สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าโดยส่งข้อมูลผ่านระบบข้อความสั้น

Power meter via SMS

T119240

นางสาวกนิษฐา วีรภูรินต์
นางสาวกฤษณีย์ น้อยพานิช
นายคณิตสรณ์ โลหวิตตะ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119240
วัน,เดือน,ปี - 6 ส.ค. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า โดยส่งข้อมูลผ่านระบบข้อความสั้น

Power meter via SMS

นางสาวกนิษฐา วีรภูรินต์ รหัส 50010013

นางสาวกฤษณีย์ น้อยพานิช รหัส 50010049

นายคณิตสรณ์ โลหวิตตะ รหัส 50010164

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.พลผดุง ผดุงกุล

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

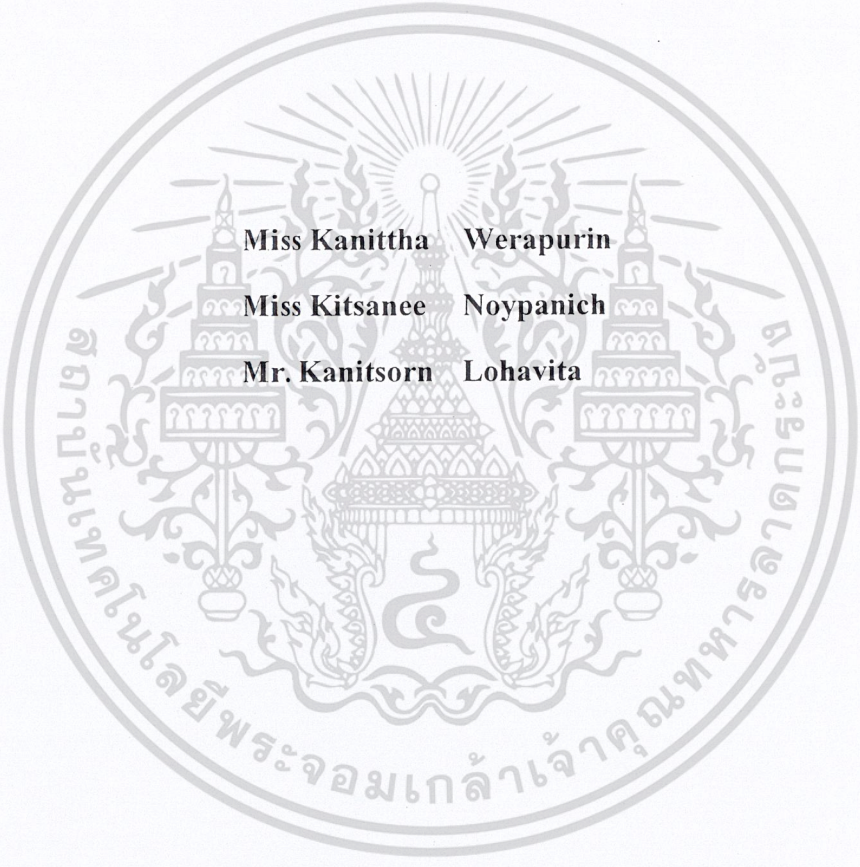
ปีการศึกษา 2553

Power meter via SMS

Miss Kanittha Werapurin

Miss Kitsanee Noypanich

Mr. Kanitsorn Lohavita



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN ELECTRONICS ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

ปีการศึกษา 2553

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า โดยส่งข้อมูลผ่านระบบข้อความสั้น

Power meter via SMS

ผู้จัดทำ น.ส.กนิษฐา วีรภูรินต์ รหัส 50010013

น.ส.กฤษณีย์ น้อยพานิช รหัส 50010049

นายคณิตสรณ์ โลหวิตตะ รหัส 50010164

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.พลผดุง ผดุงกุล

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ.....

(ผศ.พลผดุง ผดุงกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า โดยส่งข้อมูลผ่านระบบข้อความสั้น

น.ส.กนิษฐา วีรภูรินต์ รหัส 50010013
น.ส.กฤษณีย์ น้อยพานิช รหัส 50010049
นายคณิตสรณ์ โลหวิตตะ รหัส 50010164
ผศ.พลผดุง ผดุงกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้กล่าวถึงการออกแบบและการสร้างเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า ซึ่งทำการวัดกระแส แรงดัน และความต่างเฟสระหว่างกระแสกับแรงดัน ซึ่งข้อมูลที่ได้จะถูกส่งผ่านระบบข้อความสั้น(SMS) โดยใช้ GSM Module ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการส่งข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า และตัวประกอบกำลัง หลังจากนั้นทำการจัดการข้อมูลและแสดงผลในรูปแบบของข้อมูลและกราฟผ่านทางคอมพิวเตอร์

จุดประสงค์ของปริญญานิพนธ์นี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นต้นแบบในการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าตามหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้า และตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้หม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าผิดปกติ เพื่อที่จะทำการแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงที

Power meter via SMS

Miss Kanittha Werapurin ID. 50010013
Miss Kitsanee Noypanich ID. 50010049
Mr. Kanitsorn Lohavita ID. 50010164
Assist. Prof. Polphadung Phadungkul Advisor
Education Year 2010

Abstract

This thesis presents the design and construction of power meter which measures current, voltage and different phase between current and voltage. The measured data will be sent via short message system using GSM Module with microcontroller to control the data transmission. Calculate power and power factor from the data. After that, the data will be arranged and displayed in the form of graphs and data via computer.

This thesis performed to be a model for the installation of power meter in transformer of power plant and check the abnormal case of transformer in order to solve the problems in time.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	3
ABSTRACT	4
สารบัญ	5
สารบัญรูปภาพ ตาราง และกราฟ	6
บทที่ 1 บทนำ	**8**
1.1 วัตถุประสงค์	8
1.2 จุดประสงค์โครงงาน	8
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	9
1.4 หลักการทำงาน	9
บทที่ 2 ทฤษฎี	**10**
2.1 AT-COMMAND	10
2.2 การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM300CZ	11
2.3 ไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232	15
2.4 PIC (Programmable Integrated Circuit)	16
2.5 การแปลงสัญญาณ A/D	18
2.6 การตรวจวัดกระแส	20
2.7 ไอซีออปแอมป์ (Op-A1. mp I.C)	22
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	**25**
3.1 วงจรวัดแรงดัน	25
3.2 วงจรวัดกระแส	26
3.3 วงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์	27
3.4 โปรแกรมอินเตอร์เฟสในคอมพิวเตอร์	28
3.5 การออกแบบด้าน Software	29
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**33**
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	**37**
ภาคผนวก	**39**
กิตติกรรมประกาศ	43
เอกสารอ้างอิง	44

สารบัญรูปภาพ ตาราง และกราฟ

หน้า

บทที่ 1

รูปที่1.1 Block diagram ส่วนแรก (ส่วนที่ติดกับเครื่องใช้ไฟฟ้า) 9

รูปที่1.2 Block diagram ส่วนที่สอง (ภาครับ) 9

บทที่ 2

ตารางที่ 2.1 แผนผัง แสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง ET-GSM SIM300CZ กับ คอมพิวเตอร์ PC 12

ตารางที่ 2.2 แผนผัง แสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง ET-GSM SIM300CZ กับไมโครคอนโทรลเลอร์ 12

ตารางที่ 2.3 รูปแบบการใช้งาน AT Command(เมื่อ <x> คือ รหัส (คำสั่ง) 13

รูปที่ 2.1 ตำแหน่งขาสัญญาณและวงจรภายในไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 15

รูปที่ 2.2 CPU PIC16F877 และการจัดวางตำแหน่งขาสัญญาณต่างๆ 18

รูปที่ 2.3 แสดงการแปลงสัญญาณ Analog to Digital 19

รูปที่ 2.4 ไอซีตรวจจับกระแส 20

รูปที่ 2.5 การวัดกระแสโดยใช้ฮอลล์เซนเซอร์ 20

รูปที่ 2.6 หม้อแปลงกระแสชนิดทำเองแบบง่าย 21

รูปที่ 2.7 การต่อวงจร Current sensor 21

รูปที่ 2.8 แสดงสัญลักษณ์ออปแอมป์ 22

รูปที่ 2.9 วงจรขยายออปแอมป์แบบกลับเฟส (Inverting Amplifier) 23

หน้า

บทที่3

รูปที่ 3.1 วงจรวัดแรงดัน 25

รูปที่ 3.2 วงจรวัดกระแส 26

รูปที่ 3.3 วงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 27

รูปที่ 3.4 โปรแกรมอินเตอร์เฟสในคอมพิวเตอร์ 28

รูปที่ 3.5 แสดง flow chart โปรแกรมในส่วนของลูป main();ในไมโครคอนโทรเลอร์ 29

รูปที่ 3.6 แสดง flow chart โปรแกรมในส่วนของลูป meter();ในไมโครคอนโทรเลอร์ 30

รูปที่ 3.7 แสดง flow chart โปรแกรมในส่วนของลูปsend();ในไมโครคอนโทรเลอร์ 31

รูปที่ 3.8 หลักการทำงานในส่วนของโปรแกรมอินเตอร์เฟส 32

บทที่4

รูปที่ 4.1 รูปกราฟแรงดันที่วัดได้จากโหลด L 33

รูปที่ 4.2 รูปกราฟกระแสที่วัดได้จากโหลด L 33

รูปที่ 4.3 รูปกราฟแรงดันและกระแสที่วัดได้จากโหลด L 34

รูปที่ 4.4 รูปโปรแกรมอินเตอร์เฟสเวลามีข้อมูลเข้ามาและทำการแสดงผล 34

รูปที่ 4.5 รูปตารางแสดงข้อมูลทั้งหมดที่ถูกส่งมาจากมิเตอร์ 35

รูปที่ 4.6 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับเวลาที่เปลี่ยนไป 35

รูปที่ 4.7 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเวลาที่เปลี่ยนไป 36

รูปที่ 4.8 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้ากับเวลาที่เปลี่ยนไป 36

รูปที่ 4.9 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบกำลังกับเวลาที่เปลี่ยนไป 36

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้อำนวยความสะดวกสิ่งต่างๆ ให้รวดเร็วและสะดวกสบายยิ่งขึ้น เช่น โทรศัพท์มือถือ การนำเทคโนโลยีมาพัฒนาในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อความสะดวกสบายและประหยัดเวลานั้นเป็นคุณสมบัติที่ดีของอุปกรณ์ ในขณะนี้องค์กรต่างๆต้องการอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้ในองค์กร เพื่อความสะดวกสบายและประหยัดเวลาในการทำงาน

เนื่องจากในประเทศไทยไทยมีการใช้ไฟฟ้ากันอย่างทั่วถึง แต่ในบางที่ที่ห่างไกลก็ต้องใช้เสาส่งในระยะไกลมาก การวัดค่าไฟฟ้าจึงเป็นการยากแก่พนักงานที่จะเข้าถึงพื้นที่ และในประเทศไทยใช้เสาฟ้าบนดินทำให้การวัดหรือการแก้ไขเมื่อเกิดการเสียหายของอุปกรณ์บนเสาไฟฟ้าเช่น หม้อแปลง จึงเป็นการยากและเสี่ยงอันตรายแก่พนักงาน การไฟฟ้าจึงเป็นองค์กรหนึ่งที่ต้องการอุปกรณ์ที่พัฒนาให้มีการใช้งานที่มีศักยภาพสูงมาใช้งาน

1.1 วัตถุประสงค์

โครงงานนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดค่ากำลังไฟฟ้าต้นแบบ โดยข้อมูลของค่าที่วัดได้จะถูกส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ ผ่านทางระบบข้อความสั้น จึงสามารถแก้ปัญหาการวัดอุปกรณ์ในพื้นที่ห่างไกล โดยไม่จำเป็นต้องเดินทางลงพื้นที่ซึ่งบางที่อาจอยู่ห่างไกล และสามารถป้องกันการเสียหายอุปกรณ์ โดยติดตั้งชุดอุปกรณ์การวัดไว้ที่เครื่องใช้ไฟฟ้าแทน

1.2 จุดประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อทำการศึกษา ออกแบบ และสร้างเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าแบบจำลอง

1.2.2 เพื่อศึกษาการแปลงสัญญาณอนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิตอล หรือ A/D Converter

1.2.3 เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC

1.2.4 เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าทำงานร่วมกับ GSM Module โดยสามารถส่งค่าที่วัดได้ผ่านทางระบบข้อความสั้น

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ในส่วนของภาคเรียนที่ 1 ออกแบบและสร้างเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า ศึกษาการแปลงสัญญาณอนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิตอล หรือ A/D Converter โดยสามารถเขียนโปรแกรมสั่งให้ PIC วัดค่าแรงดัน ค่ากระแส และสามารถควบคุม GSM Module ให้ส่งข้อมูลในรูปแบบ SMS มายังคอมพิวเตอร์ได้

ในส่วนของภาคเรียนที่ 2 ทำการปรับปรุงส่วนของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าให้ส่งข้อมูลผ่าน SMS ตามเวลาที่กำหนด และปรับปรุงโปรแกรมอินเตอร์เฟสฝั่งคอมพิวเตอร์ให้สามารถอ่านข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้คำนวณเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ เพื่อนำทุกส่วนมารวมกันเป็นชุดอุปกรณ์ที่พร้อมใช้งานได้

1.4 หลักการทำงาน

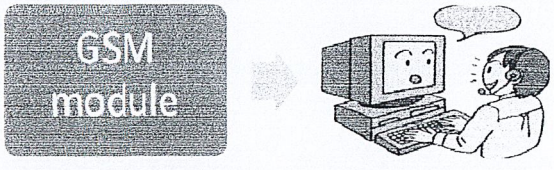
การทำงานของวงจรจะมีด้วยกัน 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนแรกคือ ส่วนที่ต่อกับเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า ซึ่งจะทำการวัดแรงดัน กระแส และค่าตัวประกอบกำลัง จากนั้นข้อมูลที่วัดได้นี้ส่งผ่านระบบข้อความสั้นของ GSM module ไปยังส่วนของภาครับ ดังรูปที่1.1



รูปที่1.1 Block diagram ส่วนแรก (ส่วนที่ติดกับเครื่องใช้ไฟฟ้า)

ส่วนที่ 2 คือส่วนของภาครับ ซึ่งประกอบด้วย GSM Module อีกหนึ่งตัว และเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูป 1.2



รูปที่1.2 Block diagram ส่วนที่สอง (ภาครับ)

บทที่2
ทฤษฎี

2.1 AT-COMMAND

AT-COMMAND คือ ชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ เช่น โมเด็ม หรืออุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) เพื่อโต้ตอบสั่งงานอุปกรณ์เหล่านั้น ให้ทำงานตามที่เราต้องการสำหรับการติดต่อกับ GSM Module จะใช้ชุดคำสั่งที่เรียกว่า AT COMMAND ซึ่งมีคำสั่งเพิ่มเติมที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานและการควบคุม GSM Module เนื่องจากมีคำสั่งค่อนข้างมาก จึงจะพูดถึงคำสั่งที่ใช้เท่านั้น การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับ GSM Module นั้นจะทำผ่านสายข้อมูล (Data Link) ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบอนุกรม โดยใช้โปรแกรมเทอร์มินอลต่างๆ เช่น ไฮเปอร์เทอร์มินอล (Hyper Terminal) ของ Windows ส่วนความเร็วของการสื่อสารมักใช้ 9600 bps

2.1.1 ตัวอย่างคาสั่ง GSM AT Command

- คำสั่งพื้นฐาน

at	เช็คความพร้อมของมือถือ
OK	พร้อม
atd0812345678;	สั่งให้ต่อโทรศัพท์ไปยังหมายเลขนี้ (081-234-5678)
BUSY	สายไม่ว่าง (ถ้าอีกฝั่งรับสายจะตอบ CONNECT)
ath	สั่งวางสาย
OK	ตกลง

- คำสั่งเกี่ยวกับเอสเอ็มเอส (SMS : Short Message Service)

at+csms=0	เช็คว่าสนับสนุนคำสั่งเกี่ยวกับเอส เอ็มเอสหรือไม่
+CSMS : 1, 1, 1	
OK	สนับสนุน
at+cmgf=1	ตั้งโหมดเอสเอ็มเอสแบบเท็กซ์ โหมด (Text Mode)
+CMS ERROR:303	ไม่สนับสนุน
at+cmgf = 0	ตั้งโหมดเอสเอ็สแบบพีดียูโหมด (PDU : Protocol Description
Unit Mode)	
OK	ได้
at+cmgr = 1	อ่านข้อความที่ 1 ใน inbox

+CMGR:1.,27069166811180880 40A916629502680000040401211719382 0AE8301C9E4787

OK ข้อความเรียบร้อย (ข้อความยังไม่ถอดรหัส)

2.1.2 โหมดรับส่งข้อมูล

การรับส่งข้อมูล SMS มีอยู่ด้วยกัน 2 โหมด คือ เท็กซ์โหมด และ พีดียูโหมด การส่งข้อความในเท็กซ์โหมดนั้นจะเป็นการนำข้อความที่ต้องการส่งมาเข้ารหัสก่อน แล้วค่อยส่งข้อมูลในพีดียูโหมดอีกที อย่างไรก็ตามในมือถือบางรุ่นอาจไม่สนับสนุน การใช้งานในเท็กซ์โหมด ซึ่งการเข้ารหัส(ส่ง) และถอดหัส(รับ) สำหรับในเท็กซ์โหมดนี้มีหลายแบบด้วยกัน เช่น PCCP437, PCDN, 8859-1, TRA และ GSM เมื่อเราเชื่อมต่อกับมือถือเพื่อจะอ่านข้อความ เราสามารถตั้งค่าการเข้ารหัส/ถอดรหัสได้โดยใช้คำสั่ง AT+CSCS แต่ถ้าเราอ่านข้อความจากจอของมือถือซึ่งตัวมือถือจะเลือกการถอดรหัสที่เหมาะสมให้เองโดยอัตโนมัติ

2.2 การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM300CZ

การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM300CZ นั้นจะเชื่อมต่อผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 โดยใช้ขั้วต่อแบบ DB9 ตัวเมีย จัดเรียงสัญญาณตามมาตรฐาน RS232-DCE สามารถนำไปเชื่อมต่อกับสัญญาณ RS232-DTE มาตรฐาน โดยใช้สาย DB9 แบบต่อตรง ได้ทันที โดยสัญญาณทั้งหมดที่ DB9 นี้ได้ผ่านวงจร Line Driver เพื่อแปลงสัญญาณระดับ โลจิก จากโมดูล ให้เป็นสัญญาณระดับมาตรฐาน RS232 เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งถ้าต้องการนำไปเชื่อมต่อกับ RS232 (Com Port) ของคอมพิวเตอร์ PC ก็สามารถทำการเชื่อมต่อกันโดยตรงได้ทันที โดยไม่ต้องทำการสลับสายสัญญาณใดๆทั้งสิ้น โดยสัญญาณเชื่อมต่อทางด้านโมดูล SIM300CZ นั้น จะมีทั้งหมด 8 เส้นสัญญาณ ซึ่งในการเชื่อมต่อใช้งานนั้น จะต่อให้ครบทั้ง 8 เส้น หรือ จะเลือกต่อเพียง 3 เส้น (RXD, TXD และ GND) ก็ได้เช่นเดียวกัน โดยสามารถกำหนดได้จากการ Setup ค่า Configuration และคำสั่งใช้งานโดยสัญญาณการเชื่อมต่อ RS232ด้านโมดูล SIM300CZ

DB9 Female(SIM300CZ)		Signal Direction	DB9 Male(Computer PC)	
Pin	Signal		Signal	Pin
1	DCD	→	DCD	1
2	TXD	→	RXD	2
3	RXD	←	TXD	3
4	DTR	←	DTR	4
5	GND	—	GND	5
6	(DSR)	→	DSR	6
7	RTS	←	RTS	7
8	CTS	→	CTS	8
9	RI	→	RI	9

ตารางที่ 2.1 แผนผัง แสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง ET-GSM SIM300CZ กับ คอมพิวเตอร์ PC

DB9 Female(SIM300CZ)		Signal Direction	ไมโครคอนโทรลเลอร์
Pin	Signal		Signal
2	TXD	→	RXD
3	RXD	←	TXD
5	GND	—	GND

ตารางที่ 2.2 แผนผัง แสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง ET-GSM SIM300CZ กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2.1 การใช้งาน AT Command เพื่อสั่งงานโมดูลSIM300CZ

โมดูล GSM/GPRS รุ่น SIM300CZ ถูกออกแบบให้ทำหน้าที่เหมือน Modem โดยจะใช้การติดต่อสั่งงานและสื่อสารกับโมดูล ผ่านทางพอร์ตสื่อสาร RS232 รองรับ Baudrate ตั้งแต่ 1200-115200 BPS โดยใช้ชุดคำสั่งแบบ AT Command ซึ่งจะมีรูปแบบการใช้งานเหมือนกับ Modem มาตรฐานทั่วๆไป

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

ตารางที่ 2.3 รูปแบบการใช้งาน AT Command(เมื่อ <x> คือ รหัส (คำสั่ง)

2.2.2 การโทรออก การรับสาย และ การยกเลิกการโทร

- ใช้คำสั่ง “ATD” เพื่อสั่งโทรออก โดยรูปแบบการใช้คำสั่งให้ตามด้วยเบอร์ปลายทาง
- ใช้คำสั่ง “ATDL”เพื่อสั่งโทรออกด้วยหมายเลขโทรออกครั้งสุดท้าย
- ใช้คำสั่ง “ATA” เพื่อรับสายเรียกเข้า โดยเมื่อมีสายเรียกเข้าจะมีเสียงเรียกเข้าที่ Buzzer ให้เราทราบ ถ้าต้องการรับสายให้ใช้คาสั่ง “ATA” เพื่อรับสายได้ทันทีซึ่งหลังจากสั่งรับสายแล้วผู้ใช้จะสามารถพูดคุยกับปลายทางได้ทันที โดยใช้ Handset หรือชุด พูดหูฟังของโทรศัพท์บ้าน
- ใช้คำสั่ง “ATH” เพื่อวางสาย หรือยกเลิกการโทรออก ตัวอย่างการโทรออกซึ่งเป็นการสื่อสารด้วย Voice จะต้องปิดท้ายคำสั่งด้วยเซมิโคลอน (;) และจบด้วยคำสั่ง Enter เช่นถ้าต้องการโทรออกไปยังเบอร์ 0811234567 จะเป็นดังนี้

ATD0811234567 ;<Ent>

OK

ตัวอย่างการรับสาย ถ้าผู้ใช้ต้องการรับสาย ให้ใช้คำสั่ง “ATA” เพื่อสั่งรับสาย หรือ ใช้คำสั่ง “ATH” เพื่อวางหู หรือยกเลิกการรับสาย ดังตัวอย่าง

ATA<Ent>

OK

2.2.3 ตัวอย่างการรับข้อความ SMS

ตามปกติแล้ว โทรศัพท์มือถือแต่ละรุ่น มีโหมดการทำงานของข้อความหรือ SMS ได้ 2 โหมด คือ PDU Mode และ Text Mode โดย PDU Mode การรับและแสดงผลการทำงานของคำสั่งจะเป็นรูปแบบของรหัสตัวเลขแบบ Binary Code ส่วน Text Mode การรับและแสดงผลการทำงานของคำสั่งจะเป็นข้อความ ซึ่งง่ายต่อการแปลความหมายและทำความเข้าใจมากกว่า PDU Mode ซึ่งในการทดสอบจะแสดงด้วย Text Mode โดยใช้คำสั่ง “AT+CMGF=1” เพื่อกำหนดข้อความเป็น Text Mode

2.2.4 ตัวอย่างการส่งข้อความ SMS

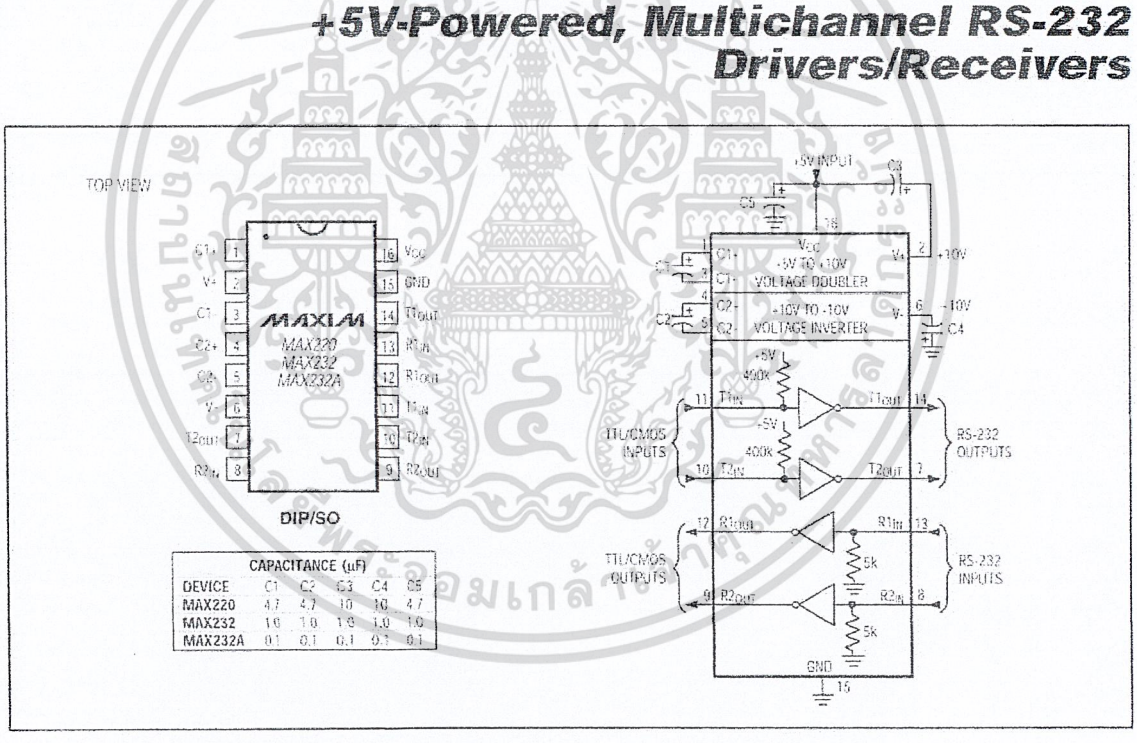
ในการส่ง SMS นั้นจะใช้คำสั่ง “AT+CMGS” ในการสั่งงานโดยในกรณีที่ใช้ Text Mode นั้น ให้ใช้รูปแบบคำสั่งเป็น “AT+CMGS=+ เบอร์ผู้รับ” โดยเบอร์ของผู้รับต้องใส่รหัสประเทศนำหน้าแทนศูนย์เสมอ ซึ่งในกรณีประเทศไทยจะใช้รหัสเป็น “66” ดังนั้นถ้าต้องการส่งข้อความ SMS ให้กับเบอร์ที่ใช้งานอยู่ในประเทศไทย เช่น 081-1234567 ก็จะต้องกำหนดหมายเลขของเบอร์ผู้รับปลายทางเป็น 6681-1234567 แทน ซึ่งในกรณีนี้จะได้รหัสเบอร์ผู้รับข้อความเป็น “+66811234567” โดยการส่งข้อความจะปิดข้อความด้วยรหัส “Ctrl+Z” ตามด้วย “Enter” เช่นถ้าต้องการส่งข้อความ SMS ให้กับ หมายเลข 0811234567 ด้วยข้อความ “Hello Test SMS” จะเป็นดังนี้

AT+CMGS="+66811234567"<Ent>

> Hello Test SMS<Ctrl+Z><Ent>

2.3 ไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232

ไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 เป็นไอซี 16 ขาที่ใช้ทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (serial) ระหว่างอุปกรณ์ TTL/CMOS กับพอร์ท RS-232 โดยไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 มีช่องทางในการรับข้อมูลแบบอนุกรม (serial) 2 ช่องทางและมีช่องทางในการส่งข้อมูลแบบอนุกรม (serial) 2 ช่องทาง โครงสร้างภายในของไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 ยังมีวงจรทวีแรงดัน (voltage doubler) และวงจรอินเวิร์ดแรงดัน (voltage inverter) วงจรทวีแรงดันเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ยกระดับแรงดันจาก 5 โวลท์เป็น 10 โวลท์ และวงจรอินเวิร์ดแรงดันเป็นวงจรที่ทำหน้าที่กลับสัญญาณจาก +10 โวลท์เป็น –10 โวลท์ วงจรทั้งสองทำหน้าที่หลักก็คือขยายสัญญาณก่อนที่จะส่งออกไปยังพอร์ท RS-232 รูปตำแหน่งขาสัญญาณและวงจรเทียบการทำงานของ MAX 232 ดังแสดงในรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.1 ตำแหน่งขาสัญญาณและวงจรภายในไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232

การทำงานของไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232

1. เมื่อส่งข้อมูลออก โดยไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 จะรับข้อมูลจากอุปกรณ์ TTL/CMOS เข้ามาที่ขา TX IN จากนั้นไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 จะทำการยกระดับแรงดันของข้อมูลให้เป็น +10 โวลท์หรือ –10 โวลท์ และส่งออกมาที่ขา TX OUT ผ่านพอร์ท RS-232 เพื่อส่งข้อมูลต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอก

2. เมื่อรับข้อมูลเข้า โดยไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 จะรับข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ท RS-232 มายังขา RX IN ของไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 จากนั้นไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 จะทำการแปลงระดับแรงดันของข้อมูลให้เป็น 0 โวลท์หรือ 5 โวลท์ และส่งออกที่ขา RX OUT เพื่อทำการส่งข้อมูลต่อไปที่อุปกรณ์ TTL/CMOS

2.4 PIC (Programmable Integrated Circuit)

PIC คือ Microcontroller อีกตระกูลหนึ่ง ซึ่งconcept ของ Microcontroller ตระกูลนี้ก็คือพยายามรวมเอาทุกอย่างเอาไว้ในตัวของมันไม่ว่าจะเป็น Program memory, RAM, EEPROM, SERIAL, I2C, SPI, A/D ฯลฯ โดยไม่จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์เสริมจากภายนอก ในตัวของ PIC จะมีฟังก์ชันที่ใช้ในการประมวลผล รวมทั้งหน่วยความจำ ซึ่งทำให้มันเหมือนกับ CPU ตัวหนึ่งนั่นเอง

PIC ชนิดต่างๆ

MCU (Microcontroller unit) ในตระกูล PIC ถ้าแบ่งออกตามชนิดของ Program memory จะสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

1. OTP (one time programmable) เป็น chip ที่มีราคาถูกที่สุดใน 3 ประเภท สาเหตุเนื่องมาจาก chip แบบ OTP จะสามารถทำการโปรแกรมได้แค่ครั้งเดียวเท่านั้น หลักจาก chip ได้ถูกโปรแกรมไปแล้วจะไม่สามารถโปรแกรมเข้าไปใหม่ได้อีก ดังนั้น chip ประเภทนี้ จะนิยมใช้หลังจากได้พัฒนาโปรแกรมจนกระทั่งจุดบกพร่องต่าง ๆ ในโปรแกรมไม่มีอีกแล้ว เพราะจะมีต้นทุนต่ำ เมื่อเทียบกับตัว memory ประเภทอื่น จะมีตัวอักษร C แสดงบนตัว chip เช่น 16C84,16C74

2. EPROM (erasable programmable ROM) เป็นchipที่มี่ Program memory ที่เมื่อเขียนโปรแกรมเข้าไปแล้วสามารถโปรแกรมใหม่ด้วยการลบโปรแกรมเดิมโดยให้แสง UV (ultra violet) ส่องผ่านเข้าไปยัง chip ประมาณ 5-10 นาที ดังนั้น ที่ด้านบนของ chip จะมีกรอบกระจกเพื่อให้แสง UV สามารถส่องผ่านเข้าไปในตัวchipได้ แต่ก็มีจำนวนครั้งในการลบโปรแกรมเช่นกันเมื่อลบโปรแกรมด้วย UV มากๆ ก็จะเกิดอาการด้าน คือโปรแกรมไม่เข้านั้นเอง จะมีตัวอักษร JW หรือว่าดูเอาว่ามีกรอบกระจกอยู่บน chip หรือไม่

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3. EEPROM / Flash (electronically erasable programmable ROM) เป็น chip ที่ออกมาไม่กี่ปีนี้เองส่วนของ Program memory สามารถอ่านหรือเขียนด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า ใช้เวลาในการลบข้อมูลไม่กี่วินาที และสามารถลบ และเขียนใหม่ได้หลายพันครั้ง ทำให้เป็นที่นิยมที่สุดใน 3 ประเภท มีตัวอักษร F เป็นตัวบอก เช่น 16F84, 16F877

2.4.1 PIC 16F877

โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของ PIC 16F877

คุณสมบัติของ PIC 16F877

1. ความถี่สูงสุดที่ทางานได้คือ 20 MHz (PIC16F877-04, PIC16F877-20, PIC16F877A)
2. หน่วยความจำโปรแกรม FLASH Program Memory มีขนาด 8k (14-Bit Words)
3. หน่วยความจำข้อมูล (RAM) 368 Bytes
4. หน่วยความจำข้อมูล (EEPROM) 256 Bytes
5. สามารถตอบสนองการอินเตอร์รัพได้ถึง 14 แหล่ง
6. เพาเวอร์ออนรีเซต (POR), เพาเวอร์อัปไทเมอร์(PWRT) และ Oscillator Start-Up Timer
7. Watchdog Timer
8. สามารถเลือกการป้องกันข้อมูลได้ (Code Protection)
9. เลือกโหมดของสัญญาณนาฬิกาได้หลายโหมด
10. ทำงานที่ไฟเลี้ยง2.0 ถึง 5.5 V
11. กระแสทั้งซิงก์และซอร์สของพอร์ตคือ 25mA
12. Timer/Counter จำนวน 3 ตัว คือ Timer0, Timer1 และ Timer2
13. โมดูล Capture/Compare/PWM จำนวน 2 ชุด
14. Analog to Digital Converter ความละเอียด 10 บิต 8 แชนเนลภายในตัว
15. มีโมดูลการสื่อสาร USART
16. มีพอร์ต I/O 5 พอร์ตประกอบด้วย A, B, C, D และ E แต่ละบิตจะมีจำนวนไม่เท่ากัน ซึ่งรวมแล้ว จะมี I/O จำนวน 33 บิต

PORTA = RA5-RA0 จำนวน 6 บิต

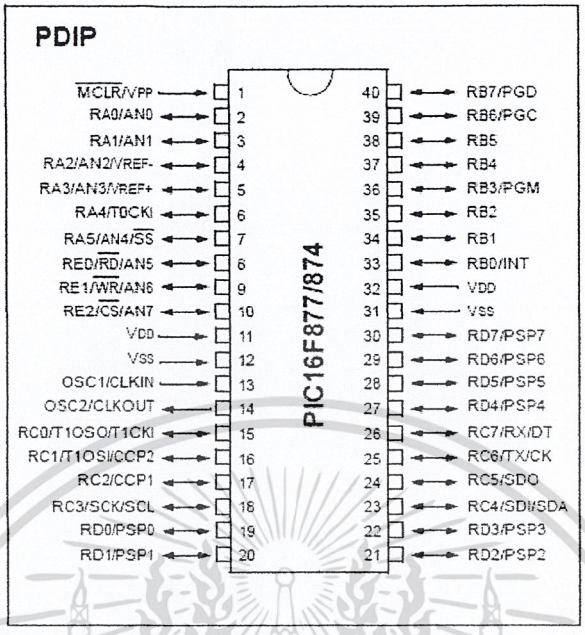
PORTB = RB7-RB0 จำนวน 8 บิต

PORTC = RC7-RC0 จำนวน 8 บิต

PORTD = RD7-RD0 จำนวน 8บิต

PORTE = RE2-RE0 จำนวน 3 บิต

119240



รูปที่ 2.2 CPU PIC16F877 และการจัดวางตำแหน่งขาสัญญาณต่างๆ

2.5 การแปลงสัญญาณ A/D

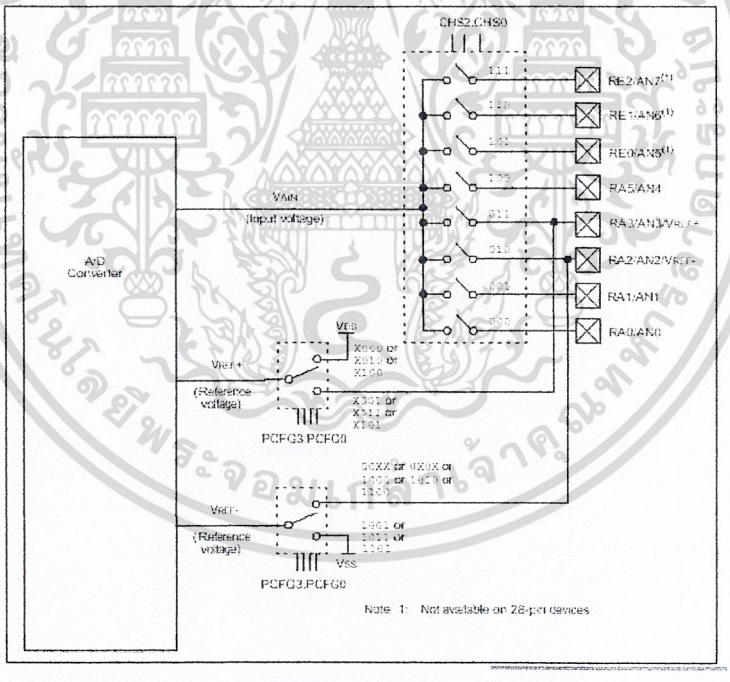
Analog to Digital Converter (A/D) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณข้อมูลที่ มนุษย์รับรู้ สัมผัสได้ เป็นข้อมูลทางไฟฟ้า เพื่อป้อนเข้าสู่การประมวลผล จึงเป็นขบวนการหนึ่งของการรับข้อมูล (Input Unit)เป็นกระบวนการอิเล็กทรอนิกส์ ที่สัญญาแปรผันต่อเนื่อง (Analog) ได้รับการแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล โดยไม่มีการลบข้อมูลสำคัญผลลัพธ์ของ ADC มีลักษณะตรงข้าม คือ กำหนดระดับหรือสถานะ ตัวเลขของสถานะมักจะเป็นการยกกำลังของ 2 คือ 2, 4, 8, 16 เป็นต้น สัญญาณดิจิตอลพื้นฐานมี 2 สถานะและเรียกว่า binary ตัวเลขทั้งหมดสามารถแสดงในรูปของไบนารี ในฐานะข้อความของหนึ่งและศูนย์

วงจรที่ใช้ในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลมีมากมายหลายชนิด โดยทั่วไปแล้ววงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D converters) มีใช้งานอยู่ประมาณ 7 ชนิดคือ

1. Parallel Comparator, Simultaneous, หรือ Flash A/D converter
2. Single – Ramp หรือ Single – Slope A/D converter
3. Dual – Slope A/D converter
4. Charge balance A/D converter
5. A/D converters using Counters and D/A converters
6. Tracking A/D converters
7. Successive – Approximation A/D converters

การแปลงสัญญาณ Analog to Digital ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC มี Module สำหรับการแปลงสัญญาณ Analog to Digital ซึ่งมีขนาดความละเอียดขึ้นอยู่กับรุ่นของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC ภายใน module มีลักษณะดังรูป

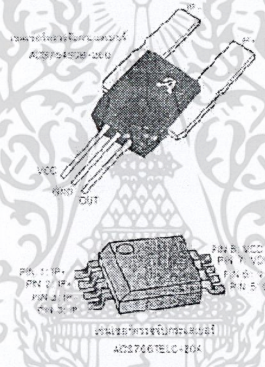


รูปที่ 2.3 แสดงการแปลงสัญญาณ Analog to Digital

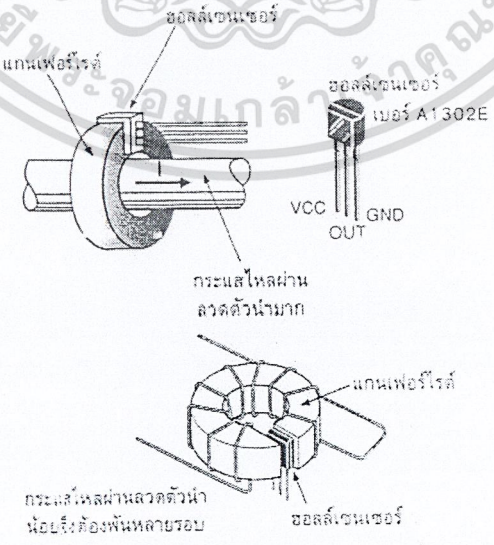
จากรูปไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC จะมีขาไว้สำหรับรับสัญญาณอินพุทที่เป็น Analog จากภายนอก และสามารถกำหนดแรงดันอ้างอิงให้กับการแปลงสัญญาณได้ด้วย

2.6 การตรวจวัดกระแส

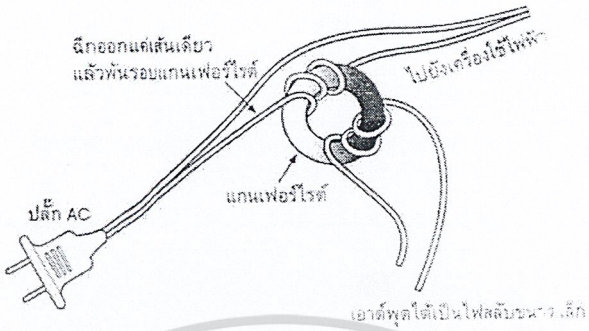
การตรวจจับกระแสไฟฟ้ามีไว้เพื่อต้องการหาค่ากระแสไฟฟ้าที่มีอยู่ในวงจร โดยทั่วไปวงจรเล็กๆเราจะใช้แอมมิเตอร์ แต่ในบางครั้งที่วงจรหรืออุปกรณ์ไฟฟ้านั้นมีกระแสไฟฟ้าที่สูงมากจะก่อให้เกิดพลังงานที่มากเกินกว่าที่แอมมิเตอร์จะรับได้ ดังนั้นเราจึงต้องหาวิธีที่ย่อขนาดสัญญาณกระแสไฟฟ้าลงเพื่อให้มิเตอร์สามารถตรวจวัดได้ โดยจะลดลงเป็นสัดส่วนเพื่อง่ายต่อการนำไปประมวลผล ปัจจุบันมีการตรวจจับกระแสอยู่มากมายซึ่งมีทั้งวิธีการอย่างง่ายที่สุด คือการต่อตัวต้านทานขนานเข้าไป การใช้ไอซีตรวจจับกระแสก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าใช้งานเพราะมีความแม่นยำสูงกว่าและสามารถเคลื่อนย้ายมิเตอร์ไปได้ทุกที่ หรือจะใช้หลักการทางแม่เหล็กไฟฟ้ามาสร้างหม้อแปลงออกมาเองก็ได้ ซึ่งในโครงงานนี้ได้ใช้หม้อแปลงกระแสชนิดทำเองเป็นการตรวจจับกระแสเพื่อนาไปประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป



รูปที่ 2.4 ไอซีตรวจจับกระแส



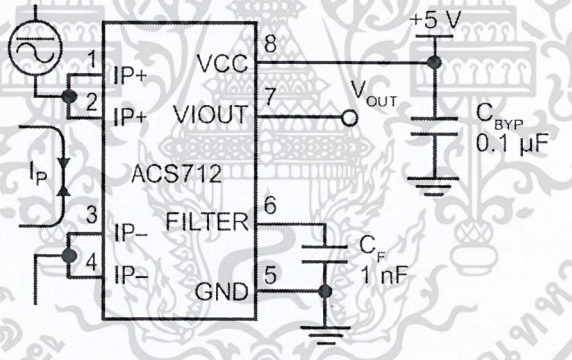
รูปที่ 2.5 การวัดกระแสโดยใช้ฮอลล์เซนเซอร์



รูปที่ 2.6 หม้อแปลงกระแสชนิดทำเองแบบง่าย

2.6.1 หลักการทำงานของ Current sensor (ACS712)

หลักการของ Current sensor อาศัยปรากฏการณ์ของ Hall Effect แปลงกระแสเป็นแรงดัน



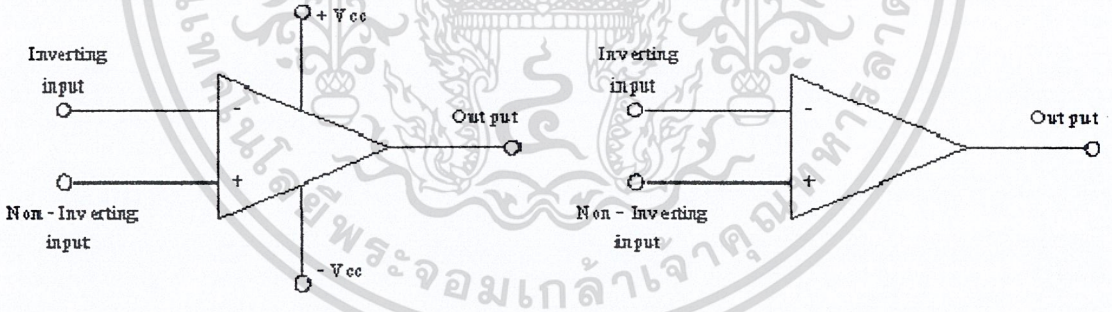
รูปที่ 2.7การต่อวงจร Current sensor

การทำงานของวงจรคือ นำวงจรไปต่ออนุกรมกับ Active load เพื่อทำการวัดค่ากระแส (I) และได้ค่าเอาท์พุทออกมาเป็นโวลท์ (V) ค่าโวลท์ที่ได้จะต้องไปเทียบกับค่า Sensitivity ที่มีหน่วยเป็น V/A ซึ่งที่กระแส = 0 A จะได้เอาท์พุทเป็นโวลท์ = 2.5 V การเปลี่ยนแปลงของกระแสในวงจรมีค่าน้อยมากถึงระดับมิลิแอมป์ จึงต้องมีการต่อวงจรขยายที่เอาท์พุทของ Current sensor

2.7 ไอซีออปแอมป์ (Op-A1. mp I.C)

2.7.1คุณสมบัติของออปแอมป์

ออปแอมป์ (Op-Amp) เป็นชื่อย่อสำหรับเรียกวงจรขยายที่มาจาก Operating Amplifier เป็นวงจรขยายแบบต่อตรง (Direct couled amplifier) ที่มีอัตราการขยายสูงมากใช้การป้อนกลับแบบลบไปควบคุมลักษณะการทำงาน ทำให้ผลการทำงานของวงจรไม่ขึ้นกับพารามิเตอร์ภายในของออปแอมป์ วงจรภายในประกอบด้วยวงจรขยายที่ต่ออนุกรมกัน ภาคคือ วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลด้านทางเข้า วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลภาคที่สอง วงจรเลื่อนระดับและวงจรขยายกำลังด้านทางออก สัญลักษณ์ที่ใช้แทนออปแอมป์จะเป็นรูปสามเหลี่ยม ไอซีออปแอมป์เป็นไอซีที่แตกต่างไปจากลิเนียร์ไอซีทั่วๆ ไปคือไอซีออปแอมป์มีขาอินพุท 2 ขา เรียกว่าขาเข้าไม่กลับเฟส (Non-Inverting Input) หรือ ขา + และขาเข้ากลับเฟส (Inverting Input) หรือขา – ส่วนทางด้านออกมีเพียงขาเดียว เมื่อสัญญาณป้อนเข้าขาไม่กลับเฟสสัญญาณทางด้านออกจะมีเฟสตรงกับทางด้านเข้า แต่ถ้าป้อนสัญญาณเข้าที่ขาเข้ากลับเฟส สัญญาณทางออกจะมีเฟสต่างไป 180 องศา จากสัญญาณทางด้านเข้า



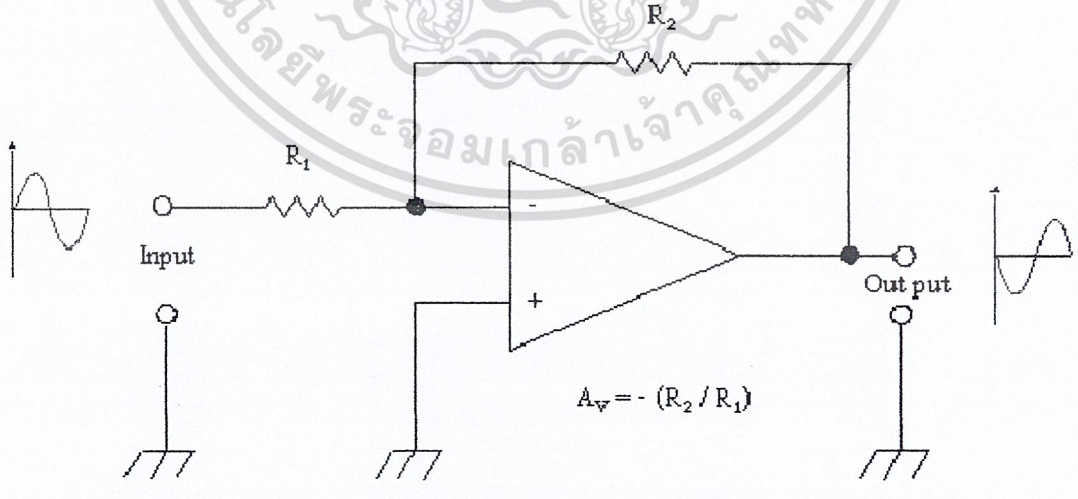
รูปที่ 2.8 แสดงสัญลักษณ์ออปแอมป์

คุณสมบัติของออปแอมป์ในทางอุดมคติ

1. อัตราขยายมีค่าสูงมากเป็นอนันต์หรือ อินฟีนิตี้ (AV = ∞)
2. อินพุทอิมพีแดนซ์มีค่าสูงมากเป็นอนันต์ (Zi = ∞)
3. เอาท์พุทอิมพีแดนซ์มีค่าต่ำมากเท่ากับศูนย์ (Zo = 0)
4. ความกว้างของแบนด์วิท (Bandwidth) ในการขยายสูงมาก (BW = ∞)
5. สามารถขยายสัญญาณได้ทั้งสัญญาณ AC และ DC
6. การทำงานไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ

เมื่อศึกษาคุณสมบัติของออปแอมป์ในอุดมคติแล้วพบว่า ออปแอมป์ได้รวมข้อดีของวงจรขยายไว้ได้อย่างครบถ้วน เนื่องจากมีอัตราขยายเป็นอนันต์และสามารถขยายสัญญได้ทั้งไฟกระแสสลับและไฟกระแสตรง การนำไปใช้งานในบางครั้งเมื่อต้องการลดอัตราการขยายก็สามารถกระทำได้โดยการป้อนกลับ (Feed Back) เพื่อมาลดอัตราการขยายลง และข้อดีอีกประการหนึ่งก็คืออิมพีแดนซ์ทางอินพุทมีอิมพีแดนซ์สูงมาก จึงทำให้เหมือนไม่มีกระแสอินพุทไหลเลยลักษณะเช่นนี้จึงทำให้วงจรทางอินพุทไม่โหลดวงจรส่งกำลังในส่วนหน้า เช่นเดียวกันที่เอาท์พุทมีอิมพีแดนซ์เป็นศูนย์สามารถนำไปเชื่อมต่อกับวงจรอื่นได้ดี

2.7.2 วงจรขยายแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier)



รูปที่ 2.9 วงจรขยายออปแอมป์แบบกลับเฟส (Inverting Amplifier)

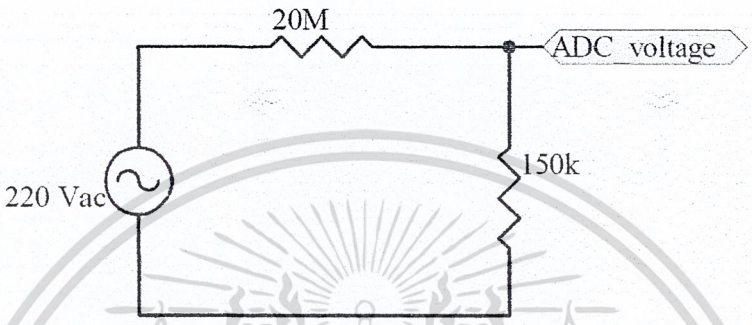
ในวงจรขยายออปแอมป์นั้นสามารถที่จะกำหนดอัตราการขยายของวงจรได้โดยการใช้วงจรเนกาทีฟฟีดแบ็ค (Negative Feedback) เมื่อเราป้อนสัญญาณเข้าทางขากลับเฟส (ขา -) แรงดัน

ด้านทางออกจะมีมุมเฟสต่างไปจากแรงดันทางเข้า 180 องศา ซึ่งมีลักษณะตรงข้าม สัญญาณตรงกันข้ามนี้จะถูกป้อนกลับผ่าน R_2 เข้ามายังขาอินเวอร์ติ้งอีกครั้งหนึ่ง ตรงจุดนี้จะทำให้สัญญาณเกิดการหักล้างกันอัตราการขยายก็จะลดลง ถ้าตัวต้านทานที่เป็นตัวป้อนกลับมีค่ามาก จะทำให้สัญญาณป้อนกลับมีขนาดเล็กอัตราการขยายออกจึงสูง ถ้าตัวต้านทานที่ป้อนกลับมีค่าน้อยสัญญาณป้อนกลับไปได้มากอัตราการขยายก็จะลดลง ฉะนั้นอัตราส่วนของความต้านทาน R_1 และ R_2 จะเป็นตัวกำหนดอัตราการขยายของวงจรโดยไม่ขึ้นกับอัตราการขยายของออปแอมป์ ซึ่งสามารถหาอัตราการขยายแรงดันได้จากสูตร

$$AV = -\frac{R_2}{R_1}$$

บทที่ 3
การออกแบบ

3.1 วงจรวัดแรงดัน



รูปที่ 3.1 วงจรวัดแรงดัน

วงจรวัดแรงดันไฟฟ้า ใช้หลักการในการแบ่งแรงดัน เพื่อลดกระแส ที่เข้าสู่ขา ADC ที่ PIC ซึ่งมีฟังชันก์ที่สามารถจ่ายอินพุทเป็นแรงดันไฟสลับ ที่กระแสค่าต่ำได้ โดยมีการคำนวณแรงดันและกระแส ดังนี้

$$v_{ADC} = \frac{150k \cdot Vs}{20M + 150k}$$

เมื่อ Vac = 220 V

$$v_{ADC} = \frac{150k(220\sqrt{2})}{20M + 150k}$$

$$v_{ADC} = 2.31Vac$$

โดยที่ v_{ADC} ไม่เกิน 2.5Vpeak ซึ่งใช้แรงดันอ้างอิงที่ 2.5 V เพื่อให้ Vpeak-peak มีค่าอยู่ในช่วง0–5V

นำค่าแรงดันเอาต์พุตที่ได้มาเทียบบัญญัติไตรยางศ์

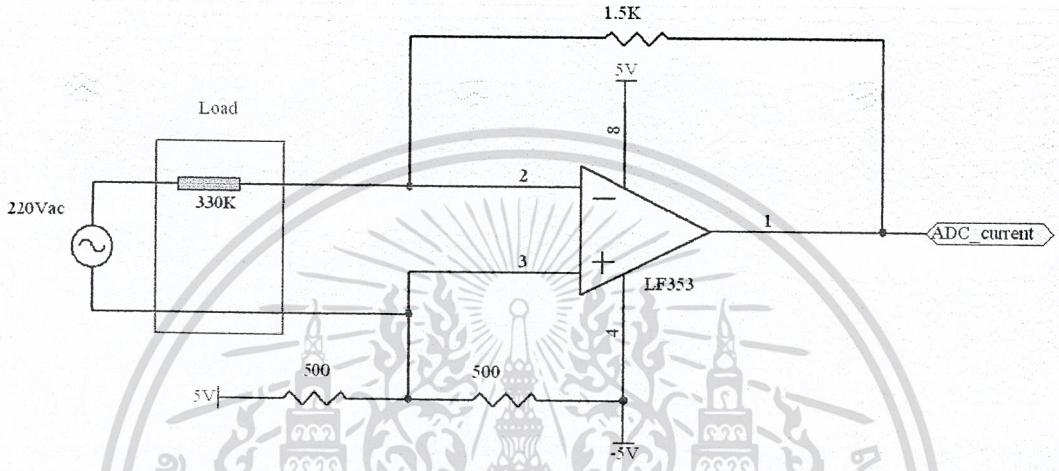
แรงดันเอาต์พุต 2.31 โวลต์ จะได้ Vac 220 โวลต์

แรงดันเอาต์พุต X โวลต์ จะได้ Vac (X)(220)/2.31 โวลต์

โดย X คือ ค่าที่อ่านได้จากADC

ค่าแรงดันสูงสุดที่สามารถใช้ในการอ่านค่าได้คือแรงดันที่เอาต์พุตต้องไม่เกิน 2.5 Vpeak จะได้ค่าแรงดันสูงสุด (2.5)(220)/2.31 =238.09 โวลต์

3.2 วงจรวัดกระแส



รูปที่ 3.2 วงจรวัดกระแส

วงจรวัดกระแส โดยจะนำกระแสที่ไหลผ่านโหลดแปลงเป็นแรงดันเพื่อเข้าสู่ขา ADC ที่ PIC ซึ่งจะคำนวณได้จาก $i = \frac{v}{R}$ โดยนำค่าแรงดันเอาต์พุตที่ได้มาหาคำนวณหากระแส

ซึ่งกระแสที่ไหลผ่านโหลด $\frac{220\sqrt{2}}{330k}$ = 0.94 มิลลิแอมป์ เมื่อทราบค่ากระแสที่ไหลผ่านโหลดแล้ว วัดค่าแรงดันเอาต์พุตที่ได้มาเทียบบัญญัติไตรยางค์ ซึ่งได้ค่าแรงดันเอาต์พุตเท่ากับ 1.8 โวลต์

แรงดันเอาต์พุต 1.8 โวลต์ จะได้กระแสมีไหลผ่านโหลด 0.94 มิลลิแอมป์

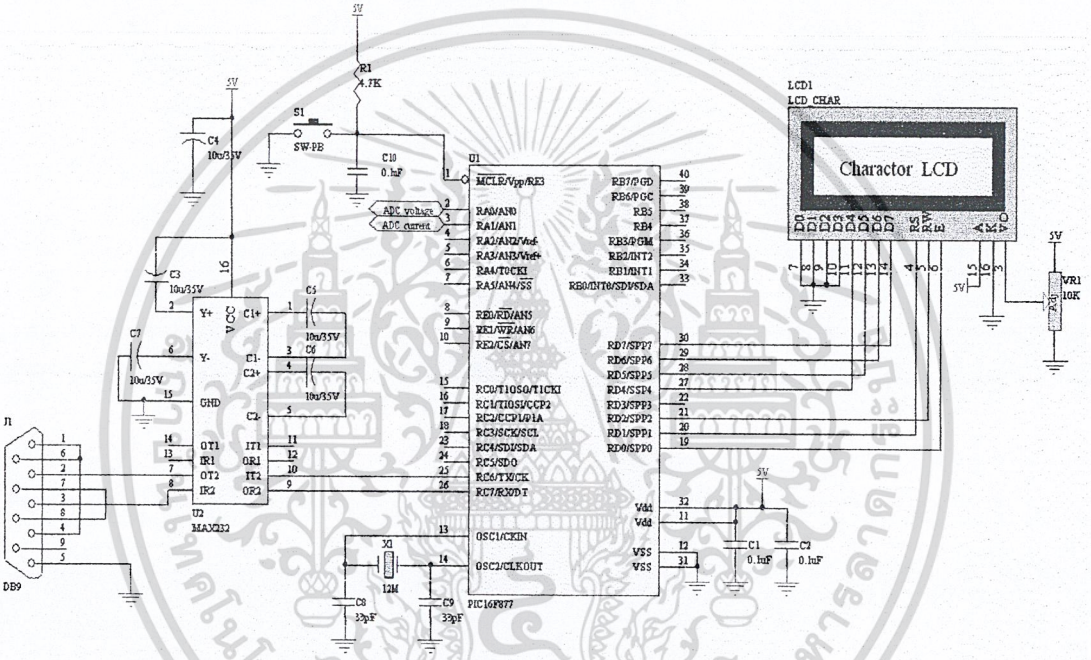
แรงดันเอาต์พุต Y โวลต์ จะได้กระแสมีไหลผ่านโหลด (Y)(0.94)/1.8 มิลลิแอมป์

โดย Y คือ ค่าที่อ่านได้จากADC

ค่ากระแสสูงสุดที่สามารถใช้ในการอ่านค่าได้คือแรงดันที่เอาต์พุตต้องไม่เกิน 2.5 Vpeak จะได้ค่ากระแสสูงสุด (2.5)(0.94)/1.8 =1.3 มิลลิแอมป์

3.3 วงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์

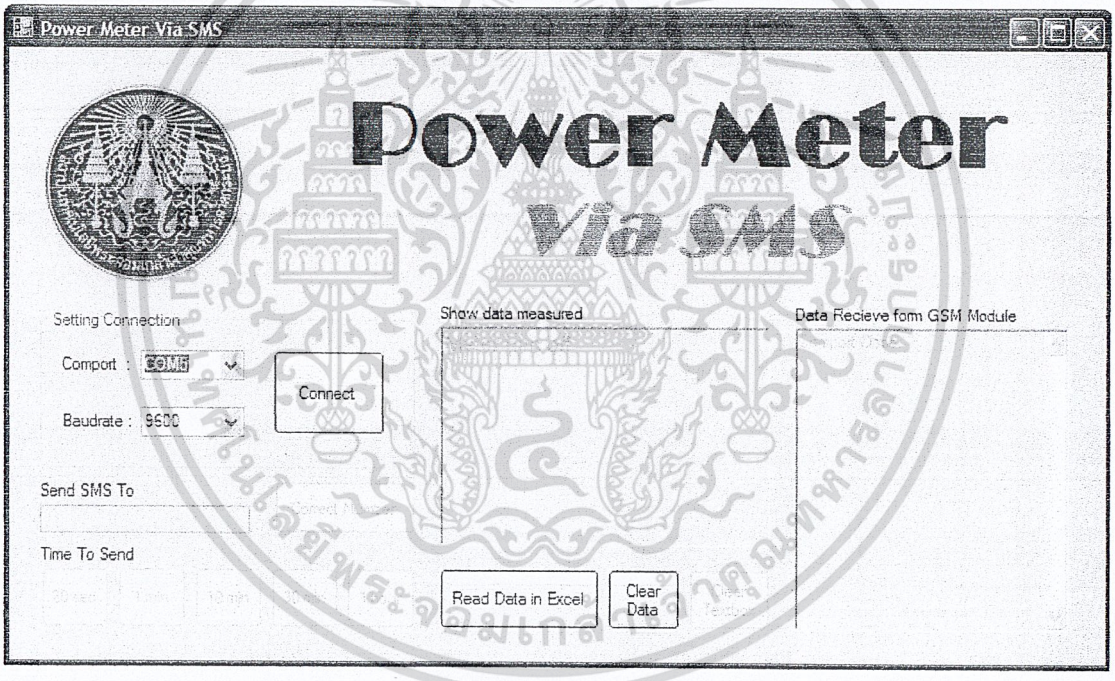
ในโครงงานนี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ 16F877 เนื่องจากมีพอร์ตอนาลอกทูดิจิตอล (ADC) ภายในตัว รวมทั้งมีพอร์ต Tx,Rx เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆผ่านทางพอร์ตอนุกรมได้ด้วย โดยการใช้งานเพื่อติดต่อกับ GSM Module จำเป็นจะต้องใช้ไอซี MAX232 เพื่อเปลี่ยนให้เป็นระดับแรงดันที่อุปกรณ์ทั้งสองจะสามมารถติดต่อกันได้



รูปที่ 3.3 วงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์

3.4 โปรแกรมอินเตอร์เฟสในคอมพิวเตอร์

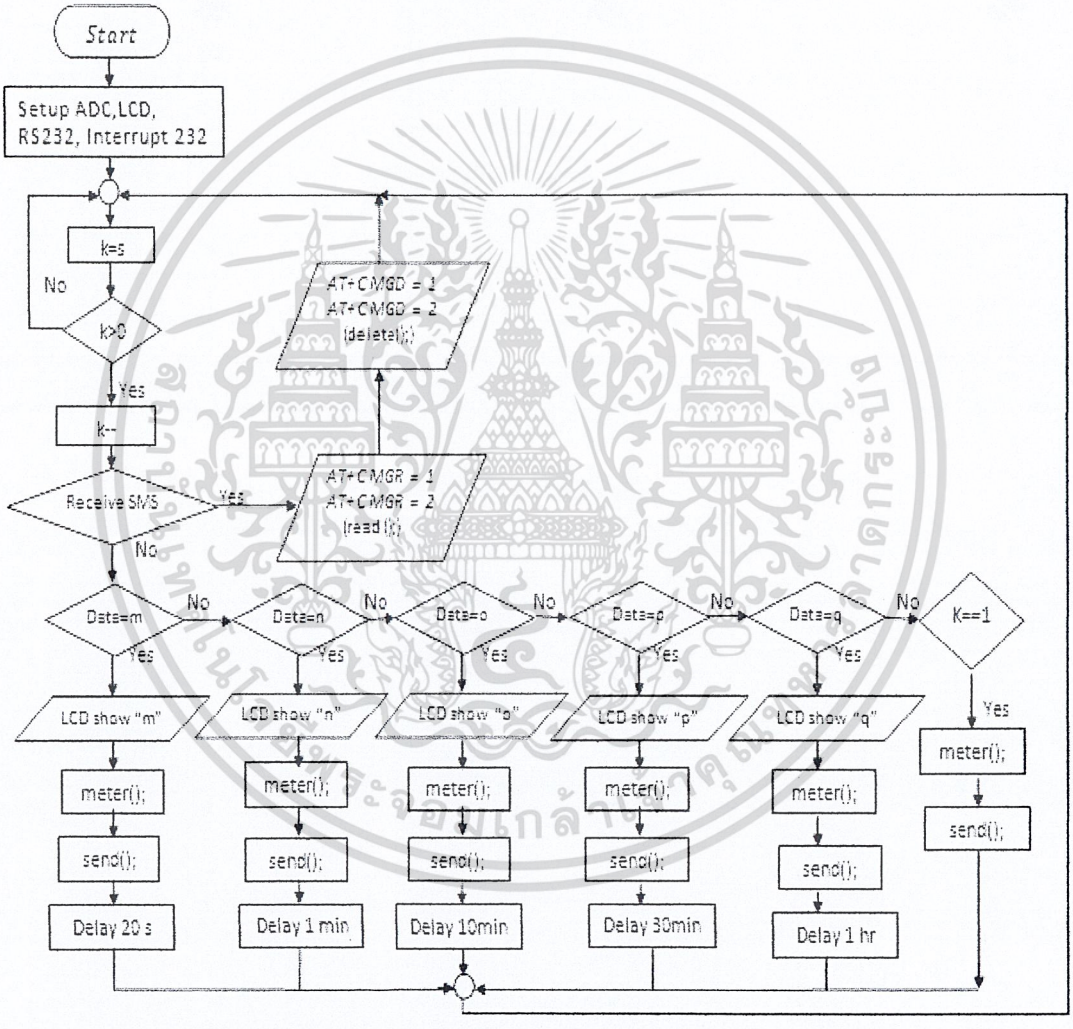
ในโครงงานนี้เลือกใช้โปรแกรม Microsoft Visual C#2008 ในการออกแบบโปรแกรมอินเตอร์เฟสเนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใหม่และสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรมได้ง่าย รวมถึงมีฟังก์ชั้นในการรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมโดยตรงทำให้ไม่มีความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมและภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมมีรูปแบบที่คล้ายกับภาษาซี การเขียนโปรแกรมในส่วนนี้จึงมีหลักการที่ความคล้ายกับการเขียนโปรแกรมในส่วนของ PIC เบอร์ 16F877 ทำให้การเขียนโปรแกรมในทั้ง 2 ส่วนมีแนวคิดที่คล้ายกันจึงไม่ต้องเสียเวลาในการคิดรูปแบบโปรแกรม ถ้าโปรแกรมมีภาษาโปรแกรมที่ต่างกัน



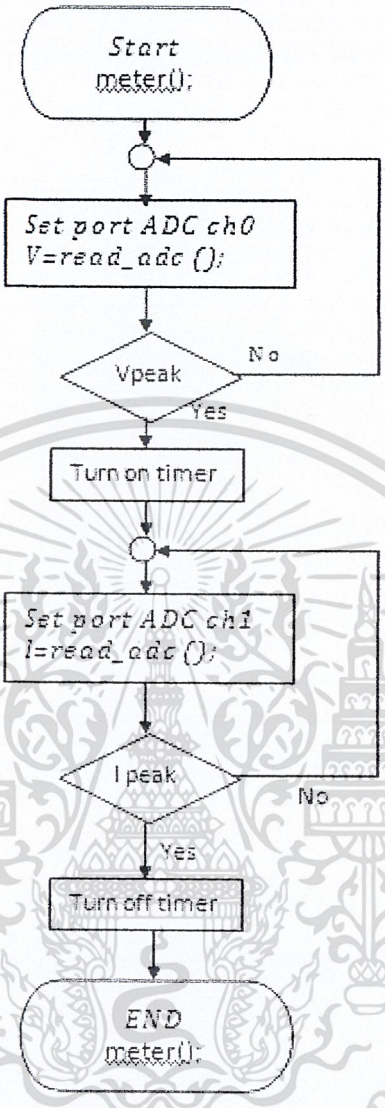
รูปที่ 3.4 โปรแกรมอินเตอร์เฟสในคอมพิวเตอร์

3.5 การออกแบบด้าน Software

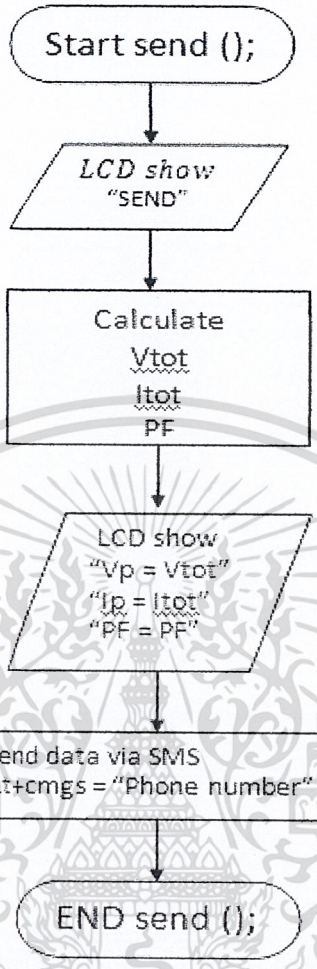
การออกแบบในโครงงานนี้ใช้ภาษา C ในการโปรแกรมไมโครคอนโทรเลอร์ และภาษา C# ในโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2008 โดยการทำงานของโปรแกรมมีลักษณะดัง flow chart ในรูป



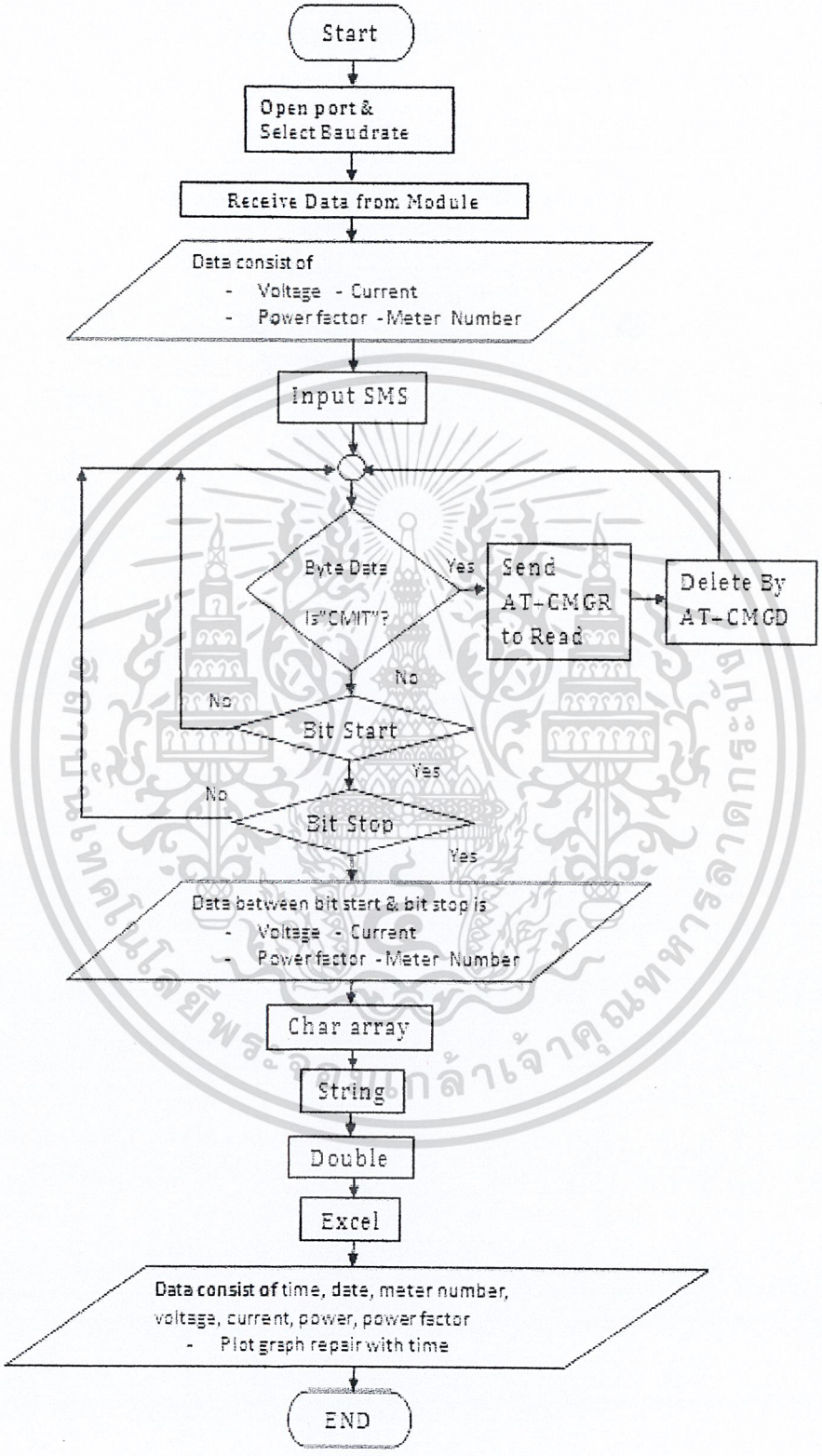
รูปที่ 3.5 แสดง flow chart โปรแกรมในส่วนของลูป main();ในไมโครคอนโทรเลอร์



รูปที่ 3.6 แสดง flow chart โปรแกรมในส่วนของลูป meter();ในไมโครคอนโทรเลอร์



รูปที่3.7แสดง flow chart โปรแกรมในส่วนของลูปsend();ในไมโครคอนโทรเลอร์

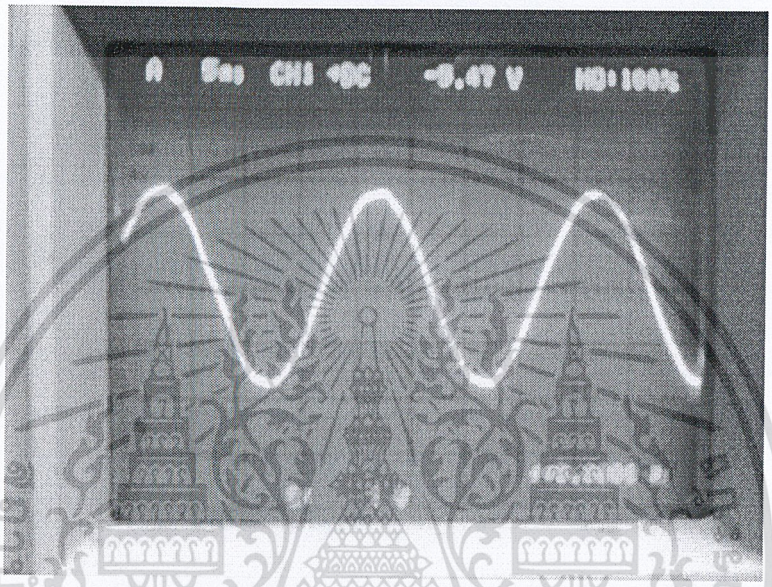


รูปที่ 3.8 หลักการทำงานในส่วนของโปรแกรมอินเตอร์เฟส

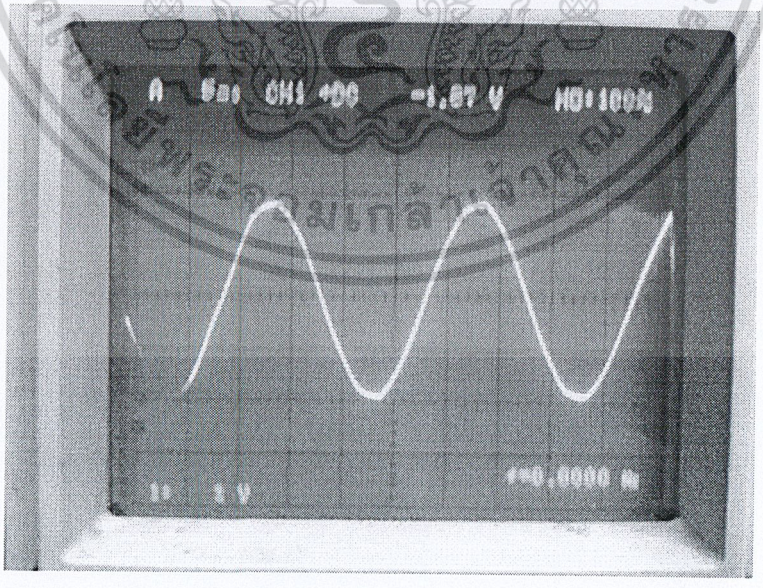
บทที่ 4

ผลการทดลอง

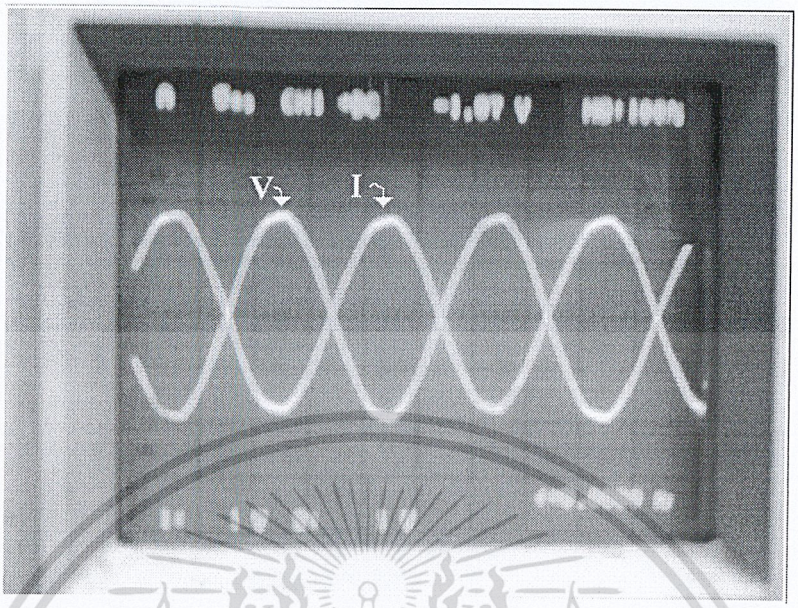
4.1 กราฟสัญญาณ



รูปที่ 4.1 รูปกราฟแรงดันที่วัดได้จากโหลด L

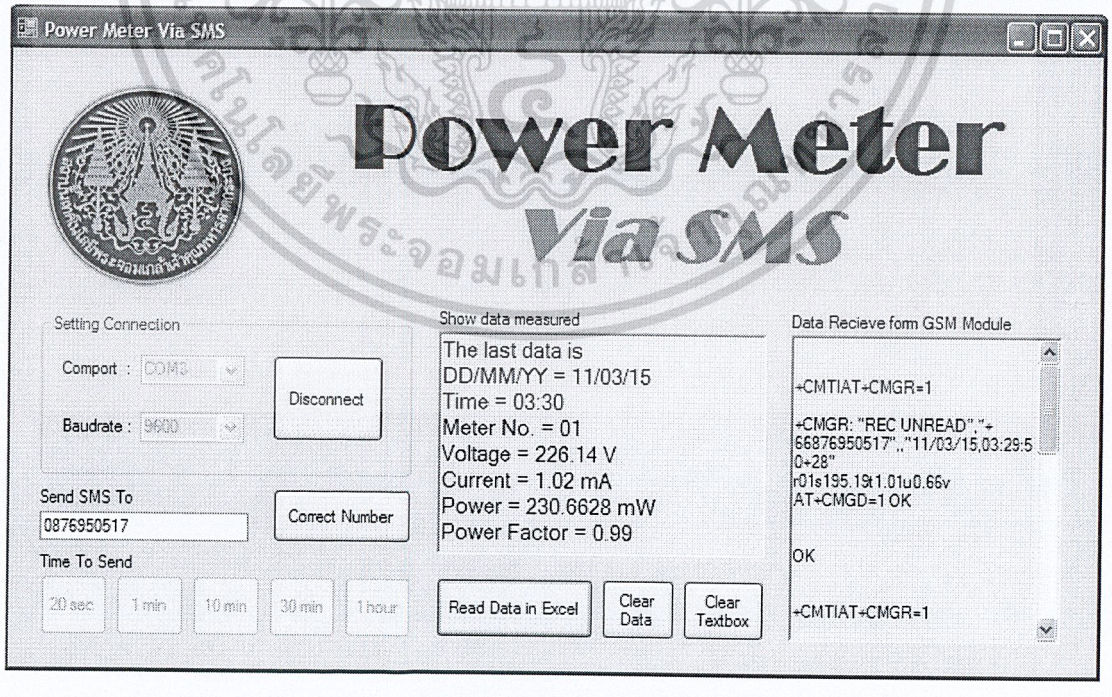


รูปที่ 4.2 รูปกราฟกระแสที่วัดได้จากโหลด L



รูปที่ 4.3 รูปกราฟแรงดันและกระแสที่วัดได้จากโหลด L

4.2 โปรแกรมอินเตอร์เฟสในคอมพิวเตอร์

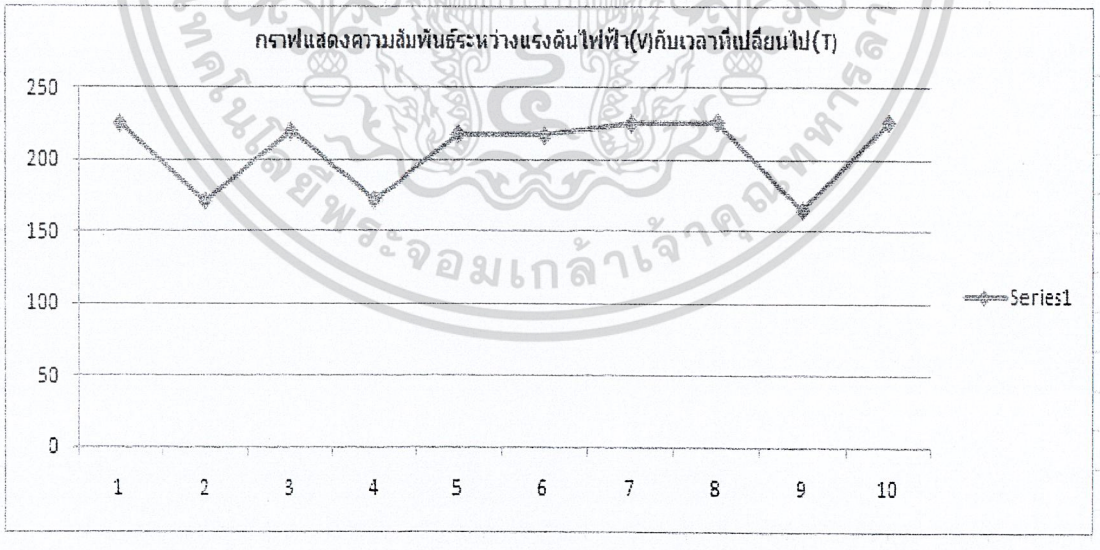


รูปที่ 4.4 รูปโปรแกรมอินเตอร์เฟสเวลามีข้อมูลเข้ามาและทำการแสดงผล

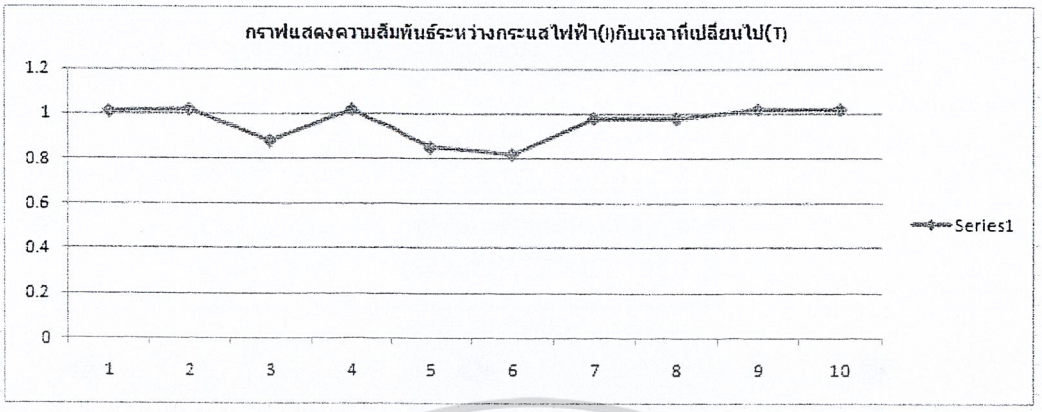
4.3 ตารางแสดงข้อมูลและกราฟจากโปรแกรม Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G
1	DD/MM/YY	Time	Meter No.	Voltage(V)	Current(mA)	Power(mW)	Power Factor
2	11/03/15	03:24	01	225.11	1.01	227.3611	0.99
3	11/03/15	03:24	01	170.96	1.02	174.3792	0.66
4		03:25	01	219.95	0.88	193.556	0.88
5		03:25	01	171.99	1.02	175.4298	0.6
6	11/03/15		01	217.89	0.85	185.2065	0.88
7	11/03/15		01	216.85	0.82	177.817	0.99
8	11/03/15	03:28	01	225.11	0.98	220.6078	0.99
9	11/03/15	03:29	01	226.14	0.98	221.6172	0.88
10	11/03/15	03:30	01	164.77	1.02	168.0654	0.66
11	11/03/15	03:30	01	226.14	1.02	230.6628	0.99
12							
13							
14							

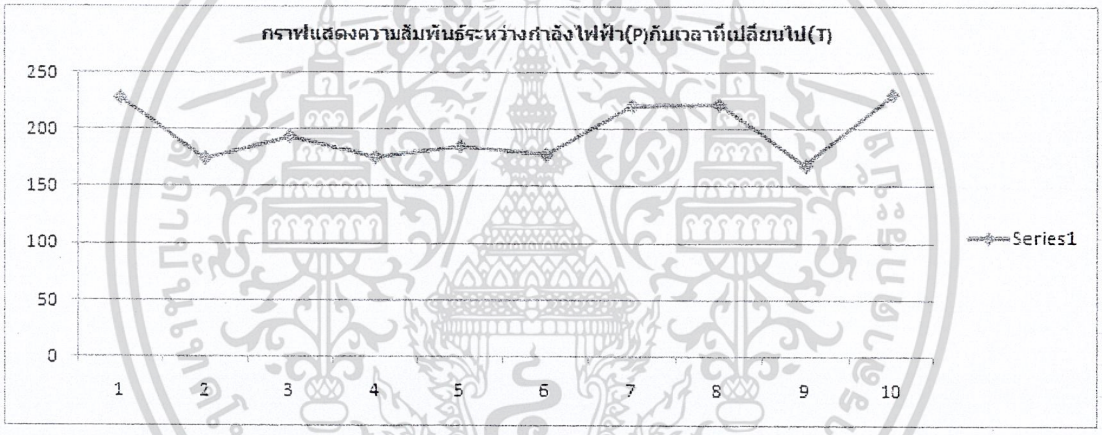
รูปที่ 4.5 รูปตารางแสดงข้อมูลทั้งหมดที่ถูกส่งมาจากมิเตอร์



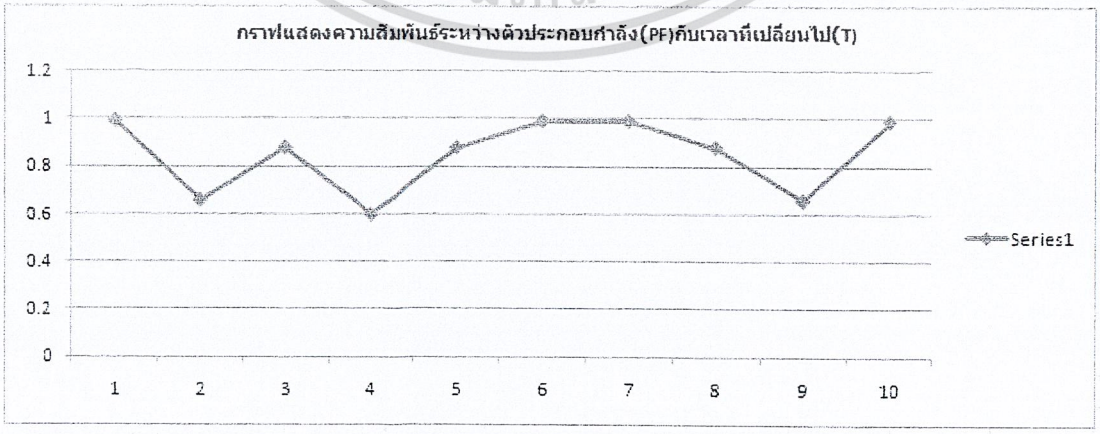
รูปที่ 4.6 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับเวลาที่เปลี่ยนไป



รูปที่ 4.7 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเวลาที่เปลี่ยนไป



รูปที่ 4.8 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้ากับเวลาที่เปลี่ยนไป



รูปที่ 4.9 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบกำลังกับเวลาที่เปลี่ยนไป

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองในการทำโครงงานนี้ เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าโดยส่งข้อมูลผ่านระบบข้อความสั้นนั้นสามารถควบคุม GSM Module ให้ส่งข้อมูลแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและตัวประกอบกำลังที่วัดได้จากมิเตอร์โดยส่งข้อมูลผ่านทางระบบ SMS ได้ ซึ่งข้อมูลจะถูกส่งเข้าสู่ GSM Module อีกเครื่องหนึ่งที่เชื่อมกับคอมพิวเตอร์เพื่อให้ข้อมูลไปปรากฏในโปรแกรมอินเตอร์เฟสในคอมพิวเตอร์ ซึ่งโปรแกรมอินเตอร์เฟสในคอมพิวเตอร์จะสามารถอ่านข้อมูลจาก SMS ที่ส่งเข้ามาและเก็บข้อมูลไว้ใน Array โดยโปรแกรมอินเตอร์เฟสในคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อมูลที่ส่งเข้ามาล่าสุด ซึ่งข้อมูลที่ถูกแสดงผลประกอบด้วย รหัสของมิเตอร์ วันและเวลาที่ข้อมูลถูกส่งมา แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและตัวประกอบกำลัง โดยสามารถเรียกดูข้อมูลทั้งหมดที่เก็บไว้ใน Array รวมถึงกราฟแสดงผลข้อมูลของแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและตัวประกอบกำลังเปรียบเทียบกับเวลาที่ผ่านไปได้ โดยจะแสดงผลผ่านโปรแกรม Microsoft Excel

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

ในส่วนของมิเตอร์ สัญญาณกราฟที่ได้จากการวัด ไม่ได้เป็นสัญญาณรูป sine ที่สมบูรณ์ เนื่องจากมีผลของสัญญาณรบกวนทำให้มีความผิดเพี้ยนของสัญญาณ การวัดค่าโดยการสุ่มจาก ADC จึงเกิดความผิดพลาดได้ ทำให้บางครั้งค่าที่ได้จึงมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้นจึงควรนำข้อมูลหลายๆค่ามาเปรียบเทียบกันแล้วพิจารณาให้ละเอียด

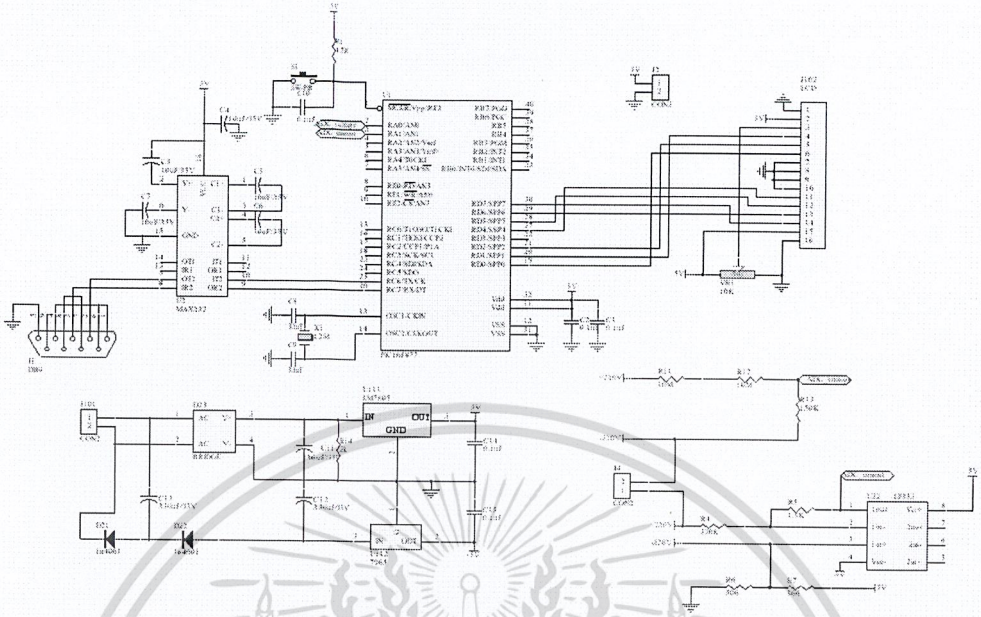
ในส่วนของโปรแกรม CCS C Compiler เนื่องจากโปรแกรมนี้เป็นที่นิยมและมีตัวอย่างที่หลากหลาย จึงเลือกที่จะนำโปรแกรมนี้มาใช้งาน แต่โปรแกรมนี้มีปัญหาเล็กๆน้อยๆในหลายๆครั้ง ทำให้ต้องเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

ในส่วนของโปรแกรมอินเตอร์เฟสในคอมพิวเตอร์ เนื่องจากการรับข้อมูลที่ส่งมาจาก GMS Module เป็นข้อมูลที่ส่งมาในรูปแบบ Byte แต่ในบางครั้งข้อมูลที่ส่งมาอาจมีการเว้นช่วงแล้วเริ่มรับข้อมูลชุดใหม่ การตรวจสอบ Bit start และ Bit Stop จึงเกิดปัญหาได้ ทำให้บางครั้งค่าที่รับเข้ามาไม่แสดงผลในโปรแกรมอินเตอร์เฟส

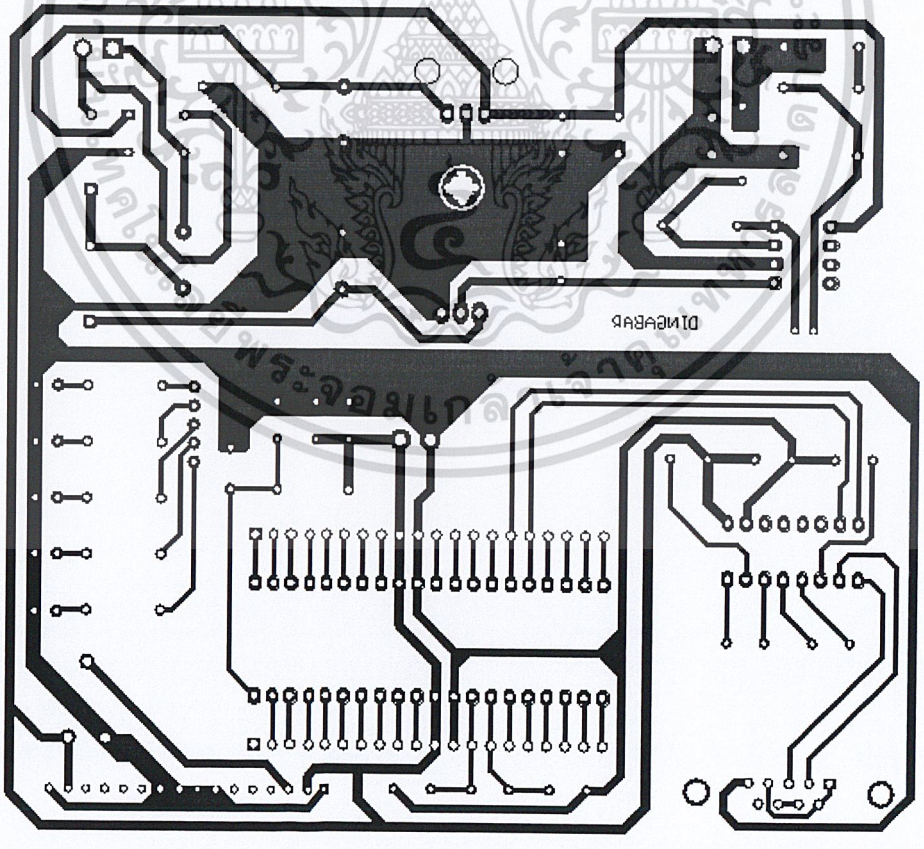
5.3 วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการทำโครงงานนี้ในส่วนของการเขียนโปรแกรมใน PIC ได้ใช้โปรแกรม CCS C Compiler ซึ่งเป็นโปรแกรมนิยมแต่มีปัญหาในหลายๆจุดจึงทำให้เสียเวลาในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และในส่วนของโปรแกรมอินเตอร์เฟสได้ทำการออกแบบโดยใช้โปรแกรม Visual C# ซึ่งยังไม่เป็นที่นิยมเท่า Visual Basic จึงทำให้มีตัวอย่างน้อย

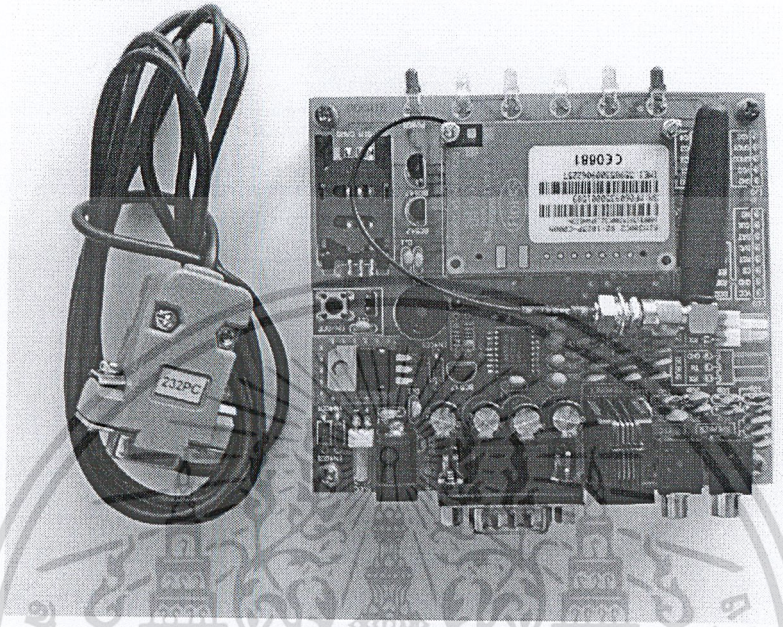
ภาคผนวก



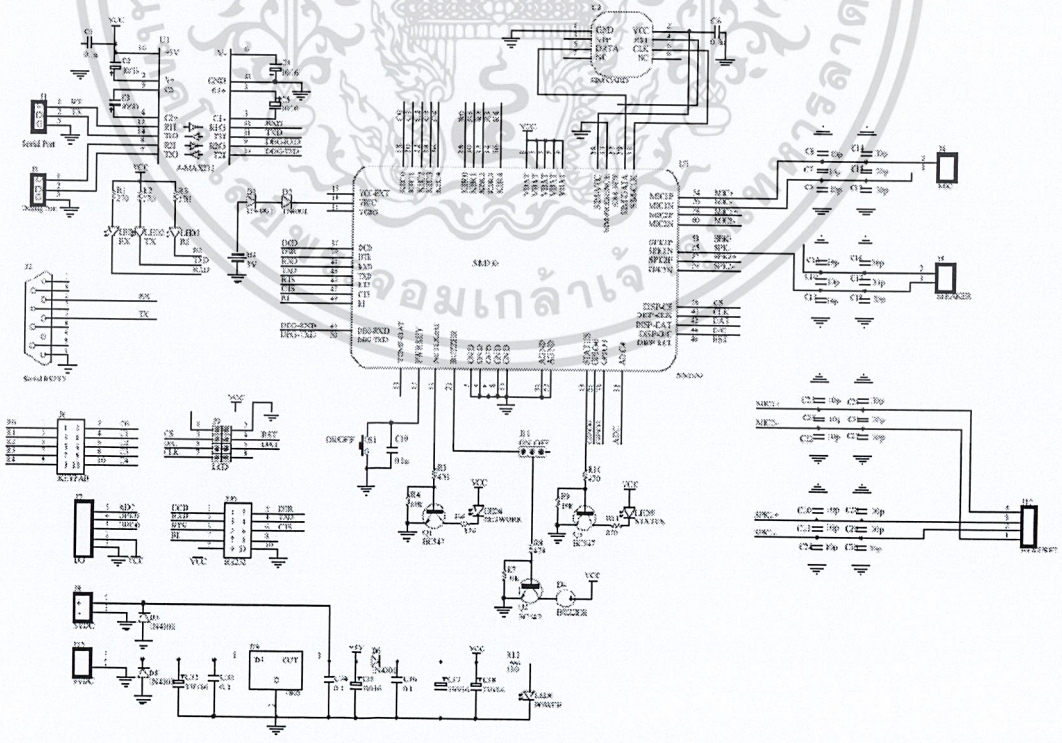
ก.วงจรในส่วนของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า



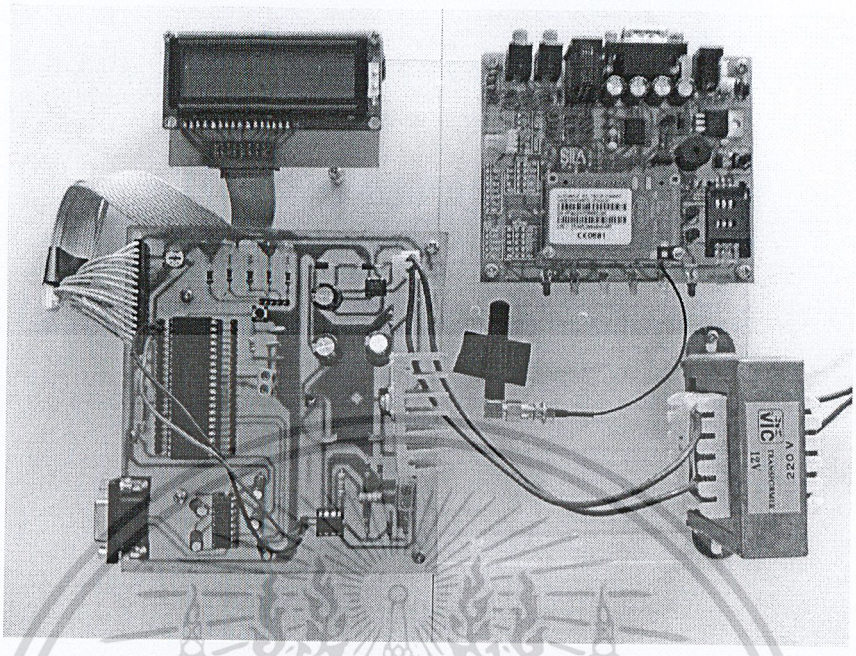
ข.ลายวงจรในส่วนของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า



ค.SIM300CZ GSM/GPRS Module



ง.วงจร SIM300CZ GSM/GPRS Module



จ.ชิ้นงานในส่วนของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า โดยส่งข้อมูลผ่านระบบข้อความสั้น(Power meter via SMS) นี้ได้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์พลผดุง ผดุงกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ได้ให้คำแนะนำ และให้แนวทางเกี่ยวกับข้อคิดเห็นในการทำปริญญานิพนธ์นี้ จึงขอขอบคุณอาจารย์ที่สละเวลา พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์เป็นอย่างยิ่ง

นอกจากนี้ยังขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และทุกๆคนที่ได้ให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ต่าง ๆ จนปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

กนิษฐา วีรภูรินต์

(น.ส.กนิษฐา วีรภูรินต์)

กฤษณีย์ น้อยพานิช

(น.ส.กฤษณีย์ น้อยพานิช)

คณิตสรณ์ โลหวิตตะ

(นายคณิตสรณ์ โลหวิตตะ)

ผู้จัดทำ

บรรณานุกรม

1.สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, “เริ่มต้น Visaul C# 2008”,บริษัท ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด,2552

2.ประจิน พลังสันติกุล, “All About CCS C”,บริษัท แอพซอฟต์เทค จำกัด,2551

3.ETT, “เอกสาร การใช้งานชุดพัฒนา GSM/GPRS รุ่น ET-GSM SIM300CZ V1.0” , ETT CO .,LTD

4. “เอกสาร ตัวอย่างการใช้ AT Command” ,บริษัท ศิลารีเสิร์ช จำกัด

