

รายงานโครงงานหมายเลข EE 2003 -70

วัตต์มิเตอร์

นายชวลิต ราชบุญมี เลขประจำตัว 443040134-5
นายบุญช่วย มณีรัตนพร เลขประจำตัว 443040167-0

รายงานนี้เป็นรายงาน งานโครงการของนักศึกษาชั้นปีที่4 ซึ่งเสนอเป็นส่วนหนึ่ง
ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ.2546

Project Report No. EE2003-70

WATTMETER

Mr. Chawalit Ratboonmee ID 443040134-5

Mr. Boonchuay Manerutanaporn ID 443040167-0

This is the report of fourth year project assignment submitted in partial
Fulfillment of the requirement for the Degree of Bachelor of Engineering

Department of Electrical Engineering
Faculty of Engineering, Khon Kaen University
2003

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้เป็นโครงการเกี่ยวกับการนำความรู้ทางด้านไฟฟ้าแขนงต่างๆ มาประยุกต์ในการออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า ซึ่งโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีโดยได้รับความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ ดร. กฤษ ชาญไสย ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ เกี่ยวกับโครงการทั้งหมด ที่ทำให้เกิดแนวความคิดในการทำโครงการขึ้นมากมาย ทั้งในส่วนของเอกสารประกอบการทดลอง วิชาการ และการปฏิบัติ จนทำให้โครงการได้ถึงจุดนี้

พร้อมกันนี้ได้ขอขอบพระคุณต่อเจ้าหน้าที่ควบคุมการเบิกจ่ายอุปกรณ์และเครื่องมือของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่าน ที่ได้ให้ความสะดวกในการเบิกจ่ายอุปกรณ์ รวมทั้งขอขอบคุณต่อเพื่อน ๆ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับโครงการนี้เป็นอย่างดี

นายชวลิต ราชบุญมี

นายบุญช่วย มณีรัตนพร

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้ทำการศึกษาและสร้างเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้คือ AVR -Atmega 32

โดยที่ไมโครไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าจะรับค่าอนาลอกมา 2 ค่า คือตัวตรวจจับแรงดันและตัวตรวจจับกระแสและมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลโดยไมโครไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีฟังก์ชันการแปลง ภายในและเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าแล้วจะทำการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าแล้วจึงแสดงผลออกทางจอแสดงผล LCD

ในรายงานฉบับนี้ได้มุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับการใช้งาน Microcontroller AVR - Atmega 32 แล้วนำไปใช้ทำเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้าให้โหลด

ABSTRACT

The purposes of the project are to study, design and build a watt meter. The watt meter is controlled by microcontroller AVR – Atmega32

The microcontroller AVR – Atmega 32 will received analog 's data from two sensor and convert analog 's data to digital data by function ADC , this function is in AVR – Atmega32. When microcontroller converted data already , two digital 's data will be calculated and the results are show on an LCD using a microcontroller program. The sensor that used in this project is current sensor and voltage sensor

This report define about educate concern using microcontroller's working AVR – Atmega 32 and method to measure the power of resistive load.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	จ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบข่ายของโครงการ	1
1.4 แนวทางการดำเนินงาน	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน	4
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	4
2.2 จอแสดงผล	6
บทที่ 3 การออกแบบ	8

3.1 การตรวจจับสัญญาณแรงดัน	8
3.2 การตรวจจับกระแส	9

บทที่ 4 การออกแบบโปรแกรม	11
บทที่ 5 การทดลองและสรุปผลการทดลอง	13
5.1 ผลการทดลองตัวตรวจจับแรงดัน	13
5.2 ผลการทดลองตัวตรวจจับกระแส	14
5.3 ผลการทดลองโวลต์มิเตอร์	15
5.4 ผลการทดลองแอมป์มิเตอร์	17
5.5 ผลการทดลองวัตต์มิเตอร์	19
5.6 สรุปผลการทดลอง	21
5.7 สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ	21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก. โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขาของ Mega32	ก-1
ภาคผนวก ข. การใช้งานโปรแกรมต่างๆ	ข-1
ภาคผนวก ค. รายละเอียดโปรแกรม	ค-1
ภาคผนวก ง. รายละเอียดอุปกรณ์	ง-1

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 Block diagram	4
รูปที่ 2.2 จอแสดงผล LCD	6
รูปที่ 2.3 การแสดงการต่อ LCD แบบ 8 บิต	7
รูปที่ 3.1 วงจรการทำงานของ Voltage Sensor	8
รูปที่ 3.2 ลักษณะของ Current Sensor	9
รูปที่ 3.3 การต่อ Current Sensor ใช้งาน	9

รูปที่ 3.4 วงจรต่อใช้งานผ่านเซ็นเซอร์แท็บ	10
รูปที่ 4.1 แสดงโฟลchartของโปรแกรม	11
รูปที่ 4.2 โฟลchartในส่วนของอินเตอร์รัพ	12
รูปที่ 5.1 รูปสัญญาณตัวตรวจจับแรงดัน	13
รูปที่ 5.2 เมื่อไม่มีการต่อผ่านเซ็นเซอร์แท็บ	14
รูปที่ 5.3 เมื่อมีการต่อผ่านเซ็นเซอร์แท็บ	14
รูปที่ 5.4 แสดงการวัดค่าของแรงดันมิเตอร์ที่สร้างเปรียบเทียบกับมัลติมิเตอร์	15
รูปที่ 5.5 กราฟที่ได้จากการวัดของโวลต์มิเตอร์	17
รูปที่ 5.6 แสดงการต่อในการวัดกระแสของมิเตอร์ที่สร้างขึ้น	17
รูปที่ 5.7 กราฟที่ได้จากการวัดของแอมมิเตอร์	19
รูปที่ 5.8 แสดงการต่อในการวัดกำลังงานไฟฟ้า	19
รูปที่ 5.9 กราฟที่ได้จากการวัดวัตต์มิเตอร์	20

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน	3
ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบการวัดค่าของโวลต์มิเตอร์	16
ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบการวัดค่าของแอมมิเตอร์	18
ตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบค่าวัตต์มิเตอร์	20

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันนี้ คงไม่สามารถปฏิเสธได้ว่าแทบทุกคนจำเป็นต้องใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตในแต่ละวันเพียงแต่ว่าจะใช้มากใช้น้อยแค่ไหนก็แล้วแต่ความต้องการของแต่ละบุคคล และสิ่งที่จะทำให้เราได้รู้ว่าใช้ไฟฟ้ามากน้อยแค่ไหนก็คือกำลังไฟฟ้าที่ใช้ หรือพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ จึงได้มีการผลิตเครื่องมือสำหรับวัดกำลังมาใช้หรือพลังงานขึ้นมาใช้

เครื่องวัดกำลังไฟฟ้ามีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งแบ่งประเภทลักษณะการทำงานของสัญญาณไฟฟ้าจะสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ แบบอนาล็อก (Analog) และแบบดิจิทัล (Digital)

โดยทั่วไปเครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าแบบอนาล็อกที่พบเห็นกันเป็นส่วนใหญ่คือเครื่องวัดแบบเข็มชี้ ส่วนเครื่องวัดที่เป็นดิจิทัลจะแสดงออกมาเป็นตัวเลข ซึ่งเป็นการง่ายในการอ่านค่าปริมาณไฟฟ้า

ซึ่งจะเห็นว่าเครื่องวัดชนิดนี้สร้างได้หลายแบบ มีวิธีการสร้างอีกแบบหนึ่งที่น่าสนใจและจะนำมาเสนอคือการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาเป็นอุปกรณ์หลักในการสร้าง Wattmeter ซึ่งมีข้อดีก็คือ ประหยัดค่าใช้จ่ายน้อยลงเพราะอุปกรณ์ส่วนมากที่จะใช้อยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์มีราคาถูกมาก

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการทำงานของ Microcontroller (AVR mega 32)
2. สร้าง เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าสำหรับโหลดที่เป็น Resistive load โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
3. ศึกษาการทำงานของจอแสดงผล LCD Module
4. ศึกษาการทำงานของ Analog to Digital และการรับค่า A/D เพื่อไปประมวลผล และส่งค่าที่ประมวลผลไปยังจอ LCD
5. ศึกษาการทำงานของตัวตรวจจับสัญญาณแรงดันและกระแส

1.3 ขอบข่ายของโครงการ

1. เขียนโปรแกรมประมวลผลค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับโหลดที่เป็น Resistive load และแสดงผลโดยจอ LCD
2. ศึกษา , ออกแบบวงจรตรวจจับกระแสและแรงดัน
3. สร้างและทดสอบ เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าสำหรับโหลดที่เป็น Resistive load

1.4 แนวทางการดำเนินงาน

ในโครงการนี้จะแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วนใหญ่ๆ คือส่วนแรกจะเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในส่วนของฮาร์ดแวร์จะเป็นการสร้างวงจรการทำงานให้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานคือให้มันคอมไพล์โปรแกรมได้ ส่วนทางด้านซอฟต์แวร์จะทำการศึกษาการเขียนโปรแกรมให้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานโดยใช้ภาษา C ในการเขียนโปรแกรม ส่วนที่สองจะเป็นการศึกษาตัวตรวจจับแรงดันและตัวตรวจจับกระแสและวงจรจ่ายไฟเลี้ยง

1.5 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

	เดือน / ปี								
กิจกรรม	มี.ย.46	ก.ค.46	ส.ค.46	ก.ย.46	ต.ค.46	พ.ย.46	ธ.ค.46	มค.47	ก.พ.47
Pre – Project ภาคการศึกษาต้น									
1.ศึกษาการทำงานของ Microcontroller									
2.ศึกษาการทำงานของ จอแสดงผล LCD									
3.สรุปรายงานเตรียมโครงงาน									
Project ภาคการศึกษาลาย									
4.ศึกษาการรับอินพุท A/D ของ Microcontroller									
5.สร้างวงจร Current Sensor และ Voltage Sensor									
6.ทดลองใช้งานจริง									
7.ปรับปรุงประสิทธิภาพ									
8.สรุปรายงานโครงงาน									

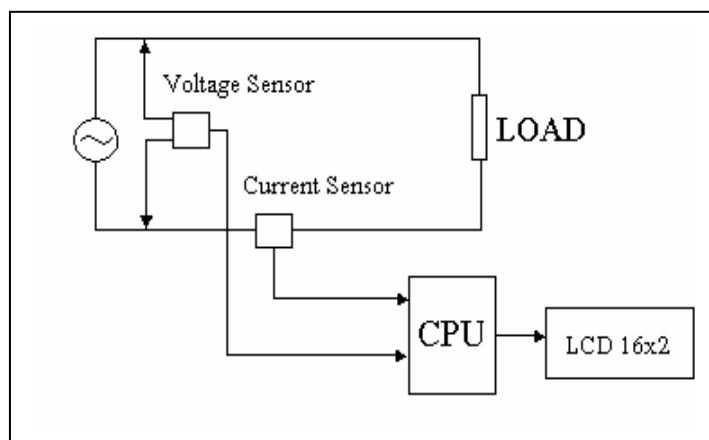
บทที่ 2

ทฤษฎีพื้นฐาน

ในการสร้างวัดมิเตอร์สามารถแบ่งการดำเนินการและการออกแบบที่สำคัญได้ดังนี้

1. การตรวจจับสัญญาณแรงดันและสัญญาณกระแส
2. การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล A/D
3. ชุดควบคุมแสดงผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (AVR)

ซึ่งภายใน 3 ส่วนนี้สามารถนำมาเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ได้ดังรูป 2.1



รูปที่ 2.1 Block diagram

จากรูปที่ 2.1 สามารถที่จะอธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดมิเตอร์อย่างง่าย ๆ ได้ดังนี้เมื่อนำโหลดมาต่อในวงจรจะมีกระแสผ่านโหลด จะทำให้ตัวตรวจจับแรงดันและตัวตรวจจับกระแสทำงานพร้อมกันคือมันจะทำการตรวจจับกระแสและแรงดัน สัญญาณที่ตรวจจับได้นั้นมันจะเป็นสัญญาณอนาล็อกอยู่ และมันจะถูกมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลเมื่อทำการแปลงสัญญาณเสร็จเรียบร้อยแล้วสัญญาณที่ได้จะเข้ามาอยู่ในตัวคอนโทรลเลอร์ จากนั้นคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการประมวลผลจากนั้นแล้วนำค่าที่ได้ส่งแสดงออกทางจอแสดงผล LCD

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในโครงการนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ของ Atmega32 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์(MCU) ที่ได้รวบรวมอุปกรณ์สนับสนุนการทำงานของ CPU ไว้มากมาย อาทิเช่น Analog to Digital , SPI , UART , Timer , Counter , PWM ซึ่งอุปกรณ์สนับสนุนการทำงานเหล่านี้ทำให้ MCUสามารถทำงานได้กว้างและใช้อุปกรณ์ต่อรวมจากภายนอกน้อยมาก และสามารถประมวลคำสั่งได้ภายใน 1 clock ในบทนี้จะนำเสนอข้อมูลบางส่วนที่เป็นการทำงานภายในของ AVR - MCU แนะนำคุณสมบัติและข้อต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ สถาปัตยกรรมภายในและรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป ตำแหน่ง I/O รีจิสเตอร์สถานะและการใช้งาน EEPROM

การรีเซ็ตและการอินเตอร์รัพท์ การสื่อสารอนุกรม การเปรียบเทียบสัญญาณอนาล็อกและการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล การทำงานของพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต การทำงานของTimer / Counter & Watch dog และการใช้กลุ่มคำสั่งต่าง ๆ

1. คุณสมบัติและข้อกำหนดใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์

- 1.1 สถาปัตยกรรมภายในถูกออกแบบให้ใช้สถาปัตยกรรมแบบ RISC (Reduce Instruction Set Computer) RISC คือ ทำให้การประมวลผลมีความเร็ว 1 คำสั่ง / 1 Clock หรือ CPU สามารถประมวลคำสั่งได้ 1 MIPS / MHz
- 1.2 มีคำสั่งในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์จำนวน 118 คำสั่ง
- 1.3 หน่วยความจำแบบ FLASH สำหรับบันทึก PROGRAM MEMORY ขนาด 32 Kbytes (ATMEGA 32)
- 1.4 หน่วยความจำแบบ EEPROM สำหรับบันทึก DATA MEMORY ขนาด 1024 Byte (ATMEGA 32)
- 1.5 หน่วยความจำแบบ RAM ขนาด 2K Byte (ATMEGA 32)
- 1.6 ระบบการเปลี่ยนสัญญาณ ANALOG TO DIGITAL ขนาด 10 บิต จำนวน 8 CHANNEL
- 1.7 ความถี่สัญญาณนาฬิกา 0 - 16 MHz (ATMEGA 32)
- 1.8 ระบบการตรวจจับสนามสัญญาณอนาล็อก(Analog Comparator)
- 1.9 TIMER/COUNTER ขนาด 16 บิต 1 CHANNEL
- 1.10 TIMER/COUNTER ขนาด 8 บิต 2 CHANNEL
- 1.11 Vcc: 4.5 - 5.5 for ATMEGA 32

2. คุณสมบัติการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล

- 2.1 10 — bit Resolution
- 2.2 0.5 LSB Integral Non — linearity
- 2.3 65 — 260 us Conversion Time
- 2.4 Up to 15 KBPS at Maximum Resolution
- 2.5 8 Multiplexed Single Ended input Channels
- 2.6 0 — Vcc ADC input voltage rang
- 2.7 Free running or Single Conversion Mode
- 2.8 Interrupt on ADC Conversion complete

ใน Atmega 32 จัดให้มีวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 10 บิต 8 Channel ซึ่งแต่ละ Channel จะรับสัญญาณเข้ามาทางแต่ละขาของพอร์ต A โดยในระบบจะมีวงจร SAMPLE HOLD เพื่อช่วยให้สัญญาณอนาลอกที่รับเข้ามาเพื่อแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลมีระดับสัญญาณคงที่

โดยวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลจะมีแหล่งจ่ายไฟและกราวด์แยกกันต่างหากจากแหล่งจ่ายไฟของระบบ ซึ่งในการใช้งานจริงไม่ควรให้ความแตกต่างของแรงดันไฟของวงจรอนาลอกและแรงดันไฟของระบบแตกต่างกันเกิน ± 0.3 V. ซึ่งในการใช้งานจะต้องจ่ายแรงดันไฟอ้างอิงและกราวด์ที่ขา AREF ในช่วงของระดับแรงดัน $V_{cc} - GND$

การทำงาน

ในส่วนของการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล สามารถแบ่งการทำงานได้ 2 Mode คือ

1. Single Conversion Mode
2. Free Running Mode

ในการทำงาน Single Conversion Mode ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดการใช้งานขึ้นเอง แต่ในส่วนของ Free Running Mode วงจร Analog to Digital จะเป็นตัวจัดการและอ่านข้อมูลและเก็บใน ADC Data Register ซึ่งบิต ADIFR ใน Register ADCSR จะเป็นที่ใช้เลือกโหมดการใช้งานของวงจร Analog to Digital

2.2 จอแสดงผล

LCD ที่ใช้เป็นแบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัดซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2.2



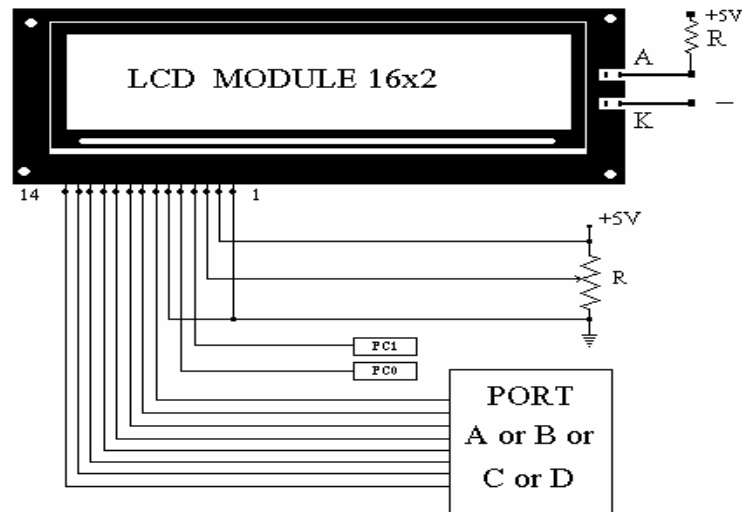
รูปที่ 2.2 จอแสดงผล

การติดต่อกับ LCD Module

มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ

1. แบบ 8 บิต
2. แบบ 4 บิต

ซึ่งในโครงงานนี้ซึ่งจะใช้การต่อ LCD Module แบบ 8 บิต ซึ่งจะแสดงการต่อดังในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การแสดงการต่อ LCD แบบ 8 บิต

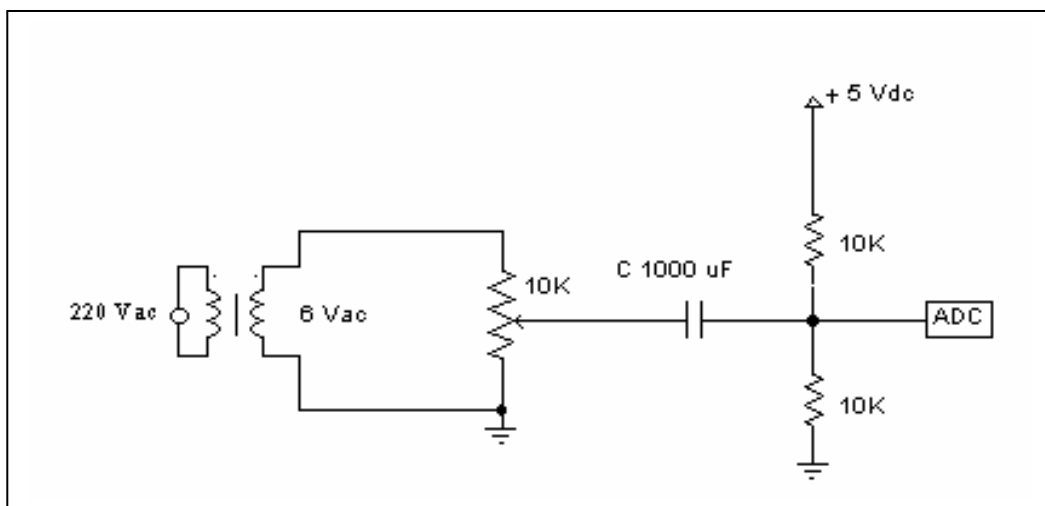
บทที่ 3

การออกแบบ

3.1 การตรวจจับสัญญาณแรงดัน

1. ตัวตรวจจับสัญญาณแรงดัน (Voltage sensor)

ใช้หลักการง่ายๆ ในการทำคือใช้หลักการของ Divider แรงดันให้มีค่าที่ไม่ใครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานได้ โดยใช้หม้อแปลง 6 Vac เป็นแหล่งจ่ายและใช้ความต้านทานปรับค่าได้ 20 K Ω ในการ Divider แรงดันให้ได้ประมาณ 2.5 Vac เมื่อได้แรงดัน 2.5 Vac ต่อ center tap ให้ รูปคลื่นที่ออกมาอยู่ในชีก บวกเพราะไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับ ADC ได้ใน Cycle บวกเท่านั้น การต่อ Center tap ให้ไฟเอซี โดยต่อไฟ 2.5 Vdc โดยต่อความต้านทาน Divider 2 ค่า คือ 10 K Ω จะได้แรงดัน 2.5 Vdc รูปคลื่นที่ได้จะเป็นรูปคลื่น sine ที่มี DC ปนวงจร Voltage Sensor



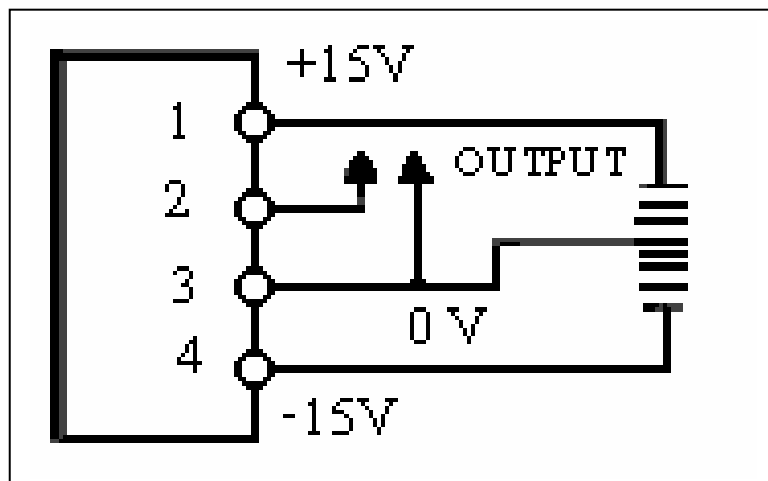
รูปที่ 3.1 วงจรการทำงานของ Voltage Sensor

2 ตัวตรวจจับกระแส (Current Sensor)

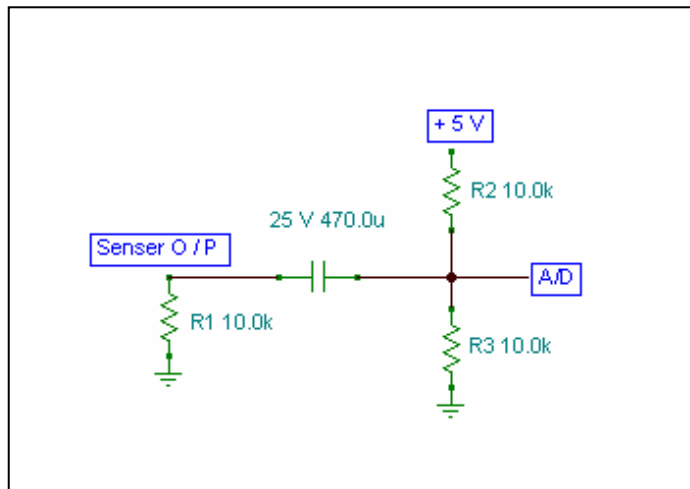
ในการตรวจจับสัญญาณของกระแสไฟฟ้าซึ่งในโครงงานนี้คือเราจะใช้ Current Sensor สำเร็จรูปซึ่งมีอัตราการลดทอน 100 : 4 ซึ่งรูปของ Current Sensor สามารถที่จะแสดงได้ในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ลักษณะของ Current Sensor



รูปที่ 3.3 การต่อ Current Sensor ใช้งาน

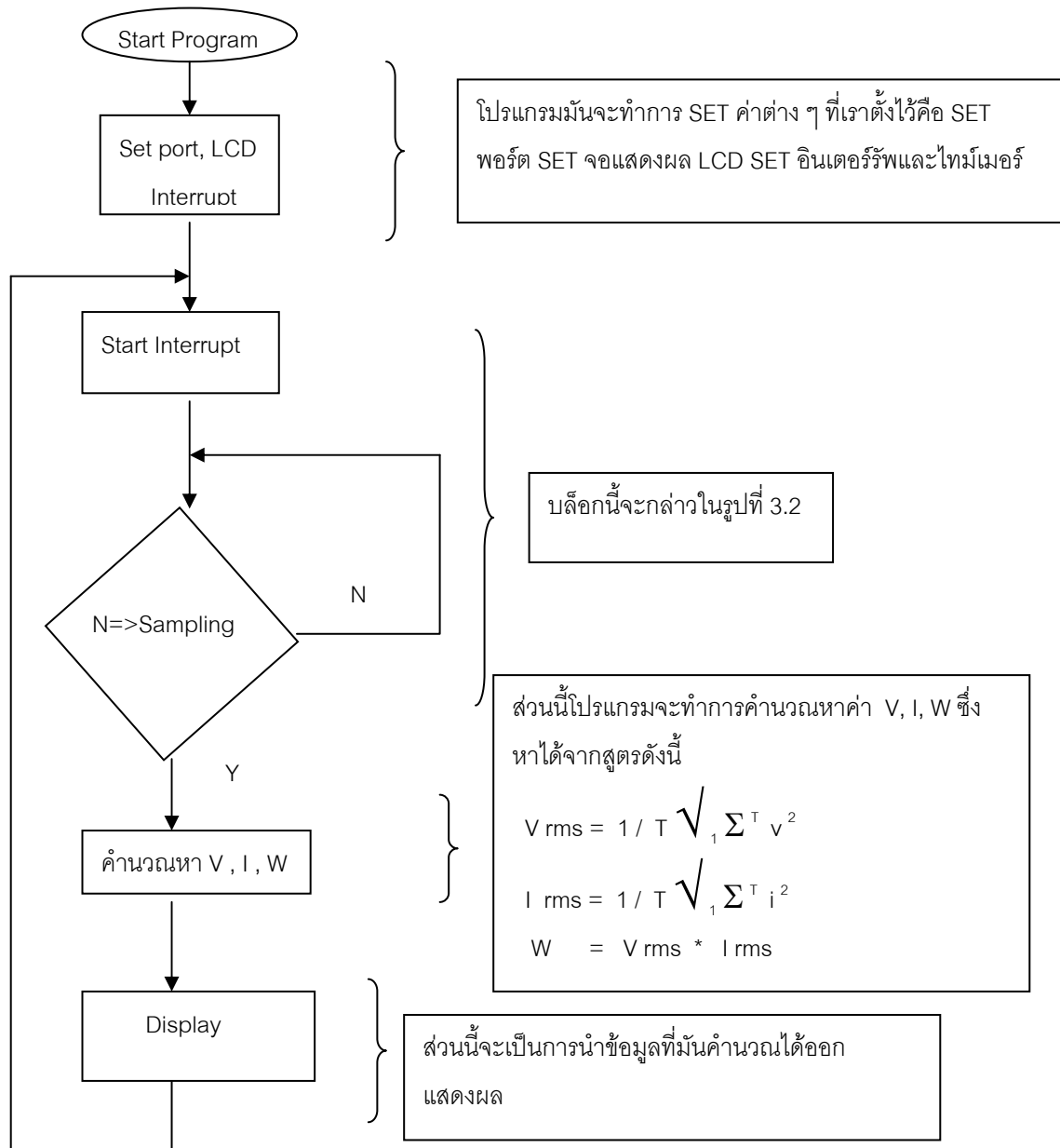


รูปที่ 3.4 วงจรต่อใช้งานผ่านเซ็นเตอร์แท็บ

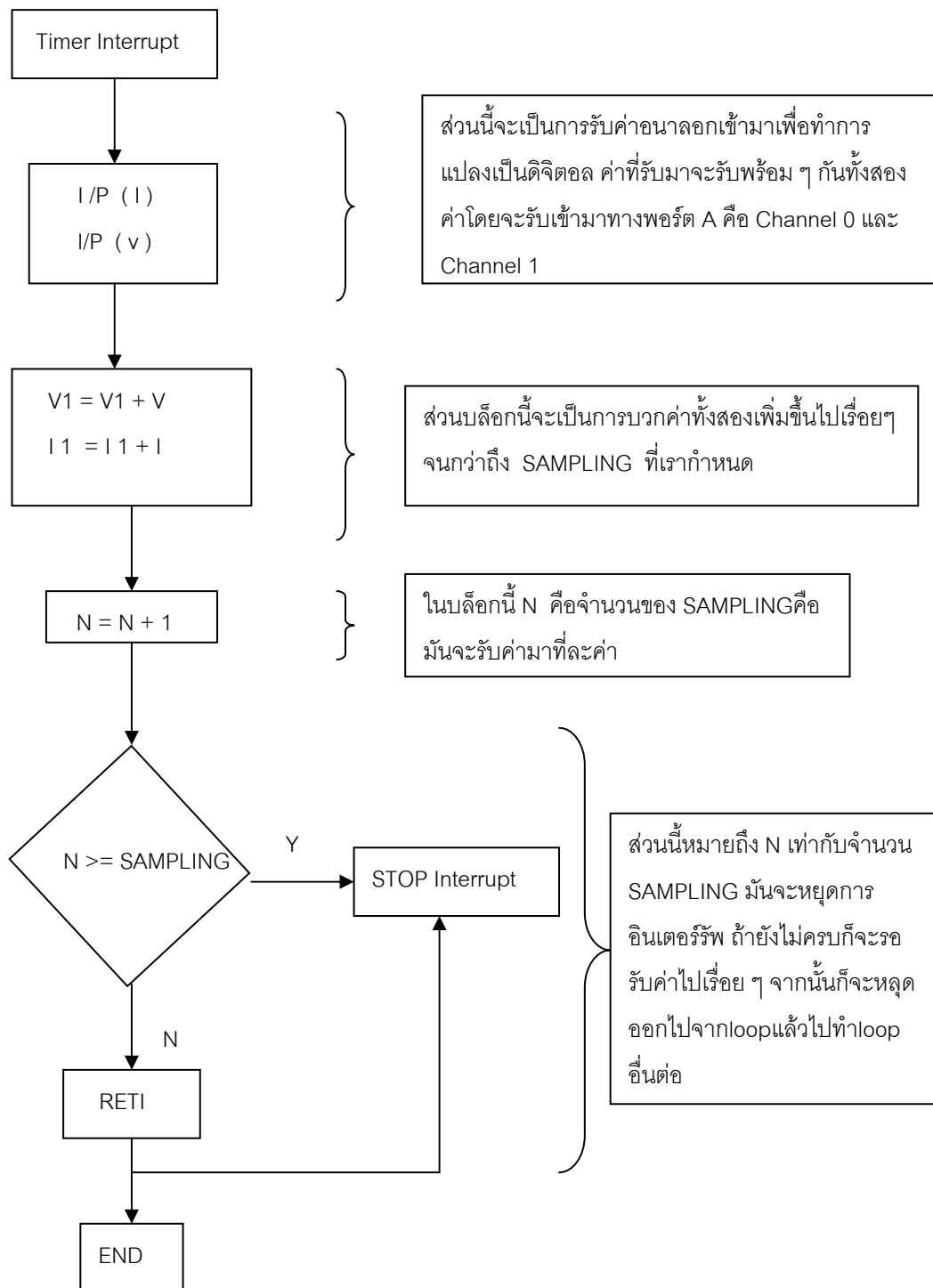
จากรูปที่ 3.4 ถ้าเอาสโคปมาจับที่จุด A รูปคลื่นที่ได้มันจะเป็น Sine wave มีทั้งซีกบวกและซีกลบซึ่งรูปคลื่นที่ได้
 นี้ไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่สามารถตรวจจับค่าได้อย่างถูกต้องเพราะไมโครคอนโทรลเลอร์มันจะทำงานแต่ซีกบวก
 เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการต่อเซ็นเตอร์แท็บเพื่อยกระดับแรงดันขึ้นไปด้านซีกบวก แล้วจะทำให้
 ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลได้อย่างถูกต้อง

บทที่ 4

การออกแบบโปรแกรม



รูปที่ 4.1 แสดงโฟชาร์ทของโปรแกรม



รูปที่ 4.2 ฟังก์ชันในส่วนของอินเตอร์รัพต์

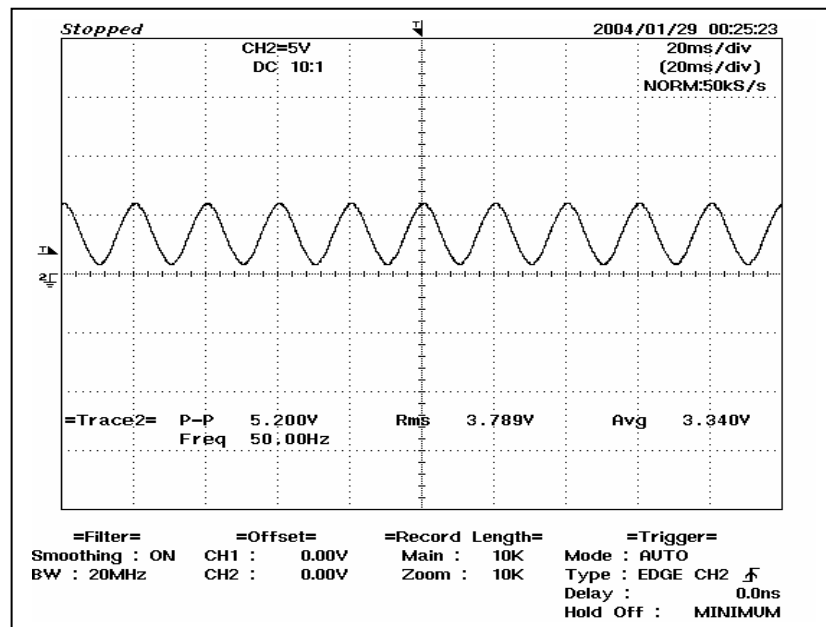
บทที่ 5

การทดลองและสรุปผลการทดลอง

เพื่อที่จะดูว่าเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นจะวัดแรงดัน กระแสและ Wattmeter ได้ถูกต้องหรือไม่เพียงใด จึงได้ทดลองวัดค่าต่าง ๆ ดังนี้

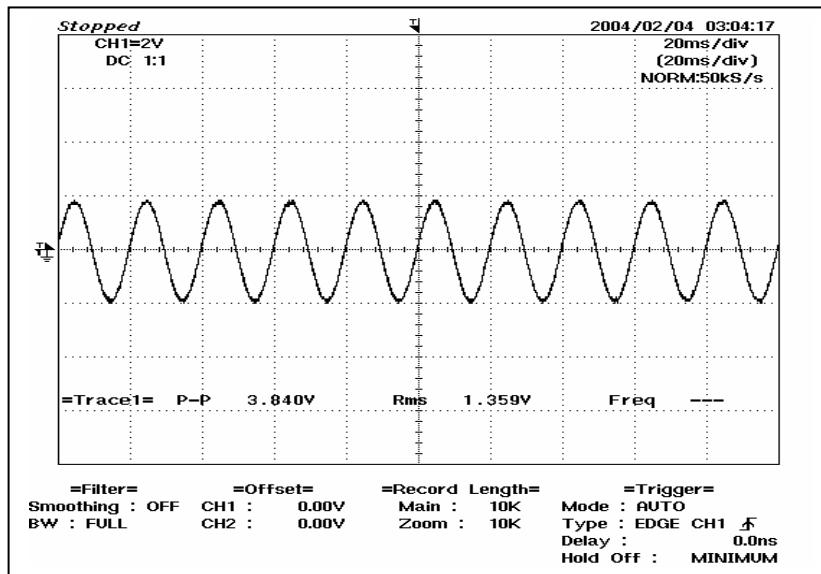
5.1 ผลการทดลองตัวตรวจจับสนแรงดัน

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ ADC จะรับได้ใน Cycle บวกเท่านั้น ฉะนั้นจึงต่อ Center tap ให้ไฟเอชี่จึงจะทำให้ได้รูปคลื่นดังรูปที่ 5.1

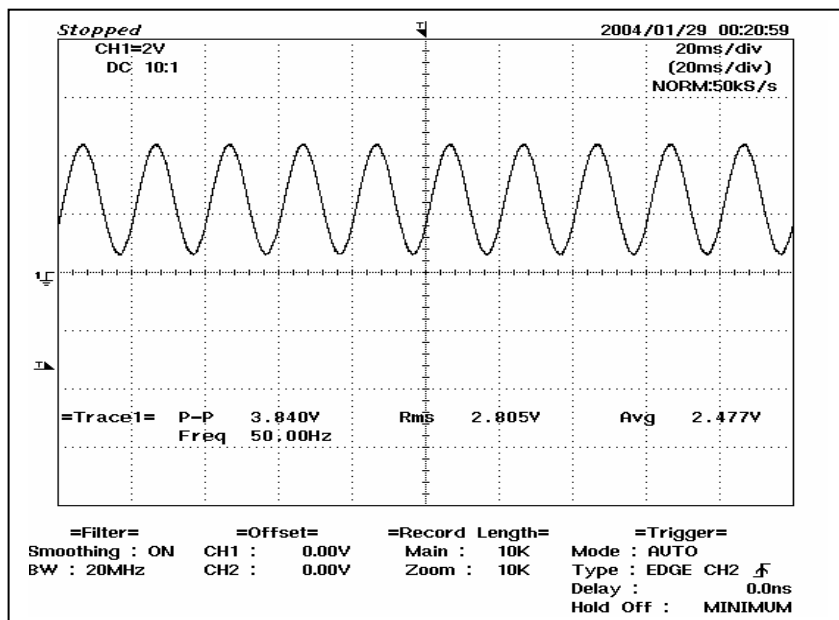


รูปที่ 5.1 รูปสัญญาณตัวตรวจจับสนแรงดัน

5.2 ผลการทดลองตัวตรวจจับสนะแสง



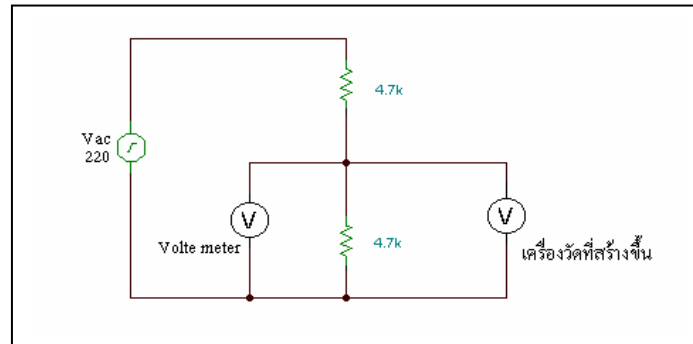
รูปที่ 5.2 เมื่อไม่มีการต่อผ่านเซ็นเตอร์แท็ป



รูปที่ 5.3 เมื่อมีการต่อผ่านเซ็นเตอร์แท็ป

5.3 ผลการทดลองโวลต์มิเตอร์

เป็นการนำเครื่องวัดที่สร้างขึ้นมาวัดเปรียบเทียบกับโวลต์มิเตอร์ ที่ใช้ในห้องLAB โดยการต่อความต้านทานแบบดิโวลเดอร์กับแหล่งจ่ายไฟ 220 V. ใช้มิเตอร์วัดค่าความต้านทาน (Resister) ที่ละตัวเทียบกับมิเตอร์ที่สร้างขึ้นดังรูป 5.4



รูปที่ 5.4 แสดงการวัดค่าของแรงดันมิเตอร์ที่สร้างเปรียบเทียบกับมัลติมิเตอร์

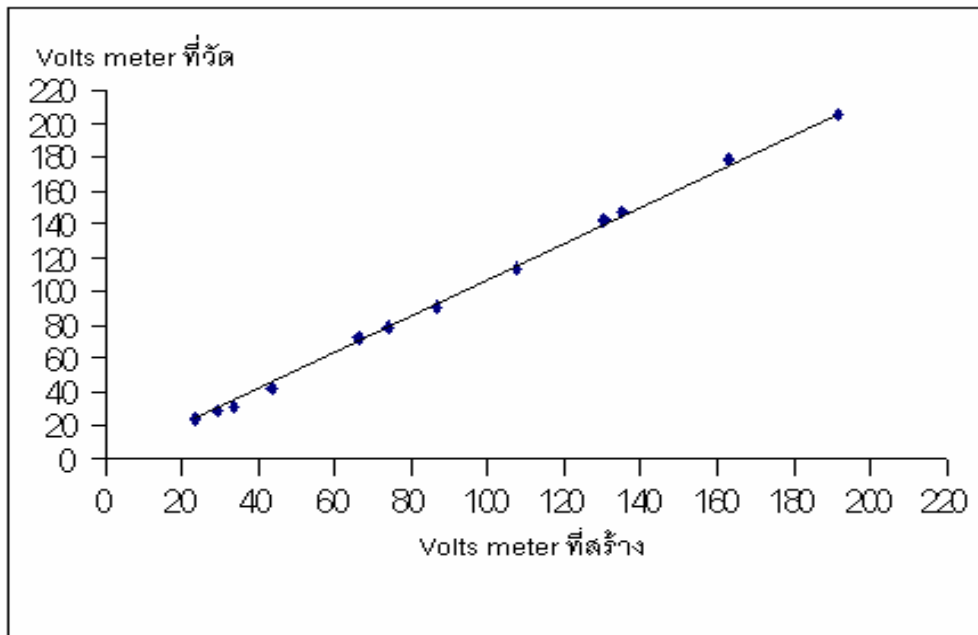
ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบการวัดค่าของโวลต์มิเตอร์

ค่าจากมัลติมิเตอร์	ค่าวัดมิเตอร์ที่สร้างขึ้น	error %
23.4	23.6	-0.85
28.95	29.5	-1.89
33.43	32	4.28
43.5	42.65	1.95
66.23	72.3	9.16
74	78	-5.45
86.5	90.76	-4.92
107.2	114	-6.34
130.5	142.5	-9.19
135	147.5	-9.92
163	179	-9.81
191.8	205.7	-7.24
222.64	222.6	0.01

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{ค่า Error (\%)} = \left(\frac{\text{ค่าจริง} - \text{ค่าที่วัดได้}}{\text{ค่าจริง}} \right) * 100$$

จากตารางจะเห็นว่าค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณมี Error น้อยกว่า $\pm 10\%$ ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้



รูปที่ 5.5 กราฟที่ได้จากการวัดของโวลต์มิเตอร์

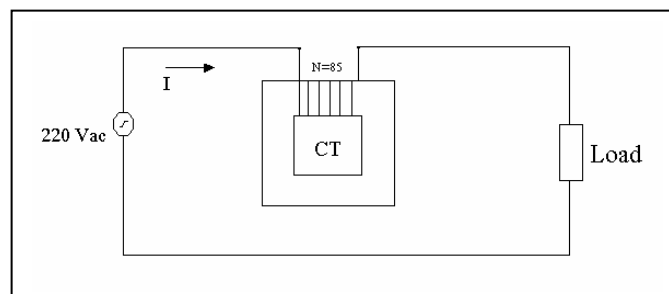
จากรูปกราฟจะเห็นว่าเป็นกราฟที่ Linear ซึ่งมีค่า Error อยู่บ้างและค่าที่วัดได้จะมีค่าตั้งแต่ประมาณ 20V – 220V ค่าที่น้อยกว่า 20 V เครื่องวัดที่สร้างขึ้นก็จะวัดค่าไม่ถูกต้องอาจจะมี Error เยอะกว่า $\pm 10 \%$

สรุป

การวัดค่าของโวลต์มิเตอร์เครื่องมือวัดสามารถวัดค่าได้ถูกต้องโดยดูจากกราฟ กราฟจะเป็น Linear

5.4 ผลการทดลองแอมป์มิเตอร์

การวัดกระแสของมิเตอร์ที่สร้างขึ้นโดยการต่อ Load แล้วใช้แอมมิเตอร์ที่ใช้ในห้อง LAB วัด เปรียบเทียบกับแอมมิเตอร์ที่สร้างขึ้นโดยเปลี่ยน Load ในการวัดค่าต่าง ๆ ไปเรื่อยๆ ดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 แสดงการต่อในการวัดกระแสของมิเตอร์ที่สร้างขึ้น

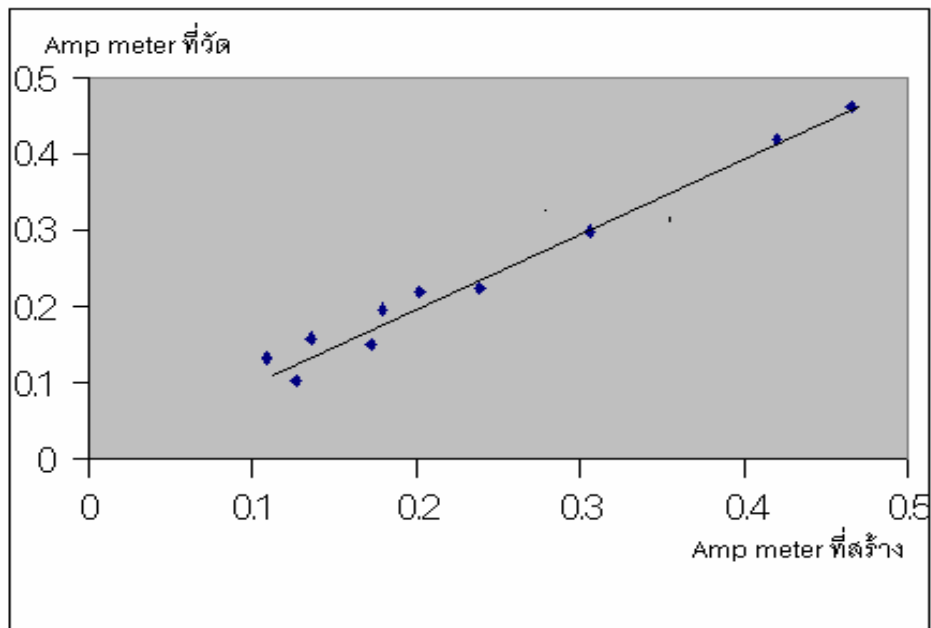
ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบการวัดค่าของแอมมิเตอร์

โหลด R (Ω)	กระแสจากมัลติมิเตอร์ (A)	กระแสจากมิเตอร์สร้าง (A)	Error %
22	0.420	0.419	0.12
31	0.465	0.461	0.43
47	0.306	0.298	1.3
62	0.239	0.224	3.23
68	0.202	0.220	-4.26
78	0.179	0.196	-4.5
91	0.172	0.151	6.5
97.5	0.136	0.159	-7.7
117.5	0.109	0.132	-9.5
124	0.127	0.102	10

จากตารางที่ 5.2 สูตรในการคำนวณ %Error คือ

$$\% \text{ Error} = \left(\frac{\text{ค่าจริง} - \text{ค่าที่วัดได้}}{\text{ค่าจริง}} \right) * 100$$

จากตารางจะเห็นว่า Error ที่ได้จะมีค่าไม่เกิน ± 10 % ถือว่ายอมรับได้ค่า % Error มีค่ามากในช่วงกระแสต่ำ ๆ จะมีค่า %Error มากและช่วงที่มีกระแสสูงจะวัดได้ถูกต้องเพราะค่า %Error มีค่าน้อย

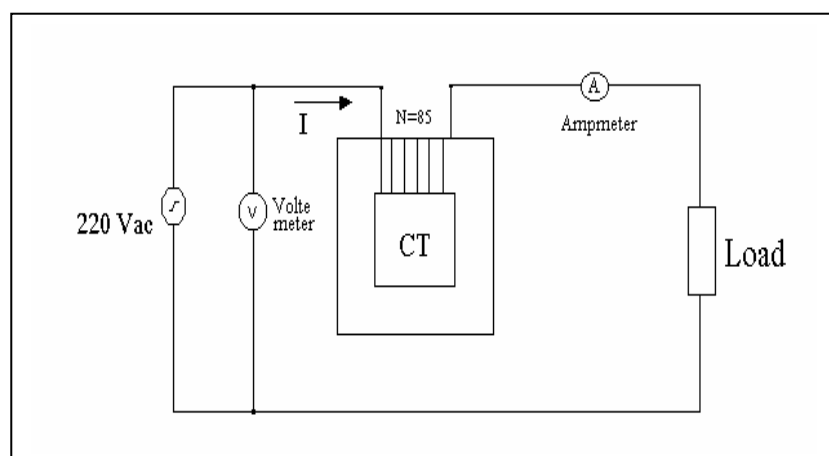


รูปที่ 5.7 กราฟที่ได้จากการวัดของแอมมิเตอร์

จากกราฟที่ 5.7 ค่าที่ได้ในช่วง 0.1 - 0.2 A จะเพี้ยน ถูกบ้างไม่ถูกบ้างแต่ค่าที่วัดจาก 0.2 - 0.5 A จะมีค่าถูกต้องที่สุด

5.5 ผลการทดลองวัดวัตต์มิเตอร์

ค่าที่ได้จากการคำนวณโดยการวัดค่าโวลต์และแอมป์ที่วัดจากโหลดมาคำนวณจากสูตร $\text{watt} = V \text{ ที่วัดได้} \times I \text{ ที่วัดได้}$ ก็จะได้วัดได้จริงเทียบกับวัตต์มิเตอร์ที่สร้างขึ้น

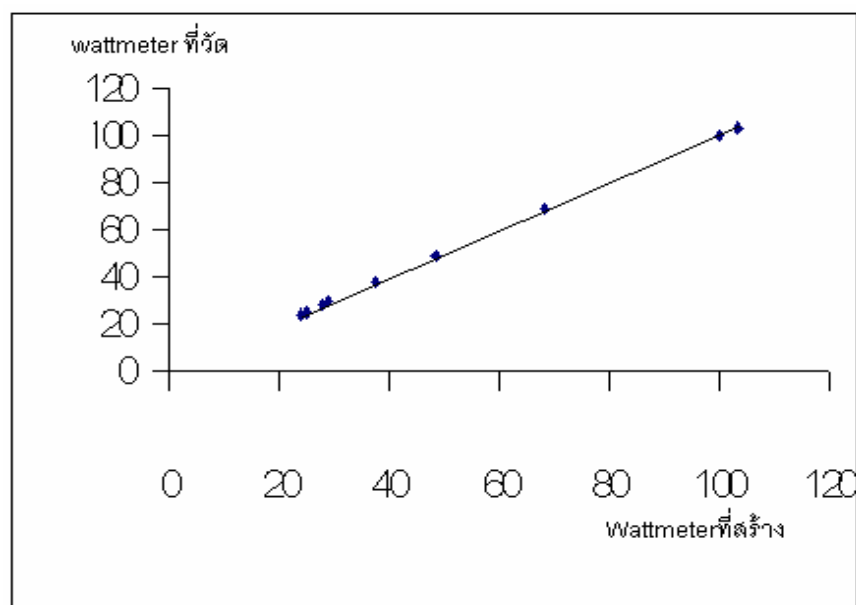


รูปที่ 5.8 แสดงการต่อในการวัดกำลังงานไฟฟ้า

ตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบค่าวัตต์มิเตอร์

โหลด (Ω)	ค่าคำนวณวัตต์มิเตอร์ (W)	ค่าวัตต์มิเตอร์ที่สร้าง (W)	Error (%)
R150	24.2	22.9	2.76
R120	28.6	25	6.7
R117	28.6	26	4.76
R91	37.4	34.7	3.74
R68	48.4	47.57	0.86
R47	68.2	65.7	1.86
R32	103.4	104	-0.29
โหลด 25W	25	22.9	2.29
โหลดได้ 100W	100	100.9	-0.45

จากตารางที่ 5.3 สูตรในการคำนวณกำลังไฟฟ้าคือ $watt = V \text{ ที่วัดได้} * I \text{ ที่วัดได้}$ ค่าที่วัดได้จากตารางจะเห็นว่า มี Error น้อยกว่า $\pm 10 \%$ ถือว่าค่าที่วัดยอมรับได้ ค่าที่วัดได้จะเพี้ยนในช่วงกำลังไฟฟ้าต่ำ และช่วงกำลังไฟฟ้าสูงจะวัดได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น



รูปที่ 5.9 กราฟที่ได้จากการวัดวัตต์มิเตอร์

5.6 สรุปผลการทดลอง

เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมานี้เป็นการนำเอา Current Sensor และ Voltage Sensor มาเป็นตัวตรวจจับสัญญาณให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ในโครงการนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวคำนวณค่าของกำลังไฟฟ้า , แรงดันไฟฟ้า , กระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถวัดกำลังโหลด ที่เป็นโหลด Resister ได้ตั้งแต่ 10 W – 100 W โดยโหลดที่เป็น Resister เช่นหลอดไฟซึ่งแรงดันที่วัดได้ตั้งแต่ 20 – 220 Vac (rms) และกระแสอยู่ในช่วงประมาณ 0.15 - 0.5 A ซึ่งค่าที่วัดได้เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่วัดจากมิเตอร์ และค่าการคำนวณ (การคำนวณใช้มิเตอร์วัดค่า 2 ค่าในการคำนวณ) จากการทดลองวัดค่าต่าง ๆ ของมิเตอร์ที่สร้างขึ้นก็พบว่ามีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า $\pm 10 \%$ ซึ่งก็ถือว่ายอมรับได้

Current Sensor เป็นตัวตรวจจับสัญญาณให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่ง Current Sensor ที่ใช้เป็นแบบสำเร็จรูปเมื่อต่อ Current Sensor รูปคลื่นที่ได้ออกมาจะเป็นรูปคลื่นไซน์ซึ่งมีทั้งซีกบวกและซีกลบ แต่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการแรงดันที่เข้า ADC เฉพาะด้านที่เป็นบวกเท่านั้นจึงต่อ Output ของ Current Sensor เข้ากับ Center tap เพื่อยกระดับแรงดันให้รูปคลื่นทางด้าน Output ของ Current Sensor ยกกระดับขึ้นไปอยู่ด้านบนบวกอย่างเดียวมี Center อยู่ ± 2.5 V.

Voltage Sensor เป็นตัวตรวจจับสัญญาณให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งวงจรของ Voltage Sensor ใช้หลักการของ Voltage Divider โดยใช้หม้อแปลง 200 / 6 V. แล้วใช้ความต้านทานปรับค่าได้ 10 K Ω เอาท์พุทที่ต้องการคือ 2.5 Vac แต่สามารถปรับแอมพลิจูดได้ Output ที่ออกมาทำให้เรียบโดยต่อ Capacitor เข้าไปก่อนจะยกระดับแรงดันโดยการต่อผ่าน Center tap (ทำได้โดยการต่อไฟ + 5 V. ต่อความต้านทาน 2 ตัว ค่าเท่ากันต่อ Divider ก็จะได้ Center tap) เพื่อยกระดับก่อนเข้า ADC เพื่อคำนวณต่อไป

Microcontroller เป็นหัวใจหลักในการสร้างวัดมิเตอร์ซึ่งในโครงการนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ของ Atmega 32 (AVR) ซึ่งมันจะมีหน้าที่รับค่ากระแสและแรงดันจากภายนอกมาทำการประมวลผลหรือคำนวณ แล้วเอาค่าที่คำนวณนั้นออกแสดงผลโดยทางจอ LCD ค่าสัญญาณ ADC ที่มันรับเข้ามานั้นมันจะเข้ามาทางพอร์ต A คือ PA0 และ PA1

5.7 สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ

โครงการถูกสร้างขึ้นมาทีละส่วนเริ่มตั้งแต่บอร์ดการทดลองของไมโครคอนโทรลเลอร์(AVR Mega32) การศึกษาโปรแกรมการใช้งานจอแสดงผล LCD วงจรตรวจจับแรงดัน วงจรตรวจจับกระแส ทั้งหมดนี้ได้มีการทดสอบและแก้ไขปรับปรุงเมื่อเจอปัญหาให้มีค่าน้อยที่สุดจึงสรุปดังนี้

1. วงจรตรวจจับกระแส ปัญหาที่พบจากตัว Current Sensor คือขนาดของ Sensor ค่ามาก CT 100 : 4 100 A จะออก 4 V ปัญหาคือมิเตอร์ที่สร้างวัดค่ากระแสต่ำทำให้ Sensor ตรวจจับสัญญาณไม่ได้ แก้ปัญหาโดยการพันขดลวดรอบ Current Sensor ถึง 85 รอบ และช่วงที่วัดกระแสต่ำ ๆ จะจับสัญญาณไม่ได้เพราะไม่สามารถพันรอบแกน Sensor ได้จึงวัดได้แค่ช่วง 0.15A – 0.5A
2. วงจรตรวจจับแรงดัน Output ของวงจรตรวจจับแรงดันไม่เรียบแก้ปัญหาโดยการต่อ Capacitor ก่อนเข้า Center tap

3. ปัญหาในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ก็คือต้องจัดระดับแรงดันให้กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ให้อย่างถูกต้องถ้าไม่ทำเช่นนั้นอาจจะทำให้ตัวคอนโทรลเลอร์ทำงานผิดพลาดได้สาเหตุที่ต้องจัดระดับแรงดันให้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ก็เพราะว่ามีการใช้ ADC ภายในต้องจัดระดับให้มันเสมอ

4. ปัญหาเรื่องสัญญาณรบกวนที่มีมารบกวนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ปัญหาที่พบบ่อยๆ ก็คือมาจากสัญญาณ ADC อาจจะเป็นเพราะการรบกวนของอุปกรณ์ภายนอกเช่น หม้อแปลง คอมพิวเตอร์เป็นต้นวิธีแก้คือโดยใช้สายชีลเป็นตัวนำสัญญาณของกระแสและแรงดัน

WATT METER

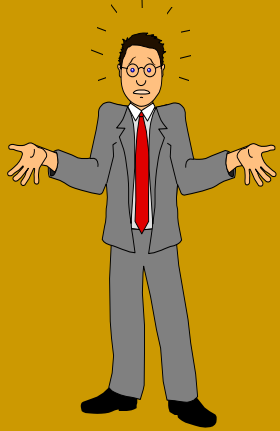
จัดทำโดย

นายชวลิต ราชบุญมี

เลขประจำตัว 443040134-5

นายบุญช่วย มณีรัตนพร เลขประจำตัว 443040167-0

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ อ.ดร.กฤษ เฉยไสย

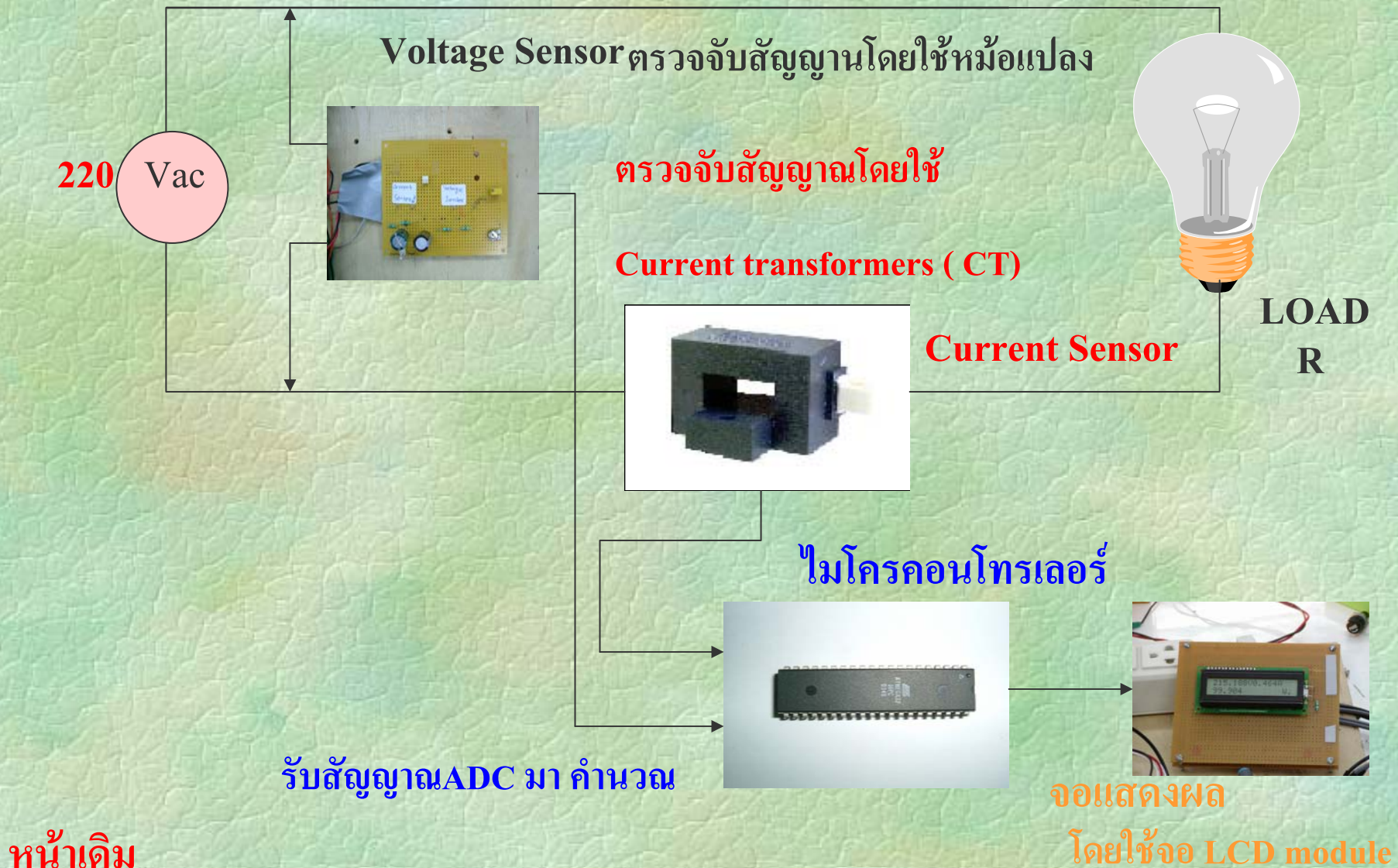


ขั้นตอนการรายงาน



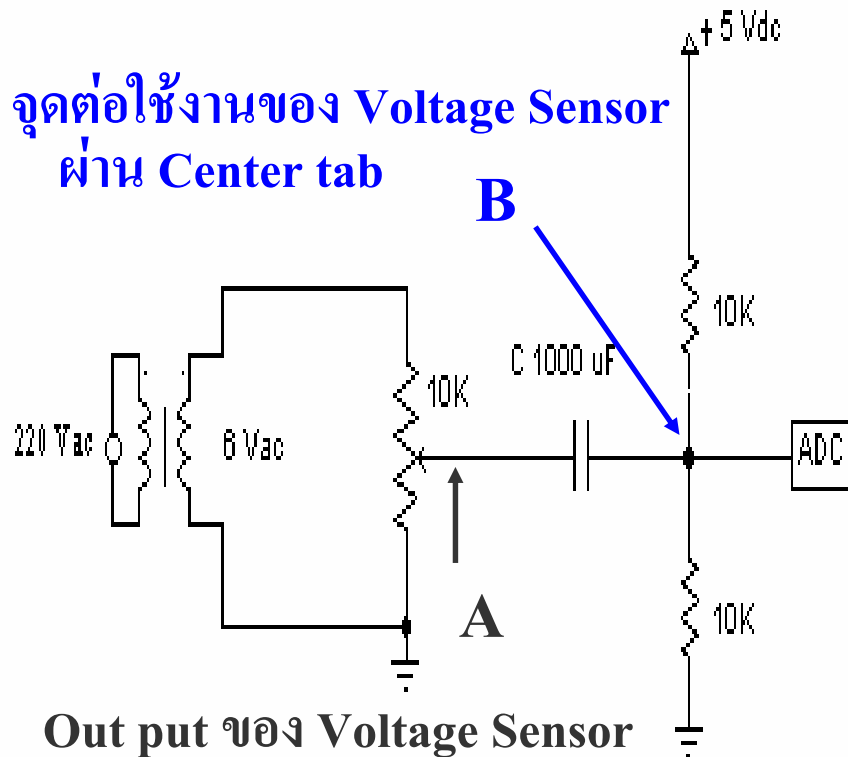
- 1. โครงสร้างวัดต์มิเตอร์
- 2. การตรวจจับสัญญาณแรงดัน
- 3. การตรวจจับสัญญาณกระแส
- 4. ไมโครคอนโทรลเลอร์
- 5. ชุดแสดงผล
- 6. ผลการทดลอง
- 7. สรุป

โครงสร้างของวัตต์มิเตอร์

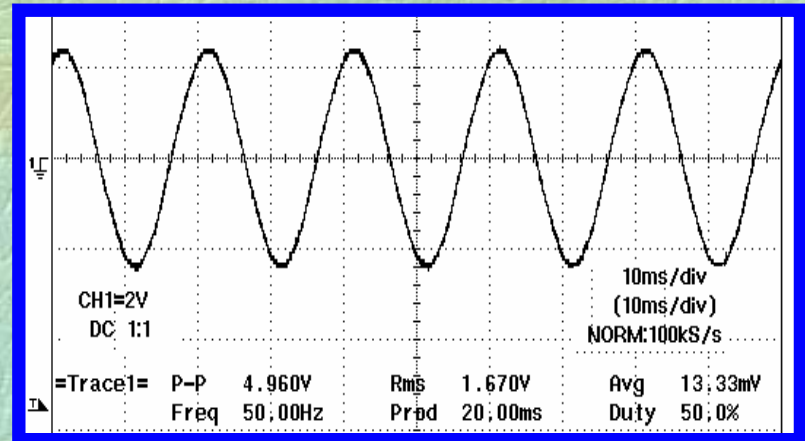


เทคนิคการตรวจจับสัญญาณแรงดัน

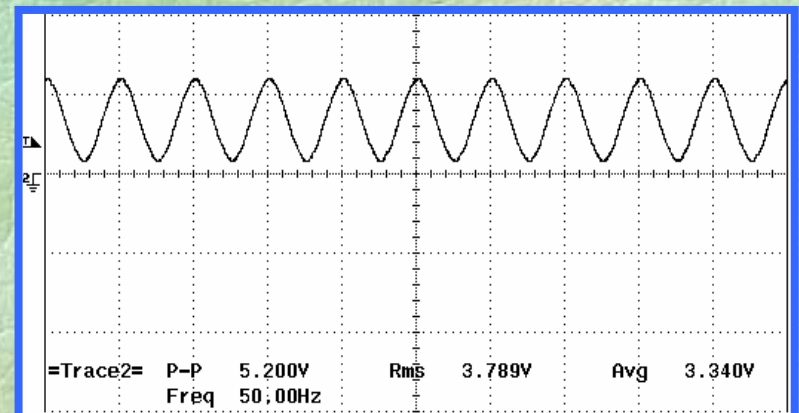
จุดต่อใช้งานของ Voltage Sensor
ผ่าน Center tab



หน้าเดิม



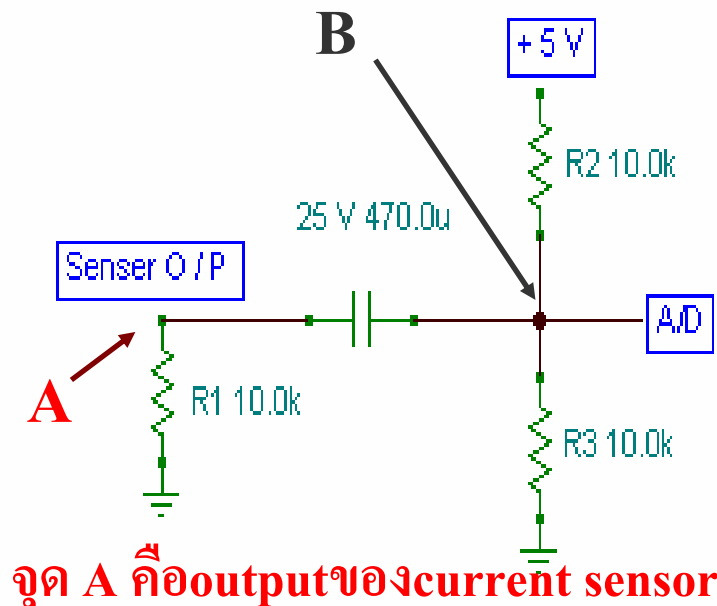
รูปคลื่นจุด A เมื่อไม่ผ่าน Center tab



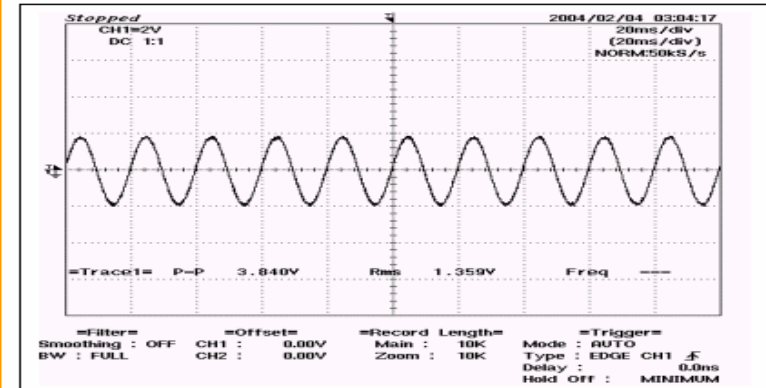
รูปคลื่นจุด B เมื่อผ่าน Center tab แล้ว

เทคนิคการตรวจับสัญญาณกระแส

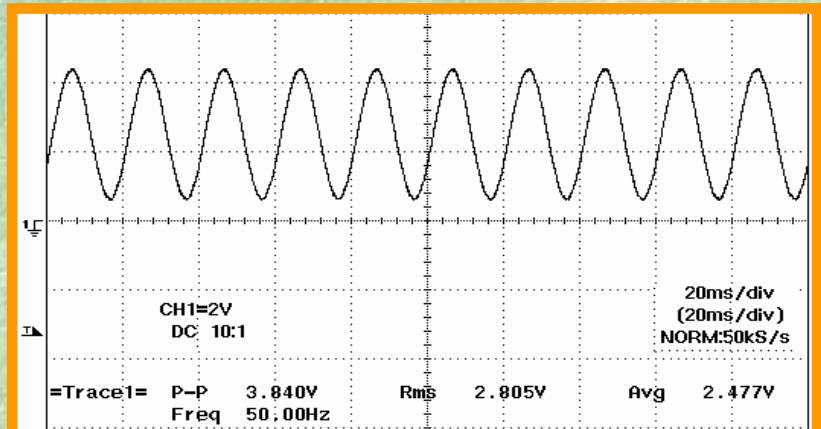
จุดต่อใช้งานของ current sensor



หน้าเดิม



รูปคลื่นจุด B ไม่เมื่อผ่าน Center tab แล้ว



รูปคลื่นจุด B เมื่อผ่าน Center tab แล้ว

ไมโครคอนโทรลเลอร์



- ในโครงการนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ของ Atmega 32 ซึ่งลักษณะโครงสร้างมันมี 40 ขาและมีฟังก์ชันต่างๆ มากมายอยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ฟังก์ชันที่สำคัญมากที่สุดก็คือ ฟังก์ชัน Analog to Digital ซึ่งมีการใช้งานดังนี้

การใช้งาน Analog to Digital

- 1. จะใช้การแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 10 บิต
- 2. วงจรต้องการ 13 Clock ในการแปลง
- 3. สัญญาณที่รับเข้าจะเข้ามาทาง PORT A

Start

SET Port,LCD

ส่วนนี้จะเป็นการSET Port ที่ใช้งาน SET LCD
และก็ SET ค่า อินเตอร์รัพ

Sampling V ,I
จนครบ 1 cycle
(50 Hz)

ในส่วนนี้จะเป็นการรับค่า V และ I

คำนวณ Vrms , Irms , W

Display

$$V_{rms} = 1 / T \sqrt{\sum_1^T V^2}$$
$$I_{rms} = 1 / T \sqrt{\sum_1^T I^2}$$
$$W = V_{rms} * I_{rms}$$

หน้าเดิม

Timer interrupt

I / P (I)
I / P (V)

ในส่วนนี้จะเป็นการรับกระแสและแรงดัน

$$V_1 = \int V dt$$

$$I_1 = \int I dt$$

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$N = N + 1$

$N \geq N_{max}$

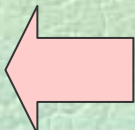
STOP INTERRUPT

ในส่วนนี้จะเป็นการเช็คค่า N_{max}

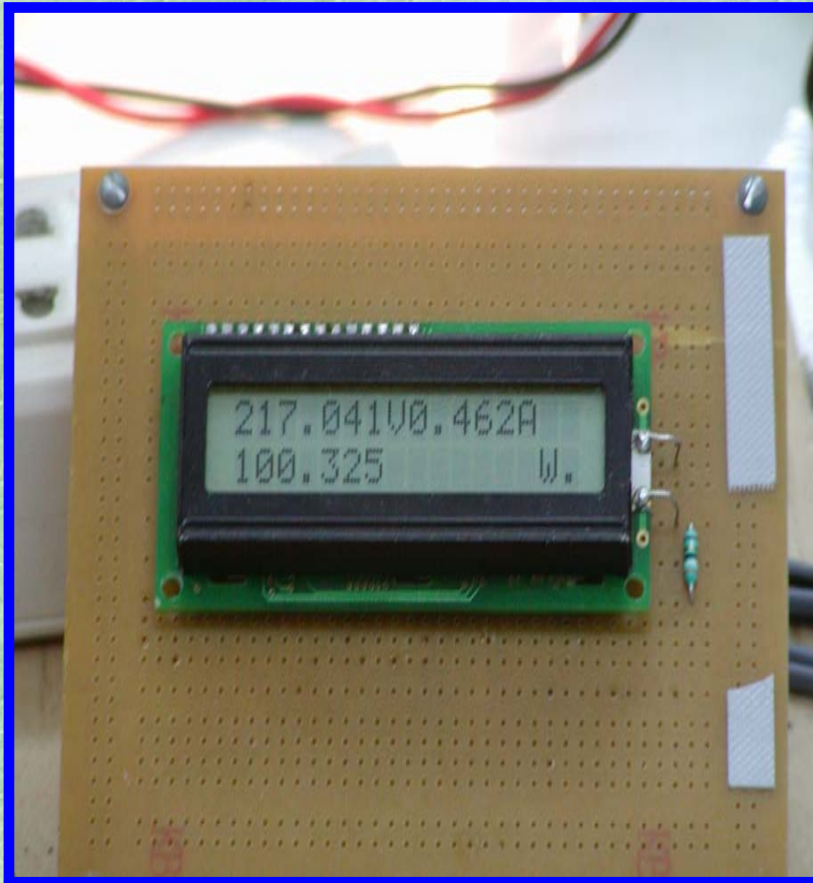
ในส่วนนี้ $N_{max} = 255$

เวลาในการ Interrupt = 0.78 ms

RETI



จอแสดงผล

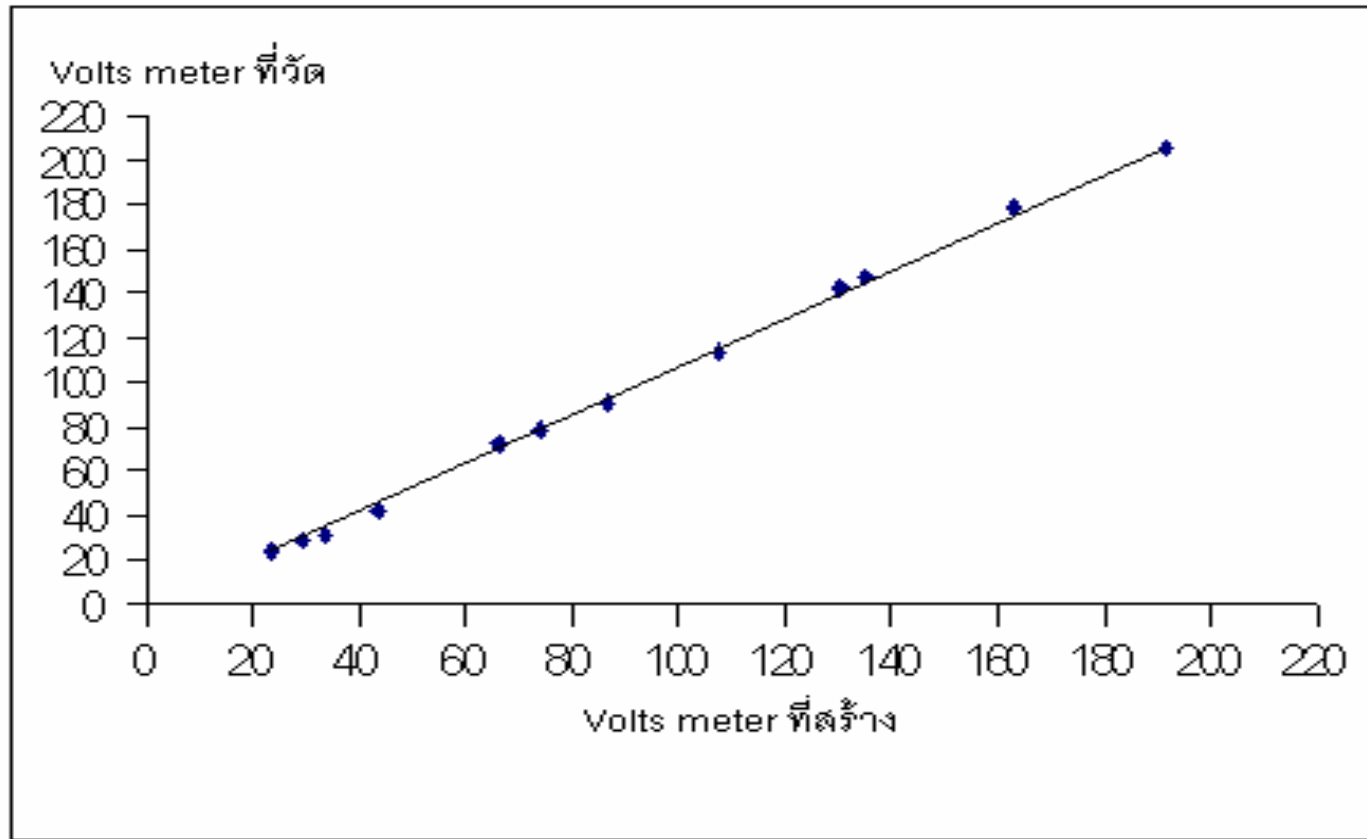


- จากรูปเป็นจอแสดงผลแบบ LCD Module 16 * 2 (Black Light) ซึ่งการต่อใช้งานจะต่อเป็นแบบ 8 บิต

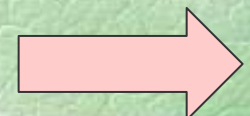
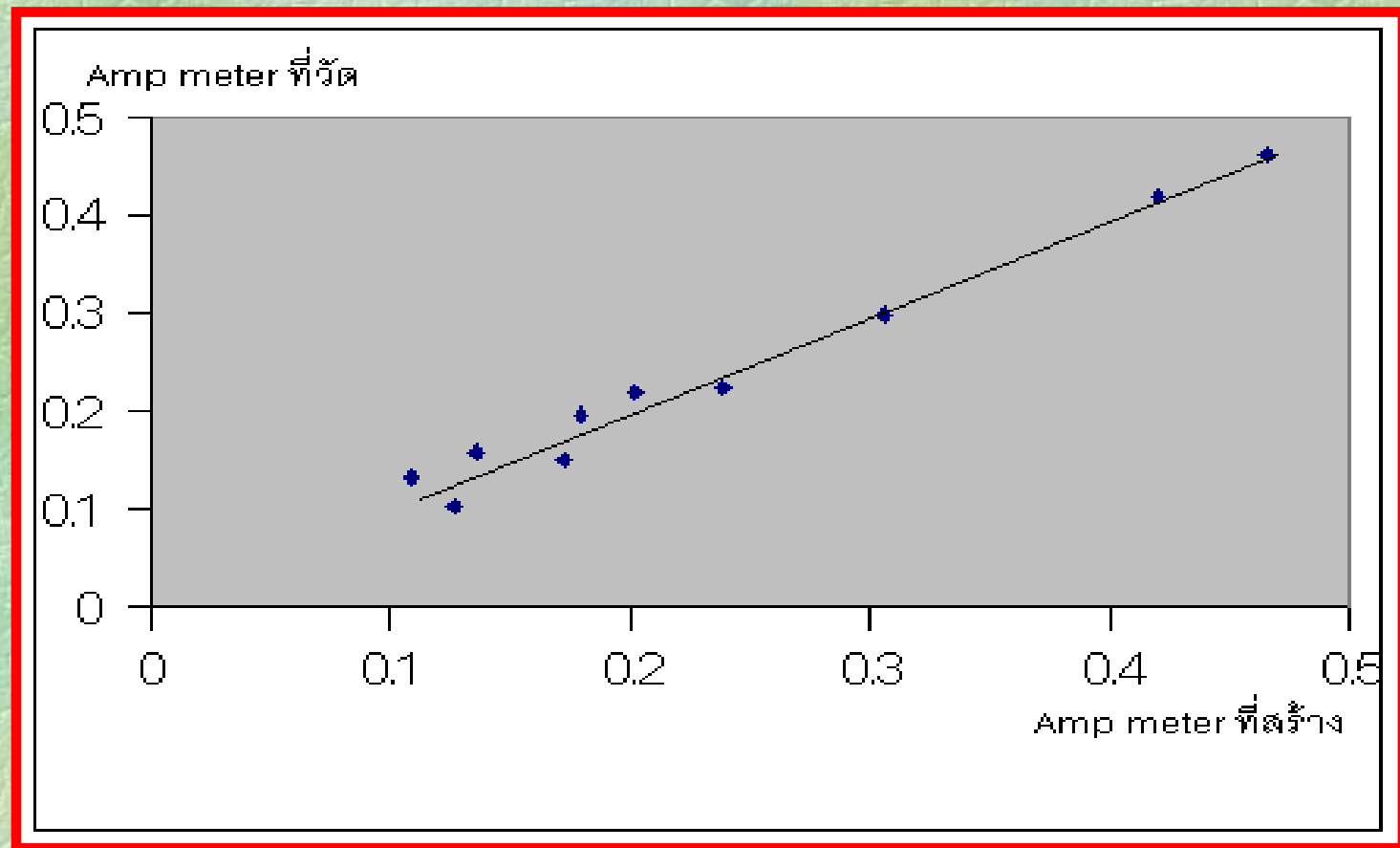
ผลการทดลอง

- 1. การทดลองวัดโวลต์มิเตอร์
- 2. การทดลองวัดแอมมิเตอร์
- 3. การทดลองวัดวัตต์มิเตอร์

กราฟที่ได้จากการวัดโวลต์มิเตอร์



กราฟที่ได้จากการวัดแอมมิเตอร์



กราฟที่ได้จากการวัดวัตต์มิเตอร์

wattmeter ที่วัด

120

100

80

60

40

20

0

0

20

40

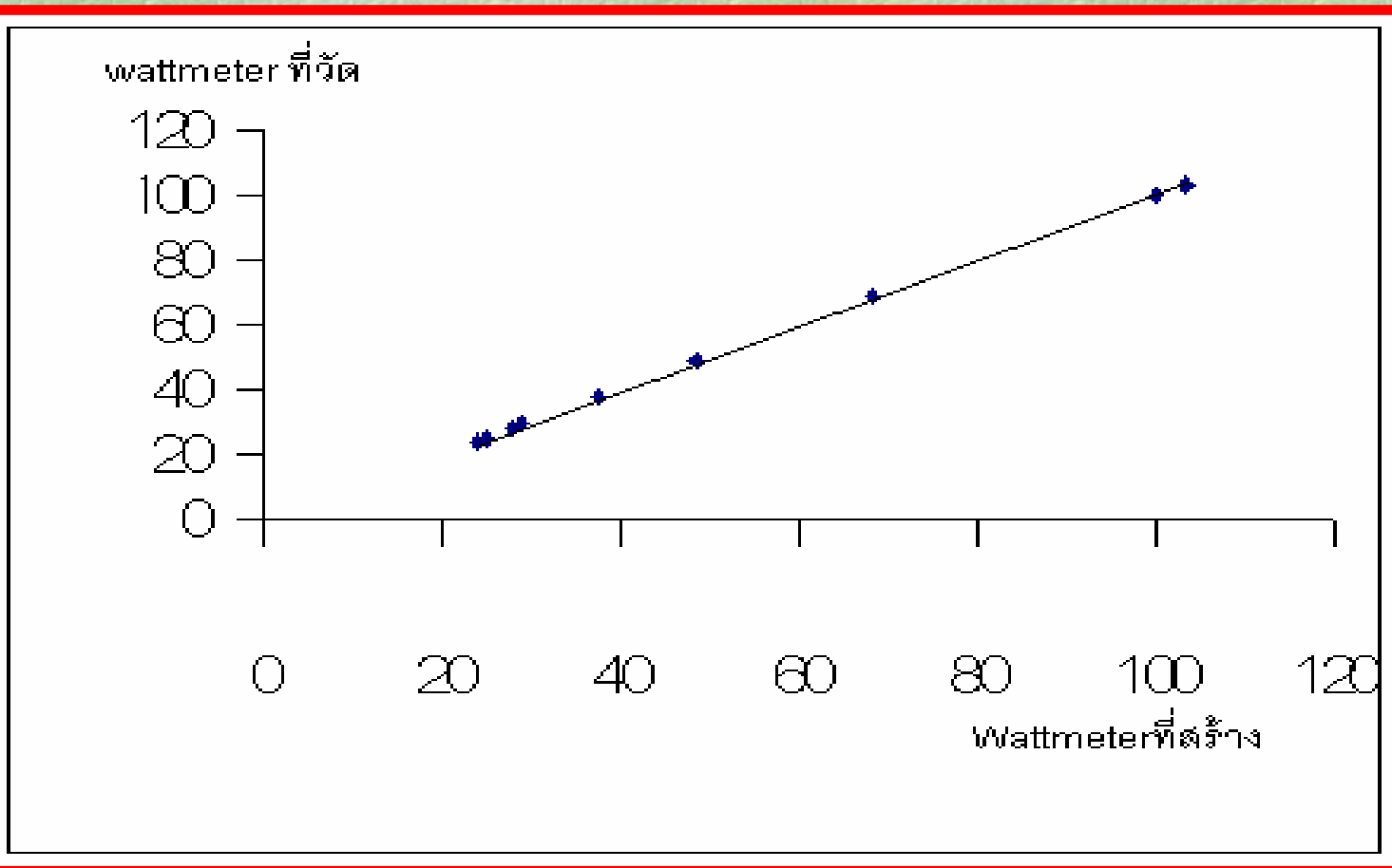
60

80

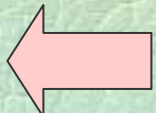
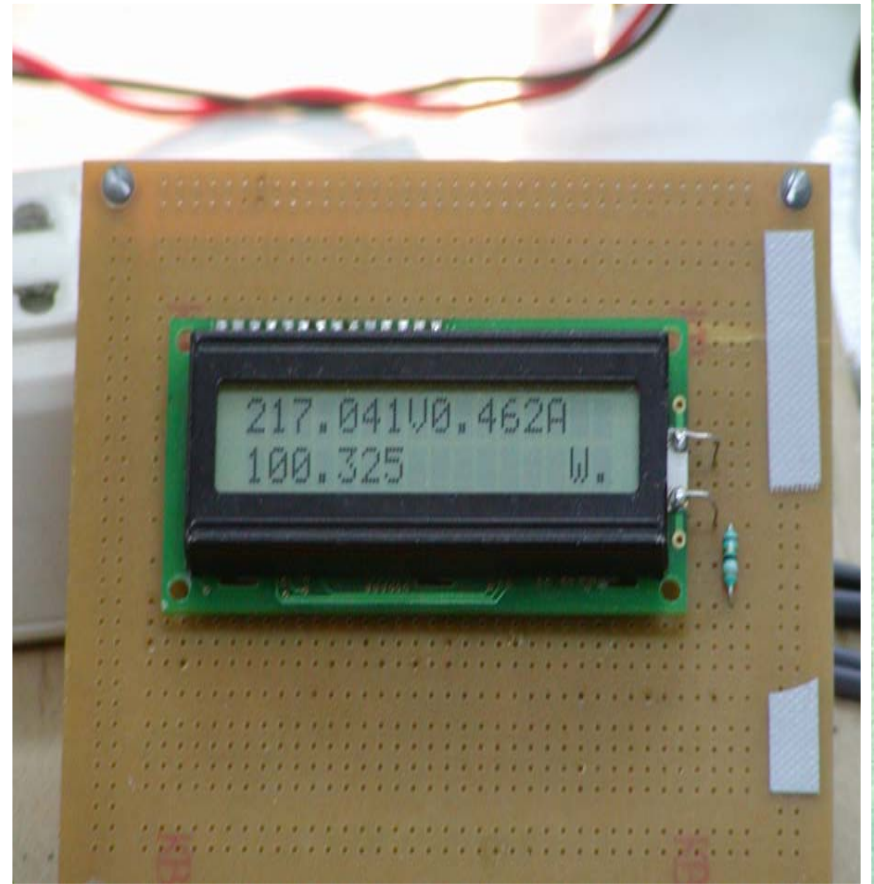
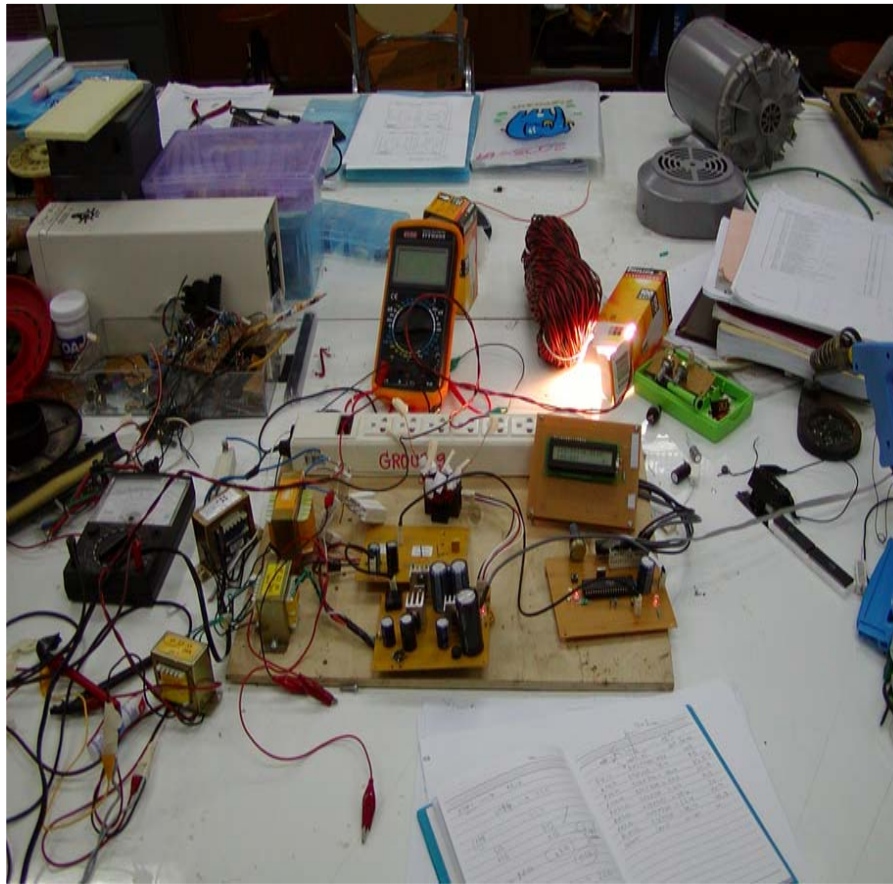
100

120

Wattmeter ที่สร้าง



ทดลองการวัด LOAD ที่เป็นหลอดไฟอินแคนเดสเซนต์ 100 W.



สรุป

- 1.ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (AVR) ในการสร้างเครื่องมือวัดได้
- 2.ราคาถูกลงกว่ามิเตอร์ทั่วไป
- 3. สามารถแสดงผลเป็นแบบดิจิตอล
- 4.เปลี่ยนแปลงการทำงานได้ง่ายสามารถแก้ไขได้ที่ตัวโปรแกรม
- 5. ครงงานนี้สามารถวัดได้ทั้งแรงดัน , กระแส , กำลังไฟฟ้า

สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ

- 1. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าสามารถวัดได้เฉพาะโหลด R เท่านั้น
 - 2. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าสามารถวัดกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด 100 W.
 - 3. ปัญหาเรื่องสัญญาณรบกวน
-

