สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การจัดการระบบห้องชุด

Residence Management System

โดย

นางสาวกรนภา ปัญจะ

นายธาวิน ยงกิจจานุกิจ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62013
วัน,เดือน,ปี 25 ก.ค. 2549

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Residence Management System

BY

MS.KORNNAPA PANJA

MR.TAWIN YOUNGKITJANUKIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การจัดการระบบห้องชุด
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวกรนภา ปัญจะ รหัสนักศึกษา 44010004
	นายธาวิน ยงกิจจานุกิจ รหัสนักศึกษา 44010215
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์มนชนก ศรีเสือขาม
	อาจารย์บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2547

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(อาจารย์มนชนก ศรีเสือขาม)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

.....

(อาจารย์บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบการจัดการห้องชุด
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวกรนภา ปัญจะ รหัสนักศึกษา 44010004
	นายธาวิน ยงกิจจานุกิจ รหัสนักศึกษา 44010215
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์มนชนก ศรีเสือขาม
	อาจารย์บุญย์ชนะ ภู่ระหงษ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2547

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นระบบการจัดการระบบห้องชุด โดยมีมิเตอร์ไฟฟ้าแบบดิจิตอลในการวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าและส่งข้อมูลที่ได้จากการวัดไปสู่เครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ตอนุกรม (serial port) โดยเครื่องคอมพิวเตอร์จะใช้ในการจัดเก็บข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้า น้ำประปา และโทรศัพท์ของห้องชุดแต่ละห้อง และใช้ในการคำนวณค่าใช้ไฟฟ้า น้ำประปา และโทรศัพท์ของห้องชุดในแต่ละเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Tile	Residence Management System	
Student	Ms. Kornnapa Panja	ID. 44010004
	Mr. Tawin Youngkitjanukit	ID. 44010215
Advisor	Ms. Monchanok Srisuerkam	
	Mr. Boonchana Purahong	
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering	
Department	Information Engineering	
Academic Year	2004	

Abstract

This project is Residence Management System that has digital kilowatt-hour meter measuring electricity's quantity and sending measured quantity via serial port to computer. The computer is used to store data of consumption of electricity, water and telephone for each room of the residence. The system can calculate the monthly bills for the residence.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์ ซึ่งได้รับคำแนะนำ และชี้แนะแนวทาง จากคณาจารย์ ในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลรายละเอียด และขอบเขตต่างๆ ของโครงงานเป็นอย่างดี ตลอดมา

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ อาจารย์มนชนก ศรีเสือขาม และ อาจารย์บุญย์ชนะ ภู่ระหงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำ และเอกสารประกอบการทดลอง รวมไปถึงผู้ที่มีส่วนให้คำแนะนะ และช่วยเหลือทุกๆ ท่าน

ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ทุกคน โดยเฉพาะพี่แมว แจ็ค และอ๋อยที่ช่วยให้คำแนะนำต่างๆ ให้ยืมอุปกรณ์ และเป็นกำลังใจตลอดมาในการทำปริญญานิพนธ์

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่เคารพรักยิ่ง ที่ได้สนับสนุนด้านการเงิน และให้กำลังใจมาโดยตลอด จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้	2
1.6 ส่วนประกอบของโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 ความหมายของกำลังไฟฟ้าและตัวประกอบกำลัง	3
2.2 การสุ่มสัญญาณ	5
2.2.1 อัตราการสุ่มสัญญาณของไนควิสท์	5
2.2.2 การสุ่มสัญญาณแบบสม่ำเสมอ	9
2.3 PIC 16F877	10
2.3.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	10
2.3.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	10
2.3.3 สถาปัตยกรรมและโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	12
2.3.4 การอินเตอร์รัปต์ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	13
2.3.5 พอร์ตอินพุตเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887	14
2.3.6 พอร์ต A	14
2.3.7 พอร์ต B	17
2.3.8 พอร์ต C	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.9 พอร์ต D	22
2.3.10 พอร์ต E	24
2.3.11 โมดูล Analog to Digital Converter	26
2.4 จอภาพผลึกเหลว (LCD: liquid crystal display)	28
2.4.1 รหัสคำสั่งใน BC1602H	28
2.5 นาฬิกาเวลาจริง (real-time clock)	33
บทที่ 3 การออกแบบการทดลอง	35
3.1 หลักการทำงาน	35
3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์	36
3.2.1 ส่วนการวัดแรงดันและกระแส	37
3.2.2 ส่วนการประมวลผลและแสดงผล	39
บทที่ 4 ผลการทดลอง	40
4.1การหากำลังไฟฟ้าเมื่อโหลดเป็นความต้านทาน	40
4.1.1 การทดลองโดยใช้หลอดไส้ขนาด 100 วัตต์ 1 หลอด	41
4.1.2 การทดลองโดยใช้หลอดไส้ขนาด 100 วัตต์ 5 หลอด	41
4.2 ส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งาน	42
4.2.1 การเรียกดูข้อมูล	42
4.2.2 การแก้ไขและบันทึกข้อมูล	47
บทที่ 5 สรุป	50
5.1 สรุป	50
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินโครงงาน	50
5.3 การทำงานของ 1 เฟส ดิจิตอลกิโลวัตต์อาวร์มิเตอร์	50
5.4 เปรียบเทียบราคาของกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์กับราคาของดิจิตอลกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์	51
5.5 แนวทางแก้ไขและพัฒนา	51
บรรณานุกรม	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะรูปคลื่นระหว่างกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า	4
2.2 การสุ่มสัญญาณ $x(t)$	6
2.3 สัญญาณมอดูเลตระหว่าง $x(t)$ กับ $p(t)$	6
2.4 ฟูเรียร์ทรานฟอร์มของสัญญาณ	7
2.5 สเปกตรัมของสัญญาณที่มีค่า $f_s - f_M < f_M$	8
2.6 การสุ่มสัญญาณไซน์ด้วยความถี่ค่าต่างๆ กัน	8
2.7 แสดงสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877	12
2.8 โครงสร้างขา RA0-RA3 และ RA5ของพอร์ต A ในไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F887	15
2.9 โครงสร้างขา RA4 ของพอร์ต A ในไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877	16
2.10 โครงสร้างของขาสัญญาณ RB0-RB3	18
2.11 โครงสร้างของขาสัญญาณ RB4-RB7	19
2.12 โครงสร้างของพอร์ต C ในไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877	22
2.13 โครงสร้างของพอร์ต D ในไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877	23
2.14 โครงสร้างของพอร์ต E ในไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877	24
2.15 แอดเดรสของหน่วยความจำข้อมูลแสดงผลขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด	32
2.16 ไอซี PCF8583	34
3.1 แผนผังการทำงานของโครงงาน	35
3.2 แผนผังการทำงานของมิเตอร์	36
3.3 วงจรวัดสัญญาณแรงดัน	37
3.4 วงจรวัดกระแสไฟฟ้า	38
3.5 ขั้นตอนการทำงานของดิจิตอลกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์	39
4.1 กราฟสัญญาณเอาท์พุตที่ออกจากวงจรแรงดัน	40
4.2 การทดลองโดยใช้หลอดไส้ขนาด 100 วัตต์ 10 หลอด	42
4.3 หน้าจอเมนูหลักเมื่อเริ่มเปิดใช้งานโปรแกรม	42
4.4 หน้าจอการเรียกดูข้อมูล	43
4.5 หน้าจอการเรียกดูข้อมูลผู้เช่าปัจจุบัน	44
4.6 หน้าจอการเรียกดูข้อมูลผู้เช่าย้อนหลัง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 หน้าจอการเรียกดูข้อมูลห้องเช่า	46
4.8 ใบแจ้งหนี้	46
4.9 กราฟแสดงสถิติการใช้ไฟฟ้าและน้ำประปาแบบรายเดือน	47
4.10 หน้าจอการแก้ไขและบันทึกข้อมูล	48
4.11 การบันทึกข้อมูลผู้เช่าเมื่อย้ายเข้า	48
4.12 การลบข้อมูลผู้เช่าเมื่อย้ายออก	49
4.13 หน้าจอบันทึกการใช้น้ำประปาและโทรศัพท์	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สรุปหน้าที่การทำงานของขาพอร์ต C ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	21
2.2 หน้าที่การทำงานของขาพอร์ต E ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	25
2.3 การกำหนดสภาวะการทำงานของขาสัญญาณต่างๆ	28
2.4 การกำหนดคำสั่งควบคุมการเลื่อนตัวชี้ตำแหน่งและตัวอักษร	30
2.5 การกำหนดการแสดงผลบนจอภาพผลึกเหลว	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีดิจิตอลได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในหลายๆด้าน จึงนำประโยชน์ของเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้กับการจัดการห้องชุด เนื่องจากในระบบเก่าที่ใช้อยู่จะให้คนไปตรวจดูหน่วยของมิเตอร์ไฟฟ้า แล้วนำตัวเลขที่ได้ไปหักลบกับตัวเลขเดิมจากครั้งที่แล้ว เพื่อคำนวณออกมาเป็นจำนวนเงิน ดังนั้นเราจึงมีความคิดที่จะทำกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์แบบดิจิตอล ซึ่งสามารถส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม(serial port) ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถเก็บข้อมูลของผู้ใช้แต่ละห้อง ช่วยทำให้ลดเวลาในการจดบันทึกหน่วยของมิเตอร์ไฟฟ้า และความผิดพลาดในการคำนวณค่าใช้จ่ายอันเกิดเนื่องจากคน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบการจัดการระบบห้องชุดให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2.2 เพื่อลดเวลาและปัญหาอันเนื่องมาจากความผิดพลาดอันเกิดจากคน

1.2.3 เพื่อเก็บข้อมูลของผู้ใช้ได้ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอื่นๆได้

1.2.4 เพื่อศึกษาการสร้างกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์แบบดิจิตอล

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 สามารถวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยใช้กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์แบบดิจิตอลและส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม (serial port) ได้

1.3.2 สามารถจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลของผู้ใช้ได้

1.3.3 สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายของห้องชุดแต่ละห้องได้

1.3.4 สามารถแสดงสถิติการใช้ไฟฟ้าของแต่ละห้องได้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในห้องชุด หอพัก คอนโดมีเนียม และอื่นๆได้

1.4.2 ทำให้ระบบการจัดการของห้องชุดมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

1.4.3 สามารถลดเวลาในการจดบันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบเก่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 สามารถขจัดปัญหาการคำนวณค่าใช้จ่ายที่ผิดพลาดเนื่องจากคน

1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

1.5.1 ฮาร์ดแวร์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาโปรแกรมที่มีการต่อเชื่อมกับมิเตอร์ไฟฟ้าแบบดิจิตอล
2. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับเป็นฐานข้อมูล
3. มิเตอร์ไฟฟ้าแบบดิจิทัล

1.5.2 ซอฟต์แวร์

1. ระบบจัดการฐานข้อมูล SQL Server 2000
2. โปรแกรมสำหรับติดต่อกับผู้ใช้งาน Visual Basic 6.0
3. ภาษา Basic ในการติดต่อกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

1.6 ส่วนประกอบของโครงงาน

เอกสารของโครงงานฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาทั้งหมดออกเป็น 5 ส่วน โดยในบทที่ 1 จะเป็นการกล่าวแนะนำโครงสร้างของโครงงานทั้งหมด อย่างคร่าวๆ ทั้งในด้าน หลักการเบื้องต้น ขอบเขตของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน รวมไปถึงขั้นตอนการทำงาน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการเบื้องต้น ในบทต่อๆไป จะเป็นการกล่าวถึงเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

บทที่ 3 การออกแบบการทดลอง

บทที่ 4 ผลการทดลอง

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความหมายของกำลังไฟฟ้า, ตัวประกอบกำลัง, ตัวควบคุม (Controller), การใช้งานจอภาพผลึกเหลว (LCD: liquid crystal display) และนาฬิกาเวลาจริง (real-time clock)

2.1 ความหมายของกำลังไฟฟ้าและตัวประกอบกำลัง

ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง กำลังไฟฟ้า P ที่ใช้ไปในความต้านทานที่โหลด R จะมีค่าเป็นดังนี้

$$P = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R} \quad \text{(วัตต์)} \qquad (2.1)$$

โดย V เป็นแรงดันตกคร่อมโหลด และ I เป็นกระแสที่ไหลผ่าน

ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ไปในโหลดที่ขณะใดขณะหนึ่ง โดยที่แรงดันตกคร่อมโหลดเท่ากับ $v(t) = V_m \sin \omega t$ และกระแสที่ไหลผ่านโหลดเท่ากับ $i(t) = I_m \sin(\omega t - \phi)$ มีค่าเป็น

$$p(t) = V_m I_m \sin^2 \omega t \quad \text{(วัตต์)} \qquad (2.2)$$

จะได้

$$p(t) = \left(\frac{V_m}{I_m}\right)\left(1 - \cos^2 \omega t\right) \quad \text{(วัตต์)} \qquad (2.3)$$

กำลังไฟฟ้าขณะใดขณะหนึ่งมีค่าไม่คงที่ แปรค่าตามเวลาอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (average power) หากำลังไฟฟ้าที่ใช้ไปจริงๆ ในวงจรกระแสไฟฟ้าสลับ

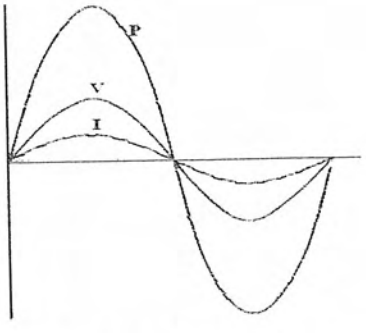
$$P_{av} = VI \cos \phi \quad \text{(วัตต์)} \qquad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ อาจจะประกอบไปด้วยค่าความเหนี่ยวนำ (inductance) ค่าความจุ (capacitance) หรือค่าความต้านทาน (resistor) ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 2.1 (ก), (ข) และ (ค) ตามลำดับ

(ก) โหลดชนิดความเหนี่ยวนำ

(ข) โหลดชนิดความจุ



(ค) โหลดชนิดความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 ลักษณะรูปคลื่นระหว่างกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า [1]

จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้น จะเห็นได้ว่าโดยทั่วไปแล้วกำลังเฉลี่ยในกรณีของไฟฟ้ากระแสสลับแสดงโดยผลคูณของแรงดันประสิทธิผลที่คร่อมโหลดกับกระแสประสิทธิผลที่ไหลผ่านโหลดและค่า cos ของมุมระหว่างเฟสของแรงดันกับกระแส ซึ่งกำลังเฉลี่ยนี้จะมีค่าเท่ากับกำลังที่ใช้ไปในวงจรกระแสไฟฟ้าสลับจึงเรียกว่า กำลังประสิทธิผล (active power) ส่วนกำลังไฟฟ้าที่ขณะใดขณะหนึ่งซึ่งมีค่าเท่ากับ $P = VI\sin\phi$ ซึ่งเป็นกำลังที่ถ่ายเทไปมาระหว่างต้นกำเนิดกำลังกับรีแอคแตนซ์ของโหลดโดยไม่มีการสิ้นเปลืองไป เรียกว่า กำลังรีแอคตีฟ (reactive power) ส่วนเทอม VI เรียกว่า กำลังที่ปรากฏ (apparent power) และค่า $\cos\varphi$ เรียกว่า ตัวประกอบกำลัง (power factor)

2.2 การสุ่มสัญญาณ

ในการประมวลผลหรือวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าแบบดิจิตอล หัวใจสำคัญชุดแรกก็คือวงจรการแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นดิจิตอล ค่าของสัญญาณแต่ละค่า จะได้มาจากการแปลงสัญญาณของวงจรเอทูดี ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นการสุ่มสัญญาณอนาลอก ณ ที่เวลาใดเวลาหนึ่ง ที่วงจรเอทูดีเริ่มต้นทำการแปลงสัญญาณ อัตราการสุ่มนี้จะมีผลต่อความถูกต้องระหว่างสัญญาณอนาลอกและสัญญาณดิจิตอล ถ้าอัตราการสุ่มสัญญาณมีค่าสูง จะทำให้สัญญาณดิจิตอลที่ได้มีค่าผิดเพี้ยนจากค่าจริงน้อย แต่ถ้าอัตราการสุ่มสัญญาณมีค่าต่ำ ก็จะทำให้สัญญาณดิจิตอลที่ได้มีค่าผิดเพี้ยนมาก ทำให้การประมวลผลหรือวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าได้ไม่ถูกต้องตามความจริง

2.2.1 อัตราการสุ่มสัญญาณของไนควิสท์

โดยปกติสัญญาณไฟฟ้าจะมีค่าเปลี่ยนไปตามเวลา คือ เป็นฟังก์ชั่นของเวลา สัญญาณไฟฟ้าสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

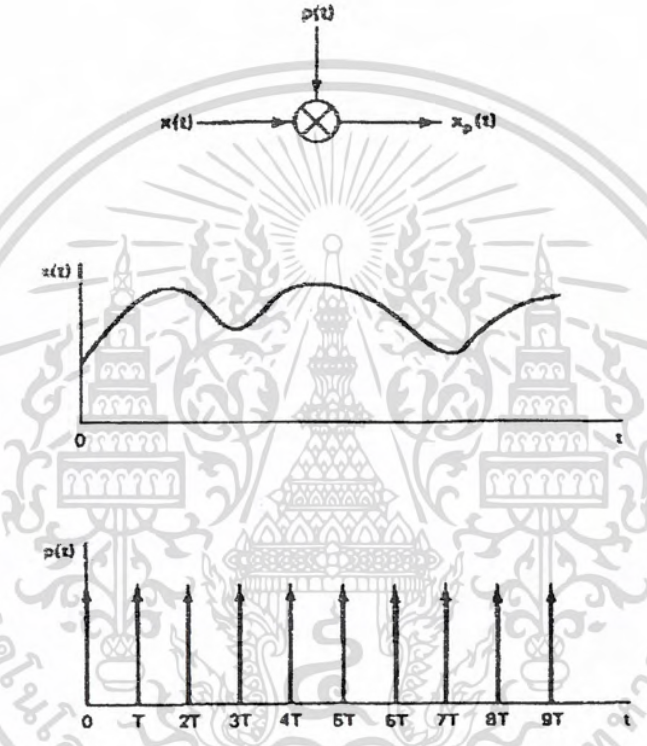
1. สัญญาณต่อเนื่อง คือ สัญญาณที่มีค่าต่อเนื่องตลอดเวลาโดยที่สัญญาณนี้จะถูกเรียกว่าสัญญาณอนาลอก

2. สัญญาณไม่ต่อเนื่อง คือ สัญญาณที่มีค่าเป็นช่วงๆ สัญญาณจะมีค่าเฉพาะบางช่วงเวลาเท่านั้น โดยเวลาจะมีค่าไม่ต่อเนื่อง ปกติแล้วสัญญาณไม่ต่อเนื่องจะอยู่ในรูปของลำดับของตัวเลข

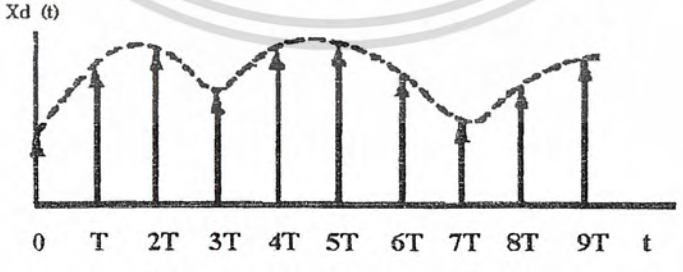
ลักษณะของการสุ่มสัญญาณแสดงดังรูป 2.2 สัญญาณ $x(t)$ จะเป็นสัญญาณอนาลอกทั่วไป สัญญาณ $p(t)$ เป็นสัญญาณอินพัลส์ เป็นช่วงเปรียบเสมือนสัญญาณพาหะ มีช่วงเวลาระหว่างอิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัลส์ เท่ากับ T ถ้านำสัญญาณทั้งสองมามอดดูเลตกัน โดยให้ขนาดของสัญญาณถูกจำกัดด้วยขนาดของสัญญาณ $x(t)$ จะได้สัญญาณ $x_p(t)$ ดังรูปที่ 2.3 สัญญาณอินพัลส์ที่ได้ใหม่นี้จะมีขนาดตามสัญญาณอนาลอก $x(t)$ เป็นการพิจารณาในโดเมนของเวลา สัญญาณที่กล่าวมานี้ ถ้าพิจารณาในโดเมนของความถี่โดยวิธีฟูเรียร์ทรานฟอร์ม (Fourier Transform) จะได้สัญญาณตามรูปที่ 2.4

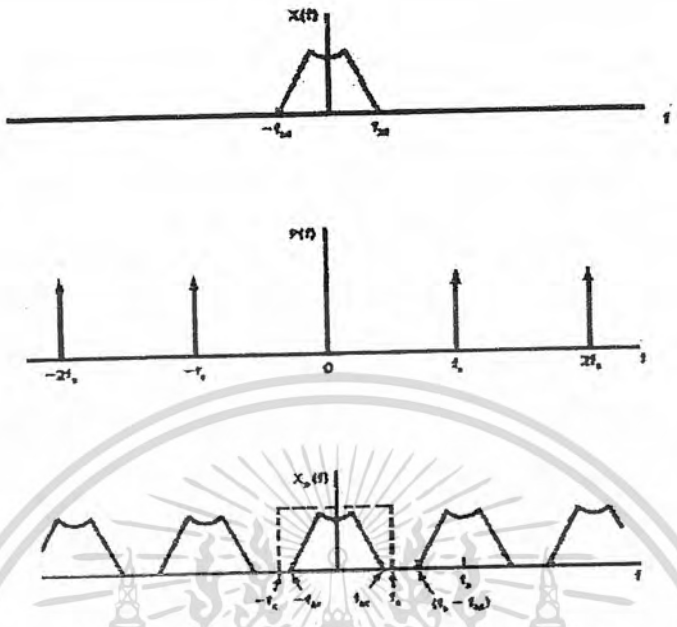


รูปที่ 2.2 การสุ่มสัญญาณ $x(t)$



รูปที่ 2.3 สัญญาณมอดูเลตระหว่าง $x(t)$ กับ $p(t)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



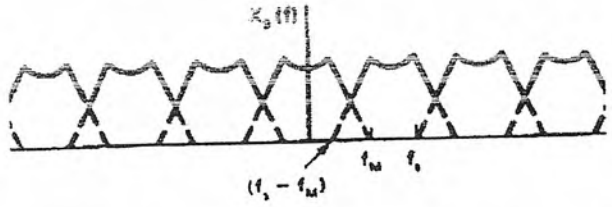
รูปที่ 2.4 ฟูเรียร์ทรานฟอร์มของสัญญาณ

สัญญาณ $X(f)$ จะแทนสเปกตรัมความถี่ของสัญญาณอนาลอก $x(t)$ จะเห็นได้ว่า $X(f)=0$ ที่ความถี่สูงกว่าความถี่ f_M นั่นคือสัญญาณ $x(t)$ จะไม่มีส่วนประกอบของสัญญาณที่มีความถี่สูงกว่าความถี่ f_M สัญญาณ $p(f)$ จะแทนสเปกตรัมของสัญญาณอินพัลส์ $p(t)$ โดยมีระยะห่างเท่ากับความถี่ของสัญญาณอินพัลส์ $p(t)$ ซึ่งความถี่ของสัญญาณอินพัลส์ก็คือความถี่ในการสุ่มสัญญาณนั่นเอง ใช้สัญลักษณ์ f_s (sampling frequency) สัญญาณ $X_p(f)$ แทนสเปกตรัมของสัญญาณที่ได้มอดดูเลตแล้ว $x_p(t)$ โดยจะมีรูปร่างเหมือนกับสัญญาณ $X(f)$ แต่จะมีจำนวนหลายๆ รูปตามจำนวนของสัญญาณอินพัลส์โดยมีระยะห่างเท่ากับความถี่ในการสุ่มสัญญาณ (f_s)

การรวบรวมค่าสเปกตรัมทั้งหมดในโดเมนความถี่ คือการคืนสภาพของสัญญาณอนาลอก $x(t)$ จากสัญญาณที่ได้สุ่มมา เพื่อที่จะให้ได้สัญญาณคืนสภาพกลับมาได้อย่างถูกต้อง ความถี่คัทออฟของวงจรกรองความถี่ต่ำแสดงเป็นเส้นประในรูปที่ 2.4 จะต้องมีค่ามากกว่าความถี่ f_M เพื่อที่จะไม่ให้สเปกตรัมของสัญญาณเหลื่อมล้ำกัน ความถี่ในการสุ่มสัญญาณ f_s จะต้องมีค่า

$$f_s - f_M \geq f_M \text{ หรือ } f_s \geq 2f_M$$

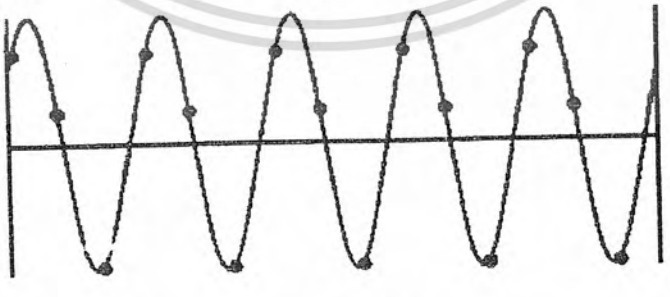
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 สเปกตรัมของสัญญาณที่มีค่า $f_s - f_M < f_M$

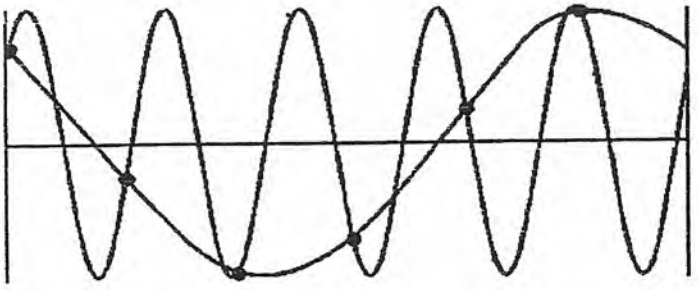
เมื่ออัตราการสุ่มสัญญาณมีความถี่น้อยกว่า 2 เท่าของสัญญาณที่จะวัด $f_s < 2f_M$ แสดงว่า $f_s < f_M$ มีค่าน้อยกว่า f_M สเปกตรัมของสัญญาณจะเกิดการเหลื่อมล้ำกัน แสดงดังรูปที่ 2.5 ทำให้การคืนสภาพของสัญญาณอนาลอก $x(t)$ จากสัญญาณที่ได้สุ่มมานั้นมีค่าผิดพลาดขึ้น ค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากอัตราการสุ่มสัญญาณมีความถี่น้อยกว่า 2 เท่าของสัญญาณที่ต้องการวัดนี้เรียกว่า Aliasing หรือ Frequency Aliasing ลักษณะของการเกิด Aliasing สามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 2.6

(ก) ความถี่การสุ่มสัญญาณเท่ากับ 6 เท่าของสัญญาณไซน์



(ข) ความถี่การสุ่มสัญญาณเท่ากับ 3 เท่าของสัญญาณไซน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) ความถี่การสุ่มสัญญาณเท่ากับ 1.2 เท่าของสัญญาณไซน์

รูปที่ 2.6 การสุ่มสัญญาณไซน์ด้วยความถี่ค่าต่างๆ กัน

จากรูปที่ 2.6 ความถี่ในการสุ่มสัญญาณที่มีค่ามากกว่า 2 เท่าของสัญญาณความถี่ไซน์ จะทำให้สัญญาณที่ได้จากการสุ่มนี้มีความถี่เท่าเดิม และถ้าความถี่ในการสุ่มสัญญาณยิ่งมีค่ามาก ความผิดเพี้ยนของสัญญาณยิ่งมีค่าน้อยลง จากรูปที่ 2.6 (ค) ความถี่ในการสุ่มสัญญาณมีค่า 1.2 เท่าของสัญญาณไซน์ (น้อยกว่า 2 เท่า) มีผลทำให้เกิด Aliasing $f_s = 2f_M$ เรียกความถี่นี้ว่า ความถี่ไนควิสท์ (Nyquist frequency) หรืออัตราการสุ่มของไนควิสท์ (Nyquist Sampling Rated) ในการป้องกันไม่ให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลสัญญาณผิดพลาดอันเนื่องมาจาก Aliasing จึงมีการต่อวงจรกรองความถี่ต่ำให้กับสัญญาณที่ต้องการจะวัด เรียกวงจรนี้ว่า Anti-Aliasing Filter โดยให้มีจุดคัทออฟต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของความถี่ที่ใช้ในการสุ่มสัญญาณ โดยสรุปแล้วทฤษฎีในการสุ่มสัญญาณจะต้องมีการจำกัดแถบความถี่ของสัญญาณ และความถี่ในการสุ่มสัญญาณจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความถี่ของสัญญาณที่ต้องการวัด

2.2.2 การสุ่มสัญญาณแบบสม่ำเสมอ

หลักการส่วนใหญ่ทางคณิตศาสตร์ของทฤษฎีประมวลผลสัญญาณดิจิตอล จะสมมติให้อัตราการสุ่มสัญญาณมีค่าสม่ำเสมอ (Uniformly Sampling or Periodic Sampling) โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ T ในทางปฏิบัติการแปลงสัญญาณ Continuous-Time ให้เป็น Discrete-Time จะใช้ไอซีเอทูดี (Analog to Digital Converter) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ จากรูปที่ 2.2 สัญญาณ $p(t)$ คือสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมให้เอทูดีเริ่มต้นการแปลงสัญญาณ หรือสัญญาณ Star of Conversion ของเอทูดีนั่นเอง สัญญาณ $p(t)$ ได้มาจากระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวสั่ง เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีการทำงานเป็นแบบวนลูป ดังนั้นช่วงเวลาในการสุ่ม T จึงมีค่าเท่ากันตลอด ทำให้สามารถประมวลสัญญาณได้ตามหลักการประมวลผลสัญญาณดิจิตอลทั่วไป แต่ในกรณีที่ค่า T มีค่าไม่เท่ากันตลอด เนื่องมาจากการเขียนโปรแกรมควบคุมไม่ดีจะทำให้การสุ่มสัญญาณเป็นแบบไม่สม่ำเสมอ (Non-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

uniformly Sampled Signal) ลำดับข้อมูลดิจิตอลที่ได้จึงไม่สามารถนำมาคำนวณตามหลักการประมวลผลสัญญาณดิจิตอลทั่วไป หรือฟูเรียร์ทรานฟอร์มได้

2.3 ตัวควบคุม (Controller)

2.3.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์อีกเบอร์หนึ่งของตระกูล PIC (Peripheral Interface Controller) ซึ่งมีศักยภาพในการทำงานสูงและในคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นี้ คือ เพียบพร้อมไปด้วยทรัพยากรหรือฟังก์ชันการใช้งานต่างๆไว้ภายในตัวมันเอง เช่น มีโมดูล (Module) แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (ADC), USART, SPI, I^2C, PWM เป็นต้น และหน่วยความจำโปรแกรมเป็นหน่วยความจำแบบแฟลช (Flash Program Memory) ซึ่งสามารถเขียนและลบข้อมูลได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้าได้นับหลายพันครั้ง และยังมีจุดเด่นอีกประการของ PIC 16F877 คือ เรื่องความเร็วโดยสามารถทำงานได้ที่ความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงถึง 40 เมกะเฮิรตซ์ (MHz) และมีวงจร PLL (Phase Lock Loop) ซึ่งเป็นวงจรคูณความถี่ ในการอยู่ภายในโดยเลือกจากโปรแกรมทางซอฟท์แวร์ ซึ่งสามารถคูณค่าความถี่ที่รับเข้ามาได้ถึง 4 เท่าของสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกทั้งยังทำงานในลักษณะแบบไปป์ไลน์ (Pipe Line) ทำให้มีความเร็วทำงานมากกว่าซีพียูทั่วไปที่ค่าความถี่เดียวกันโดยในลักษณะการทำงานจะใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 หรือ 2 ไซเคิล ต่อคำสั่งเท่านั้นและหน่วยความจำไม่ถูกแบ่งเป็นเพจ (Page) อีกต่อไป

2.3.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

สามารถสรุปคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 ได้ดังต่อไปนี้

1. มีชุดคำสั่ง 35 คำสั่ง
2. ในการปฏิบัติงานคำสั่งต่างๆจะใช้ Cycle เดียว และ 2 Cycle ในคำสั่งที่เป็นการกระโดด
3. ความถี่สูงสุดที่ทำงานได้คือ 20 MHz
4. การทำงานจะเป็นลักษณะไปป์ไลน์ Pipeline ทำให้มีการทำงานที่เร็วขึ้น
5. หน่วยความจำโปรแกรมแฟลช (FLASH Program Memory) มีขนาด 8k (14-Bit Words)
6. หน่วยความจำข้อมูล (RAM) 368 ไบต์
7. หน่วยความจำข้อมูล (EEPROM) 256 ไบต์
8. สามารถตอบสนองการอินเตอร์รัพได้ถึง 14 แหล่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. STACK 8 ระดับ
10. เพาเวอร์ออนรีเซต (POR) ,เพาเวอร์อัปไทเมอร์ (PWRT) และ Oscillator Start-Up Timer
11. Watchdog Timer
12. สามารถเลือกการป้องกันข้อมูลได้ (Code Protection)
13. โหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)
14. เลือกโหมดของสัญญาณนาฬิกาได้หลายโหมด
15. สามารถโปรแกรมโดยใช้แรงดัน +5 โวลต์ได้
16. ฟังก์ชันการโปรแกรมแบบ ICSP(In-Circuit Serial Programming)
17. ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2.0 ถึง 5.5 โวลต์
18. Timer/Counter จำนวน 3 ตัว คือ Timer0 , Timer1 และ Timer2
19. โมดูล Capture/Compare/PWM จำนวน 2 ชุด
20. Analog to Digital Converter ความละเอียด 10 บิต 8 แชนเนล ภายในตัว
21. มีโมดูลการสื่อสาร USART
22. มีโมดูลตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยง Brown-out reset (BOR)
23. มีพอร์ต I/O 5 พอร์ตประกอบด้วย A,B,C,D และ E แต่ละพอร์ตจะมีจำนวนบิตไม่เท่ากันซึ่งรวมแล้วจะมี I/O จำนวน 33 บิต

    PORTA = RA0-RA5 จำนวน 6 บิต

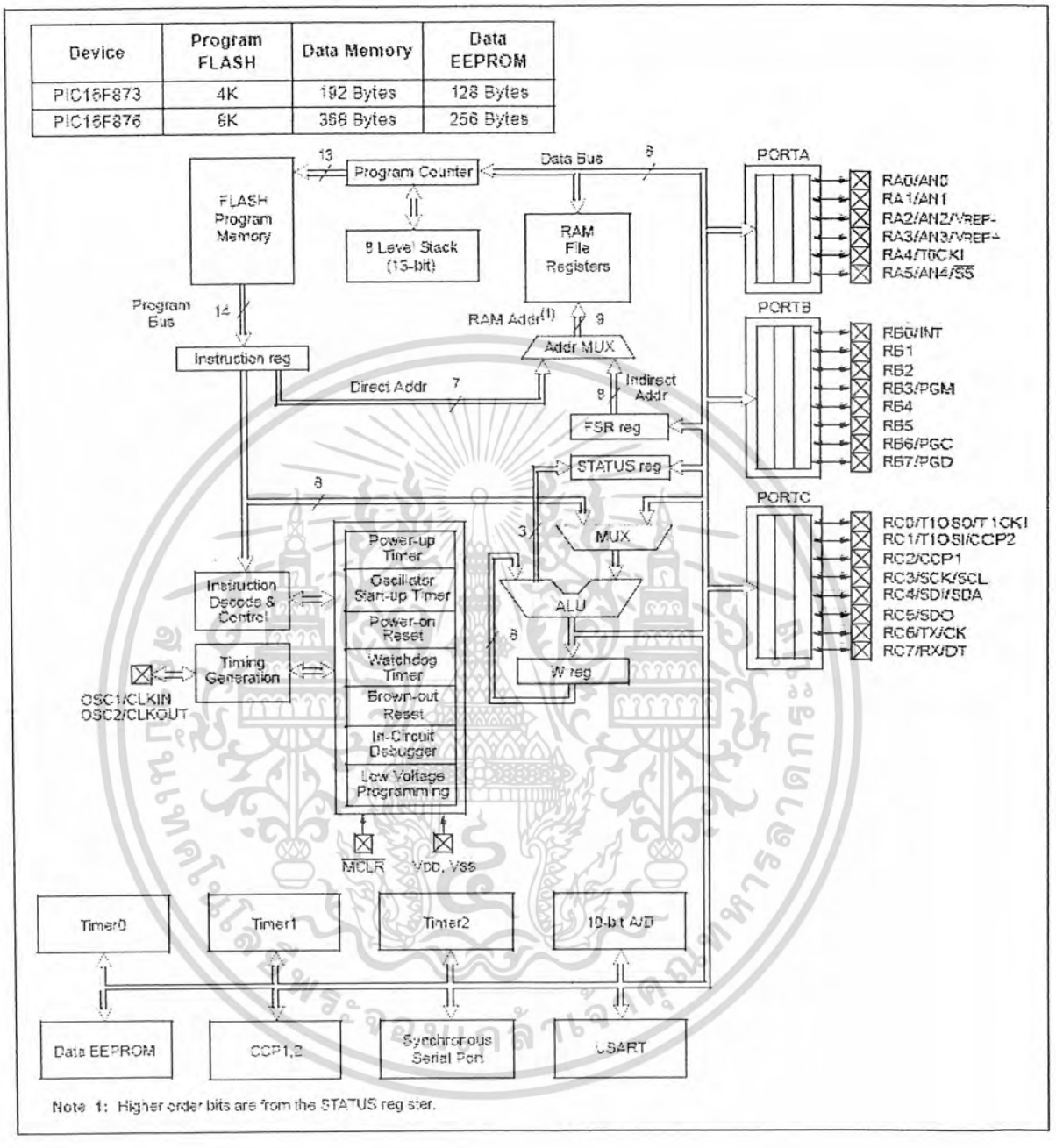
    PORTB = RB0-RB7 จำนวน 8 บิต

    PORTC = RC0-RC7 จำนวน 8 บิต

    PORTD = RD0-RD7 จำนวน 8 บิต

    PORTE = RE0-RE2 จำนวน 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877

2.3.3 สถาปัตยกรรมและโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีสถาปัตยกรรมแบบฮาร์วาร์ด (Harvard Architecture) โดยลักษณะของสถาปัตยกรรมแบบนี้จะเป็นการแยกหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลออกจากกันทำให้ทำงานได้เร็วขึ้น และนอกจากนั้นยังมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเด่นอีกอย่าง คือ การทำงานแบบไปป์ไลน์ (Pipe Line) ซึ่งลักษณะการทำงานคือ สามารถเฟตช์ (Fetch) คำสั่งถัดไปได้ในขณะที่กำลังเอ็กซิคิวต์ (Execute) อยู่ จึงทำให้การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ทำงานได้เร็วขึ้น การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มจากการป้อนไฟเลี้ยงและป้อนสัญญาณนาฬิกาจากนั้นซีพียูจะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมเพื่อที่จะอ่านข้อมูลคำสั่งแล้วทำงานตามคำสั่งที่บรรจุอยู่ในหน่วยความจำโปรแกรม เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามคำสั่งที่กำหนดให้ข้อมูลของชุดคำสั่งจะถูกนำไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์คำสั่ง (Instruction Register) จากนั้นจะถูกส่งไปยังวงจรถอดรหัสเพื่อทำการควบคุมไทเมอร์ทั้งหมดภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ยังส่งไปควบคุมหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Logic Unit : ALU) โดยผ่านทางด้านวงจรมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) ด้วยการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เป็นหน้าที่ของส่วนกำเนิดจังหวะการทำงาน (Timing Generation) ซึ่งจะทำงานสัมพันธ์กับไทเมอร์ 3 ตัว คือ ออสซิเลเตอร์สตาร์ทอัปไทเมอร์ วอตช์ด็อกไทเมอร์ และเพาเวอร์อัปไทเมอร์

2.3.4 การอินเตอร์รัปต์ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

การอินเตอร์รัปต์ (Interrupt) หรือการขัดจังหวะการทำงานของซีพียู นับเป็นคุณสมบัติที่ต้องมีในไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ และเป็นคุณสมบัติที่มีบทบาทสำคัญมากเมื่อนำไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างระบบควบคุมอัตโนมัติ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 สามารถกำเนิดและตอบสนองต่ออินเตอร์รัปต์ได้ถึง 15 แหล่ง ดังนี้

- จากไทเมอร์ 3 แหล่งคือ การเกิดค่าเกินหรือโอเวอร์โฟลว์ในไทเมอร์ 0 และ ไทเมอร์ 1 อีกแหล่งหนึ่งจากไทเมอร์ 2
- จากการเขียนหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอมเสร็จสมบูรณ์ 1 แหล่ง
- จากโมดูลเปรียบเทียบ - ตรวจจับสัญญาณ และ PWM หรือ CCP 2 แหล่ง
- จากโมดูลสื่อสารอนุกรม (USTART) 2 แหล่งคือ เกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อรับและส่งข้อมูลสมบูรณ์
- จากพอร์ต B 2 แหล่ง คือ จากสัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอกที่ขา RB0/INT และการเปลี่ยนแปลงลอจิกที่ขา RB4 - RB7
- จากโมดูลเชื่อมต่ออนุกรมแบบซิงโครนัส 2 แหล่ง คือ จากการทำงานของโมดูลเชื่อมต่ออนุกรมแบบซิงโครนัส, จากการชนกันของข้อมูลในส่วนเชื่อมต่อระบบบัส I^2C
- จากโมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล 1 แหล่ง
- จากการทำงานของพอร์ตขนานเสริม (PSP) 1 แหล่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีเงื่อนไขของการเกิดอินเตอร์รัปต์เป็นจริง จะมีการเซตแฟลกของการอินเตอร์รัปต์นั้นๆขึ้น (ชื่อของแฟลกจะลงท้ายด้วยตัวอักษร F) จากนั้นจะตรวจสอบว่า มีการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์นั้นๆ หรือไม่ (ชื่อของการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์จะเหมือนกับชื่อแฟลกแต่ลงท้ายด้วยตัวอักษร E) เช่น หากเกิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์เข้ามาที่ขา RB0/INT แฟลก INTF จะเซต และถ้าหากมีการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์แบบนี้ ซึ่งตรวจสอบจากบิต INTE และมีการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์รวมไว้ก็จะเกิดการทำอินเตอร์รัปต์ขึ้นในระบบ นั่นหมายความว่า การจะกำหนดให้เกิดอินเตอร์รัปต์ขึ้นได้ต้องมีการเตรียม 4 ขั้นตอน คือ

1. เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์รวม โดยการเซตบิต GIE ในรีจิสเตอร์ INTCON หากบิตนี้ไม่มีการเซต จะไม่มีทางเกิดอินเตอร์รัปต์ขึ้นได้ แม้ว่าเงื่อนไขในการเกิดอินเตอร์รัปต์ของแหล่งกำเนิดต่างๆ จะเป็นจริง และมีการเอ็นเอเบิลแหล่งกำเนิดการอินเตอร์รัปต์แล้วก็ตาม
2. เอ็นเอเบิลแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์
3. เขียนโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์ ซึ่งมีค่าแอดเดรสอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์อยู่ที่ 0x0004
4. รอคอยให้เงื่อนไขการเกิดอินเตอร์รัปต์ในลักษณะต่างๆ เกิดขึ้น

2.3.5 พอร์ตอินพุตเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887

PIC16F887 มีพอร์ตให้ใช้งานทั่วไปได้ถึง 5 พอร์ต และด้วยความสามารถของพอร์ตใน PIC16F887 ที่สามารถทำงานได้หลายอย่าง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ใช้งานต้องทำความเข้าใจถึงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์และการกำหนดหรือเลือกฟังก์ชันการทำงานให้แก่ขาพอร์ตแต่ละขาด้วยกระบวนการทางซอฟท์แวร์ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถใช้งานพอร์ตทั้งหมดของ PIC16F887 ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และแต่ละพอร์ตมีรีจิสเตอร์สามตัวที่ใช้ดำเนินการ คือ

- TRIS register (รีจิสเตอร์เข้าถึงข้อมูลโดยตรง)
- PORT register (อ่านระดับจากขาของอุปกรณ์)
- LAT register (ค่าแลทช์ที่ออกมา)

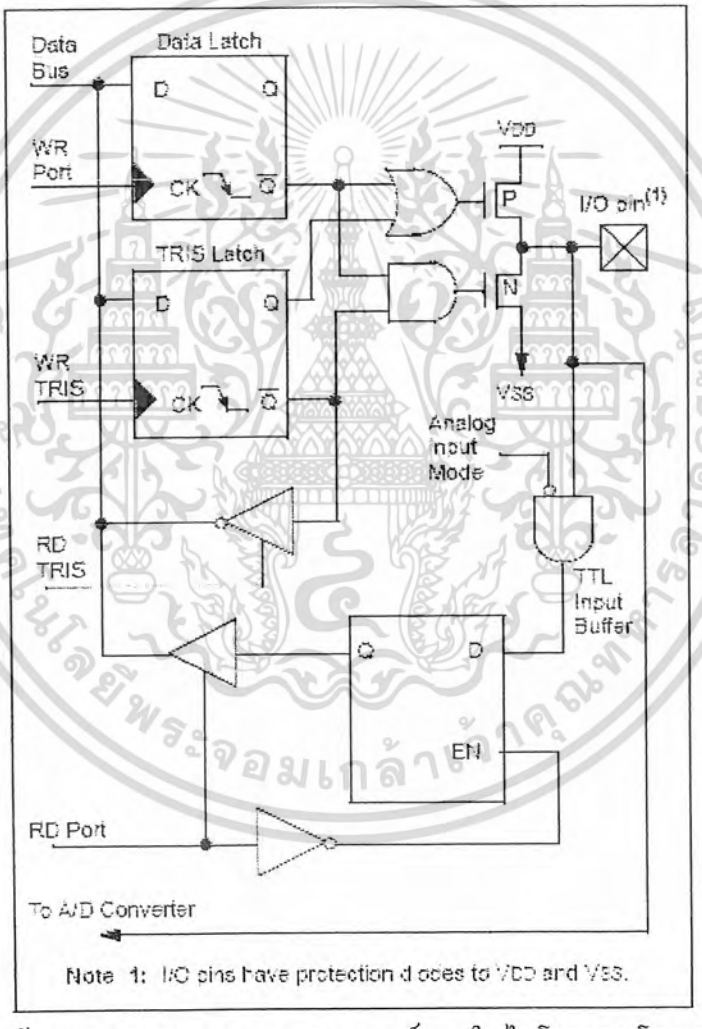
2.3.6 พอร์ต A

มีทั้งสิ้น 6 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง การกำหนดทิศทางของพอร์ตนี้ต้องกระทำผ่านรีจิสเตอร์ TRIS A หากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตในบิตใดเป็นอินพุตต้องเขียนข้อมูล “1” ไปยังบิตนั้น และในทางตรงกันข้าม หากต้องการกำหนดให้เป็นขาเอาท์พุตก็ต้องเขียนข้อมูล “0” ไปยังบิตนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

พอร์ต A ยังสามารถทำงานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติและเป็นขาอินพุตสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 10 บิตภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยขา RA0-RA3 และ RA5 จะมีการทำงานที่เหมือนกัน ส่วน RA4 จะแตกต่างตรงที่ขานี้นอกจากเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติแล้วยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับไทเมอร์ 0 ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย และขา RA4 นี้ ไม่สามารถใช้งานเป็นขาอินพุตรับสัญญาณอะนาลอกได้

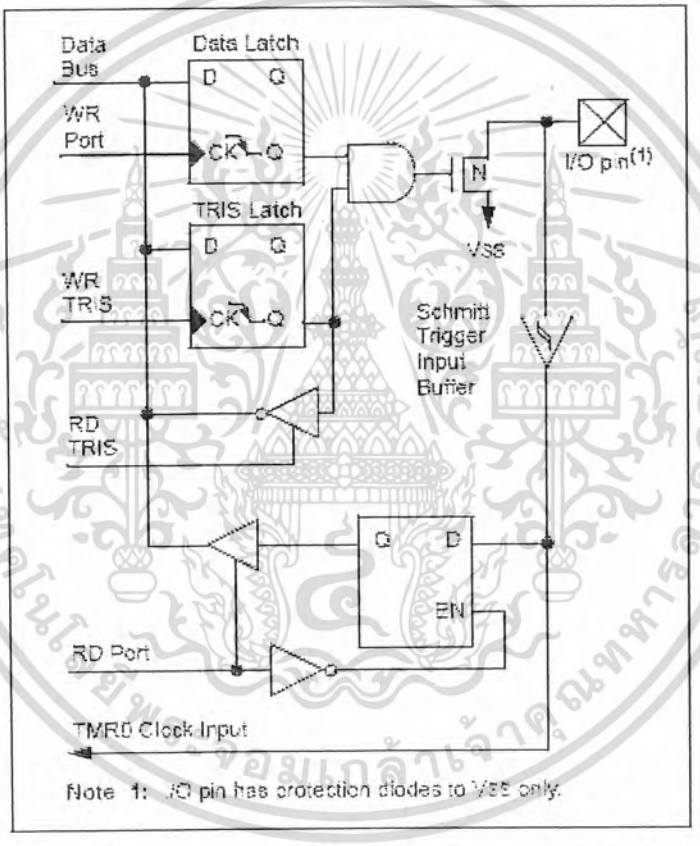


รูปที่ 2.8 โครงสร้างขา RA0-RA3 และ RA5ของพอร์ต A ในไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F887

ในรูปที่ 2.8 แสดงไดอะแกรมของพอร์ต A ในบิต RA0-RA3 และ RA5 จะเห็นได้ว่าที่ขาพอร์ตจะมีแอนด์เกตทำหน้าที่เลือกลักษณะการทำงานของขาพอร์ตเมื่อเป็นขาอินพุต หากเลือกให้ขาพอร์ตนี้เป็นขาพอร์ตอินพุตดิจิตอล สัญญาณเลือกโหมดอินพุตอะนาลอกจะต้องเป็นลอจิก “0”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าหากต้องการกำหนดให้เป็นขาอินพุตสัญญาณอะนาลอก สัญญาณเลือกโหมดต้องเป็นลอจิก "1" สัญญาณอะนาลอกที่ป้อนเข้ามายังขานี้ จะผ่านเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล หรือวงจรเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอกโดยตรง เมื่อขาพอร์ต RA0-RA3 ทำงานเป็นขาพอร์ตอินพุตดิจิตอล จะสามารถรับสัญญาณดิจิตอลระดับทีทีแอล (0-5V) ได้โดยตรง หากทำงานเป็นเอาท์พุตจะสามารถขับโหลดที่ต้องการกระแส 20 mA ได้ หากนำมาขับ LED ต้องต่อตัวต้านทานจำกัดกระแส หรือถ้าใช้ไฟเลี้ยง 3V ก็จะขับ LED ได้โดยตรง



รูปที่ 2.9 โครงสร้างขา RA4 ของพอร์ต A ในไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877

ในรูปที่ 2.9 เป็นไดอะแกรมของขาพอร์ต RA4/TCK1 โดยขานี้จะเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติและขาอินพุตรับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกของโมดูลไทเมอร์ 0 วงจรอินพุตบัฟเฟอร์ที่ขาพอร์ตนี้เป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์ ทั้งนี้เพื่อจัดการให้สัญญาณอินพุตที่เข้ามามีความสมบูรณ์มากที่สุด และจะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัปค่าประมาณ 4.7k - 10k ที่ขานี้เสมอเมื่อใช้งานเป็นอินพุต ในกรณีที่ใช้งานเป็นพอร์ตเอาท์พุตจะเป็นแบบเดรนเปิด (open drain) ถ้าหากเปรียบเทียบกับวงจรทรานซิสเตอร์ก็คือ วงจรคอลเลกเตอร์เปิด (open collector) นั่นเอง ในการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานจึงต่อตัวต้านทานอนุกรมกับโหลดและไฟเลี้ยงของโหลด โดยปกติหากไม่มีความจำเป็นควรกำหนดให้ขา RA4/T0CK1 นี้เป็นอินพุตจะดีที่สุด โดยต้องต่อตัวต้านทานพูลอัปเสมอ หรือถ้าหากจำเป็นต้องใช้เป็นเอาท์พุตก็ต้องไม่ลืมว่า ขานี้เป็นเอาท์พุตแบบเดรนเปิด ต้องต่อขับโหลดในกระแสซิงก์เท่านั้น

2.3.7 พอร์ต B

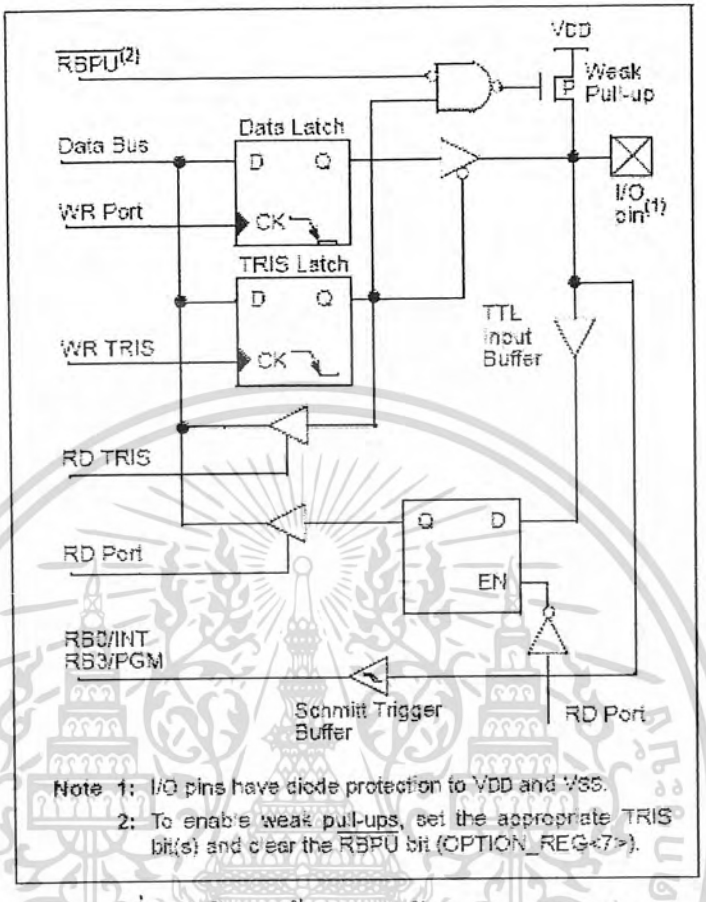
พอร์ต B จะมีจำนวนขาสัญญาณทั้งหมด 8 บิต กำหนดชื่อขาเป็น RB0-RB7 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ PORTB ส่วนการกำหนดทิศทางของพอร์ตนี้กระทำผ่านรีจิสเตอร์ TRISB บิต 0 ของ TRISB ใช้กำหนดทิศทางของขาพอร์ต RB0 ไล่เรียงลำดับจนถึงบิต 7 ของ TRISB ใช้กำหนดทิศทางของขาพอร์ต RB7 หากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตในบิตใดเป็นอินพุตต้องเขียนข้อมูล "1" ไปยังบิตนั้น ในทางตรงกันข้ามหากต้องการกำหนดให้เป็นขาเอาท์พุตให้เขียนข้อมูล "0" ไปยังบิตนั้น

2.3.7.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

1. เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติ
2. เป็นขาอินพุตสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอก โดยใช้ขา RB0 / INT
3. เป็นขาพอร์ตอินพุตสำหรับแรงดันโปรแกรมระดับต่ำ (low voltage programming) โดยใช้ขา RB3/PGM
4. เป็นขาที่ใช้งานในส่วนของ In-Circuit Debugger และเป็นขาสัญญาณนาฬิกาในฟังก์ชันการโปรแกรมข้อมูล CPU โดยใช้ขา RB6/PGC
5. เป็นขาที่ใช้งานในส่วนของ In-Circuit Debugger และเป็นขาสัญญาณข้อมูลในฟังก์ชันการโปรแกรมข้อมูล CPU โดยใช้ขา RB7/PGD

62013

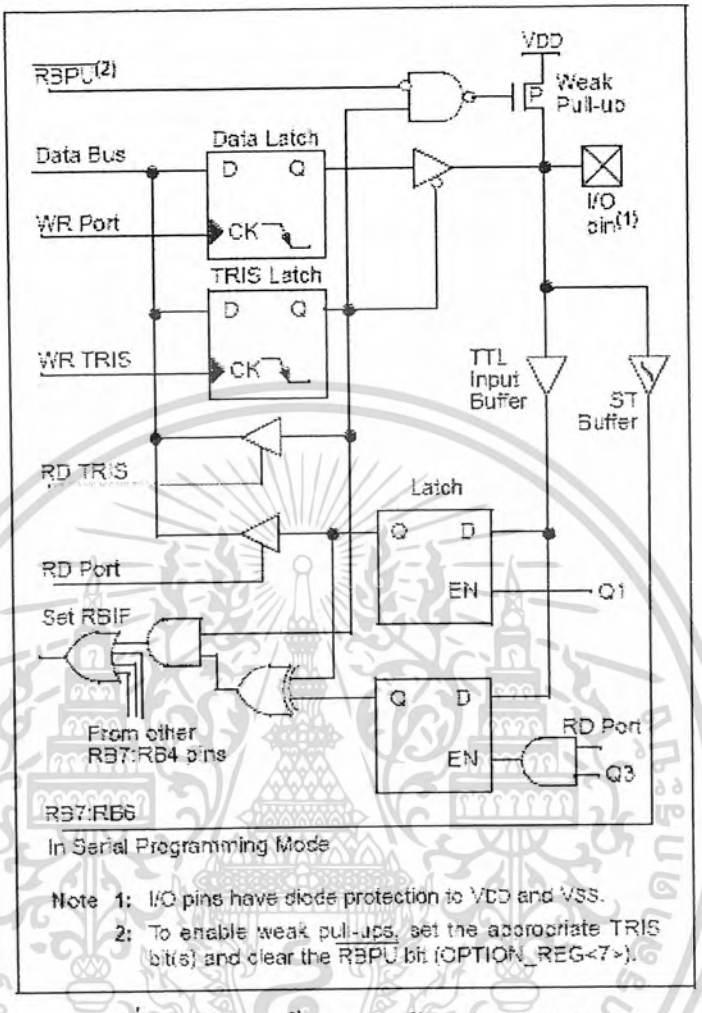
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 โครงสร้างของขาสัญญาณ RB0-RB3

ในรูปที่ 2.10 แสดงไดอะแกรมของพอร์ต B ในบิต RB0-RB7 จะเห็นได้ว่าที่ขาพอร์ตจะมีวงจรพูลอัปแบบโปรแกรมต่ออยู่ นั่นคือหากต้องการกำหนดให้เป็นขาอินพุต ต้องทำการเขียนข้อมูล “0” ไปยังบิต RPBU ในรีจิสเตอร์ OPTION_REG เพื่อเอ็นเอเบิลวงจรพูลอัปภายในขาพอร์ต B ในขณะที่หากกำหนดเป็นเอาท์พุต การพูลอัปที่ขาพอร์ต B นี้จะถูกยกเลิกโดยอัตโนมัติ นอกจากนั้นการพูลอัปนี้จะได้รับการยกเลิกเมื่อเกิดเพาเวอร์ออนรีเซตขึ้น ในกรณีใช้ขา RB0 / INT เพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอก สัญญาณจะผ่านเข้าไปยังวงจรบัฟเฟอร์แบบชมิตต์ทริกเกอร์เพื่อให้ได้สัญญาณที่มีความแม่นยำและเสถียรภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 โครงสร้างของขาสัญญาณ RB4-RB7

รูปที่ 2.11 เป็นไดอะแกรมของขาพอร์ต RB4-RB7 โดยขาพอร์ตในกลุ่มนี้มีความสามารถพิเศษพอสมควร โดยสามารถเลือกให้ทำงานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติ, ขาอินพุตรับแรงดันสำหรับการโปรแกรม, ขาสัญญาณสำหรับการโปรแกรม และทำงานเป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์ในแบบตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่ขาพอร์ต RB4-RB7

2.3.8 พอร์ต C

พอร์ต C จะมีขาสัญญาณทั้งหมด 8 ขา ซึ่งทุกขาจะเป็นแบบ bit-directional คือ สามารถทำงานได้ทั้ง 2 ทิศทาง โดยเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ TRISC เหมือนกับพอร์ตอื่นๆที่ผ่านมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.8.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

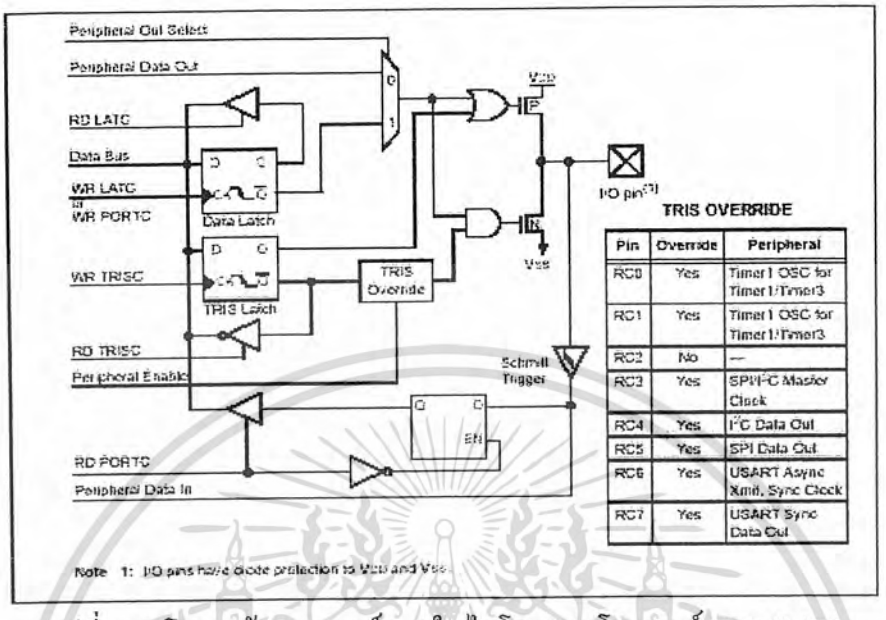
พอร์ต C สามารถใช้งานในลักษณะต่างๆได้หลายรูปแบบ และเป็นขาพอร์ตที่มีความสามารถสูงมาก ไม่ว่าจะเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติ, ขาอินพุตเอาท์พุตออสซิลเลเตอร์ของโมดูลไทเมอร์1, ขาอินพุตสำหรับสัญญาณนาฬิกาของโมดูลไทเมอร์1, ขาเชื่อมต่อระบบบัส I^2C, ขาเชื่อมต่อแบบ SPI (Serial Peripheral Interface), ขาเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมแบบ USART, ขาอินพุตวงจรแคปเจอร์ (capture) หรือวงจรตรวจจับสัญญาณ, ขาเอาท์พุตของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณ (compare) และขาเอาท์พุตวงจร PWM (Pulse Width Modulation) อาจกล่าวได้ว่าพอร์ต C เป็นพอร์ตสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก (peripheral function port) ที่มีความสมบูรณ์แบบมากที่สุด สามารถสรุปหน้าที่การทำงานที่หลากหลายของขาพอร์ต C ดังในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อขา	การทำงาน
RC0/T1OSO/T1CKI	- ขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตบิต 0 ของพอร์ต C - เอาท์พุตวงจรออสซิเลเตอร์ของไทเมอร์ 1 (T1OSO) - อินพุตรับสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 1 (T1CKI)
RC1/T1OSI/CCP2	- ขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตบิต 1 ของพอร์ต C - อินพุตวงจรออสซิลเลเตอร์ของไทเมอร์ 1 (T1OSI) - อินพุตแคปเจอร์หรือวงจรตรวจจับสัญญาณของโมดูล CCP2 - เอาท์พุตวงจรเปรียบเทียบของโมดูล CCP2 - เอาท์พุต PWM2 ของโมดูล CCP2
RC2/CCP1	- ขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตบิต 2 ของพอร์ต C - อินพุตแคปเจอร์หรือวงจรตรวจจับสัญญาณของโมดูล CCP1 - เอาท์พุตวงจรเปรียบเทียบของโมดูล CCP1 - เอาท์พุต PWM ของโมดูล CCP1
RC3/SCK/SCL	- ขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตบิต 3 ของพอร์ต C - ขาสัญญาณนาฬิกาอนุกรมของระบบ SPI (SCK) - ขาสัญญาณนาฬิกาอนุกรมของระบบ I^2C (SCL)
RC4/SDI/SDA	- ขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตบิต 4 ของพอร์ต C - ขาข้อมูลอินพุตอนุกรมของระบบ SPI (SDI) - ขาข้อมูลอนุกรมของระบบบัส I^2C (SDA)
RC5/SDO	- ขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตบิต 5 ของพอร์ต C - ขาข้อมูลเอาท์พุตอนุกรมของระบบ SPI (SDO)
RC6/TxD/CK	- ขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตบิต 6 ของพอร์ต C - ขาส่งข้อมูลพอร์ตอนุกรม USART (TxD) - ขาสัญญาณนาฬิกาซิงโครนัส (CK)
RC7/RxD/DT	- ขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตบิต 7 ของพอร์ต C - ขารับข้อมูลพอร์ตอนุกรม USART (RxD) - ขาสัญญาณข้อมูลซิงโครนัส (DT)

ตารางที่ 2.1 สรุปหน้าที่การทำงานของขาพอร์ต C ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 โครงสร้างของพอร์ต C ในไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877

ในรูปที่ 2.12 แสดงไดอะแกรมของพอร์ต C จะเห็นได้ว่ามีสัญญาณควบคุมการทำงานของขาพอร์ตมากมาย ทั้งนี้เนื่องจากขาพอร์ต C สามารถทำงานได้หลากหลายนั่นเอง สัญญาณควบคุมที่สำคัญคือ สัญญาณเลือกการทำงานระหว่างเป็นพอร์ตปกติหรือเป็นขาเชื่อมต่ออุปกรณ์ (Port/Peripheral Select) และสัญญาณควบคุมการส่งข้อมูลของวงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์ (Peripheral Output Enable) สำหรับของวงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ส่งออกและรับเข้ามาจะผ่านทางขาพอร์ตปกติ แต่เมื่อผ่านวงจรสำหรับเลือกสัญญาณข้อมูลแล้ว สายสัญญาณข้อมูลของพอร์ต (data bus) กับข้อมูลของวงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์ (peripheral output/peripheral input) จะแยกกัน

ขาพอร์ต RC3-RC4 ทั้ง 2 ขานี้มีความสามารถพิเศษตรงที่สามารถใช้งานเป็นขาเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรมแบบซิงโครนัสได้อีกด้วย ทั้งนี้วงจรอินพุตบัฟเฟอร์ของขาพอร์ต C นี้เป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์ทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อจัดการให้สัญญาณอินพุตที่เข้ามามีความเหมาะสมและสมบูรณ์มากที่สุด และยังคงสามารถรองรับการพูลอัป
ภายในแบบอัตโนมัติได้

2.3.9 พอร์ต D

มี 8 บิต กำหนดชื่อขาเป็น RD0-RD7 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ PORTD มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x08 (แบงก์ 0) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ส่วนการกำหนดทิศทางของพอร์ตนี้กระทำผ่านรีจิสเตอร์ TRISD มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x88 (แบงก์ 1) มีขนาด 8 บิต หากต้องการกำหนดให้ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

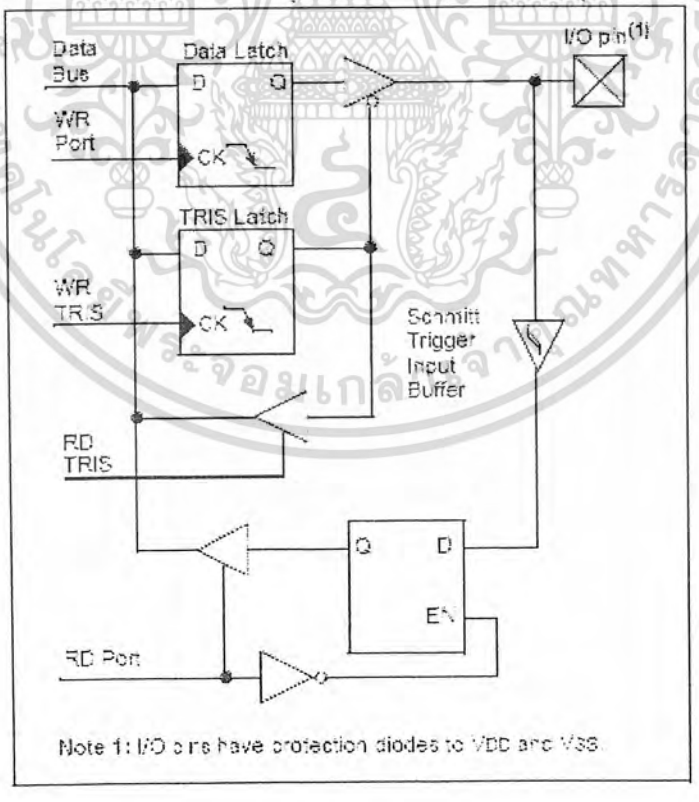
พอร์ตในบิตใดเป็นอินพุตต้องเขียนข้อมูล "1" ไปยังบิตนั้น และในทางตรงกันข้ามหากต้องการกำหนดให้เป็นขาเอาท์พุตให้เขียนข้อมูล "0" ไปยังบิตนั้น

2.3.9.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

พอร์ต D สามารถใช้งานได้ 2 โหมด คือ เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติและเป็นส่วนขยายพอร์ตแบบขนาน (Parallel Slave Port: PSP) สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกที่มีการจัดระบบบัสแบบไมโครโปรเซสเซอร์คือ มีสายข้อมูล 8 เส้น สายสัญญาณควบคุม 3 เส้น คือ สายสัญญาณควบคุมการอ่าน (RD: Read), เขียน (WR: Write) และเลือกอุปกรณ์ (CS: Chip Select)

ในรูปที่ 2.13 แสดงไดอะแกรมของพอร์ต D ซึ่งมีโครงสร้างเหมือนกันทุกบิต เมื่อทำงานในโหมดพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติ วงจรอินพุตจะเป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์ แต่เมื่อทำงานในโหมดขยายพอร์ตแบบขนานหรือ PSP วงจรอินพุตจะเปลี่ยนเป็นแบบทีทีแอล

การเลือกโหมดทำงานของพอร์ต D นี้ขึ้นกับบิต PSPMODE (บิต 4 ในรีจิสเตอร์ TRISE) ถ้าเป็น "0" เป็นการกำหนดให้พอร์ต D เป็นพอร์ตปกติ และถ้าเป็น "1" พอร์ต D จะทำงานในโหมด PSP



รูปที่ 2.13 โครงสร้างของพอร์ต D ในไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

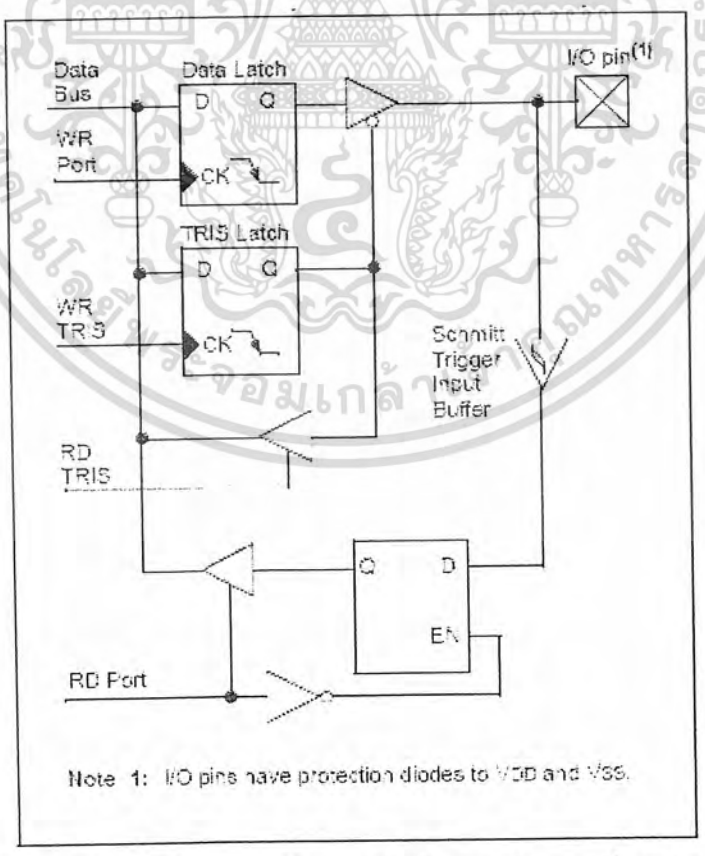
2.3.10 พอร์ต E

มี 3 บิต กำหนดชื่อขาเป็น RE0-RE2 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ PORTE เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต แต่ใช้งานเพียง 3 บิตล่างคือ บิต 0-บิต 2 เท่านั้นที่เหลือกำหนดให้เป็น "0" ส่วนการกำหนดทิศทางของพอร์ตนี้กระทำผ่านรีจิสเตอร์ TRISE มีขนาด 8 บิต โดยใช้สามบิตล่างในการกำหนดทิศทางของพอร์ต E ส่วนที่เหลือใช้ควบคุมการทำงานในโหมด PSP ของพอร์ต D

พอร์ต E สามารถใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติ, ขาอินพุตอนาลอกของโมดูลแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล และขาควบคุมการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกแบบ PSP ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการกำหนดข้อมูลของรีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของพอร์ตนี้

2.3.10.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

ในรูปที่ 2.14 แสดงไดอะแกรมของพอร์ต E ในบิต RE0-RE2 เมื่อทำงานในโหมดพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติ จะเห็นได้ว่ามีความคล้ายคลึงกับขาพอร์ตอื่นๆ ถ้าหากทำงานในโหมดพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติ วงจรอินพุตของพอร์ตนี้จะเป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์ ในขณะที่หากทำงานในโหมดการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล วงจรอินพุตจะเปลี่ยนเป็นแบบทีทีแอล



รูปที่ 2.14 โครงสร้างของพอร์ต E ในไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงแม้ว่าพอร์ต E จะมีจำนวนเพียง 3 บิต แต่สามารถเลือกรูปแบบการทำงานได้มากถึง 3 แบบ คือ เป็นพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติ, อินพุตสำหรับวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ขนาด 10 บิตในไมโครคอนโทรลเลอร์ และพอร์ตสัญญาณควบคุมสำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ในโหมด PSP ดังนั้นในการเลือกรูปแบบการทำงานต้องระมัดระวังเช่นเดียวกับพอร์ต C ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

ชื่อขา	การทำงาน
RE0/RD/AN5	- ขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตบิต 0 ของพอร์ต E - ขาควบคุมการอ่านข้อมูลสำหรับส่วนขยายพอร์ตแบบขนานหรือโหมด PSP (RD) "0" = มีการอ่านข้อมูลเกิดขึ้น โดยทำการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ PORTD ในกรณีที่มีการเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อด้วย (ขา CS = "0") "1" = ไม่มีการอ่านข้อมูลเกิดขึ้น - อินพุตรับสัญญาณของอะนาลอกช่อง 5
RE1/WR/AN6	- ขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตบิต 1 ของพอร์ต E - ขาควบคุมการเขียนข้อมูลสำหรับส่วนขยายพอร์ตแบบขนานหรือโหมด PSP (RD) "0" = มีการเขียนข้อมูลเกิดขึ้น โดยเขียนข้อมูลไปยังจากรีจิสเตอร์ PORTD ในกรณีที่มีการเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อด้วย (ขา CS = "0") "1" = ไม่มีการเขียนข้อมูลเกิดขึ้น - อินพุตรับสัญญาณอะนาลอกช่อง 6
RE2/CS/AN7	- ขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตบิต 1 ของพอร์ต E -ขาเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อด้วยสำหรับส่วนขยายพอร์ตแบบขนานหรือ PSP (CS) "0" = มีการเลือกอุปกรณ์ "1" = ไม่มีการเลือกอุปกรณ์ - อินพุตรับสัญญาณอะนาลอกช่อง 7

ตารางที่ 2.2 หน้าที่การทำงานของขาพอร์ต E ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.11 โมดูล แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital Converter)

เป็นการศึกษาการใช้งานโมดูลแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งจะเป็นโมดูลที่อยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมี 8 เชนแนล (AN0-AN7) แต่ทั้ง 8 แชนเนลนี้จะไม่สามารถทำงานพร้อมกันได้ทั้งหมด โดยการทำงานจะเป็นลักษณะของการมัลติเพล็กซ์ ส่วนเรื่องของความละเอียดโมดูล A/D นี้จะมีความละเอียด 10 บิต และยังสามารถเลือกแรงดันอ้างอิงในการแปลงสัญญาณได้ ทั้งจากแรงดันไฟเลี้ยงภายใน CPU หรือแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟภายนอกโดยผ่านทางขาสัญญาณ RA2 และ RA3 โมดูล A/D นี้ยังมีลักษณะที่พิเศษอีกคือ สามารถทำงานได้แม้ว่าจะอยู่ในโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode) โดยการใช้งานในโมดูล A/D นี้จะมีรีจิสเตอร์ใช้งานหลักๆ 4 ตัว คือ

- ADRESH: เป็นรีจิสเตอร์เก็บผลลัพธ์จากการแปลงสัญญาณ A/D ในไบต์สูง
- ADRESL: เป็นรีจิสเตอร์เก็บผลลัพธ์จากการแปลงสัญญาณ A/D ในไบต์ต่ำ
- ADCON0: เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของ A/D ตัวที่ 1
- ADCON1: เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของ A/D ตัวที่ 2

ADCON0 REGISTER

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0
ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	—	ADON
bit 7							bit 0

bit 7-6 ADCS1:ADCS0: บิตเลือกอัตราส่วนของสัญญาณนาฬิกา ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณA/D

00 = FOSC/2

01 = FOSC/8

10 = FOSC/32

11 = FRC (สัญญาณนาฬิกาที่ได้มาจากวงจร RC ภายในโมดูล A/D)

bit 5-3 CHS2:CHS0: เป็นบิตที่ใช้ มัลติเพล็กซ์ เพื่อเลือกขาสัญญาณอินพุตอนาล็อก

000 = channel 0, (RA0/AN0)

001 = channel 1, (RA1/AN1)

010 = channel 2, (RA2/AN2)

011 = channel 3, (RA3/AN3)

100 = channel 4, (RA5/AN4)

101 = channel 5, (RE0/AN5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

110 = channel 6, (RE1/AN6)

111 = channel 7, (RE2/AN7)

bit 2 GO/DONE: A/D Conversion Status bit

ถ้า ADON = 1:

1 = เมื่อยังอยู่ในระหว่างกระบวนการแปลงสัญญาณ A/D

0 = บิตนี้จะถูกเคลียร์เป็น '0' เองโดยอัตโนมัติเมื่อการแปลงสัญญาณ A/D เสร็จสิ้น

bit 1 Unimplemented: ไม่ได้ใช้งานอ่านค่าเท่ากับ '0'

bit 0 ADON: บิตเปิด-ปิดการทำงานของโมดูล A/D

1 = เปิดการทำงานของโมดูลแปลงสัญญาณ A/D

0 = ปิดการทำงานของโมดูลแปลงสัญญาณ A/D

ADCON1 REGISTER

U-0	U-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
bit 7							bit 0

bit 7 ADFM: เป็นบิตเลือกรูปแบบการเก็บผลลัพธ์จากการแปลงสัญญาณ A/D

1 = กำหนดการเก็บผลลัพธ์แบบชิดขวา (Right justified)

0 = กำหนดการเก็บผลลัพธ์แบบชิดขวา (Left justified)

bit 6-4 Unimplemented: ไม่ได้ใช้งานอ่านค่าเท่ากับ '0'

bit 3-0 PCFG3:PCFG0: บิตเลือกการทำงานของขาสัญญาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PCFG3: PCFG0	AN7[1] RE2	AN6[1] RE1	AN5[1] RE0	AN4 RA5	AN3 RA3	AN2 RA2	AN1 RA1	AN0 RA0	VREF+	VREF-	CHAN/ Refs[2]
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	VDD	Vss	8/0
0001	A	A	A	A	VREF+	A	A	A	RA3	Vss	7/1
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	VDD	Vss	5/0
0011	D	D	D	A	VREF+	A	A	A	RA3	Vss	4/1
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	VDD	Vss	3/0
0101	D	D	D	D	VREF+	D	A	A	RA3	Vss	2/1
011x	D	D	D	D	D	D	D	D	VDD	Vss	0/0
1000	A	A	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	6/2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	VDD	Vss	6/0
1010	D	D	A	A	VREF+	A	A	A	RA3	Vss	5/1
1011	D	D	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	4/2
1100	D	D	D	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	3/2
1101	D	D	D	D	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	2/2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	VDD	Vss	1/0
1111	D	D	D	D	VREF+	VREF-	D	A	RA3	RA2	1/2

A = Analog input D = Digital I/O

ตารางที่ 2.3 การกำหนดสภาวะการทำงานของขาสัญญาณต่างๆ

2.4 จอภาพผลึกเหลว (LCD: liquid crystal display)

1. Dot Matrix LCD เป็นตัวแสดงผลในลักษณะการปิด และเปิดกับแสง ซึ่งคือส่วนที่เป็นตัวกระจกบรรจุผลึก

2. ตัวขับ (driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับผลัก LCD

3. ตัวควบคุม (controller) เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกและจัดการควบคุม LCD module ให้ทำงานแสดงผลต่างๆ เช่น การลบจอภาพ การเกิดตัวอักษร เป็นต้น

2.4.1 รหัสคำสั่งใน BC1602H

1. Clear Display

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
code	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

คำสั่งนี้เป็นการเขียนข้อมูลช่องว่างหรือ space (ASCII 20H) เข้าไปในหน่วยความจำข้อมูลแสดงผล (DDRAM: display data RAM) และตัวชี้ตำแหน่ง (cursor) จะกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งด้านบนซ้ายของจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Return Home

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
code	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

คำสั่งนี้จะทำการกำหนดแอดเดรสของหน่วยความจำข้อมูลแสดงผล (DDRAM address) ให้เป็นศูนย์ และกำหนดให้ตัวชี้ตำแหน่งแสดงอยู่ที่ตำแหน่งด้านบนซ้ายของจอภาพ โดยที่ข้อมูลที่แสดงบนจอภาพไม่เปลี่ยนแปลง

3. Entry Mode Set

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
code	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

บิต I/D จะเป็นตัวกำหนดเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้วทำให้แอดเดรสของหน่วยความจำแสดงผลเพิ่มขึ้นหรือลดลงหนึ่งตำแหน่ง โดยถ้า I/D มีค่าเป็น 0 จะลดลงหนึ่งแอดเดรส ถ้าเป็น 1 จะเพิ่มขึ้นหนึ่งแอดเดรส

บิต S เป็นการกำหนดลักษณะการแสดงผล โดยถ้า S มีค่าเป็น 0 เมื่อเกิดตัวอักษรใหม่ ตัวชี้ตำแหน่งจะเลื่อนไปทางด้านขวา ถ้า S มีค่าเป็น 1 เมื่อเกิดตัวอักษรใหม่ตัวชี้ตำแหน่งจะอยู่ที่เดิม แต่ตัวอักษรเลื่อนไปทางด้านซ้าย

4. Display ON/OFF Control

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
code	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

บิต D ใช้ควบคุมการเปิดปิดหน้าจอแสดงผล โดยถ้า D มีค่าเป็น 0 จะเป็นการปิด ถ้า D เป็น 1 จะเป็นการเปิดจอแสดงผล

บิต C ใช้ควบคุมการแสดงตัวชี้ตำแหน่งบนจอแสดงผล ถ้า C มีค่าเป็น 0 จะไม่แสดงตัวชี้ตำแหน่งถ้าเป็น 1 จะเป็นการแสดงตัวชี้ตำแหน่ง

บิต B ใช้ควบคุมการกระพริบของตัวชี้ตำแหน่ง โดยถ้า B มีค่าเป็น 0 ตัวชี้ตำแหน่งจะไม่กระพริบ ถ้าเป็น 1 จะกระพริบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Cursor or Display Shift

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
code	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	-	-

เป็นคำสั่งในการควบคุมการเลื่อนตัวชี้ตำแหน่งและตัวอักษรที่เกิดขึ้น

S/C	R/L	ลักษณะการเลื่อน
0	0	เป็นการเลื่อนตัวชี้ตำแหน่ง (cursor) ไปทางด้านซ้าย
0	1	เป็นการเลื่อนตัวชี้ตำแหน่ง (cursor) ไปทางด้านขวา
1	0	เป็นการเลื่อนตัวอักษรที่เกิดขึ้นไปทางด้านซ้าย
1	1	เป็นการเลื่อนตัวอักษรที่เกิดขึ้นไปทางด้านซ้าย

ตารางที่ 2.4 การกำหนดคำสั่งควบคุมการเลื่อนตัวชี้ตำแหน่งและตัวอักษร

6. Function Set

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
code	0	0	0	0	1	DL	N	F	-	-

บิต DL ใช้ในการกำหนดจำนวนบิตในการติดต่อ โดยถ้า DL เป็น 0 จะเป็นแบบ 4 บิต และถ้า DL เป็น 1 จะเป็นแบบ 8 บิต

บิต N ใช้ในการกำหนดจำนวนบรรทัดในการแสดงผล โดยถ้า N มีค่าเป็น 0 จะแสดง 1 บรรทัด ถ้า N เป็น 1 จะแสดง 2 บรรทัด หรือมากกว่า

บิต F ใช้ในการกำหนดความละเอียดของตัวอักษรในการแสดง โดยถ้า F มีค่าเป็น 0 จะแสดงแบบ 5x7 จุด ถ้า F มีค่าเป็น 1 จะแสดงแบบ 5x10 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N	F	No. of Display Line	Character Font	Duty Factor	Remarks
0	0	1	5x7 dots	1/8	
0	1	1	5x10 dots	1/11	
1	-	2	5x7 dots	1/16	Cannot display 2 lines with 5x10 dots character font.

ตารางที่ 2.5 การกำหนดการแสดงผลบนจอภาพผลึกเหลว

7. Set CGRAM Address

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
code	0	0	0	1	A	A	A	A	A	A
			<-- Higher Order Bits				Lower --> Order Bits			

ใน BC1602H จะมีหน่วยความจำอยู่ 2 ชุด คือ หน่วยความจำการเกิดตัวอักษร (CGRAM: Character Generator RAM) และหน่วยความจำข้อมูลแสดงผล (DDRAM: Display Data RAM) คำสั่งนี้เป็นการกำหนดแอดเดรสให้กับหน่วยความจำการเกิดตัวอักษร โดยต้องกำหนดก่อนการเขียนหรืออ่านข้อมูลจากหน่วยความจำการเกิดตัวอักษร

8. Set DDRAM Address

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
code	0	0	1	A	A	A	A	A	A	A
			<-- Higher Order Bits				Lower --> Order Bits			

เป็นการกำหนดแอดเดรสให้กับหน่วยความจำข้อมูลแสดงผล โดยจำนวนแอดเดรสที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับการตั้งค่า N ด้วย โดย

ถ้า N = 1 (1 บรรทัด) แอดเดรสจะอยู่ที่ 00H-4FH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า N = 2 (2 บรรทัด) แอดเดรสจะอยู่ที่ 00H-0FH สำหรับบรรทัดที่ 1 และ 40H-4FH สำหรับบรรทัดที่ 2 ดังรูปที่ 2.15

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	41	42	43	44	45	46	47	48	48	4A	4B	4C	4D	4E	4F

รูปที่ 2.15 แอดเดรสของหน่วยความจำข้อมูลแสดงผลขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด

9. Read Busy Flag and Address

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
code	0	0	BF	A	A	A	A	A	A	A
			<-- Higher Order Bits				Lower --> Order Bits			

เป็นคำสั่งในการอ่านค่า Busy Flag ซึ่งเป็นตัวบอกว่า BC1602H อยู่ในสภาวะใด โดยถ้า busy flag มีค่าเป็น 0 แสดงว่า BC1602H อยู่ในสภาวะที่พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่ง ถ้า busy flag มีค่าเป็น 1 แสดงว่า BC1602H อยู่ในขบวนการภายใน ไม่พร้อมที่จะรับข้อมูลหรือคำสั่งใหม่

นอกจากนี้ยังใช้เป็นคำสั่งในการอ่านค่าแอดเดรสหน่วยความจำการเกิดตัวอักษรและหน่วยความจำข้อมูลแสดงผล

10. Write Data to RAM

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
code	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D
			<-- Higher Order Bits				Lower --> Order Bits			

เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปหน่วยความจำการเกิดตัวอักษรและหน่วยความจำข้อมูลแสดงผล โดยเมื่อเขียนข้อมูลแล้วแอดเดรสจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงโดยอัตโนมัติตามคำสั่งที่กำหนดไว้ใน Entry Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. Read Data from RAM

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
code	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D
			<-- Higher Order Bits				Lower --> Order Bits			

เป็นคำสั่งอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำการเกิดตัวอักษรและ หน่วยความจำข้อมูลแสดงผล

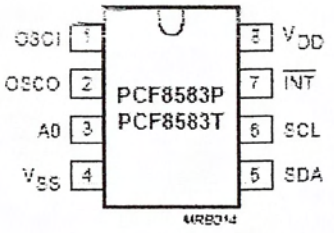
2.5 นาฬิกาเวลาจริง (real-time clock)

ไอซี PCF8583 เป็นไอซีที่ใช้ในการจับเวลาซึ่งประกอบด้วยนาฬิกาเวลาจริง/ปฏิทิน และสแตติกแรมขนาด 31 ไบต์ การติดต่อรับส่งข้อมูลกับไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นแบบอนุกรม อย่างง่าย นาฬิกาเวลาจริง/ปฏิทินจะประกอบด้วยวินาที, นาที, ชั่วโมง, วัน, เดือน และปี ในเดือนที่มีน้อยกว่า 31 วัน และปีอธิกมาสจะมีการปรับอัตโนมัติ นาฬิการสามารถทำงานได้ทั้งแบบ 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง

ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้สายสัญญาณ SCL (serial clock line) และ SDA (serial data line) ข้อมูล 1 ไบต์สามารถถ่ายโอนจากนาฬิกา/แรมในหนึ่งครั้งหรือ 31 ไบต์ต่อครั้งก็ได้ PCF8583 ได้ถูกออกแบบมาให้ทำงานที่กำลังงานต่ำกว่า 1 ไมโครวัตต์

นอกจากนี้การทำงานของไอซี PCF8583 จะประกอบไปด้วยชิฟท์รีจิสเตอร์, คอนโทรลลอจิก, ออสซิลเลเตอร์, นาฬิกาเวลาจริง และแรม ในการโอนถ่ายข้อมูลจะเริ่มต้นโดยให้สัญญาณที่ขา INTเป็นลอจิก 0 ข้อมูลขนาด 8 บิตจะถูกถ่ายลงยังชิฟท์รีจิสเตอร์ ซึ่งส่งไปพร้อมทั้งแอดเดรสและคำสั่ง ข้อมูลจะถูกนำเข้าทุกขอบขาขึ้นของพัลส์ที่ขา SCL หลังจากสัญญาณ SCL ผ่านไป 8 รอบจะทำให้คำสั่งผ่านเข้าไปยังชิฟท์รีจิสเตอร์ และสัญญาณ SCL ถัดไปจะทำให้ข้อมูลถูกส่งออกจากนาฬิกาถ้าเป็นการอ่านข้อมูล และถูกเขียนไปยังนาฬิกาถ้าเป็นการเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ไอซี PCF8583

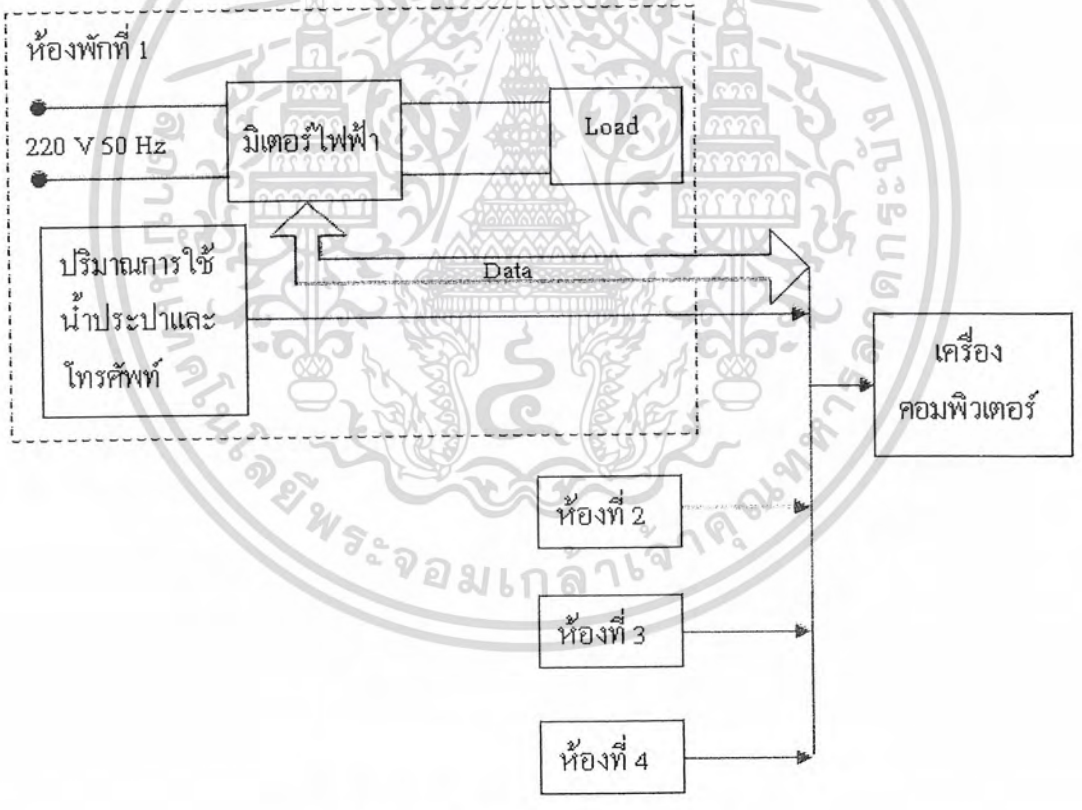
ในบทต่อไปจะกล่าวถึงการออกแบบโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ

การออกแบบการทดลองนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของดิจิตอลกิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์วัดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าและการส่งข้อมูลที่วัดได้ไปยังเรื่องคอมพิวเตอร์ และส่วนแสดงผลและเก็บข้อมูลการใช้ของห้องชุดแต่ละห้อง

3.1 หลักการทำงาน



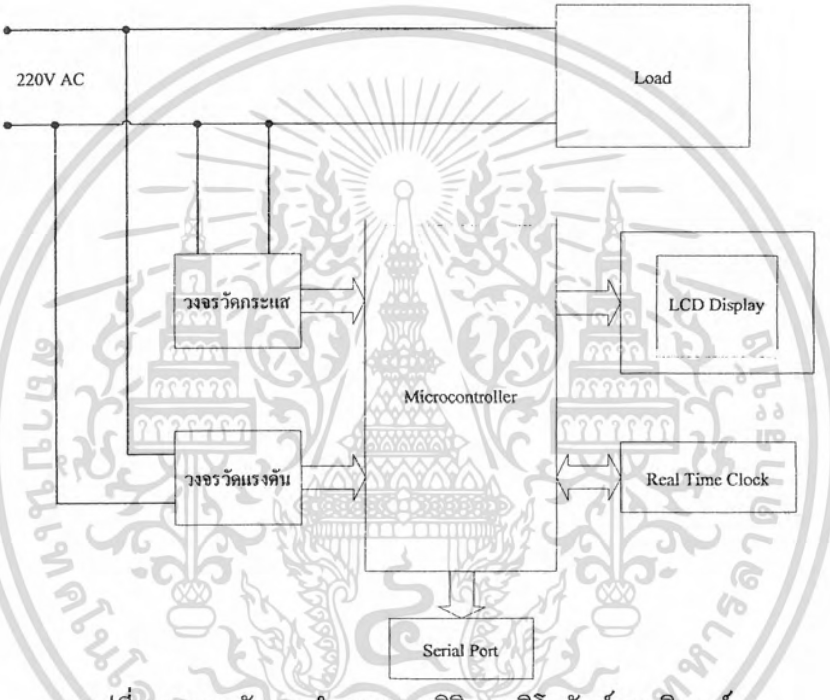
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโครงงาน

จากรูปที่ 3.1 เป็นแผนผังแสดงการทำงานของโครงงานโดยเครื่องคอมพิวเตอร์จะรับข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจากดิจิตอลกิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์แบบดิจิทัลผ่านทางพอร์ตอนุกรม และรับข้อมูลการใช้น้ำประปาและโทรศัพท์จากการจดบันทึก แล้วจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ลงในฐานข้อมูลของแต่ละห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และคำนวณค่าใช้จ่ายของแต่ละห้องในแต่ละเดือน โดยในแต่ละห้องจะมีเครื่องวัดกำลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1. ส่วนวัดแรงดัน และกระแส
2. ส่วนแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล
3. ส่วนนาฬิกาเวลาจริง
4. ส่วนประมวลผลของมิเตอร์



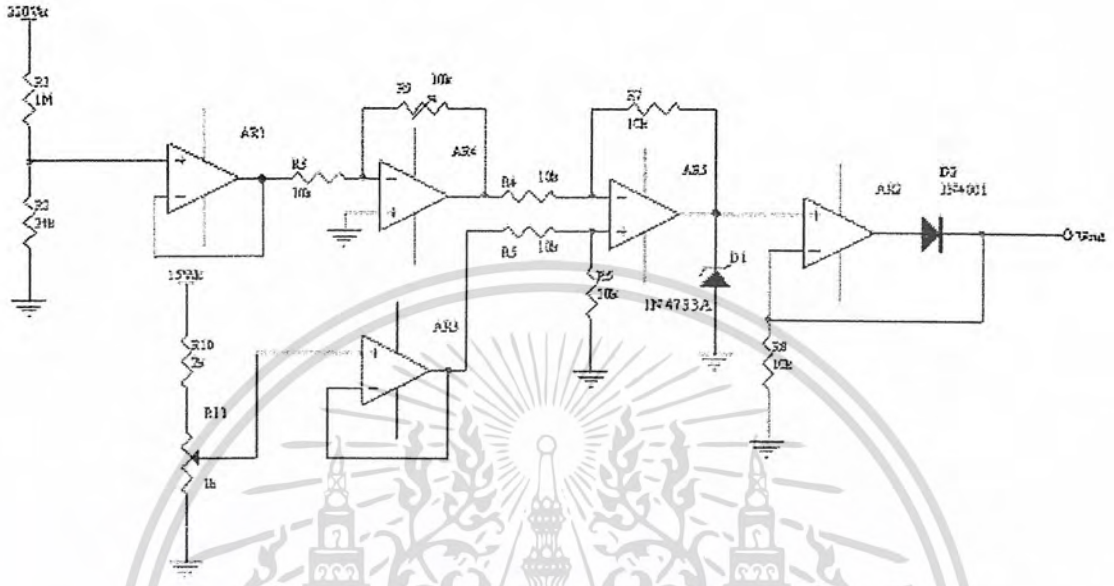
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของดิจิตอลกิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์

การออกแบบดิจิตอลกิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า และส่วนการประมวลผลและแสดงผล ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ส่วนการวัดแรงดันและกระแส

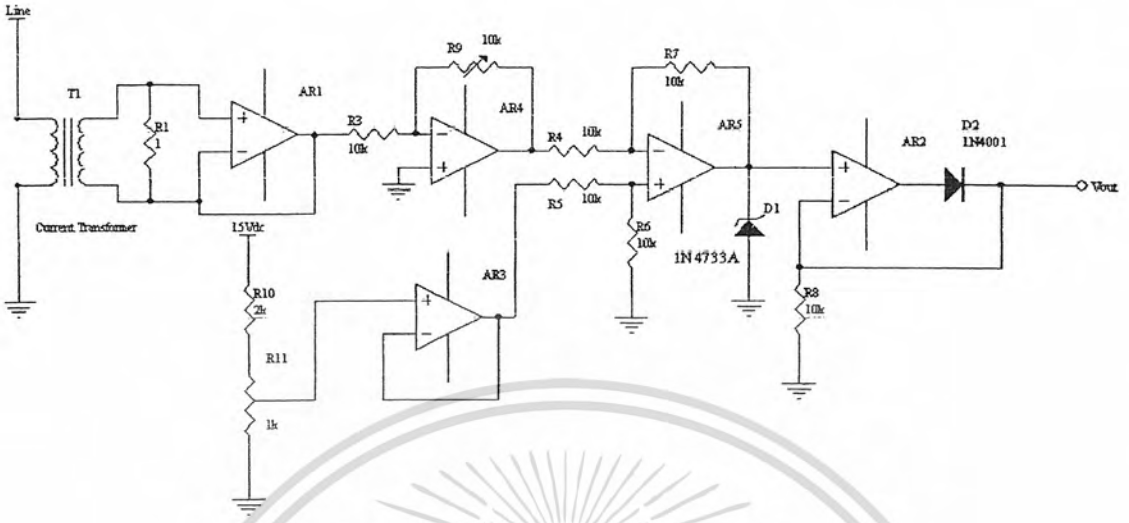


รูปที่ 3.3 วงจรวัดสัญญาณแรงดัน

จากรูปที่ 3.3 เป็นวงจรของสัญญาณแรงดันอินพุตซึ่งมีค่าประมาณ 5 โวลต์ โดยการแบ่งแรงดัน (voltage divider) ที่ด้านอินพุตของสัญญาณ แล้วนำมาลดระดับแรงดันโดยใช้ออปแอมป์ที่สามารถปรับค่าแอมปลิจูดของสัญญาณได้ โดยปรับที่ค่าความต้านทานปรับค่าได้ 10 กิโลโอห์ม เพื่อลดระดับแรงดันอีกครั้ง ให้เหลือ 5 โวลต์

แต่เนื่องจากวงจรสัญญาณแรงดันอินพุตนั้นเป็นสัญญาณแบบอนาลอก แต่ในส่วนของไมโครคอนโทรเลอร์จะรับรู้สัญญาณที่มีลักษณะเป็นดิจิตอลเท่านั้น จึงจำเป็นที่จะต้องแปลงสัญญาณกำลังไฟฟ้าที่ได้จากวงสัญญาณแรงดันซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอก ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล โดยขีดจำกัดในการแปลงสัญญาณอยู่ในช่วง 5 – 0 โวลต์ จึงจำเป็นที่ต้องทำวงจรยกระดับด้วยแรงไฟกระแสตรง (offset) ขึ้นมา โดยปรับที่ค่าความต้านทานปรับค่าได้ 1 กิโลโอห์ม ทำให้สามารถแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อส่งเข้าไมโครคอนโทรเลอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรวัดสัญญาณกระแส

จากรูปที่ 3.4 เป็นวงจรวัดสัญญาณกระแสอินพุต ซึ่งจะมีค่าไม่คงที่แล้วแต่ชนิดของโหลด โดยสัญญาณที่ได้ออกมาจะอยู่ในรูปของสัญญาณกระแส และในส่วนนี้ก็ยังสามารถที่จะปรับค่าแอมปลิจูดของสัญญาณกระแส เพื่อป้องกันการขลิบของสัญญาณเอาท์พุต โดยปรับที่ค่าความต้องทานปรับค่าได้ 10กิโลโอห์ม และจะนำมาผ่านวงจรยกระดับสัญญาณด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (offset) ซึ่งสามารถปรับค่าได้ตามต้องการ โดยปรับที่ความต้านทานปรับค่าได้ 1กิโลโอห์ม เพื่อที่จะนำสัญญาณที่ได้ไปแปลงสัญญาณจากอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ส่วนการประมวลผลและแสดงผล

รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการทำงานของดิจิตอลกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์

จากรูปที่ 3.5 เป็นขั้นตอนการทำงานของดิจิตอลกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ โดยเริ่มจากการกำหนดค่าเริ่มต้นของระบบ จากนั้นรอค่าอินพุตที่เป็นสัญญาณอนาลอก และทำการแปลงค่าให้เป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าและหน่วยการใช้ไฟฟ้า และแสดงคผลผ่านทางจอแอลซีดีและส่งผ่านพอร์ตอนุกรมเข้าคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บลงฐานข้อมูล

บทต่อไปจะกล่าวถึงผลการทดลองที่ได้จากโครงงานนี้

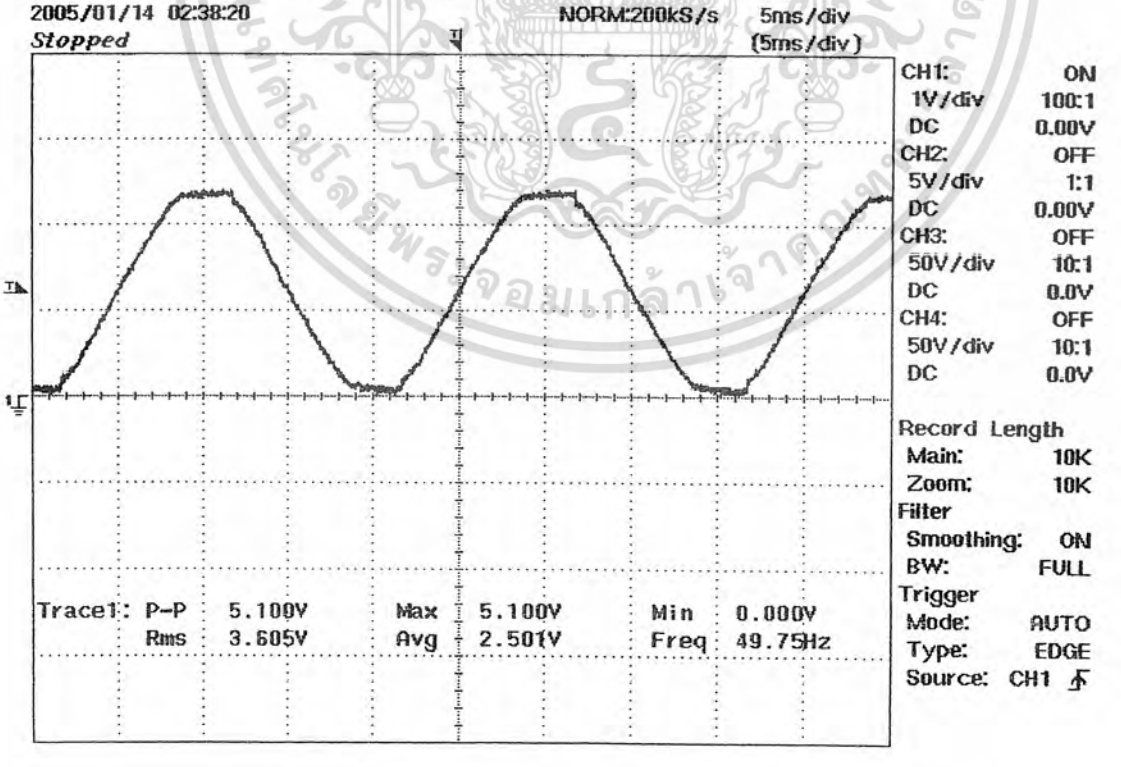
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การหากำลังไฟฟ้าเมื่อโหลดเป็นความต้านทาน

ในการหากำลังไฟฟ้า โดยการคูณกันของสัญญาณระหว่างสัญญาณแรงดันกับสัญญาณกระแสที่ถูกลดระดับสัญญาณ ลงมาจนมีค่าเท่ากับ 5 โวลต์ เอาท์พุตของวงจรจะได้ค่าของกำลังไฟฟ้าซึ่งมีลักษณะเป็นสัญญาณไซน์ และถ้านำมาหาค่าเฉลี่ยก็จะได้เป็นค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ โดยในการหาค่ากำลังไฟฟ้าในส่วนแรกนี้จะเก็บจากค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (Power Average) จากออสซิลสโคป โดยจะมีการเปรียบเทียบค่ากับการคำนวณจากสูตร ในการหาค่ากำลังไฟฟ้าเปรียบเทียบกัน และในกรณีที่เก็บผลค่ากำลังจากออสซิลโลสโคปนี้จะมีการพิจารณาเปรียบเทียบค่า ในกรณีที่ใช้จำนวนลูกคลื่นในการหาค่าเฉลี่ยแตกต่างกันด้วย แต่ค่ากำลังไฟฟ้าที่หาได้จากออสซิลโลสโคปนี้จะต้องนำไปคูณกับค่าคงที่ ที่ใช้ในการลดระดับแรงดันและลดระดับกระแส เพื่อให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้าจริง

จากวงจรที่ใช้ในการทดลองหาคำกำลังไฟฟ้าจากบทที่ 3 จะทำการทดลองโดยการใช้โหลดความต้านทาน



รูปที่ 4.1 กราฟสัญญาณเอาท์พุตที่ออกจากวงจรแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 การทดลองโดยใช้หลอดไส้ขนาด 100 วัตต์ 1 หลอด

- การหาค่ากำลังไฟฟ้าโดยการคำนวณ

  - ค่าแรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟ เท่ากับ 225.7 โวลต์
  - ค่ากระแสที่ไหลผ่านหลอดไฟ โดยการวัดค่าจากโวลต์มิเตอร์ที่คร่อมความต้านทาน 1 โอห์ม เท่ากับ 0.449 โวลต์
  - ค่ากำลังไฟฟ้าที่อ่านได้จากวัตต์มิเตอร์ เท่ากับ 101.3 วัตต์

$P = VI$

$= 225.7*0.449$

$= 101.3$ watt

- การหาค่ากำลังไฟฟ้า ที่ได้จากวงจร

  - สัญญาณแรงดัน มีค่า 1.019 โวลต์
  - สัญญาณกระแส มีค่า 225.7 แอมแปร์

เพราะฉะนั้น กำลังไฟฟ้าที่หาได้จากวงจรมีค่าเท่ากับ

$P = (1.019 * 220)*(225.7 * 2)$

$= 101.194$ watt

4.1.2 การทดลองโดยใช้หลอดไส้ขนาด 100 วัตต์ 5 หลอด

- การหาค่ากำลังไฟฟ้าโดยการคำนวณ

  - ค่าแรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟ เท่ากับ 224.8 โวลต์
  - ค่ากระแสที่ไหลผ่านหลอดไฟ โดยการวัดค่าจากโวลต์มิเตอร์ที่คร่อมความต้านทาน 1 โอห์ม เท่ากับ 2.21 โวลต์
  - ค่ากำลังไฟฟ้าที่อ่านได้จากวัตต์มิเตอร์ เท่ากับ 496.9 วัตต์

$P = VI$

$= 224.8 * 2.21$

$= 496.80$ watt

- การหาค่ากำลังไฟฟ้า ที่ได้จากวงจร

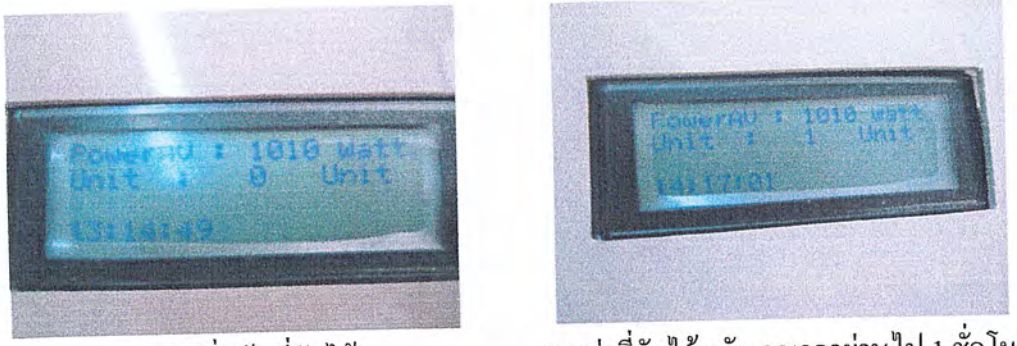
  - สัญญาณแรงดัน มีค่า 1.018 โวลต์
  - สัญญาณกระแส มีค่า 1.106 แอมแปร์

เพราะฉะนั้น กำลังไฟฟ้าที่หาได้จากวงจรมีค่าเท่ากับ

$P = (1.018 * 220)*(1.106 * 2)$

$= 495.39$ watt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

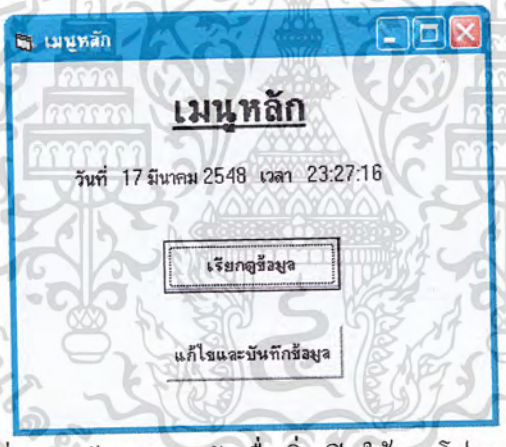


(ก) ค่าเริ่มต้นที่วัดได้ (ข) ค่าที่วัดได้หลังจากเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง

รูปที่ 4.2 การทดลองโดยใช้หลอดไส้ขนาด 100 วัตต์ 10 หลอด

4.2 ส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งาน

เมื่อเริ่มเปิดการใช้งานโปรแกรมระบบการจัดการห้องชุด จะปรากฏหน้าเมนูหลักให้ผู้ใช้เลือกฟังก์ชันที่ต้องการใช้งานโดยประกอบด้วย ฟังก์ชันการเรียกดูข้อมูล และฟังก์ชันการแก้ไขและบันทึกข้อมูล ดังรูปที่ 4.3

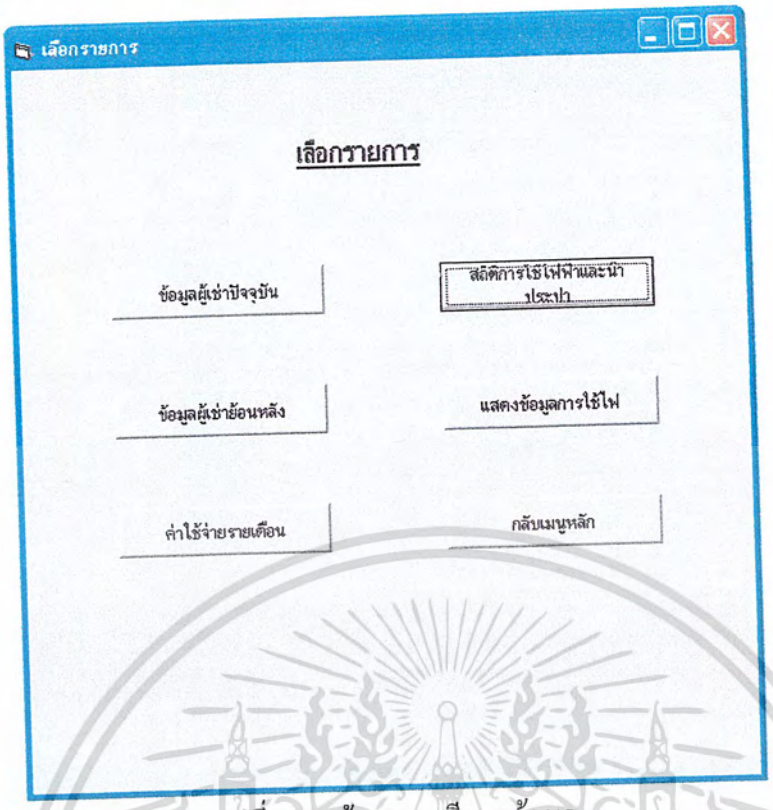


รูปที่ 4.3 หน้าจอเมนูหลักเมื่อเริ่มเปิดใช้งานโปรแกรม

4.2.1 การเรียกดูข้อมูล

เมื่อทำการเลือกเมนูการเรียกดูข้อมูลแล้วหน้าจอจะแสดงผลให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกรายการข้อมูลที่ต้องการดูได้ ดังรูปที่ 4.4 ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลผู้เช่าปัจจุบัน ข้อมูลผู้เช่าย้อนหลัง ค่าใช้จ่ายรายเดือน กราฟแสดงสถิติการใช้ไฟฟ้าและน้ำประปา และกราฟแสดงการใช้ไฟ ณ ขณะปัจจุบัน

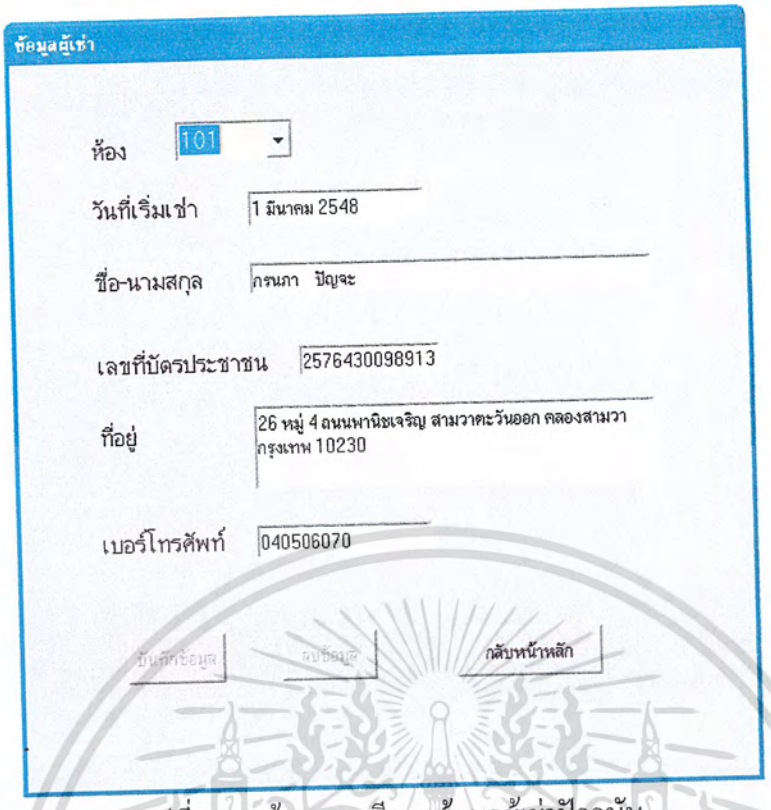
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 หน้าจอการเรียกดูข้อมูล

การเรียกดูข้อมูลผู้เช่าปัจจุบัน เมื่อทำการเลือกรายการนี้จะปรากฏหน้าจอแสดงข้อมูลของผู้เช่าแต่ละห้อง โดยผู้ใช้สามารถเลือกห้องที่ต้องการได้ ถ้าห้องใดมีผู้เช่าอาศัยอยู่ก็จะปรากฏข้อมูลของผู้เช่าห้องนั้นขึ้นมา ดังรูปที่ 4.5

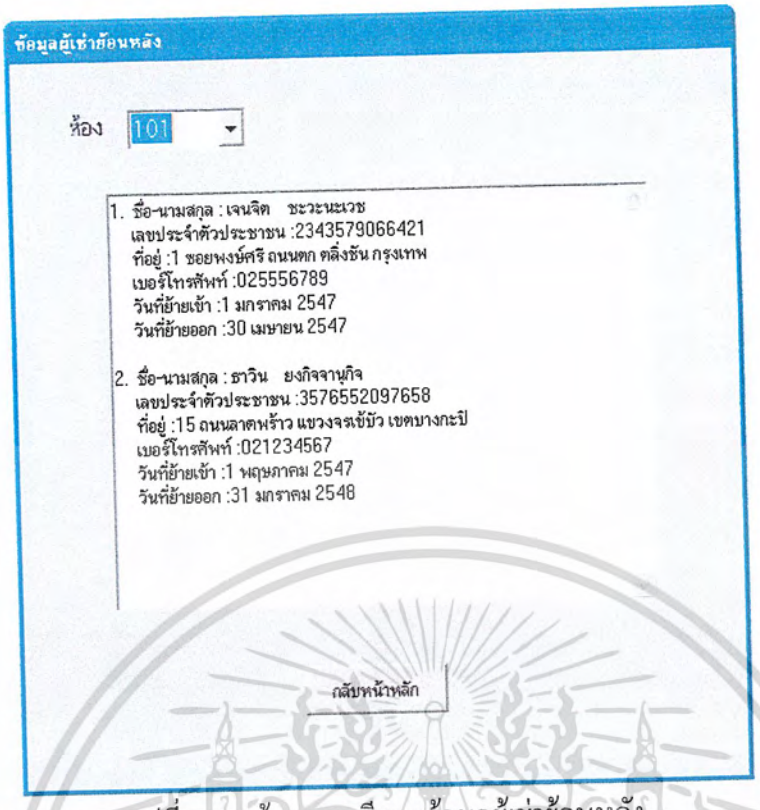
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 หน้าจอการเรียกดูข้อมูลผู้เช่าปัจจุบัน

การเรียกดูข้อมูลผู้เช่าย้อนหลัง จะปรากฏหน้าจอซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกดูข้อมูลของผู้เช่าในอดีตได้ โดยเมื่อผู้ใช้เลือกห้องที่ต้องการก็จะปรากฏข้อมูลของผู้ที่เคยเช่าห้องนั้นๆ ได้ ดังรูปที่ 4.6

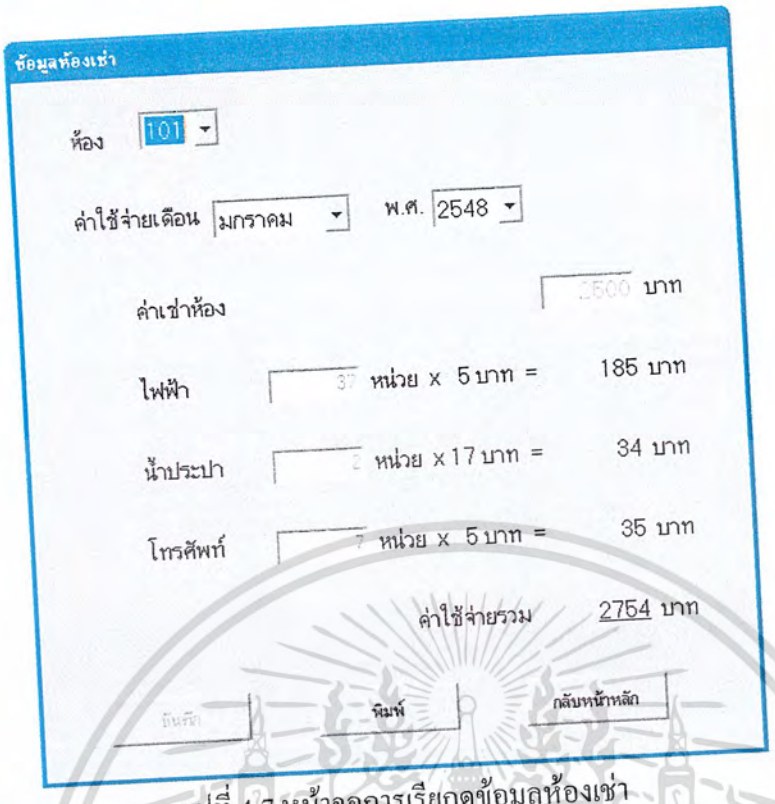
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



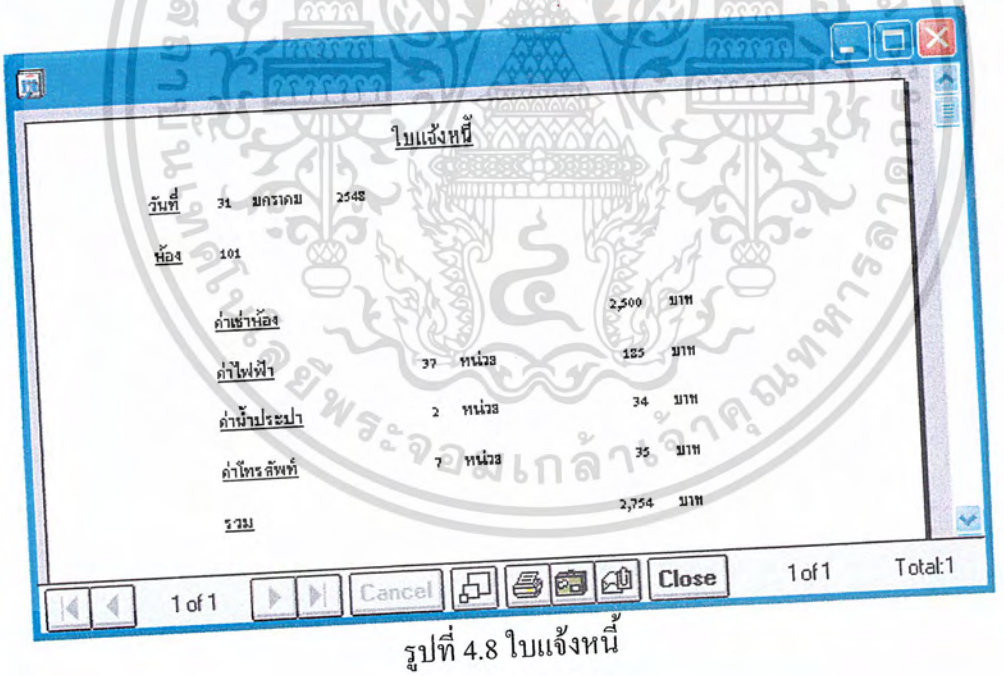
รูปที่ 4.6 หน้าจอการเรียกดูข้อมูลผู้เช่าย้อนหลัง

การเรียกดูข้อมูลของห้องเช่า ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลของแต่ละห้อง โดยเลือกเดือนและปี พ.ศ. ที่ต้องการ จากนั้นข้อมูลการใช้ไฟฟ้า น้ำประปา และโทรศัพท์จะปรากฏขึ้นมา และโปรแกรมจะทำการคำนวณค่าใช้จ่ายของห้องนั้นๆ ให้โดยอัตโนมัติ ดังรูป 4.7 โดยผู้ใช้สามารถพิมพ์ใบแจ้งหนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



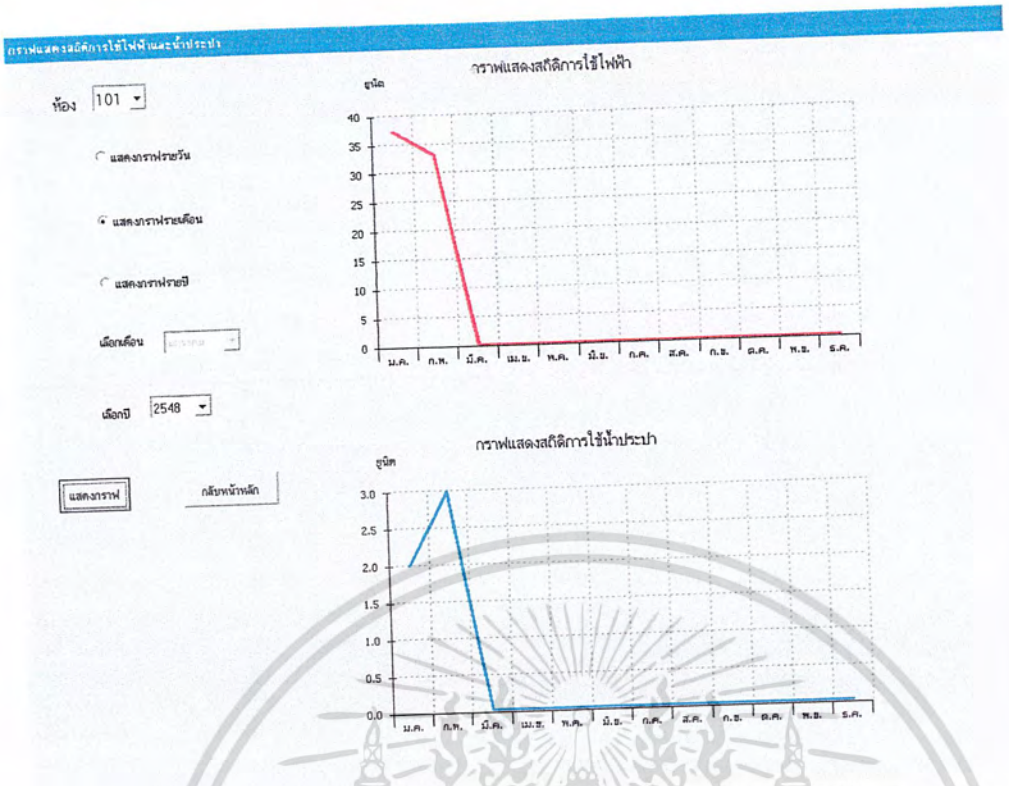
รูปที่ 4.7 หน้าจอการเรียกดูข้อมูลห้องเช่า



รูปที่ 4.8 ใบแจ้งหนี้

การเรียกดูสถิติการใช้ไฟฟ้าและน้ำประปา จะปรากฏหน้าจอซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกห้องที่ต้องการดูสถิติ และสามารถเลือกการแสดงสถิติเป็นรายวัน รายเดือนหรือรายปี โดยจะแสดงในลักษณะของกราฟข้อมูล จากรูปที่ 4.9 เป็นหน้าจอแสดงกราฟการใช้ไฟฟ้าและน้ำประปาซึ่งแสดงผลแบบรายเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

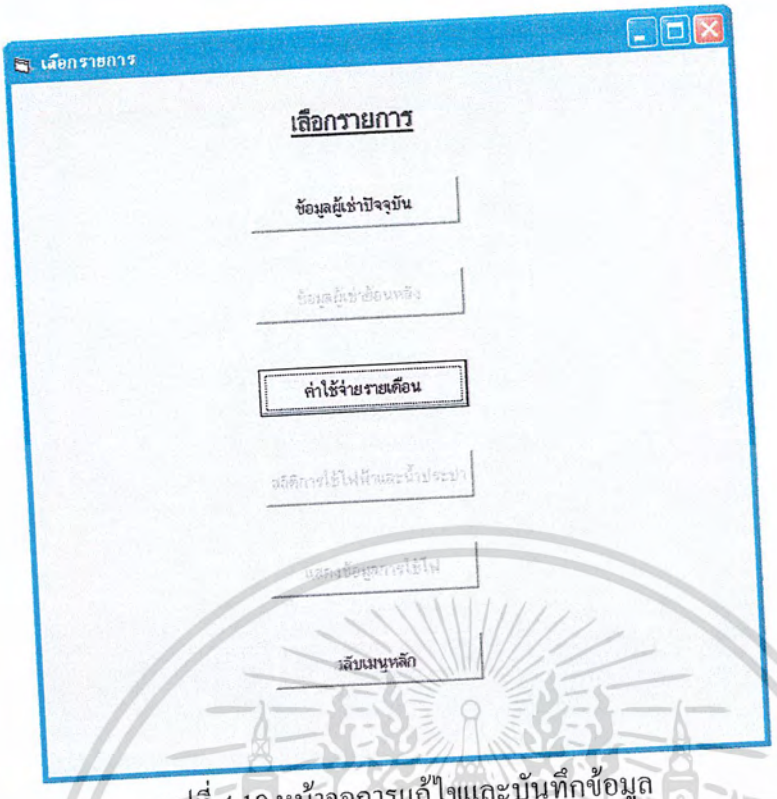


รูปที่ 4.9 กราฟแสดงสถิติการใช้ไฟฟ้าและน้ำประปาแบบรายเดือน

4.2.2 การแก้ไขและบันทึกข้อมูล

เมื่อทำการเลือกเมนูการแก้ไขและบันทึกข้อมูลแล้วหน้าจอจะแสดงผลให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกรายการข้อมูลที่ต้องการดูได้ ดังรูปที่ 4.10 ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลผู้เช่าปัจจุบัน ข้อมูลผู้เช่าย้อนหลัง ค่าใช้จ่ายรายเดือน กราฟแสดงสถิติการใช้ไฟฟ้าและน้ำประปา และกราฟแสดงการใช้ไฟ ณ ขณะปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

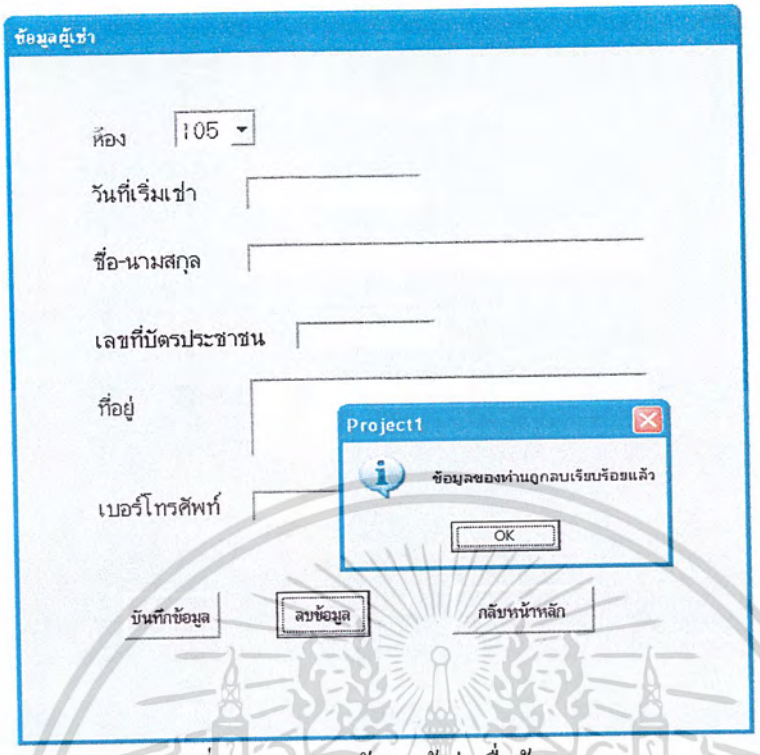


รูปที่ 4.10 หน้าจอการแก้ไขและบันทึกข้อมูล

ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลของผู้เช่าปัจจุบัน เพิ่มข้อมูลเมื่อมีผู้เช่าใหม่ และลบข้อมูลเมื่อผู้เช่าเลิกเช่าได้

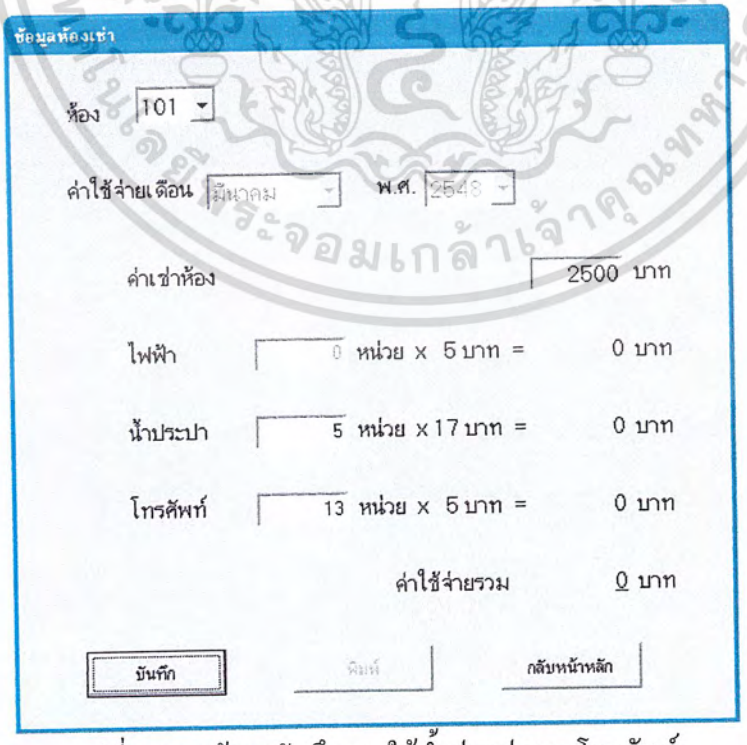
รูปที่ 4.11 การบันทึกข้อมูลผู้เช่าเมื่อย้ายเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 การลบข้อมูลผู้เช่าเมื่อย้ายออก

การบันทึกค่าใช้จ่าย ผู้ใช้ต้องบันทึกค่าน้ำประปา และค่าโทรศัพท์ของเดือนปัจจุบันด้วยตนเอง ส่วนค่าไฟฟ้าที่อ่านได้จากดิจิตอลกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์จะถูกบันทึกโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 4.13 หน้าจอบันทึกการใช้น้ำประปาและโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป

5.1 สรุป

จากการทดลองโครงงาน สามารถวัดค่าแรงดันและกระแส โดยใช้วงจรวัดแรงดันและกระแสที่สร้างขึ้น แล้วนำค่าที่วัดได้มาแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลและนำไปประมวลผลในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อหาค่ากำลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป โดยค่ากำลังงานที่วัดได้จะแสดงผลทางจอภาพผลึกเหลว และข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม และเก็บข้อมูลการใช้ไฟเข้าฐานข้อมูล

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินโครงงาน

1. การวัดกระแสไม่สามารถวัดได้โดยตรง จึงต้องต่อตัวความต้านทานเพื่อใช้คำนวณค่ากระแส

2. การแปลงสัญญาณแรงดันและกระแสจากอัลนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลไม่สามารถทำพร้อมกันได้

5.3 การทำงานของ 1 เฟส ดิจิตอลกิโลวัตต์อาวร์มิเตอร์

กิโลวัตต์อาวร์มีเตอร์ที่ได้ออกแบบและทำการสร้างขึ้นมานั้น สามารถที่จะแสดงค่าออกมาทางจอแสดงผล (LCD) ได้ 2 ค่า คือ ค่าปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ใช้ไป และค่าไฟฟ้าในรูปของจำนวนเงิน โดยจากการทดลองเก็บค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ไปยังมีความคลาดเคลื่อนจากค่าที่ได้จากกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์แบบเหนี่ยวนำอยู่บ้าง เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ แต่สำหรับการนำกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ที่ออกแบบ และสร้างขึ้นมาใช้งานยังพบปัญหาในส่วนอื่นๆ อีกได้

1. การต่อใช้งานที่ค่อนข้างยุ่งยาก เพราะในส่วนของสัญญาณกระแสจะต้องต่ออนุกรมกับสายที่มีไฟ ส่วนสัญญาณแรงดันจะต้องต่อขนาน

2. ค่าไฟฟ้าที่คำนวณได้ จะไม่เท่ากับการไฟฟ้า เพราะผลมาจากค่ากำลังไฟฟ้าที่หาได้เกิดความคลาดเคลื่อน

3. ขณะไม่มีไฟเลี้ยงจ่ายในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์จะไม่สามารถเก็บข้อมูลเดิมไว้ได้

แต่ในภาพรวมแล้วกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ที่สร้างขึ้นมา ก็ถือว่าเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง คือ ถ้าได้รับการปรับปรุง หรือแก้ไขในส่วนต่างๆได้ ก็จะทำให้ได้อุปกรณ์ที่สมบูรณ์ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 เปรียบเทียบราคาของกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์กับราคาของดิจิตอลกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์

- ราคาของกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ประมาณ 1,500บาท
- ราคาของดิจิตอลกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ที่สร้างขึ้นประมาณ 1,000 บาท

ซึ่งเมื่อเทียบกันแล้วราคาของดิจิตอลกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ที่สร้างขึ้นจะมีราคาถูกกว่ากิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ และยังสามารถเก็บข้อมูลการใช้ไฟของผู้เช่าได้ด้วย

5.5 แนวทางแก้ไขและพัฒนา

จากปัญหาในส่วนต่างๆ ที่พบ ถ้ามีการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ก็จะทำให้ได้ค่าปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าที่ถูกต้องมากขึ้น โดยการปรับปรุงแก้ไขนั้นสามารถแยกออกเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้

1. ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ ควรใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดความถี่สูงขึ้น เพื่อให้อัตราในการสุ่มสัญญาณมีค่าสูงขึ้น

2. ในส่วนของโปรแกรม อาจจะมีการปรับปรุงโปรแกรมให้สั้นที่สุด เพื่อลดระยะเวลาในการประมวลผล

3. ในส่วนของวงจรแปลงสัญญาณ อาจมีการปรับเปลี่ยนมาใช้วงจรแปลงสัญญาณที่สามารถแปลงสัญญาณได้ทั้งด้านบวกและด้านลบ เพื่อที่ลดความคลาดเคลื่อนจากการยกระดับสัญญาณกำลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] รศ. ศุลี บวรจงจิตร, **"หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง"**, บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด มหาชน, 2543

[2] ธีรบูลย์ หล่อวิเชียรรุ่ง, นคร ภักดีชาติ, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, **"ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์"**, บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด, 2521

[3] Robert W. Erickson, Dragan Maksimovic, **"Fundamentals of Power Electronics (Second Edition)"**, Springer, 2001

[4] Dogan Ibrahim, **"PIC Basic: Programming and Projects"**, Newnes, 2001

[5] นายวสัชรินทร์ เดารพ, **"เรียนรู้และเข้าใจสถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877"**, บริษัท อีทีที จำกัด, 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้