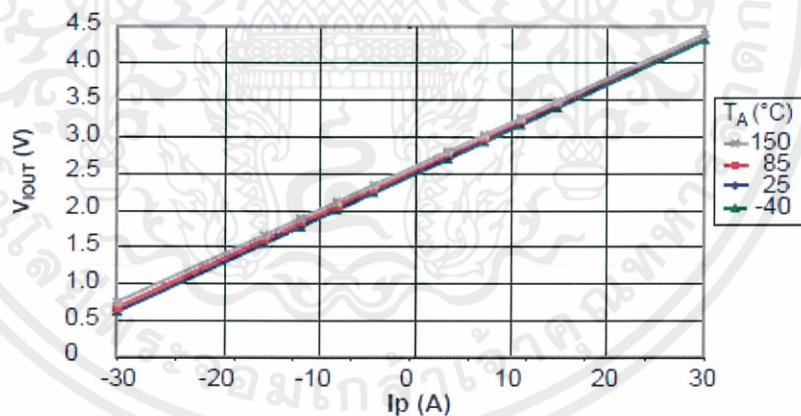
รูปที่ 2-6 เซนเซอร์กระแส เบอร์ ACS712

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



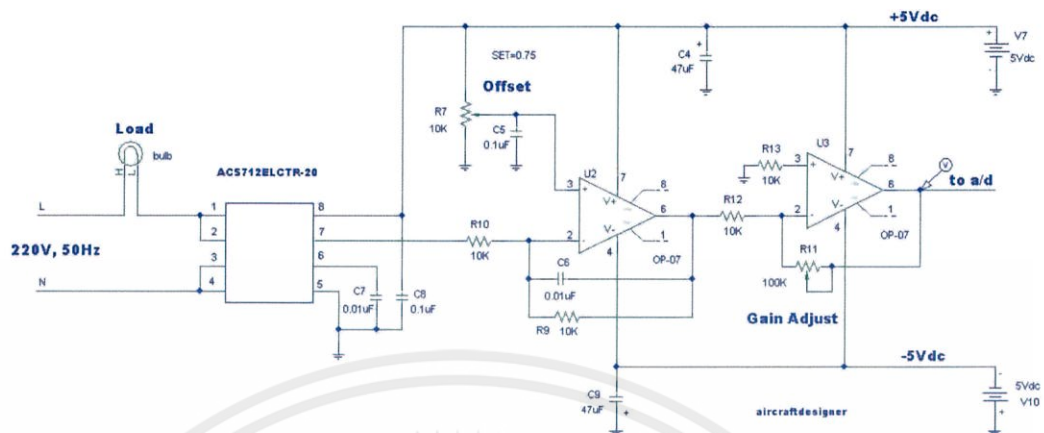
รูปที่ 2-7 แสดง Block diagram ภายในของ ACS712

จากรูปเซ็นเซอร์กระแส เบอร์ ACS712 ของ ALLEGRO สามารถวัดกระแสได้สูงสุด 30A วัดได้ทั้งกระแสดร่งและกระแสสลับให้เอาท์พุทออกมาเป็นแรงดันโดยมีสัดส่วนเป็นดังตารางที่ 1



รูปที่ 2-8 แสดง Output Voltage versus Sensed Current

จากรูปที่ 2-8 จะเห็นว่าเมื่อไม่มีกระแสไหลผ่านหรือมีค่ากระแสเป็นศูนย์ก็จะมีสัญญาณดีซีอยู่ที่ 2.5 โวลต์เสมอ หากวัดกระแสที่เป็นเอซี เมื่อนำสโคปไปจับดูจะพบว่า มีสัญญาณเอซีขี่มาบนดีซีเสมอ ซึ่งสัญญาณดีซีนั้นคือสัญญาณที่จับได้ขณะที่กระแสมีค่าเป็นศูนย์นั่นเอง ดังนั้นในการใช้งานจริงเพื่อความเอกสารถึงเป็สะตวงจึงมีการต่ออ็อปแอมป์เพื่อจำกัดสัญญาณดีซีนั้นออกนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-9 วงจรวัดกระแสที่ต่อใช้งาน

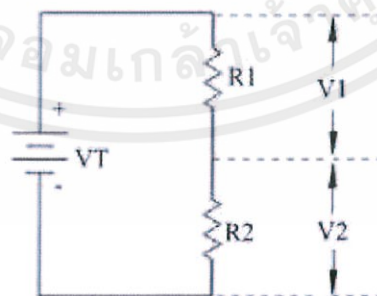
2.4 การวัดแรงดันไฟฟ้า

ในส่วนของวงจรวัดแรงดันไฟฟ้านี้จะใช้หลักการของ วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider) ใช้หลักการของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit) เนื่องจากวงจรอนุกรมมีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานหรือโหลดไม่เท่ากัน

วงจรแบ่งแรงดันแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีโหลด (Unloaded Voltage Divider) และวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (Loaded Voltage Divider)

2.4.1 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีโหลด (Unloaded)

วงจรการแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด unloaded voltage divider ก็คือ วงจรแบบอนุกรมทั่ว ๆ ไปนั่นเอง ซึ่งเราสามารถที่จะแบ่งแรงดันได้หลาย ๆ ค่า เพื่อนำไปจ่ายให้กับโหลดที่ต้องการแรงดันใน ระดับต่าง ๆ ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งทั้งนี้แรงดันที่ถูกแบ่งทั้งหมดจะได้มาจากแหล่งกำเนิดแรงดันเพียง ตัวเดียวเท่านั้น วงจรแรงดันแต่ยังไม่ต่อโหลด การคำนวณจึงไม่ต้องนำโหลดมาพิจารณาดังรูปวงจรที่ 2-13



รูปที่ 2-10 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีโหลด (Unloaded Voltage Divider)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรจะได้สูตร V_1, V_2 ดังนี้

$$V_1 = V_T \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \tag{2.1}$$

$$V_2 = V_T \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \tag{2.2}$$

จากรูปที่ 2-10 เป็นวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit) การแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage Dividers) ตัวต้านทาน R_1 และ R_2 จะทำหน้าที่เป็นตัวแบ่งแรงดันไฟฟ้า เพราะแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_1 และ R_2 ไม่เท่ากัน

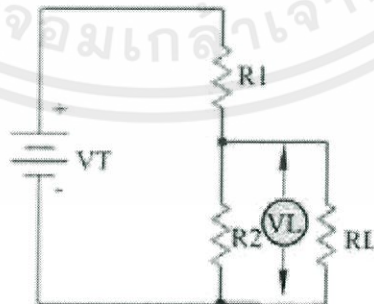
การหาค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ถ้าจะใช้สูตรตามหลักการของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit) จะทำให้เกิดความยุ่งยากและเสียเวลา ดังนั้นเพื่อการคำนวณที่ง่ายและรวดเร็วขึ้นจึงมีสูตรเฉพาะที่ใช้กับวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีโหลด

$$V_1 = V_T \left\{ \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right\} \tag{2.3}$$

$$V_2 = V_T \left\{ \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right\} \tag{2.4}$$

2.4.2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (Loaded Voltage Divider)

ในวงจรอนุกรมที่คำนวณค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานต่างๆ เมื่อนำเอาโหลด (R_L) มาต่อคร่อมตัวต้านทานตัวใดตัวหนึ่งก็จะได้วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด อย่างไรก็ตามจะต้องมีการคำนวณค่ากระแสของแหล่งจ่ายให้เพียงพอต่อการจ่ายกระแสให้โหลดด้วย เพราะเนื่องจากถ้าโหลดใช้กระแสมาก แรงดันที่จ่ายให้โหลดจะลดลงจากกรณีที่ไม่มีมีโหลด วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (Loaded Voltage Divider) แสดงดังรูปที่ 2-11

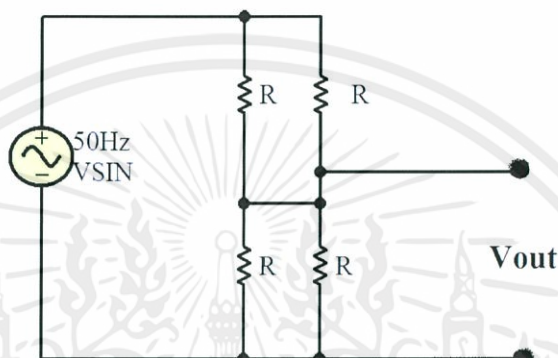


รูปที่ 2-11 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (R_L)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในโครงการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปวงจรที่ 2-10 มีโหลด (R_L) มาต่อคร่อมอยู่กับตัวต้านทาน R_2 ดังนั้นในการหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่แบ่งมาให้โหลด (R_L) เพื่อการคำนวณที่ง่ายและรวดเร็วขึ้นจึงมีสูตรคำนวณเฉพาะที่ใช้กับวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (R_L) ดังนี้

$$V_L = V_T \left\{ \frac{(R_2 // R_L)}{(R_2 // R_L) + R_1} \right\} \quad (2.5)$$



รูปที่ 2-12 วงจรที่ต่อใช้งาน

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.5.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (อังกฤษ: microcontroller มักย่อว่า μC , uC หรือ MCU) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

Microcontroller = Microprocessor + Memory + I/O

ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปแบบสัญญาณดิจิทัลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิทัลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ (Embedded Systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์, เต้าอบไมโครเวฟ,

เครื่องปรับอากาศ, เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้ไม่ว่ากรณีใดในงานควบคุมหลายประการ เช่น เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเนื้อหาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชิพไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิพไมโครโพรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

2.5.2 โครงสร้างทั่วไป

โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

2.5.2.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit)

2.5.2.2 หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) ข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) เป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไป สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Mempry) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

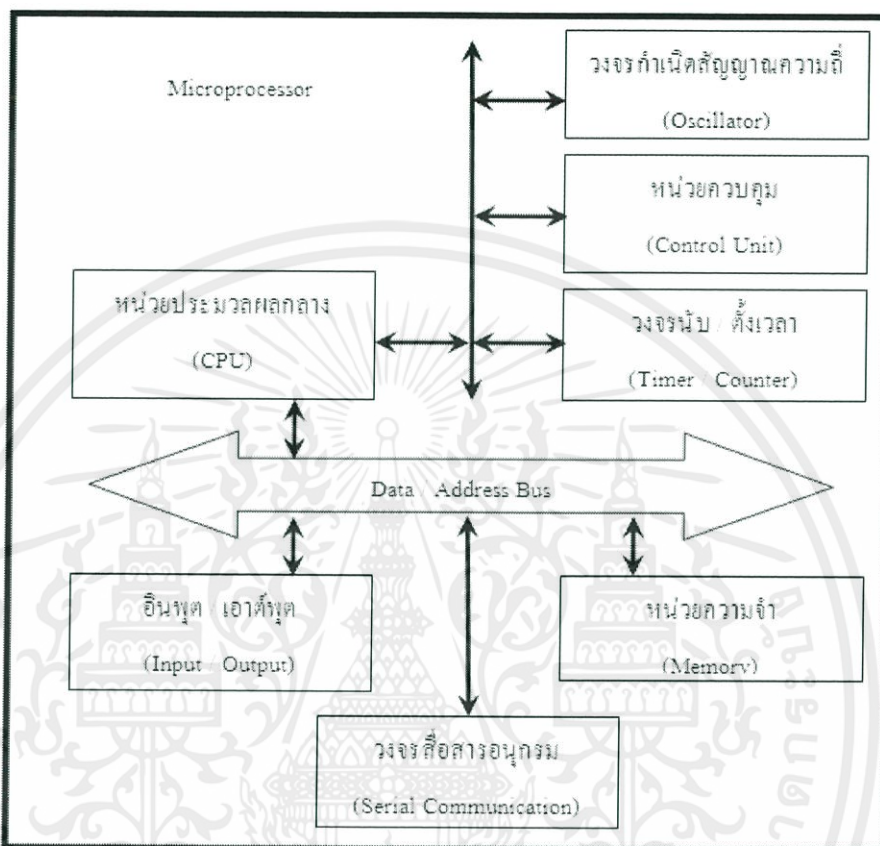
2.5.2.3 ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผล

2.5.2.4 ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

2.5.2.5 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จึงหะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย



รูปที่ 2-13 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.5.3 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

การออกแบบซีพียูนั้นมีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากต่อความเร็วในการประมวลผลคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากการประมวลผลชุดคำสั่งของซีพียูในไมโครคอนโทรลเลอร์โดยทั่วไปนั้น จะมีการทำงานเรียงลำดับตามคำสั่งของโปรแกรมที่ป้อนเข้าไป ซึ่งในแต่ละชุดคำสั่งจะเป็นตัวกำหนดว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องทำงานอย่างไร สำหรับการออกแบบซีพียูนั้น เราสามารถแบ่งสถาปัตยกรรมทางโครงสร้างของซีพียูที่ใช้งานในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ 2 ประเภท คือ สถาปัตยกรรมแบบ CISC และ สถาปัตยกรรมแบบ RISC ดังนี้

2.5.3.1 สถาปัตยกรรม CISC (Complex Instruction-Set Computing) คือ

สถาปัตยกรรมของโปรเซสเซอร์ ที่ใช้คำสั่งซับซ้อนที่มีความยาวเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของคำสั่ง มีคำสั่งที่ใช้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

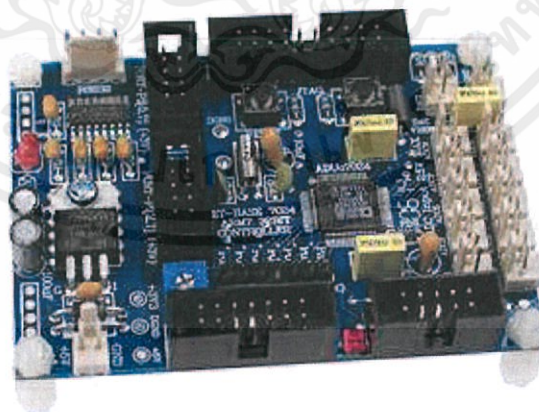
งานมากมาย ทำให้เขียนโปรแกรมง่าย และโปรแกรมนี้นั้นมีขนาดเล็ก การทำงานของคำสั่งจะใช้ Microcode โดยคงความเข้ากันได้กับโปรเซสเซอร์รุ่นเก่า ทำให้ไม่ต้องเขียนโปรแกรมใหม่

2.5.3.2 สถาปัตยกรรม RISC (Reduced Instruction- Set Computing หรือ ชิพที่มีการลดทอนคำสั่ง) คือ โปรเซสเซอร์ที่มีชุดคำสั่งที่มีรูปแบบและขนาดที่แน่นอน สามารถประมวลผลได้ภายใน 1 สัญญาณนาฬิกา การอ้างอิงหน่วยความจำจะใช้คำสั่ง Load และ Store ที่สามารถอ้างอิงหน่วยความจำได้โดยตรงเท่านั้น ใช้การอ้างตำแหน่งแบบตรงๆ ง่ายโดยมีรูปแบบจำกัดอยู่ 2 แบบ คือ 1. แบบอ้างผ่าน Register (Register Indirect) Register จะเก็บค่าตำแหน่งไว้ แล้ว ทำการอ้างตำแหน่งนั้นๆผ่าน Register 2. ในแบบ Index จะเป็นการอ้างตำแหน่งจากค่าคงที่ที่มากในคำสั่งนั้นๆเลย

2.5.4 บทบาทของไมโครคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบัน

การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พบเจอในชีวิตประจำวันของเรานั้น มันจะถูกปกปิดหรือซ่อนไว้ภายในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ อย่างเช่น เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เครื่องเล่น MP3 แบบพกพา ระบบแสดงผลในรถยนต์ โทรศัพท์มือถือ และอื่น ๆ เนื่องจากความยืดหยุ่นของไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ที่สามารถปรับปรุงการทำงานได้ตามต้องการด้วยการเขียนโปรแกรม และเป็นชิปไอซี (IC) ขนาดเล็กที่ได้บรรลุความสามารถในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกไว้อย่างมากมาย ส่งผลให้การออกแบบสร้างวงจรควบคุมขนาดเล็กลงมากกว่าวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic circuit) ทั่ว ๆ ไป ทำให้มีความสะดวกต่อการประยุกต์ใช้งานเป็นอย่างมาก ตัวอย่างในการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ไปใช้งาน

2.5.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM



รูปที่ 2-14 บอร์ด ET-BASE ARM7024

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ARM เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ถูกออกแบบเป็นหน่วยประมวลผล ซึ่งได้แนวความคิดจาก RISC (Reduce Instruction Set Computer) เป็นโปรแกรมที่สามารถลดจำนวนคำสั่ง ให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพ และรวดเร็ว เนื่องจากการประมวลผลแบบจุลภาค (microprocessor) โดยแต่ละชุดคำสั่งจะทำงานเฉพาะตามคำสั่ง ที่โปรแกรมสั่งเท่านั้น



รูปที่ 2-15 ตัวอย่างไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM ของบริษัท Analog Devices

ARM เป็นชุดคำสั่งแบบ 32 - bit เป็นสถาปัตยกรรม (ISA) ที่พัฒนาโดย บริษัท ARM Computers ARM เป็นที่รู้จักกันเป็น Advanced RISC Machine ซึ่งก่อนหน้านั้น เป็นที่รู้จักกันในชื่อ Acorn RISC Machine สถาปัตยกรรม ARM เป็น ISA 32 บิตใช้กันอย่างแพร่หลายในแง่ของตัวเลข การผลิต ARM เป็นโปรเซสเซอร์ สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล Desktop ซึ่งผลิตโดย Acorn Computers ตอนนีผลิภัณฑ์ของ ARM ถูกรองตลาดในอุตสาหกรรมไอที มีลูกค้าที่ใช้ผลิภัณฑ์ของ ARM ได้แก่ บริษัท IBM และ Apple เป็นต้น

2.5.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM

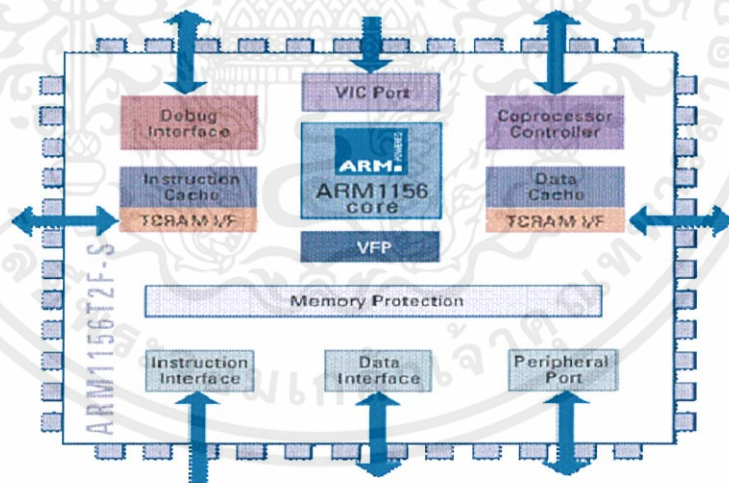
- รีจิสเตอร์สามารถใช้งานได้มากเพียงพอ
- ใช้รูปแบบคำสั่งแบบ load and store ซึ่งเป็น การประมวลผล โดยจะทำการโหลดข้อมูลจากรีจิสเตอร์หรือหน่วยความจำ หลังจากนั้นจึงการประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ หลังจากนั้นก็จะนำไปเก็บอยู่ในรีจิสเตอร์เพื่อไปสู่กระบวนการถัดไปหรืออาจ จะบันทึกกลับลงสู่หน่วยความจำ
- มีโหมดของการอ้างตำแหน่งแอดเดรสที่ไม่มากนัก โดยสามารถกระทำได้โดยอ้างตำแหน่งจากรีจิสเตอร์ และคำสั่งเพียงคำสั่งเดียวเท่านั้น
- ขนาดของคำสั่งมีขนาดคงที่ คือ จำนวน 32 บิต
- ไม่มีการสนับสนุนในการเข้าถึงหน่วยความจำผิดตำแหน่ง (ARMv6 ได้รับการสนับสนุน ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสาร เข้าถึงโดยมีข้อยกเว้นบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับการโหลดและเก็บ โดยการจับเก็บค่าหลายคำสั่ง) ราวคำ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทำงานส่วนใหญ่ทำงานรอบเดียว
คุณสมบัติเพิ่มเติม
- ควบคุมการทำงาน ลดความซับซ้อนและลดขนาดของโปรแกรม
- โหลดและจัดเก็บหลายอย่างได้พร้อมกัน เพื่อเพิ่มจำนวนผลลัพธ์ของข้อมูล
- การปฏิบัติตามเงื่อนไขทั้งหมด เพื่อเพิ่มเงื่อนไขการทำงานของคำสั่ง
- มี shift บิตแยกต่างหาก ก่อนที่จะเข้า Arithmetic logic unit เพื่อเพิ่มความเร็วในการประมวลผล

2.5.5.2 หลักการทำงานของ ARM

การทำงานของ ARM จะต้องอยู่ในสภาวะใดสภาวะหนึ่ง กล่าวคือ เกิด ความผิดพลาดเพียงเล็กน้อย ที่ทำให้การทำงานของโปรแกรมนั้น ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยหยุดการทำงานของคำสั่งปัจจุบันและย้ายตำแหน่งไปทำงานตาม exception vector โดยระบบปฏิบัติการจะใส่การจัดการของแต่ละเอกเซพชันไว้ ซึ่งการที่จะเปลี่ยนสถานะสามารถทำได้โดยโปรแกรมหรือ การเกิด Interrub แบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่



รูปที่ 2-16 การทำงานของ ARM

1. User mode (usr)/System (sys) เป็นโปรแกรมปกติ โดยโปรแกรมมีการจำกัดสิทธิ์

บางอย่างไว้ เช่น ไม่สามารถ dis able interrub ดิสเอเบิลอินเตอร์รัปท์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. FIQ mode (fiq) สำหรับโปรแกรมอินเทอร์รัปต์ที่ต้องการความเร็วในการบริการสูง เนื่องจากลำดับความสำคัญของ FIQ จะสูงกว่าตัวอื่น
3. IRQ mode (irq) สำหรับโปรแกรมอินเทอร์รัปต์ทั่วไป
4. Supervisor (svc) สำหรับระบบปฏิบัติการ เนื่องจากในโหมดนี้จะไม่มีการจำกัดในการเข้าถึงระบบ เราสามารถเข้าถึงโหมดนี้ได้โดยทางซอฟต์แวร์อินเทอร์รัปต์ (SWI)
5. Abort (abt) มีการป้องกันการทำงานของระบบ เมื่อมีการเข้าถึงหน่วยความจำที่ไม่ได้อยู่จริง
6. Undefined (und) เมื่อมีการใช้คำสั่งที่ ARM ไม่รู้จัก คำสั่งจะถูกนำไปใช้ในการติดต่อกับ co-processor ในแต่ละโหมดจะมีรีจิสเตอร์บางตัวที่มีการใช้งานร่วมกันแต่บาง register ก็จะถูกแยกเป็นรูปแบบที่แตกต่างกันไป

| Modes | | | | | |
|-------------|-----------------|-----------|-----------|----------------|----------|
| User System | Exception Modes | | | | |
| Supervisor | Abort | Undefined | Interrupt | Fast Interrupt | |
| R0 | R0 | R0 | R0 | R0 | R0 |
| R1 | R1 | R1 | R1 | R1 | R1 |
| R2 | R2 | R2 | R2 | R2 | R2 |
| R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 |
| R4 | R4 | R4 | R4 | R4 | R4 |
| R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 |
| R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 |
| R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 |
| R8 | R8 | R8 | R8 | R8 | R8_fiq |
| R9 | R9 | R9 | R9 | R9 | R9_fiq |
| R10 | R10 | R10 | R10 | R10 | R10_fiq |
| R11 | R11 | R11 | R11 | R11 | R11_fiq |
| R12 | R12 | R12 | R12 | R12 | R12_fiq |
| R13 | R13_svc | R13_abt | R13_und | R13_irq | R13_fiq |
| R14 | R14_svc | R14_abt | R14_und | R14_irq | R14_fiq |
| PC | PC | PC | PC | PC | PC |
| CPSR | CPSR | CPSR | CPSR | CPSR | CPSR |
| | SPSR_svc | SPSR_abt | SPSR_und | SPSR_irq | SPSR_fiq |

รูปที่ 2-17 ตัวอย่างของ Undefined (UND)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5.3 ไปป์ไลน์ (Pipeline)

การทำงานแบบสายท่อของ ARM7 นั้น มีการออกแบบไปป์ไลน์ของชุดคำสั่งไว้ 3 สเตจ (Stage) คือ ระยะเวลาของการอ่านชุดคำสั่ง (Fetch) ระยะเวลาการถอดรหัสชุดคำสั่ง (Decode) และระยะเวลาของการทำงานตามชุดคำสั่ง (Execute) ซึ่งการออกแบบด้วยวิธีการนี้ มีข้อดีคือทำให้เรียกคำสั่งได้หลายคำสั่งมาซ้อนกันได้ ดังรูปที่ 2-4 จะเห็นว่าในช่วงแรกของการทำงานรอบที่ 1 นั้น จะมีการอ่านชุดคำสั่งที่ 1 เข้าสู่ไปป์ไลน์ หลังจากนั้นเมื่อทำการถอดรหัสชุดคำสั่งที่ 1 ระยะเวลาอ่านจะว่างจึงทำการอ่านคำสั่งชุดที่ 2 เมื่อทำการทำตามชุดคำสั่งที่ 1 อยู่ นั้น ชุดคำสั่งที่ 2 ก็จะถูกถอดรหัสและคำสั่งที่ 3 ก็จะถูกอ่านเข้ามา และเมื่อทำไปเรื่อยๆ จะเห็นว่าสามารถทำงานได้ 4 คำสั่งโดยใช้การทำงานเพียง 2 รอบเท่านั้น

| | ชุดคำสั่งที่ 1 | ชุดคำสั่งที่ 2 | ชุดคำสั่งที่ 3 | ชุดคำสั่งที่ 4 |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| การทำงานรอบที่ 1 | Fetch | รอ | รอ | รอ |
| | Decode | Fetch | รอ | รอ |
| | Execute | Decode | Fetch | รอ |
| การทำงานรอบที่ 2 | ทำงานเสร็จ | Execute | Decode | Fetch |
| | ทำงานเสร็จ | ทำงานเสร็จ | Execute | Decode |
| | ทำงานเสร็จ | ทำงานเสร็จ | ทำงานเสร็จ | Execute |
| | ทำงานเสร็จ | ทำงานเสร็จ | ทำงานเสร็จ | ทำงานเสร็จ |

รูปที่ 2-18 ไปป์ไลน์ของ ARM7 ทั้ง 3 สเตจ

2.5.5.4 รีจิสเตอร์ (Register)

รีจิสเตอร์ เป็นหน่วยความจำที่อยู่ในหน่วยประมวลผล และตัว ARM7 มีสถาปัตยกรรมการทำงานแบบ โหลดและสโตร์ (Load and Store) ซึ่งหมายความว่า ข้อมูลที่จะใช้ในการประมวลผลนั้น จะต้องถูกนำเข้ามาเก็บในรีจิสเตอร์แล้วจึงจะทำการประมวลผลและเมื่อได้ทำการประมวลผลเสร็จผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะถูกนำไปเก็บเอาไว้ในรีจิสเตอร์ ซึ่งสรุปการทำงานได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 ทำการโหลดข้อมูลมาเก็บในรีจิสเตอร์
- ขั้นตอนที่ 2 ทำการประมวลผลจากข้อมูลในรีจิสเตอร์
- ขั้นตอนที่ 3 นำผลลัพธ์ที่ได้เก็บในรีจิสเตอร์ไปปลายทาง

รีจิสเตอร์สำหรับผู้ใช้ของหน่วยประมวลผล ARM7 นั้นจะมีขนาด 32 บิต ซึ่งมีทั้งหมด 17 ตัว คือ R0 ถึง R15 และ CPSR (Current Program Status Register) โดยจำแนกกลุ่มทำงานได้ดังนี้

R0 ถึง R12 สามารถใช้งานได้ตามที่ผู้ใช้หรือเขียนโปรแกรมตามต้องการ

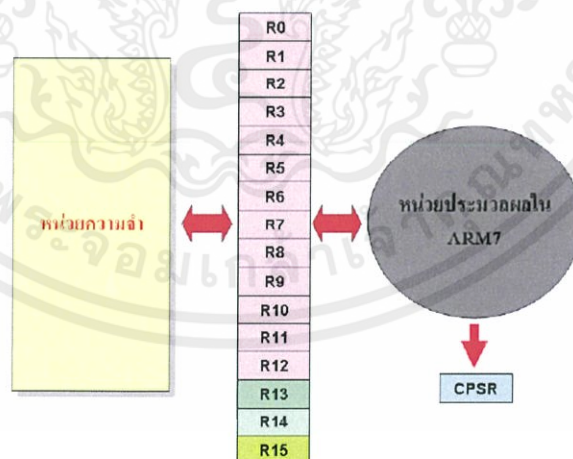
R13 ถูกใช้เป็นที่เก็บค่าตัวชี้ไปยังหน่วยความจำสแตค (Stack Pointer)

R14 หรือเรียกว่า LP (Link Register) ถูกใช้เป็นที่เก็บตำแหน่งของชุดคำสั่งถัดไปที่จะต้องประมวลผลก่อนที่จะเกิดการเรียกโปรแกรมน้อย (Call) ซึ่งเป็นชุดคำสั่งที่จะต้องนำมาทำงานหลังจากที่โปรแกรมน้อยนั้นทำงานเสร็จแล้ว

R15 หรือเรียกว่า PC (Program Counter) ถูกใช้เป็นที่เก็บตำแหน่งของคำสั่งถัดไปที่จะถูกนำมาประมวลผล

CPSR ใช้เป็นที่เก็บสถานการณ์ทำงานของคำสั่งที่ถูกประมวลผลไปหลังสุด ซึ่งนิยมเรียกรีจิสเตอร์นี้กันว่ารีจิสเตอร์สถานะหรือรีจิสเตอร์แฟล็ก (Flag Register)

จากรีจิสเตอร์ที่กล่าวมานี้ สามารถนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างกันได้ดังรูปที่ 2-5 ซึ่งจะเห็นว่าหน่วยความจำนั้นจะต้องถ่ายโอน/แลกเปลี่ยนข้อมูลกับรีจิสเตอร์ โดยการประมวลผลนั้นตัวประมวลผลจะใช้ข้อมูลจากรีจิสเตอร์ประกอบการทำงาน และเมื่อทำงานเสร็จจะบันทึกสถานะของการทำงานจากคำสั่งปัจจุบันเก็บเอาไว้ใน CPSR

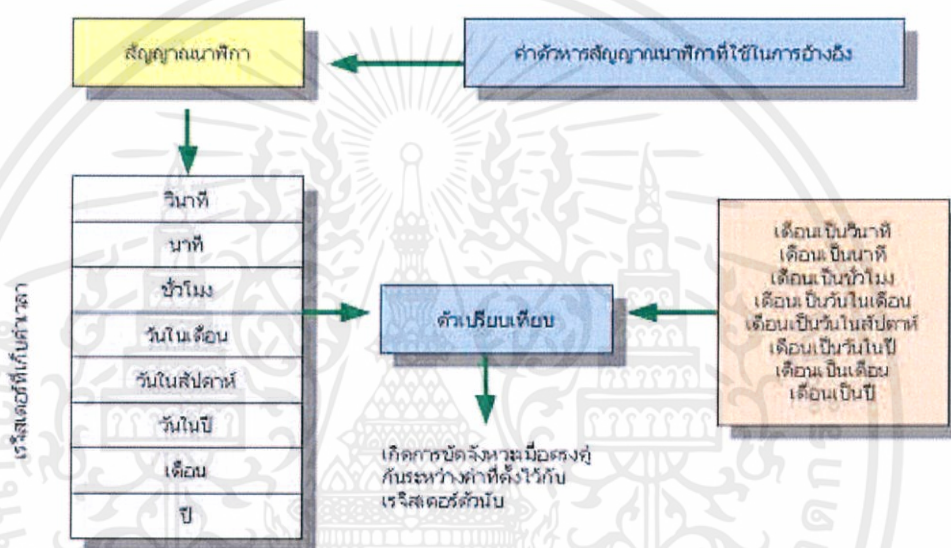


รูปที่ 2-19 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความจำ รีจิสเตอร์และหน่วยประมวลผลของ ARM7

เอกสารนี้เป็นเอกสารรีจิสเตอร์ที่บ่งสถานะการทำงานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์เก็บสถานะการทำงานของ ARM7 จะมีขนาด 32 บิต มีหน้าที่รายงานและใช้ควบคุมการทำงานของหน่วยประมวลผล ARM7 นั่นคือ เมื่อหน่วยประมวลผลทำงานเสร็จจะเก็บสถานะการทำงานใน CPSR แล้วผู้เขียนโปรแกรมสามารถนำค่าเหล่านี้มาใช้ในการควบคุมโปรแกรมที่เขียนเพื่อสั่งงานหน่วยประมวลผล หรืออาจจะกำหนดสถานะบางอย่างเพื่อให้หน่วยประมวลผลทำงานภายใต้สถานะ (Mode) ที่ผู้เขียนโปรแกรมกำหนด

2.5.5.5 หลักการทำงานของนาฬิกาเวลาจริง

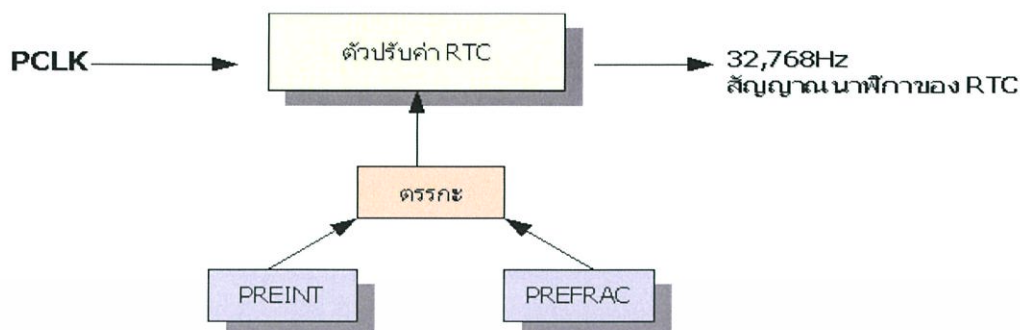


รูปที่ 2-20 ผังอธิบายภายในของโมดูลนาฬิกาเวลาจริง

จากรูปที่ 2-20 การทำงานของสัญญาณนาฬิกานั้นจะเกิดจากค่าตัวหารสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการอ้างอิงเป็นตัวกระตุ้นการนับสัญญาณนาฬิกาหลังจากนั้นจะมีการบันทึกการนับค่าลงในรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เก็บค่าของวินาที นาที ชั่วโมง วันในเดือน วันในสัปดาห์ วันในปี เดือน และปี ซึ่งเราสามารถนำค่าเหล่านี้มาทำการเปรียบเทียบกับค่าที่เวลากำหนดโดยตัวเปรียบเทียบนี้จะสร้างสัญญาณการขัดจังหวะเมื่อค่ารีจิสเตอร์ตรงตามที่เรากำหนดเอาไว้

ข้อกำหนดของนาฬิกาเวลาจริงในอาร์ม 7 คือถ้าไม่ใส่ถ่านสำหรับเก็บค่าเวลาจะไม่สามารถจำเวลาที่ตั้งเอาไว้ได้และค่าปีสูงที่สุดที่สามารถเก็บได้นั้นเป็นปี ค.ศ.2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-21 แผงรีจิสเตอร์ในการสร้างความถี่สัญญาณนาฬิกาสำหรับนาฬิกาเวลาจริง

จากรูปที่ 2-21 การทำงานของนาฬิกาเวลาจริงจะนำค่าความถี่จาก PCLK มาทำการหารค่าที่กำหนดเพื่อให้ได้ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาขาออกเป็น 32,768Hz ซึ่งการทำงานของการทำงานความถี่นั้นจะเกิดจากการทำตรรกะระหว่าง เรจิสเตอร์ PREINT และ PREFRAC ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{PREINT} = (\text{int})(\text{PCLK} / 32768) - 1$$

$$\text{PREFRAC} = \text{PCLK} - ((\text{PREINT} + 1) * 32768)$$

จากสมการทั้งสองทำให้เราทราบว่า PREINT นั้นเก็บจำนวนเต็มของการหาร PCLK ด้วย 32768 และ PREFREC เก็บเศษจากการหาร PCLK ด้วย 32768 ด้วยเหตุนี้เมื่อนำมาใช้กับบอร์ดของอิทีทีซึ่งใช้สัญญาณนาฬิกาเป็น 19.6608 MHz ใช้วงจร PLL คูณ 3 ทำให้เกิดสัญญาณที่มีความถี่ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{CCLK} &= 19.6608 * 3 \\ &= 58.9824 \text{ Mhz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PCLK} &= \text{CCLK} / 2 \\ &= 58.9824 / 2 \\ &= 29.4912 \text{ Mhz} \end{aligned}$$

เมื่อนำมาหาค่า PREINT และ PREFRAC จะได้ค่าดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{PREINT} &= (\text{int})(29491200 / 32768) - 1 \\ &= 899 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PREFRAC} &= 29491200 - ((899 + 1) * 32768) \\ &= 0 \end{aligned}$$

ในตารางที่ 2-1 เป็นรายชื่อเรจิสเตอร์ทั้ง 26 ตัวที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับนาฬิกาเวลาจริง ซึ่งทุกตัว ยกเว้น PREINT และ PREFRAC จะไม่ถูกล้างค่าหลังจากมีการรีเซ็ตระบบ

เมื่อได้ค่าเริ่มต้นของการทำงานครบถ้วน ขั้นตอนต่อไปเป็นสิ่งเริ่มการทำงานของนาฬิกาเวลาจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ดังนั้น โค้ดของโปรแกรมที่เป็นส่วนของการเริ่มต้นการทำงานจึงเขียนได้ดังต่อไปนี้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

/*กำหนดค่าตัวปรับค่านาฬิกาเวลาจริง*/

PREINT=899

/*เริ่มต้นทำงานนาฬิกาเวลาจริง*/

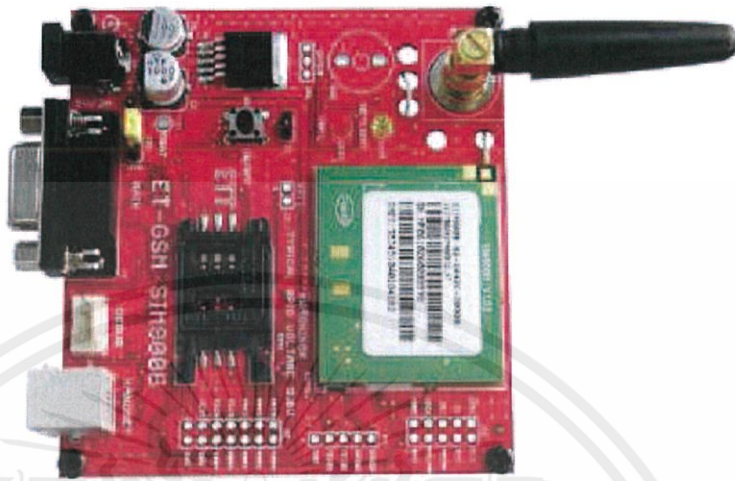
CCR=1;

ตารางที่ 2-1 รายการรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับนาฬิกาเวลาจริง

| ชื่อ | ขนาด (บิต) | ความหมาย | การติดต่อ | ค่าหลัง การรีเซ็ต | ตำแหน่ง |
|---------|---------------|--------------------------------------|------------|----------------------|------------|
| ILR | 2 | Interrupt Location Register | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024000 |
| CTC | 15 | Clock Tick Counter | อ่าน | - | 0xE0024004 |
| CCR | 4 | Clock Control Register | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024008 |
| CIIR | 8 | Counter Increment Interrupt Register | อ่าน/เขียน | - | 0xE002400C |
| AMR | 8 | Alarm Mask Register | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024010 |
| CTIME0 | (32) | Consolidated Time Register 0 | อ่าน | - | 0xE0024014 |
| CTIME1 | (32) | Consolidated Time Register 1 | อ่าน | - | 0xE0024018 |
| CTIME2 | (32) | Consolidated Time Register 2 | อ่าน | - | 0xE002401C |
| SEC | 6 | Seconds Register | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024020 |
| MIN | 6 | Minutes Register | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024024 |
| HOUR | 5 | Hours Register | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024028 |
| DOM | 5 | Day of Month Register | อ่าน/เขียน | - | 0xE002402C |
| DOW | 3 | Day of Week Register | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024030 |
| DOY | 9 | Day of Year Register | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024034 |
| MONTH | 4 | Months Register | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024038 |
| YEAR | 12 | Years Register | อ่าน/เขียน | - | 0xE002403C |
| ALSEC | 6 | Alarm Value for Seconds | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024060 |
| ALMIN | 6 | Alarm Value for Minutes | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024064 |
| ALHOUR | 5 | Alarm Value for Hours | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024068 |
| ALDOM | 5 | Alarm Value for Day of Month | อ่าน/เขียน | - | 0xE002406C |
| ALDOW | 3 | Alarm Value for Day of Week | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024070 |
| ALDOY | 9 | Alarm Value for Day of Year | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024074 |
| ALMON | 4 | Alarm Value for Month | อ่าน/เขียน | - | 0xE0024078 |
| ALYEAR | 12 | Alarm Value for Year | อ่าน/เขียน | - | 0xE002407C |
| PREINT | 13 | Prescale value, integer portion | อ่าน/เขียน | 0 | 0xE0024080 |
| PREFRAC | 15 | Prescale value, fractional portion | อ่าน/เขียน | 0 | 0xE0024084 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 GSM Module (ET-GSM SIM900B)



รูปที่ 2-22 แสดง GSM Module

2.6.1 คุณสมบัติของบอร์ด ET-GSM SIM900B

- มีสวิตช์แบบ Push-Button สำหรับใช้สั่ง เปิด-ปิด การทำงานของโมดูลภายในบอร์ด
 - มี Socket SIM รองรับ SIM Card พร้อมวงจร ESD ป้องกัน SIM เสียหาย
 - มีวงจร Regulate แยกอิสระ จำนวน 2 ชุด สามารถใช้กับแหล่งจ่ายภายนอก Adapter ขนาดตั้งแต่ +5V ขึ้นไป สามารถจ่ายกระแสให้กับโมดูล SIM900B และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆได้อย่างเพียงพอ
 - มีวงจร Regulate ขนาด 4.2V / 3A สำหรับจ่ายให้กับโมดูล SIM900B ได้อย่างเพียงพอ สามารถใช้กับ SIM ของระบบ GSM900MHz แบบ 2-Watt ได้อย่างไม่เกิดปัญหา
 - มีวงจร Regulate ขนาด 2.8V / 150mA สำหรับจ่ายให้กับวงจรแปลงระดับสัญญาณโลกิจ
 - มีวงจร Line Driver สำหรับแปลงระดับสัญญาณโลกิจจากโมดูล SIM900B ให้เป็น RS232 มาตรฐานครบทุกเส้นสัญญาณ ทั้งพอร์ตที่ใช้ในการสื่อสารสำหรับสั่งงานโมดูล และ พอร์ตสำหรับใช้ในการพัฒนาโปรแกรม (Debug) สามารถเชื่อมต่อกับพอร์ต RS232 มาตรฐานได้ทันที
 - มี LED แสดงสถานะพร้อมในบอร์ด สำหรับแสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟ สถานะพร้อมทำงานของโมดูล สถานะในการเชื่อมต่อกับ Network และ สถานะ Power-ON/Power-OFF ของโมดูล
 - มีขั้วสำหรับเชื่อมต่อกับ Handset (ชุดปากพูด และหูฟัง ของโทรศัพท์บ้าน) โดยใช้ขั้วต่อแบบ RJ11 มาตรฐาน พร้อมวงจร Voice Filter สามารถนำชุด Handset ของโทรศัพท์บ้าน ต่อเข้ากับบอร์ด
- เอกสารนี้เป็น เอกสารนี้ เป็น ทาง ขั้วต่อแบบ RJ11 สำหรับใช้พูดคุย โทรออก และ รับสายได้โดยสะดวก นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆก็ตาม
- มีจุดยึดเส้าอากาศ สำหรับใช้เป็นจุดพักสำหรับเชื่อมต่อกับเส้าอากาศแบบต่างๆได้โดยสะดวก

- มีขั้วต่อสำหรับติดตั้งโมดูล SIM900B พร้อมเสารองและสกรูยึดโมดูลกับตัวบอร์ด
- มีจุดต่อสัญญาณอื่นๆที่เหลือจากโมดูล เช่น Keyboard, Display ,GPIO ฯลฯ สำหรับให้ผู้ใช้ต่อขยายไปยังวงจรที่ออกแบบเพิ่มเติมได้โดยง่ายและสะดวก

2.6.2 คุณสมบัติของโมดูล SIM900B

- รองรับความถี่ GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz
- รองรับ GPRS Multi-Slot Class10 และ GPRS Mobile Station Class B
- รองรับมาตรฐานคำสั่ง AT Command (GSM 07.07 / 07.05 และคำสั่งเพิ่มเติมจาก SIMCOM)
- รองรับ SIM Applications Toolkit
- ทำงานที่ย่านแรงดัน 3.2V ถึง 4.8V
- รองรับการเชื่อมต่อภายนอก
- ใช้ได้กับ SIM 3V และ 1.8V
- มีวงจร Analog Audio (MIC & Speaker) จำนวน 2 ชุด
- รองรับ 5x4 Keypad Interface & SPI LCD Interface
- มีระบบ RTC พร้อมวงจร Backup
- มีขั้วต่อเสารองภายนอกแบบ Connector และจุดเชื่อมต่อแบบ PAD

2.6.3 การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM900B

การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM900B ของบอร์ด ET-GSM SIM900B นั้นจะเชื่อมต่อผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 โดยใช้ขั้วต่อแบบ DB9 ตัวเมีย จัดเรียงสัญญาณตามมาตรฐาน RS232-DCE สามารถนำไปเชื่อมต่อกับสัญญาณ RS232-DTE มาตรฐาน โดยใช้สาย DB9 แบบต่อตรง ได้ทันที โดยสัญญาณทั้งหมดที่ DB9 นี้ได้ผ่านวงจร Line Driver เพื่อแปลงสัญญาณระดับ โลจิก จากโมดูล ให้เป็นสัญญาณระดับมาตรฐาน RS232 เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งถ้าต้องการนำไปเชื่อมต่อกับ RS232(Com Port) ของคอมพิวเตอร์ PC ก็สามารถทำการเชื่อมต่อกันโดยตรงได้ทันที โดยไม่ต้องทำการสลับสายสัญญาณใดๆ ทั้งสิ้น โดยสัญญาณเชื่อมต่อทางด้านโมดูล SIM900B นั้น จะมีทั้งหมด 8 เส้นสัญญาณ ซึ่งในการเชื่อมต่อใช้งานนั้น จะต่อให้ครบทั้ง 8 เส้น หรือ จะเลือกต่อเพียง 3 เส้น (RXD,TXD และ GND) ก็ได้เช่นเดียวกัน โดยสามารถกำหนดได้จากการ Setup ค่า Configuration และคำสั่งใช้งาน โดยสัญญาณการเชื่อมต่อ RS232

ด้านโมดูล SIM900B จะมีดังนี้

- Pin1 เป็นขา DCD (Data Carrier Detect) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Output จาก SIM900B ถ้า
- ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คำปรึกษาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้ผ่านการแปลงระดับสัญญาณเป็น RS232 แล้ว ซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ DCD Input ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC

- Pin2 เป็นขา TXD(Transmit Data) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Output จาก SIM900B ที่ได้ผ่านการแปลงระดับสัญญาณเป็น RS232 แล้ว ซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ RXD(Receive Data) ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin3 เป็นขา RXD (Receive Data) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Input ของ SIM900B สามารถรับสัญญาณระดับ RS232 ได้โดยตรง ซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ TXD(Transmit Data) จากอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin4 เป็นขา DTR(Data Terminal Ready) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Input ของ SIM900B ซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ DTR จากอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin5 เป็นสัญญาณ GND ของโมดูล SIM900B ต้องต่อเข้ากับ GND ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin6 ตามปรกติแล้วเป็นสัญญาณ DSR (Data Set Ready) แต่ในกรณีของ SIM900B จะไม่ได้ต่อใช้งาน แต่อย่างไรก็ตาม ในบอร์ดได้ทำการบ่อนสัญญาณย้อนกลับหรือ Loop Back สัญญาณ DTR (Data Terminal Ready) ซึ่งเป็น Output ส่งมาจาก Host หรือ คอมพิวเตอร์ PC กลับไปแทน โดยจะถูกต่อไปเข้ากับสัญญาณ DSR Input ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin7 เป็นขาสัญญาณ RTS (Request To Send) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Input ของ SIM900B ซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ RTS ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin8 เป็นขาสัญญาณ CTS (Clear To Send) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Output จาก SIM900Bซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ CTS ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin9 เป็นขาสัญญาณ RI(Ring Indicator) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Output จาก SIM900B ซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ RI ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือ คอมพิวเตอร์ PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-2 แสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง ET-GSM SIM900B กับ คอมพิวเตอร์ PC

| DB9 Female(SIM900B) | | Signal Direction | DB9 Male (Computer PC) | |
|---------------------|--------|------------------|------------------------|-----|
| Pin | Signal | | Signal | Pin |
| 1 | DCD | → | DCD | 1 |
| 2 | TXD | → | RXD | 2 |
| 3 | RXD | ← | TXD | 3 |
| 4 | DTR | ← | DTR | 4 |
| 5 | GND | — | GND | 5 |
| 6 | (DSR) | → | DSR | 6 |
| 7 | RTS | ← | RTS | 7 |
| 8 | CTS | → | CTS | 8 |
| 9 | RI | → | RI | 9 |

ตารางที่ 2-3 แสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง ET-GSM SIM900B กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

| DB9 Female(SIM900B) | | Signal Direction | ไมโครคอนโทรลเลอร์ |
|---------------------|--------|------------------|-------------------|
| Pin | Signal | | Signal |
| 2 | TXD | → | RXD |
| 3 | RXD | ← | TXD |
| 5 | GND | — | GND |

2.7 AT Command

AT-COMMAND คือ ชุดคำสั่งมาตรฐาน ที่สามารถใช้ติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ เช่น โมเด็ม หรือ อุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) เพื่อโต้ตอบตั้งค่าหรือสั่งงานอุปกรณ์เหล่านั้น ให้ทำงานตามที่ต้องการ โดยรูปแบบคำสั่งทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 4 แบบด้วยกัน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-4 แสดงรูปแบบคำสั่งทั้ง 4 แบบ

| การใช้งาน | รูปแบบคำสั่ง | รายละเอียด |
|--------------------|--------------|--|
| ทดสอบคำสั่ง | AT+<x>=? | รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งอ่านค่ารูปแบบและพารามิเตอร์ต่างๆของคำสั่ง โดยถ้าคำสั่งนั้นมีอยู่จริง โมดูลจะตอบรับด้วยการพิมพ์ค่าของพารามิเตอร์ต่างๆของคำสั่งที่มีอยู่ทั้งหมดให้ทราบ |
| อ่านค่าพารามิเตอร์ | AT+<x>? | รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งอ่านค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้แล้วของคำสั่งนั้นๆ โดยโมดูลจะตอบรับด้วยการพิมพ์ค่าพารามิเตอร์ปัจจุบันที่กำหนดไว้แล้วให้ทราบ |
| กำหนดค่าการทำงาน | AT+<x>=<...> | รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งเขียนหรือกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับคำสั่ง เช่น การกำหนดค่า Baudrate |
| สั่งให้ทำงาน | AT+<x> | รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งงานให้โมดูลปฏิบัติตามคำสั่งที่ต้องการ เช่น การสั่งรีเซ็ต (ATZ) |

ตารางที่ 2-5 แสดงรูปแบบการใช้งาน AT Command

| AT Command | Meaning |
|---|----------------------------|
| AT<Ent> | Send command |
| ATD08xxxxxxx;<Ent> | Call |
| ATDL<Ent> | Last call dialing |
| ATA<Ent> | Answer the phone |
| ATH<Ent> | Call reject. |
| AT+CMGF=1,<Ent> | Preferred Message Format |
| AT+CMGR=<number message><Ent> | Read message |
| AT+CMGS=" +668xxxxxxx" <Ent> ><message><Ctrl+z><Ent> | Send message |
| AT+CSQ<Ent> | Test signal |
| AT+CGATT=1<Ent> | Query the GSM network |
| AT+COPS?<Ent> | Check the network provider |
| AT+CREG=1<Ent> | Query the GSM network |
| AT+CGDCONT=1,"IP","internet"<Ent> | Set GPRS |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีไปใช้

| | |
|---|------------------------------|
| AT+CSTT="internet"<Ent> | Start task and set APN. |
| AT+CIICR<Ent> | Bring up wireless connection |
| AT+CIFSR<Ent> | Get local IP address |
| AT+CIPSTATUS<Ent> | Check status IP |
| AT+CIPSTART="TCP","IP","80"<Ent> | Start up the connection |
| AT+CIPSEND<Ent> > <web><Ctrl+Ent> Host:<IP><Ctrl+Ent><Ctrl+Ent><Ctrl+z> | Send data to remote server |

2.8 รหัส UNICODE

ตารางที่ 2-6 แสดงรหัส Unicode ภาษาอังกฤษ

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | ┌ | ┐ | └ | ┘ | | — | ● | ■ | | | | | | ♪ | ☀ |
| 0000 | 0001 | 0002 | 0003 | 0004 | 0005 | 0006 | 0007 | 0008 | 0009 | 000A | 000B | 000C | 000D | 000E | 000F |
| + | ◀ | ↕ | !! | ¶ | ⊥ | ⊥ | ↑ | ↑ | → | ← | | | | | |
| 0010 | 0011 | 0012 | 0013 | 0014 | 0015 | 0016 | 0017 | 0018 | 0019 | 001A | 001B | 001C | 001D | 001E | 001F |
| | ! | " | # | \$ | % | & | ' | (|) | * | + | , | - | . | / |
| 0020 | 0021 | 0022 | 0023 | 0024 | 0025 | 0026 | 0027 | 0028 | 0029 | 002A | 002B | 002C | 002D | 002E | 002F |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | : | ; | < | = | > | ? |
| 0030 | 0031 | 0032 | 0033 | 0034 | 0035 | 0036 | 0037 | 0038 | 0039 | 003A | 003B | 003C | 003D | 003E | 003F |
| @ | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
| 0040 | 0041 | 0042 | 0043 | 0044 | 0045 | 0046 | 0047 | 0048 | 0049 | 004A | 004B | 004C | 004D | 004E | 004F |
| P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | [| \ |] | ^ | _ |
| 0050 | 0051 | 0052 | 0053 | 0054 | 0055 | 0056 | 0057 | 0058 | 0059 | 005A | 005B | 005C | 005D | 005E | 005F |
| ` | a | B | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | o |
| 0060 | 0061 | 0062 | 0063 | 0064 | 0065 | 0066 | 0067 | 0068 | 0069 | 006A | 006B | 006C | 006D | 006E | 006F |
| p | q | R | s | t | u | v | w | x | y | z | { | | } | ~ | |
| 0070 | 0071 | 0072 | 0073 | 0074 | 0075 | 0076 | 0077 | 0078 | 0079 | 007A | 007B | 007C | 007D | 007E | 007F |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-7 แสดงรหัส ASCII ภาษาอังกฤษ

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | ! | " | # | \$ | % | & | * | (|) | * | + | , | - | . | / |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 2A | 2B | 2C | 2D | 2E | 2F |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | : | ; | < | = | > | ? |
| 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 3A | 3B | 3C | 3D | 3E | 3F |
| @ | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 4A | 4B | 4C | 4D | 4E | 4F |
| P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | [| \ |] | ^ | _ |
| 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 5A | 5B | 5C | 5D | 5E | 5F |
| ' | a | B | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | o |
| 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 6A | 6B | 6C | 6D | 6E | 6F |
| p | q | R | s | t | u | v | w | x | y | z | { | | } | ~ | |
| 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 7A | 7B | 7C | 7D | 7E | 7F |

ตารางที่ 2-8 แสดงรหัส Unicode ภาษาไทย

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | ก | ข | ช | ค | ต | พ | ง | จ | ฉ | ซ | ซ | ณ | ญ | ฎ | ฏ |
| 0E00 | 0E01 | 0E02 | 0E03 | 0E04 | 0E05 | 0E06 | 0E07 | 0E08 | 0E09 | 0E0A | 0E0B | 0E0C | 0E0D | 0E0E | 0E0F |
| ฐ | ฑ | ฒ | ณ | ด | ต | ถ | ท | ธ | น | บ | ป | ผ | ฝ | พ | ฟ |
| 0E10 | 0E11 | 0E12 | 0E13 | 0E14 | 0E15 | 0E16 | 0E17 | 0E18 | 0E19 | 0E1A | 0E1B | 0E1C | 0E1D | 0E1E | 0E1F |
| ภ | ม | ย | ร | ฤ | ล | ภ | ว | ศ | ษ | ส | ห | ฬ | อ | ฮ | ฯ |
| 0E20 | 0E21 | 0E22 | 0E23 | 0E24 | 0E25 | 0E26 | 0E27 | 0E28 | 0E29 | 0E2A | 0E2B | 0E2C | 0E2D | 0E2E | 0E2F |
| ะ | ั | า | ำ | ิ | ี | ึ | ื | ุ | ู | . | | | | | ฿ |
| 0E30 | 0E31 | 0E32 | 0E33 | 0E34 | 0E35 | 0E36 | 0E37 | 0E38 | 0E39 | 0E3A | 0E3B | 0E3C | 0E3D | 0E3E | 0E3F |
| เ | แ | โ | ใ | ไ | ำ | ๆ | ๗ | ๘ | ๙ | ๐ | ๑ | ๒ | ๓ | ๔ | ๕ |
| 0E40 | 0E41 | 0E42 | 0E43 | 0E44 | 0E45 | 0E46 | 0E47 | 0E48 | 0E49 | 0E4A | 0E4B | 0E4C | 0E4D | 0E4E | 0E4F |
| ๐ | ๑ | ๒ | ๓ | ๔ | ๕ | ๖ | ๗ | ๘ | ๙ | ๐ | ๑ | | | | |
| 0E50 | 0E51 | 0E52 | 0E53 | 0E54 | 0E55 | 0E56 | 0E57 | 0E58 | 0E59 | 0E5A | 0E5B | 0E5C | 0E5D | 0E5E | 0E5F |
| 0E60 | 0E61 | 0E62 | 0E63 | 0E64 | 0E65 | 0E66 | 0E67 | 0E68 | 0E69 | 0E6A | 0E6B | 0E6C | 0E6D | 0E6E | 0E6F |
| 0E70 | 0E71 | 0E72 | 0E73 | 0E74 | 0E75 | 0E76 | 0E77 | 0E78 | 0E79 | 0E7A | 0E7B | 0E7C | 0E7D | 0E7E | 0E7F |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 หลักการถอดรหัสตัวอักษร Unicode

สำหรับรหัสตัวอักษรที่เป็น Unicode นั้น จะเห็นได้ว่าแต่ละตัวอักษรจะประกอบไปด้วยรหัส Code จำนวน 2 ไบท์เสมอ โดยตัวแรกเป็นตัวบอกรหัส Table ว่าเป็น Unicode ของภาษาใด โดยถ้าเป็น รหัส Unicode ของภาษาอังกฤษ ไบท์แรกจะมีค่าเป็น 00H ส่วนไบท์ที่ 2 จะเป็นรหัสตัวอักษร ซึ่งมีค่า ตรงกันกับรหัส ASCII ส่วนภาษาไทยนั้น ไบท์แรกจะมีค่ารหัสเป็น 0EH ส่วนไบท์ที่ 2 จะเป็นรหัสตัวอักษร ซึ่งจากการทดสอบรับข้อความรหัสตัวอักษรจาก SMS พบว่า ถ้าใช้ภาษาอังกฤษอย่างเดียว รหัสของ ตัวอักษรจะเป็นแบบรหัส ASCII คือ 1 ตัวอักษร จะมีรหัส 1 ไบท์ แต่เมื่อมีการใช้ข้อความที่มีทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษรวมกันพบว่ามีการเข้ารหัสตัวอักษรภาษาอังกฤษเป็นแบบ Unicode ด้วย

ดังนั้นจึงน่าจะพอสรุปได้ว่า ถ้าใช้ข้อความที่เป็นภาษาไทย ในระบบ SMS จะใช้รหัสตัวอักษรที่เป็นแบบ Unicode เสมอ แต่สำหรับภาษาอังกฤษนั้น ในระบบโทรศัพท์จะสามารถเลือกใช้ได้ทั้งระบบ Unicode และ ASCII Code โดยถ้าเป็น Unicode จะใช้รหัสตัวอักษรขนาด 2 Byte เช่นเดียวกันกับ ภาษาไทย โดยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0000H..007FH โดยมีรหัส 00H เป็นข้อมูลไบท์แรก ซึ่งถ้าข้อความ เป็นภาษาอังกฤษอย่างเดียว รหัสของตัวอักษรที่ใช้ใน SMS จะเป็นแบบ ASCII คือ ใช้รหัส ขนาด 1 ไบท์ โดย ตัดรหัส 00H ไบท์แรกใน Unicode ทิ้งไป เช่น A แทนที่จะเป็นรหัส 0041H ก็เหลือเพียง 41H เป็นต้น แต่สำหรับข้อความที่มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษรวมกันพบว่ามีการเข้ารหัส Code ตัวอักษรเป็นแบบ Unicode ด้วยเช่นเดียวกันกับภาษาไทย

ดังนั้นในการถอดรหัสตัวอักษรต้องพิจารณาถึงจุดนี้ด้วย โดยมีข้อสังเกตว่า ถ้าพบรหัสตัวอักษรที่มีค่าระหว่าง 20H-7FH แสดงว่าเป็นรหัสแบบ ASCII สามารถนำไปแสดงผลได้เลย แต่ถ้าพบรหัสเป็น 00H แสดงว่าเป็นรหัสแบบ Unicode ภาษาอังกฤษ ซึ่งรหัส Code ที่เป็นรหัสตัวอักษรจะอยู่ในรหัสข้อมูล ไบท์ถัดไป และถ้าพบรหัสเป็น 0EH แสดงว่าเป็นรหัส Unicode ภาษาไทย ซึ่งรหัส Code ที่เป็น รหัสตัวอักษรจะอยู่ในข้อมูลไบท์ถัดไป เช่นเดียวกัน

2.9 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (Transport Layer)

แบ่งเป็นโปรโตคอล 2 ชนิดตามลักษณะ ลักษณะแรกเรียกว่า Transmission Control Protocol (TCP) เป็นแบบที่มีการกำหนดช่วงการสื่อสารตลอดระยะเวลาการสื่อสาร (connection-oriented) ซึ่งจะยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นแบบ Byte stream ที่ไวใจได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด ข้อมูลที่มี ปริมาณมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่า message ซึ่งจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของ อินเทอร์เน็ต ทางฝ่ายผู้รับจะนำ message มาเรียงต่อกันตามลำดับเป็นข้อมูลตัวเดิม TCP ยังมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูลเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่ง ส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงานได้ทันอีกด้วย

โปรโตคอลการนำส่งข้อมูลแบบที่สองเรียกว่า UDP (User Datagram Protocol) เป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (connectionless) มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่ง จึงถือได้ว่าไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้มีข้อดีในด้านความรวดเร็วในการส่งข้อมูล จึงนิยมใช้ในระบบผู้ให้และผู้ให้บริการ (client/server system) ซึ่งมีการสื่อสารแบบถาม/ตอบ (request/reply) นอกจากนี้ยังใช้ในการส่งข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหวหรือการส่งเสียง (voice) ทางอินเทอร์เน็ต

2.9.1 การสื่อสารด้วย Protocol TCP/IP

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) เป็นชุดของโปรโตคอลที่ถูกใช้ในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถใช้สื่อสารจากต้นทางข้ามเครือข่ายไปยังปลายทางได้ และสามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปได้เองโดยอัตโนมัติ ถึงแม้ว่าในระหว่างทางอาจจะผ่านเครือข่ายที่มีปัญหา โปรโตคอลก็ยังคงหาเส้นทางอื่นในการส่งผ่านข้อมูลไปให้ถึงปลายทางได้

ชุดโปรโตคอลนี้ได้รับการพัฒนามาตั้งแต่ปี 1960 ซึ่งถูกใช้เป็นครั้งแรกในเครือข่าย ARPANET ซึ่งต่อมาได้ขยายการเชื่อมต่อไปทั่วโลกเป็นเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้ TCP/IP เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางจนถึงปัจจุบัน

TCP/IP มีจุดประสงค์ของการสื่อสารตามมาตรฐาน สามประการคือ

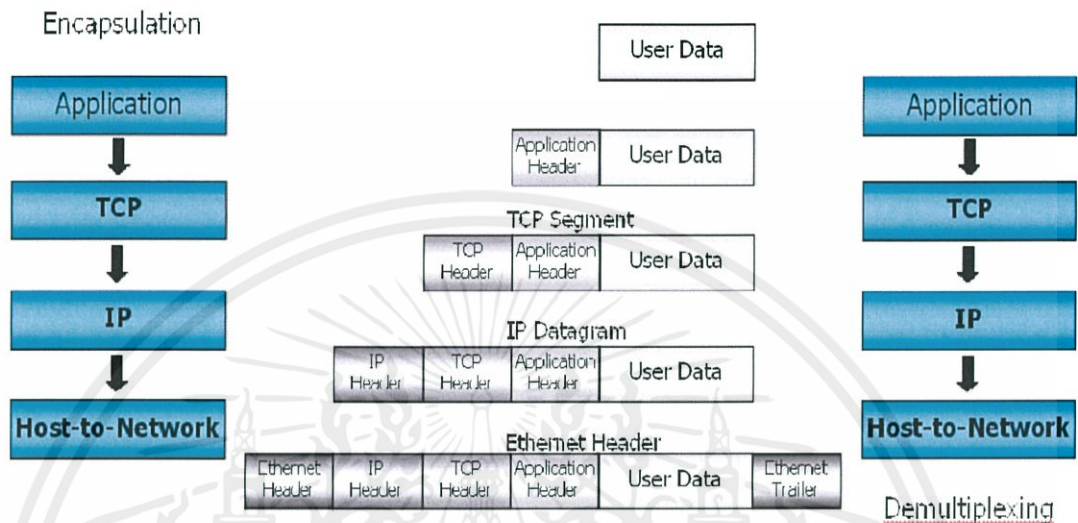
1. เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างระบบที่มีความแตกต่างกัน
2. ความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเครือข่าย เช่นในกรณีที่ผู้ส่งและผู้รับยังคงมีการติดต่อกันอยู่ แต่หนटकกลางที่ใช้เป็นผู้ช่วยรับ-ส่งเกิดเสียหายใช้การไม่ได้ หรือสายสื่อสารบางช่วงถูกตัดขาด กฎการสื่อสารนี้จะต้องสามารถจัดหาทางเลือกอื่นเพื่อทำให้การสื่อสารดำเนินต่อไปได้โดยอัตโนมัติ
3. มีความคล่องตัวต่อการสื่อสารข้อมูลได้หลายชนิดทั้งแบบที่ไม่มีความเร่งด่วน เช่น การจัดส่งแฟ้มข้อมูล และแบบที่ต้องการรับประกันความเร่งด่วนของข้อมูล เช่น การสื่อสารแบบ real-time และทั้งการสื่อสารแบบเสียง (Voice) และข้อมูล (data)

2.9.1.1 Encapsulation/Demultiplexing

การส่งข้อมูลผ่านในแต่ละเลเยอร์ แต่ละเลเยอร์จะทำการประกอบข้อมูลที่รับมา กับข้อมูลส่วนควบคุมซึ่งถูกนำมาไว้ในส่วนหัวของข้อมูลเรียกว่า Header ภายใน Header จะบรรจุข้อมูลที่สำคัญของโปรโตคอลที่ทำการ Encapsulate เมื่อผู้รับได้รับข้อมูล ก็เกิดกระบวนการทำงานย้อนกลับคือ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรโตคอลเดียวกัน ทางฝั่งผู้รับก็จะได้รับข้อมูลส่วนที่เป็น Header ก่อนและนำไปประมวลและทราบว่า ข้อมูลที่ตามมามีลักษณะอย่างไร ซึ่งกระบวนการย้อนกลับนี้เรียกว่า Demultiplexing

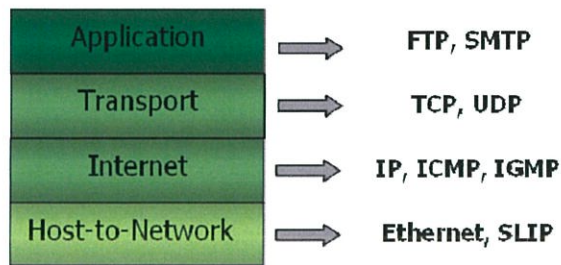


รูปที่ 2-23 ขั้นตอนการ Encapsulation และ Demultiplexing

ข้อมูลที่ผ่านการ Encapsulate ในแต่ละเลเยอร์มีชื่อเรียกแตกต่างกัน ดังนี้

- ข้อมูลที่มาจาก User หรือก็คือข้อมูลที่ User เป็นผู้ป้อนให้กับ Application เรียกว่า User Data
- เมื่อแอปพลิเคชันได้รับข้อมูลจาก user ก็จะนำมาประกอบกับส่วนหัวของแอปพลิเคชัน เรียกว่า Application Data และส่งต่อไปยังโปรโตคอล TCP
- เมื่อโปรโตคอล TCP ได้รับ Application Data ก็จะนำมาพร้อมกับ Header ของ โปรโตคอล TCP เรียกว่า TCP Segment และส่งต่อไปยังโปรโตคอล IP
- เมื่อโปรโตคอล IP ได้รับ TCP Segment ก็จะนำมาพร้อมกับ Header ของ โปรโตคอล IP เรียกว่า IP Datagram และส่งต่อไปยังเลเยอร์ Host-to-Network Layer
- ในระดับ Host-to-Network จะนำ IP Datagram มาเพิ่มส่วน Error Correction และ flag เรียกว่า Ethernet Frame ก่อนจะแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งผ่านสายสัญญาณที่เชื่อมโยงอยู่ต่อไป ในแต่ละเลเยอร์ของโครงสร้าง TCP/IP สามารถอธิบายได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-24 โครงสร้าง TCP/IP

1. ชั้นโฮสต์-เครือข่าย (Host-to-Network Layer)

โพรโทคอลสำหรับการควบคุมการสื่อสารในชั้นนี้เป็นการที่ไม่มีการกำหนดรายละเอียดอย่างเป็นทางการ หน้าที่หลักคือการรับข้อมูลจากชั้นสื่อสาร IP มาแล้วส่งไปยังโหนดที่ระบุไว้ในเส้นทางเดินข้อมูลทางด้านผู้รับก็จะทำงานในทางกลับกัน คือรับข้อมูลจากสายสื่อสารแล้วนำส่งให้กับโปรแกรมในชั้นสื่อสาร

2. ชั้นสื่อสารอินเทอร์เน็ต (The Internet Layer)

ใช้ประเภทของระบบการสื่อสารที่เรียกว่า ระบบเครือข่ายแบบสลับช่องสื่อสารระดับแพ็กเก็ต (packet-switching network) ซึ่งเป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (Connectionless) หลักการทำงานคือการปล่อยให้ข้อมูลขนาดเล็กที่เรียกว่า แพ็กเก็ต (Packet) สามารถไหลจากโหนดผู้ส่งไปตามโหนดต่างๆ ในระบบจนถึงจุดหมายปลายทางได้โดยอิสระ หากกว่ามีการส่งแพ็กเก็ตออกมาเป็นชุดโดยมีจุดหมายปลายทางเดียวกันในระหว่างการเดินทางในเครือข่าย แพ็กเก็ตแต่ละตัวในชุดนี้ก็จะไปอิสระแก่กันและกัน ดังนั้น แพ็กเก็ตที่ส่งไปถึงปลายทางอาจไม่เป็นไปตามลำดับก็ได้

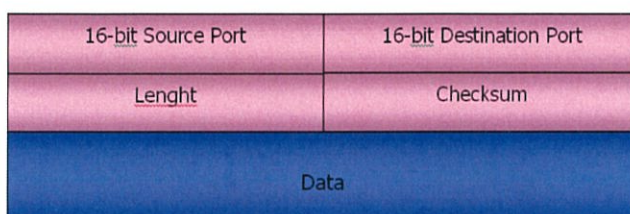
2.9.2 UDP : (User Datagram Protocol)

เป็นโพรโทคอลที่อยู่ใน Transport Layer เมื่อเทียบกับโมเดล OSI โดยการส่งข้อมูลของ UDP นั้นจะเป็นการส่งครั้งละ 1 ชุดข้อมูล เรียกว่า UDP datagram ซึ่งจะไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างดาต้าแกรมและจะไม่มีกลไกการตรวจสอบความสำเร็จในการรับส่งข้อมูล

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

เป็น ICMP Error Message แต่เมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางถูกต้อง แต่เกิดข้อผิดพลาดในส่วนของ UDP เอง จะไม่มีการยืนยัน หรือ แจ้งให้ผู้ส่งทราบแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-25 UDP Header

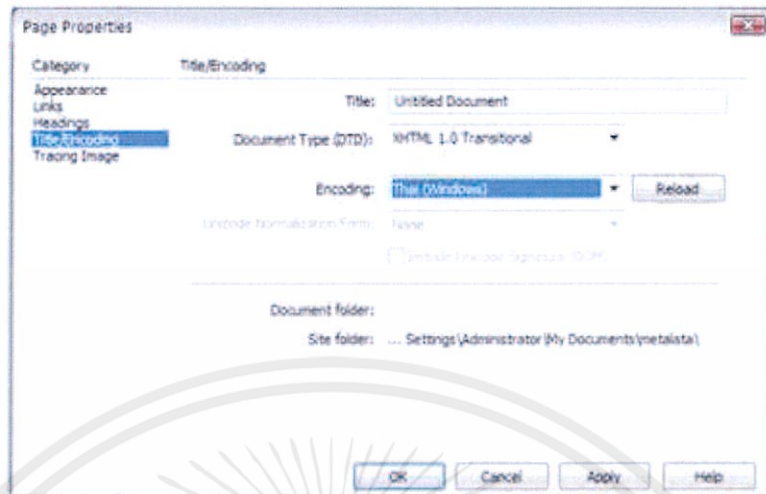
มีรายละเอียดดังนี้

- Source Port Number : หมายเลขพอร์ตต้นทางที่ส่งดาต้าแกรมนี้
- Destination Port Number : หมายเลขพอร์ตปลายทางที่จะเป็นผู้รับดาต้าแกรม
- UDP Length : ความยาวของดาต้าแกรม ทั้งส่วน Header และ data นั้นหมายความว่า ค่าที่น้อยที่สุดในฟิลด์นี้คือ 8 ซึ่งเป็นขนาดของ Header
- Checksum : เป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของ UDP datagram และจะนำข้อมูลบางส่วนใน IP Header มาคำนวณด้วย

2.10 การสร้างเว็บ ด้วยโปรแกรม Macromedia Dreamweaver 8

Macromedia Dreamweaver 8 เป็นอีกโปรแกรมหนึ่ง ที่มีการออกแบบ มาเพื่อที่จะใช้ในการจัดการกับเอกสารที่ใช้สำหรับ การสร้างเว็บเพจ ซึ่งในสมัยก่อนหากจะมี การสร้างเว็บเพจ ขึ้นแต่ละเว็บเพจนั้น ต้องให้ผู้ที่มีความรู้ในภาษา HTML มาเขียนรหัสคำสั่ง (Code) ให้ แต่ในปัจจุบัน โปรแกรม Macromedia Dreamweaver 8 สามารถที่จะสร้างรหัสคำสั่งให้กับผู้ใช้โดยอัตโนมัติ ซึ่งผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านของภาษา HTML เนื่องจากโปรแกรม Macromedia Dreamweaver 8 นั้นจะมีลักษณะ การทำงานที่คล้ายๆ กับโปรแกรมพิมพ์เอกสารที่เราเคยใช้และรู้จักกันดี ซึ่งจะมีเครื่องมือและแถบคำสั่งให้เราเลือกใช้ได้ เหมือนกับ Word Processor จึงช่วยให้สามารถเว็บเพจด้วยความสะดวกและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



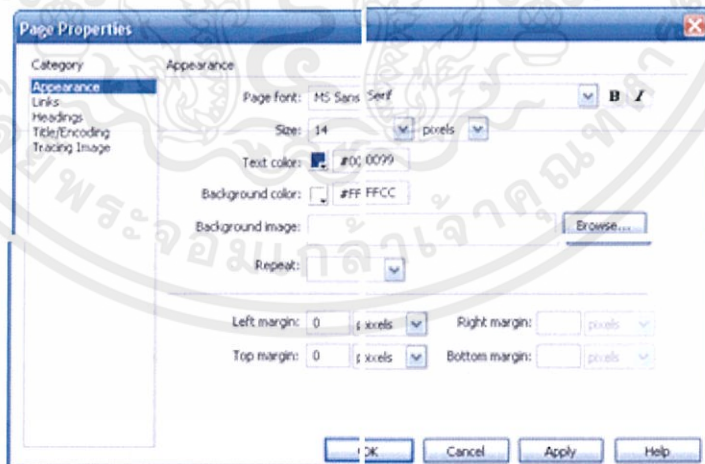
รูปที่ 2-27 แสดงหน้าต่างสำหรับเซตการอ่านภาษาไทย

2.10.3 การกำหนดคุณสมบัติพื้นฐานของเว็บเพจ

ก่อนการออกแบบเว็บเพจทุกครั้ง ควรเริ่มจากการกำหนดคุณสมบัติพื้นฐาน เช่น ชื่อเว็บเพจ (Title) สีพื้น (Background color) สีของข้อความ (Text color) เป็นต้น Page Properties 4 โดยสามารถกำหนดได้ด้วยคำสั่ง Modify

2.10.3.1 การกำหนดลักษณะการแสดงผล (Appearance)

Appearance เป็นคุณสมบัติทั่วไป ในการแสดงผลของหน้าเว็บเพจ มีรายละเอียดดังนี้คือ



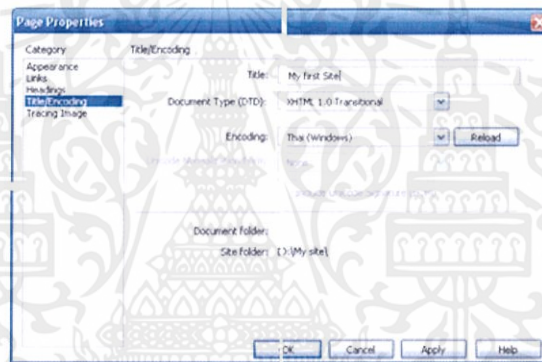
รูปที่ 2-28 แสดงหน้าต่างสำหรับกำหนดการแสดงผลของหน้าเว็บเพจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ที่ Size ขนาดตัวอักษรที่คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Text color สีของข้อความทั่วไป
- Background color สีพื้นหลังของหน้าเว็บเพจ
- Background image ภาพฉากหลังของหน้าเว็บเพจ
- Repeat วิธีแสดงภาพฉากหลังแบบซ้ำ ๆ
- Left margin ระยะของด้านซ้ายของหน้าเว็บเพจ
- Right margin ระยะของด้านขวาของหน้าเว็บเพจ
- Top margin ระยะของด้านบนของหน้าเว็บเพจ
- Bottom margin ระยะของด้านล่างของหน้าเว็บเพจ

2.10.3.2 การกำหนดลักษณะข้อความหัวข้อเรื่องและภาษา (Title/Encoding)

Title/Encoding เป็นการกำหนดชื่อและภาษาที่ใช้ของเว็บเพจ มีรายละเอียดดังนี้คือ



รูปที่ 2-29 แสดงหน้าต่างสำหรับกำหนดชื่อและภาษาที่ใช้ของเว็บเพจ

2.10.3.3 การบันทึก (Save) เว็บเพจ

ไฟล์เว็บเพจของ Dreamweaver 8 ถ้ายังไม่ได้บันทึก (Save) ข้อมูลที่ทำการแก้ไข จะสังเกตได้จากบนแถบชื่อเรื่อง (Title Bar) จะมีเครื่องหมาย * ปรากฏอยู่ท้ายชื่อไฟล์ ซึ่งเป็นเครื่องหมายเตือนว่ายังไม่ได้บันทึก (Save) ข้อมูลของไฟล์นั้น ไฟล์ข้อมูลของ Dreamweaver 8 จะถูกจัดเก็บให้เป็นไฟล์ประเภท html ให้อัตโนมัติ คำสั่งที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล สามารถเลือกใช้ได้ตามนี้คือ

- File>Save... จัดเก็บไฟล์โดยใช้ชื่อเดิม
- File>Save As... จัดเก็บไฟล์โดยใช้ชื่อใหม่
- File>Save as Template... จัดเก็บเป็นไฟล์เทมเพลต
- File>Save to Remote Server จัดเก็บไว้ที่ Remote Server
- File>Save All จัดเก็บทุกไฟล์ที่เปิดใช้งานอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มอนูชาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นอกจากนี้ยังสามารถใช้แป้นพิมพ์ <Ctrl>+<S>แทนการใช้คำสั่ง File>Save... หรือ File>Save As... ได้

2.10.3.4 การดูผลการออกแบบบนเบราว์เซอร์

การออกแบบเว็บเพจด้วยโปรแกรม Dreamweaver 8 ผู้ออกแบบควรทำการตรวจสอบการแสดงผลที่เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) ด้วย เพราะการแสดงผลบางอย่างไม่สามารถจะแสดงผลใน Dreamweaver 8 ได้ สำหรับการดูผลที่เว็บเบราว์เซอร์ (Browser) ทำได้ดังนี้คือ

- คลิกคำสั่ง File>Preview in Browser>iexplorer (หรือคลิกแป้นพิมพ์ <F12>)
- จะปรากฏหน้าของเว็บเพจในเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser)

2.10.3.5 การเปิด (Open) ขึ้นมาแก้ไข

เว็บเพจที่ได้ออกแบบยังไม่เสร็จหรือต้องการทำการแก้ไขใหม่ สามารถเปิดเว็บเพจนั้น ๆ ขึ้นมาแก้ไขได้ตามขั้นตอนดังนี้ คือ

1. เรียกใช้งานในส่วนของ Group Panel จากนั้นให้คลิกเลือกชื่อของเว็บไซต์ที่ต้องการแก้ไขขึ้นมา
2. ดับเบิลคลิกชื่อไฟล์ประเภท php ที่ต้องการแก้ไข
3. ไฟล์ที่ต้องการแก้ไขจะปรากฏขึ้นมา

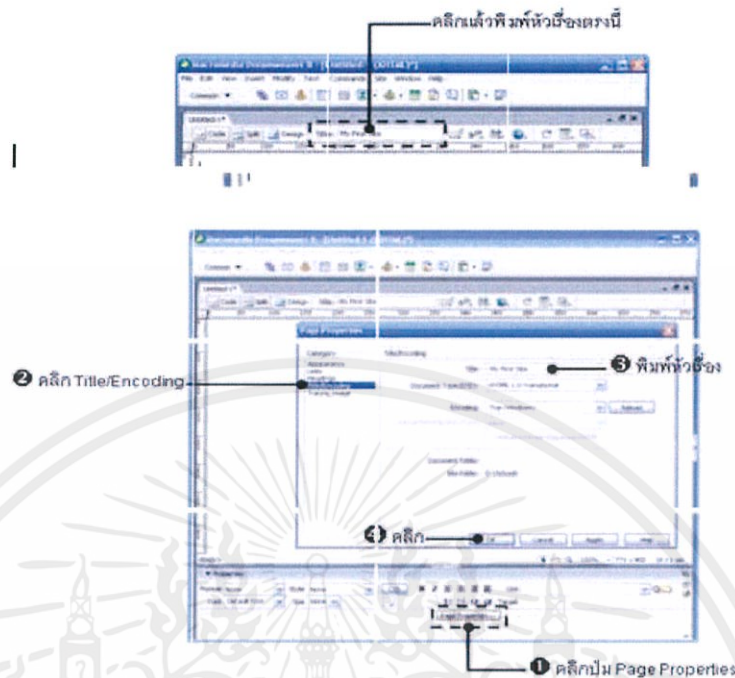
2.10.3.6 การแทรกข้อความบนหน้าเว็บเพจ

การแทรกข้อความ และอักขระพิเศษ และการจัดรูปแบบข้อความ

2.10.3.7 การใส่ Title

หัวเรื่องหรือไตเติล (Title) ของเว็บเพจ มีความสำคัญมาก เพราะเป็นข้อความที่แสดงบนเบราว์เซอร์เพื่อให้ผู้เข้าชมเว็บไซต์เข้าใจว่าเนื้อหาในหน้าเว็บเพจนั้นเกี่ยวกับเรื่องใด นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลสำคัญที่ Search Engine ใช้ค้นหาเว็บเพจอีกด้วย การใส่หัวเรื่องของเว็บเพจสามารถทำได้ 2 วิธีดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-30 แสดงขั้นตอนการใส่หาเรื่องของเว็บเพจ

2.10.3.8 การใส่ข้อความบนหน้าเว็บ

การแทรกข้อความในหน้าเว็บเพจ ผู้ออกแบบเพียงแต่พิมพ์ข้อความที่ต้องการลงไป หรืออาจจะคัดลอก (Copy) ข้อความที่พิมพ์ไว้เรียบร้อยแล้วจากไฟล์อื่นมาใช้ก็ได้

1. การพิมพ์ข้อความในหน้าเว็บเพจ

การพิมพ์ข้อความในหน้าเว็บเพจสามารถทำได้ง่าย โดยพิมพ์ข้อความที่ต้องการ เมื่อต้องการขึ้นบรรทัดใหม่ให้กดแป้นพิมพ์ หรือกดแป้นพิมพ์ พร้อมกับ ในกรณีที่ต้องการให้ระยะบรรทัดไม่ห่างกันมาก

2. การคัดลอกข้อความจากไฟล์อื่นมาไว้ในหน้าเว็บเพจ

เราสามารถคัดลอกข้อความที่พิมพ์ไว้ด้วยโปรแกรมอื่น แล้วนำมาวางไว้ในหน้าเว็บเพจได้ ซึ่งส่วนมากในการทำเว็บไซต์ มักจะนิยมพิมพ์ข้อความที่ต้องการเตรียมไว้โดยใช้โปรแกรม Notepad แล้วเก็บบันทึกไว้เป็นแบบ Text File (มีนามสกุลเป็น txt) โดยมีวิธีการดังนี้คือ

- เปิดไฟล์ที่เก็บข้อความที่ต้องการขึ้นมา จากนั้นระบายข้อความที่ต้องการ
- คลิกคำสั่ง Edit>Copy หรือกดแป้นพิมพ์ <Ctrl>+<C>
- เปิดหน้าของเว็บเพจที่ออกแบบด้วยโปรแกรม Dreamweaver 8 จากนั้นคลิกคำสั่ง Edit>Paste หรือกดแป้นพิมพ์ <Ctrl>+<V>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อความที่คัดลอกมาจะแสดงในหน้าเว็บเพจ

3. การเว้นวรรคระหว่างข้อความ

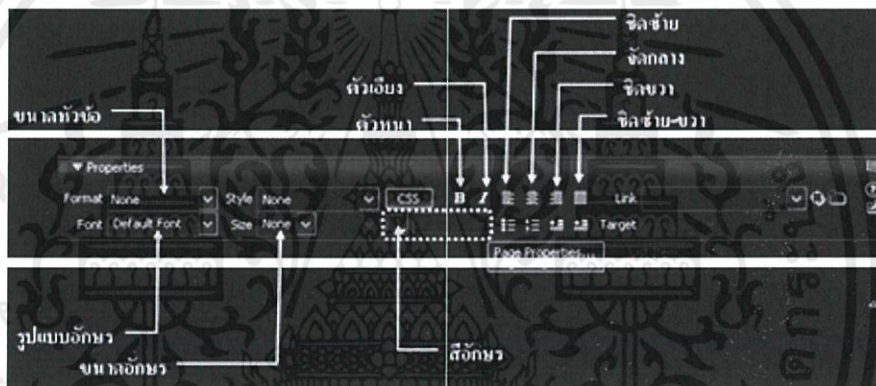
การใส่ข้อความบนหน้าเว็บเพจนั้น ปกติแล้วโปรแกรม Dreamweaver 8 จะเว้นวรรคให้เพียง 1 ครั้งเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามเราสามารถที่จะเว้นวรรคมากกว่า 1 ครั้งได้ โดย กดแป้นพิมพ์

<Ctrl>+<Shift>+<Space>

2.10.3.9 การจัดรูปแบบข้อความบนหน้าเว็บ

การจัดรูปแบบอักษรในงานออกแบบเว็บเพจด้วยโปรแกรม Dreamweaver 8 สามารถทำได้ดังนี้คือ

1. ระบายข้อความที่ต้องการจัดรูปแบบอักษร
2. กำหนดค่าในส่วนของพาเนล Properties



รูปที่ 2-31 แสดงการจัดรูปแบบข้อความบนเว็บ

2.10.3.10 การแทรกตัวอักษรพิเศษ (Symbol)

1. การเพิ่มระยะเว้นวรรคระหว่างข้อความ

Dreamweaver 8 กำหนดให้เว้นวรรคระหว่างข้อความได้เพียง 1 ช่องเท่านั้น เมื่อต้องการที่จะให้มีระยะเว้นวรรคมากขึ้น จะต้องใช้คำสั่งเพื่อเพิ่มระยะการเว้นวรรค ซึ่งทำได้ดังนี้คือ

- วางเคอร์เซอร์ในตำแหน่งที่ต้องการเพิ่มระยะเว้นวรรค
- คลิกแถบ "Common" แล้วคลิกเลือกแถบ "Text"
- จากนั้นกดแป้นพิมพ์ <Ctrl>+<Shift>+<Space Bar> หรือคลิกเครื่องมือ "BR" แล้วคลิกคำสั่ง "Non-Breaking Space"

2. การแทรกสัญลักษณ์พิเศษ


สัญลักษณ์พิเศษที่ไม่มีในแป้นพิมพ์ สามารถจะแทรกเพิ่มเติมได้จากแถบ Characters โดยทำได้ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วางเคอร์เซอร์ในตำแหน่งที่ต้องการแทรกสัญลักษณ์พิเศษ
- คลิกแถบ "Common" แล้วคลิกเลือกแถบ "Text"
- จากนั้นคลิกเครื่องมือ "BR" แล้วคลิกเลือกสัญลักษณ์ตามต้องการ

2.10.3.11 การใส่วันที่

การใส่วันที่ในหน้าเว็บเพจ นอกจากเพื่อต้องการแสดงวันที่แล้ว เรายังสามารถกำหนดรูปแบบวันที่ พร้อมทั้งกำหนดให้วันที่ปรับเปลี่ยนตามวันได้อัตโนมัติด้วย โดยทำตามขั้นตอนดังนี้คือ

- วางเคอร์เซอร์ในตำแหน่งที่ต้องการแทรกวันที่
- คลิกแถบ "Common" บน Insert Bar
- จากนั้นคลิกเครื่องมือ  จะปรากฏกรอบให้กำหนดรูปแบบ
- ให้เลือกรูปแบบตามที่ต้องการแล้วคลิก OK
- ถ้าต้องการให้วันที่ปรับเปลี่ยนอัตโนมัติให้คลิกเครื่องหมายถูก ที่หน้าข้อความ Update Automatically on Save

2.11 การติดตั้งโปรแกรมเพื่อจำลองเครื่องเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server)

การเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาพีเอชพี (PHP) นั้นเราต้องทำการจำลองเครื่องเราเป็นเซิร์ฟเวอร์เพื่อการทดสอบโปรแกรม เนื่องจากพีเอชพีเป็นภาษาที่ทำงานฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server) ดังนั้นเราจึงต้องติดตั้งโปรแกรมที่ทำงานในฝั่งเซิร์ฟเวอร์ นั่นก็คือโปรแกรม อาปาเช่ (Apache) โปรแกรมพีเอชพี (PHP) โปรแกรมมายเอสคิวแอล (MySQL) ปัจจุบันมีผู้ที่นำทั้งสามโปรแกรมนี้อมารวมกันแล้วติดตั้งเพียงครั้งเดียวก็จะมีโปรแกรมทั้งสามแล้ว เช่น AppServ, WAMP หรือ XAMPP เป็นต้น

โครงสร้างของ WAMP (Folder Structure)

โครงสร้างโฟลเดอร์ของโปรแกรม WAMP นั้นประกอบไปด้วย โฟลเดอร์ต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

wamp / โฟลเดอร์หลักของโปรแกรม WAMP
├ alias / เป็นโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ลิงก์สำหรับ Alias ที่อรรถประโยชน์
localhost โฟลเดอร์ ตามที่ลองการใด
├ apps / เป็นโฟลเดอร์ ที่เก็บสคริปต์ที่เขียนด้วยภาษา PHP
├   ├── phpmyadmin2.11.6 / เป็นโฟลเดอร์เก็บสคริปต์ phpMy Admin
เพื่อจัดการฐานข้อมูล MySQL
├   └── sqlitemanager1.2.0 / เป็นโฟลเดอร์เก็บสคริปต์ sqlitemanager เพื่อ
จัดการฐานข้อมูล sqlite
├ bin / เป็นโฟลเดอร์ที่เก็บโปรแกรม apache, mysql, และ php
├   ├── apache // โปรแกรม Web Server
├   ├── mysql // โปรแกรมฐานข้อมูล
├   └── php // โปรแกรม PHP
├ help // เป็นโฟลเดอร์เก็บไฟล์ช่วยเหลือของ WAMP
├ lang // เป็นโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ภาษาใน WAMP
├ modules
├ log // เป็นโฟลเดอร์เก็บสถานะของ โปรแกรม ใน WAMP
├ script // เป็นโฟลเดอร์ ที่เก็บสคริปต์เสริมที่เขียนด้วยภาษา PHP
├ tmp // เป็นโฟลเดอร์สำรองโปรแกรม ใน WAMP
└ www // โปรแกรม Root Directory ของเว็บไซต์

```

2.11.1 การทดสอบ (Testing)

คลิกที่ไอคอนรูปมิเตอร์แล้วเลือก Localhost

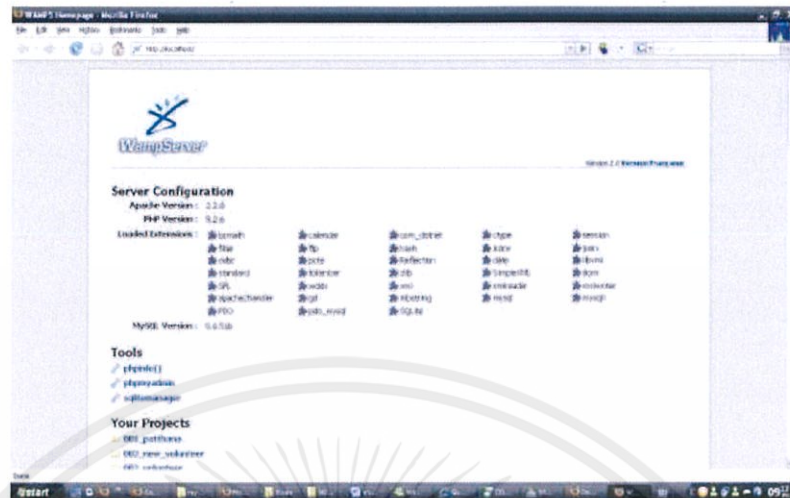


รูปที่ 2-32 แสดงหน้าต่างสำหรับทดสอบหน้าเว็บ

ก็จะปรากฏเว็บเพจหน้าหลัก คือ <http://localhost/> หรือ <http://127.0.0.1/> หากแสดงผลตามภาพ

ด้านล่างแสดงว่าทุกอย่างถูกต้อง

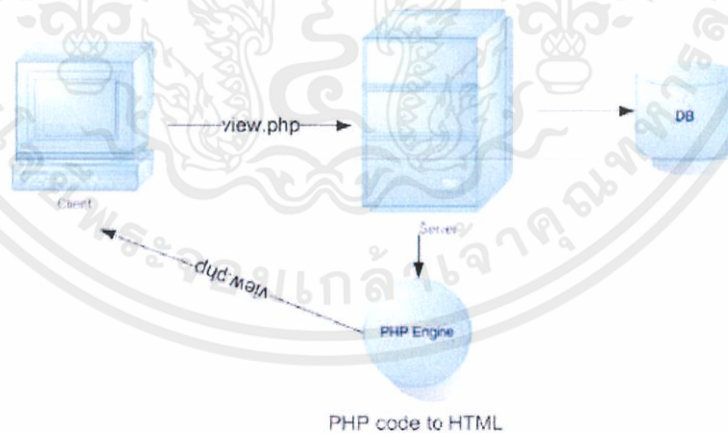
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-33 แสดงตัวอย่างเว็บเพจ

2.12 ภาษา PHP: Hypertext Processor

ภาษาพีเอชพี (PHP) ย่อมาจาก Hyper text Processor เป็นภาษาที่ทำงานในฝั่ง Server โดยเราสามารถใช้อุปกรณ์ Text Editor ทั่วไปในการสร้างไฟล์เช่น Note Pad, EditPlus, Dreamweaver หรือโปรแกรม Text Editor อื่นๆ



รูปที่ 2-34 แสดง Client เรียกไฟล์ view.php

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสำคัญของภาษา PHP คือ

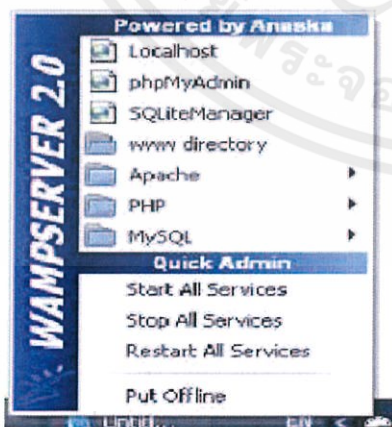
- เป็นภาษาที่ทำงานในฝั่ง Server หรือ Server Side Script ซึ่งเป็นการทำงานที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์แล้วส่งผลลัพธ์ไปแสดงที่ฝั่ง Client ในรูปแบบของ HTML
- หลังจากประมวลผลที่ฝั่ง Server แล้วผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะอยู่ในรูปของ HTML
- เราสามารถเขียน PHP code ร่วมกับ html ได้
- คำสั่งของ PHP ต้องปิดด้วย Semicolon (;) ยกเว้นคำสั่งสุดท้ายก่อนปิด PHP Tag อาจไม่ต้องใส่ก็ได้
- ไฟล์ที่มีสคริปต์ PHP ต้องมีนามสกุล .php
- การใส่หมายเหตุ หรือ คอมเมนต์มีรูปแบบการใช้ ดังนี้ // Comment# Comment/* Comment line1Comment line2 */

2.13 การใช้งาน MySQL ด้วย phpMyAdmin

สำหรับการใช้งาน MySQL นั้นเราจะใช้ตัวจัดการ MySQL ที่เขียนด้วยภาษา PHP คือ phpMyAdmin เป็นสคริปต์ที่มีไว้สำหรับจัดการฐานข้อมูล MySQL โดยเฉพาะ ซึ่งหลังจากที่เราติดตั้ง WAMP แล้วนั้นสคริปต์จะถูกติดตั้งโดยอัตโนมัติสำหรับเวอร์ชันที่ติดมากับ WampServer2.0c นั่นคือ phpMyAdmin v2.11.6 มาดูการเรียกใช้งานกัน ดังนี้

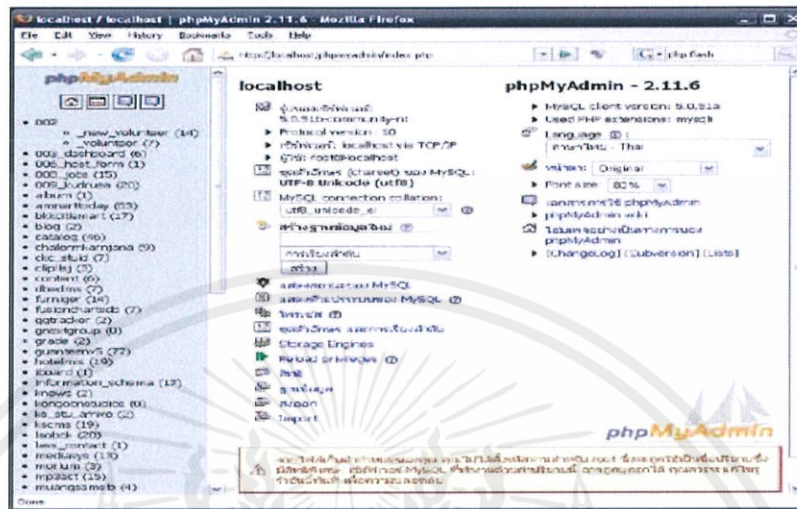
2.13.1 การเรียกใช้งาน phpMyAdmin

วิธีแรก เปิด Browser แล้วพิมพ์ localhost/phpmyadmin ที่ URL Adress



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2-35 แสดงการเรียกใช้งาน phpMyAdmin

วิธีที่สอง คลิกที่ Control Panel ไอคอนของ WAMP แล้วเลือก phpMyAdmin



รูปที่ 2-36 แสดงวิธีการเรียกใช้งาน phpMyAdmin

ก็จะปรากฏหน้าเว็บเพจของ phpmyadmin ดังนี้

2.13.2 การสร้างฐานข้อมูลใหม่

ก่อนที่จะทำการเขียนสคริป PHP หรือ เขียนโปรแกรมนั้น การสร้างฐานข้อมูลเป็นสิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึง เพื่อกำหนดให้ตารางการเก็บข้อมูลต่างๆ อยู่ในที่เดียวกัน เช่น vdoShop ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบขายวิดีโอ เป็นต้นเปิด phpMyAdmin พิมพ์ชื่อฐานข้อมูลที่ช่อง สร้างฐานข้อมูลใหม่แล้วเลือกชุดการเรียงลำดับภาษาตามต้องการ เช่น myshop เลือกการเรียงลำดับเป็น tis620_thai_ci แล้วกด สร้าง

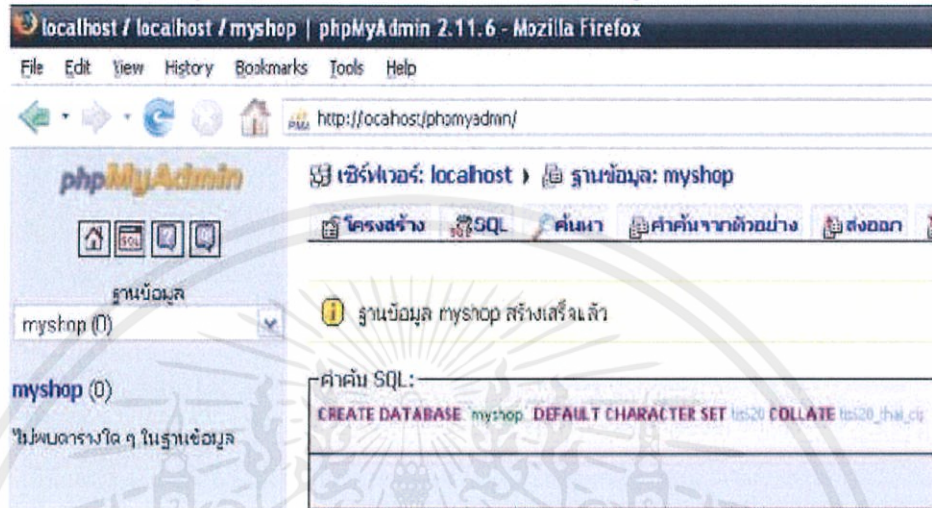


รูปที่ 2-37 แสดงการสร้างฐานข้อมูลใหม่

หมายเหตุ การเรียงลำดับนั้นมี 2 แบบ คือ tis620_thai_ci และ utf8_bin ที่นิยม ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับหน้าเว็บไซต์ด้วยว่าเลือก encoding ของการเขียนเว็บเพจแบบไหน ถ้าเขียนโดยใช้ encoding tis-620

เอกสารนี้เป็น หรือ windows-874 ก็ควรใช้ tis620_thai_ci แต่ทั้งนี้เราสามารถเปลี่ยนได้โดยกำหนดการเชื่อมต่อว่าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะตามที่ต้องการซึ่งเขียนโดยภาษา PHP จะพบว่ามีการสร้างฐานข้อมูลใหม่เกิดขึ้น เป็นอันเสร็จการสร้างฐานข้อมูลแล้ว



รูปที่ 2-38 แสดงตัวอย่างฐานข้อมูล

2.14 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วย PHP และ MySQL

การติดต่อฐานข้อมูล MySQL ด้วย PHP นั้นทำได้ง่ายตายมาก เพียงแค่เลือกใช้ฟังก์ชันที่ PHP กำหนดมาให้แล้วใส่พารามิเตอร์ให้ถูกต้องก็จะสามารถเชื่อมต่อได้

ฟังก์ชันในการเชื่อมต่อ MySQL

```
$myvar=mysql_connect("Host","User","Pass") or die("Text Error".mysql_error());
```

Host คือ ชื่อของ MySQL Server โดยทั่วไปจะกำหนดเป็น localhost

User คือ ชื่อของ ผู้ใช้ฐานข้อมูล MySQL

ServerPass คือ รหัสผ่านของผู้ใช้ฐานข้อมูล MySQL Server

Text Error คือ ข้อความที่จะแสดงเมื่อมีข้อผิดพลาด ซึ่งรวมกับฟังก์ชันที่แสดงข้อผิดพลาดจากระบบ คือ mysql_error() นั้นเอง

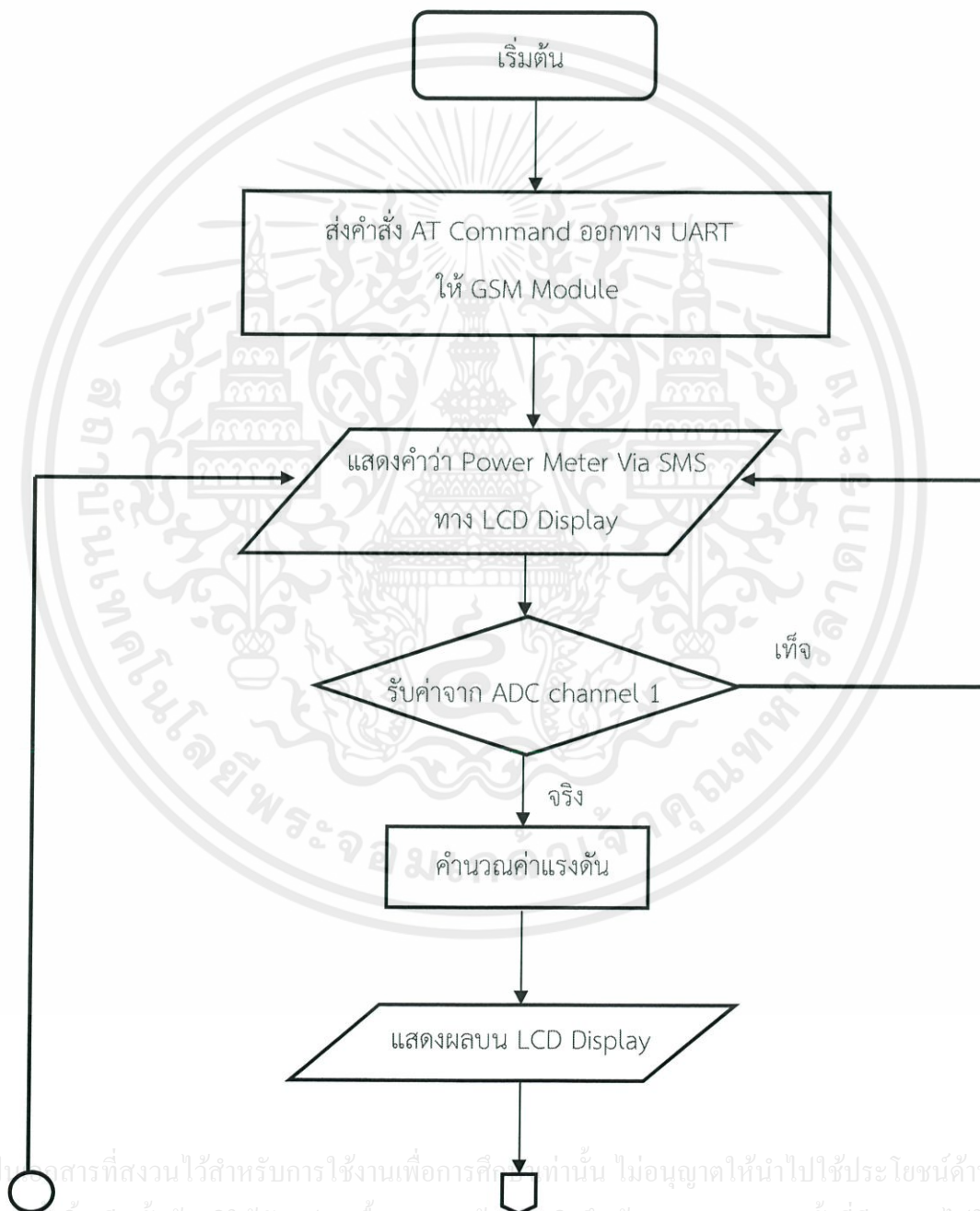
ฟังก์ชันในการเลือกฐานข้อมูล

```
$myvar=mysql_select_db("DBName",Conn) or die("Text Error".mysql_error());
```

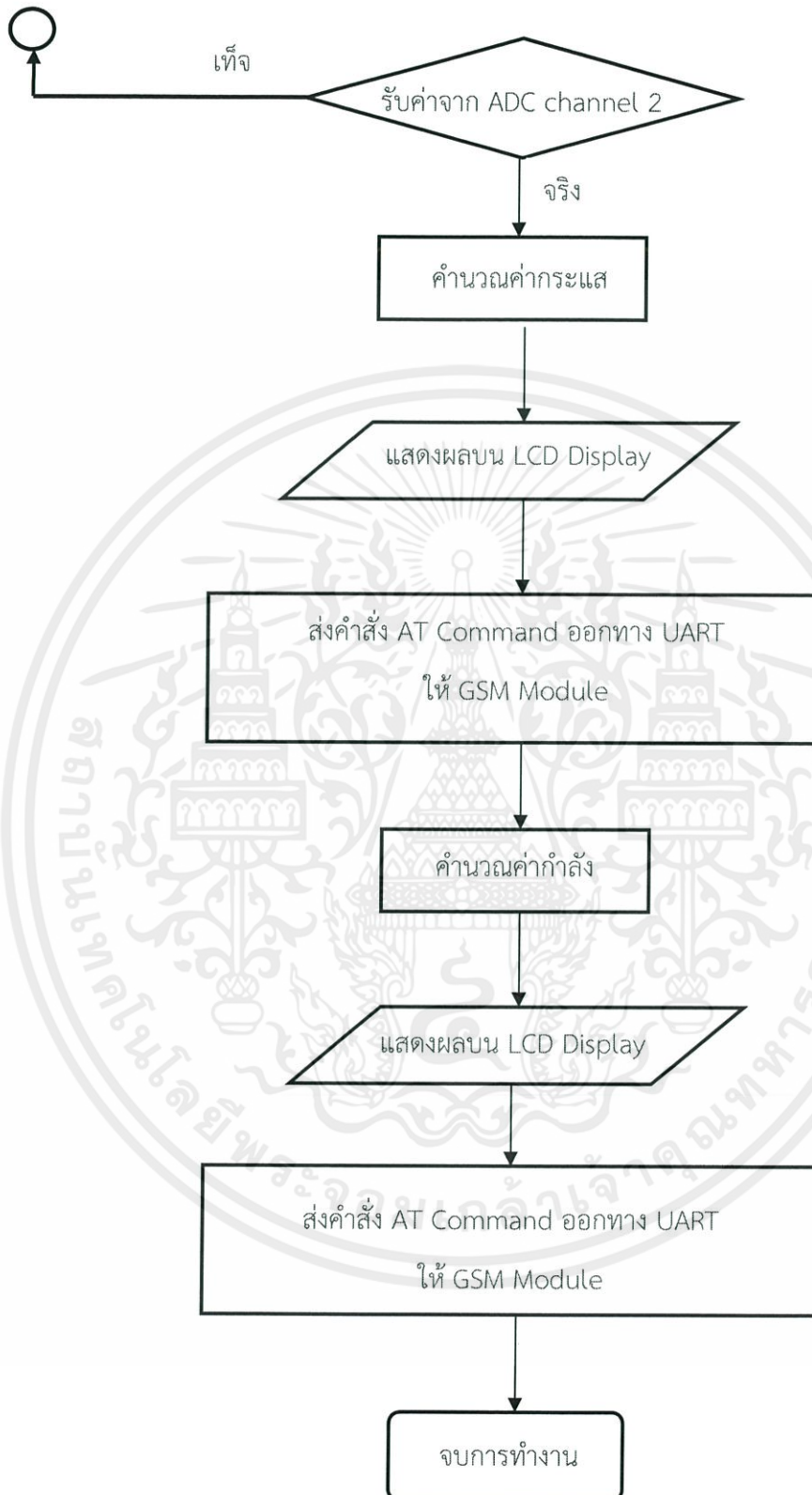
บทที่ 3

ขั้นตอนการออกแบบและการคำนวณค่าอุปกรณ์ต่างๆ

3.1 Flow Chart ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม



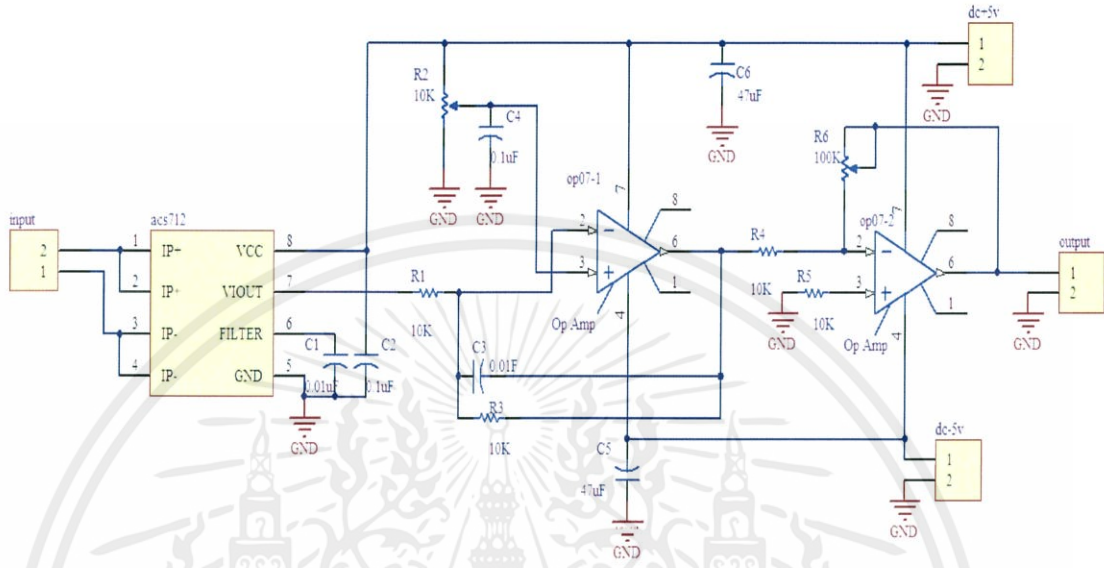
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิ **รูปที่ 3-1** แสดง Flow Chart การทำงานของโปรแกรม ครั้งที่มีการนำไปใช้

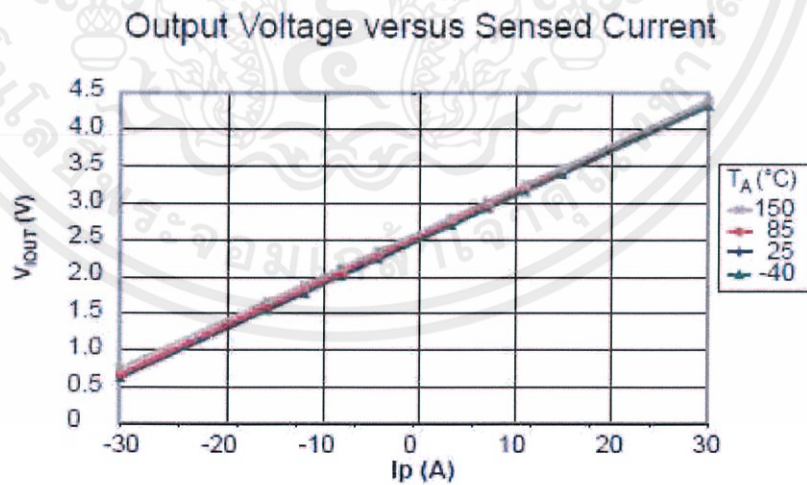
3.2 วงจรเซนเซอร์

3.2.1 วงจรตรวจวัดกระแส



รูปที่ 3-2 วงจรตรวจวัดกระแส

วงจรนี้เป็นวงจรที่ใช้ไอซีเบอร์ **acs712T** ซึ่งเป็นไอซีสำหรับตรวจวัดกระแสไฟฟ้าโดยเฉพาะ ภายในตัวไอซีจะรับกระแสเข้าทางอินพุตแล้วแปลงกระแสออกเป็นแรงดันดังรูปที่ 3-3

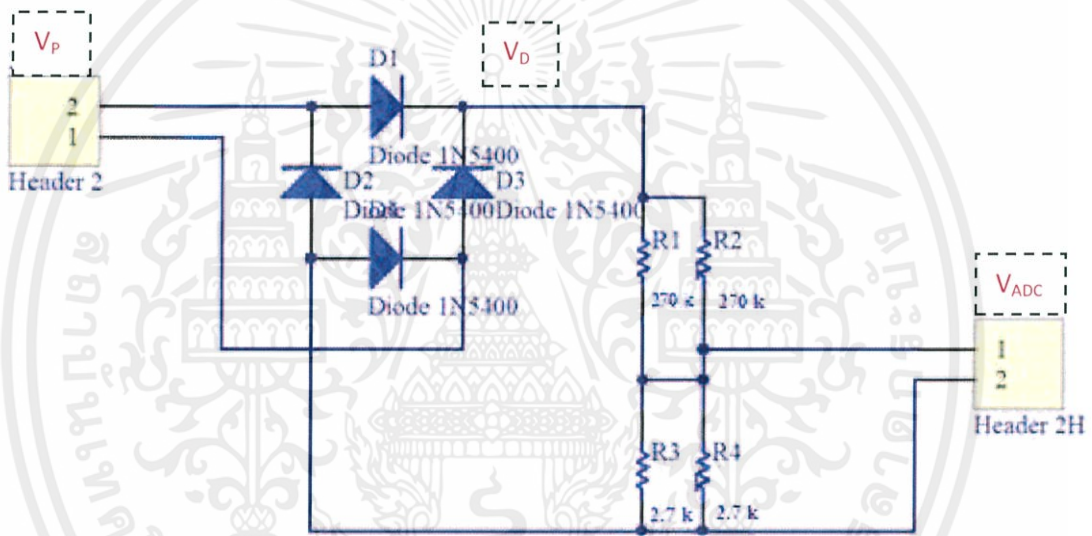


รูปที่ 3-3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสอินพุตกับแรงดันเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟจะเห็นว่าที่กระแสอินพุตมีค่าเป็น 0 แอมป์ ทางด้านเอาต์พุตของไอซีจะมีแรงดันอยู่ที่ 2.5 โวลต์เสมอ และเนื่องจาก ADC ของไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถรับแรงดันได้ไม่เกิน 2.5 โวลต์ ทำให้เมื่อได้แรงดันเอาต์พุตจาก acs712T แล้วจะนำไปเข้าส่วนของวงจรจำกัดแรงดันออก 2.5 โวลต์ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับ ADC ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ Operational Amplifier เบอร์ OP07 เพื่อปรับแรงดันเอาต์พุตของ acs712T ให้เป็น 0 โวลต์เมื่อไม่มีกระแสอินพุต และใช้ OP07 อีกตัวสำหรับเป็นวงจรขยายสัญญาณ เมื่อต้องตรวจวัดสัญญาณที่มีขนาดเล็กมากเพื่ออำนวยความสะดวกในการนำไปประมวลผลต่อไปด้วย

3.2.2 วงจรตรวจวัดระดับแรงดัน



รูปที่ 3-4 วงจรตรวจวัดระดับแรงดัน

แรงดันค่ายอดสูงสุด

$$V_P = 1.414V_{AC} \quad (3.1)$$

จากการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจริงโดยใช้มิเตอร์ (V_{AC}) มีค่าเท่ากับ 255 โวลต์ เมื่อนำมาคำนวณในสมการ 3.1 แรงดันค่ายอดสูงสุด (V_P) จะมีค่าเท่ากับ 360.57 โวลต์

แรงดันไฟตรงเฉลี่ย

$$V_{DC} = 0.636V_P \quad (3.2)$$

เมื่อนำค่า V_P มาแทนในสมการ 3.2 จะได้ค่าแรงดันไฟตรงเฉลี่ย (V_{DC}) เท่ากับ 229.32 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีโหลด $V_{ADC} = V_{DC} \left[\frac{R3 \parallel R4}{(R3 \parallel R4) + (R1 \parallel R2)} \right]$ (3.3)

จากสมการ 3.3 จะได้อัตราส่วนของ $\left[\frac{R3 \parallel R4}{(R3 \parallel R4) + (R1 \parallel R2)} \right] = 0.0109$
เมื่อกำหนดให้ V_{ADC} เท่ากับ 2.5 โวลต์

โดยในโครงการ เลือกใช้ R1, R2 ค่าเท่ากับ 270 k Ω และ R3, R4 ค่าเท่ากับ 2.7 k Ω

3.3 โค้ดที่ใช้แสดงข้อมูลที่ดึงมาจากฐานข้อมูล เพื่อโชว์ทาง Web page แบบตาราง

3.3.1 โค้ดที่ใช้แสดงข้อมูลที่ดึงมาจากฐานข้อมูล เพื่อโชว์ทาง Web page แบบตาราง ใน ส่วนที่ 1

```
$host="localhost";
$username="root";
$password="lookommymint";
$db="powermeter";
$conn = mysql_connect( $host,$username,$password) or die ("sssss");
mysql_query("SET NAMES utf8",$conn);
mysql_select_db($db) or die("sssss");
mysql_query("SET character_set_results=tis620");
mysql_query("SET character_set_client=tis620");
mysql_query("SET character_set_connection=tis620");
$sql = "select * from data order by id ASC";
$result = mysql_query($sql) or die(mysql_error());
while($row = mysql_fetch_array($result))
{?<tr>
<td><div align="center"><? echo $row['date'] ; ?></div></td>
<td><div align="center"><? echo $row['voltage'] ; ?></div></td>
<td><div align="center"><? echo $row['current'] ; ?></div></td>
<td><div align="center"><? echo $row['power'] ; ?></div></td>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

</tr><? } ?>
</table>
</body></html>

```

ในส่วนที่ 2

```

$host="localhost"; // กำหนด host
$username="root"; // กำหนด username
$password="lookommymint"; // กำหนด Password
$db="powermeter"; // กำหนดชื่อฐานข้อมูล
$conn = mysql_connect( $host,$username,$password) or die ("sssss");//
ติดต่อฐานข้อมูล
mysql_query("SET NAMES utf8",$conn); // set กำหนดมาตรฐาน
mysql_select_db($db) or die("sssss"); // เลือกฐานข้อมูล
mysql_query("SET character_set_results=tis620");//ภาษาไทย
mysql_query("SET character_set_client=tis620");
mysql_query("SET character_set_connection=tis620");
$sql="select * from data";
$date = date("F j, Y, g:i a");
echo"voltage=".$voltage;
echo"current=".$current;
echo"power=".$power;
echo"<br>date=".$date;

$sql = "insert into data values('$id','$date','$voltage','$current','$power)";
mysql_query($sql);?>

```

3.3.2 โค้ดที่ใช้แสดงข้อมูลที่ดึงมาจากฐานข้อมูล เพื่อโชว์ทาง Web page แบบกราฟ

```
<?php
```

```

include("jgraph/src/jgraph.php");
include("jgraph/src/jgraph_bar.php");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังขอสงวนสิทธิ์ในชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

include ("jpggraph/src/jpggraph_line.php");
include ("jpggraph/src/jpggraph_mgraph.php");
// ติดต่อ ฐานข้อมูล เลือกข้อมูลขึ้นมาเพื่อแสดงกราฟ
$objConnect = mysql_connect("localhost","root","lookommymint") or
die("Error Connect to Database");
$objDB = mysql_select_db("powermeter");
$strSQL = "SELECT * FROM data";
$objQuery = mysql_query($strSQL) or die ("Error Query [".$strSQL."]");
// เตรียมข้อมูลที่จะแสดง เพื่อสร้างกราฟ
$voltage=array();
$current=array();
$power=array();
while($objResult = mysql_fetch_array($objQuery))
{
    $voltage[] = $objResult["voltage"];
    $current[] = $objResult["current"];
    $power[] = $objResult["power"];
}
// Create the graph.
$graph = new Graph(350,300);
$graph->SetScale("textlin");
$graph->SetMarginColor('navy:1.9');
$graph->SetBox();
$graph->title->Set('Voltage');
$graph->title->SetFont(FF_ARIAL,FS_BOLD,20);
$graph->title->SetColor('white');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือทรัพย์สินทางปัญญาของท่าน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ

```

$graph->SetTitleBackground('lightblue:1.3',TITLEBKG_STYLE2,TITLEBKG_FRAME_BEVEL);

```

```

include ("jpgraph/src/jpgraph_line.php");
include ("jpgraph/src/jpgraph_mgraph.php");
// ติดต่อ ฐานข้อมูล เลือกข้อมูลขึ้นมาเพื่อแสดงกราฟ
$objConnect = mysql_connect("localhost","root","lookommymint") or
die("Error Connect to Database");

$objDB = mysql_select_db("powermeter");

$strSQL = "SELECT * FROM data";

$objQuery = mysql_query($strSQL) or die ("Error Query [".$strSQL."]");
// เตรียมข้อมูลที่จะแสดง เพื่อสร้างกราฟ
$voltage=array();
$current=array();
$power=array();
while($objResult = mysql_fetch_array($objQuery))
{
    $voltage[] = $objResult["voltage"];
    $current[] = $objResult["current"];
    $power[] = $objResult["power"];
}
// Create the graph.
$graph = new Graph(350,300);
$graph->SetScale("textlin");
$graph->SetMarginColor('navy:1.9');
$graph->SetBox();
$graph->title->Set('Voltage');
$graph->title->SetFont(FF_ARIAL,FS_BOLD,20);
$graph->title->SetColor('white');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในวงจำกัดเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ \$graph->SetTitleBackground('lightblue:1.3',TITLEBKGM_STYLE2,TITLEBKGM_FRAME_BEVEL);

```

$graph->SetTitleBackgroundFillStyle(TITLEBKG_FILLSTYLE_HSTRIPED,'lightblue','blue');

// Create a bar plot
/*$bplot = new BarPlot($voltage);
$bplot->SetFillColor('darkorange');
$bplot->SetWidth(0.6);
$bplot->SetPattern(PATTERN_DIAG2,'navy');
$graph->Add($bplot);
*/
$bplot = new LinePlot($voltage);
$bplot->SetColor('blue');
$graph->Add($bplot);
//////////////////// Graph 2 //////////////////////
$graph2 = new Graph(350,300);
$graph2->SetScale("textlin");
$graph2->SetMarginColor('white:1.9');
$graph2->SetBox();
$graph2->title->Set('Current');
$graph2->title->SetFont(FF_ARIAL,FS_BOLD,20);
$graph2->title->SetColor('white');

$graph2->SetTitleBackground('lightblue:1.3',TITLEBKG_STYLE2,TITLEBKG_FRAME_BEVEL);
$graph2->SetTitleBackgroundFillStyle(TITLEBKG_FILLSTYLE_HSTRIPED,'red','red');

$aplot = new LinePlot($current);
$aplot->SetColor('red');
$graph2->Add($aplot);
//////////////////// Graph 3 //////////////////////
$graph3 = new Graph(350,300);
$graph3->SetScale("textlin");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังสงวนลิขสิทธิ์ของเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

$graph3->SetMarginColor('white:1.9');
$graph3->SetBox();
$graph3->title->Set('Power');
$graph3->title->SetFont(FF_ARIAL,FS_BOLD,20);
$graph3->title->SetColor('white');

$graph3->SetTitleBackground('lightblue:1.3',TITLEBKG_STYLE2,TITLEBKG_FRAME_BEVEL);
$graph3->SetTitleBackgroundFillStyle(TITLEBKG_FILLSTYLE_HSTRIPED,'darkgreen','green');

$cplot = new LinePlot($power);
$cplot->SetColor('red');
$graph3->Add($cplot);

//////////////////////////////// Multi Graph //////////////////////////////////
$mgraph = new MGraph();
$xpos1 = 3; $ypos1 = 0;
$xpos2 = 3; $ypos2 = 280;
$xpos3 = 3; $ypos3 = 550;
$mgraph->Add($graph,$xpos1,$ypos1);
$mgraph->Add($graph2,$xpos2,$ypos2);
$mgraph->Add($graph3,$xpos3,$ypos3);
$mgraph->Stroke(); ?>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองวัดด้วยวงจรถนเซออร์

ตารางที่ 4-1 แสดงผลการวัดแรงดันไฟฟ้า

| แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากวงจรถนเซออร์ (DC) | แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จาก Power Meter ที่ได้มาตรฐาน | เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด |
|--|---|------------------------|
| 222.00 | 225.00 | 1.333 |
| 221.00 | 225.00 | 1.778 |
| 221.00 | 225.00 | 1.778 |
| 222.00 | 225.00 | 1.333 |
| 222.00 | 225.00 | 1.333 |

ตารางที่ 4-2 แสดงผลการวัดกระแสไฟฟ้า

| กระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากวงจรถนเซออร์ | กระแสไฟฟ้าที่วัดได้จาก Power Meter ที่ได้มาตรฐาน | เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด |
|------------------------------------|--|------------------------|
| 1.50 | 1.75 | 14.286 |
| 1.52 | 1.75 | 13.143 |
| 1.52 | 1.75 | 13.143 |
| 1.491 | 1.75 | 14.8 |
| 1.491 | 1.75 | 14.8 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4-3 แสดงผลการวัดกำลังไฟฟ้า

| กำลังไฟฟ้าที่วัดได้จากวงจร เซนเซอร์ (IV) | กำลังไฟฟ้าที่วัดได้จาก Power Meter ที่ได้มาตรฐาน | เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด |
|---|---|------------------------|
| 333.00 | 337.5 | 1.333 |
| 335.92 | 337.5 | 0.468 |
| 335.92 | 337.5 | 0.468 |
| 331.00 | 337.5 | 1.92 |
| 331.00 | 337.5 | 1.92 |

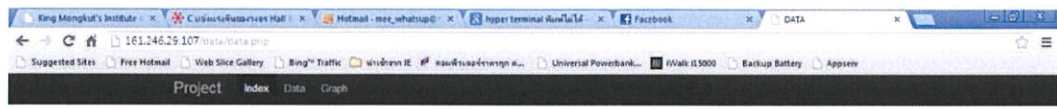
หมายเหตุ วัดโดยใช้เตารีดเป็นโหลด

4.2 ผลการทดลองส่วนของหน้า Web page



รูปที่ 4-1 หน้าเว็บ Web page หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

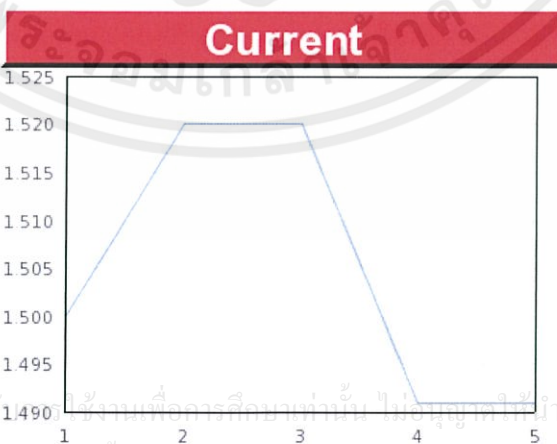
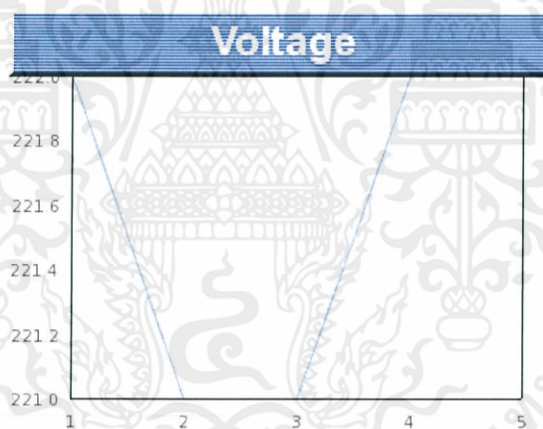


DATA

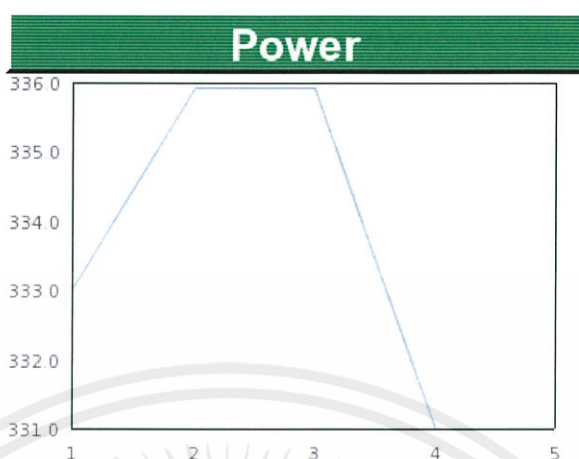
| Date | Voltage | Current | Power |
|----------------------------|---------|---------|--------|
| February 18, 2013, 2:38 pm | 222.00 | 1.5000 | 333.00 |
| February 18, 2013, 2:41 pm | 221.00 | 1.5200 | 335.92 |
| February 18, 2013, 2:44 pm | 221.00 | 1.5200 | 335.92 |
| February 18, 2013, 2:47 pm | 222.00 | 1.49100 | 331.00 |
| February 18, 2013, 2:50 pm | 222.00 | 1.49100 | 331.00 |



รูปที่ 4-2 ผลที่ได้จากการส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลโดยแสดงผ่านทาง Web page แบบตาราง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-3 ผลที่ได้จากการส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลโดยแสดงผ่านทาง Web page แบบกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเพาเวอร์มิเตอร์ส่งข้อมูลผ่านข้อความสั้น สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 ส่วนของวงจรวัดกระแส

จากผลการทดลองพบว่าวงจรส่วนนี้สามารถวัดค่ากระแสได้ค่อนข้างแม่นยำ ซึ่งจากตารางจะเห็นว่า มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเพียงเล็กน้อย

5.2 ส่วนของวงจรวัดแรงดัน

จากการทดลองพบว่าวงจรมีประสิทธิภาพในการวัดแรงดันที่ดีพอสมควร ซึ่งจากตารางจะเห็นว่า มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเพียงเล็กน้อย

5.3 ส่วนของโปรแกรมที่เขียนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

จากการทดสอบระบบพบว่าโปรแกรมที่เขียนนั้นสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ แม้จะดีเสียบ้างเล็กน้อยจากเสถียรภาพของสัญญาณเครือข่าย

5.4 ส่วนของการแสดงผล

จากการทดสอบระบบพบว่า LCD และ WEB SERVER สามารถแสดงผลและจัดการข้อมูลได้ตรงตามที่ต้องการ

5.5 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองจะพบว่า การส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดย GSM module ผ่านการส่งแบบ TCP นั้น จะต้องใช้ค่าบริการของเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือเป็นตัวกลางในการส่งเพื่อเข้า Web server และเครื่องที่เป็น server นั้นจะต้องเชื่อมต่อกับสายแฉกอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้ข้อมูลมีการอัปเดตอยู่ตลอดเวลา และยังพบอีกว่าขั้นตอนการเช็คสัญญาณของเครือข่ายนั้น อาจจะไม่ดีในครั้งเดียว ฉะนั้นในการเขียนโปรแกรมที่ดีควรเพิ่มส่วนของการตรวจเช็คเข้าไปด้วยว่าแต่ละขั้นของการเช็ค นั้นผ่านหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] ไกรศร ตั่งโสภากุล. (2554). คู่มือเรียนเขียนโปรแกรมภาษา C. นนทบุรี : อดิษฐ์.
- [2] ผศ.ดร.พลศักดิ์ โกษีนิยากรณ์. เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 ด้วยภาษาซี : I-Style.
- [3] อดิษฐ์. (2555). พัฒนา Web App แบบมีออาชีพด้วย PHP + AJAX และ jQuery. นนทบุรี : อดิษฐ์.
- [4] <http://www.appservnetwork.com/>
- [5] <http://www.appservnetwork.com/modules.php?name=Content&pa>
- [6] <http://macromedia-dreamweaver.soft32.com/>
- [7] <http://school.obec.go.th/buabanwit/>
- [8] <http://www.hostingfree.in.th/>
- [9] http://spikenzielabs.com/SpikenzieLabs/LCD_How_To.html
- [10] <http://www.tat.co.th/TH/Product1.aspx>
- [11] <http://www.docstoc.com/docs/45771096>
- [12] http://www.fileguru.com/apps/mobile_sms_reader_software
- [13] <http://www.narisa.com/forums/index.php?showtopic=18450>
- [14] <http://software.thaiware.com/9137>
- [15] <http://guru.google.co.th/guru/thread?tid=3d7fba8fbe659875>
- [16] <http://www.developershome.com/sms/howToReceiveSMSUsingPC.asp>
- [17] <http://guru.google.co.th/guru/thread?tid=318d6f9ce10fcd2b>
- [18] <http://www.thaiembedded.com/blog/?tag=hyperterminal>
- [19] <http://www.developershome.com/sms/howToReceiveSMSUsingPC.asp>
- [20] <http://www.dld.go.th/ict/article/tip/tip09.html>
- [21] <http://www.thaiadmin.org/board/index.php?topic-153262.0>
- [22] <http://sms.software.informer.com/download-sms-reader-for-windows/>
- [23] <http://www.narisa.com/forums/index.php?showtopic=18450>
- [24] <http://www.softwaregeek.com/sms-reader-for-pc/p1.html>
- [25] <http://www.softpedia.com/get/Others/Miscellaneous/SMS-Viewer.shtml>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [26] http://msmvps.com/blogs/coad/archive/2005/03/23/SerialPort-_2800_RS_2D00_232-Serial-COM-Port_2900_-in-C_2300_-.NET.aspx
- [27] http://www.ozeki.hu/index.php?oldal=754&sms_gateway=sms_C#_SMS
- [28] <http://thaiio.com/prog-cgi/programming.cgi?0014>
- [29] <http://www.itisme.co.th/>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตัวโปรแกรมคำสั่ง

```
#include <ADUc7024.H>
#include <stdio.h>
#include <math.h>

// LCD Routines for "ET-ARM7 BASE ADUc7024"
// Character 16x2 4-Bit Mode Interface
// EN = P4.4
// RW = P4.5
// RS = P4.6
// D4 = P4.0
// D5 = P4.1
// D6 = P4.2
// D7 = P4.3
// Define LCD PinIO Mask
#define LCD_EN 0x00100000 // P4.4(0000 0000 000x 0000 0000 0000 0000)
#define LCD_RW 0x00200000 // P4.5(0000 0000 00x0 0000 0000 0000 0000)
#define LCD_RS 0x00400000 // P4.6(0000 0000 0x00 0000 0000 0000 0000)
#define LCD_D4 0x00010000 // P4.0(0000 0000 0000 000x 0000 0000 0000)
#define LCD_D5 0x00020000 // P4.1(0000 0000 0000 00x0 0000 0000 0000)
#define LCD_D6 0x00040000 // P4.2(0000 0000 0000 0x00 0000 0000 0000)
#define LCD_D7 0x00080000 // P4.3(0000 0000 0000 x000 0000 0000 0000)
#define LCD_DATA (LCD_D7|LCD_D6|LCD_D5|LCD_D4)
#define LCD_IOALL (LCD_D7|LCD_D6|LCD_D5|LCD_D4|LCD_RS|LCD_RW|LCD_EN)
#define lcd_rs_set() GP4SET = LCD_RS // RS = 1 (Select Instruction)
#define lcd_rs_clr() GP4CLR = LCD_RS // RS = 0 (Select Data)
#define lcd_rw_set() GP4SET = LCD_RW // RW = 1 (Read)
#define lcd_rw_clr() GP4CLR = LCD_RW // RW = 0 (Write)
#define lcd_en_set() GP4SET = LCD_EN // EN = 1 (Enable)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนสำหรับใช้เรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏและต้องอ้างอิงถึงเว็บไซต์ของเรารูปทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#define lcd_en_clr()   GP4CLR = LCD_EN           // EN = 0 (Disable)
#define lcd_dir_write() GP4DAT = 0x7F000000      // LCD Data Bus = Write
#define lcd_dir_read() GP4DAT = 0x70000000      // LCD Data Bus = Read
#define lcd_clear()    lcd_write_control(0x01)  // Clear Display
#define lcd_cursor_home() lcd_write_control(0x02) // Set Cursor = 0
#define lcd_display_on() lcd_write_control(0x0E) // LCD Display Enable
#define lcd_display_off() lcd_write_control(0x08) // LCD Display Disable
#define lcd_cursor_blink() lcd_write_control(0x0F) // Set Cursor = Blink
#define lcd_cursor_on() lcd_write_control(0x0E) // Enable LCD Cursor
#define lcd_cursor_off() lcd_write_control(0x0C) // Disable LCD Cursor
#define lcd_cursor_left() lcd_write_control(0x10) // Shift Left Cursor
#define lcd_cursor_right() lcd_write_control(0x14) // Shift Right Cursor
#define lcd_display_sleft() lcd_write_control(0x18) // Shift Left Display
#define lcd_display_sright() lcd_write_control(0x1C) // Shift Right Display
/* prototype section */
void lcd_init(); // Initial LCD
void lcd_out_data4(unsigned char); // Strobe 4-Bit Data to LCD
void lcd_write_byte(unsigned char); // Write 1 Byte Data to LCD
void lcd_write_control(unsigned char); // Write Instruction
void lcd_write_ascii(unsigned char); // Write LCD Display(ASCII)
void goto_cursor(unsigned char); // Set Position Cursor LCD
void lcd_print(unsigned char*); // Print Display to LCD
char busy_lcd(void); // Read Busy LCD Status
void enable_lcd(void); // Enable Pulse
void delay(unsigned long int); // Delay Function
void test_lcd(void);
void show_value(char);
void initial_adc_dac(void);

/* Main Program Start Here */

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    int putc();
    unsigned int val;
    float volt;
    char volt[7];
    char current[7];
    float cur;
    char p[7];
    int a;

    GP1CON &= 0xFFFFFCC; // Reset P1.1 & P1.0 Pin Function
    GP1CON |= 0x0000011; // Setup P1.1 = TXD & P1.0 = RXD
// Initial UART = 9600BPS
    COMCON0 = 0x80; // Setting DLAB
    COMDIV0 = 0x88; // Setting DIV0 and DIV1 to DL calculated
    COMDIV1 = 0x00;
    COMCON0 = 0x07; // Clearing DLAB
// Power-ON ADC
    ADCCON = 0x00000000; // Reset ADC Config
    ADCCON |= 0x00000020; // Power-ON ADC Function
    delay(1000); // Wait ADC Power-on Ready
    ADCCON |= 0x00001400; // ADC Clock = fADC/32
    ADCCON |= 0x00000300; // Acquisition Time = 16 Cycle Clock
    ADCCON &= 0xFFFFFE7; // ADC = Single-End Mode
    ADCCON |= 0x00000004; // Continue Software Convert
    REFCON = 0x00000001; // Used Internal 2.5V Reference
    ADCCON |= 0x00000080; // ADC Start Conversion
    lcd_dir_write(); // Initial LCD Write Data
    lcd_init(); // Initial LCD

    printf("at\n");
    delay(6000000);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

printf("at+cops?\n");
delay(60000000);
printf("at+creg=1\n");
delay(60000000);
printf("at+cgdcont=1\\,\"IP\\\",\\www\\.dtac\\.co\\.th\\\"");
delay(60000000);
printf("at+cstt=\\www\\.dtac\\.co\\.th\\");
delay(60000000);
printf("at+ciicr\n");
delay(60000000);
printf("at+cifsr\n");
delay(60000000);
printf("at+cipstatus\n");
delay(60000000);
while(1) // Loop Continue
{
goto_cursor(0x00);
lcd_print(" Power Meter ");
goto_cursor(0x40);
lcd_print(" via SMS ");
for (a=0;a<5000000;a++);
lcd_write_control(0x01);

ADCCP = 0x0;
ADCCP ^= 1; // Select Channel 1 to Conversion
delay(10000);
while (IADCSTA){}; // Wait ADC Conversion Complete (Bit0="1")
val = (ADCDAT >> 16)& 0x00000FFF; // Shift ADC Result to Integer
volt = val * (2.50 / 4096.0);
goto_cursor(0x00);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

sprintf(voltt,"%0.2f",volt);
lcd_print("Voltage:");
lcd_print(voltt);
lcd_print(" V");

ADCCP = 0x0;
ADCCP ^= 2;
while (!ADCSTA){}; // Wait ADC Conversion Complete (Bit0="1")
val = (ADCDAT >> 16)& 0x0000FFFF; // Shift ADC Result to Integer
cur = val /0.08; // Volt = ADC Result x [2.5V / 4095]
goto_cursor(0x40);
sprintf(current,"%0.4f",cur);
lcd_print("Current:");
lcd_print(current);
lcd_print(" A");
printf("at+cipstart=\TCP\\,\"161\246\29\107\\,\"80\\\"n");
delay(60000000);
for (a=0;a<200000000;a++);
goto_cursor(0x00);
sprintf(p,"%0.2f",cur*volt);
lcd_print("Power:");
lcd_print(p);
lcd_print(" watt");
goto_cursor(0x40);
lcd_print(" ");
printf("at+cipsend\n");
delay(90000000);
printf("GET /data/ndata\php?");
printf("voltage=%0.2f",volt);
putchar(0x26);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

printf("current=%0.4f",cur);
putchar(0x26);
printf("power=%0.2f",cur*volt);
printf(" HTTP/1.1");
putchar(0x0A);
printf("\nhost:161\246\29\107");
putchar(0x0A);
printf("\n");
putchar(0x0A);
printf("\n");
putchar(0x1A);
for (a=0;a<200000000;a++);
}
}
/*****/
/* Write Character To UART */
/*****/
int putchar(int ch) // Write character to Serial Port
{
if (ch == '\n')
{
while(!(0x40==(COMSTA0 & 0x40))) // Wait TX Complete
{
}
COMTX = 0x0D; // Write CR
}
while(!(0x40==(COMSTA0 & 0x40))) // Wait TX Complete
{
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}
/*****/
/* Strobe 4-Bit Data to LCD */
/*****/
void lcd_out_data4(unsigned char val)
{
    GP4CLR = (LCD_DATA);                // Reset 4-Bit Pin Data
    GP4SET = (val<<16);                 // 0000:0000:0,RS,RW,EN:DDDD:0000:0000:0000
}
/*****/
/* Write Data 1 Byte to LCD */
/*****/
void lcd_write_byte(unsigned char val)
{
    lcd_out_data4((val>>4)&0x0F);       // Strobe 4-Bit High-Nibble to LCD
    enable_lcd();                       // Enable Pulse
    lcd_out_data4(val&0x0F);           // Strobe 4-Bit Low-Nibble to LCD
    enable_lcd();                       // Enable Pulse
    while(busy_lcd());                 // Wait LCD Execute Complete
}
/*****/
/* Write Instruction to LCD */
/*****/
void lcd_write_control(unsigned char val)
{
    lcd_rs_clr();                       // RS = 0 = Instruction Select
    lcd_write_byte(val);                // Strobe Command Byte
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

/* Write Data(ASCII) to LCD */
/*****/

void lcd_write_ascii(unsigned char c)
{
    lcd_rs_set();                // RS = 1 = Data Select
    lcd_write_byte(c);          // Strobe 1 Byte to LCD
}

/*****/

/* Initial 4-Bit LCD Interface */
/*****/

void lcd_init()
{
    unsigned int i;              // Delay Count
    GP4CLR = (LCD_IOALL);        // Reset (RS,RW,EN,4-Bit Data) Pin
    for (i=0;i<100000;i++);      // Power-On Delay (15 mS)
    GP4CLR = (LCD_IOALL);        // Reset (RS,RW,EN,4-Bit Data) Pin
    GP4SET = (LCD_D5|LCD_D4);    // 0000:0000:(0,RS,RW,EN:0011):0000:0000:0000:0000
    enable_lcd();                // Enable Pulse
    for (i=0;i<10000;i++);      // Delay 4,1mS
    GP4CLR = (LCD_IOALL);        // Reset (RS,RW,EN,4-Bit Data) Pin
    GP4SET = (LCD_D5|LCD_D4);    // 0000:0000:(0,RS,RW,EN:0011):0000:0000:0000:0000
    enable_lcd();                // Enable Pulse
    for (i=0;i<1000;i++);       // delay 100uS
    GP4CLR = (LCD_IOALL);        // Reset (RS,RW,EN,4-Bit Data) Pin
    GP4SET = (LCD_D5|LCD_D4);    // 0000:0000:(0,RS,RW,EN:0011):0000:0000:0000:0000
    enable_lcd();                // Enable Pulse
    while(busy_lcd());           // Wait LCD Execute Complete
    GP4CLR = (LCD_IOALL);        // Reset (RS,RW,EN,4-Bit Data) Pin
    GP4SET = (LCD_D5);           // 0000:0000:(0,RS,RW,EN:0011):0000:0000:0000:0000
    enable_lcd();                // Enable Pulse
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

while(busy_lcd()); // Wait LCD Execute Complete
lcd_write_control(0x28); // Function Set (DL=0 4-Bit,N=1 2 Line,F=0 5X7)
lcd_write_control(0x0C); // Display on/off Control (Entry Display,Cursor off,Cursor not Blink)
lcd_write_control(0x06); // Entry Mode Set (I/D=1 Increment,S=0 Cursor Shift)
lcd_write_control(0x01); // Clear Display (Clear Display,Set DD RAM Address=0)
for (i=0;i<10000;i++); // Wait Command Ready
}
/*****/
/* Set LCD Position Cursor */
/*****/
void goto_cursor(unsigned char i)
{
i |= 0x80; // Set DD-RAM Address Command
lcd_write_control(i);
}
/*****/
/* Print Display Data(ASCII) to LCD */
/*****/
void lcd_print(unsigned char* str)
{
int i;
for (i=0;i<16 && str[i]!=0;i++) // 16 Character Print
{
lcd_write_ascii(str[i]); // Print Byte to LCD
}
}
/*****/
/* Wait LCD Ready */
/*****/
char busy_lcd(void)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    unsigned char busy_status;           // Busy Status Read
    unsigned int i;                     // Delay Count
    lcd_dir_read();                     // LCD Data Bus = Read
    lcd_rs_clr();                       // Instruction Select
    lcd_rw_set();                       // Read Direction
    lcd_en_set();                       // Start Read Busy
    for (i=0;i<100;i++);               // Delay Before Read
    busy_status = (GP4DAT & 0x08);     // Read LCD Data
    if(busy_status == 0x08)            // Read & Check Busy Flag
    {
        lcd_en_clr();                 // Disable Read
        lcd_rw_clr();                 // Default = Write Direction
        lcd_dir_write();              // LCD Data Bus = Write
        return 1;                     // LCD Busy Status
    }
    else
    {
        lcd_en_clr();                 // Disable Read
        lcd_rw_clr();                 // Default = Write Direction
        lcd_dir_write();              // LCD Data Bus = Write
        return 0;                     // LCD Ready Status
    }
}
}

/*****/
/* Enable Pulse to LCD */
/*****/

void enable_lcd(void)                 // Enable Pulse
{

```

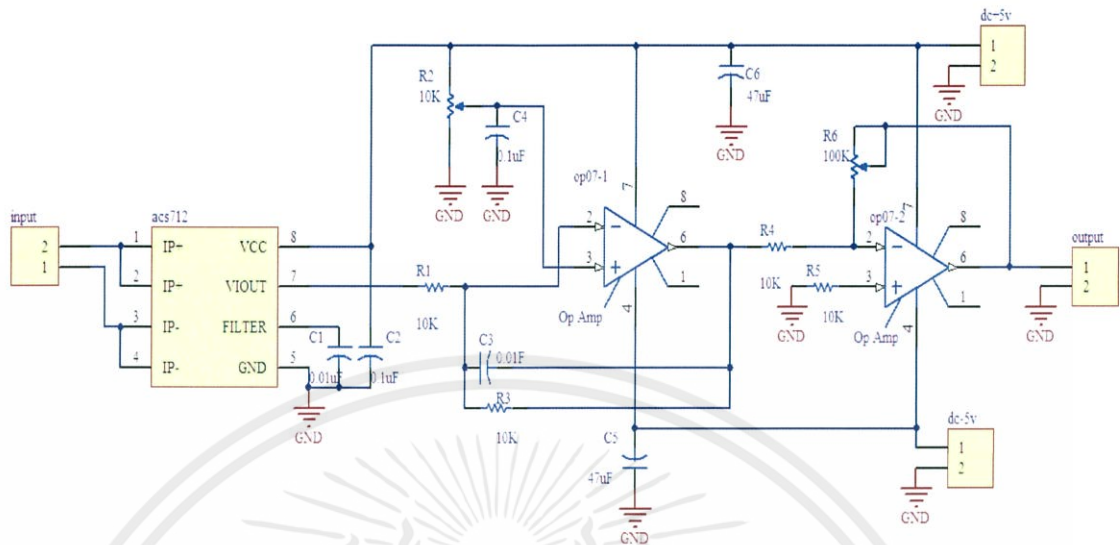
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd_en_set(); // Enable ON
for (i=0;i<10;i++);
lcd_en_clr(); // Enable OFF
}
/*****/
/* Delay Time Function */
/* 1-4294967296 */
/*****/
void delay(unsigned long int count1)
{
while(count1 > 0) {count1--;} // Loop Decrease Counter
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

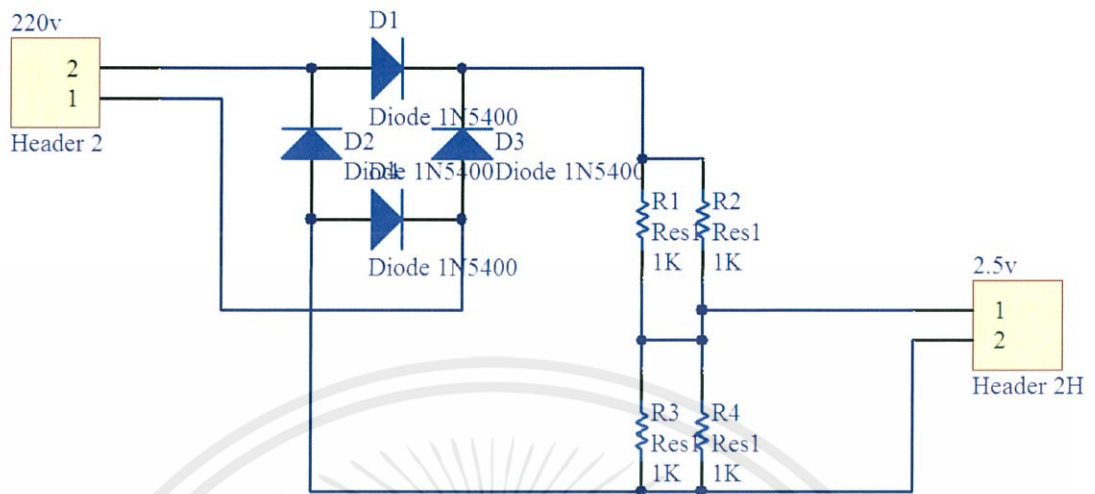


รูปที่ XXIV-1 วงจรตรวจวัดกระแส

รายการอุปกรณ์ต่างๆ

| | | |
|----------------|--------------------------------|-------------|
| 1. acs712 | current sensor | จำนวน 1 ตัว |
| 2. op07-1,2 | Op Amp | จำนวน 2 ตัว |
| 3. R1,R3,R4,R5 | ตัวต้านทานขนาด 10K. | จำนวน 4 ตัว |
| 4. R2 | ตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 10K. | จำนวน 1 ตัว |
| 5. R6 | ตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 100K. | จำนวน 1 ตัว |
| 6. C5,C6 | ตัวเก็บประจุขนาด 47uF | จำนวน 2 ตัว |
| 7. C2,C4 | ตัวเก็บประจุขนาด 0.1uF | จำนวน 1 ตัว |
| 8. C1,C3 | ตัวเก็บประจุขนาด 0.01uF | จำนวน 1 ตัว |
| 9. C6 | ตัวเก็บประจุขนาด 47uF | จำนวน 1 ตัว |
| 10. pin1-pin4 | connector 2 pin | จำนวน 4 ตัว |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

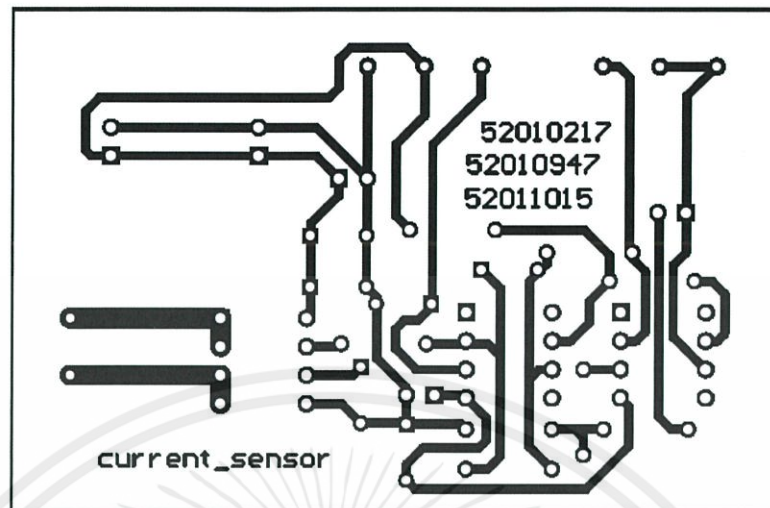


รูปที่ XXV-2 วงจรตรวจวัดแรงดัน

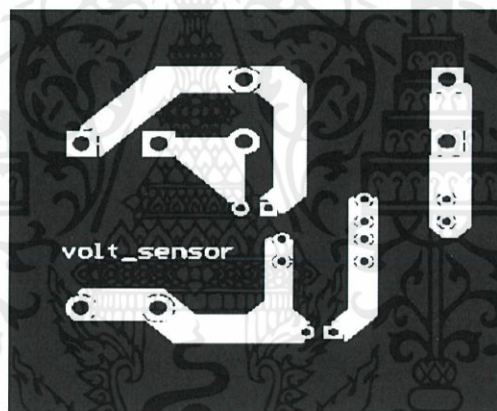
รายการอุปกรณ์ต่างๆ

- | | | |
|-----------|---------------|-------------|
| 1. R1, R2 | 270k Ω | จำนวน 2 ตัว |
| 2. R3, R4 | 2.7k Ω | จำนวน 2 ตัว |
| 3. Diode | 1N5400 | จำนวน 4 ตัว |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ XXVI-3 ลาย PCB วงจรวัดกระแส



รูปที่ XXVI-4 ลาย PCB วงจรวัดแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้