สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าภูมิภาค

TRANSFORMER MONITORING SYSTEM FOR THE PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

T 087882

ทรงกช ศรีประสาร

SONGGOT SRIPASAN

วน.
ท123ร
2551

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 87882
วัน,เดือน,ปี 19 มี.ค. 2552

b 1207186x
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2008-EN-M-020-178

TRANSFORMER MONITORING SYSTEM FOR THE PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

SONGGOT SRIPASAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2008-EN-M-020-178

COPYRIGHT 2008

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่าย ของการไฟฟ้าภูมิภาค
นักศึกษา	นายทรงกช ศรีประสาร
รหัสนักศึกษา	46060617
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
พ.ศ.	2551
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอ ระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าภูมิภาค ในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งใช้หลักการทำงานของชุดตรวจวัดแรงดันและส่งผ่านข้อมูลต่าง ๆ เช่น แรงดันไฟฟ้าตก แรงดันไฟฟ้าเกิน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้หม้อแปลงไฟฟ้าไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ตามปกติ เครื่องตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะทำการส่งข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้ระบบ SMS ผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมของศูนย์แก้ไขไฟฟ้าขัดข้อง และส่งข้อมูลไปที่โทรศัพท์เคลื่อนที่พร้อมทำการประมวลผลและแสดงผล และจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ที่ศูนย์ควบคุมของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการใกล้กับจุดที่เกิดปัญหา ทำให้การจัดการแก้ปัญหากระแสไฟฟ้าขัดข้องได้อย่างรวดเร็ว ทำให้การจ่ายกระแสไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและมีความมั่นคงมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Transformer Monitoring system for the Provincial Electricity Authority
Student	Mr. Songgot Sripason
Student ID.	46060617
Degree	Mater of Engineering
Program	Electrical Engineering
Year	2008
Thesis Advisor	Assoc. Prof.Monthon Leelajindakrairerk

ABSTRACT

This research is to propose a Monitoring for the electricity distribution system of the Provincial Electricity Authority using inspector principle and data transmission such as under voltage or over voltage which these cause for malfunction of transformer. This detection voltage system will transmit data via GSM network by SMS system to central office which have computer server to process as well as store data as detection voltage center. The staff who on duty to monitor alarm will ask staff who nearest problem to fixed that problem which make the PEA quickly manage problem. Therefore increasing of electricity distribution efficiency and stability

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์ ที่คอยให้คำแนะนำ ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยานิพนธ์อย่างดียิ่ง ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ สำนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบระบบตรวจวัดระดับแรงดันสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ขอขอบคุณ อาจารย์และเพื่อน ๆ ภาควิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ที่คอยให้คำแนะนำและกำลังใจด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณณรงค์ ใยแก้ว บริษัท Truemove ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขอนแก่นที่คอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับระบบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

สุดท้าย ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้ชีวิต ให้การศึกษา ให้กำลังใจ และสิ่งที่ดีที่สุดในชีวิตลูกเสมอมา ขอขอบพระคุณจากใจจริง

สำหรับคุณงามความดีที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้บิดา มารดา รุ่นพี่ และน้อง ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูบาอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ให้แก่ข้าพเจ้า ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ทรงกช ศรีประสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VII

สารบัญรูป..... VIII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 1

1.3 สมมติฐานของการศึกษา..... 2

1.4 ขอบเขตของการศึกษา..... 2

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา..... 2

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษา..... 3

1.7 ข้อจำกัดของระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้า สำหรับหม้อแปลงจำหน่าย ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค..... 3

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทำงานของระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อ.แปลง จำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค..... 4

2.1 บทนำ..... 4

2.2 ทฤษฎีหม้อแปลง..... 4

2.3 โครงสร้างของหม้อแปลงจำหน่าย [7] 6

2.4 การเลือกวัสดุที่ใช้ในการสร้างหม้อแปลงจำหน่าย..... 12

2.5 อุปกรณ์ประกอบหม้อแปลงจำหน่ายตามมาตรฐาน กฟภ..... 13

2.6 หลักการทำงานของระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่าย ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค..... 13

2.7 หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า..... 14

2.8 หลักการทำงานของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า..... 16

2.9 หลักการทำงานของชุดวัดระดับแรงดันของแต่ละเฟส..... 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.10 การวัดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าของชุดวัด 18
2.11 การวัดสัญญาณออกจากชุดวัดแรงดัน 18
2.12 การวัดระดับแรงดันในชุดวัด 19
2.13 ชุดประมวลผลและควบคุมของชุดส่ง 22
2.14 ชุดส่งข้อมูลของ GSM Module 23
2.15 ชุดแหล่งจ่ายไฟ 25
2.16 การเชื่อมต่อกับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 26
2.17 ชุดรับข้อมูล 27
2.18 การแสดงผลที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ 28
2.19 ชุดแสดงผลส่วนกลาง 28
2.20 การแสดงผลที่ฐานข้อมูล 30
2.21 การแสดงผลผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต 31

บทที่ 3 การออกแบบการทดลอง 35
3.1 การตั้งค่าของชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า 35
3.2 การทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่าย ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 39
3.3 ขั้นตอนทดสอบโดยการปรับระดับแรงดันให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดัน ผิดปกติ 39
3.4 ขั้นตอนการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่าย ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 43

บทที่ 4 ผลการทดลอง 46
4.1 ผลการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 46
4.2 ผลการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 56

เอกสารอ้างอิง..... 58

ภาคผนวก..... 59

ผลงานวิทยาการที่ได้รับการตีพิมพ์..... 59

ประวัติผู้เขียน..... 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ข้อเปรียบเทียบของหม้อแปลงไฟฟ้าติดครีบระบายความร้อนแบบแผ่นกับแบบติดครีบระบายความร้อนแบบลอนลูกฟูก..... 8

4.1 แสดงผลการทดสอบ. 47

4.2 ผลการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค..... 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แบบจำลองของหม้อแปลงไฟฟ้า..... 5

2.2 โครงสร้างของหม้อแปลงจำหน่าย..... 7

2.3 ตัวถังหม้อแปลงติดครีบระบายความร้อนแบบลอนลูกฟูก..... 7

2.4 ตัวถังหม้อแปลงติดครีบระบายความร้อนแบบลอนลูกฟูก..... 8

2.5 หลักการทำงานของระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของ
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค..... 13

2.6 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของ
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค..... 14

2.7 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า..... 15

2.8 ขั้นตอนทำงานของชุดตรวจวัดแรงดันแรงดันแรงดันผิดปกติหม้อแปลงไฟฟ้า..... 16

2.9 วงจรของชุดวัดแรงดันไฟฟ้าของแต่ละเฟส..... 17

2.10 สัญญาณแรงดันเข้าชุดวัด..... 18

2.11 สัญญาณแรงดันที่ออกจากชุดวัด..... 18

2.12 การวัดแรงดันในชุดวัดระดับแรงดันแต่ละเฟส..... 20

2.13 ขั้นตอนการทำงานของชุดวัดแรงดัน..... 21

2.14 ชุดประมวลผลส่วนกลาง..... 22

2.15 ขั้นตอนการทำงานของชุดประมวลผลของอุปกรณ์ตรวจจับ..... 23

2.16 ชุดส่งข้อมูล GSM Module..... 24

2.17 ขั้นตอนการทำงานของชุดส่งข้อมูล..... 25

2.18 ขั้นตอนการทำงานของแหล่งจ่าย..... 25

2.19 การเชื่อมต่อกับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่..... 26

2.20 ชุดรับข้อมูลจากชุดส่งข้อมูล..... 27

2.21 ขั้นตอนการทำงานของชุดรับข้อมูล..... 28

2.22 การแสดงผลส่วนกลางที่หน้าจอคอมพิวเตอร์..... 29

2.23 ขั้นตอนการทำงานชุดแสดงผลส่วนกลางที่หน้าจอคอมพิวเตอร์..... 30

2.24 การแสดงผลที่ฐานข้อมูล..... 31

2.25 แสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูล..... 31

2.26 การแสดงผลผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต..... 32

2.27 แสดงขั้นตอนการแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต..... 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.28	วงจรตรวจวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า [14]	34
3.1	การตั้งค่าตำแหน่งของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลง	35
3.2	การตั้งค่าหมายเลขซิมการ์ดของชุดรับ	36
3.3	การตั้งค่าช่วงระดับแรงดัน VL และ VH	37
3.4	การตรวจวัดระดับแรงดันของหม้อแปลงจำหน่ายโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่	37
3.5	การสั่งให้ชุดตรวจวัดหยุดทำงาน	38
3.6	การสั่งให้ชุดตรวจวัดทำงาน	38
3.7	การทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคโดยการปรับระดับแรงดันให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติ	40
3.8	ชุดตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของไฟฟ้าส่วนภูมิภาคโดยการปรับระดับแรงดันให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า	40
3.9	ชุดรับข้อมูลและแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์โดยการปรับระดับแรงดันให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า	41
3.10	ขั้นตอนการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	42
3.11	การทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของไฟฟ้าร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า	43
3.12	การปลดสับฟิวส์แรงสูงและแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า	44
3.13	การตรวจวัดแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้า	44
3.14	ขั้นตอนการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	45
4.1	ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจวัดกับชุดแสดงผลส่วนกลางเฟส A	49
4.2	ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจวัดกับชุดแสดงผลส่วนกลางเฟส B	49
4.3	ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจวัดกับชุดแสดงผลส่วนกลางเฟส C	49
4.4	การแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์	50
4.5	ผลการทดสอบที่ฐานข้อมูล	50
4.6	ผลการทดสอบการแสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ต	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.7 ผลการทดสอบการแสดงผลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ 51

4.8 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจวัดกับชุดแสดงผลส่วนกลางเฟส A 52

4.9 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจวัดกับชุดแสดงผลส่วนกลาง เฟส B 53

4.10 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจวัดกับชุดแสดงผลส่วนกลางเฟส C 53

4.11 การแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ 53

4.12 ผลการทดสอบที่ฐานข้อมูล 54

4.13 ผลการทดสอบการแสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ต 54

4.14 ผลการทดสอบการแสดงผลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุปกรณ์หลักที่ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ก็คือ หม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่สั่งผ่านพลังงานไฟฟ้า โดยการแปลงระดับแรงดันขึ้นหรือลงในระดับต่าง ๆ เพื่อความเหมาะสมต่อระบบส่งจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้บริโภคตามบ้านเรือนหรือโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีหม้อแปลงไฟฟ้า เป็นจำนวนมากกระจายอยู่ตามหมู่บ้านต่าง ๆ ของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าทำหน้าที่ปรับระดับแรงดันลงมาจากระดับแรงดัน 22,000 โวลต์ เป็น 400/230 โวล์ เพื่อที่จะจ่ายให้กับผู้ใช้ไฟ แต่เมื่อหม้อแปลงไฟฟ้าไม่สามารถปรับระดับแรงดันได้ตามที่กำหนดจะทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์และไฟฟ้าดับ ซึ่งเป็นผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้า

ดังนั้น วิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ได้เสนอระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะทำหน้าที่ตรวจวัดความผิดปกติของแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าให้มีระดับแรงดันตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พร้อมฟังรายงานผลและสั่งการให้เจ้าหน้าที่แก้ปัญหาไฟฟ้าขัดข้องได้ปฏิบัติงานได้รวดเร็ว ซึ่งจะส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ในปัจจุบันการวัดแรงดันไฟฟ้าที่หม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคต้องเดินทางไปตรวจสอบแรงดันของหม้อแปลงจำหน่ายที่ทีแรงดันผิดปกติไป ถ้ามีการติดตั้งระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเข้าไปในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติจะส่งข้อมูลไปที่ศูนย์ควบคุมส่วนกลางและโทรศัพท์เคลื่อนที่ของเจ้าหน้าที่แก้ไขไฟฟ้าขัดข้อง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการนำเสนออุปกรณ์ในการตรวจวัดระดับแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า อุปกรณ์ในการประมวลผล อุปกรณ์ส่ง SMS ผ่าน GSM Module อุปกรณ์ในการรับข้อมูลและแสดงผลรวมทั้งการเชื่อมต่อผ่านโครงข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้การตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้ามีความสะดวกรวดเร็วต่อการแก้ปัญหาไฟฟ้าขัดข้องของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ตั้งสมมุติฐานของการศึกษา โดยพิจารณาที่ระดับแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ด้านแรงต่ำของหม้อแปลง โดยสร้างอุปกรณ์ในการวัดระดับแรงดันไฟฟ้าแล้วทำการส่งข้อมูลระดับแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าไปที่ชุดประมวลผล และส่งข้อมูลที่ระดับแรงดันที่ผิดปกติไปที่ศูนย์ควบคุมและโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นข้อความ

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาและสร้างชุดตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. สร้างชุดประมวลผลและส่งข้อมูลผ่านโครงป้ายศูนย์เคลื่อนที่มีข้อมูล ดังนี้

ST	=	สถานะของชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า
VB	=	แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่
V1	=	แรงดันที่เฟส A
V2	=	แรงดันที่เฟส B
V3	=	แรงดันที่เฟส C
VL	=	ช่างแรงดันดันต่ำ
VH	=	ช่างแรงดันดันสูง
ID CDDE	=	ตำแหน่งของหม้อแปลงที่ติดตั้งชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติ

3. ศึกษาและสร้างชุดรับข้อมูลและแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์และจัดเก็บข้อมูล
4. ศึกษาและออกแบบการแสดงผลข้อมูลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ต

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาของวิทยานิพนธ์นี้จะประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ด้าน

1. ศึกษาและสร้างอุปกรณ์ในการวัดระดับแรงดันไฟฟ้า
2. ศึกษาและสร้างอุปกรณ์ในการส่งข้อมูล
3. ศึกษาและสร้างอุปกรณ์ในการรับและแสดงผล
4. ศึกษาและเชื่อมต่อข้อมูลผ่านทางโครงข่ายคอมพิวเตอร์
5. ศึกษาและทำการทดสอบระบบอุปกรณ์ในการวัดและส่งข้อมูล
6. ศึกษาและทำการทดสอบอุปกรณ์รับและแสดงผล
7. ศึกษาและทดสอบการเชื่อมต่อโครงข่ายคอมพิวเตอร์
8. ทำการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยการปรับระดับแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ทำการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในระบบจำหน่ายจะรับของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

10. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองและเสนอแนะแนวทางการพัฒนาและศึกษาต่อไป

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษา

ในการศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาและสร้างอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าความผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าส่วนภูมิภาคใช้แรงดันมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค คือ 230 โวลต์ และให้กำหนดช่วงระดับแรงดัน VL = 220 โวลต์ VH = 240 โวลต์ เป็นช่วงแรงดันปกติ

1.7 ข้อจำกัดของระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้า สำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1. ระบบแรงดันที่ใช้ในการตรวจวัดแรงดันไม่เกิน 240 โวลต์
2. ระบบที่ใช้ในการตรวจวัดแรงดันผิดปกติต้องเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ
3. หม้อแปลงไฟฟ้าที่ติดตั้งชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงต้องมีสัญญาณของครอบคลุมโทรศัพท์เคลื่อนที่
4. ความละเอียดในการวัดสัญญาณแรงดันคือ 3 นาที
5. การแสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ต ต้องมีการเช่าพื้นที่กับผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเข้าใจหลักการออกแบบและการทำงานของอุปกรณ์ในการวัดระดับแรงดันชุดประมวลผล และส่งข้อความผ่าน GSM Module

2. สามารถเข้าใจหลักการออกแบบและทำงานของอุปกรณ์ในการรับข้อมูลและแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

3. สามารถเข้าใจหลักการแสดงผลผ่านทางโครงข่ายอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีหม้อแปลงไฟฟ้าและหลักการทำงานของระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่าย

2.1 บทนำ

อุปกรณ์หลักที่ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ก็คือ หม้อแปลงจำหน่าย ซึ่งทำหน้าที่สั่งผ่านพลังงานไฟฟ้า โดยการแปลงระดับแรงดันขึ้นหรือลงในระดับต่าง ๆ เพื่อความเหมาะสมต่อระบบส่งจ่ายให้กับผู้บริโภคตามบ้านเรือนหรือโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีหม้อแปลงไฟฟ้า เป็นจำนวนมากกระจายอยู่ตามหมู่บ้านต่าง ๆ ของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าทำหน้าที่ปรับระดับแรงดันลงมาจากระดับแรงดัน 22,000 โวลต์ เป็น 400/230 โวลต์ เพื่อที่จะจ่ายให้กับผู้ใช้ไฟ แต่เมื่อหม้อแปลงไฟฟ้าไม่สามารถปรับระดับแรงดันได้ตามที่กำหนดจะทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ และไฟฟ้าดับ ซึ่งเป็นผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้า

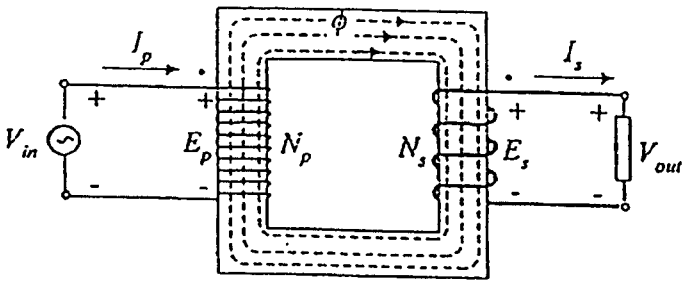
ดังนั้น วิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ได้เสนอระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะทำหน้าที่ตรวจจับความผิดปกติของแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าให้มีระดับแรงดันตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พร้อมฟังรายงานผลและสั่งการให้เจ้าหน้าที่แก้ปัญหาไฟฟ้าขัดข้องได้ปฏิบัติงานได้รวดเร็ว ซึ่งจะส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

2.2 ทฤษฎีหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งผ่านกำลังไฟฟ้า จากแรงดันระดับหนึ่งไปสู่อีกระดับแรงดันหนึ่ง โดยอาศัยวงจรแม่เหล็กที่ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กซิลิกอน ทำเป็นแกนให้เส้นแรงแม่เหล็กไหลผ่าน และมีขดลวดพันรอบแกนเหล็ก ทำหน้าที่สร้างเส้นแรงแม่เหล็กและแปลงระดับแรงดัน นอกจากนี้ ยังต้องมีฉนวน ซึ่งอาจจะเป็นฉนวนแข็ง ฉนวนเหลว หรือฉนวนก๊าซ

หลักการทำงานเบื้องต้นของหม้อแปลงไฟฟ้าในการสร้างแรงดัน โดยพิจารณาหม้อแปลงเฟสเดียว เพื่อง่ายต่อความเข้าใจ สำหรับหม้อแปลงแบบหลายเฟส ก็มีหลักการทำงานเช่นเดียวกัน โดยทั่วไป หม้อแปลงไฟฟ้าจะประกอบด้วย ขดลวดอย่างน้อย 2 ชุด พันอยู่บนแกนเหล็กเดียวกัน โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าที่ขดลวดด้านปฐมภูมิ มีจำนวนรอบ N_p รอบ และต่อโหลดที่ขดลวดด้านทุติยภูมิ มีจำนวนรอบ N_s รอบ แสดงดังรูปที่ 2.1 ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ รูปคลื่นแรงดันและเส้นแรงแม่เหล็ก $\phi(t)$ สามารถประมาณได้ด้วยฟังก์ชันซันซายน์ในเทอมของเวลา ดังสมการที่ 2.1 [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แบบจำลองของหม้อแปลงไฟฟ้า

$$\phi(t) = \phi_m \sin \omega t = A_{Fe} B_m \sin \omega t \qquad (2.1)$$

โดยที่ ϕ_m คือ ขนาดของเส้นแรงแม่เหล็กในแกนเหล็ก (Wb)

B_m คือ ขนาดของความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก (T)

A_{Fe} คือ พื้นที่หน้าตัดสุทธิของแกนเหล็ก (mm^2)

ω คือ ความถี่เชิงมุม เท่ากับ $2\pi \int$ (rad/sec)

$\int$ คือ ความถี่ของระบบไฟฟ้ากำลัง (Hz)

จากกฎแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กตัดผ่านขดลวด จำทำให้เกิดแรงดันเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตามสมการที่ 2.2 โดยกำหนดให้ว่า เส้นแรงแม่เหล็กที่คล้องขดลวดที่พันอยู่รอบแกนเหล็กมีค่าเท่ากันทุกรอบ สามารถหาสมการแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำในขดลวดได้ตามสมการที่ 2.3

$$e(t) = N \frac{d\phi}{dt} \qquad (2.2)$$

$$e(t) = \pi \int N A_{Fe} B_m \cos(\omega t - 180) \qquad (2.3)$$

โดยที่ e(t) คือ แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

N คือ จำนวนรอบของขดลวด

ในการใช้งานจะพิจารณาแรงดันและกระแสเป็นค่ารากกำลังสองเฉลี่ย มากกว่าขณะใดขณะหนึ่ง หรือค่าสูงสุด และค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของรูปคลื่นซายน์ใด ๆ มีค่าเท่ากับ $1/\sqrt{2}$ เท่าของค่ายอด ดังนั้น ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของแรงดันเหนี่ยวนำจะมีค่าเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E_{rms} = \sqrt{2}\,\pi f N A_{Fe} B_m \qquad (2.4)$$

จากสมการที่ 2.4 จะได้ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนแรงดันเหนี่ยวนำที่ด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิในเทอมของจำนวนรอบตามสมการที่ 2.5 ฉะนั้น หม้อแปลงจึงสามารถแปลงระดับแรงดันให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ โดยการพันขดลวดให้มีจำนวนรอบสัมพันธ์กับระดับของแรงดันเหนี่ยวนำตามสมการ

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} \qquad (2.5)$$

โดยที่ E_p คือ แรงดันเหนี่ยวนำที่ขดลวดด้านปฐมภูมิ
E_s คือ แรงดันเหนี่ยวนำที่ขดลวดด้านทุติยภูมิ
N_p คือ จำนวนรอบของขดลวดด้านปฐมภูมิ
N_s คือ จำนวนรอบของขดลวดด้านทุติยภูมิ

2.3 โครงสร้างของหม้อแปลงจำหน่าย [7]

โครงสร้างของหม้อแปลงจำหน่าย แสดงได้ดังรูปที่ 2.2 สามารถแบ่งโครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญได้ดังต่อไปนี้

1. ส่วนประกอบภายนอก ได้แก่ ถังหม้อแปลง (Transformer Tank), อุปกรณ์กระจายความร้อน (Radiator Fin), ขั้วต่อสาย (Terminal), น้ำมันหม้อแปลง (Transformer Oil), ห้องรองรับน้ำมัน (Conservator), ห้องหายใจและห้องกรองความชื้น (Breather and Silica gel), เครื่องวัดระดับน้ำมัน (Oil Gauge), เครื่องวัดอุณหภูมิ, บุคโฮลรีเลย์ (Buchhol Rclay), และ บุชชิ่ง (Bushing) เป็นต้น

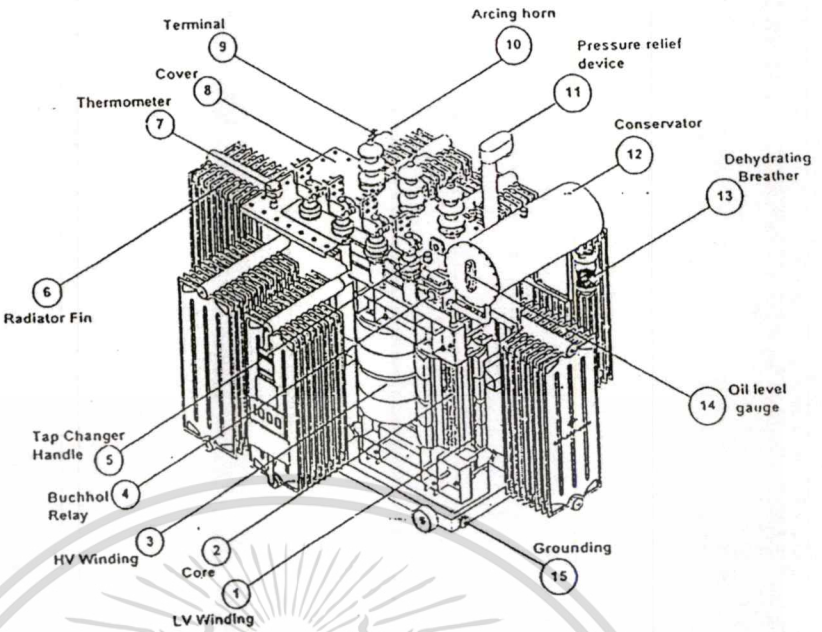
2. ส่วนต่อภายในและภายนอก ได้แก่ สายตัวนำ, แท็ปเชนเจอร์ (Tap changer), ฉนวนปลายขั้ว (Terminal Insulator) เป็นต้น

3. ส่วนที่เป็นวงจรแม่เหล็ก ได้แก่ แกนเหล็กซิลิกอน และส่วนที่จับยึดโครงสร้างของแกนเหล็ก (Clamping) เป็นต้น

4. ส่วนที่เป็นวงจรไฟฟ้า ได้แก่ ขดลวดด้านปฐมภูมิ, ขดลวดด้านทุติยภูมิ และเครื่องรัด (Bracing Device) เป็นต้น

5. ฉนวน (Insulation) เป็นฉนวนในลักษณะต่าง ๆ ที่ใช้ในส่วนต่าง ๆ ของหม้อแปลง เช่น ฉนวนระหว่างขดลวดแรงต่ำ กับขดลวดแรงสูง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

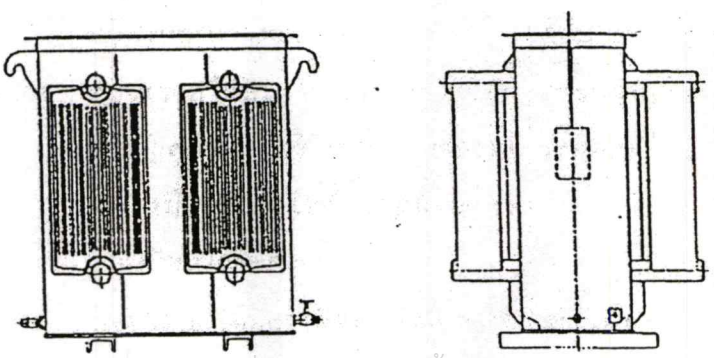


รูปที่ 2.2 โครงสร้างของหม้อแปลงจำหน่าย

โครงสร้างและส่วนประกอบดังที่กล่าวมาแล้วนั้น หม้อแปลงทุกเครื่องไม่จำเป็นต้องมีครบทุกชิ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของหม้อแปลงและขนาดพิกัดของหม้อแปลงด้วย เช่น แท็ปเซนเจอร์ (Tap changer), บุคโฮลรีเลย์และเทอร์โมมิเตอร์ เป็นต้น อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้

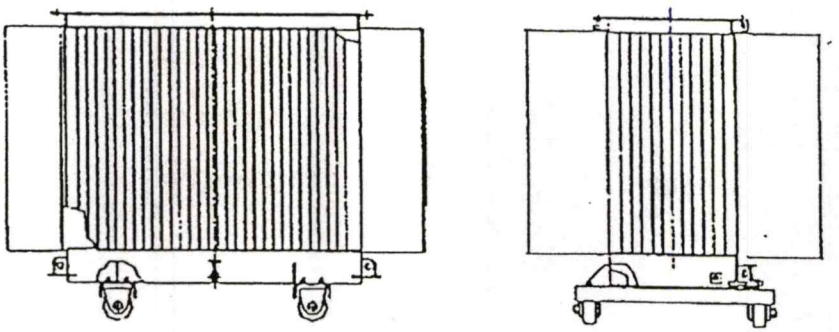
2.3.1 ถังหม้อแปลง (Transformae Tank)

ถังหม้อแปลงเป็นอุปกรณ์สำหรับห่อหุ้มฉนวนเหลว หรือก๊าซของหม้อแปลง โครงสร้างของถังหม้อแปลง มีอยู่หลายลักษณะตามความเหมาะสมของผู้ผลิตหม้อแปลง หรือขึ้นอยู่กับผู้ใช้ โดยปกติแล้วผู้ใช้จะต้องการหม้อแปลงที่มีน้ำหนักเบา, ราคาถูก, สั่นสะเทือนน้อย, ระดับความดังของเสียงต่ำ, มีความเชื่อถือสูง และอายุการใช้งานนาน สามารถแบ่งลักษณะของถังหม้อแปลงตามชุดระบายความร้อนได้ 2 ชนิด ใหญ่ ๆ ดังรูปที่ 2.3 และรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.3 ตัวถังหม้อแปลงติดครีบระบายความร้อนแบบแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ตัวถังหม้อแปลงติดตรีบระบายความร้อนแบบลอนลูกฟูก

ตัวถังหม้อแปลงคิดตรีบระบายความร้อนแบบแผ่น (Ridiator fin) ตามรูปที่ 2.3 เป็นตัวถังที่มีความแข็งแรง ทนต่อการสั่นสะท้อน เหมาะสำหรับหม้อแปลงที่มีถังรองรับน้ำมัน (Conservator) ทำให้น้ำมันสัมผัสกับอากาศได้โดยตรง (Open Type) สำหรับตัวถังหม้อแปลงติดครีบระบายความร้อนแบบลอนลูกฟูก (Corrugate fin) ตามรูปที่ 2.4 ครีบนอกจากจะทำหน้าที่ ระบายความร้อนแล้วยังสามารถรองรับต่อการขยายตัวของน้ำมันเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องมีถังรองรับน้ำมัน อากาศภายนอกไม่สามารถสัมผัสกับน้ำมันได้โดยตรง (Hermetically Sealed) ข้อเปรียบเทียบระหว่างครีบระบายความร้อนแบบแผ่นกับแบบลอนลูกฟูก แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อเปรียบเทียบของหม้อแปลงไฟฟ้าติดครีบระบายความร้อนแบบแผ่นกับแบบติดครีบระบายความร้อนแบบลอนลูกฟูก

รายการ	ครีบแบบแผ่น	ครีบแบบลอนลูกฟูก
โครงสร้าง	ตัวถังและครีบระบายความร้อน ทำจากแผ่นเหล็กหนา โครงสร้างของหม้อแปลงมีความแข็งแรง	ผนังของถังทำจากแผ่นเหล็กบางทำเป็นลอนเพื่อช่วยระบายความร้อน มีความกะทัดรัด
การหมุนเวียนของน้ำมัน	หมุนเวียนได้สะดวก น้ำมันที่ร้อนจะรอยตัวสู่ด้านบน เข้าสู่ชุดระบายความร้อน เมื่อเย็นตัวจะต่ำลงสู่ด้านล่างหมุนเวียนโดยตลอด	การหมุนเวียนกระจัดกระจายไม่แน่นอน
การเพิ่มโหลด	ทำได้ง่าย โดยการติดตั้งพัดลมระบายความระบายความร้อนที่ชุดระบายความร้อน	ทำได้ยากกว่า ต้องใช้พัดลมสำหรับเฉพาะงานเท่านั้น
การทนต่อความดัน	สามารถทนต่อความดันที่เกิดขึ้นภายในได้ 10 PSIg	สามารถทนต่อความดันที่เกิดขึ้นภายในได้ 3.5 PSIg
การบำรุงรักษา	ควรทำการตรวจสอบอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง สังเกตการณ์เปรลี่ยนแปลงของสีสารละลายความชื้น (Silica gel)	ไม่ต้องทำการบำรุงรักษามากนักเพราะน้ำมันไม่สัมผัสอากาศภายนอกโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 น้ำมันหม้อแปลง (Transformer Oil)

น้ำมันที่ใช้ในหม้อแปลง นอกจากจะทำหน้าที่เป็นฉนวน แล้วยังมีหน้าที่พาความร้อนที่เกิดจากกำลังสูญเสียออกจากขดลวดและแกนเหล็ก คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันหม้อแปลงเพื่อที่จะทำหน้าที่เป็นฉนวนได้อย่างสมบูรณ์ มีดังนี้

1. มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ดี มีค่าความเป็นฉนวน (Dielectric Strength) สูง
2. ระบายความร้อนได้ดี มีความหนืด (Viscosity)
3. มีจุดไหล (Pour Point) ต่ำ ไม่แข็งตัวในฤดูหนาว
4. ระเหยได้น้อย มีจุดความไฟ (Flash Point) สูง
5. คงทนต่อปฏิกิริยาทางเคมี ไม่มีสารไปกัดกร่อนส่วนที่เป็นโลหะ
6. มีค่าความเป็นกรด (Acidity) ต่ำ
7. สะอาดปราศจากความชื้น หรือสิ่งเจือปนต่าง ๆ

2.3.3 ถังรองรับน้ำมัน (Conservator Tank)

ถังรองรับน้ำมัน (Conservator Tank) มีลักษณะเป็นถังอยู่สูงเหนือหม้อแปลง ภายในบรรจุน้ำมันหม้อแปลงไว้ ทำหน้าที่รองรับการขยายหรือหดตัวของน้ำมันหม้อแปลง เมื่อคุณหภูมิของน้ำมันสูงขึ้น น้ำมันจะขยายตัวผ่านเข้าไปในท่อหรือลิ้นบังคับ (Valve) เข้าสู่ถังรองรับน้ำมันอากาศที่สัมผัสกับน้ำมันจะถูกกรองความชื้น โดยเครื่องหายใจกรองความชื้น (Dehydrating Breather)

ขนาดของถังรองรับน้ำมันนี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ซึ่งต้องสามารถรองรับน้ำมันส่วนที่จะขยายตัวได้ จากการทดลอง น้ำมันจะขยายตัวได้ประมาณ 7% ของน้ำมันภายในตัวถังของหม้อแปลงในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 0-100 C ฉะนั้น เวลาทำการออกแบบถังรองรับน้ำมัน ขนาดของถังรองรับน้ำมันจะต้องสามารถรองรับน้ำมันในส่วนที่จะขยายตัวได้ประมาณ 11-12% ของน้ำมันทั้งหมดที่อยู่ในตัวถังของหม้อแปลง

2.3.4 ท่อหายใจกรองความชื้น (Dehydrating Breather)

ความชื้นมีความสำคัญต่อความเป็นฉนวนของน้ำมัน ท่อหายใจกรองความชื้นหรือเครื่องทำให้แห้ง มีหน้าที่ปรับแรงดันภายในและภายนอกถังให้เท่ากัน และป้องกันความชื้นของอากาศและฝุ่นเข้าไปในหม้อแปลงได้ ฝุ่นจะถูกกรองด้วยน้ำมันที่อยู่ก้นถ้วนท่อหายใจ (Breather) นี้ ส่วนความชื้นจะถูกดูดโดยสารเคมี (Silica Gel) สารนี้มีหน้าที่ดูดความชื้นในสภาพที่ใช้งานได้ สารเคมีนี้จะมีสีน้ำเงิน แต่จะเปลี่ยนเป็นสีชมพูเมื่อเสื่อมคุณภาพแล้ว จึงควรเปลี่ยนสารใหม่ หรือทำให้แห้งแล้วค่อยนำกลับเข้าใช้งานอีก

ความชื้นในหม้อแปลงไม่เพียงแต่ลดค่าความเป็นฉนวน (Dielectric Strength) ของน้ำมันลงเท่านั้น แต่ยังสร้างมูลน้ำมัน (Sludge) ให้อีกด้วย อากาศจะทำปฏิกิริยา (Oxidation) กับน้ำมัน สร้างมูลน้ำมันทำให้น้ำมันเป็นสีดำ มูลน้ำมันนี้จะรวมตัวเป็นตะกอนเกาะติดตามร่องของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขดลวด และแกนเหล็ก (Core Loss) เป็นผลให้ฉนวนไฟฟ้า (Insulation) ของขดลวด (Winding) เสื่อมคุณภาพลง

อย่างไรก็ตาม ถังรองรับน้ำมันและท่อหายใจกรองความชื้นอาจจะไม่มีก็ได้ ถ้าเป็นหม้อแปลงชนิดที่มีก๊าซไนโตรเจนอัดอยู่ในถังหม้อแปลง หรือเรียกว่า หม้อแปลงแบบปิดผนึก (Sealed Tank)

2.3.5 เครื่องวัดระดับน้ำมัน (Oil Level Gauge)

โดยทั่วไปเครื่องวัดระดับน้ำมัน (Oil Level Gauge) จะติดตั้งอยู่ข้าง ๆ ห้องรองรับน้ำมัน (Conservator) แบ่งได้เป็น 2 ชนิดด้วยกัน คือ ชนิดที่ใช้หลอดแก้ว (Rod Type Oil Gauge) และชนิดนี้มีหน้าปัดเข็มชี้ (Dial Type Oil Gauge) เครื่องวัดชนิดนี้ ยังสามารถเพิ่มจุดสัมผัสที่เข็มเพื่อติดตั้งเครื่องเตือน (Alarm) โดยให้มีเสียงดังไปยังห้องควบคุม เมื่อน้ำมันตกถึงระดับต่ำที่สุด

2.3.6 เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)

เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับบอกอุณหภูมิของหม้อแปลง การบอกอุณหภูมิส่วนบนของน้ำมันหม้อแปลง (Top Oil Temperature) จะติดตัวรับความร้อนบนฝาถังหม้อแปลงเป็นบริเวณที่น้ำมันร้อนที่สุด และอุณหภูมิของขดลวด (Winding Temperature) ต้องอาศัยวิธีวัดทางอ้อม โดยขดลวดจะร้อนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกระแสที่ไหลผ่าน ฉะนั้น จากค่าของกระแสที่ไหลผ่าน สามารถเปรียบได้กับความร้อน โดยการนำเอากระแสที่ได้จากหม้อแปลงกระแสที่ขั้วต่อสายไฟ (BCT) ไหลผ่านขดลวดความร้อน เพื่อส่งค่าอุณหภูมิให้แก่เทอร์โมมิเตอร์ และส่งไปที่หน้าปัดแสดงผล

2.3.7 ลิ้นระบายความดัน (Pressure Relief Device)

ลิ้นระบายความดัน (Pressure Relief Device) ความผิดปกติที่เกิดขึ้นภายในหม้อแปลง เช่น เกิดประกายไฟ (Arcing) อันเป็นผลทำให้เกิดแรงดันของก๊าซสูงขึ้น แรงดันของก๊าซที่สูงมากขึ้น จะผ่านท่อระบายความดันไปกระแทกแผ่นระบายความดัน (Busting Plate) ที่ส่วนบนเพื่อออกสู่ภายนอก

2.3.8 แท็ปเชนเจอร์ (Tap changer)

แท็ปเชนเจอร์หรือตัวเปลี่ยนระดับแรงดัน เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนอัตราส่วนจำนวนรอบของขดลวดหม้อแปลง เพื่อรักษาระดับแรงดันของผู้ใช้ไฟฟ้าให้คงที่ แท็ปเชนเจอร์มีสองลักษณะ คือ

1. ตัวเป็นแท็ปขณะปิดวงจร (Off-Circuit Tap changer) เป็นตัวเปลี่ยนแท็ปที่ง่าย ไม่ซับซ้อนและมีราคาถูก เหมาะสำหรับหม้อแปลงที่ใช้ในระบบจำหน่าย มีขั้น (Step) ของการเปลี่ยนแรงดันประมาณ 3-5 ขั้น ก่อนจะทำการเปลี่ยนแท็ปจะต้องปิดวงจรเสียก่อน

2. ตัวเปลี่ยนแท็ปขณะจ่ายโหลด (On-Load Tap changer) เป็นตัวเปลี่ยนแท็ปที่สามารถทำการปรับขั้นของการเปลี่ยนแรงดันได้ในขณะที่หม้อแปลงจ่ายโหลดอยู่ แต่ละวงจรการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อซับซ้อนยุ่งยากและมีราคาแพงมากกว่าชนิดปิดวงจร มีขั้นของการเปลี่ยนแรงดันละเอียดและมากกว่าตัวเปลี่ยนแท็ปขณะปิดวงจร เหมาะสำหรับหม้อแปลงที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้าสูง

การเลือกใช้แท็ปจะต้องพิจารณาดังนี้

1. ระดับแรงดันที่พิกัดของหม้อแปลง
2. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแรงดันในแต่ละขั้น
3. อัตราทนกระแสสูงสุด
4. ระดับแรงดันระหว่างหน้าสัมผัส (Contact) ที่อยู่ใกล้กัน
5. จำนวนขั้นของการเปลี่ยนแรงดัน

สำหรับตัวเปลี่ยนแท็ปที่ใช้ในหม้อแปลงจำหน่ายตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะเป็นตัวเปลี่ยนแท็ปขณะปิดวงจร มีขั้นของการเปลี่ยนแรงดัน $\pm$ 2 $\times$ 2.5% ของพิกัดแรงดันทางด้านแรงสูง ส่วนตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงนั้นจะมีขั้นของการเปลี่ยนแรงดันเป็น -4 $\times$ 2.5% ของพิกัดแรงดันทางด้านแรงสูง

2.3.9 อุปกรณ์ล่อฟ้า (Arcing Horns)

โดยปกติอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงนั้น บริษัทผู้ผลิตจะผลิตอุปกรณ์ค่าฉนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าสูงกว่าระบบแรงดันที่ใช้งาน ตัวอย่างเช่น หม้อแปลงระบบ 11 กิโลวัตต์ ตามมาตรฐานโรงงานจะผลิตหม้อแปลงให้มีค่าฉนวนไฟฟ้าสูงประมาณ 75 กิโลวัตต์ ค่าฉนวนไฟฟ้าสูง ๆ นี้ ก็เพื่อป้องกันอันตรายจากแรงดันเกินพิกัด 11 กิโลวัตต์ เช่น จากฟ้าผ่าหรือเกิดจากการสับสวิทซ์ใบมีด แต่ถ้าหากเกิดฟ้าผ่าแรงดันสูงกว่านี้หม้อแปลงก็ทนไม่ได้และจำชำรุด และเวลาฟ้าผ่า แรงดันฟ้าผ่าจะเข้าทางบุชชิ่ง แรงสูงเข้าสู่ขดลวดแรงสูงภายในและจะหาทางทะลุสู่ตัวถังและแกนเหล็กเพื่อจะลงสู่กราวด์ ถ้าทะลุสู่ตัวถังหรือแกนเหล็กได้ทางนี้ ก็แสดงว่าขดลวดแรงสูงต้องชำรุดขดลวดแรงต่ำอาจทะลุด้วย ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ป้องกัน เช่น ล่อฟ้า (Arcing Herms) โดยจะประกอบอยู่กับบุชชิ่งแรงดันสูง

ระยะห่าง (Airgap) ของ Arcing Horns จะมีส่วนช่วยป้องกันการชำรุดของหม้อแปลง เพราะแรงดันจะกระโดยผ่านทาง Arcing Horns (ซึ่งมีค่า breakdown airgap ของ Arcing Horns มีค่า 55 กิโลวัตต์ ค่าพลังงานต่ำกว่า 55 กิโลวัตต์ จะสูญหายไปในรูปพลังงานความร้อนที่จะพยายามลงสู่กราวด์ โดยหม้อแปลงรับไว้เฉลี่ยไปตามขดลวดแรงสูง และเหนี่ยวนำไปขดลวดแรงต่ำและหาทางลงผ่านล่อฟ้าแรงต่ำ หรือแพร่กระจายไปในระบบจำหน่ายแรงต่ำ เป็นต้น

ระยะ Airgap ของ Arcing Horns ควรเป็นดังนี้

ระดับแรงดัน 11 kV ระยะควรเป็น 8.6 ซม.

ระดับแรงดัน 22 kV ระยะควรเป็น 15.5 ซม.

ระดับแรงดัน 33 kV ระยะควรเป็น 22 ซม.

การจัดวาง Arcing Horns ต้องเยื้องกันเล็กน้อย เพื่อกันสายน้ำไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.10 บุชโฮลท์รีเลย์ (Buchhol Relay)

บุชโฮลท์รีเลย์ (Buchhol Relay) ทำการติดตั้งเฉพาะหม้อแปลงที่มีถังรองรับน้ำมันเท่านั้นและจะต่ออยู่ระหว่างตัวถังหม้อแปลงกับถังรองรับน้ำมัน ทำหน้าที่ตรวจความผิดปกติในหม้อแปลง เช่น จากก๊าซที่เกิดขึ้นภายในหม้อแปลงแจ้งสัญญาณเตือนให้ทราบ ถ้าก๊าซเกินระดับก็จะส่งสัญญาณตัดไฟ เข้า-ออก จากหม้อแปลง และถ้าน้ำมันภายในหม้อแปลงเกิดไหลย้อนกลับเข้าไปยังถังรองรับน้ำมัน โดยผ่านบุชโฮลท์รีเลย์ด้วยความเร็วเกิน 100 cm/sec. เนื่องจากเกิดการลัดวงจรภายในหม้อแปลง ทำให้แผ่นกั้นในบุชโฮลท์รีเลย์พลิกก็จะส่งสัญญาณตัดไฟเข้า-ออกจากหม้อแปลงเช่นเดียวกัน

2.4 การเลือกวัสดุที่ใช้ในการสร้างหม้อแปลงจำหน่าย

2.4.1 การเลือกวัสดุที่ใช้เป็นแกนเหล็กหม้อแปลง

แกนเหล็กเป็นโครงสร้างของหม้อแปลงดังที่ได้กล่าวไปแล้ว แกนเหล็กมีอิทธิพลต่อน้ำหนัก, ขนาด, ราคาและคุณสมบัติอื่น ๆ ของหม้อแปลง นอกจานี้ แกนเหล็กยังใช้เป็นวงจรของเส้นแรงแม่เหล็กเพื่อเหนี่ยวนำวงจรไฟฟ้าระหว่างขดลวดแรงสูง และขดลวดแรงต่ำ และใช้เป็นที่ยึดของขดลวดด้วย ในการสร้างหม้อแปลงจำหน่ายจะใช้เหล็กรีดเย็นประเภทเกรนโอเรียนเต็ด (Cold Rolled Grain Oriented Sheet Steel Lamingtion) มีความหนาของแผ่นเหล็กเท่ากับ 0.23, 0.27 หรือ 0.30 มม. และมีความกว้างตั้งแต่ 40 มม. ขึ้นไป มากประกอบเป็นโครงสร้างของแกนเหล็กที่ต่างกันจะมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียขณะไม่มีโหลดไม่เท่ากัน โดยแผ่นเหล็กที่มีความหนามากจะมีกำลังไฟฟ้าสูญเสียต่อน้ำหนัก (W/kg) มากกว่าแผ่นเหล็กที่มีความหนาน้อย

2.4.2 การเลือกวัสดุที่ใช้เป็นขดลวดหม้อแปลง

ขดลวดของหม้อแปลง (Winding) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในส่วนของวงจรไฟฟ้า ซึ่งเป็นตัวนำทองแดงหรืออลูมิเนียมก็ได้ ในการเลือดใช้ชนิดของขดลวดการพิจารณาถึง ค่ากำลังสูญเสียขณะรับโหลด (Load Loss) จะต้องมีค่าต่ำ เสถียรภาพที่มีต่อความร้อนสูง มีความแข็งแรงของฉนวน (Insulation Strength) สูง และมีความแข็งแรงเชิงกล (Mechanical Strength)

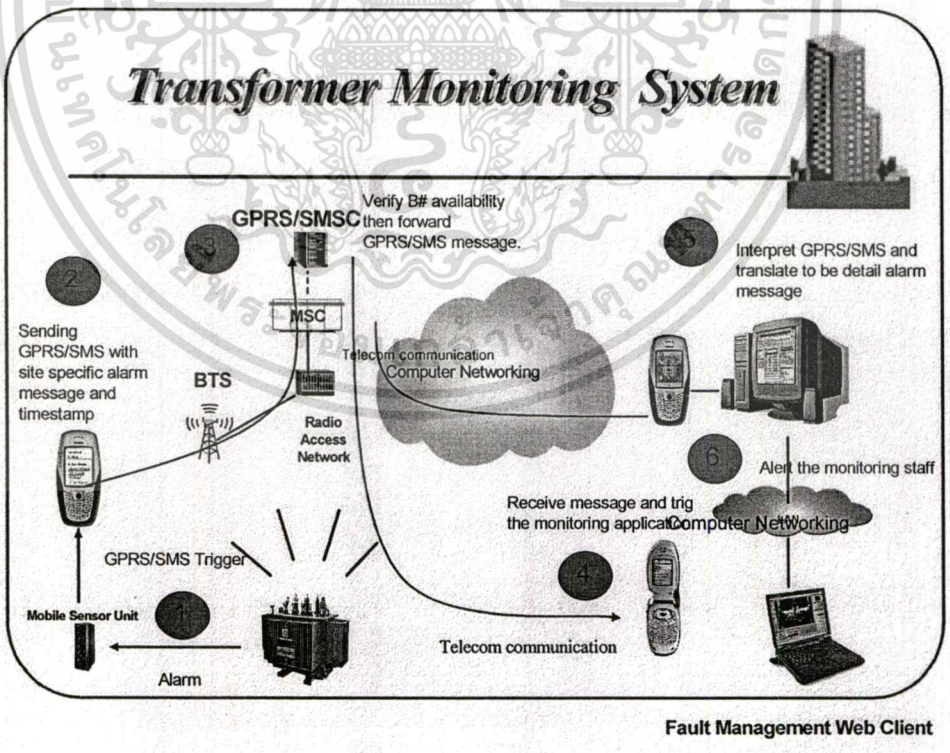
โดยทั่วไป ตัวนำที่นิยมนำมาใช้พันเป็นขดลวดนี้ จะเป็นทองแดงหุ้มฉนวน รูปร่างลักษณะของขดลวดมีทั้งชนิดกลมและชนิดแบน (Rectangular) ลวดทองแดงชนิดกลมจะหุ้มด้วยฉนวนประเภทโพลีไวนิล (Polyvinyl Formal) มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.20-3.20 มม. ส่วนชนิดแบบจะหุ้มด้วยกระดาษฉนวน (Kraft Paper) ขดลวดมีความหนาประมาณ 0.75-6.00 มม. และมีความกว้างประมาณ 1.00-14.00 มม. ขนาดและชนิดของตัวนำที่ใช้จะขึ้นอยู่กับพิกัดของแรงดันไฟฟ้าและพิกัดกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลง ตัวนำชนิดกลมเหมาะสำหรับหม้อแปลงขนาดเล็ก ส่วนตัวนำชนิดแบนเหมาะสำหรับหม้อแปลงที่ต้องรับโหลดสูง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 อุปกรณ์ประกอบหม้อแปลงจำหน่ายตามมาตรฐาน กฟภ.

1. บุชชิ่งแรงดันสูงและแรงดันต่ำพร้อมแคล้มป์รัดสายตำนำ
2. ฉนวนครอบบุชชิ่งแรงดันสูง (Bird guard cap)
3. อุปกรณ์ล่อฟ้า (Arching horns) ตามมาตรฐาน DIN 42531
4. แท็ปเชนเจอร์
5. กระเปาเทอร์โมมิตเตอร์
6. แผ่นป้ายรายละเอียด (Nameplate)
7. วาล์วระบายน้ำมัน (ติดตั้งด้านล่างของตัวถัง)
8. ขั้วต่อลงดิน
9. หูยกตัวถังหม้อแปลง
10. หูหิ้วบนฝาครอบตัวถัง
11. วาล์วระบายอากาศ (สำหรับหม้อแปลงขนาดตั้งแต่ 50 kVA-250 kVA)

2.6 หลักการทำงานของระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค



รูปที่ 2.5 หลักการทำงานของระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคโดยมีการตรวจวัดระดับแรงดันที่ตัวหม้อแปลงไฟฟ้า โดยชุดวัดระดับแรงดันและชุดวัดระดับแรงดันจะส่งค่าระดับแรงดันที่วัดได้เข้าไปที่ชุดประมวลผล เพื่อทำการตรวจสอบแรงดันที่วัดเข้ามาไม่อยู่ในช่วงแรงดันที่ที่ตั้งค่าไว้ (VL และ VH) ชุดประมวลผลจะสั่งให้ ชุดส่ง ส่งข้อมูลโดยใช้ GSM Modul ทำหน้าที่ในการส่ง ซึ่งในการส่งจะส่งค่าตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

St = ตรวจสอบสถานะของชุดตรวจวัดระดับแรงดัน

VB = ระดับแรงดันที่แหล่งจ่าย

V1 = ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ เฟส A

V2 = ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ เฟส B

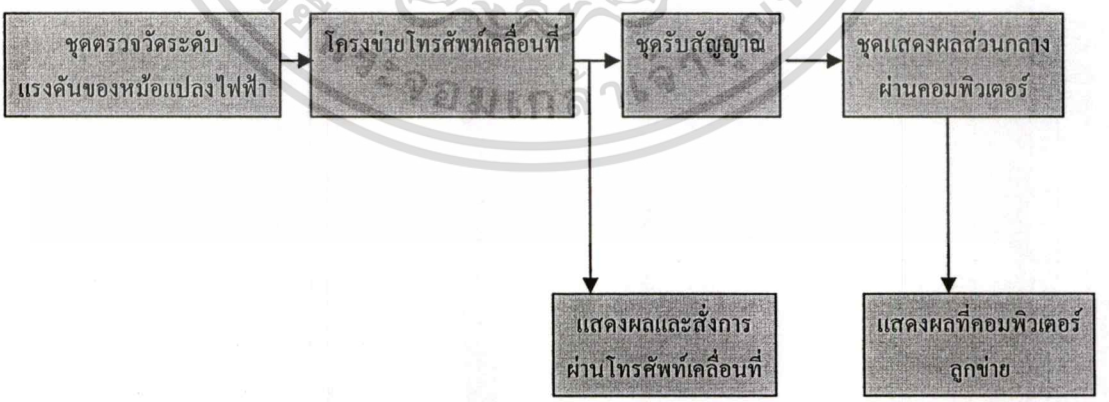
V3 = ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ เฟส C

VL = ระดับแรงดันต่ำของค่าที่ตั้งค่าไว้ในชุดประมวลผล

VH = ระดับแรงดันสูงของค่าที่ตั้งค่าไว้ในชุดประมวลผล

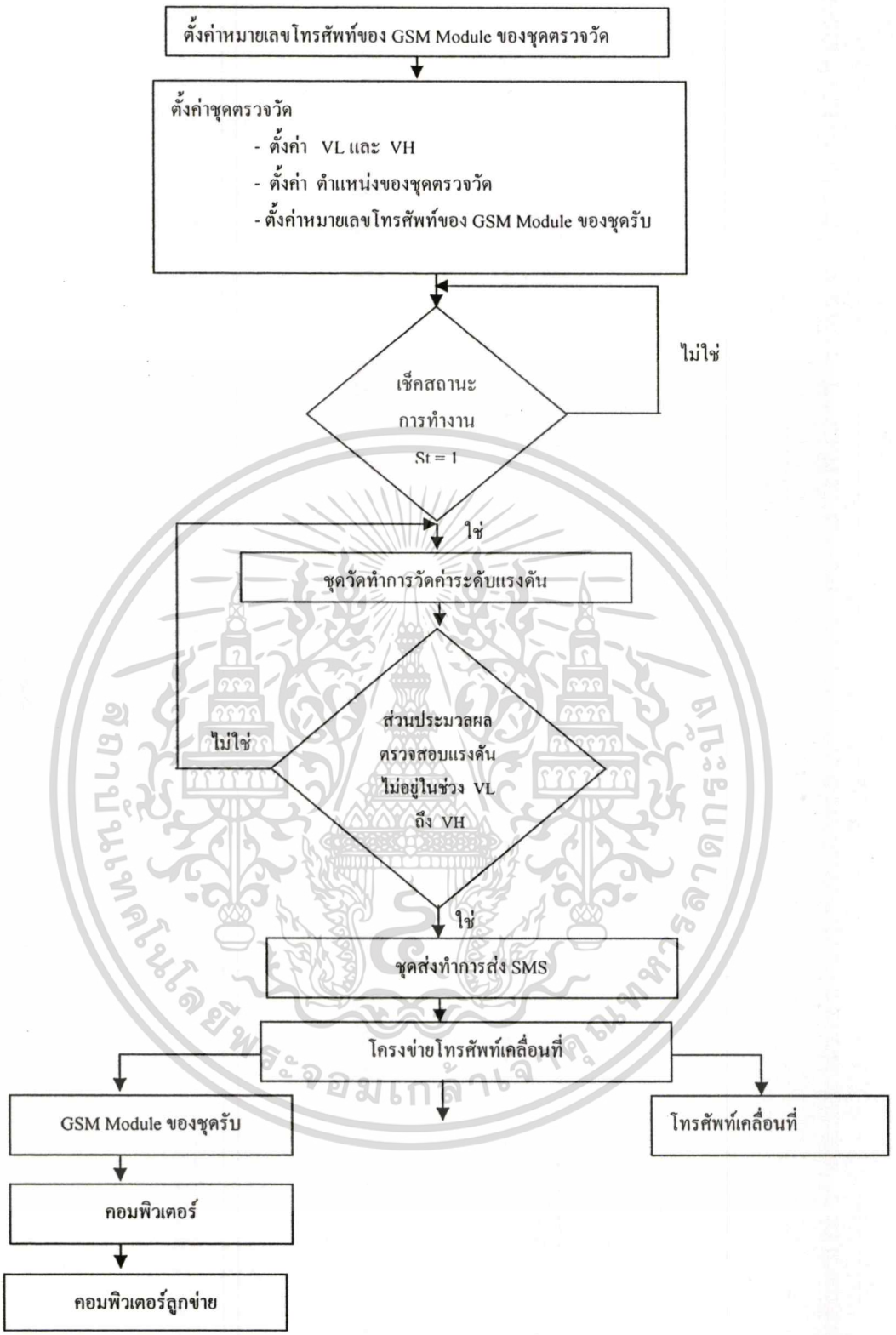
โดยใช้โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่มีสถานีฐาน (BTS) และสถานีฐานจะส่งไปที่สถานีควบคุม (MSC) สถานีควบคุมก็จะส่งข้อมูลไปชุดควบคุม คือ SMSC จะทำการส่งข้อมูล SMS massage ไปที่โทรศัพท์เคลื่อนที่มีการตั้งค่าหมายเลขซิมการ์ดไว้ที่ชุดส่งและส่งข้อมูล SMS ไปที่ชุดรับ ชุดรับที่จะรับข้อมูล SMS แล้วส่งผ่านพอต์อนุกรม RS232 เข้าที่ชุดแสดงผลส่วนกลางและจัดเก็บข้อมูลพร้อมที่ทำการ แสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ตไปที่คอมพิวเตอร์ ลูกข่ายต่าง ๆ

2.7 การทำงานของระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค



รูปที่ 2.6 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

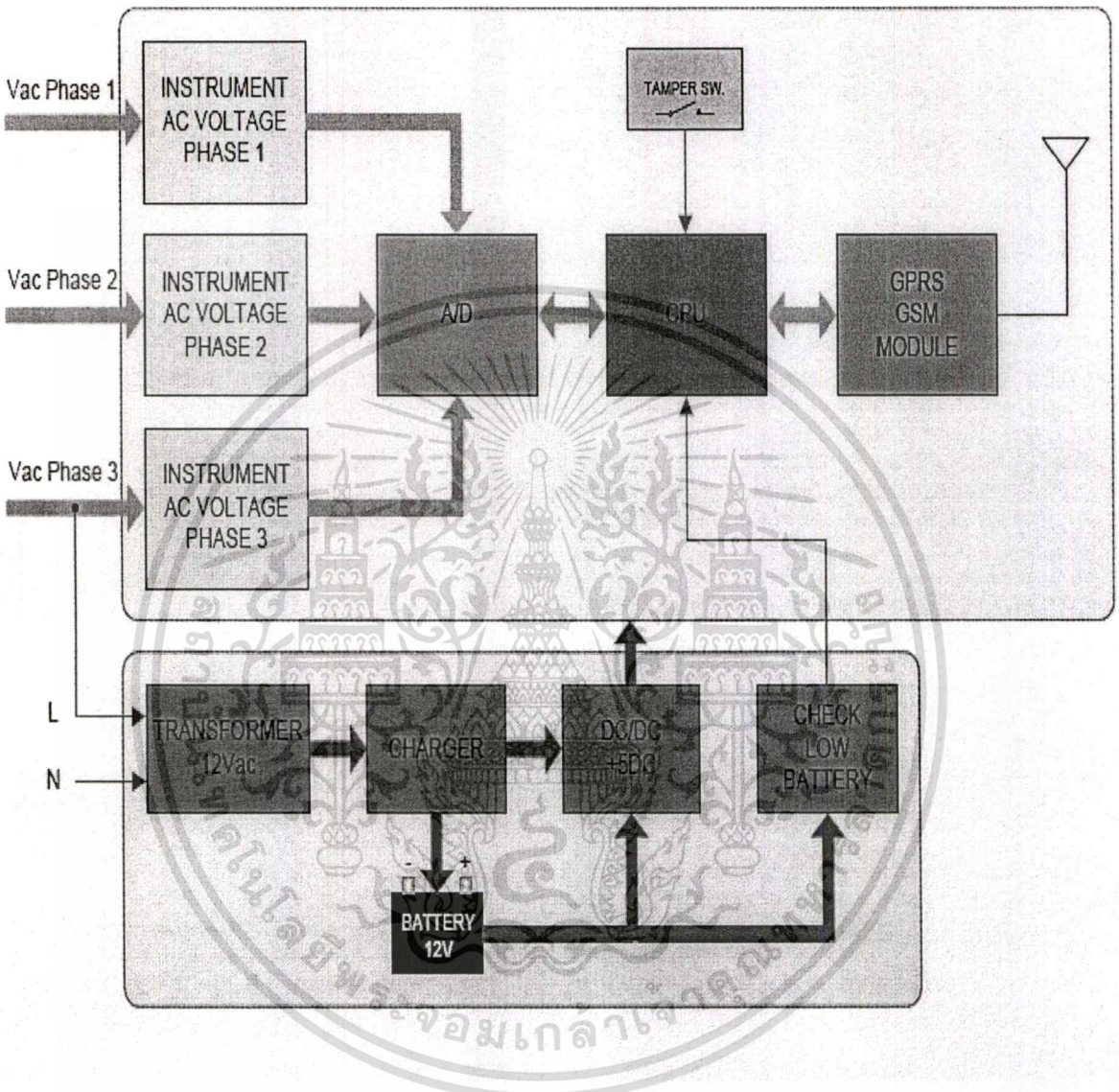
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 หลักการทำงานของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า



รูปที่ 2.8 หลักการทำงานของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติหม้อแปลงไฟฟ้า

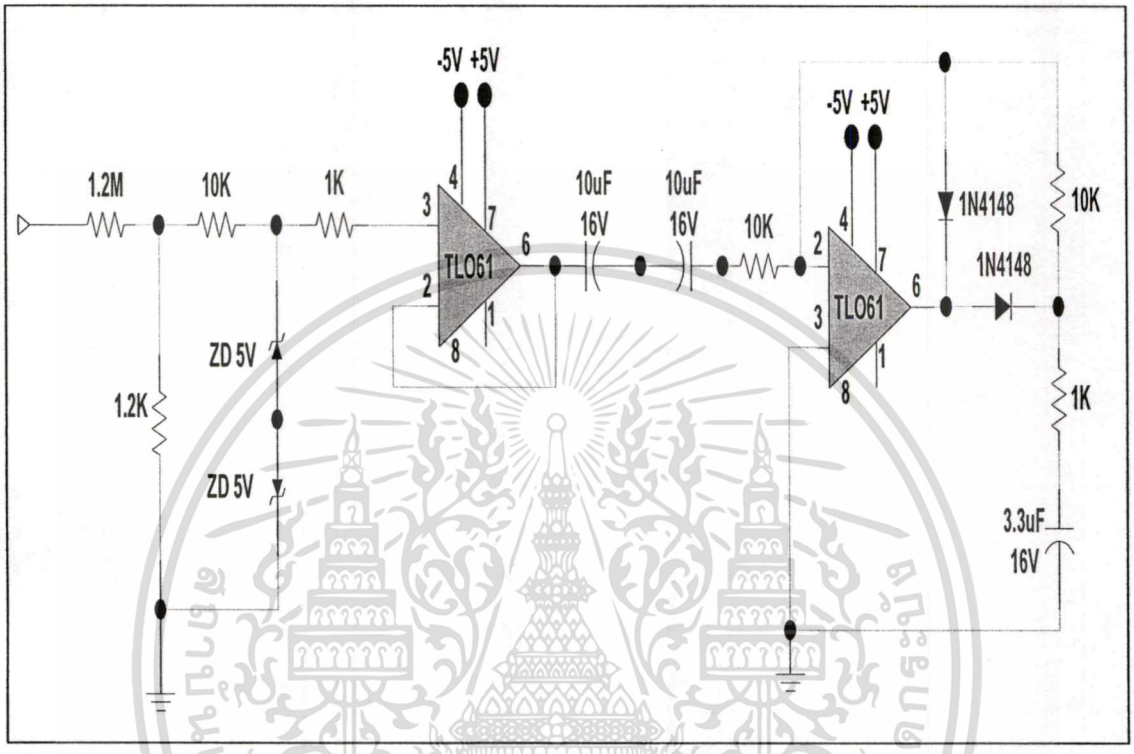
การทำงานของชุดวัดระดับแรงดันของแต่เฟสจะทำการวัดระดับแรงดันเข้ามาแล้วทำการเปรียบเทียบสเจลการของแรงดันที่วัดเข้ามาและทำการตรวจสอบว่าระดับแรงดันอยู่ในช่วงแรงดันที่ตั้งค่าไว้ ชุดประมวลผลก็จะสั่งให้ชุดวัดระดับวัดเข้ามาทุก 3 นาที และถ้าแรงดันไม่อยู่ในช่วงค่าที่ตั้งไว้ชุดประมวลผลก็จะสั่งให้ชุดส่ง ซึ่งในชุดส่งจะใช้ GSM Module พร้อมทั้งหมายเลขซิมการ์ดและใช้ส่งข้อมูลต่าง ๆ ไปที่ซิมการ์ดของโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำการบันทึกไว้และส่งเข้าชุดรับข้อมูลที่ซิมการ์ดที่ทำการบันทึกงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.9 หลักการทำงานของชุดวัดระดับแรงดันของแต่ละเฟส

ชุดวัดระดับแรงดันกระทำการวัดแรงดันแต่ละเฟสทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลง เพื่อส่งต่อชุดประมวลผลส่วนกลาง

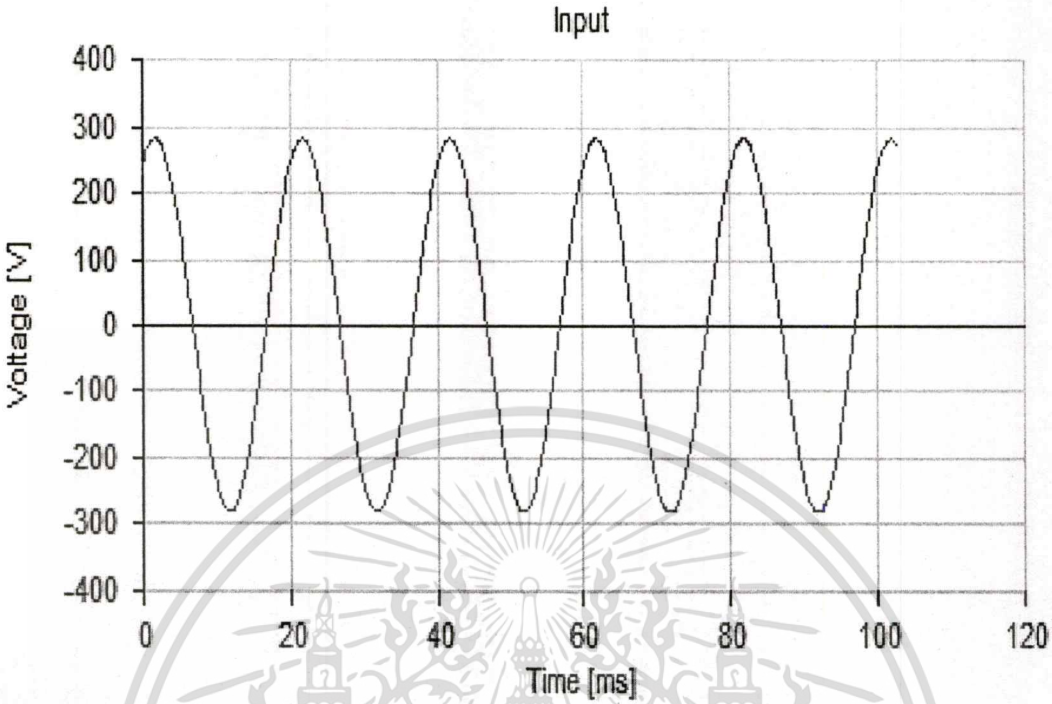


รูปที่ 2.9 วงจรของชุดวัดระดับแรงดันไฟฟ้าของแต่ละเฟส

ในการวัดระดับแรงดันของแต่ละเฟสนั้น แรงดันที่ผ่านความต้านทาน R_1 และ R_2 จะทำหน้าที่ลดระดับแรงดันลดลงอยู่ ความต้านทาน R_3 ลดระดับแรงดันลงอีก และมีซีเนอร์ไดโอด D_1 และ D_2 เป็นจำกัดระดับแรงดันไม่ให้เกิน 5 โวส เพื่อที่จะเข้าที่ IC_1 และที่ R_4 ทำหน้าที่ในลดระดับแรงดันไม่ให้เกิน 5 โวลต์ เพื่อที่จะเข้าที่ IC_1 จะรับแรงดันที่ขาบวกทำหน้าที่ส่งผ่านระดับแรงดันมีอัตราส่วนขยาย 1 เท่า C_1 และ C_2 ช่วยรักษาระดับของแรงดันให้คงที่ R_5 ทำหน้าที่ในลดระดับแรงดันลงมาจากมิลโวลต์ให้เป็น ไมโครโวลต์ ก่อนที่จะเข้า IC_2 ซึ่ง IC_2 มีอัตราการขยาย 100 เท่า ระดับแรงดันที่รับเข้ามาทางด้านขาลบในการต่อไฟเข้าที่ขาลบเป็นกลับเฟสที่ไดโอด D_3 และ D_4 เป็นตัวกำจัดสัญญาณจาก Sin wave เป็น haf wave คือ รับแต่สัญญาณด้านบวก ตัวเก็บประจุ C_3 ตัวเก็บประจุ C_3 ทำหน้าที่ในการชาร์ชและดีสชาร์ชให้กับระดับแรงดันที่ได้ออกมาเป็น AC ไม่เกิน 5 โวลต์ เพื่อที่จะไปเข้า AC – DC ใน PIC 16F1876 ที่มี A/D ในตัว

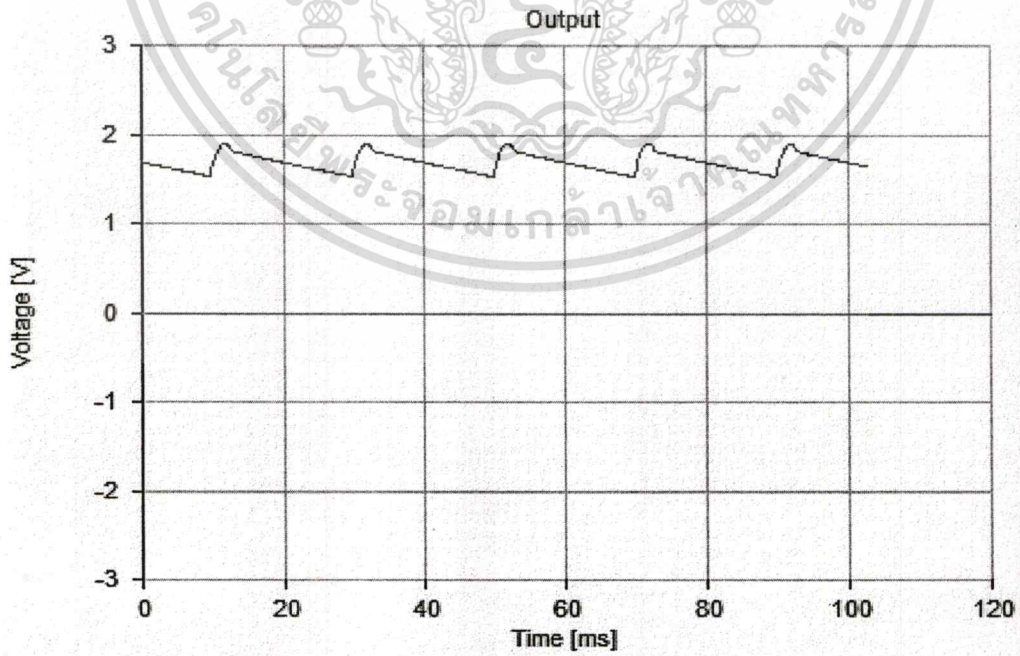
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
87882

2.10 การวัดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าของชุดวัด



รูปที่ 2.10 สัญญาณแรงดันเข้าชุดวัด

2.11 การวัดสัญญาณออกจากชุดวัดแรงดัน



รูปที่ 2.11 สัญญาณแรงดันที่ออกจากชุดวัดแรงดัน

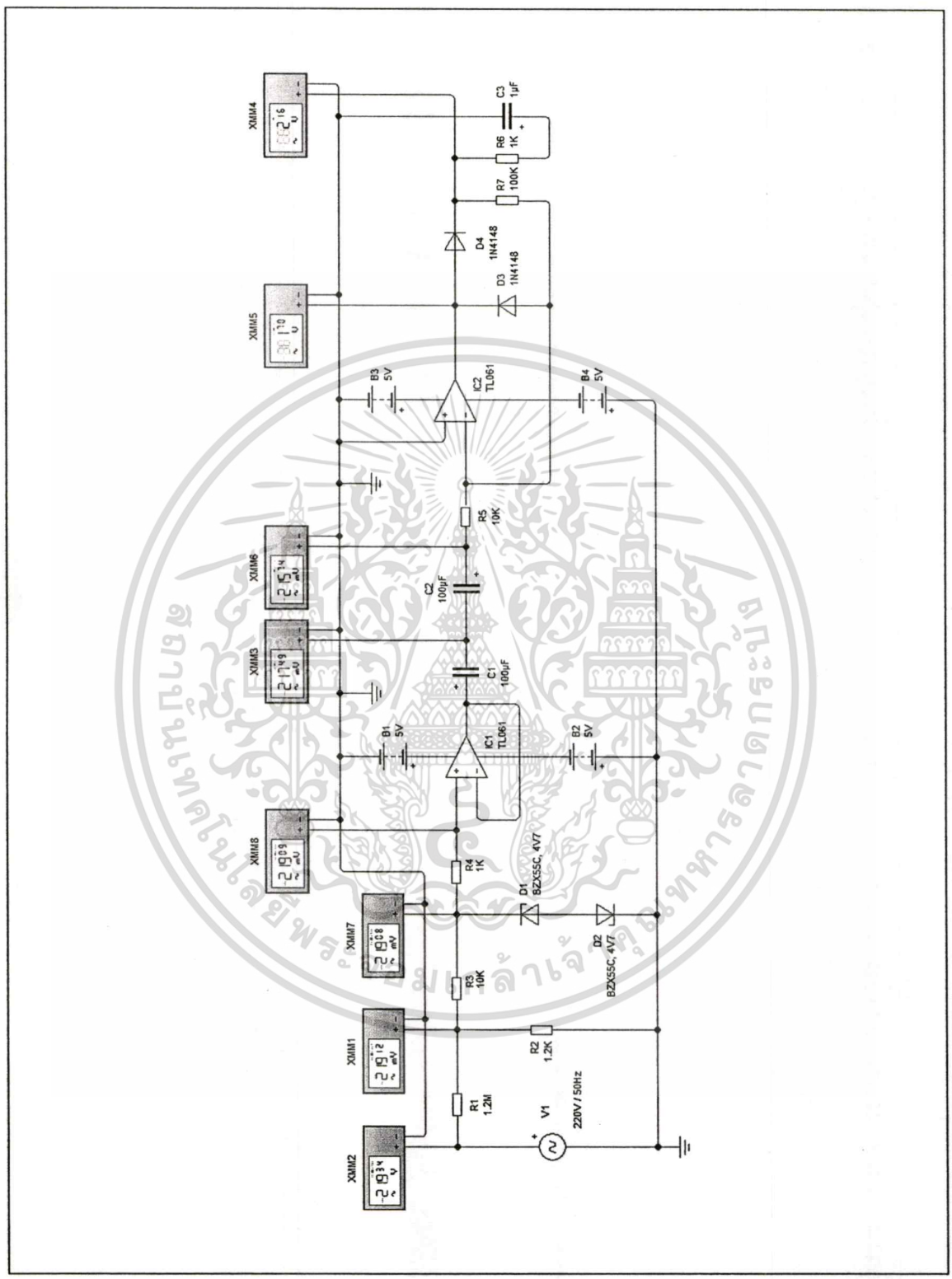
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 การวัดระดับแรงดันในชุดวัดระดับแรงดันแต่ละเฟส

ในการวัดระดับแรงดันของแต่ละเฟสนั้น แรงดันที่ผ่านความต้านทาน R_1 และ R_2 จะทำหน้าที่ลดระดับแรงดันลดลงอยู่ ความต้านทาน R_3 ลดระดับแรงดันลงอีก และมีซีเนอร์ไดโอด D_1 และ D_2 เป็นจำกัดระดับแรงดันไม่ให้เกิน 5 โวส เพื่อที่จะเข้าที่ IC_1 และที่ R_4 ทำหน้าที่ในลดระดับแรงดันไม่ให้เกิน 5 โวส เพื่อที่จะเข้าที่ IC_1 จะรับแรงดันที่ขาบวกทำหน้าที่ส่งผ่านระดับแรงดันมีอัตราส่วนขยาย 1 เท่า C_1 และ C_2 ช่วยรักษาระดับของแรงดันให้คงที่ R_5 ทำหน้าที่ในลดระดับแรงดันลงมาจากมิลไวส์ให้เป็น ไมโครโวลต์ ก่อนที่จะเข้า IC_2 ซึ่ง IC_2 มีอัตราการขยาย 100 เท่า ระดับแรงดันที่รับเข้ามาทางด้านขาลบในการต่อไฟเข้าที่ขาลบเป็นกลับเฟสที่ไดโอด D_3 และ D_4 เป็นตัวกำจัดสัญญาณจาก Sin wave เป็น haf wave คือ รับแต่สัญญาณด้านบวก ตัวเก็บประจุ C_3 ตัวเก็บประจุ C_3 ทำหน้าที่ในการชาร์ชและคีสชาร์ชให้กับระดับแรงดันที่ได้ออกมาเป็น AC ไม่เกิน 5 โวลต์ เพื่อที่จะไปเข้า AC – DC ใน PIC 16F1876 ที่มี A/D ในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

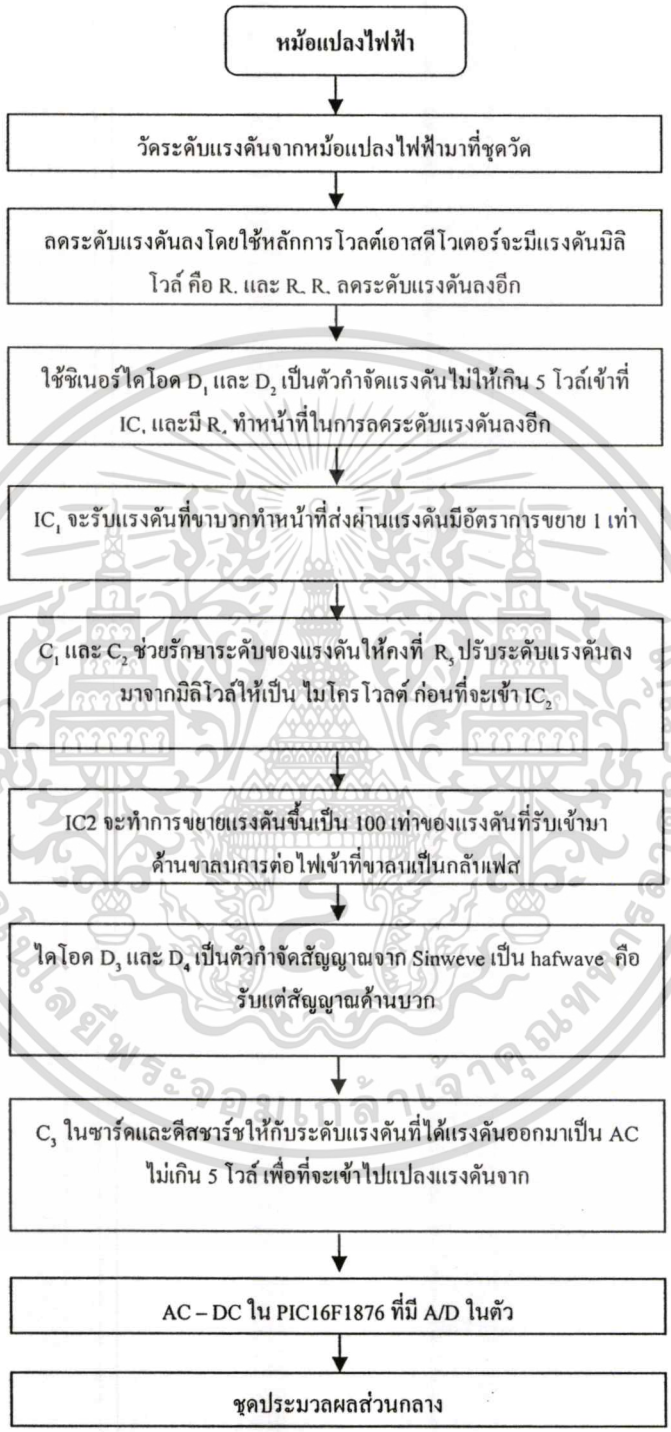
โดยมีแหล่งจ่าย 220 โวลต์ ด้านออกจากชุดวัดมีแรงดัน 2.16 โวลต์



รูปที่ 2.12 การวัดแรงดันในชุดวัดระดับแรงดันแต่ละเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทำการวัดแรงดันของแต่ละเฟสของแหล่งจ่ายแรงดันเพื่อที่จะลดแรงดันลงให้ได้แรงดันที่ชัดประมวลผลรับค่าได้ไม่เกิน 5 โวล์

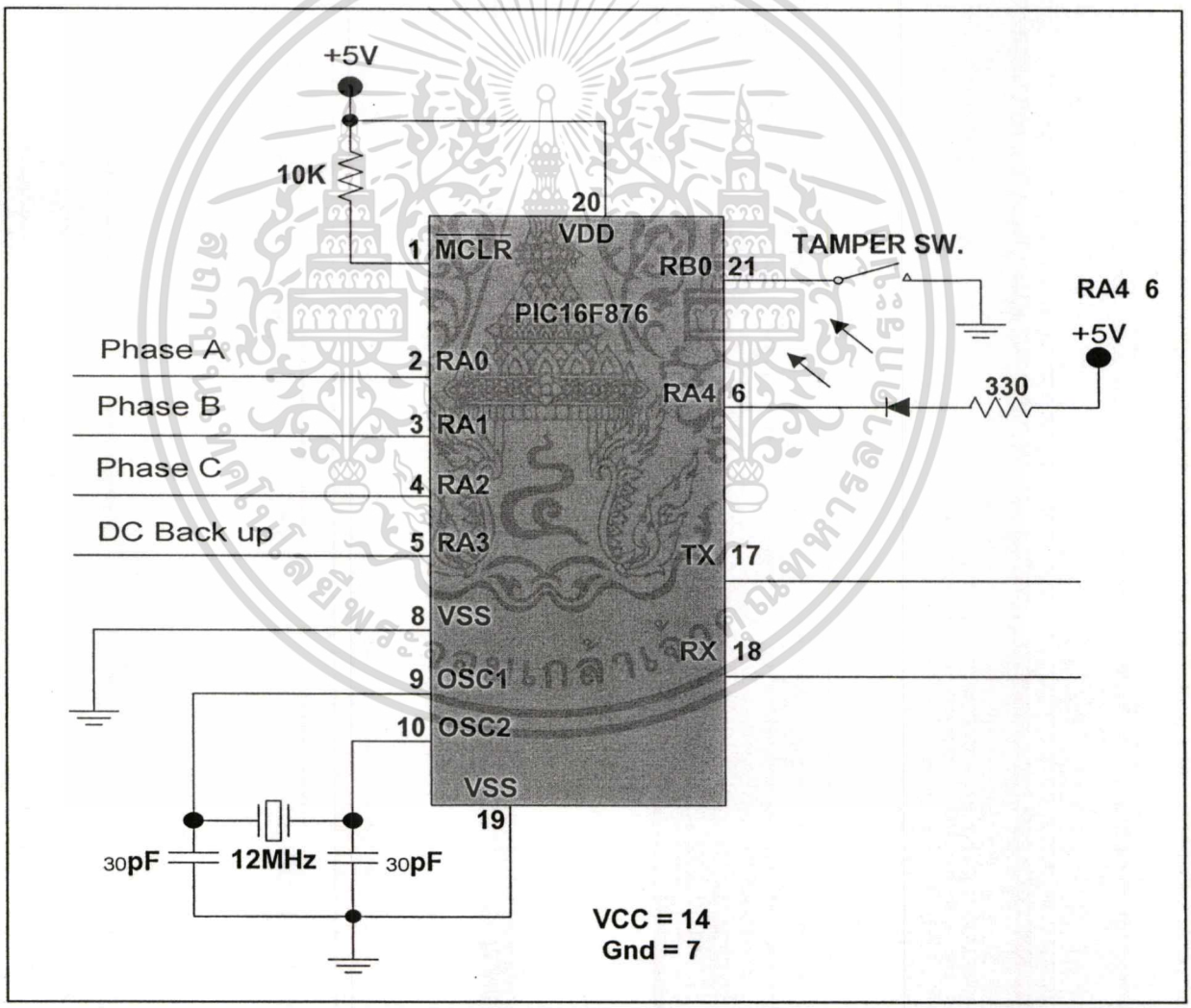


รูปที่ 2.13 ขั้นตอนการทำงานของชุดวัดแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 ชุดประมวลผลและควบคุมของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า

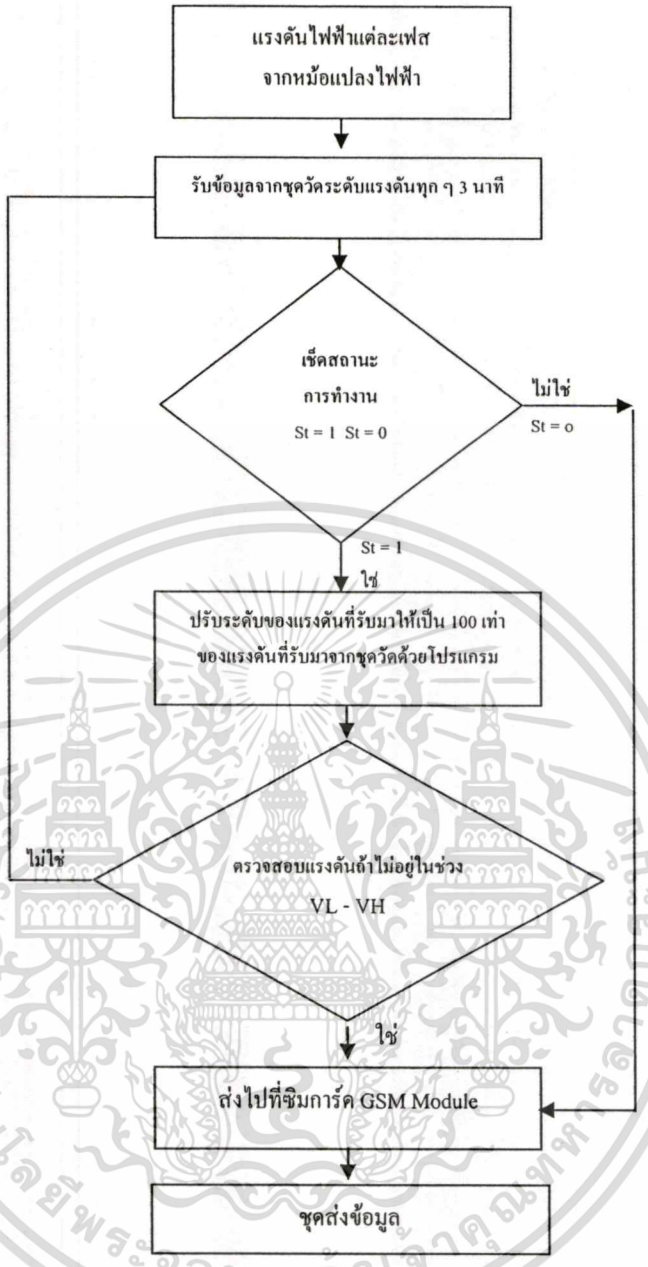
ชุดประมวลผลและควบคุมของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติอแปลงไฟฟ้านี้ใช้คอนโทนเลอร์ของ PIC 16 F 876 เป็นชุดควบคุมและประมวลผล ชุดประมวลผลจะรับข้อมูลจากชุดวัดระดับแรงดันมาทำการแปลงค่าระดับแรงดันจากชุดวัดให้มีระดับแรงดันเป็น 100 เท่าของระดับแรงดันที่วัดเข้ามาโดยใช้โปรแกรมแล้วนำระดับแรงดันที่แปลงค่าได้ไปเปรียบเทียบกับระดับแรงดันค่าที่ตั้งค่าไว้ (VL-VH) ถ้าระดับแรงดันไม่อยู่ในช่วงแรงดันที่ตั้งค่าไว้ ชุดควบคุมจะทำการส่งข้อมูลไปที่ชุดส่ง ในชุดส่งนี้ใช้ GSM Module ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลและถ้าระดับแรงดันอยู่ในช่วงค่าที่ตั้งไว้ชุดประมวลผลก็จะสั่งให้ไปวัดระดับแรงดันเข้ามาใหม่ทุก 3 นาที



รูปที่ 2.14 ชุดประมวลผล

ชุดวัดระดับแรงดันผิดปกติจะรับแรงดันจากชุดวัดที่ทำการวัดแล้วทำการแปลงค่าแรงดันเข้ามาให้เป็น 100 เท่าแล้วทำการตรวจสอบแรงดันว่าอยู่ในช่วง VL- VH หรือไม่ถ้าอยู่ในช่วงชุดประมวลผลกะทบการวัดมาใหม่ ถ้าไม่อยู่ในช่วงก็จะส่งไปให้ชุดส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

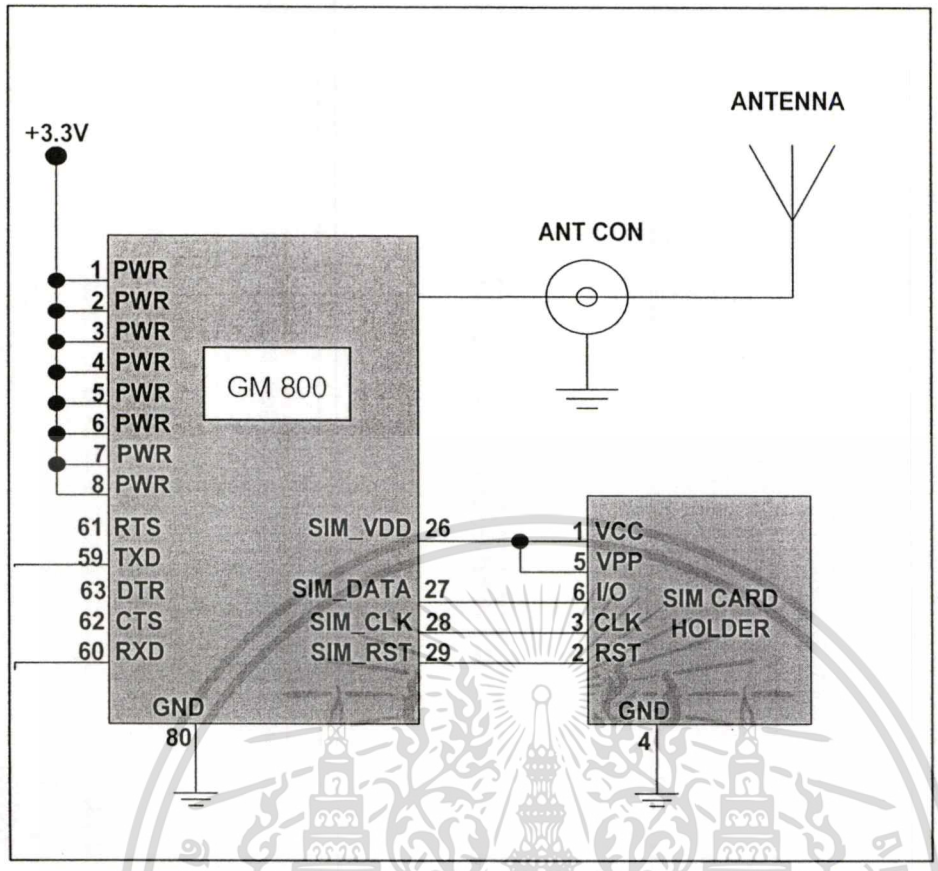


รูปที่ 2.15 ขั้นตอนการทำงานของชุดประมวลผล

2.14 ชุดส่งข้อมูลของ GSM Module

ชุดส่งข้อมูลของ GSM Module จะมีเบอร์ซิมการ์ดโทรศัพท์เคลื่อนที่จะกำหนดตำแหน่งของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า จะทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนเป็นข้อความ SMS ไปที่ชุดรับข้อมูลและส่งข้อมูล SMS ไปที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้แก้ไขไฟฟ้าขัดข้องที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งเกิดความผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าทำให้การแก้ไขไฟฟ้าขัดข้องได้สะดวกรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

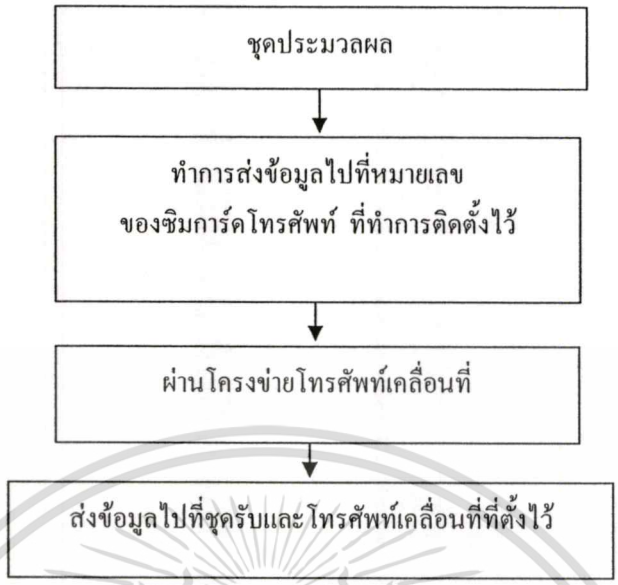


รูปที่ 2.16 ชุดส่งข้อมูล GSM Module

ขั้นตอนการทำงานของชุดส่งจะรับข้อมูล จากชุดประมวลผลว่าระดับแรงดันนอกเหนือจากแรงดันที่ตั้งค่าไว้และสถานการณ์ทำแรงดันของแหล่งจ่ายไฟจะต่ำกว่าค่ากำหนด จะถูกส่งมาจากชุดประมวลผล ชุดส่งข้อมูลก็จะทำการสั่งข้อมูลต่าง ๆ เป็น SMS ผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

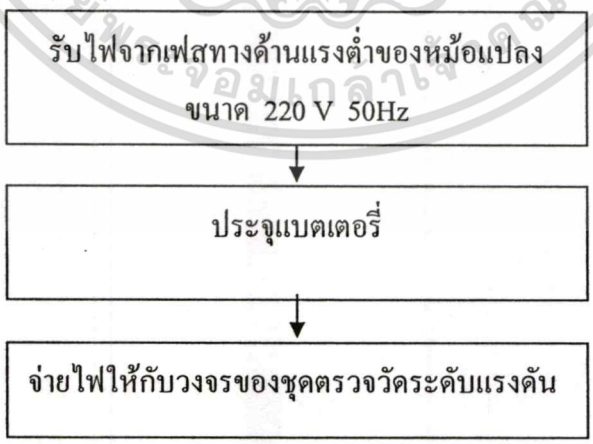
ขั้นตอนทำงานของชุดส่งข้อมูล



รูปที่ 2.17 ขั้นตอนการทำงานของชุดส่งข้อมูล

2.15 ชุดแหล่งจ่ายไฟ

ชุดแหล่งจ่ายทำหน้าที่ในการจ่ายไฟให้กลับชุดตรวจวัดระดับแรงดันความผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งจะรับไฟมาจากหม้อแปลงไฟฟ้าตัวที่ทำการติดตั้ง ชุดตรวจวัดระดับแรงดันความผิดปกติหม้อแปลงไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ มาทำการประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ เพื่อที่จะจ่ายไฟให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า



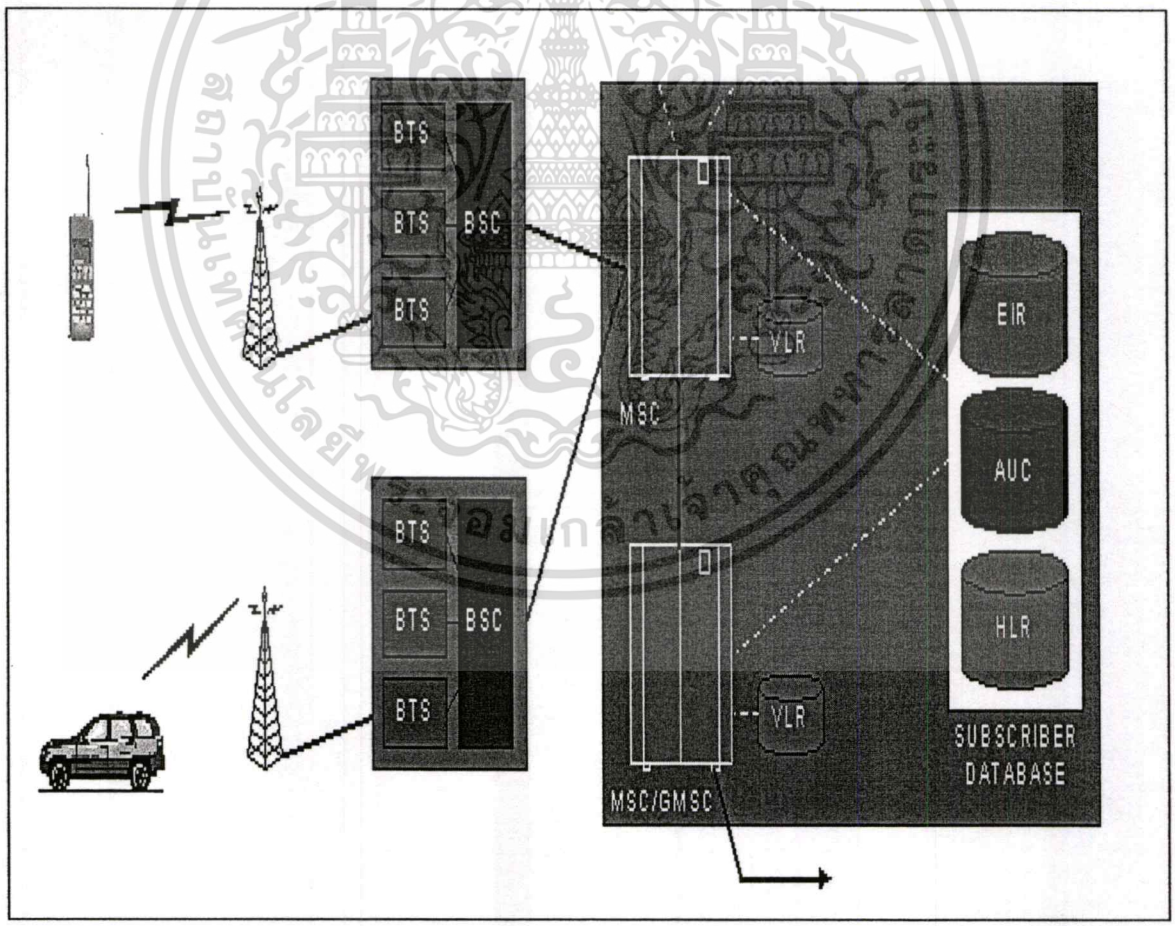
รูปที่ 2.18 ขั้นตอนการทำงานของแหล่งจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16 การเชื่อมต่อข้อมูลลงกับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

ชุดส่งจะทำการส่งข้อมูลตามหมายเลขซิมการ์ดที่ทำการบันทึกไว้ในซิมการ์ดของชุดส่ง เพื่อที่จะไปแสดงผลข้อมูลที่โทรศัพท์เคลื่อนที่และชุดรับข้อมูลการแสดงผลส่วนกลาง โดยมีขั้นตอนการส่งดังนี้

ชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าจะทำการส่งข้อมูลไปที่สถานนีรับสัญญาณของโทรศัพท์เคลื่อนที่จะมีชุด BTS (Basc Switching Transfer Switching) ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณและในสถานีจะมีชุดควบคุม BTS คือ BSC (Base Switching Control) จะควบคุมการทำงานของ BTS และส่งสัญญาณไปที่ MSC (Mobile swicthing control) ที่ชุมสายของโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเก็บข้อมูลไว้ที่ VLR (Visittor Location Register) จะทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลแบบชั่วคราวแล้ว MSC จะทำการเชื่อมต่อข้อมูลไปที่ GMSC (Gateway Mobile Switching Control) ของผู้ให้บริการโทรศัพท์ตามหมายเลขซิมการ์ด และทำการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ที่ HLR (Home Location Regisfer) ของ Subscrib-ER BATABASE ของผู้ให้บริการตามซิมการ์ด

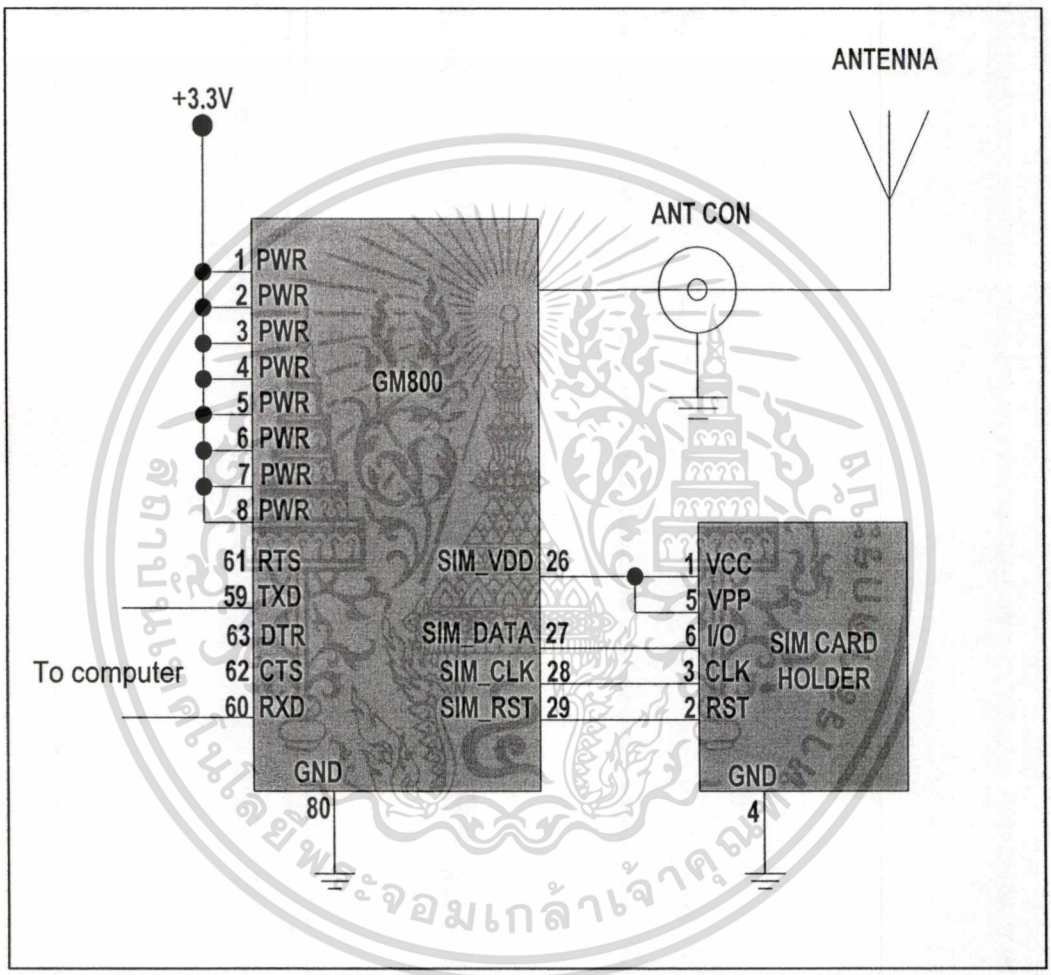


รูปที่ 2.19 ขั้นตอนการเชื่อมโยงกับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17 ชุดรับข้อมูล

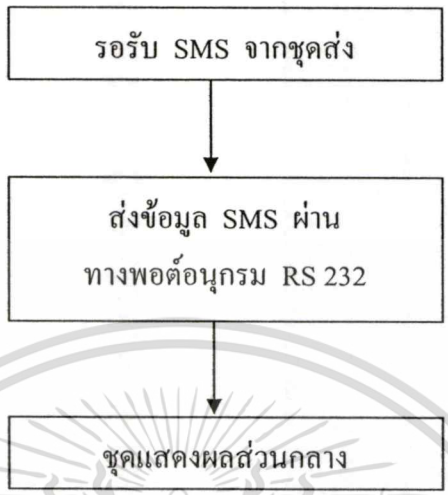
ชุดรับข้อมูลจะใช้ชุด GSM Moduleเป็นชุดรับข้อมูลในซิมการ์ดของชุดรับจะมีหมายเลขซิมการ์ดของชุดรับ และทำการตั้งค่าไว้ในชุดส่งข้อมูลของชุดตรวจวัดระดับแรงดันของหม้อแปลงที่มีระดับแรงดันผิดปกติ ที่ทำการตั้งค่าไว้แล้วนำข้อมูลไปแสดงที่คอมพิวเตอร์ส่วนกลางและจัดเก็บข้อมูล



รูปที่ 2.20 ชุดรับข้อมูลจากชุดส่งข้อมูลเพื่อที่จะไปแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงานของชุดรับข้อมูลจะทำการรอรับ SMS จากชุดส่งแล้วทำการส่งข้อมูลผ่านพอต์อนุกรม RS232 เพื่อทำการแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.21 ขั้นตอนการทำงานของชุดรับ

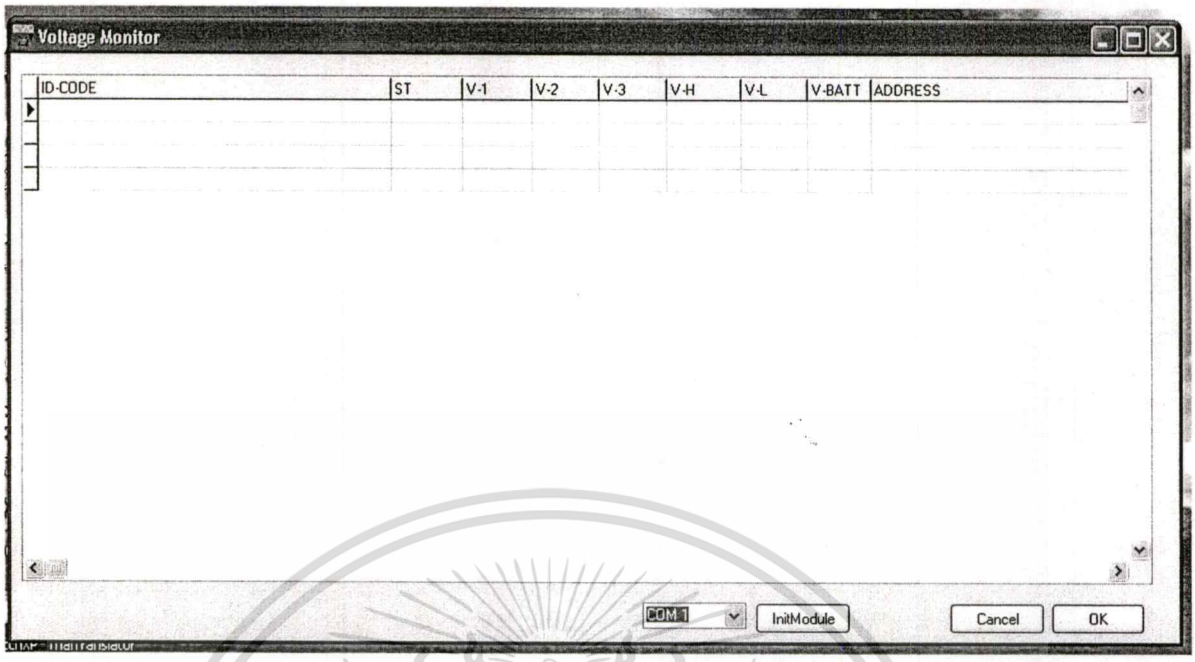
2.18 การแสดงผลที่โทรศัพท์เคลื่อนที่

การแสดงผลที่โทรศัพท์ โดยทำการบันทึกหมายเลขของซิมการ์ดโทรศัพท์ที่จะให้แสดงผลใช้ในซิมการ์ดของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า โดยทำการสั่ง SMS ไปที่ซิมการ์ดของชุดส่งโดยกด (*หมายเลขประเทศตามด้วยหมายเลขที่จะให้มาแสดงผล) แล้วกดส่งไปที่หมายเลขของซิมการ์ดของชุดส่ง

2.19 ชุดแสดงผลส่วนกลาง

ชุดรับข้อมูลจะทำการส่งข้อมูลผ่านทางพอต์ RS 232 เข้าไปที่คอมพิวเตอร์ส่วนกลางทำการแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ว่ามีระดับแรงดันแต่ละเฟส สถานะระดับแรงดันของชุดแหล่งจ่ายแรงดันที่ตั้งค่าไว้ (VL-VH) และตำแหน่งของหม้อแปลงไฟฟ้าที่แรงดันผิดปกติพร้อมทั้งบันทึกจัดเก็บข้อมูลไว้ที่ฐานข้อมูลส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



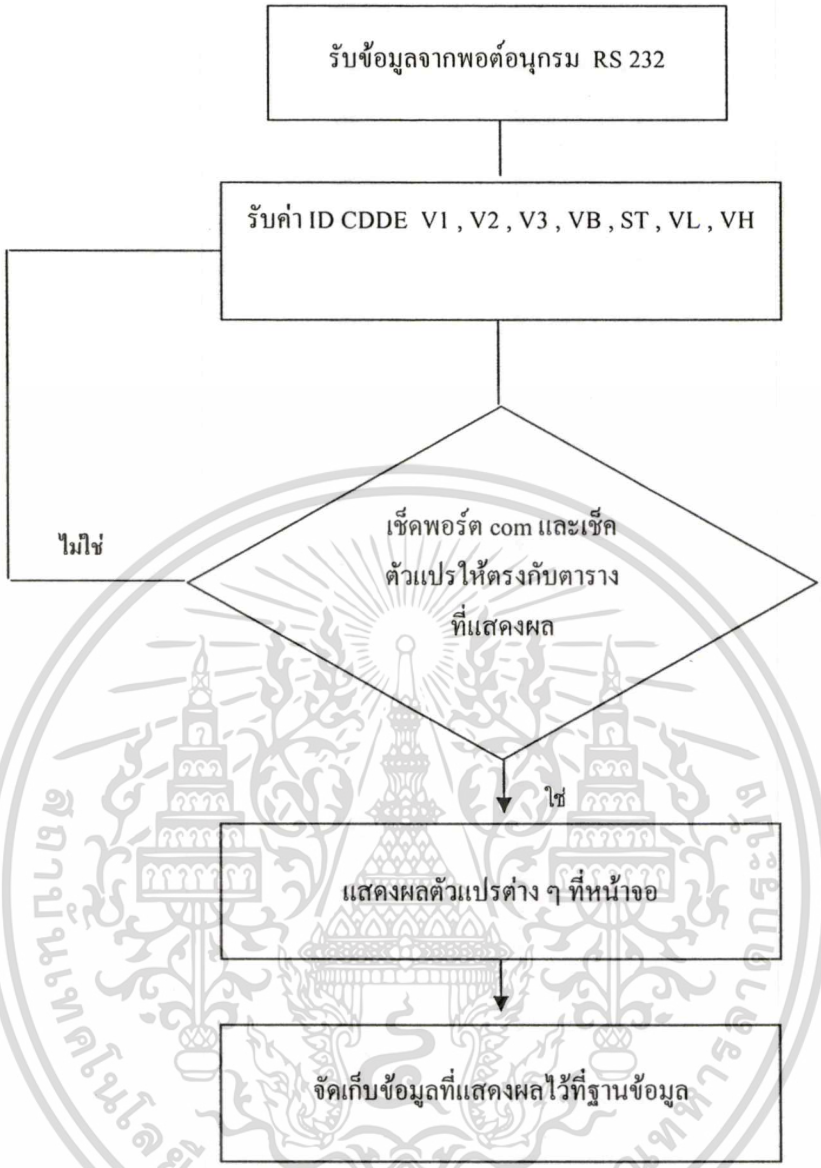
รูปที่ 2.22 การแสดงผลส่วนกลางที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

การจัดเก็บข้อมูลลงที่ฐานข้อมูลใช้โปรแกรม MySQL ในที่นี้จะมีโปรแกรมในการจัดการฐานข้อมูล เพื่อรองรับค่าตัวแปร

คำสั่งที่ใช้

1. คำสั่ง Create สร้างตาราง
2. คำสั่ง insert into เพิ่มข้อมูลลงในตาราง
3. คำสั่ง select from เลือกข้อมูลมาแสดง
4. คำสั่ง Delete from ลบข้อมูล
5. คำสั่ง Update บันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

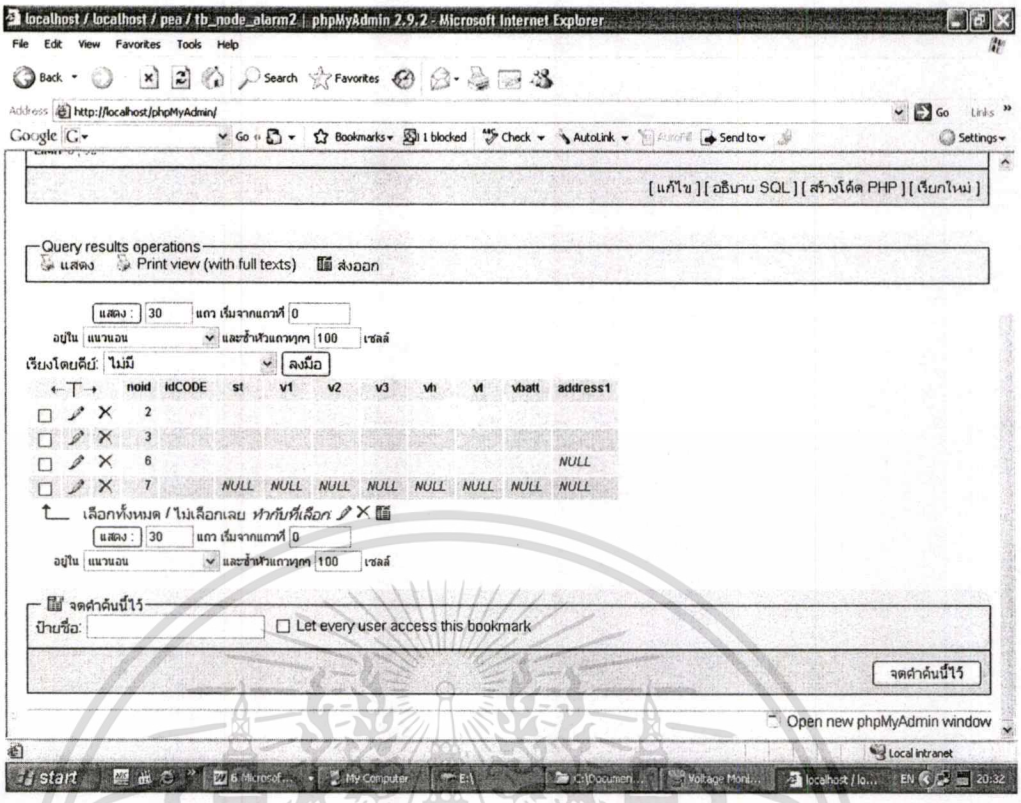


รูปที่ 2.23 ขั้นตอนการทำงานชุดแสดงผลส่วนกลาง

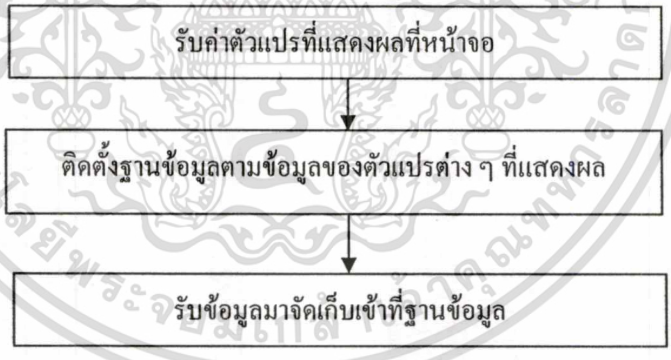
2.20 การแสดงผลที่ฐานข้อมูล

ในฐานข้อมูล รับข้อมูลจากชุดแสดงผลมาทำการจัดเก็บข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ ไว้ในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 การแสดงผลที่ฐานข้อมูล

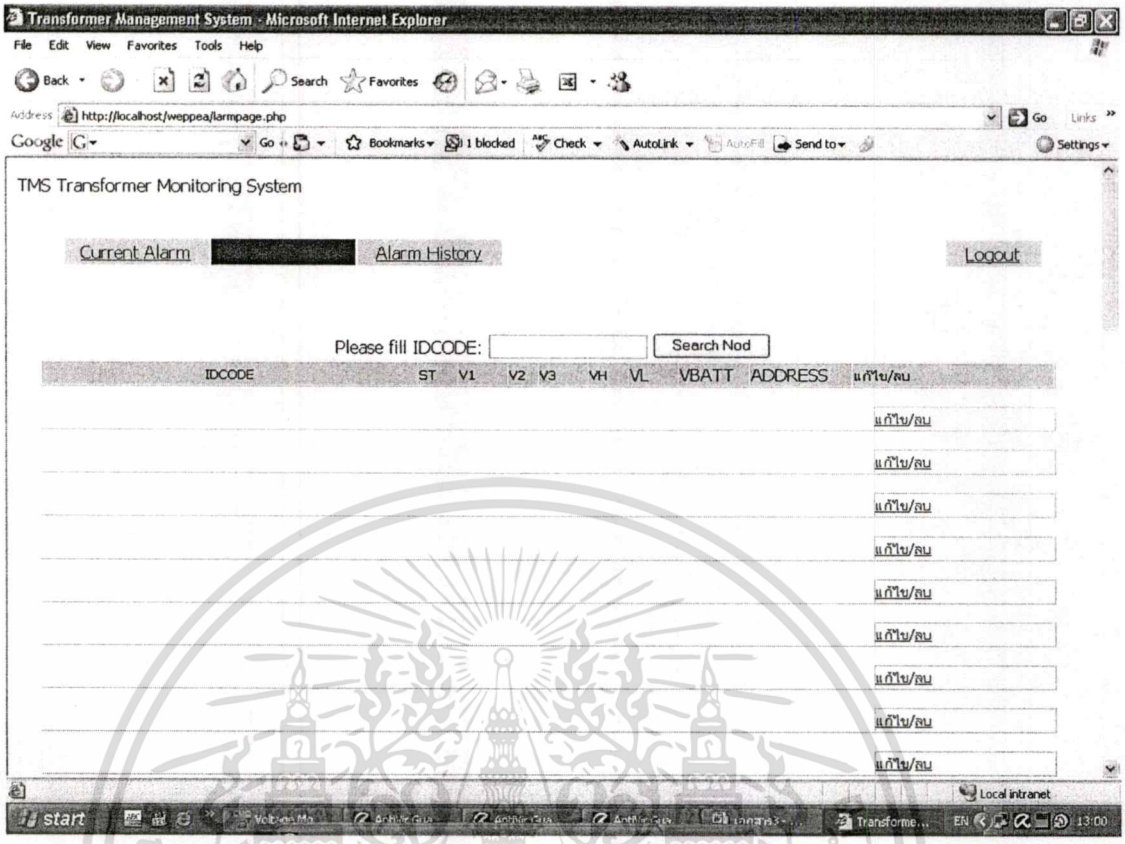


รูปที่ 2.25 แสดงขั้นตอนการทำงาน

2.21 การแสดงผลผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต

การเชื่อมต่อโดยผ่านทางอินเทอร์เน็ตจะรับข้อมูลต่างๆ จากฐานข้อมูลเพื่อที่แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้การแสดงผลครอบคลุมของการทำงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งจะทำให้สำนักงานที่ทำการแก้ไขไฟฟ้าขัดข้อง สามารถตรวจสอบความผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายผ่านทางโครงข่ายอินเตอร์เน็ต

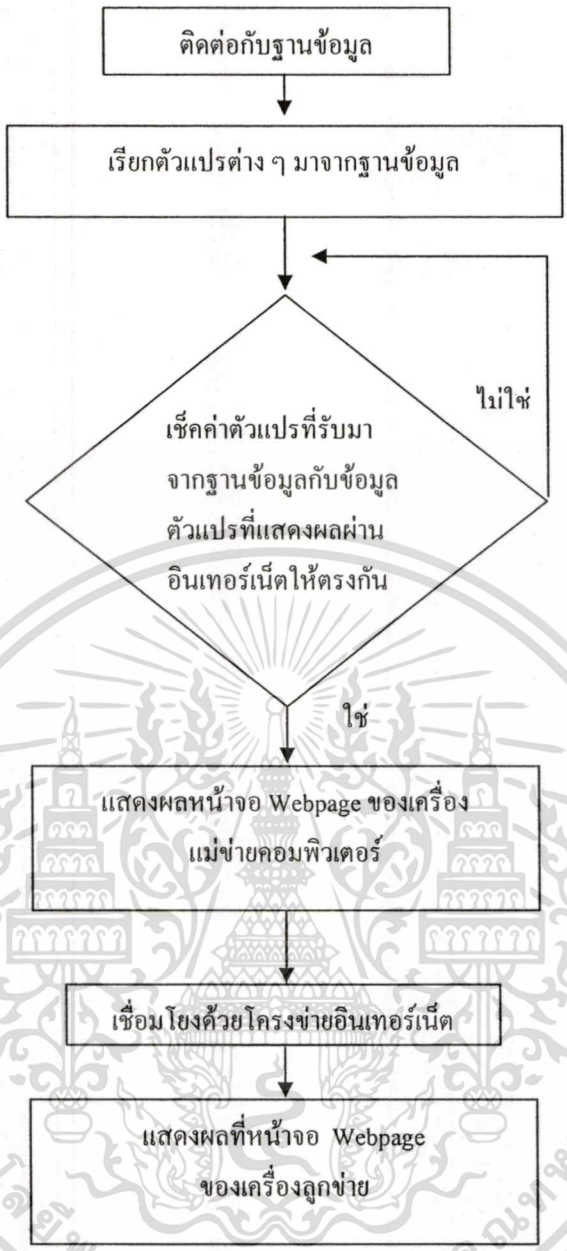
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 การแสดงผลผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต

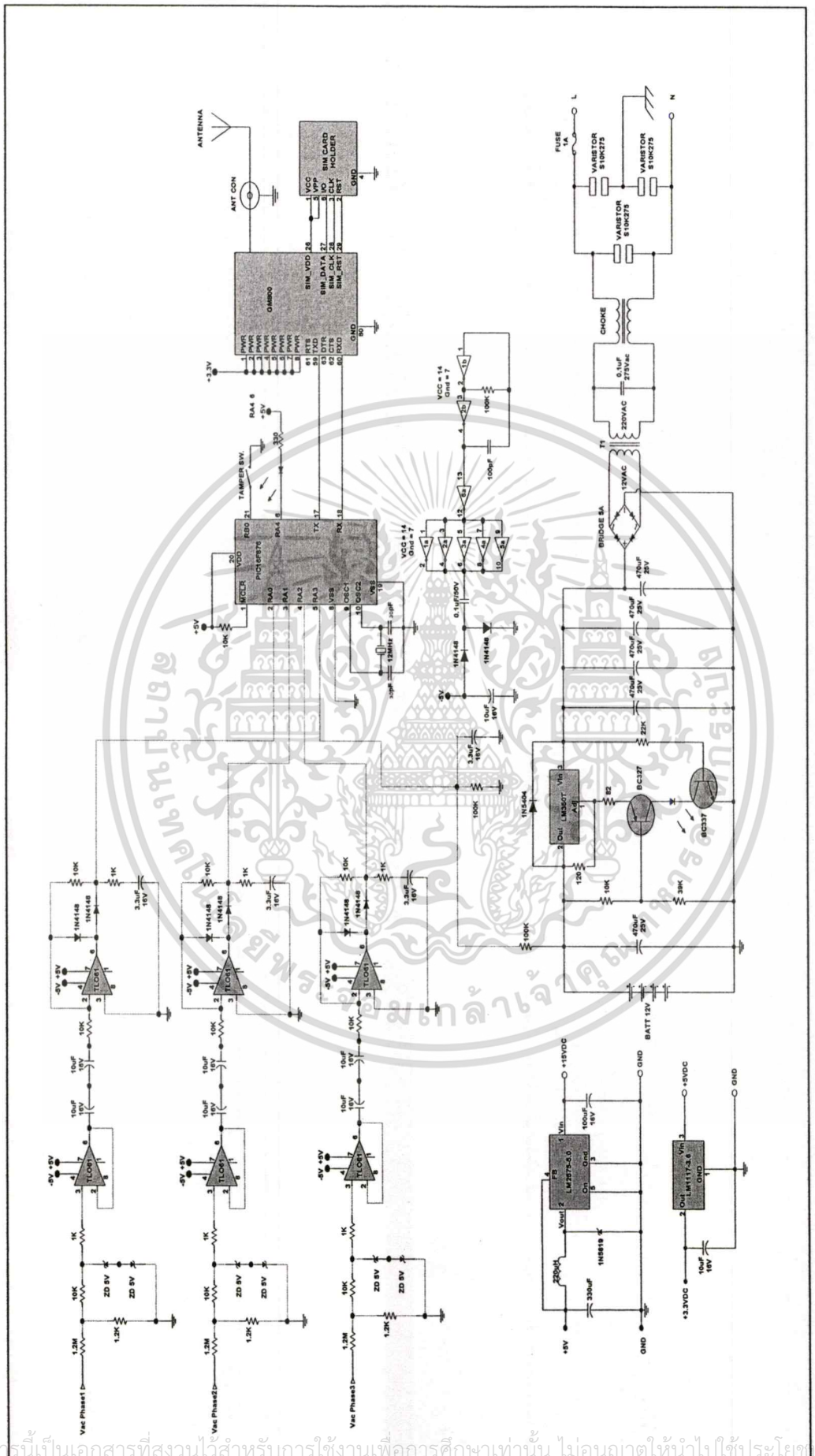
โดยมีหลักการทำงานของการแสดงผลผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ตจะรับข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงผลเป็นมาทำการเซ็ตค่าตัวแปรให้ตรงกับตัวแปรที่แสดงผล ถ้าค่าตัวแปรไม่ตรงกับตัวที่แสดงผลให้เลือกตัวแปรจากฐานข้อมูลใหม่ ถ้าตัวแปรตรงกับตัวแปรแสดงผล แสดงผลผ่านทางหน้า Webpage ของเครื่องควบคุมส่วนกลางแล้วเชื่อมต่อผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ตไปที่เครื่องลูกข่ายเพื่อที่จะแสดงผลที่เครื่องลูกข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 แสดงขั้นตอนการแสดงผลผ่านทางอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 วงจรตรวจวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบการทดลอง

3.1 การตั้งค่าของระบบตรวจวัดแรงดันสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

3.1.1 กำหนดหมายเลขของชุดส่งข้อมูล

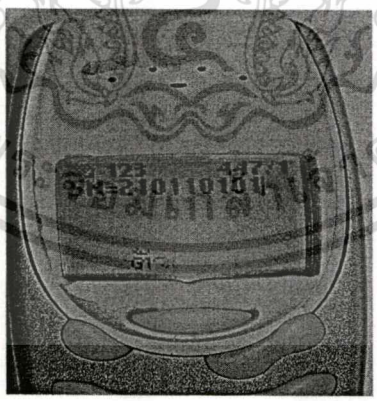
1. หมายเลขของซิมการ์ดของ GSM Module ของเครื่องส่งเป็นหมายเลขเครื่องส่งข้อมูล

3.1.2 กำหนดตำแหน่งของชุดวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า

การตั้งค่าของตำแหน่งของชุดตรวจวัดระดับแรงดันโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่

1. พิมพ์คำว่า SN = (ตำแหน่งในการตั้งค่า 9 หลัก) แล้วส่งข้อความไปที่หมายเลขซิมการ์ดของชุดส่ง 1

☐	=	อำเภอในจังหวัด	(99 จังหวัด)
☐	=	ตำบลในอำเภอ	(99 ตำบล)
☐	=	หมู่บ้านในตำบล	(99 หมู่บ้าน)
☐	=	ตำแหน่งของหม้อแปลงไฟฟ้า	(99 ตำแหน่ง)



รูปที่ 3.1 การตั้งค่าตำแหน่งของชุดตรวจวัด

ในการกำหนดหมายเลขตำแหน่งของชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติ จะทำการติดตั้งชุดแสดงผลส่วนกลางที่ศูนย์ส่งการแก้ไขไฟฟ้าขัดข้องประจำจังหวัดนั้นโดยทำการกำหนดตำแหน่ง เช่น SN = 11011101 หมายถึง อำเภอที่ 11 ตำบลที่ 1 หมู่บ้านที่ 11 ตำแหน่ง หม้อแปลงที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การกำหนดหมายเลขซิมการ์ดของชุดรับข้อมูลเป็น SMS จากชุดส่งข้อมูลโดยโทรศัพท์

1. การตั้งค่าโดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ พิมพ์ข้อความที่จะให้ส่งข้อมูล SMS ไปที่ชุดรับข้อมูล แล้วทำการส่งข้อความไปที่หมายเลขซิมการ์ดของชุดส่ง

P1 = (หมายเลขของซิมการ์ดของ GSM Module ของชุดรับข้อมูล SMS เพื่อที่แสดงผลหน้าจอ)

P2 = (หมายเลขของซิมการ์ดโทรศัพท์ที่เคลื่อนที่ที่จะให้ชุดส่งข้อมูลไปแสดงผลที่เจ้าหน้าที่ทำการแก้ไฟฟ้าขัดข้อง)

P3 = (หมายเลขของโทรศัพท์เคลื่อนที่จะให้ชุดส่งข้อมูลไปแสดงผล)

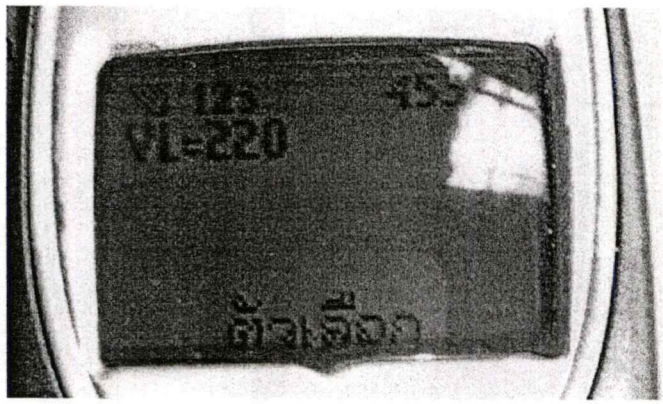
รูปที่ 3.2 การตั้งค่าหมายเลขซิมการ์ดของชุดรับ

3.1.4 การตั้งค่าช่วงระดับแรงดันไฟฟ้าที่จะให้ชุดตรวจวัดระดับแรงดันไฟฟ้าโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่

1. ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่พิมพ์คำว่า VL = (แรงดันไฟฟ้าที่ตั้งค่าในช่วงแรงต่ำ) แสงทำการสั่ง SMS ไปที่ชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า

2. ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่พิมพ์คำว่า VH = (แรงดันไฟฟ้าที่ตั้งค่าในช่วงแรงดันสูง) แสงทำการส่ง SMS ไปที่ชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 การตั้งค่าช่วงระดับแรงดัน VL และ VH

3.1.5 การตรวจวัดระดับแรงดันไฟฟ้าที่ทำติดตั้งชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่

1. ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ พิมพ์คำว่า GN (หมายเลขของซิมการ์ดของ GSM Module ของเครื่องส่ง)

2. ชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติจะทำการวัดแรงดันไฟฟ้าแล้วส่ง SMS มาที่ชุดรับและเบอร์โทรของซิมการ์ดที่ทำการตั้งค่าไว้ คือ P1 P2 และ P3

รูปที่ 3.4 การตรวจวัดระดับแรงดันหม้อแปลงโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่

3.1.6 การตรวจเช็คสถานะของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า

1. ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ พิมพ์คำว่า GN = (หมายเลขของชุดส่ง)

2. ชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติตรวจสอบและชุดส่งข้อมูลจะทำการส่งข้อมูลมาที่ชุดรับข้อมูล คือ P1 P2 และ P3 ดังนี้

VL = บอกระดับแรงดันในช่วงค่าต่ำของช่างระดับแรงดัน

VH = บอกระดับแรงดันในช่วงค่าสูงของช่างระดับแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

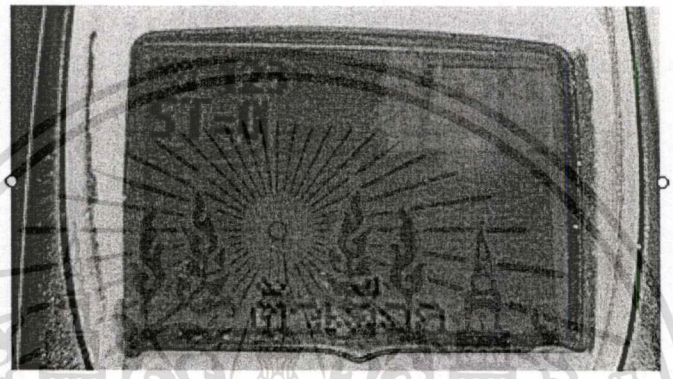
VB = แรงดันของแบตเตอรี่ของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติและส่งข้อมูล

ST = บอกสถานะของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติ

ST = 1 ชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติทำงาน

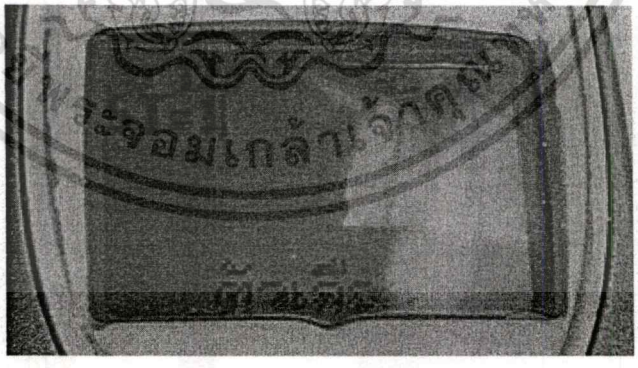
ST = 0 ชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติไม่ทำงาน

3.1.7 การสั่งให้ชุดตรวจวัดหยุดทำงานโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่ พิมพ์คำว่า ST = 0 ตามด้วย แล้วส่งข้อความไปที่ชุดตรวจวัดโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่



รูปที่ 3.5 การสั่งให้ชุดตรวจวัดไม่ทำงาน

3.1.8 การส่งให้ชุดตรวจวัดและส่งข้อมูลให้ทำงานโดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ พิมพ์ว่า ST = 1 แล้วส่งข้อความไปที่หมายเลขซิมการ์ดชุดตรวจวัดด้วยโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ 3.6 การสั่งให้ชุดตรวจวัดทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งได้ทำการสดสอบ 2 กรณี

3.2.1 การทดสอบสำหรับระบบตรวจวัดสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยการปรับระดับแรงดันไฟฟ้า ให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลไฟฟ้า

1. การทดสอบการแสดงผลที่ชุดแสดงผลส่วนกลาง
2. การทดสอบการแสดงผลที่ฐานข้อมูล
3. การทดสอบการแสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ต

3.2.2 การทดสอบสำหรับระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยทำการปลดสับฟิวส์แรงสูงและฟิวส์แรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งทำให้แรงดันในขณะปลดฟิวมีค่าแรงดันเปลี่ยนแปลง ชุดตรวจวัดของหม้อแปลงไฟฟ้า ที่จะตรวจวัดแรงดันที่เปลี่ยนแปลงได้

1. การทดสอบการแสดงผลที่ชุดแสดงผลส่วนกลาง
2. การทดสอบการแสดงผลที่ฐานข้อมูล
3. การทดสอบการแสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ต

ข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้าในการทดสอบ

1. หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 160 KVA 22 Kv / 400 / 230 v 50 Hz 2 วงจร
2. ที่แท็ปแรงดันระดับ 3
3. แรงดันด้านแรงต่ำของหม้อแปลง ณ เวลาที่ทดสอบ 228 V ต่อเฟส
4. ทดสอบการจ่ายแรงดันโดยการปลด LT SW แรงต่ำและฟิวส์แรงสูง
5. ตั้งค่า VL และ VH ไว้ที่ VL = 220 V VH = 240 V

3.3 ขั้นตอนทดสอบโดยการปรับระดับแรงดันให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติ

1. ติดตั้งชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติและส่งข้อมูลให้พร้อมที่ทำงาน
2. เชื่อมต่อชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติและส่งข้อมูลเข้าแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแต่ละเฟส
3. ติดตั้งชุดตรวจวัดระดับแรงดันแต่ละเฟสของแหล่งจ่าย
4. ทำการตั้งค่าตามขั้นตอนการตั้งค่าของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

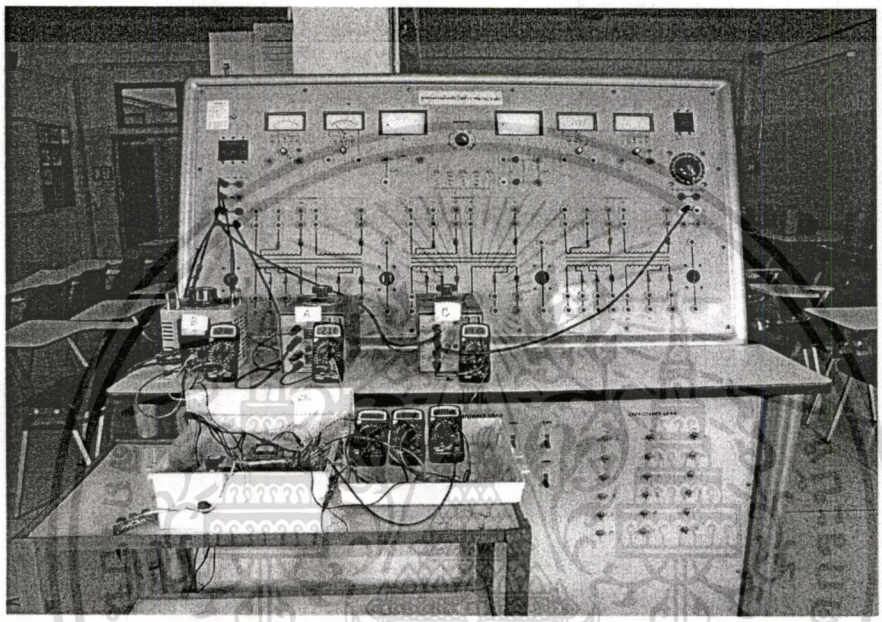
5. เช็คค่าชุดรับข้อมูล SMS ให้พร้อมในการทำงาน

6. เช็คค่าชุดแสดงผลให้พร้อมในการทำงาน

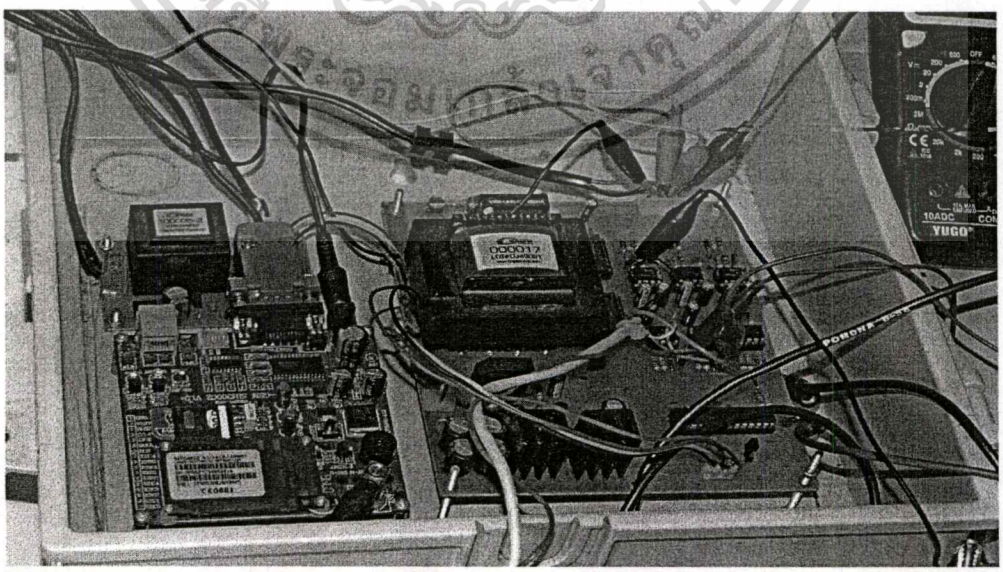
7. เช็คค่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการรับส่งข้อมูลให้พร้อมที่จะทำงาน

8. เช็คค่าคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่แสดงผลผ่านทางอินเตอร์เน็ตให้พร้อมที่จะทำงาน

9. บันทึก – ระดับแรงดันแต่ละเฟสของแหล่งจ่ายกับชุดแสดงผล คือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ชุดแสดงผลส่วนกลางและคอมพิวเตอร์ลูกข่าย

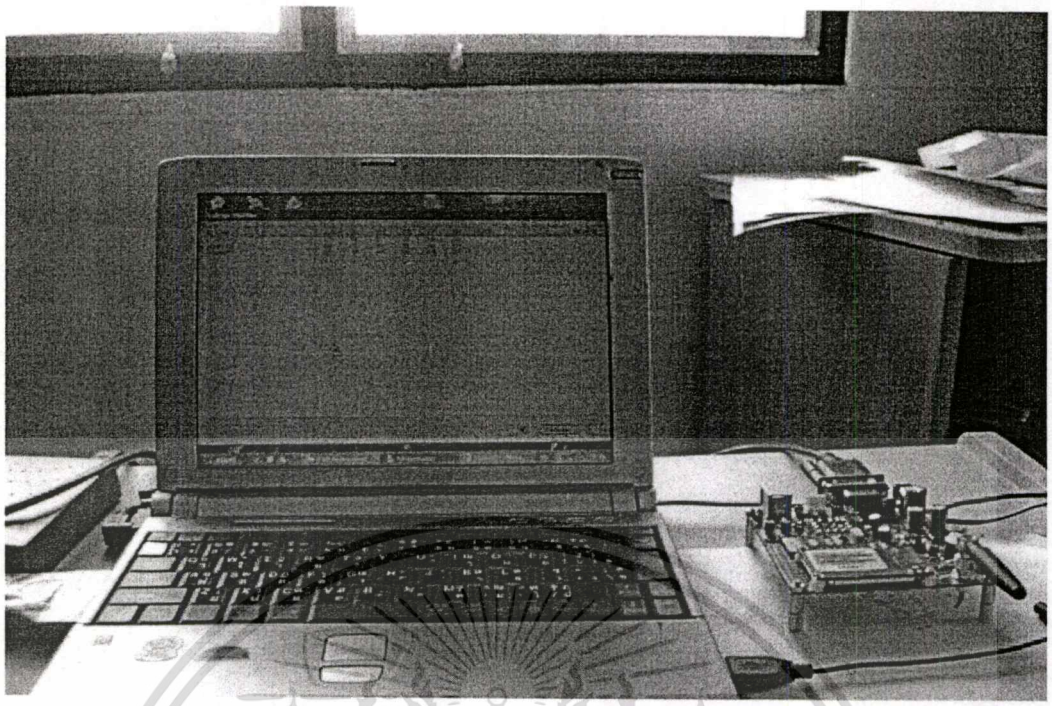


รูปที่ 3.7 การทดสอบชุดตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยการปรับระดับแรงดัน



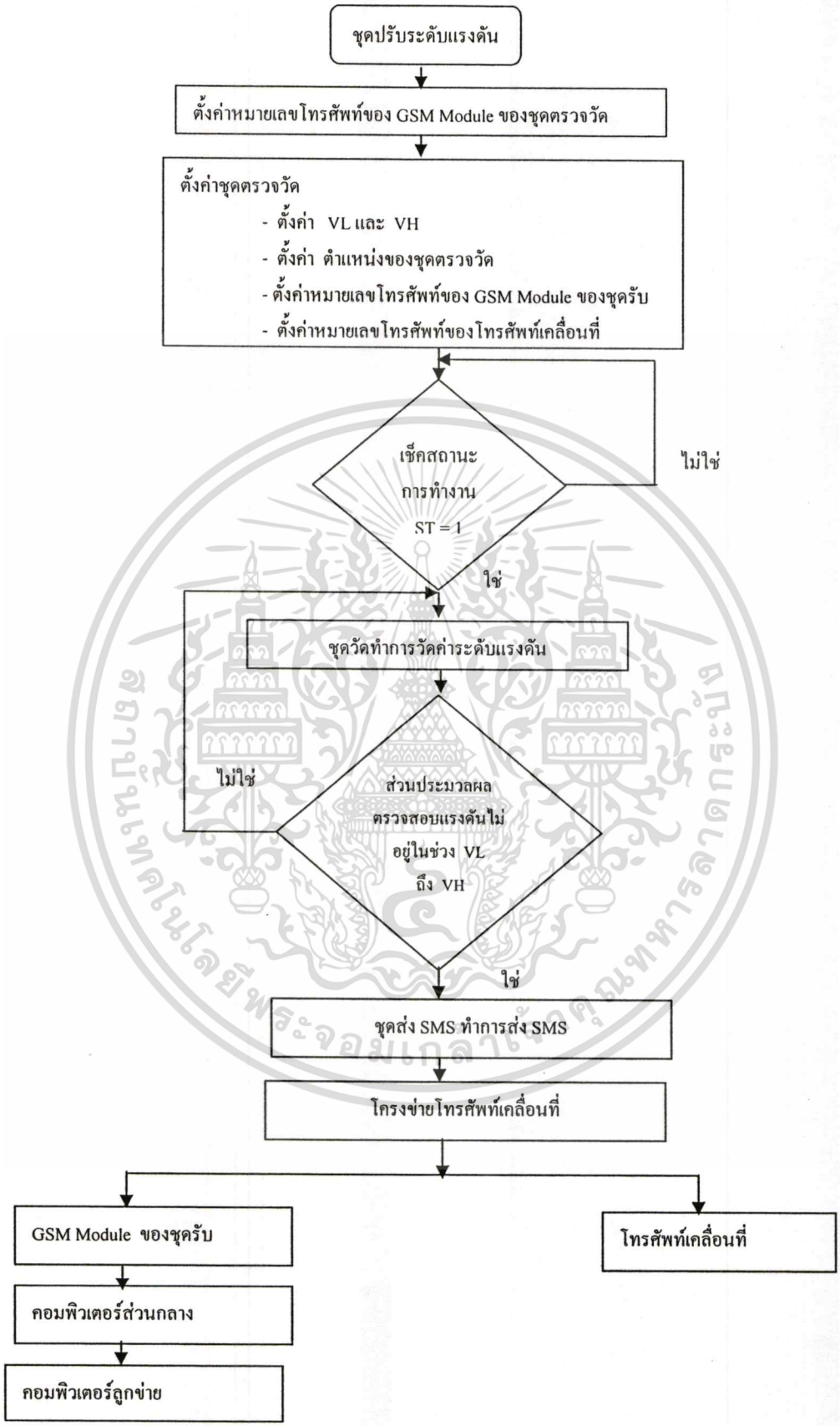
รูปที่ 3.8 ชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าโดยการปรับระดับแรงดันให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ชุดรับข้อมูลและแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์โดยการปรับระดับแรงดันให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า จำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยการปรับระดับแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1.) ติดตั้งชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติและส่งข้อมูลให้พร้อมที่จะทำงาน

2.) เชื่อมต่อชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าและชุดส่งข้อมูลเข้ากับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยทำการติดตั้งทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า ตารางที่ ฟิวส์แรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า

3.) ติดอุปกรณ์วัดระดับแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้า แต่ละเฟสของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ทดสอบ

4.) ทำการตั้งค่าตามขั้นตอนการตั้งค่าของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า

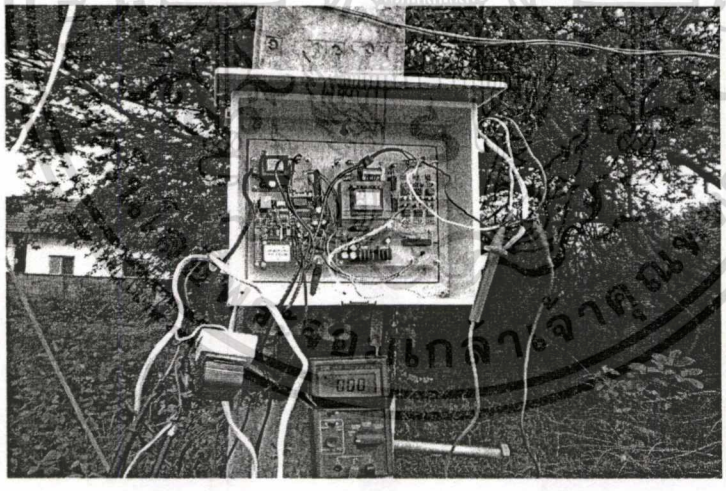
5.) เช็คค่าชุดรับข้อมูล SMS ให้พร้อมทำงาน

6.) เช็คค่าชุดแสดงผลให้พร้อมที่จะทำงาน

7.) เช็คค่าของโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้พร้อมที่จะทำงาน

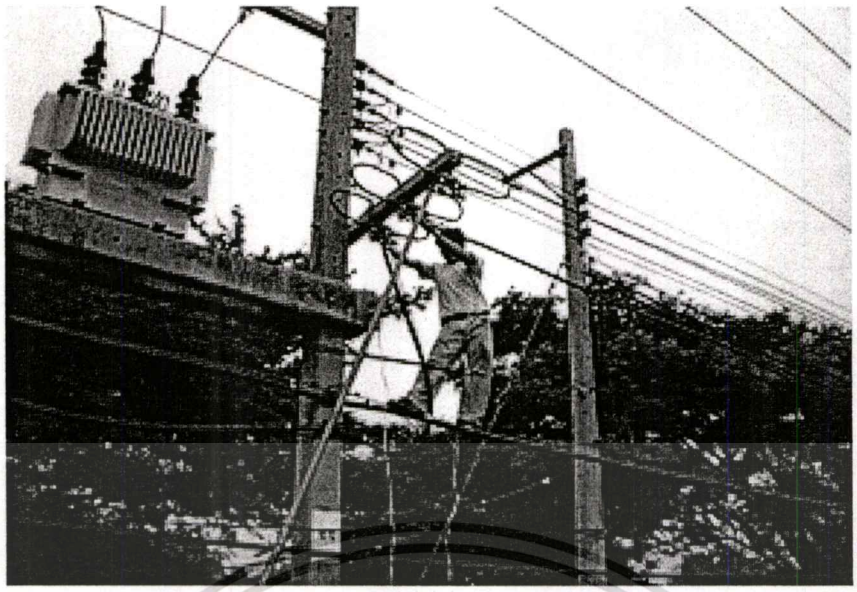
8.) เช็คค่าคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่แสดงผลผ่านทางอินเตอร์เน็ตให้พร้อมที่จะทำงาน

9.) บันทึก – ระดับแรงดันไฟฟ้าแต่ละเฟสของหม้อแปลงไฟฟ้ากับชุดแสดงผล คือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ชุดแสดงผลส่วนกลางและคอมพิวเตอร์ลูกข่าย

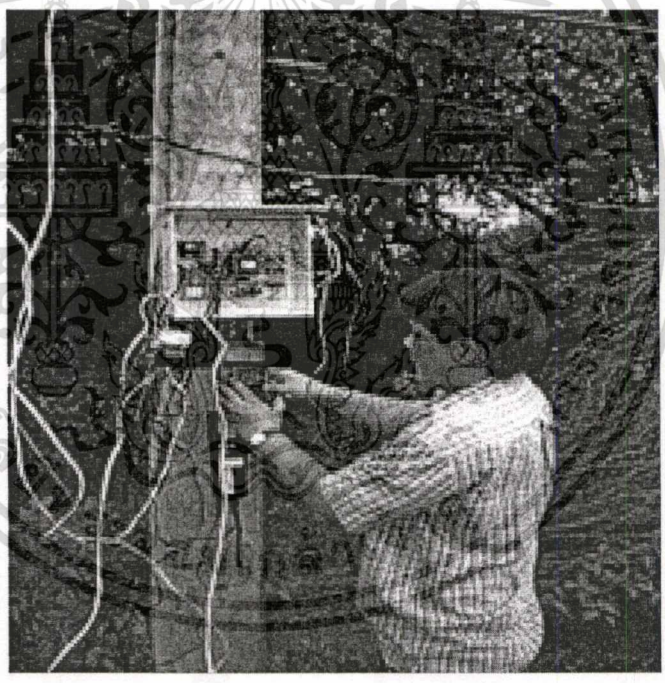


รูปที่ 3.11 การทดสอบชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติกับหม้อแปลงของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

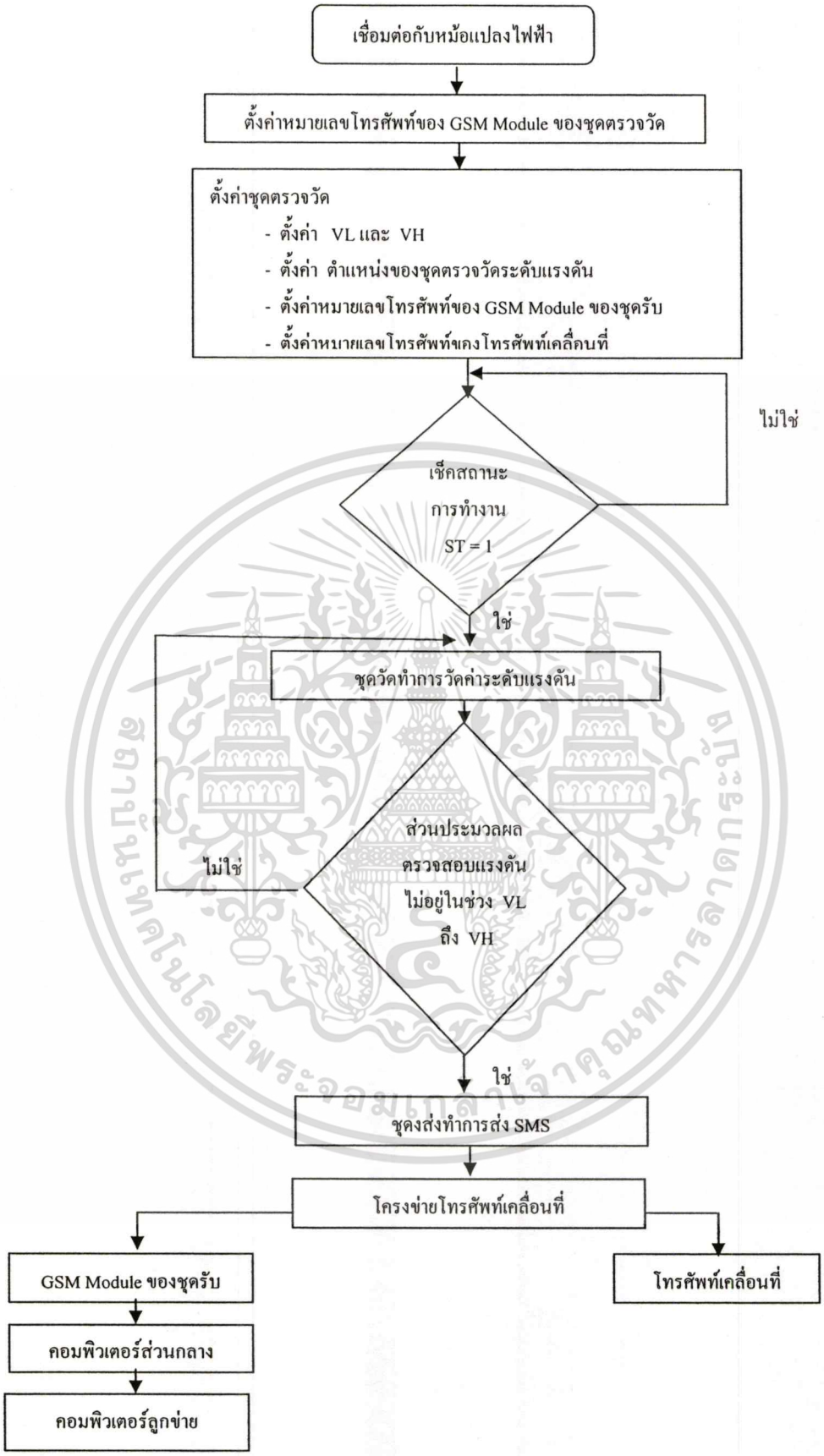


รูปที่ 3.12 การปลดสับฟิวส์แรงสูงและแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า



รูปที่ 3.13 การตรวจวัดแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

บทนี้เป็นการนำเสนอผลการทดลอง ซึ่งได้จากการทดสอบโดยการปรับระดับแรงดันในค่าต่างๆ ให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติและการทดสอบร่วมกับหม้อแปลงของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยกำหนดช่วงระดับแรงดัน คือ 220 – 240 โวลต์ ใส่ชุดตรวจวัดจะทำการตรวจวัดระดับแรงดันว่าเฟสไหนมีแรงดันไม่อยู่ใน (VL = 220 โวลต์ VH = 240 โวลต์ จากช่วงระดับแรงดันที่ตั้งค่าไว้ ชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติจะส่งข้อมูลไปที่ชุดแสดงผลและโทรศัพท์เคลื่อนที่

4.1 ผลการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้แสดงผลการทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งได้ทำการทดสอบ 2 กรณี

4.1.1 ผลการทดสอบสำหรับระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยการปรับระดับแรงดันไฟฟ้า ให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า

4.1.1.1 ผลการทดสอบการแสดงผลที่ชุดแสดงผลส่วนกลาง

4.1.1.2 ผลการทดสอบการแสดงผลที่ฐานข้อมูล

4.1.1.3 ผลการทดสอบการแสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ต

4.1.2 ผลการทดสอบสำหรับระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยทำการปลดสับฟิวส์แรงสูงและฟิวส์แรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งทำให้แรงดันในขณะปลดฟิวส์มีค่าแรงดันเปลี่ยนแปลงชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าที่จะตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง

4.1.2.1 ผลการทดสอบการแสดงผลที่ชุดแสดงผลส่วนกลาง

4.1.2.2 ผลการทดสอบการแสดงผลที่ฐานข้อมูล

4.1.2.3 ผลการทดสอบการแสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบ

ชุดที่	แรงดันก่อนเข้าชุดรับการตรวจวัดแรงดันผิดปกติ					แรงดันที่ชุดแสดงผลส่วนกลาง					ค่าความผิดพลาดของการแสดงผล		
	ST	VB	เฟส A	เฟส B	เฟส C	ST	VB	เฟส A	เฟส B	เฟส C	เฟส A	เฟส B	เฟส C
1	1	16	0	0	0	1	16	0	0	0	0	0	0
2	1	16	150	150	150	1	16	144	144	144	6	6	6
3	1	16	155	0	155	1	16	149	0	149	6	0	6
4	1	16	160	160	160	1	16	154	154	154	6	6	6
5	1	16	165	165	0	1	16	159	159	0	6	6	0
6	1	16	0	0	175	1	16	0	0	169	0	0	6
7	1	16	180	0	0	1	16	174	0	0	6	0	0
8	1	16	185	185	185	1	16	179	179	179	6	6	6
9	1	16	190	190	190	1	16	184	184	184	6	6	6
10	1	16	195	195	195	1	16	189	189	189	6	6	6
11	1	16	200	200	200	1	16	194	194	194	6	6	6
12	1	16	205	205	205	1	16	199	199	199	6	6	6
13	1	16	210	210	205	1	16	204	204	199	6	6	6
14	1	16	213	213	210	1	16	207	207	204	6	6	6
15	1	16	216	216	13	1	16	210	210	7	6	6	6
16	1	16	219	219	216	1	16	213	213	210	6	6	6
17	1	16	222	222	219								
18	1	16	225	225	222								
19	1	16	228	228	225								
20	1	16	231	231	228		*						
21	1	16	234	234	231								
22	1	16	237	237	234								
23	1	16	235	235	240								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

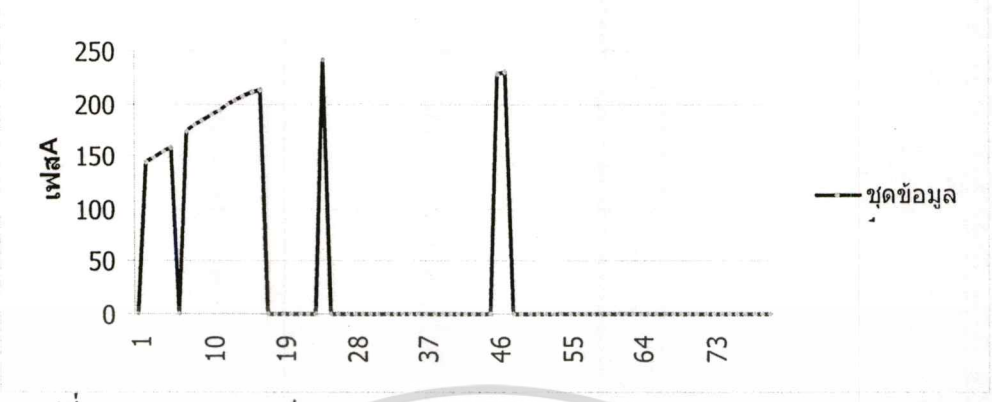
ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ชุดที่	แรงดันก่อนเข้าชุดรับการตรวจวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า					แรงดันที่ชุดแสดงผลส่วนกลาง					ค่าความผิดพลาดของการแสดงผล		
	ST	VB	เฟส A	เฟส B	เฟส C	ST	VB	เฟส A	เฟส B	เฟส C	เฟส A	เฟส B	เฟส C
24	1	16	248	248	248	1	16	242	242	242	6	6	6
25	1	16	228	237	228								
26	1	16	226	233	227								
27	1	16	229	236	230								
28	1	16	232	225	233								
29	1	16	235	228	236								
30	1	16	238	231	239								
31	1	16	226	234	232								
32	1	16	229	237	235								
33	1	16	232	231	234								
34	1	16	235	234	237								
35	1	16	238	237	231		*						
36	1	16	231	235	230								
37	1	16	234	238	233								
38	1	16	237	230	236								
39	1	16	234	233	239								
40	1	16	237	236	223								
41	1	16	240	239	226								
42	1	16	222	236	230								
43	1	16	225	239	233								
44	1	16	228	235	236								
45	1	16	231	238	239								
46	1	16	234	241	250		16	228	235	244	6	6	6

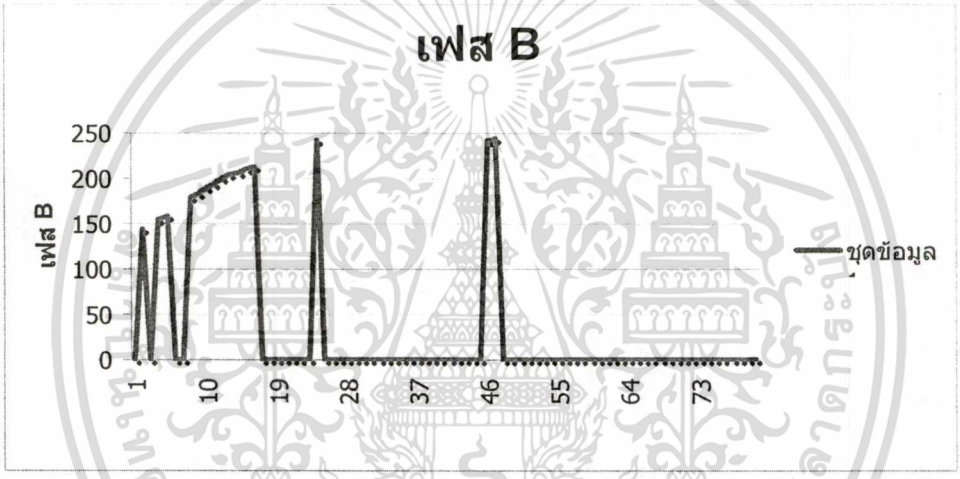
หมายเหตุ *ในตารางคือแรงดันอยู่ในช่วง VL-VH ชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติจะไม่ส่งข้อมูลไปแสดงผลที่ชุดประมวลผลส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

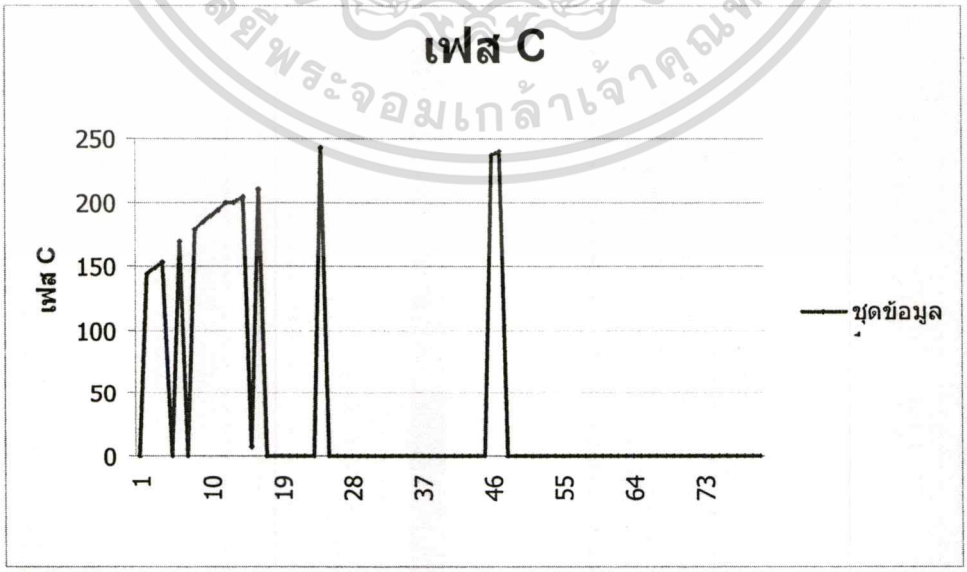
กราฟความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจจับกับชุดแสดงผลระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจวัดกับชุดแสดงผลส่วนกลาง เฟส A



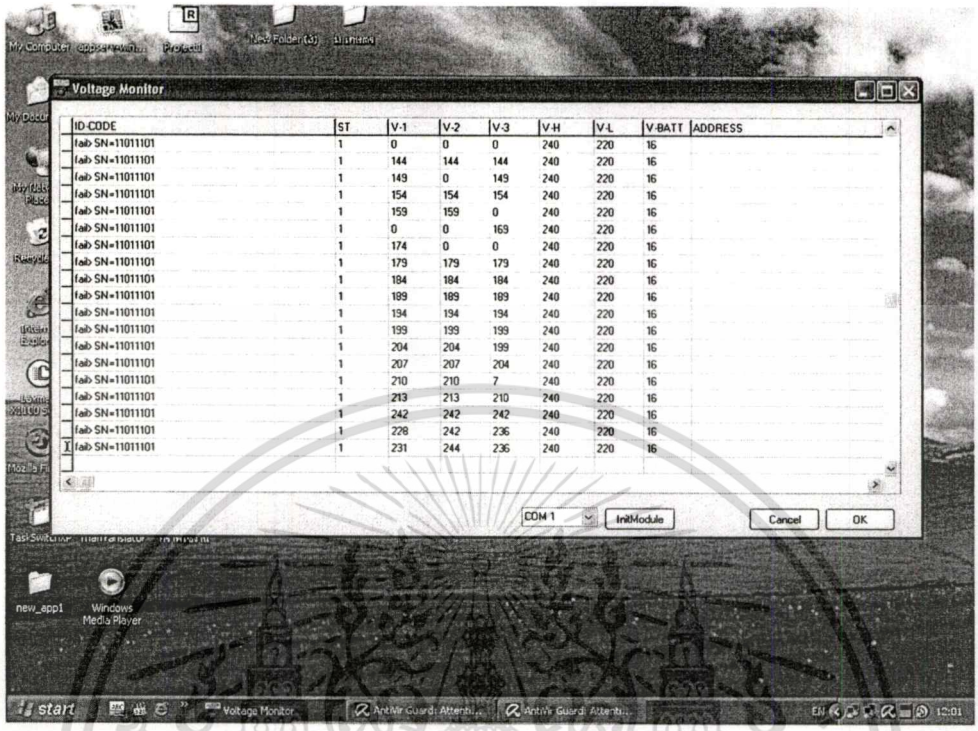
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจวัดกับชุดแสดงผลส่วนกลาง เฟส B



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจวัดกับชุดแสดงผลส่วนกลาง เฟส C

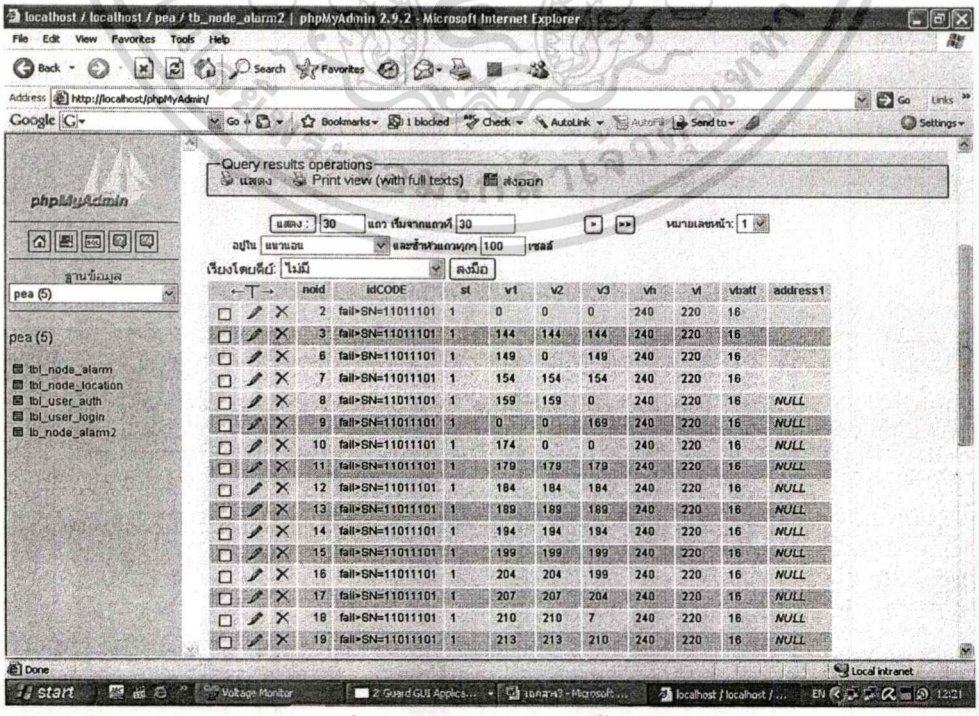
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบของชุดแสดงผลผ่านหน้าจอโดยการปรับระดับแรงดันให้กับชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า



รูปที่ 4.4 การแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

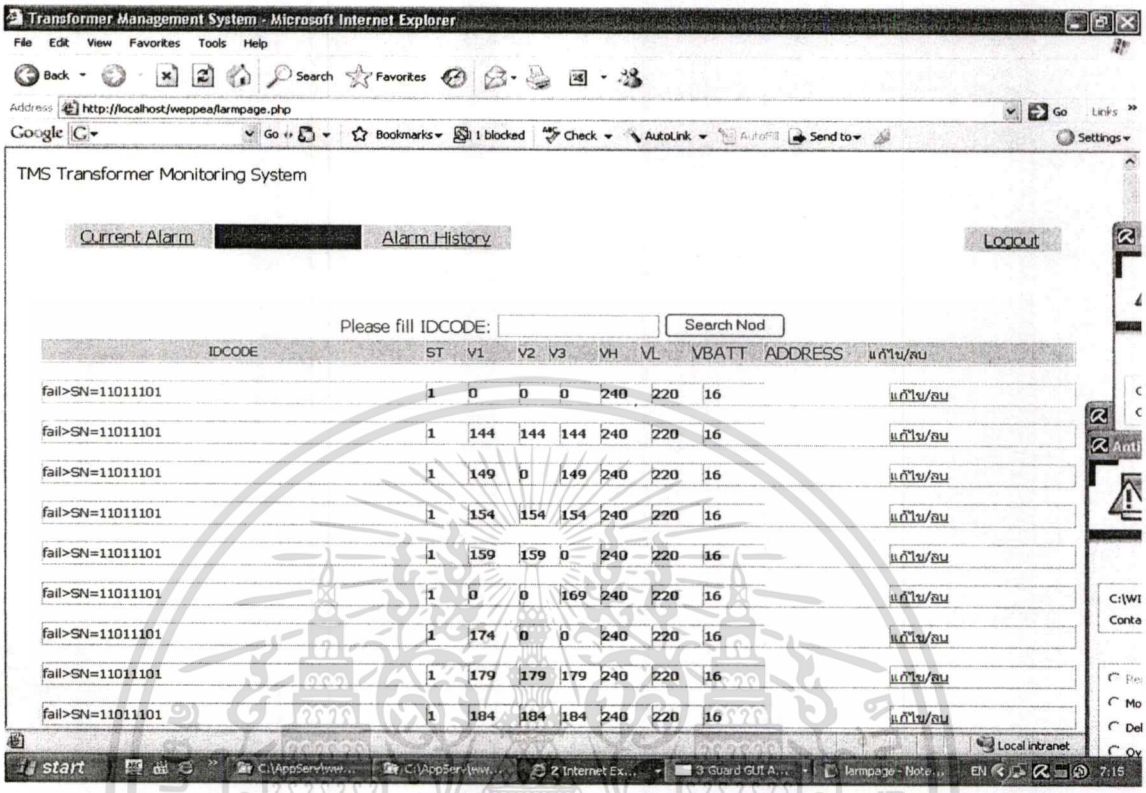
ผลการทดสอบฐานข้อมูลของชุดแสดงผลโดยการปรับระดับแรงดันให้กับชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า



รูปที่ 4.5 การแสดงผลที่ฐานข้อมูล

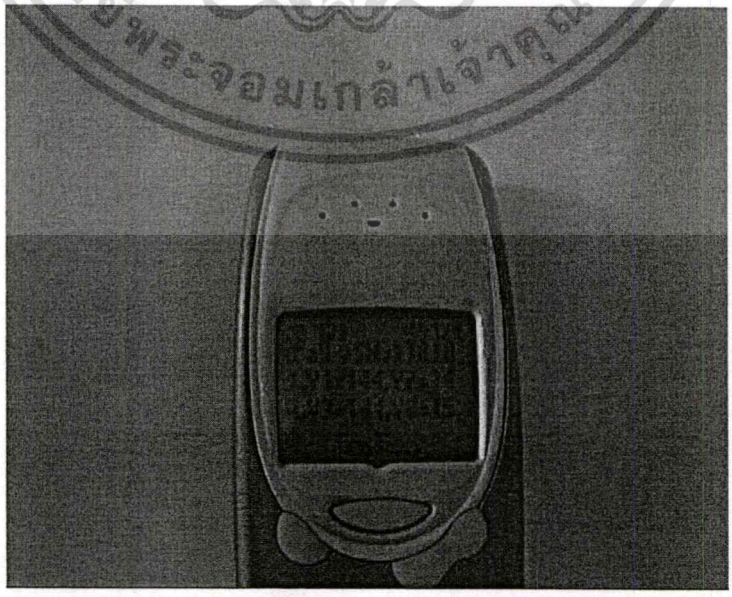
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผลผ่านทางอินเตอร์เน็ตโดยปรับระดับแรงดันให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า



รูปที่ 4.6 การแสดงผลผ่านทางอินเตอร์เน็ต

การแสดงผลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยการปรับระดับแรงดันให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า



รูปที่ 4.7 การแสดงผลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

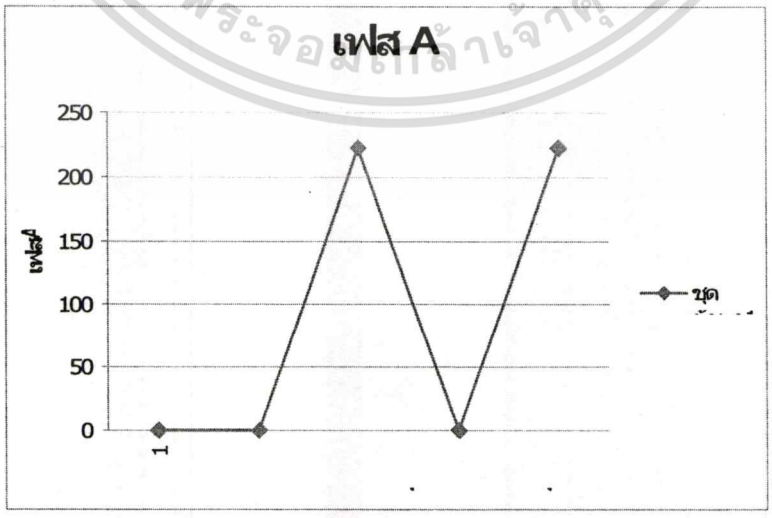
4.2 ผลการทดสอบชุดตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบ

ชุดที่	แรงดันก่อนเข้าชุดรับตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า					แรงดันที่ชุดแสดงผลส่วนกลาง					ค่าความผิดพลาดของการแสดงผล		
	ST	VB	เฟส A	เฟส B	เฟส C	ST	VB	เฟส A	เฟส B	เฟส C	เฟส A	เฟส B	เฟส C
1	1	16	0	0	0	1	16	0	0	0	0	0	0
2	1	16	228	228	228	} *							
3	1	16	228	228	0	1	16	222	222	0	6	6	0
4	1	16	0	228	228	1	16	0	222	222	0	6	6
5	1	16	228	0	228	1	16	222	0	222	6	0	6

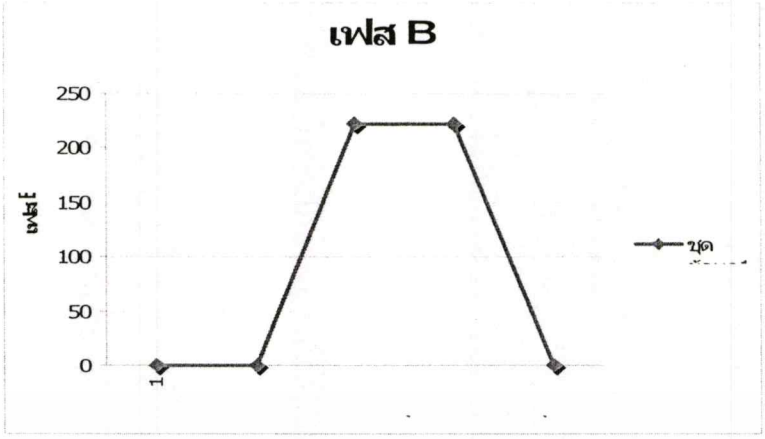
หมายเหตุ *ในตาราง คือ 1 แรงดันที่อยู่ในช่วง VL-VH ชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติจะไม่ส่งข้อมูลไปแสดงผลที่ชุดแสดงผลส่วนกลาง

กราฟความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้ากับชดแสดงผลส่วนกลาง

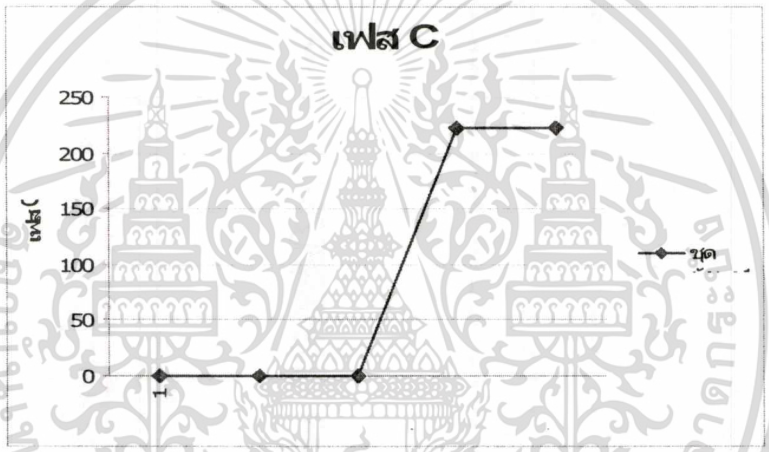


รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจวัดกับชุดแสดงผลส่วนกลางเฟส A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

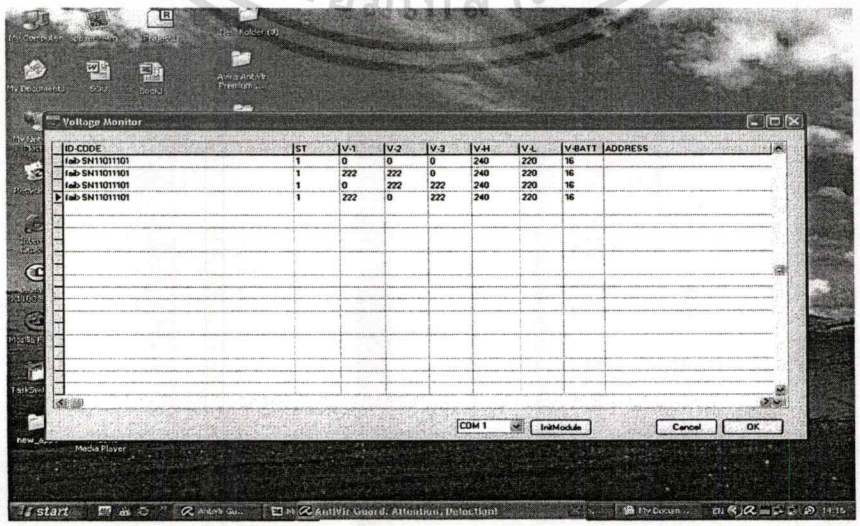


รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจวัดกับชุดแสดงผลส่วนกลางเฟส B



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจวัดกับชุดแสดงผลส่วนกลางเฟส C

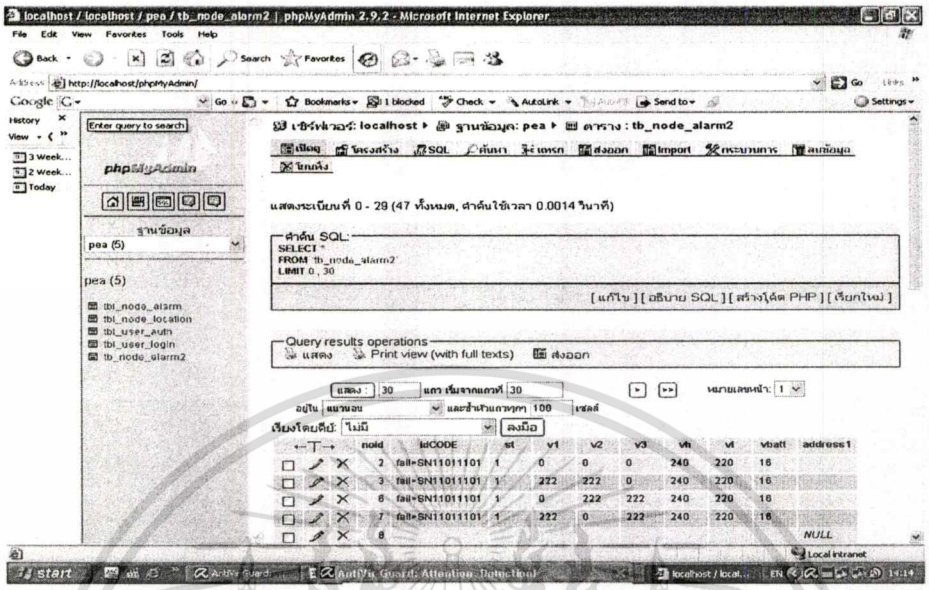
4.2.1 ผลการทดสอบการแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ส่วนกลาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

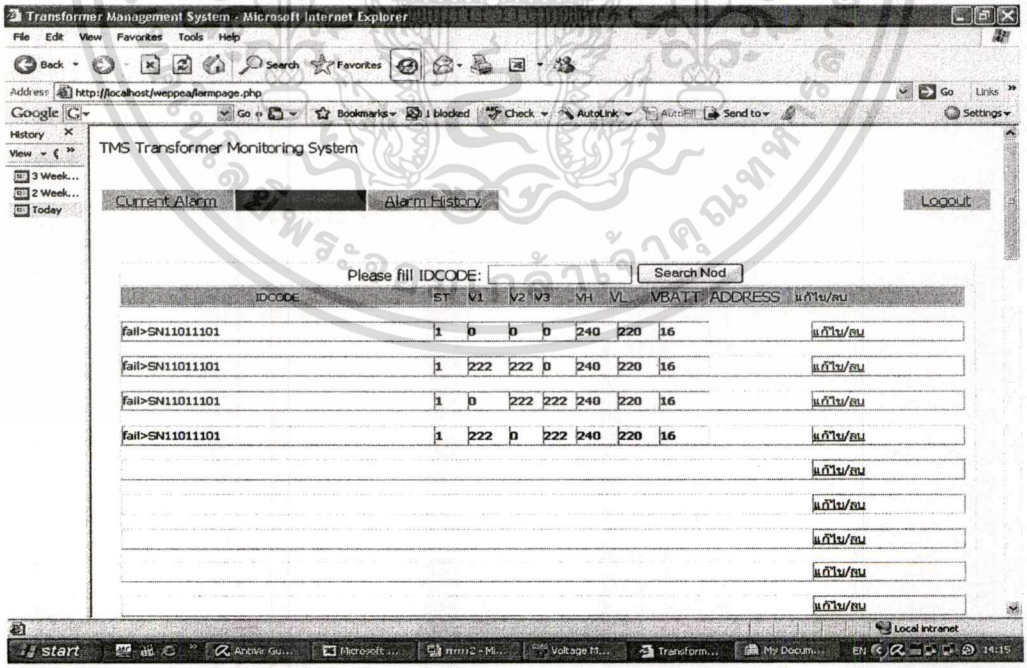
รูปที่ 4.11 การแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

ข้อมูลที่แสดงผลในคอมพิวเตอร์ส่วนกลางจะถูกส่งมาจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บสามารถเรียกดูได้ตามรูป 4.12



รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบการแสดงข้อมูล

ผลการทดสอบการแสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ตของระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคร่วมกับระบบจำหน่ายของไฟฟ้าส่วนภูมิภาค



รูปที่ 4.13 การแสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ตนั้นจะสามารถเข้ามาดูข้อมูลต่าง ๆ ผ่านโครงข่ายคอมพิวเตอร์ได้ ผลการทดสอบการแสดงผลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ของระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

รูปที่ 4.14 การแสดงผลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

จากผลการทดลองในตาราง 4.1 และ 4.2 รูปที่ 4.1 และ 4.2 สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

1. จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองโดยการปรับแรงดันให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้ากับการแสดงผลที่ส่วนกลาง โดยจำนวนชุดทดสอบ 46 ชุด จากผลการทดลองที่ได้แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด เท่ากับ 2.74 %

2. จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยจำนวนชุดทดสอบ 5 ชุดจากผลการทดสอบได้แสดงว่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 2.74 %

3. จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 และ 4.2 สามารถแสดงในรูปที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันชุดตรวจวัดกับชุดแสดงผลวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าส่วนกลาง ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับค่าระดับแรงดันของแหล่งจ่ายและแรงดันที่ชุดแสดงผลส่วนกลาง เป็นค่าที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับได้และสามารถใช้ร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าได้จริง แสดงให้เห็นระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

หมายเหตุ

1. หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 160 KVA 22 Kv / 400 / 230 v 50 Hz 2 วงจร
2. ที่แท็ปแรงดันระดับ 3
3. แรงดันด้านแรงต่ำของหม้อแปลง ณ เวลาที่ทดสอบ 228 โวลต์ ต่อเฟส
4. ทดสอบการจ่ายแรงดันโดยการปลด LT SW แรงต่ำและฟิวส์แรงสูง
5. ตั้งค่า VL และ VH ไว้ที่ VL = 220โวลต์ VH = 240 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาหม้อแปลงไฟฟ้าของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมาตรฐานการจ่ายระดับแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้าพร้อมทั้งปัญหาของในการแก้ไฟฟ้าขัดข้องของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ทำให้ผู้วิจัยได้ศึกษาและสร้างระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมาแก้ปัญหาของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการทดสอบโดยการปรับระดับแรงดันในค่าต่าง ๆ ให้กับชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าและทดสอบระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคร่วมกับ ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระบบจะทำการตรวจสอบระดับแรงดัน ที่มีแรงดันนอกเหนือจากแรงดันที่ตั้งค่าไว้ (VL – VH) แล้วจะทำการส่งข้อมูลไปที่ศูนย์ควบคุมและที่โทรศัพท์เคลื่อนที่

1. ทำการทดสอบ ชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติ และชุดแสดงผลเพื่อเปรียบเทียบกับระดับแรงดันก่อนเข้าชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติและแรงดันที่แสดงผลที่ชุดแสดงผลว่ามีความผิดพลาดไปกี่เปอร์เซนต์

2. ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทดสอบโดยการปรับระดับแรงดันให้กับระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จำนวน 46 ชุด ทดสอบและได้นำข้อมูลมาเปรียบเทียบระหว่างแรงดันเข้าชุดตรวจวัดระดับแรงดันผิดปกติกับชุดแสดงผลส่วนกลาง

3. ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทดสอบร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การเปลี่ยนค่าระดับแรงดันไฟฟ้าโดยการปลดสับฟิวส์แรงสูง และแรงต่ำของหม้อแปลงในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จำนวน 5 ชุด ซึ่งในการปลดสับฟิวส์แรงสูงและแรงต่ำจำลองเหตุการณ์ไฟฟ้าดับขึ้น

4. จากผลการทดสอบที่ได้นำเสนอ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สามารถนำไปติดตั้งร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพื่อช่วยในการตรวจวัดระดับแรงดันตก แรงดันเกินจากค่า แรงดันมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะทำการส่งข้อมูลไปโทรศัพท์เคลื่อนที่ของศูนย์ควบคุมการแก้ไขไฟฟ้าขัดข้อง ที่อยู่ใกล้กับจุดเกิดไฟฟ้าขัดข้องนั้น ซึ่งจะทำให้การแก้ไฟฟ้าขัดข้องได้สะดวกและรวดเร็ว

5. สิ่งที่ควรนำไปพัฒนาต่อไป คือ

1. ระบบตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคนี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า ที่สมบูรณ์นั้นควรจะมีอุปกรณ์ในการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ชุดตรวจวัดอุณหภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้า

2.2 ชุดตรวจวัดกระแสไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า

2.3 ชุดตรวจวัดแก๊ส ของหม้อแปลงไฟฟ้า

2.4 ชุดตรวจวัดระดับ เสียง ของหม้อแปลงไฟฟ้า

2.5 ชุดตรวจวัดไฟรั่วของหม้อแปลงไฟฟ้า

2.6 ชุดตรวจสอบล่อฟ้าแรงสูงและแรงต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] บุญเลิศ สื่อเฉย. การออกแบบและการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในระบบจำหน่าย. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร. ธันวาคม พ.ศ. 2548.

[2] กองฝึกอบรมการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หม้อแปลงไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร. 2522.

[3] กองฝึกอบรมการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระบบจำหน่ายไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร. 2527.

[4] กองฝึกอบรมการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การแก้ไขข้อขัดข้องในระบบจำหน่าย. กรุงเทพมหานคร. 2527.

[5] ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล. คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual C^{++} NET. พิมพ์ครั้งที่ 1 นนทบุรี : อินโฟเพรส. 2546.

[6] B.W McConnell "Increasing Distribution Transformer Efficiency : Potential for Energy Savings" IEEE Power Eng. Vol.18 , 1998. pp 8-10.

[7] ไสว ธานีพานิชสกุล. หม้อแปลงไฟฟ้า . กรุงเทพมหานคร. 2522

[8] พนิดา พาพานิชกุล. การโปรแกรมภาษาซี. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร ; บริษัท เคทีพี คอมแอนด์ คอนซัลท์จำกัด

[9] มนตรี สุวรรณกิงคาร , เทคโนโลยีไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2537

[10] โตศักดิ์ ทัศนานุตริยะ การผลิต การส่ง และจ่ายไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร ; บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

[11] ศุลี บรรจงจิตร หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง. กรุงเทพมหานคร ; บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน)

[12] การเชื่อมต่อระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้ากับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ Truemove.

[13] ขั้นตอนการเชื่อมต่อกับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ Truemove.

[14] คู่มือการใช้งาน CT-GSM Sim 800 CZV 1.0. กรุงเทพมหานคร. บริษัท อีทีที จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ผลงานวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0513.10801/ 2429

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
ตู้ ป.ณ. 1032 ไปรษณีย์เกษตรศาสตร์
กรุงเทพมหานคร 10903

17 มิถุนายน 2551

เรื่อง ตอบรับบทความวิจัย

เรียน นายทรงกช ศรีประสาร

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัยเรื่อง "ระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค" มาเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารวิศวกรรมสาร มก. ดังรายละเอียดที่ทราบแล้วนั้น

ฝ่ายบรรณาธิการวารสารวิศวกรรมสาร มก.ได้พิจารณาแล้ว เห็นสมควร รับตีพิมพ์บทความวิจัยของท่านลงในวิศวกรรมสาร มก. ปีที่ 22 ฉบับที่ 66 ประจำเดือน ธันวาคม 2551 - มีนาคม 2552 ทั้งนี้เมื่อวารสารแล้วเสร็จ คณะฯ จะได้แจ้งให้ท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา
บรรณาธิการวิศวกรรมสาร มก.

คณะวิศวกรรมศาสตร์
โทร. 0-942-8555 ต่อ 1126
โทรสาร 0-2579-2775

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

Transformer monitoring system for The Provincial Electricity Authority.

นายทรงกช ศรีประสาร*
Mr.Songot Sipasan
รศ.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์**
Assoc.Prof.Monthon Leelachindakaileak

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอ เครื่องตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า ในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งใช้หลักการทำงานของเครื่องตรวจจับและส่งผ่านข้อมูลต่าง ๆ เช่น แรงดันไฟฟ้าตก แรงดันไฟฟ้าเกิน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้หม้อแปลงไฟฟ้า ไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ตามปกติ เครื่องตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะทำให้การส่งผ่านข้อมูลต่าง ๆ ผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นแบบ SMS ไปที่โทรศัพท์เคลื่อนที่แล้วส่งข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมทำการประมวลผล พร้อมทั้งจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ที่ศูนย์ควบคุมและศูนย์ควบคุมจะสั่งการไปที่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการใกล้กับจุดที่เกิดปัญหา ทำให้การจัดการแก้ปัญหากระแสไฟฟ้าขัดข้องได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ทำให้การจ่ายกระแสไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและมีความมั่นคงมากขึ้น

Abstract

This study is to propose a transformer Monitoring system in the electricity distribution system for the Provincial Electricity Authority using inspector principle and data transmission such as under voltage and over voltage which is often the cause for malfunction of transformer. The Monitoring system will transmit data via mobile telephone network SMS to signal receiver and transfer to central computer for preceding as well as store data at monitoring center. The monitoring center will then send the command to the nearest staff which facilitate and speeding the electricity cut problem solution therefore increasing of electricity distribution efficiency and stability.

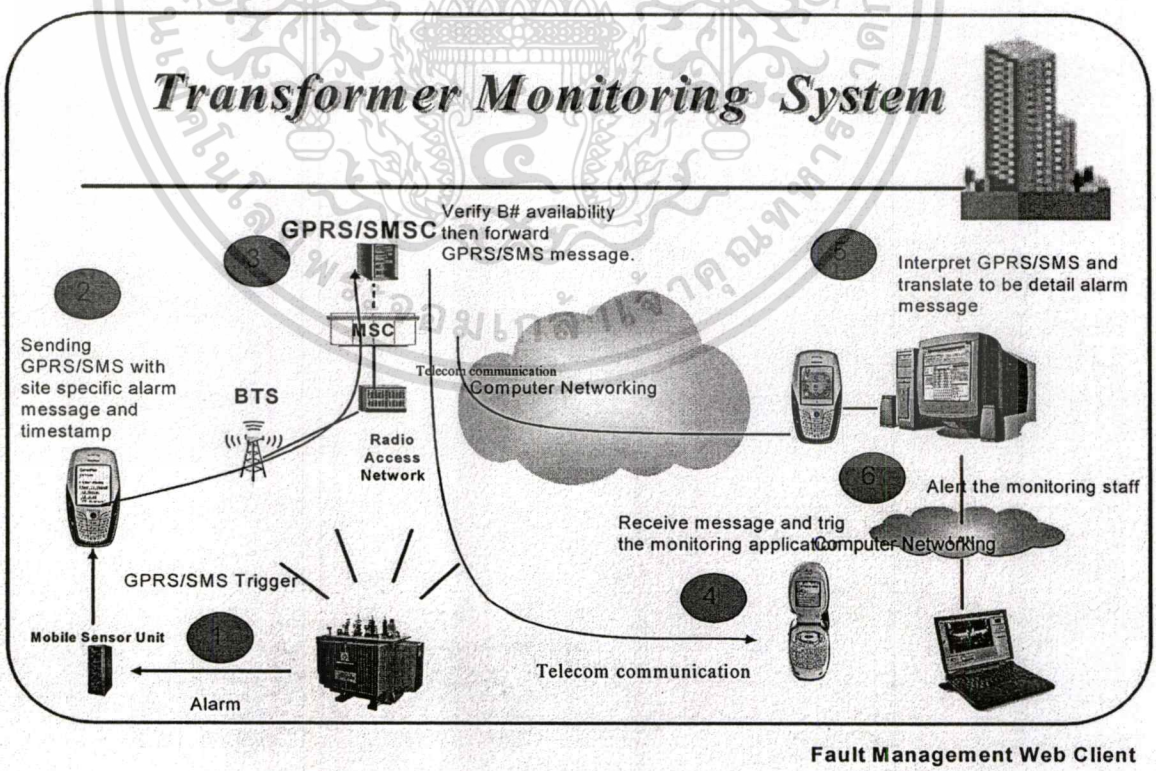
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

* นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
** อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

1. บทนำ

อุปกรณ์หลักที่ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ก็คือ หม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่สั่งผ่านพลังงานไฟฟ้า โดยการแปลงระดับแรงดันขึ้นหรือลงในระดับต่าง ๆ เพื่อความเหมาะสมต่อระบบส่งจ่ายให้กับผู้บริโภคตามบ้านเรือนหรือโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีหม้อแปลงไฟฟ้า เป็นจำนวนมากกระจายอยู่ตามหมู่บ้านต่าง ๆ ของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าทำหน้าที่ปรับระดับแรงดันลงมาจากระดับแรงดัน 22,000 โวล์ เป็น 400/230 โวล์ เพื่อที่จะจ่ายให้กับผู้ใช้ไฟ แต่เมื่อหม้อแปลงไฟฟ้าไม่สามารถปรับระดับแรงดันได้ตามที่กำหนดจะทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์และไฟฟ้าดับ ซึ่งเป็นผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้า ดังนั้น บทความฉบับนี้ได้เสนอระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะทำหน้าที่ตรวจจับความผิดปกติของแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีระดับแรงดันผิดเพี้ยนไปจากแรงดันมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แล้วชุดตรวจจับแรงดันผิดปกติแจ้งเตือนระดับแรงดันที่ผิดปกติไปที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้แก้ไขไฟฟ้าและศูนย์แก้ไฟฟ้าขัดข้องพร้อมทั้งจัดเก็บข้อมูล ซึ่งจะทำให้การแก้ไขไฟฟ้าขัดข้องได้สะดวกรวดเร็ว

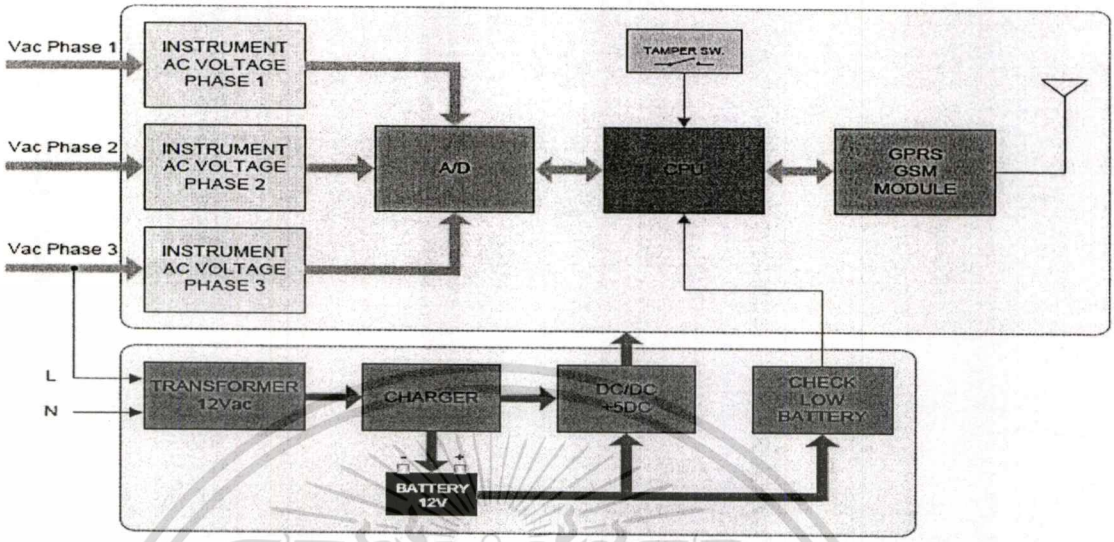
2. หลักการทำงาน



รูปที่ 1 ขั้นตอนทำงานของระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

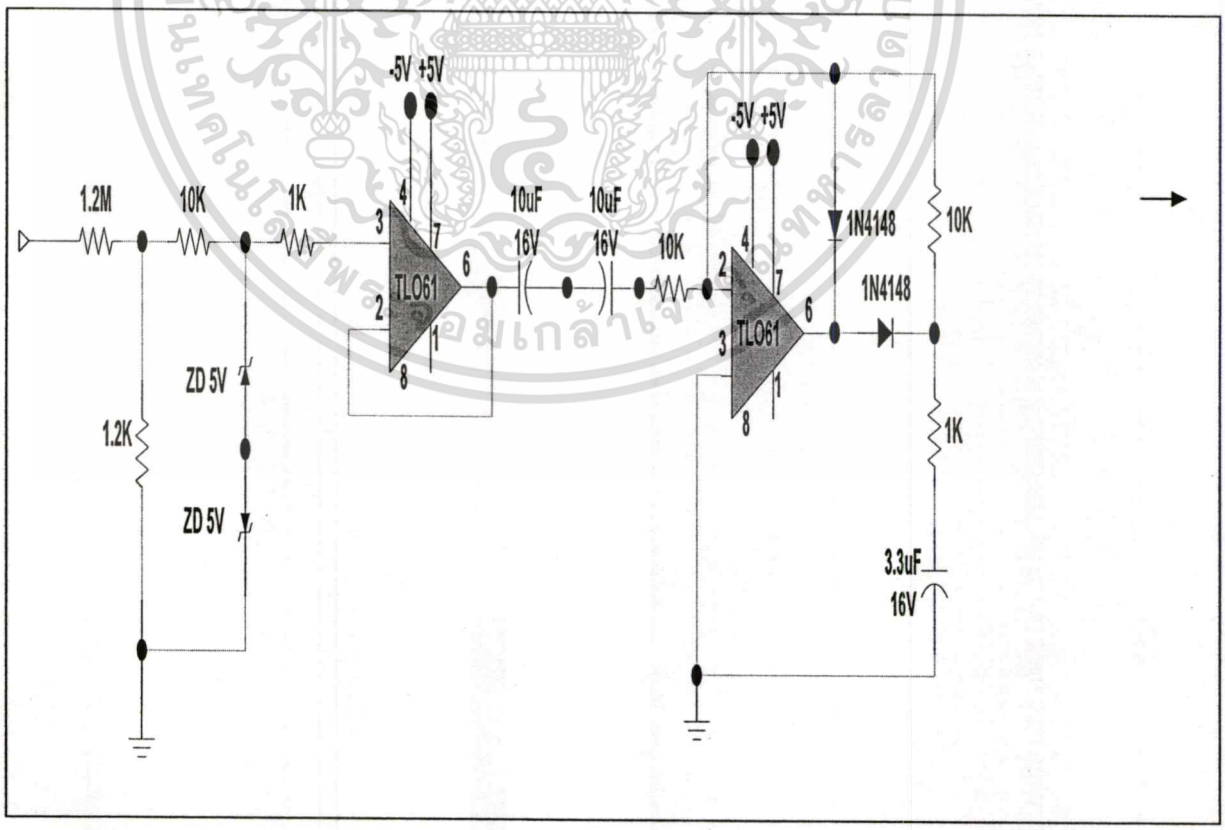
2.1 หลักการทำงานชุดตรวจจับและส่งข้อมูล



รูปที่ 2 ขั้นตอนทำงานของชุดตรวจจับและส่งข้อมูล

2.2 หลักการทำงานของชุดวัดระดับแรงดันของแต่ละเฟส

ชุดวัดระดับแรงดันกระทำการวัดแรงดันแต่ละเฟสทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลง เพื่อส่งต่อชุดประมวลผลส่วนกลาง

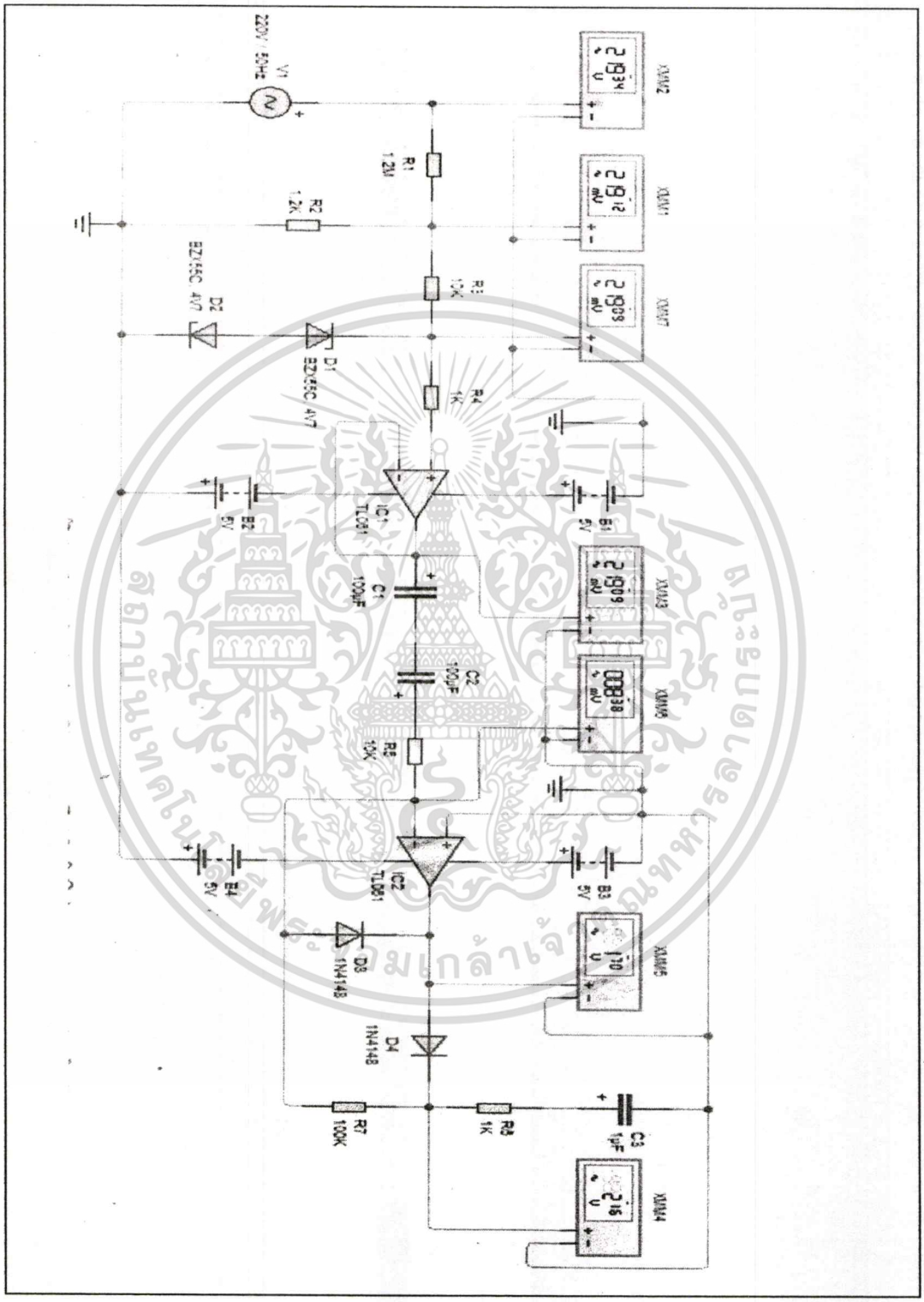


รูปที่ 3 วงจรของชุดวัดแรงดันไฟฟ้าของแต่ละเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

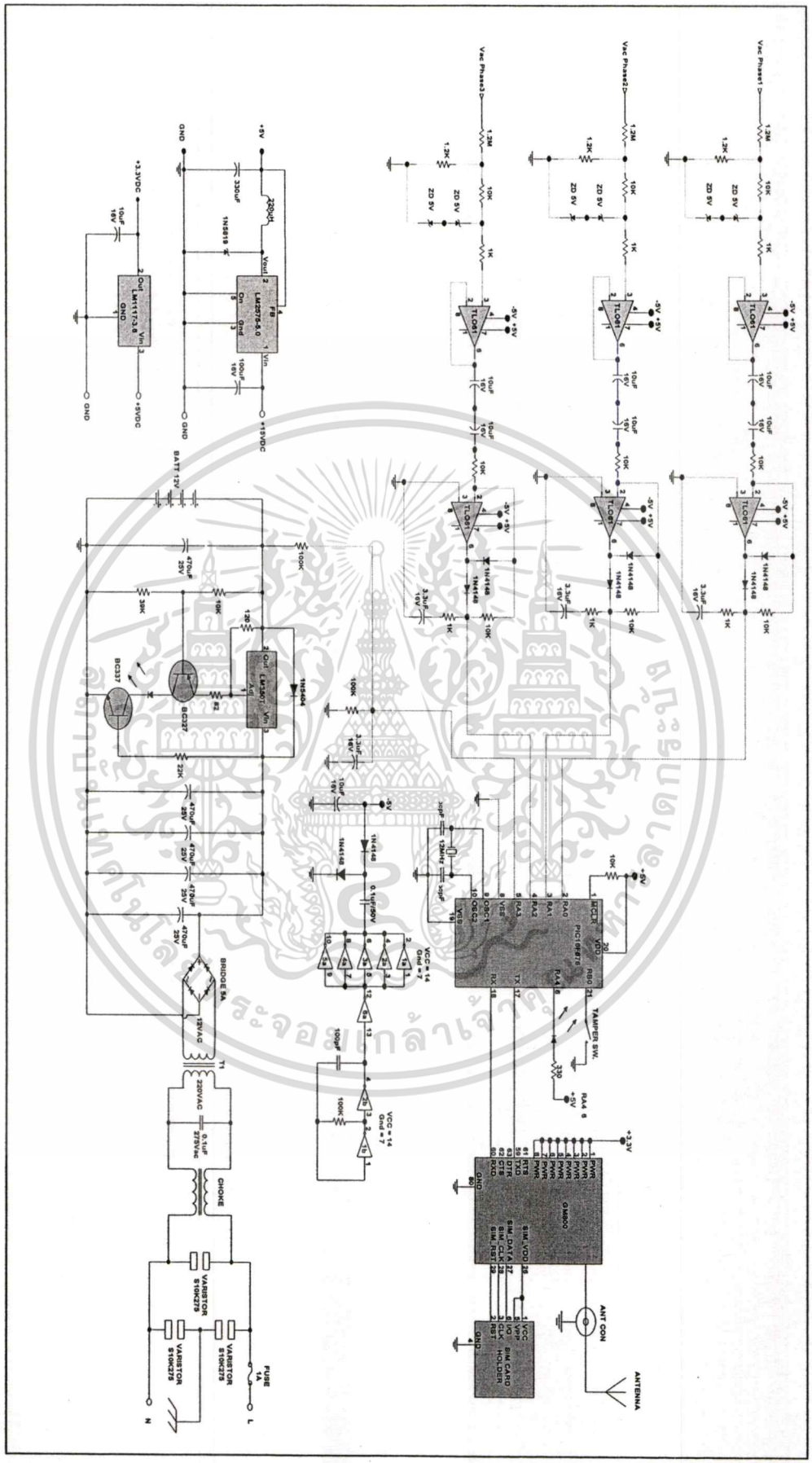
การวัดระดับแรงดันในชุดวัด

โดยมีแหล่งจ่าย 220 โวล์ ด้านออกจากชุดวัดมีแรงดัน 2.16 โวล์



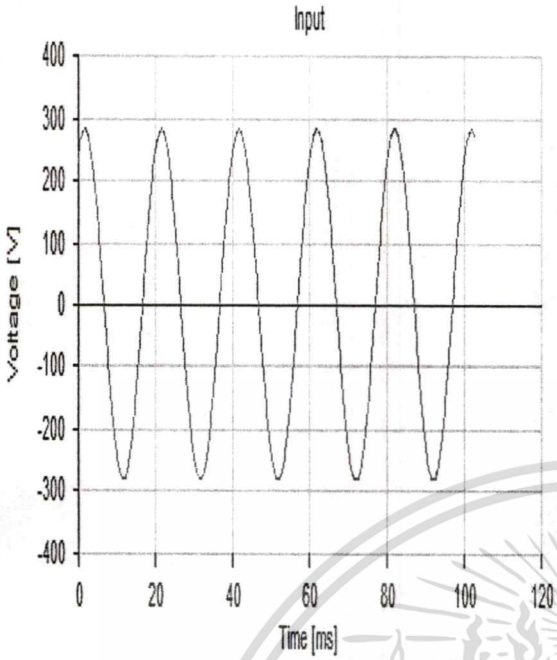
รูปที่ 4 การวัดแรงดันในชุดวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



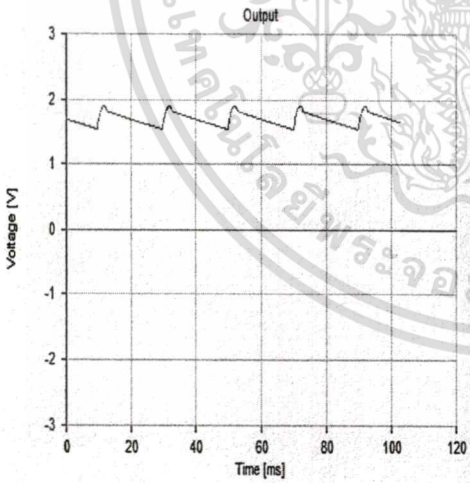
รูปที่ 2.28 วงจรชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Input

รูปที่ 6 สัญญาณแรงดันเข้าชุดวัด



รูปที่ 7 สัญญาณแรงดันที่ออกจากชุดวัด

ขั้นตอนการทำงานของชุดตรวจจับ

หม้อแปลงไฟฟ้า

↓

วัดระดับแรงดันจากหม้อแปลงไฟฟ้ามาที่ชุดวัด

↓

ลดระดับแรงดันลงโดยใช้หลักการโวลต์เอาสดีโวเตอร์จะมีแรงดันมิลิโวล์ คือ R_1 และ R_2 R_3 ลดระดับแรงดันลงอีก

↓

ใช้ซิเนอร์ไดโอด D_1 และ D_2 เป็นตัวกำจัดแรงดันไม่ให้เกิน 5 โวล์เข้าที่ IC_1 และมี R_4 ทำหน้าที่ในการลดระดับแรงดันลงอีก

↓

IC_1 จะรับแรงดันที่ขาบวกทำหน้าที่ส่งผ่านแรงดันมีอัตราการขยาย 1 เท่า

↓

C_1 และ C_2 ช่วยรักษาระดับของแรงดันให้คงที่ R_5 ปรับระดับแรงดันลงมาจากมิลิโวล์ให้เป็น ไมโครโวลต์ก่อนที่จะเข้า IC_2

↓

IC2 จะทำการขยายแรงดันขึ้นเป็น 100 เท่าของแรงดันที่รับเข้ามาด้านขาลบการต่อไฟเข้าที่ขาลบเป็นกลับ

↓

ไดโอด D_3 และ D_4 เป็นตัวกำจัดสัญญาณจาก Sinweve เป็น hafrel คือรับแต่สัญญาณด้านบวก

↓

C_3 ซ้ายในชาร์ดและดีสชาร์ชให้กับระดับแรงดันที่ได้แรงดันออกมาเป็น AC ไม่เกิน 5 โวล์ เพื่อที่จะเข้าไปแปลงแรงดันจาก AC – DC ใน PIC18F1876 ที่มี A/D ในตัว

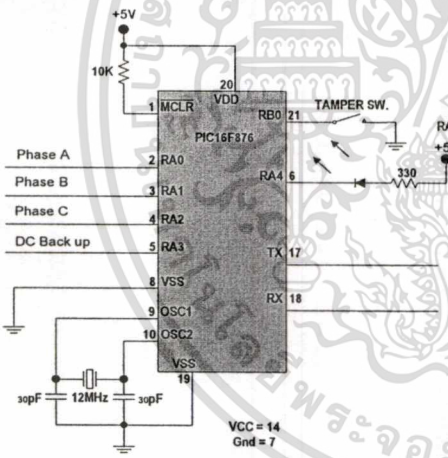
↓

ชุดประมวลผลส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ชุดประมวลผลและควบคุมของชุดส่ง

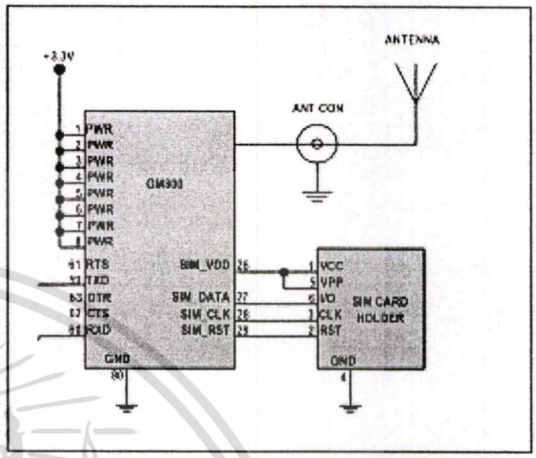
ชุดประมวลผลและควบคุมของระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าให้นี้ใช้ คอนโทนเลอร์ของ PIC 18 F 876 เป็นชุดควบคุมและประมวลผล ชุดประมวลผลจะรับข้อมูลจากชุดวัดระดับแรงดันมาทำการแปลงค่าระดับแรงดันจากชุดวัดให้มีระดับแรงดันเป็น100 เท่าของระดับแรงดันที่วัดได้จากชุดวัดโดยใช้โปรแกรมแล้วนำระดับแรงดันที่แปลงค่าได้ไปเปรียบเทียบกับระดับแรงดันค่าที่ตั้งค่าไว้ ถ้าระดับแรงดันไม่อยู่ในช่วงแรงดันที่ตั้งค่าไว้ ชุดควบคุมจะทำการส่งข้อมูลไปที่ชุดส่งในชุดส่งนี้ใช้ CSM Module ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูล



รูปที่ 8 ชุดประมวลผลส่วนกลาง

2.4 ชุดส่งข้อมูลของ GSM Module

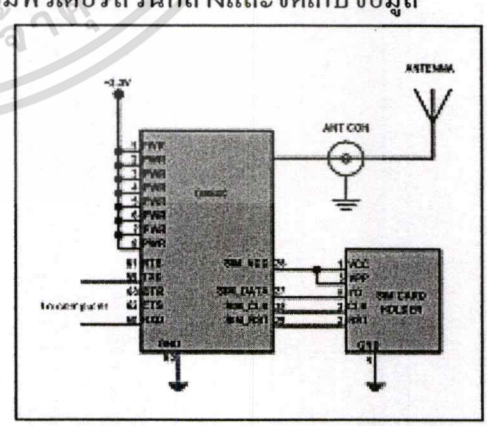
ชุดส่งข้อมูลของ GSM Module จะมีเบอร์ซิมการ์ดโทรศัพท์เคลื่อนที่จะกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนเป็นข้อความ SMS ไปที่ชุดรับข้อมูลและส่งข้อมูล SMS ไปที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้แก้ไขไฟฟ้าขัดข้องที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งเกิดความผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าทำให้การแก้ไขไฟฟ้าขัดข้องได้สะดวกรวดเร็ว



รูปที่ 9 ชุดส่งข้อมูล GSM Module

2.5 ชุดรับข้อมูล

ชุดรับข้อมูลจะใช้ชุด GSM Module เป็นชุดรับข้อมูลในซิมการ์ดของชุดรับจะมีหมายเลขซิมการ์ดของชุดรับและทำการตั้งค่าไว้ในชุดส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับหม้อแปลงที่มีระดับแรงดันผิดปกติ ที่ทำการตั้งค่าไว้แล้วนำข้อมูลไปแสดงที่คอมพิวเตอร์ส่วนกลางและจัดเก็บข้อมูล



รูปที่ 10 ชุดรับข้อมูลจากชุดส่งข้อมูลเพื่อที่จะไปแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ชุดแหล่งจ่ายไฟ

ชุดแหล่งจ่ายทำหน้าที่ในการจ่ายไฟให้กลับอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งจะรับไฟมาจากหม้อแปลงไฟฟ้าตัวที่ทำการติดตั้ง อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าอยู่ มาทำการประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ เพื่อที่จะจ่ายเข้ากับอุปกรณ์ตรวจจับความผิดปกติ

2.7 ชุดแสดงผลส่วนกลาง

ชุดรับข้อมูลจะทำการส่งข้อมูลผ่านทางพอรต์ RS 232 เข้าไปที่คอมพิวเตอร์ส่วนกลางทำการแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ว่ามีระดับแรงดันแต่ละเฟสสถานะ แรงดันของตรวจจับความผิดปกติ และตำแหน่งของหม้อแปลงไฟฟ้าที่แรงดันผิดปกติพร้อมทั้งบันทึกจัดเก็บข้อมูลไว้ที่ฐานข้อมูลส่วนกลาง

2.8 ฐานข้อมูล

ในฐานข้อมูล รับข้อมูลจากชุดแสดงผลมาทำการจัดเก็บข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ ไว้ในฐานข้อมูล

2.9 การแสดงผลผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต

การเชื่อมต่อโดยผ่านทางอินเทอร์เน็ตจะรับข้อมูลต่างๆ จากฐานข้อมูลเพื่อที่แสดงผลระหว่างศูนย์ควบคุมกับสำนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสามารถตรวจสอบระดับแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าได้ตลอดเวลา

3. การทดสอบ

3.1 การตั้งค่าของระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า

1. กำหนดหมายเลขของเครื่องส่งข้อมูล

1. หมายเลขของซิมการ์ดของ GSM Model ของเครื่องส่งเป็นหมายเลขเครื่องส่งข้อมูล

2. กำหนดตำแหน่งของชุดตรวจวัดแรงดันผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า

การตั้งค่าของตำแหน่งของชุดตรวจจับแรงดันผิดปกติโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่

1. พิมพ์คำว่า SN = (ตำแหน่งในการตั้งค่า 9 หลัก) แล้วส่งข้อความไปที่หมายเลขซิมการ์ดของชุดส่ง

1	=	เขตในภาคใน	(9 เขต)
2	=	จังหวัดในเขต	(9 จังหวัด)
3	=	อำเภอในจังหวัด	(99 จังหวัด)
4	=	ตำบลในอำเภอ	(9 ตำบล)
5	=	หมู่บ้านในตำบล	(99 หมู่บ้าน)
6	=	ตำแหน่งของชุดตรวจจับ	(99 ตำแหน่ง)

เช่น SN 210110101 หมายถึง

เขต 2

จังหวัดที่ 1 อำเภอที่ 1 ตำบล 1

หมู่บ้านที่ 1 ตำแหน่งที่

3. การกำหนดหมายเลขซิมการ์ดของชุดรับข้อมูลเป็น SMS จากชุดส่งข้อมูลโดยโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การตั้งค่าโดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ พิมพ์ข้อความที่จะให้ส่งข้อมูล SMS ไปที่ชุดรับข้อมูล แล้วทำการส่งข้อความไปที่หมายเลขซิมการ์ดของชุดส่ง

P_1 = (หมายเลขของซิมการ์ดของ GSM Module ของชุดรับข้อมูล SMS เพื่อที่แสดงผลหน้าจอ)

P_2 = (หมายเลขของซิมการ์ดโทรศัพท์ที่เคลื่อนที่ที่จะให้ชุดส่งข้อมูลไปแสดงผลที่เจ้าหน้าที่ทำการแก้ไฟฟ้าขัดข้อง)

P_3 = (หมายเลขของโทรศัพท์เคลื่อนที่จะให้ชุดส่งข้อมูลไปแสดงผล)

4. การตั้งค่าช่วงระดับแรงดันไฟฟ้าที่จะให้ชุดตรวจจับโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่

1. ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่พิมพ์คำว่า VL = (แรงดันไฟฟ้าที่ตั้งค่าในช่วงแรงต่ำ) แสงทำการสั่ง SMS ไปที่เครื่องตรวจจับและส่งข้อมูล

2. ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่พิมพ์คำว่า VH = (แรงดันไฟฟ้าที่ตั้งค่าในช่วงแรงดันสูง) แสงทำการส่ง SMS ไปที่เครื่องตรวจจับและส่งข้อมูล

5. การตรวจวัดระดับแรงดันไฟฟ้าที่ทำติดตั้งชุดตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่

1. ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ พิมพ์คำว่า GN (หมายเลขของซิมการ์ดของ GSM Module ของเครื่องส่ง)

2. ชุดตรวจจับจะทำการวัดแรงดันไฟฟ้าและส่ง SMS มาที่เครื่องรับและเบอร์โทรของซิมการ์ดที่ทำการตั้งค่าไว้ คือ P_1 P_2 และ P_3

6. การตรวจเช็คสถานะของชุดตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า

1. ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ พิมพ์คำว่า GN = (หมายเลขของเครื่องส่ง)

2. ชุดตรวจจับและชุดส่งข้อมูลจะทำการส่งข้อมูลมาที่ชุดรับข้อมูล คือ P_1 P_2 และ P_3 ดังนี้

VL = บอกระดับแรงดันในช่วงค่าต่ำของช่างระดับแรงดัน

VH = บอกระดับแรงดันในช่วงค่าสูงของช่างระดับแรงดัน

VB = แรงดันของแบตเตอรีของชุดตรวจจับและส่ง ข้อมูล

ST = บอกสถานะของชุดตรวจจับและส่งข้อมูล คือ

ST = 1 ชุดตรวจจับและส่งข้อมูลทำงาน

ST = 0 ชุดตรวจจับและส่งข้อมูลไม่ทำงาน

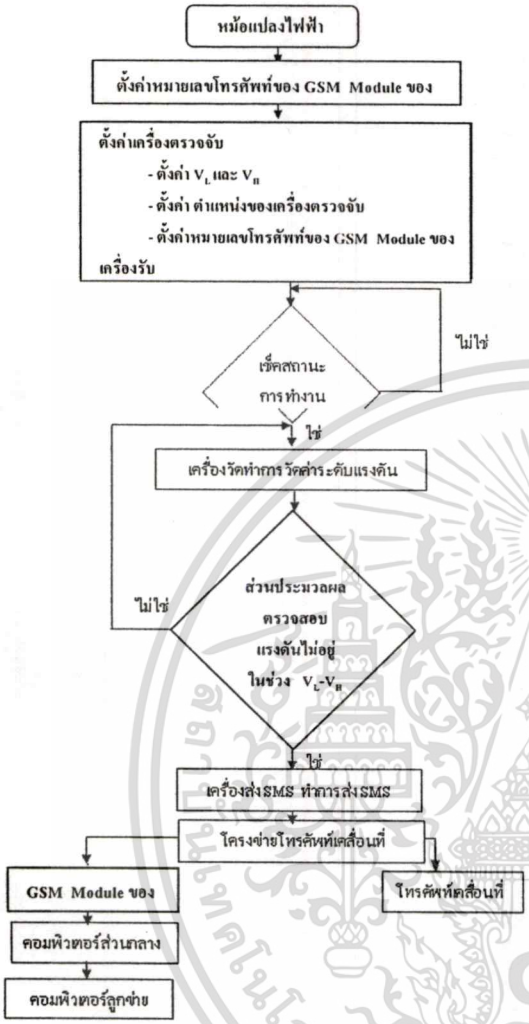
7. การสั่งให้ชุดตรวจจับหยุดทำงานโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่ พิมพ์คำว่า ST = 0 ตามด้วย แล้วส่งข้อความไปที่ชุดตรวจจับโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่

8. การส่งให้ชุดตรวจจับและส่งข้อมูลให้ทำงานใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ พิมพ์ว่า ST = 1 แล้วส่งข้อความไปที่หมายเลขซิมการ์ดชุดตรวจจับด้วยโทรศัพท์มือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงาน

ระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า



3.2 ทดสอบระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคโดยการปรับระดับแรงดันไฟฟ้า

<u>ขั้นตอน</u>

1. ติดตั้งชุดตรวจจับและส่งข้อมูลให้พร้อมที่ทำงาน

2. เชื่อมต่อชุดตรวจจับและส่งข้อมูลเข้าแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแต่ละเฟส

3. ติดเครื่องวัดระดับแรงดันแต่ละเฟสของแหล่งจ่าย

4. ทำการตั้งค่าตามขั้นตอนการตั้งค่าของชุดตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

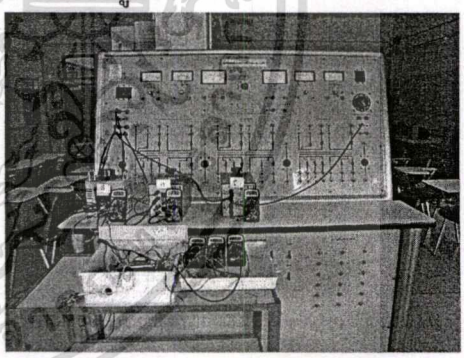
5. เตรียมชุดเครื่องรับข้อมูล SMS ให้พร้อมในการทำงาน

6. เช็คค่าชุดแสดงผลให้พร้อมในการทำงาน

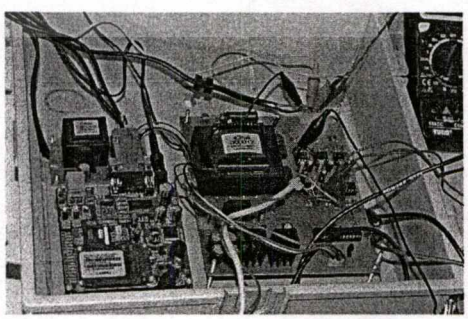
7. เช็คค่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการรับส่งข้อมูลให้พร้อมที่จะทำงาน

8. เช็คค่าคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่แสดงผลผ่านทางอินเตอร์เน็ตให้พร้อมที่จะทำงาน

9. บันทึก – ระดับแรงดันแต่ละเฟสของแหล่งจ่ายกับชุดแสดงผล คือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ชุดแสดงผลส่วนกลางและคอมพิวเตอร์ลูกข่าย

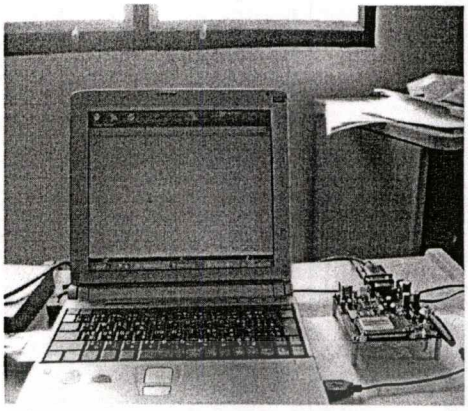


รูปที่ 11 การทดสอบชุดตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า



รูปที่ 12 ชุดตรวจจับความผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 ชุดรับข้อมูลและแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

3.3 การทดสอบระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ขั้นตอน

1. ติดตั้งชุดตรวจจับและส่งข้อมูลให้พร้อมที่จะทำงาน

2. เชื่อมต่อชุดตรวจจับและชุดส่งข้อมูลเข้ากับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยทำการติดตั้งทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า ตารางที่ ฟิวส์แรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า

3. ติดอุปกรณ์วัดระดับแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้า แต่ละเฟสของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ทดสอบ

4. ทำการตั้งค่าตามขั้นตอนการตั้งค่าของชุดตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

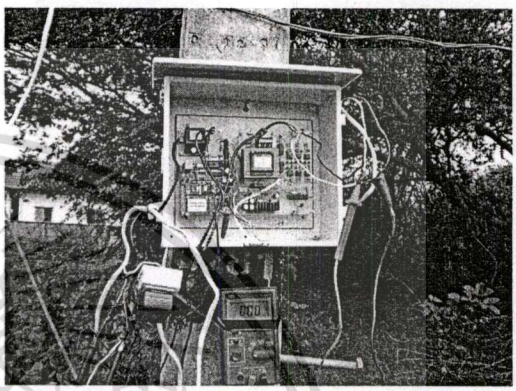
5. เช็คค่าชุดเครื่องรับข้อมูล SMS

6. เช็คค่าชุดแสดงผล

7. เช็คค่าของโทรศัพท์เคลื่อนที่

8. เช็คค่าคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่แสดงผลผ่านทางอินเตอร์เน็ต

9. บันทึก – ระดับแรงดันไฟฟ้าแต่ละเฟสของหม้อแปลงไฟฟ้ากับชุดแสดงผล คือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ชุดแสดงผลส่วนกลาง และคอมพิวเตอร์ลูกข่าย



รูปที่ 14 การทดสอบชุดตรวจจับกับหม้อแปลงของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า

4. ผลการทดลอง

บทนี้เป็นการนำเสนอผลการทดลอง ซึ่งได้จากการทดสอบโดยการปรับระดับแรงดันในค่าต่างๆ ให้กับชุดตรวจจับและการทดสอบกับหม้อแปลงของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยกำหนดช่วงระดับแรงดัน คือ 220 – 240 โวล์ ชุดตรวจจับจะทำการตรวจจับระดับแรงดันว่าเฟสไหนมีแรงดันนอกจากช่วงระดับแรงดันที่ตั้งค่าไว้ ชุดตรวจจับจะส่งข้อมูลไปที่ชุดแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการทดสอบโดยการปรับระดับแรงดันให้กับชุดตรวจจับ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบโดยการปรับระดับแรงดันให้กับชุดตรวจจับ

ชุดที่	แรงดันก่อนเข้าชุดรับตรวจจับ					แรงดันที่ชุดแสดงผล					ความผิดพลาด		
	ST	VB	เฟส A	เฟส B	เฟส C	ST	VB	เฟส A	เฟส B	เฟส C	เฟส A	เฟส B	เฟส C
1	1	16	0	0	0	1	16	0	0	0	0	0	0
2	1	16	150	150	150	1	16	144	144	144	6	6	6
3	1	16	155	0	155	1	16	149	0	149	6	0	6
4	1	16	160	160	160	1	16	154	154	154	6	6	6
5	1	16	165	165	0	1	16	159	159	0	6	6	0
6	1	16	0	0	175	1	16	0	0	169	0	0	6
7	1	16	180	0	0	1	16	174	0	0	6	0	0
8	1	16	185	185	185	1	16	179	179	179	6	6	6
9	1	16	190	190	190	1	16	184	184	184	6	6	6
10	1	16	195	195	195	1	16	189	189	189	6	6	6
11	1	16	200	200	200	1	16	194	194	194	6	6	6
12	1	16	205	205	205	1	16	199	199	199	6	6	6
13	1	16	210	210	205	1	16	204	204	199	6	6	6
14	1	16	213	213	210	1	16	207	207	204	6	6	6
15	1	16	216	216	13	1	16	210	210	7	6	6	6
16	1	16	219	219	216	1	16	213	213	210	6	6	6
17	1	16	227	227	227								
18	1	16	228	228	228								
19	1	16	228	228	227								
20	1	16	231	231	228								
21	1	16	234	234	231								
22	1	16	237	237	234								
23	1	16	235	235	240								

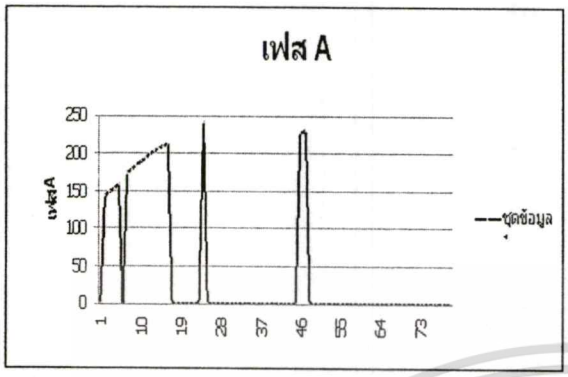
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1 แสดงผลการทดสอบ (ต่อ)

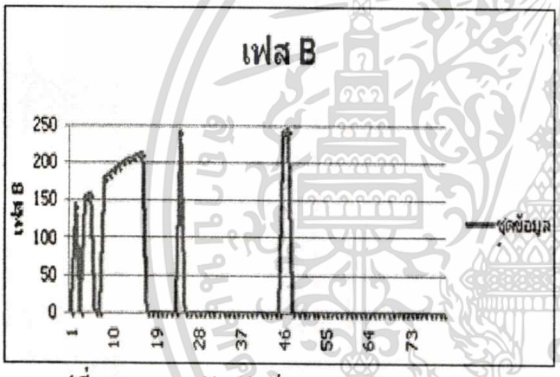
ชุดที่	แรงดันก่อนเข้าชุดรับตรวจจับ					แรงดันที่ชุดแสดงผล					ความผิดพลาด		
	ST	VB	เฟส A	เฟส B	เฟส C	ST	VB	เฟส A	เฟส B	เฟส C	เฟส A	เฟส B	เฟส C
24	1	16	248	248	248	1	16	242	242	242	6	6	6
25	1	16	223	237	224								
26	1	16	226	233	227								
27	1	16	229	236	230								
28	1	16	232	225	233								
29	1	16	235	228	236								
30	1	16	238	231	239								
31	1	16	226	234	232								
32	1	16	229	237	235								
33	1	16	232	231	234								
34	1	16	235	234	237								
35	1	16	238	237	231								
36	1	16	231	235	230								
37	1	16	234	238	233								
38	1	16	237	230	236								
39	1	16	234	233	239								
40	1	16	237	236	223								
41	1	16	240	239	226								
42	1	16	222	236	230								
43	1	16	225	239	233								
44	1	16	228	235	236								
45	1	16	231	238	239								
46	1	16	234	241	250	1	16	228	235	244	6	6	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

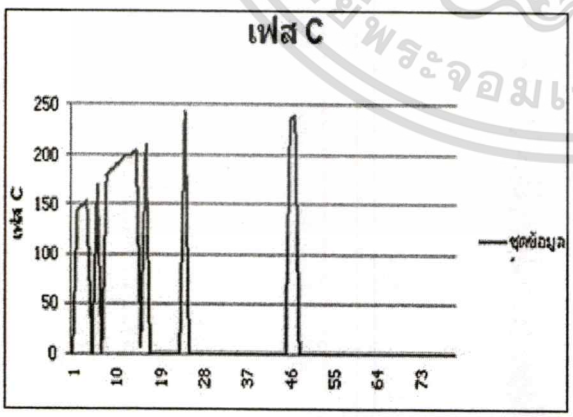
การแสดงผลของระบบตรวจจับหม้อแปลงไฟฟ้าโดยการปรับระดับแรงดัน



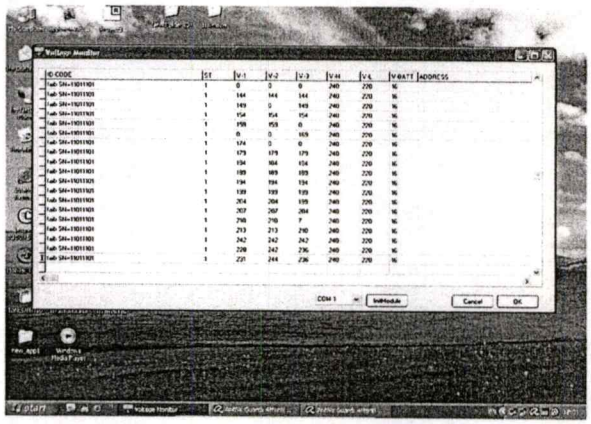
รูปที่ 15 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจจับกับชุดแสดงผล



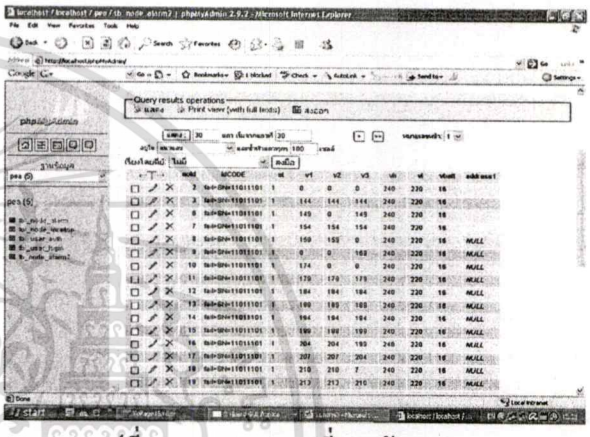
รูปที่ 16 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจจับกับชุดแสดงผล



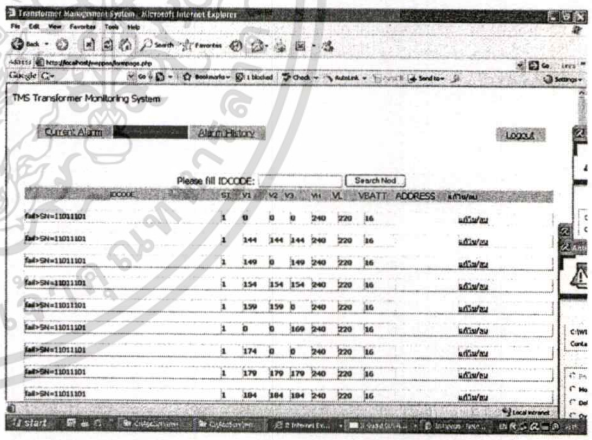
รูปที่ 17 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจจับกับชุดแสดงผล



รูปที่ 18 การแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์



รูปที่ 19 การแสดงผลที่ฐานข้อมูล



รูปที่ 20 การแสดงผลผ่านทางอินเตอร์เน็ต

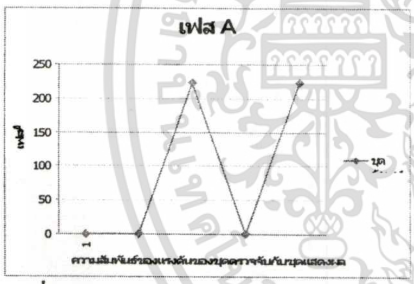
รูปที่ 21 การแสดงผลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

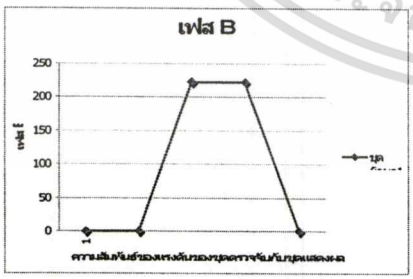
4.2 ผลการทดสอบระบบตรวจจับร่วมกับระบบจำหน่ายของหม้อแปลงไฟฟ้า

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบตรวจจับร่วมกับระบบจำหน่ายของหม้อแปลงไฟฟ้า

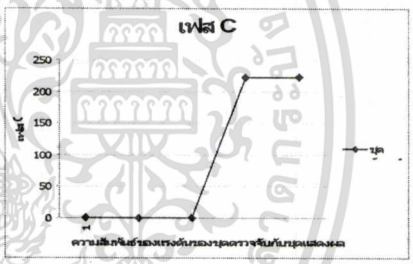
ชุดที่	แรงดันก่อนเข้าชุดรับตรวจจับ					แรงดันที่ชุดแสดงผลส่วนกลาง					ค่าความผิดพลาดของแรงดันไฟฟ้า		
	ST	VB	เฟส A	เฟส B	เฟส C	ST	VB	เฟส A	เฟส B	เฟส C	เฟส A	เฟส B	เฟส C
1	1	16	0	0	0	1	16	0	0	0	0	0	0
2	1	16	228	228	228								
3	1	16	228	228	0	1	16	222	222	0	6	6	0
4	1	16	0	228	228	1	16	0	222	222	0	6	6
5	1	16	228	0	228	1	16	222	0	222	6	0	6



รูปที่ 22 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจจับกับชุดแสดงผล



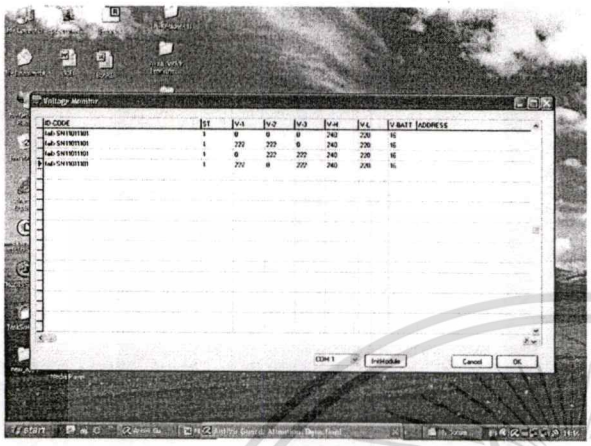
รูปที่ 23 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจจับกับชุดแสดงผล



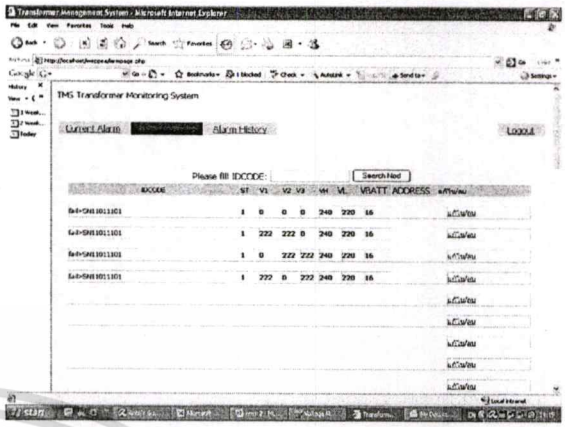
รูปที่ 24 ความสัมพันธ์ของแรงดันของชุดตรวจจับกับชุดแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

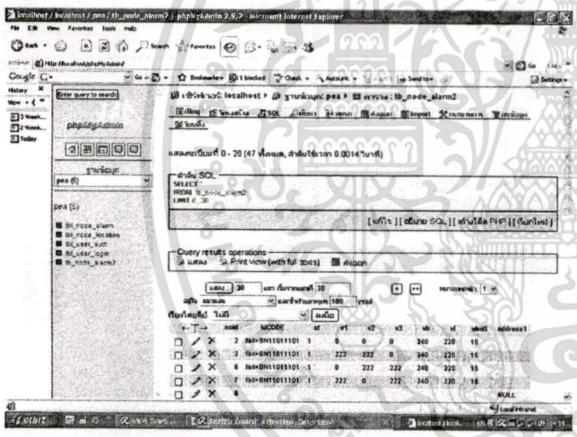
2. ผลการทดสอบกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค



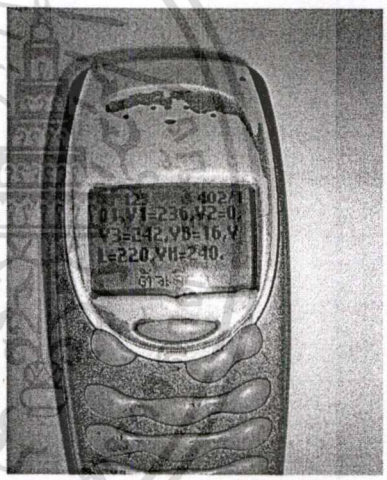
รูปที่ 25 การแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์



รูปที่ 27 การแสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ต



รูปที่ 26 ผลการทดสอบที่ฐานข้อมูล



รูปที่ 28 การแสดงผลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในตาราง 4.1 และ 4.2 รูปที่ 4.1 และ 4.2 สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

1. จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการทำการทดลอง ระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยจำนวนชุดทดสอบ 46 ชุด จากผลการทดลองที่ได้แสดงค่าความผิดพลาด ของแรงดันไฟฟ้า 2.74 %

2. จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกับหม้อแปลงไฟฟ้าของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยจำนวนชุดทดสอบ 5 ชุด จากผลการทดลองที่ได้แสดงค่าความผิดพลาดของแรงดันไฟฟ้า 2.74 %

3. จากผลการทดลอง สามารถแสดงเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันชุดตรวจจับกับชุดแสดงผลค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับค่าระดับแรงดันของแหล่งจ่ายและแรงดันที่ชุดแสดงผล แสดงให้เห็นประสิทธิ์ภาพของระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้เป็นอย่างดี

หมายเหตุ

1. หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 160 KVA 22 Kv / 400 / 240 v 50 Hz 2 วงจร

2. ที่แท็ปแรงดันระดับ 3

3. แรงดันต้านแรงต่ำของหม้อแปลง ณ เวลาที่ทดสอบ 228 V ต่อเฟส

4. ทดสอบการจ่ายแรงดันโดยการปลด LT SW แรงต่ำและฟิวส์แรงสูง

5. ตั้งค่า V_L และ V_H ไว้ที่ V_L = 220 V V_H = 240 V

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทความฉบับนี้ได้นำเสนอระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาหม้อแปลงไฟฟ้าของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมาตรฐานการจ่ายระดับแรงดันและแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้าพร้อมทั้งปัญหาของในการแก้ไฟฟ้าขัดข้องของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ทำให้ผู้วิจัยได้ศึกษาและสร้างระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมาแก้ปัญหาของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1. ในบทความฉบับนี้ได้ทดสอบระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในห้องทดลองและการนำไปใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้ากับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

2. หม้อแปลงไฟฟ้าที่ติดตั้งระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าจะทำการตรวจจับระดับแรงดันและนำข้อมูลมาประมวลผลที่ระดับแรงดันอยู่ในช่วงที่ทำการตั้งค่าไว้ V_L-V_H ชุดประมวลผลจะส่งให้ชุดวัดจัดเข้ามาใหม่ทุกๆ 3 นาที ถ้าระดับแรงดันไม่อยู่ในช่วง V_L-V_H ที่ตั้งค่าไว้ชุดประมวลผลจะส่งข้อมูล ชุดส่งเพื่อที่ไปแสดงผลที่ศูนย์ควบคุม พร้อมทั้งเชื่อมต่อข้อมูลผ่านทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินเตอร์ไปที่คอมพิวเตอร์ในโครงข่ายและส่งข้อมูล SMS ไปที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ทำการตั้งค่า เช่น เจ้าหน้าที่ในการแก้ไขไฟฟ้าขัดข้องและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะทำให้เจ้าหน้าที่ที่อยู่ใกล้กับจุดที่เกิดความผิดปกติได้ทำการแก้ไขไฟฟ้าที่รวดเร็วขึ้น ส่งผลให้ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีเสถียรภาพมากขึ้น

3. จากผลการทดลองที่ได้นำเสนอแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สามารถนำมาแก้ปัญหาและตรวจสอบระดับแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าของระบบจำหน่ายจะทำให้แก้ปัญหาแรงดันตก แรงดันเกิน ไฟฟ้าดับ ในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

เอกสารอ้างอิง

[1] บุญเลิศ สื่อเฉย. การออกแบบและการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในระบบจำหน่าย. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร. ธันวาคม พ.ศ. 2548.

[2] กองฝึกอบรมการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หม้อแปลงไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร. 2522.

[3] กองฝึกอบรมการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระบบจำหน่ายไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร. 2527.

[4] กองฝึกอบรมการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การแก้ไขข้อขัดข้องในระบบจำหน่าย. กรุงเทพมหานคร. 2527.

[5] ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล. คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual C^{++} NET. พิมพ์ครั้งที่ 1 นนทบุรี : อินโฟเพรส. 2546.

[6] B.W McConnell “Increasing Distribution Transformer Efficiency : Potential for Energy Savings” IEEE Power Eng. Vol.18 , 1998. pp 8-10.

[7] ไสวธานีพานิชสกุล หม้อแปลงไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร. 2522

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นายทรงกช ศรีประสาร

วัน เดือน ปีเกิด 25 กรกฎาคม 2517

ที่อยู่ หมู่ 5 ต. รอบเมือง อ. เมือง จ. ร้อยเอ็ด 45000

โทร.086-6390602

E – mail wsbd8899@yahoo.com

ประวัติการศึกษา 2546 เข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลงานทางวิชาการ

1. ทรงกช ศรีประสาร รศ.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์ “ระบบตรวจจับสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค” วิศวกรรมศาสตร์ มก. ฉบับที่ 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้