สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบการสอบเทียบอุณหภูมิอัตโนมัติโดยใช้ DATA LOGGER

AUTOMATIC CALIBRATION TEMPERATURE SYSTEM

BY DATA LOGGER

T055060

นายธวัชชัย แสงรติเพ็ญ
นางสาวนฤมล ไชยเอียด
นางสาวปวีณา ผจญภัย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่ 5810
เลขทะเบียน
วัน,เดือน,ปี 7 เม.ย. 2548

b
i

AUTOMATIC CALIBRATION TEMPERATURE SYSTEM

BY DATA LOGGER

TAWATCHAI SEANGRATIPEN

NARUMON CHAI-EAD

PAWEENA PHAJONPHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบการสอบเทียบอุณหภูมิอัตโนมัติโดยใช้ DATA LOGGER

AUTOMATIC CALIBRATION TEMPERATURE SYSTEM BY DATA LOGGER

นักศึกษาผู้จัดทำ	นายธวัชชัย	แสงรติเพ็ญ	รหัสประจำตัว	44015469
	นางสาวนฤมล	ไชยเอียด	รหัสประจำตัว	44015470
	นางสาวปวีณา	ผจญภัย	รหัสประจำตัว	44015475

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2546

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ. วิศรุต ศรีรัตนะ	
อาจารย์นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒนะ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันพุธที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2547

สถานที่สอบ ณ ห้องสอบปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ. ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบการสอบเทียบอุณหภูมิอัตโนมัติโดยใช้ DATA LOGGER AUTOMATIC CALIBRATION TEMPERATURE SYSTEM BY DATA LOGGER			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายธวัชชัย	แสงรติเพ็ญ	รหัสประจำตัว	44015469
	นางสาวนฤมล	ไชยเอียด	รหัสประจำตัว	44015470
	นางสาวปวีณา	ผจญภัย	รหัสประจำตัว	44015475
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.วิศรุต	ศรีรัตนะ		
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์นรินทร์	ธรรมารักษ์วัฒนะ		
ปีการศึกษา	2546			

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาและออกแบบโปรแกรมการสอบเทียบอุณหภูมิอัตโนมัติ ซึ่งโดยทั่วไปในการสอบเทียบแบบดั้งเดิมนั้น จะเป็นการสอบเทียบระหว่างอุปกรณ์มาตรฐานกับอุปกรณ์ที่จะนำมาทำการสอบเทียบ ซึ่งสามารถทำการสอบเทียบได้เพียงครั้งละ 1 ตัว อีกทั้งเวลาที่ใช้ในการสอบเทียบเครื่องมือวัดต้องใช้เวลานานพอสมควรจึงทำให้เสียเวลามาก โดยปริญญานิพนธ์นี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการสอบเทียบ และทำให้ประหยัดเวลาในการทำการสอบเทียบ เนื่องจากสามารถทำการสอบเทียบได้พร้อม ๆ กันหลาย ๆ ช่อง (แต่ไม่เกิน 8 ช่อง) อีกทั้งยังมีการจัดการเก็บข้อมูลที่ได้มาอย่างถูกต้อง โดยได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอบเทียบและสามารถออกรายงานการสอบเทียบ ซึ่งโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่แรก เป็นการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับฮาร์ดแวร์ ส่วนที่สอง เป็นส่วนในการคำนวณผลของการสอบเทียบอุณหภูมิ และส่วนสุดท้ายเป็นส่วนของฐานข้อมูล โดยโปรแกรมจะแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ และพิมพ์ใบรับรองผลการสอบเทียบได้ โดยใช้โปรแกรมVisual Basic ในการเขียนโปรแกรมสอบเทียบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic Calibration Temperature System By Data Logger
Authors	Mr.Tawatchai Seangratipen
	Miss.Narumon Chai-Ead
	Miss.Paweena Phajonphai
Thesis Advisor	Asst.Porf.Witsarut Sriratana
Co Advisor	Mr.Narin Tammarugwattana
Year	2003

ABSTRACT

This thesis presents the study and design of automatic temperature calibration. In the past general calibration had calibrated between SPRT (Standard Platinum Resistance Thermometer) and UUT (Unit Under Test) with one by one. It used for a long time therefore it spent a lot of time. This thesis increase the efficiency of calibration and it can save time for the test because it can use to calibrate many channels (but not over 8 channels) at the same time. This thesis has management to collect accurately data. And using the computer for collect all calibration data and certification of calibration. The software has 3 parts , First is the interface between computer and hardware , Second is calculator of temperature calibration and the last is the database of program to print certificate and visual basic program to use for automatic temperature calibration.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง ระบบการสอบเทียบอุณหภูมิอัตโนมัติโดยใช้ DATA LOGGER สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความเมตตาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิศรุต ศรีรัตนะ ที่ได้ให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยตลอดมา อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน อาจารย์นรินทร์ ธรรมารักษ์-วัฒนะ ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องฐานข้อมูล พี่ธีรวัฒน์ เทพมณี ที่แนะนำสั่งสอนและเลี้ยงดูเป็นอย่างดี และ พี่วาทการ มูลไชยสุข ที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

และที่ลืมเสียมิได้คือ กราบขอบพระคุณของบิดา มารดา อันเป็นที่รักยิ่ง ที่สนับสนุน และเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญภาพ.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....**1**

1.1 วัตถุประสงค์.....1

1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....1

บทที่ 2 ความสำคัญของเครื่องมือวัด.....**2**

2.1 ความสำคัญของเครื่องมือวัด.....2

2.2 ความสำคัญของการสอบเทียบเครื่องมือวัด.....2

2.2.1 การสอบเทียบเครื่องมือวัดอัตโนมัติ.....3

2.2.2 การวัด.....3

2.2.3 ความมุ่งหมายของการวัด.....3

2.3 การสอบเทียบมาตรฐานและอนุกรมมาตรฐาน ISO9000.....3

2.4 องค์ประกอบของการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด.....4

2.4.1 บุคลากร.....5

2.4.2 อุปกรณ์มาตรฐานการวัด (Measurement Standard).....5

2.4.3 สภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการสอบเทียบ.....6

2.5 เอกสารขั้นตอนการสอบเทียบมาตรฐาน.....7

2.6 ระบบคุณภาพในการสอบเทียบมาตรฐาน.....7

2.7 การสอบกลับได้ของเครื่องมือวัด (Test Equipment Traceability).....8

2.7.1 การสอบกลับได้ของเครื่องมือวัด.....8

2.7.2 ระบบหน่วยพื้นฐาน.....10

2.7.3 การจัดระบบการสอบกลับได้ของเครื่องมือวัด.....10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.8 อุปกรณ์มาตรฐานการวัด (Measure Standard).....11

2.8.1 อุปกรณ์มาตรฐานการวัดแบ่งตามการใช้งาน.....12

2.8.2 การจัดหาอุปกรณ์มาตรฐานการวัด.....12

2.8.3 การปฏิบัติต่ออุปกรณ์มาตรฐานการวัด.....13

2.9 ความไม่แน่นอนของการวัด (Uncertainty of Measurement).....15

2.9.1 นิยามความผิดพลาดของการวัด.....15

2.9.2 ชนิดของความผิดพลาด.....16

2.9.2.1 ความผิดพลาดสุ่ม (Random Error).....16

2.9.2.2 ความผิดพลาดของระบบ (Systematic).....16

2.9.3 ความไม่แน่นอนของการวัด.....16

2.9.3.1 การประเมินค่าความไม่แน่นอน “Type A”.....17

2.9.3.2 การประเมินค่าความไม่แน่นอน “Type B”.....18

บทที่ 3 การออกแบบการสอบเทียบ.....23

3.1 วิธีการสอบเทียบที่ใช้ในปัจจุบัน.....24

3.1.1 การสอบเทียบโดยการเปรียบเทียบกับ Dry Well.....24

3.1.2 การสอบเทียบโดยการเปรียบเทียบกับ SPRT.....25

3.2 รูปแบบ PROJECT DATA LOGGER FOR TEMPERATURE CALIBRATION...26

3.3 สาเหตุที่นำ Analog Input Module (AI210) มาใช้งาน.....26

3.4 ขั้นตอนการศึกษา.....27

3.4.1. ทำการศึกษาเกี่ยวกับ Dry Well (รุ่น 9122 35-400°C).....27

3.4.2. ทำการศึกษาเกี่ยวกับ Digital Thermometer (DTM).....27

3.4.3. ทำการศึกษาเกี่ยวกับ Analog Input Module (AI210).....27

3.5 ส่วนของ Software.....28

3.5.1 ส่วนประกอบย่อยมีดังนี้.....29

3.5.1.1 General Data.....29

3.5.1.2 Calibration.....29

3.5.1.3 Report.....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.6 IEEE-488 (GPIB)....29
3.6.1. อุปกรณ์ที่มี GPIB นั้นสามารถแบ่งตามหน้าที่ได้ดังนี้....30
3.6.2 ขีดจำกัดของ IEEE-488....30
3.6.3 รายละเอียดเกี่ยวกับ IEEE-488....30
3.6.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ IEEE-488 BUS....32

บทที่ 4 การออกแบบฐานข้อมูล....33

บทที่ 5 หลักการออกแบบควบคุมการทำงานของ Server....39

บทที่ 6 การต่ออุปกรณ์ทั้งหมด....58
6.1 อุปกรณ์การทดลอง....58
6.2 ภาพการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในการสอบเทียบอัตโนมัติ....59
6.3 ภาพอุปกรณ์การทดลองสอบเทียบอัตโนมัติ....59

บรรณานุกรม....62

ภาคผนวก....63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงหน่วย SI UNIT ทั้ง 7 หน่วย.....10

3.1 รหัสและย่านการวัดของสัญญาณแต่ละชนิด (Measuring Range Code).....28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงการตรวจสอบย้อนกลับได้ของเครื่องมือวัด.....9

2.2 การแจกแจงปกติ.....15

2.3 กราฟ Rectangular.....18

2.4 กราฟ Triangular.....19

2.5 กราฟ U-Shape.....20

2.6 กราฟ Gaussian.....20

2.7 กราฟ T-Distribution.....22

3.1 การสอบเทียบโดยการเปรียบเทียบกับ Dry Well.....24

3.2 การสอบเทียบโดยการเปรียบเทียบกับ SPRT.....25

3.3 การนำ Data Logger มาใช้ในการสอบเทียบอุณหภูมิ.....26

3.4 รูปแบบโปรแกรมการสอบเทียบ.....28

3.5 แสดงการแบ่งเส้นสายนำสัญญาณ.....31

3.6 ขั้วต่อของ GPIB และการจัดขาของสัญญาณต่างๆ.....32

3.7 การเชื่อมต่อแบบเรียงต่อเนื่องกัน (Daisy Chain Configuration).....32

3.8 การเชื่อมต่อแบบกระจาย (Star Configuration).....32

4.1 Flow Chart การทำงานรวมของทั้งระบบ.....33

4.2 Flow Chart กรณีตัวอุปกรณ์ใหม่ ความต้องการในการสอบเทียบใหม่.....34

4.3 กรณี ตัวอุปกรณ์เก่า ความต้องการในการสอบเทียบเก่า.....35

4.4 กรณีตัวอุปกรณ์เก่า ความต้องการในการสอบเทียบใหม่.....36

4.5 แสดงขั้นตอนการ Calibration.....37

4.6 แสดงการเรียก Subroutine ของ Set Point 1 ถึง n 38

5.1 หน้าจอที่ 1.....39

5.2 หน้าจอที่ 2.....39

5.3 หน้าจอที่ 3.....40

5.4 หน้าจอที่ 4.....40

5.5 หน้าจอที่ 5.....41

5.6 หน้าจอที่ 6 42

5.7 หน้าจอที่ 7.....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

5.8 หน้าจอที่ 8.....42
5.9 หน้าจอที่ 9.....43
5.10 หน้าจอที่ 10.....44
5.11 หน้าจอที่ 11.....44
5.12 หน้าจอที่ 12.....45
5.13 หน้าจอที่ 13.....45
5.14 หน้าจอที่ 14.....46
5.15 หน้าจอที่ 15.....46
5.16 หน้าจอที่ 16.....47
5.17 หน้าจอที่ 17.....47
5.18 หน้าจอที่ 18.....48
5.19 หน้าจอที่ 19.....48
5.20 หน้าจอที่ 20.....49
5.21 หน้าจอที่ 21.....49
5.22 หน้าจอที่ 22.....50
5.23 หน้าจอที่ 23.....50
5.24 หน้าจอที่ 24.....51
5.25 หน้าจอที่ 25.....51
5.26 หน้าจอที่ 26.....52
5.27 หน้าจอที่ 27.....53
5.28 หน้าจอที่ 28.....53
5.29 หน้าจอที่ 29.....54
5.30 หน้าจอที่ 30.....55
5.31 หน้าจอที่ 31.....55
5.32 หน้าจอที่ 32.....56
5.33 หน้าจอที่ 33.....56
6.1 การต่ออุปกรณ์ทั้งหมด.....58
6.2 การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องมือวัดอุณหภูมิและเครื่องให้อุณหภูมิ.....59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

6.3 การนำ UUT มาเชื่อมต่อกับ AI210 และ การนำ SPRT & UUT ลงไปจุ่มที่ Dry Well.....59
6.4 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและเครื่องให้อุณหภูมิ (Digital Thermometer , Dry Well , AI210).....59
6.5 Computer & Printer.....59
6.6 Standard Platinum Resistance Thermometer.....60
6.7 Thermocouple Type K.....60
6.8 RTD Pt100.....61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันนี้ห้องปฏิบัติการสอบเทียบได้เกิดขึ้นมากมายทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมและสถานที่ต่างๆ แต่บริษัทที่จะให้บริการสอบเทียบที่มีอยู่ภายในประเทศไทยนั้นมีไม่เพียงพอที่จะรับรองการขยายตัวของห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่เกิดขึ้นมาตลอดเวลา อีกทั้งเวลาที่ใช้ในการทดสอบเครื่องมือวัดต้องใช้เวลานานพอสมควร และการทดสอบนั้นก็ทำได้เพียงครั้งละตัวจึงทำให้เสียเวลามาก รวมทั้งเครื่องมือวัดการตรวจสอบนั้นต้องมีความน่าเชื่อถือได้ของการวัดความสามารถในการซ้ำค่าได้ สามารถบอกค่าต่างๆ ได้อย่างแน่นนอนและมีความหมายที่ทุกคนเข้าใจถูกต้อง ความสอดคล้องกัน การลดค่าความผิดพลาดในการวัดให้มีค่าน้อยที่สุดและลดภาระการทำงานของผู้ปฏิบัติงานการสอบเทียบได้ด้วย

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทางกลุ่มจึงได้ทำการพัฒนาการสอบเทียบด้วยการจัดทำโปรแกรมการสอบเทียบอุณหภูมิอัตโนมัติขึ้น และสามารถทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดได้ครั้งละ 8 ตัวในเวลาเดียวกัน เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการทดสอบ เพื่อให้ได้การสอบเทียบของเครื่องมือวัดที่มีความเที่ยงตรง (Accuracy) ความแม่นยำ (Precision) และมีการจัดการเก็บข้อมูลที่ได้มาอย่างถูกต้อง ความสะดวกและลดความผิดพลาดต่างๆ ที่มีความเป็นไปได้ที่เกิดจากผู้ปฏิบัติการ

1.1. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบการสอบเทียบอุณหภูมิอัตโนมัติในห้องปฏิบัติการให้มีขีดความสามารถที่สูงขึ้น โดยนำ Analog Input Module (AI210) มาใช้ร่วมในการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิได้หลายๆ ตัว (ไม่เกิน 8 ตัว)ในเวลาเดียวกัน เพื่อลดความผิดพลาดจากผู้ปฏิบัติการสอบเทียบและสามารถนำไปใช้งานได้จริงในอนาคต

1.2. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ห้องปฏิบัติการมีขีดความสามารถในการสอบเทียบดีขึ้น
2. ลดความผิดพลาดจากผู้ปฏิบัติการสอบเทียบ
3. มีความสะดวกในการใช้งานต่อการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ
การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด

2.1 ความสำคัญของเครื่องมือวัด

เครื่องมือวัดเป็นสิ่งที่ทำให้เราสามารถวัดค่าของสิ่งที่เราต้องการรู้ได้อย่างถูกต้องและเชื่อถือได้หากปราศจากเครื่องมือวัดเสียแล้วมนุษย์เราไม่สามารถที่จะวัดค่าอะไรที่เกินไปจากการรับรู้ของประสาทสัมผัสของเราได้เลย ปัจจุบันนี้มีการใช้เครื่องมือวัดอยู่ตลอดเวลาทั้งที่เรารู้ตัวและไม่รู้ตัวเครื่องมือวัดกลายเป็นสิ่งหนึ่งในชีวิตประจำวันของเรา และเราคุ้นเคยเสียจนมองข้ามความสำคัญของมันไปเลย เช่นการใช้ชีวิตประจำวันของเราตื่นเช้าก็ต้องดูนาฬิกาว่าเป็นเวลาเท่าใด นาฬิกาคือเครื่องมือวัดในการวัดเวลา พอออกบ้านขับรถไปทำงานก็ดูเข็มวัดในรถว่ามีพอที่จะขับถึงที่ทำงานหรือไม่ เข็มวัดก็เป็นส่วนหนึ่งของการวัดปริมาณน้ำมัน คงพอจะเดาได้ว่าหากเครื่องมือวัดที่กล่าวไปนั้นขาดความถูกต้องและเชื่อถือไม่ได้อะไรจะเกิดขึ้นกับชีวิตประจำวันของเรา นอกเหนือจากเรื่องราวในชีวิตประจำวันของเราแล้ว การวัดยังมีกิจการต่างๆมากมายเช่น อุตสาหกรรม การทหาร การแพทย์ การค้าฯลฯ กล่าวได้ว่าการวัดเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตประจำวันให้ปกติสุข การวัดเป็นพื้นฐานของการพัฒนาศาสตร์ด้านต่างๆ การวัดมักจะเข้าไปมีส่วนในกิจกรรมของเราอยู่เสมอ การวัดจะอยู่กับสังคมมนุษย์ตลอดไป หากระบบใดๆบนโลกปราศจากการวัดและการตรวจสอบ ผลที่ได้จะทำให้ระบบนั้นจะเกิดความผิดพลาดและเชื่อถือไม่ได้

2.2 ความสำคัญของการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด

การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดคือ การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องวัดกับตัวมาตรฐานการวัดที่รู้ค่าความถูกต้องเพื่อหาข้อผิดพลาด ปรับแต่งให้ได้มาตรฐานและรายงานค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดนั้น การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดเป็นการปฏิบัติเพื่อสร้างให้เกิดความมั่นใจในการทำงานของเครื่องมือวัดว่าเครื่องมือวัดนั้นยังทำงานได้ตามคุณลักษณะที่ถูกออกแบบไว้และมีความเชื่อถือได้ นอกจากนั้นการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดยังก่อให้เกิดประโยชน์ในหลายทางเช่น การยอมรับระหว่างกัน รองรับความเจริญขึ้นของทางวิทยาศาสตร์ รองรับความต้องการทางอุสาหกรรม เกิดความเป็นธรรมในการค้าขาย และรองรับการวัดที่แม่นยำขึ้น เครื่องมือวัดใดที่มีผลกระทบต่อ ชีวิตและทรัพย์สินและคุณภาพของงานเครื่องมือวัดนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการสอบเทียบมาตรฐานเพื่อเป็นการสร้างความมั่นใจว่าผลการวัดของเครื่องมือวัดนั้นถูกต้องและเชื่อถือได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การสอบเทียบเครื่องมือวัดอัตโนมัติ

การที่เราจะใช้เครื่องมือวัดเพื่อที่จะอ่านที่เราต้องการ เช่นเราต้องการที่จะทราบอุณหภูมิตอนนี้ของห้อง ดังนั้นเราจะต้องใช้เครื่องมือวัดที่มีความถูกต้องเพื่อที่เราจะได้นำข้อมูลไปใช้ได้ถูกต้อง เพราะฉะนั้นเราจะต้องมีการดูค่าความคลาดเคลื่อน ความถูกต้อง และความแม่นยำของเครื่องมือวัดนั้นเพื่อที่จะนำข้อมูลนั้นไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

2.2.2 การวัด

การวัด (Measurement) มีประวัติความเป็นมาที่จะพบหลักฐานที่ได้บันทึกไว้ไม่น้อยกว่า 3000 ปีก่อนคริสต์ศักราช และได้มีวิวัฒนาการควบคู่กับความเจริญทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการวัดถือว่าเป็นพื้นฐานของศิลปวิทยาทั้งปวง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแล้ว วิทยาศาสตร์ก็ไม่อาจเจริญเติบโตขึ้นได้เลย

2.2.3 ความมุ่งหมายของการวัด

ความมุ่งหมายของการวัด คือ กระบวนการปฏิบัติเพื่อการตัดสินปริมาณต่าง ๆ อย่างแม่นยำ (Precision)และมีความเที่ยงตรง (Accuracy)โดยปราศจากความผิดพลาด(Error)แต่โดยธรรมชาติของการวัดนั้น การขจัดความผิดพลาดในการวัดออกไปโดยสิ้นเชิงนั้นย่อมเป็นไปไม่ได้เพราะไม่มีอุปกรณ์วัดใดที่มีประสิทธิภาพ 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น มาตรวิทยา (Metrology) หรือศาสตร์แห่งการวัดจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการวัดที่หวังผลของความถูกต้องสูงสุดในปัจจุบัน ดังนั้นจึงมีคำกล่าวไว้ว่า “ปราศจากการวัด” คุณไม่สามารถกล่าวถึง “คุณภาพสินค้า หรือ “คุณภาพการบริการ” ได้

2.3 การสอบเทียบมาตรฐานและอนุกรมมาตรฐาน ISO 9000

ISO 9000 คืออนุกรมของคำแนะนำสำหรับการพัฒนาระบบคุณภาพที่ได้จัดทำการบันทึกเป็นหลักฐานไว้ คำแนะนำจัดพิมพ์ขึ้นโดย International Organization Standardization ในปี ค.ศ. 1987และอนุกรมมาตรฐานชุดนี้ได้รับการยอมรับอย่างรวดเร็วว่าเป็นมาตรฐานสากลสำหรับอนุกรมมาตรฐาน ISO 9000 ประกอบด้วยสำเนาเอกสาร 5 ชุดคือ

- ISO 9000	แนวทางในการเลือกและการใช้สำหรับระบบคุณภาพ
- ISO 9001 , 9002 และ 9003	เป็นแบบสำหรับระบบประกันคุณภาพซึ่งมุ่งสำหรับใช้กับลูกค้าและผู้ส่งมอบ
- ISO 9004	เป็นแนวทางในการจัดการคุณภาพและองค์ประกอบระบบคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบคุณภาพตามอนุกรม ISO 9000 เป็นส่วนหนึ่งของความร่วมมือใหม่ทางมาตรฐานด้านเทคนิคและเป็นความพยายามของตลาดร่วมยุโรป ที่จะพยายามขจัดช่องว่างทางการค้าให้หมดไป โดยเชื่อว่าเมื่อโลกมีมาตรฐานเดียวกันก็สามารถยอมรับสินค้าของกันและกันได้ทำให้มีการค้าอย่างเสรีได้ทั่วโลกในมาตรฐานเดียวกัน การจดทะเบียนมาตรฐานระบบมาตรฐานตามอนุกรม ISO 9000 เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ต่อผู้ประกอบการหลายประการเช่น การเข้าถึงตลาดการค้า การแข่งขันทางการค้า และศักยภาพในการลดลงการตรวจสอบจากลูกค้า อนึ่งในการตรวจสอบระบบคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9000 นี้จะมองทุกระบบงานในหน่วยงาน ไม่ว่าจะเป็นระบบคุณภาพของหน่วยงานการจัดซื้อ การควบคุมการผลิต การฝึกอบรม และเครื่องมือวัดทดสอบที่ใช้ รวมถึงการปฏิบัติต่อเครื่องมือวัดที่ใช้ในการผลิต หรือให้บริการ ซึ่งในมาตรฐาน ISO 9000 ได้กำหนดเกี่ยวกับเครื่องตรวจ เครื่องวัดและทดสอบด้วย

การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด สร้างให้เกิดความมั่นใจในการผลการวัดและทดสอบว่ามีความถูกต้องอยู่ในคุณลักษณะเฉพาะของบริษัทผู้ผลิต และที่สำคัญในยุคปัจจุบันก็คือองค์กรใดก็ตามที่จะขอจดทะเบียนระบบคุณภาพ ISO 9000 จะต้องทำการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดที่ใช้ในการผลิตหรือให้บริการ นอกจากนั้นการสอบเทียบมาตรฐานยังทำให้เกิดความเป็นธรรมในการค้าทำให้เกิดความยอมรับระหว่างประเทศ ทำให้อุสาหกรรมสามารถดำเนินต่อไปได้

การละเลยในเรื่องการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดเป็นเรื่องที่มีความเสี่ยงสูงมากในทุกกิจการ ตัวอย่างเช่นการวัดขนาดของสินค้าที่ลูกค้าสั่งทำหากการวัดผิดพลาดทำให้สินค้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้าทำให้เกิดการไม่ยอมรับในสินค้า ความเสียหายนี้จะมากและแก้ไขได้ยาก ซึ่งการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาดังกล่าวขึ้นและค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบมาตรฐานก็น้อยมากเมื่อเทียบกับความเสียหายอันอาจจะเกิดขึ้นเนื่องมาจากเครื่องมือวัดที่ไม่ได้มาตรฐาน

2.4 องค์ประกอบของการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด

การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดจะต้องประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลักดังต่อไปนี้

1. บุคลากรผู้ทำการสอบเทียบ
2. อุปกรณ์มาตรฐานการวัด (Measurement Standard)
3. สภาพแวดล้อมในการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด
4. เอกสารขั้นตอนการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด
5. ระบบคุณภาพในการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด

สำหรับสี่องค์ประกอบแรก เมื่อมีครบก็สามารถทำให้เกิดการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดได้ส่วนองค์ประกอบข้อสุดท้ายคือระบบที่จัดขึ้นเพื่อให้การสอบเทียบมาตรฐานดำเนิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปอย่างมีคุณภาพ คงเส้นคงวา และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล ในการพิจารณาเพื่อพิจารณาหาองค์ประกอบในการสอบเทียบให้ครบองค์มีข้อควรพิจารณาดังต่อไปนี้

2.4.1 บุคลากร

ในการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดจะต้องมีเจ้าหน้าที่เป็นผู้ทำการสอบเทียบ ซึ่งผู้รับผิดชอบจะต้องจัดเตรียมเจ้าหน้าที่ในการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องวัดให้ได้ การคัดเลือกเจ้าหน้าที่ที่จะมาทำการสอบเทียบ

มาตรฐานควรพิจารณาจากคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ผ่านการศึกษาที่จำเป็นได้รับการฝึกอบรมมีความรู้ทางเทคนิคและมีประสบการณ์ในงานที่จะต้องรับผิดชอบ
2. มีความสามารถในการแก้ปัญหา กล้าตัดสินใจในทางเทคนิค
3. มีความอดทนซื่อสัตย์ซื่อตรง
4. เป็นผู้ที่นิยมชมชอบความสมบูรณ์ ทำอะไรให้เสร็จไม่ตกค้าง
5. เป็นผู้ที่มีใจกว้าง ยอมรับความคิดเห็นผู้อื่น
6. เป็นผู้ที่มีความมั่นใจในตัวเองและสนใจในรายละเอียดของสิ่งต่างๆ
7. ยอมรับข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น กล้าสอบถามปัญหาที่ยังเห็นว่ายังไม่เข้าใจ
8. มีความสามารถในการร่วมงานกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

ที่กล่าวมาคือคุณลักษณะทางอุดมคติของบุคลากรที่จะปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

2.4.2 อุปกรณ์มาตรฐานการวัด (Measurement Standard)

นอกจากต้องมีบุคลากรที่จะมาทำการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดดังกล่าวแล้ว อุปกรณ์มาตรฐานการวัดก็เป็นองค์ประกอบอันดับที่สองของการสอบเทียบ การจัดเตรียมหาอุปกรณ์มาตรฐานการวัดนั้นจะต้องจัดเตรียมให้ได้ตามคุณภาพดังต่อไปนี้

1. ต้องมีความถูกต้องสูงเพียงพอต่อการใช้งานเป็นอุปกรณ์มาตรฐาน ตัวอย่างเช่นในหน่วยงานของท่านมีเครื่องวัดที่ต้องการสอบเทียบมาตรฐานที่ต้องการความถูกต้องในการวัดเท่ากับ +/- 1% ของค่าที่อ่านได้ ท่านจำเป็นที่จะต้องจัดเตรียมตัวมาตรฐานที่มีความถูกต้องมากกว่า +/- 0.25% หรือประมาณ 4 – 10 เท่า ขึ้นไป
2. ต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีเสถียรภาพในการทำงานสูง กล่าวคือค่าความถูกต้องในการทำงานไม่เปลี่ยนไปตามเวลาจนทำให้ความถูกต้องลดลงจนไม่สามารถยอมรับได้
3. ต้องมีพิสัยและรายละเอียดในการวัดที่เพียงพอต่อการใช้งานสอบเทียบ
4. ต้องเป็นเครื่องมือที่สามารถสอบย้อนได้ถึงมาตรฐานแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ถ้าเป็นไปได้ควรเลือกซื้อเครื่องมือมาตรฐานการวัดที่สามารถหาที่สอบเทียบมาตรฐานได้ง่ายภายในประเทศ เพราะการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือที่เป็นมาตรฐานการวัดจะต้องกระทำทุกวงรอบเวลาที่กำหนด การหาแหล่งสอบเทียบยากจะทำให้เกิดปัญหาในการสอบเทียบในครั้งต่อไป

2.4.3 สภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

ในการสอบเทียบนั้นจะต้องมีการควบคุมสภาพแวดล้อมของห้องที่ทำการสอบเทียบให้มีสภาวะตามข้อกำหนดสากลของห้องสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด กล่าวคือ

1. ต้องควบคุมอุณหภูมิในห้องสอบเทียบมาตรฐานให้คงที่ตามมาตรฐาน ตัวอย่างเช่น ห้องปฏิบัติการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องวัดทางไฟฟ้า โดยทั่วไปจะควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 23 องศาเซลเซียส +/- 3 องศาเซลเซียส นอกจากจะต้องควบคุมอุณหภูมิให้ได้ในค่าดังกล่าวแล้ว จะต้องควบคุมให้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละชั่วโมงไม่ควรมากกว่า 0.6 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิมีผลกระทบโดยตรงต่อความถูกต้องในการทำงานเครื่องมือวัด การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างมากจะทำให้ผลการสอบเทียบมาตรฐานเกิดความไม่แน่นอนในการวัดอย่างมากด้วยเช่นกัน

2. ต้องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ภายในห้องสอบเทียบที่มีค่าอยู่ที่ 45% RH +/- 15% RH สำหรับห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางไฟฟ้า อนึ่งค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีมากเกินกว่าขีดจำกัดจะเกิดทำให้เกิดสนิมกับส่วนที่เป็นโลหะของเครื่องมือวัด ในทางตรงกันข้ามการมีความชื้นในอากาศน้อยกว่าที่กำหนด ก็ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องประจุไฟฟ้าในอากาศจะเกิดขึ้นง่ายซึ่งบางครั้ง จะทำลายชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์บางชิ้นได้ การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์จึงมีความจำเป็นดังกล่าว

3. ปริมาณฝุ่น เนื่องจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดประกอบด้วยเครื่องมือที่มีความถูกต้องสูงและรายละเอียดในการวัดสูงมากปริมาณฝุ่นที่มากเกินไปอาจจะทำให้ผลการวัดผิดพลาดได้เนื่องจากฝุ่นจะเข้าไปจับบริเวณรอยต่อหรือหัววัดต่างๆ สำหรับข้อกำหนดของเรื่องปริมาณฝุ่นไม่ได้มีการกำหนดตายตัวไว้แต่ต้องรักษาความสะอาดภายในห้องสอบเทียบตลอดเวลา

4. ระดับความสว่างบนโต๊ะสอบเทียบมาตรฐาน จะต้องให้มีความสว่างเพียงพอที่จะทำให้เจ้าหน้าที่ผู้ทำการสอบเทียบไม่ต้องใช้สายตามากจนปวดลูกตา ระดับแสงบนโต๊ะสอบเทียบไม่ควรน้อยกว่า 100 ฟุต/แรงเทียน

5. ระดับเสียงในห้องปฏิบัติการ ระดับเสียงในพื้นที่สอบเทียบมาตรฐานเครื่องวัดที่มีความดังมากเกินไปจะทำให้ผลการวัดบางชนิดผิดพลาด และยังส่งโดยตรงต่อสุขภาพโดยตรงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ปฏิบัติงาน ในเรื่องความสามารถในการได้ยินเสียงเรื่องความเครียดในขณะทำงานดังนั้น ห้องปฏิบัติการสอบเทียบทั่วไปจึงพยายามรักษาระดับเสียงในห้องปฏิบัติการให้มีค่าต่ำกว่า 45 db

6. ความกดดันบรรยากาศภายในห้องปฏิบัติการเพื่อเป็นการป้องกันฝุ่นจากภายนอกไม่ให้เข้าไปในห้องปฏิบัติการสอบเทียบ และป้องกันไม่ให้อากาศร้อนภายนอกห้องปฏิบัติการรั่วไหลเข้ามาในห้องปฏิบัติการ จึงต้องรักษาความกดดันภายในห้องให้มากกว่าบรรยากาศภายนอกอยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.1 นิ้วน้ำ

2.5 เอกสารขั้นตอนการสอบเทียบมาตรฐาน

เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งของการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด เพราะถ้าปราศจากการสอบเทียบมาตรฐานการสอบเทียบเครื่องมือวัดที่จัดเตรียมไว้อย่างดี การสอบเทียบที่กระทำแต่ละครั้งก็จะได้ผลที่ไม่ซ้ำที่ ทำให้ไม่สามารถเชื่อถือผลการสอบเทียบได้ว่าการสอบเทียบครั้งใดถูกต้องการให้ได้มาซึ่งผลการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องวัดอาจจะได้มาจาก

1. เอกสารคู่มือการสอบเทียบจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องวัดนั้น
2. สิ่งพิมพ์ทางวิชาการบทความทางวิชาการที่เป็นที่ยอมรับ
3. การเขียนขึ้นเองโดยผู้ชำนาญการในสาขาต่างๆและได้ผ่านการตรวจสอบโดยผู้มีอำนาจให้ใช้ในขั้นตอนนั้นได้

2.6 ระบบคุณภาพในการสอบเทียบมาตรฐาน

การที่เราสามารถจัดหาองค์ประกอบในการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดได้ครบตามที่กล่าวมาตั้งแต่ต้นนั้นก็น่าจะเพียงพอต่อการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องวัดได้ แต่แท้จริงแล้วยังมีสิ่งที่ยังไม่มีตัวตนแต่สำคัญมากในการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดก็คือ ระบบคุณภาพในการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด ระบบคุณภาพ (Quality System) หมายถึงระบบที่ประกอบด้วยโครงสร้างองค์กร หน้าที่ความรับผิดชอบ วิธีดำเนินการ กระบวนการ และทรัพยากรสำหรับการนำการบริหารงานคุณภาพไปปฏิบัติ ระบบคุณภาพในการสอบเทียบมาตรฐานประกอบด้วยสองส่วนใหญ่คือ

1. การควบคุมคุณภาพในการปฏิบัติการสอบเทียบ หมายถึงระเบียบที่เขียนขึ้นหรือข้อบังคับต่างๆหรือระบบขั้นตอนการทำงานต่างๆในการปฏิบัติงานประจำวันที่ทำให้มั่นใจว่าการปฏิบัติมีคุณภาพตลอดเวลาโดยปกติแล้วห้องปฏิบัติการสอบเทียบมักจะกำหนดนโยบายคุณภาพของหน่วยงานไว้เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามนโยบายคุณภาพตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การประกันคุณภาพในการปฏิบัติการสอบเทียบมาตรฐาน หมายถึงการวางแผนการปฏิบัติที่เป็นระบบเพื่อแสดงให้เห็นอย่างเพียงพอว่าระบบหรืออุปกรณ์มาตรฐานมีคุณภาพตามที่ต้องการอย่างแท้จริง ซึ่งการประกันคุณภาพนี้อาจกระทำได้โดยกรรมวิธีดังต่อไปนี้

ก) การใช้การใช้วิธีการเก็บข้อมูลโดยหลักสถิติ

การประกันคุณภาพวิธีนี้จัดเป็นการประกันคุณภาพภายในห้องปฏิบัติการการสอบเทียบซึ่งผู้บริหารห้องปฏิบัติการที่มีความรู้ทางด้านสถิติเบื้องต้นที่สามารถที่จะเข้าใจ และสามารถดำเนินการประกันคุณภาพโดยหลักสถิติได้ ตัวอย่างเช่นการเก็บข้อมูลค่าของอุปกรณ์มาตรฐานเป็นระยะเวลาช่วงหนึ่งและกำหนดแนวโน้มการเลื่อนค่าในอนาคตหรือการใช้ Control Chart

ข) การขอรับการรองรับความสามารถห้องปฏิบัติการ (Laboratory Accreditation)

การขอรับการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดตามมาตรฐานสากล ISO/IEC – GUIDE 25 หรือ มอก. 1300-2537 นั้นเป็นกรรมวิธีการประกันคุณภาพจากภายนอก กล่าวคือ ห้องปฏิบัติการจะต้องจัดระบบคุณภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนด อีกทั้งแสดงให้เห็นจริงซึ่งความสามารถในการวัดทางวิชาการและได้รับการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญทางวิชาการที่เป็นกลาง ห้องปฏิบัติการที่ได้ผ่านการรับรองความสามารถแล้วจะได้รับการยอมรับในผลการวัดจากหน่วยงานและองค์กรต่างๆ

ค) การเข้าร่วมโครงการการทดสอบความชำนาญ (Proficiency Testing Program)

ได้แก่การที่ห้องปฏิบัติการเข้าร่วมในโครงการทดสอบความชำนาญในการวัดกับองค์กรที่จัดให้มีการทำการทดสอบความชำนาญ ซึ่งการทดสอบความชำนาญในการวัดนั้นผู้เข้าร่วมจะต้องทำการวัด อุปกรณ์ที่รู้ค่าความถูกต้อง และรายงานผลการวัดตามสภาพจริงตามห้องปฏิบัติการวัดได้ โดยผู้จัดโครงการจะเป็นผู้ประเมินว่าห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการมีความสามารถในการวัดตามที่ระบุไว้ได้จริงหรือเปล่า การเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญนี้ จัดเป็นการประกันคุณภาพจากภายนอกทำให้ได้รับในวงกว้าง แม้หน่วยงานที่มีระบบคุณภาพแต่ไม่ประสงค์จะขอรับการทดสอบความสามารถของห้องปฏิบัติการ ก็สามารถเข้าร่วมโครงการได้หากว่าได้มีการจัดระบบคุณภาพภายในหน่วยงานแล้ว

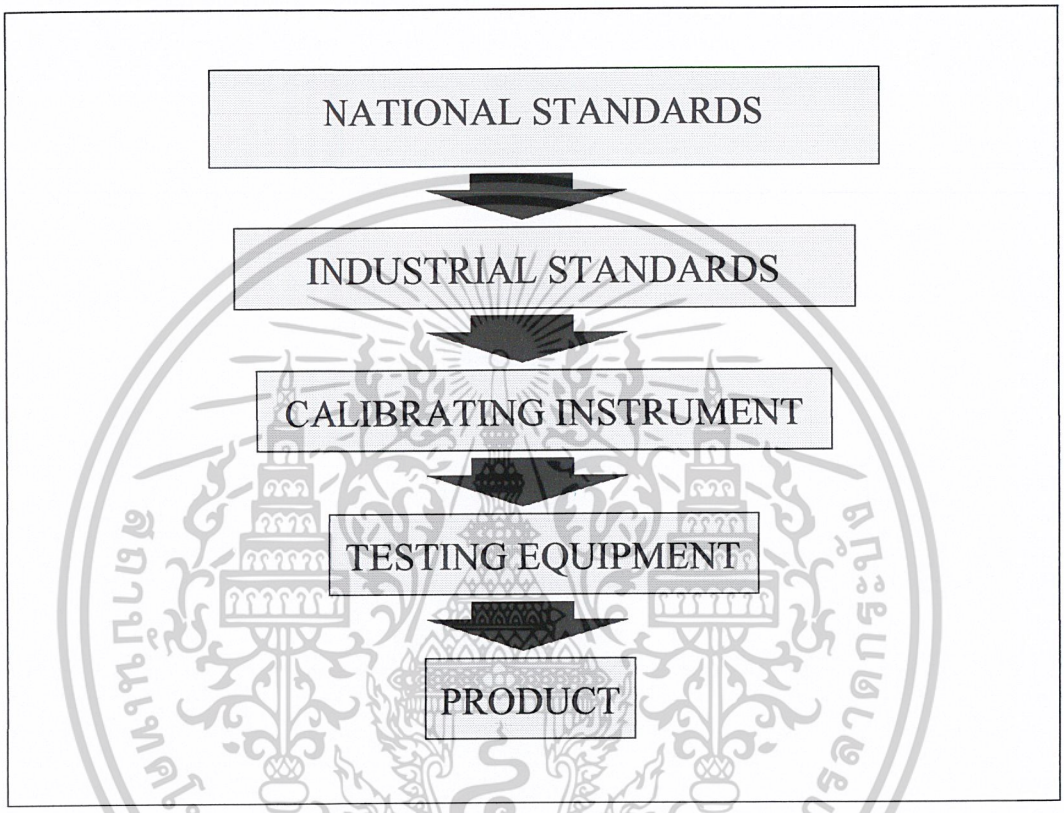
2.7 การสอบกลับได้ของเครื่องมือวัด (Test Equipment Traceability)

2.7.1 การสอบกลับได้ของเครื่องมือวัด

การสอบกลับได้ของเครื่องมือวัด หมายถึงการบอกได้ของผลการวัดแต่ละครั้งที่เราทำการวัดห่างจากค่ามาตรฐานแห่งชาติหรือนานาชาติอยู่เท่าใด โดยสอบย้อนกลับไปยังมาตรฐานโดยไม่ขาดช่วง จากรูปแสดงให้เห็นถึงความสามารถสอบย้อนกลับได้ของเครื่องมือวัดที่ใช้ในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าสามารถสอบย้อนกลับได้ถึงมาตรฐานแห่งชาติซึ่งอธิบายได้ดังนี้คือ ส่วนล่างสุดคือสินค้าที่ผลิตเป็นสิ่งที่ถูกวัดโดยใช้เครื่องมือวัดหรือทดสอบในการวัด จะเห็นได้ว่าสินค้าจะดีหรือไม่ดีเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ก็อยู่ที่เครื่องมือวัดและทดสอบเป็นปัจจัยสำคัญ และเครื่องวัดที่ใช้ในการทดสอบก็จะต้องมีการรับการสอบเทียบเพื่อยืนยันค่าความถูกต้องเมื่อใช้ไปได้ระยะเวลาหนึ่งซึ่งจะต้องสอบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานการวัดที่มีความถูกต้องดีกว่า



ภาพที่ 2.1 แสดงการตรวจสอบย้อนกลับได้ของเครื่องมือวัด

และรู้ค่าความถูกต้อง เครื่องมือที่ใช้ในการสอบเทียบนี้เราเรียกว่า Calibrating Instrument และเครื่องมือที่ใช้เป็นตัวอ้างอิงในการสอบเทียบก็ยังต้องการสอบเทียบมาตรฐานตามเวลา โดยจะสอบเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐานที่ดีกว่าเราเรียกอุปกรณ์มาตรฐานชนิดนี้ว่า Industrial Standards และก็เป็นในแนวทางเดิมก็คือ Industrial Standard จะต้องรับการสอบเทียบมาตรฐานกับเครื่องมือที่ดีกว่าซึ่งในระดับนี้ก็คือมาตรฐานแห่งชาติของประเทศต่างๆนั้นเอง เป็นที่น่าสังเกตว่าการสอบย้อนนี้มิได้หมายถึงการส่งเครื่องมือวัดของเราไปยังห้องปฏิบัติการสอบเทียบระดับสูงเลยที่เดียวแท้จริงแล้วมีการสอบเทียบถ่ายทอดกันมาเป็นชั้น ๆ แต่ขบวนการนี้จะต้องทำกันอย่างต่อเนื่องจะขาดช่วงใดช่วงหนึ่งมิได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 ระบบหน่วยพื้นฐาน

ระบบของหน่วยสากล SI UNIT คือพื้นฐานการวัดในยุคปัจจุบันบางครั้งเราเรียกว่าระบบเมตริกสมัยใหม่โดยเหตุที่ว่าชื่อของหลายหน่วยได้นำมาจากระบบเมตริกของฝรั่งเศส ดังจะเห็นได้ว่าคำย่อของ SI คือ System International D' Unit ซึ่งก่อตั้งขึ้นในปี 1960 โดยการประชุมทั่วไปของการชั่งและวัดซึ่งประเทศใหญ่ๆต่างยอมรับการประชุมนี้ และใช้หน่วยนี้ในแง่ต่างๆมากมายเช่นในแง่กฎหมาย วิทยาศาสตร์และทางวิชาการต่างๆ

หน่วย SI ได้รับการยอมรับให้เป็นหน่วยพื้นฐานสากลในการวัดสมัยใหม่ทั้งหมดและยอมรับกันเป็นสากล หน่วย SI เป็นชุดของคำจำกัดความซึ่งห้องปฏิบัติการต่างๆจะนำคำจำกัดความนั้นไปทำการทดลองให้เกิดค่านั้นขึ้นมาในการใช้งาน และค่าดังกล่าวจัดว่ามีความเป็นมาตรฐานที่ทุกคนยอมรับ และใช้อ้างอิงค่าการวัดต่างๆ อนึ่งในการสอบย้อยของเครื่องมือวัดจะสามารถสอบย้อนกลับมาถึงหน่วย SI Unit ได้ และหน่วยพื้นฐานในการวัดปัจจุบันมีอยู่ 7 หน่วย ได้แก่

ตารางที่ 2.1 แสดงหน่วย SI UNIT ทั้ง 7 หน่วย

	Base quantity	Name	Symbol
1.	ความยาว (Length)	เมตร (meter)	m
2.	มวล (Mass)	กิโลกรัม (kilogram)	kg
3.	เวลา (Time)	วินาที (second)	s
4.	กระแสไฟฟ้า (Electric current)	แอมแปร์ (ampere)	A
5.	อุณหภูมิ (Thermodynamic temperature)	เคลวิน (kelvin)	K
6.	ความเข้มแสง (Luminous intensity)	แคนเดลลา (candela)	cd
7.	ปริมาณมวลสาร (Amount of substance)	โมล (mole)	mol

นอกจากหน่วยพื้นฐานทั้ง 7 แล้วยังมีหน่วยเสริมและหน่วยอนุพันธ์อีกมากมาย

2.7.3 การจัดระบบการสอบกลับได้ของเครื่องมือวัด

ดังที่กล่าวมาในตอนต้นว่าจะต้องสามารถสอบย้อนได้ว่ามีมาตรฐานมาจากที่ใด ซึ่งปกติแล้วที่ยอมรับกันทั่วไปก็คือการสอบย้อนไปถึงมาตรฐานแห่งชาติของประเทศนั้นๆ อย่างไรก็ตามในบางกรณีเราสามารถสอบย้อนกลับได้กับค่ามาตรฐานอื่นที่มีการยอมรับกันเป็นสากลก็ได้ ซึ่งได้แก่การอ้างถึงค่าดังต่อไปนี้

2.7.3.1 ค่ามาตรฐานแห่งชาติของประเทศอื่น

2.7.3.2 ค่าคงที่ทางธรรมชาติที่ได้รับการยอมรับโดยห้องปฏิบัติการแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.3 ค่าที่ได้จากการใช้วิธีทางอัตราส่วน

2.7.3.4 ค่าที่ยอมรับกันภายในกลุ่ม

ค่าที่สามารถอ้างอิงได้เหล่านี้สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการสอบเทียบมาตรฐานแห่งชาติของเราไม่สามารถให้บริการในการอ้างอิงได้ด้วยเหตุผลใดก็ตามแต่เรายังต้องการอ้างอิงค่านั้นอยู่ เราสามารถส่งเครื่องมือนั้นไปสอบเทียบยังห้องปฏิบัติการที่สามารถอ้างอิงไปยังห้องปฏิบัติการในต่างประเทศก็ได้ แต่ควรจะเป็นห้องปฏิบัติการที่สามารถสอบย้อนได้ถึงประเทศที่ได้รับการยอมรับจากห้องปฏิบัติการแห่งชาติของเรา

ในกรณีที่ไม่สามารถอ้างอิงถึงค่ามาตรฐานแห่งชาติแต่มีค่าคงที่ทางธรรมชาติที่ใช้ในการอ้างอิงได้เราก็สามารถใช้การอ้างอิงถึงค่านั้นได้ ตัวอย่างเช่นค่าของเวลาที่ได้จาก Atomic clock ที่มี Cesium เป็นแหล่งกำหนดความถี่ ได้รับการยอมรับกันเป็นสากลว่าเป็นเวลามาตรฐาน

การแบ่งค่ามาตรฐานที่มีอยู่โดยใช้เครื่องมือต่างๆก็สามารถอ้างเป็นมาตรฐานได้ เช่นการใช้หม้อแปลงไฟฟ้า ลดหรือเพิ่มแรงดันไฟฟ้าเพื่อให้ได้ค่าแรงดันไฟฟ้าอื่นๆ

ในบางกรณีค่าที่ทำการวัดไม่กี่ค่าอ้างอิงในระดับชาติที่จะอ้างอิงได้แต่ในกลุ่มสังคมหนึ่งมีความต้องการในการวัด และจะต้องอ้างอิงเพื่อสอบย้อนกลับ กลุ่มก็อาจจะกำหนดค่ามาตรฐานจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มและใช้ในการอ้างอิงได้ ตัวอย่างค่าประเภทนี้ได้แก่ค่าปริมาณเม็ดฝุ่น

2.7.3.5 หน่วยงานจะต้องมีการจัดระบบการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดตามระยะเวลาที่สามารถสอบย้อนได้ถึงมาตรฐานแห่งชาติหรือมาตรฐานอ้างอิงอื่นๆตามที่กล่าวมาแล้ว โดยผู้รับผิดชอบเครื่องมือวัดควรจะจัดเตรียมแผนการในการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดในหน่วยงาน รวมถึงการจัดเตรียมแหล่งให้บริการสอบเทียบภายนอกที่เชื่อถือได้ในการสอบเทียบเครื่องมือวัดที่ใช้ในการผลิต

อนึ่งการจะดูว่าหน่วยงานของเราสามารถสอบย้อนถึงมาตรฐานอะไรสามารถดูได้จากใบรับรองหรือใบรายงานการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือมาตรฐานที่เราส่งไปสอบเทียบมาตรฐานภายนอก เพราะการระบุแหล่งที่มาของการอ้างอิงเป็นข้อบังคับในการออกใบรับรองการสอบเทียบหรือใบรายงานการสอบเทียบของห้องปฏิบัติการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดที่มีมาตรฐาน

2.8 อุปกรณ์มาตรฐานการวัด (Measure Standard)

อุปกรณ์มาตรฐานการวัดคือเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการอ้างอิงในการวัดการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด คุณลักษณะเด่นของเครื่องมือเหล่านี้ก็คือมีค่าความคงที่สูง มีความถูกต้องสูง ตามปกติแล้วอุปกรณ์ประเภทนี้ควรจะมีคุณสมบัติในทางอุดมคติดังต่อไปนี้คือ

1. ทุกคนยอมรับว่ามีความแน่นอนและถูกต้อง
2. สามารถสร้างขึ้นได้ อาจมีตัวตน หรือไม่มีตัวตนก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ถ้ามีตัวตนต้องสามารถถ่ายค่าไปยังค่ามาตรฐานระดับรองได้
4. สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ค่าคงที่ ทุกเวลา และสถานที่
5. สามารถขยายค่าหรือหดค่าลงได้
6. การขยายหรือหดค่าต้องไม่ทำให้เสียความถูกต้อง

2.8.1 อุปกรณ์มาตรฐานการวัดแบ่งตามการใช้งาน

อุปกรณ์มาตรฐานการวัดมีใช้หลายระดับ แต่ละระดับมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป แบ่งได้ตามการใช้งานดังต่อไปนี้

2.8.1.1 National Measurement Standards เป็นมาตรฐานการวัดที่ใช้ในระดับมาตรฐานแห่งชาติ จะเป็นมาตรฐานอ้างอิงสำหรับประเทศนั้น และจะใช้ในห้องปฏิบัติการมาตรฐานแห่งชาติ

2.8.1.2 Reference Measurement Standards เป็นมาตรฐานการวัดที่มีความถูกต้องดีที่สุดในพื้นที่นั้น ตามปกติจะใช้มาตรฐานระดับนี้ในการถ่ายค่ามาตรฐานให้กับ Secondary Measurement Standards

2.8.1.3 Secondary Measurement Standards เป็นมาตรฐานการวัดในระดับรองใช้รับการถ่ายทอดค่ามาตรฐานจาก Reference Measurement Standards เพื่อถ่ายค่าให้กับมาตรฐานการวัดในระดับรองลงไป อุปกรณ์มาตรฐานระดับนี้จะมีใช้อยู่ในหน่วยงานต่างๆที่ต้อง การสอบเทียบเครื่องมือมาตรฐานของตัวเอง ตามปกติ Secondary Measurement Standards จะมีราคาถูกกว่า Reference measurement Standards ซึ่งจะใช้เป็นตัวถ่ายทอดค่าให้แก่มาตรฐานระดับ Working Measurement Standards ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

2.8.1.4 Working Measurement Standards เป็นอุปกรณ์มาตรฐานการวัดระดับล่างสุดในการใช้งาน และใช้ในการสอบเทียบเครื่องมือวัดที่มีใช้ในหน่วยงานต่างๆ เครื่องมือวัดเหล่านี้ได้แก่ Multi function calibrator ที่ใช้ในการสอบเทียบ Multimeter ในหน่วยงาน เป็นที่น่าสังเกตว่าเครื่องมือมาตรฐานระดับนี้จะมีความทนทานในการใช้งาน ค่าความถูกต้องอยู่ในระดับพอสมควร ทำให้มีความเหมาะสมในการปฏิบัติงานสอบเทียบตามปกติ

2.8.2 การจัดหาอุปกรณ์มาตรฐานการวัด

การจัดหาอุปกรณ์มาตรฐานการวัดมาใช้ในงานสอบเทียบมาตรฐานการวัดนั้น มีข้อที่ควรคำนึงดังต่อไปนี้

2.8..2.1 มีความถูกต้องเพียงพอที่จะใช้งานได้

2.8.2.2 จัดหาในจำนวนที่พอเหมาะกับงานที่ต้องทำ

2.8.2.3 เป็นเครื่องมือที่ผู้ผลิตมีการประกันคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.4 เลือกซื้อเครื่องมือมาตรฐานแบบที่หาที่สอบเทียบมาตรฐานในประเทศได้

2.8.2.5 ผู้ขายมีบริการหลังการขายที่ดี

2.8.2.6 มีราคาไม่แพงเกินไป

การจัดหาเครื่องมือมาตรฐานการวัดหรือเครื่องมือวัดมาใช้งานจะต้องมีการเลือกให้มีความสามารถในการวัดที่เหมาะสมกับงานที่จะนำไปวัด กล่าวคือเครื่องมือวัดหรือมาตรฐานการวัดจะต้องมาค่าความถูกต้องในการอ่านที่ดีกว่าเครื่องมือที่จะไปวัดอยู่ประมาณ 4 ถึง 10 เท่า ยกเว้นในกรณีเป็นเครื่องมือที่มีความถูกต้องสูงมากอาจจะอนุโลมให้ เครื่องมือมาตรฐานดีกว่า 1 ถึง 2 เท่าได้เป็นกรณีไป ก่อนที่ท่านจะสามารถเลือกเครื่องมือวัดได้เหมาะสมกับงานท่านจะต้องเข้าใจการบอกคุณลักษณะเสียก่อน ในการระบุลักษณะของเครื่องมือวัดนั้น ท่านต้องเข้าใจในศัพท์บางคำเสียก่อนดังต่อไปนี้

1) Accuracy หรือความถูกต้องในการวัด หมายถึงเครื่องมือวัดมีความสามารถในการอ่านได้ใกล้ค่าจริงเท่าใด เช่น มิเตอร์ตัวหนึ่งมีค่าความถูกต้องในการวัดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 0.5 % ของค่าที่แสดงผลหมายถึง ถ้าเราวัดแรงดันไฟฟ้า 100 VDC มิเตอร์แสดงผล 100 VDC ค่าที่แท้จริงที่เราวัดได้จะอยู่ระหว่าง 100 +/- 0.5 คือ ระหว่าง 99.5 ถึง 100.5 VDC บริษัทผู้ผลิตเครื่องมือวัดทั่วไปมักจะระบุค่า Accuracy หรือค่าความถูกต้องในการวัดมาในคุณลักษณะของเครื่องมือวัด เราจะพิจารณาค่า Accuracy ของเครื่องมือวัดเป็นปัจจัยสำคัญ

2) Precision หรือความแม่นยำในการวัด หมายถึงว่าเครื่องมือวัดมีความสามารถในการแสดงค่าที่ซ้ำที่เดิมได้ดีหรือไม่ เมื่อป้อนค่าคงที่ค่าหนึ่งในการวัดหลายๆครั้ง ตามปกติบริษัทผู้ผลิตจะไม่ระบุค่านี้มาในใบบอกคุณลักษณะของเครื่องมือวัด

3) Stability หรือความเสถียรในการอ่านเครื่องมือวัด ค่านี้หมายถึงอัตราการเปลี่ยนไปของผลการวัด ซึ่งเกิดขึ้นจากเครื่องมือวัดเองเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ถ้าเครื่องมือวัดมี Stability ไม่ดีก็หมายความว่าการอ่านของเครื่องมือวัดนั้นเลื่อนค่าไปตามเวลา ผู้ผลิตมักจะระบุค่า Stability ของเครื่องมือวัดมาในเอกสารบอกคุณลักษณะของเครื่องมือวัด

4) Noise Floor หรือระดับสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในตัวเครื่องมือวัดเอง ถึงแม้ว่าจะมิได้ป้อนสัญญาณอะไรเลย แต่เครื่องวัดจะแสดงค่าของระดับสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นภายในตัวเครื่องวัดออกมา หากค่านี้มากความไวในการวัดของเครื่องมือวัดจะลดลงค่า Noise Floor นี้บริษัทผู้ผลิตจะระบุมาในเอกสารบอกคุณลักษณะของเครื่องมือวัด หากผู้ซื้อไม่สนใจก็อาจจะเกิดปัญหาในการวัดได้

2.8.3 การปฏิบัติต่ออุปกรณ์มาตรฐานการวัด

ผู้ใช้เครื่องมือวัดและอุปกรณ์มาตรฐานการวัดจะต้องต่ออุปกรณ์มาตรฐานการวัดด้วยความระมัดระวัง และเอาใจใส่ เพราะเครื่องมืออาจจะอ่านผิดไปหากได้รับการปฏิบัติที่ไม่ดี ทำให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสียหายต่อระบบคุณภาพและสินค้าที่ผลิต ต่อไปนี้คือข้อควรระวังในการปฏิบัติต่อเครื่องมือวัด

2.8.3.1 ต้องเก็บรักษาเครื่องมือวัดที่ใช้ไว้ในสถานที่ที่ไม่ทำให้เครื่องมือวัดเสียหาย กล่าวคือไม่อยู่ในที่ที่มีความร้อนสูง มีความชื้นสูงและมีความสั่นสะเทือน มีความสกปรกหรือสถานที่ที่ใครก็สามารถหยิบไปได้ เครื่องมือวัดอาจจะหายไปได้

2.8.3.2 ผู้ใช้เครื่องมือวัดต้องศึกษาการใช้งานเครื่องมือวัดก่อนใช้ การใช้งานโดยไม่ศึกษาให้เข้าใจจะทำให้เครื่องมือวัดเสียหายและเกิดอันตรายกับผู้ใช้เครื่องมือวัดนั้น

2.8.3.3 อย่าใช้เครื่องมือวัดผิดประเภทหรือเกินกำลัง ตัวอย่างเช่นไม่ควรใช้ Voltage Standard ที่ใช้ในการสอบเทียบมาตรฐาน Multimeter ไปทำ Power Supply จะทำให้เครื่องมือวัดเสียหายได้

2.8.3.4 ในการขนส่งเคลื่อนย้ายเครื่องมือวัด จะต้องมีการกันสะเทือนหรือบรรจุภัณฑ์ที่กันสะเทือนได้ดี เพราะเครื่องมือวัดจะอ่านผิดไปหากได้รับการสั่นสะเทือนมากๆ

2.8.3.5 อย่าวางเครื่องมือวัดในลักษณะที่อาจเกิดการตกหล่นจากโต๊ะ อย่าวางซ้อนกันหลายเครื่อง

2.8.3.6 หมั่นทำความสะอาดเครื่องมือวัดให้ดูใหม่เสมอ โดยเฉพาะฟองน้ำที่กรองอากาศให้ล้างทุกครั้งที่ทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด

2.8.3.7 ในการใช้งานเครื่องมือวัดอย่าใช้งานในจุดที่มีอุณหภูมิสูงเกินไป และคำนึงถึงการระบายอากาศของเครื่องมือวัดด้วย การระบายอากาศไม่ดีทำให้อายุการใช้งานเครื่องมือวัดสั้นลง

2.8.3.8 แยกเครื่องมือวัดที่ชำรุดหรือครบอายุสอบเทียบไว้ในที่ต่างหากเพื่อป้องกันการหยิบไปใช้โดยไม่รู้ ซึ่งอาจจะส่งผลเสียหายต่องานของผู้ที่จะนำไปใช้ได้

2.8.3.9 ควรจัดทำบัญชีเครื่องมือวัดทุกเครื่องที่มีใช้ เพื่อสะดวกในการกำหนดการสอบเทียบตามระยะเวลา

2.8.3.10 ควรเก็บประวัติการซ่อมบำรุงหรือความชำรุดเสียหายของเครื่องมือวัดได้

2.8.3.11 ควรเก็บผลการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องวัดไว้อ้างอิง และกำหนดวันครบอายุใช้งาน

2.8.3.12 ควรมีการป้องกันมิให้ผู้มีอำนาจหน้าที่ทำการปรับแต่งเครื่องมือวัดโดยไม่มีอำนาจ

2.8.3.13 ควรมีการระบุสถานนะภาพของเครื่องมือวัดที่ใช้ในงาน ให้สามารถเห็นได้อย่างชัดเจน เช่นการติด Calibration Sticker หรือการใช้เครื่องหมายอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

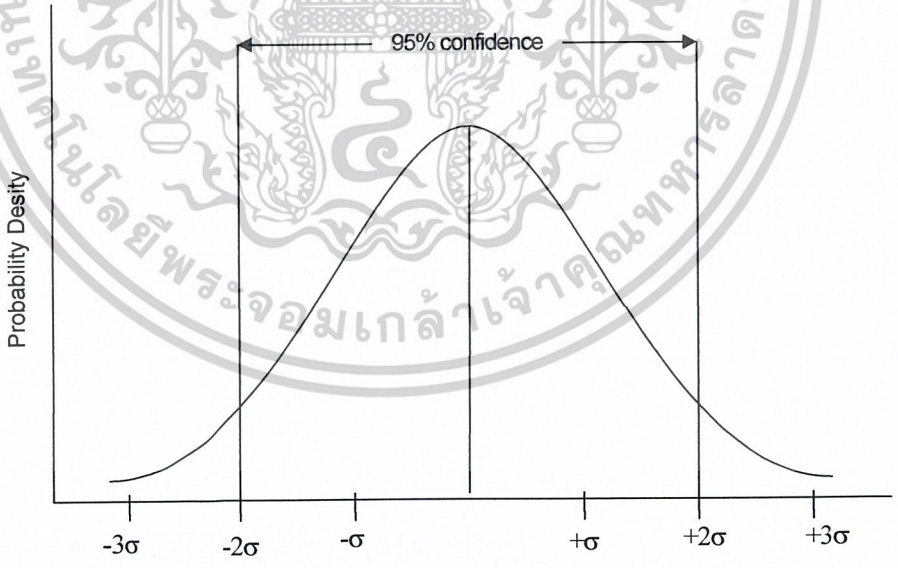
กล่าวโดยสรุปผู้ใช้เครื่องมือวัดจะต้องปฏิบัติต่อเครื่องวัดอย่างดีเพื่อมิให้เครื่องวัดได้รับผลกระทบจากการเก็บรักษา หรือการใช้งานอันจะทำลายความถูกต้องในการอ่านค่าของเครื่องมือวัด ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายตามมาอีก

2.9 ความไม่แน่นอนของการวัด (Uncertainty of Measurement)

จากมาตรฐาน ISO-9000 , ISO/IEC 17025 กำหนดในเรื่องการวัด การสอบเทียบว่าจะต้องรู้ค่าความไม่แน่นอนของการวัดจึงจะทำให้รู้ว่า ผลการวัดใดๆที่ได้นั้นมีคุณภาพดีพอกับความต้องการของงานแต่ละงานหรือไม่ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานในด้านนี้จึงต้องรู้วิธีประเมินองค์ประกอบต่างๆ ด้วย

2.9.1 นิยามความผิดพลาดของการวัด

ความผิดพลาด (Error) คือ ความแตกต่างระหว่างผลของการวัดกับค่าจริงของปริมาณที่ทำการวัด หลังจากการแก้ไขค่า (Correction) แล้วในที่นี้เราขอใช้กราฟการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution Curve) ในการแสดงให้เห็นความหมาย คือเราต้องการให้ค่าจริงอยู่ในตำแหน่งตรงกลางของเส้นโค้ง แม้ว่าค่าจริงจะสามารถที่จะเป็นค่าใดๆก็ได้ภายใต้เส้นโค้งของกราฟ



ภาพที่ 2.2 การแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 ชนิดของความผิดพลาด

โดยทั่วไปเราแบ่งความผิดพลาด (Error) เป็น 2 ชนิด

2.9.2.1 ความผิดพลาดสุ่ม (Random Error)

คือ ความแตกต่างระหว่างผลการวัดที่เกิดแบบคาดเดาไม่ได้ เกิดแบบไม่มีระเบียบแบบแผนแน่นอน มักจะมองเป็น "สิ่งรบกวนที่ไม่มีระเบียบแน่นอน" ในกระบวนการวัด ความผิดพลาดสุ่มนี้จะถูกประเมินค่าโดยวิธีทางสถิติ

2.9.2.2 ความผิดพลาดของระบบ (Systematic)

คือ ความแตกต่างจากค่าจริง ซึ่งเกิดจากความไม่สมบูรณ์ในระบบการวัดตามที่เรียกชื่อ ความผิดพลาดจากระบบเหล่านี้เป็นผลมาจากสิ่งที่วัดได้ (อุณหภูมิ ความชื้น ความดัน) และมีผลกระทบสัมพันธ์กับค่าของปริมาณที่ทำการวัดสิ่งอื่นๆ เช่น การผิดพลาดจากตัวมาตรฐาน เป็นต้น การเกิดความผิดพลาดสุ่มในเวลาหนึ่ง อาจเป็นความผิดพลาดของระบบในอีกด้านหนึ่งได้

2.9.3 ความไม่แน่นอนของการวัด

คือผลการประเมินที่เจาะจงไปที่คุณสมบัติเฉพาะในช่วงที่คาดว่าค่าจริงของสิ่งที่จะวัดนั้นเป็นอยู่ โดยทั่วไปจะระบุพร้อมด้วยค่าความน่าจะเป็นไปได้ด้วยค่าระดับความมั่นใจ(Confidence Level) กี่เปอร์เซ็นต์ แหล่งความไม่แน่นอนของการสอบเทียบเครื่องวัดอุณหภูมิ

ค่าความไม่แน่นอนจะมีมาจาก

- ค่าที่มาจากตัวเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานที่ใช้
- ค่าเสถียรภาพของเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานที่ใช้
- เครื่องวัดความต้านทาน หรือแรงดันไฟฟ้าที่ใช้
- ผลจากความร้อนในตัวเองของ PRT
- ผลจากสายวัดแรงดันที่รอยต่อ
- ผลจากการสอด หรือจุ่มตัววัดไม่ได้ตามมาตรฐาน
- ผิดพลาดจากการคำนวณค่าจากตารางค่ามาตรฐาน ohm หรือ mv กับอุณหภูมิ เป็นต้น
- อื่นๆ

วิธีประเมินค่าความไม่แน่นอน

แบ่งเป็นวิธีประเมิน "แบบ A(Type A)" กับ "แบบ B(Type B)"

แบบ A : ประเมินโดยการคำนวณจากชุดข้อมูลการวัดซ้ำๆกันหลายครั้งด้วยวิธีทางสถิติ

แบบ B : คือการประเมินโดยวิธีอื่นๆที่ไม่ใช่ "แบบ A"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ทั้งแบบ A และ B สามารถบอกความไม่แน่นอนด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยการใช้องค์ประกอบที่เหมาะสม โดยขึ้นอยู่กับการสมมุติความน่าจะเป็นของการกระจายค่า สำหรับโครงงานนี้เราเลือกทั้งแบบ A และ B มาใช้งานร่วมกัน โดยในส่วนของ Software ใช้ Type A ส่วน Hardware ใช้ Type B

2.9.3.1 การประเมินค่าความไม่แน่นอน "Type A"

1. เป็นการประเมินโดยใช้วิธีทางสถิติ ในการวิเคราะห์ชุดข้อมูลผลการวัดซ้ำๆ กันหลายๆครั้ง และพิจารณาความถี่ของการวัดได้ค่าซ้ำๆกัน จะได้ค่า n ครั้ง

2. จะได้ผลการวัดเป็น $q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, \ldots, q_n$

3. คำนวณค่าเฉลี่ย

$$\bar{q} = \frac{\sum_{k=1}^{n} q_k}{n} \tag{2.1}$$

4. คำนวณค่า Standard deviation ของผลการวัด n ค่า

$$s(q_k) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{n} (q_k - \bar{q}^2)}{(n-1)}} \tag{2.2}$$

5. คำนวณค่า Standard Deviation ของค่าเฉลี่ย

$$s(\bar{q}) = \frac{s(q_k)}{\sqrt{n}} \tag{2.3}$$

6. กำหนดค่า Type A Standard Uncertainty

$$u(x_i) = s(\bar{q}) \tag{2.4}$$

7. คำนวณค่า The Degrees of Freedom

$$V_i = n - 1 \tag{2.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
55060

2.9.3.2 การประเมินค่าความไม่แน่นอน "Type B"

การพิจารณา Type B Uncertainty นั้น เราจะต้องคำนวณการเปลี่ยนข้อมูลที่ได้มาให้เป็น 1 Standard Uncertainty โดยการหารด้วยค่าๆหนึ่งที่ขึ้นอยู่กับลักษณะความเป็นไปได้ของการกระจายค่าความไม่แน่นอน (The Probability of the Uncertainty) ว่าเป็นแบบใดโดยมีองค์ประกอบในการประเมินดังนี้

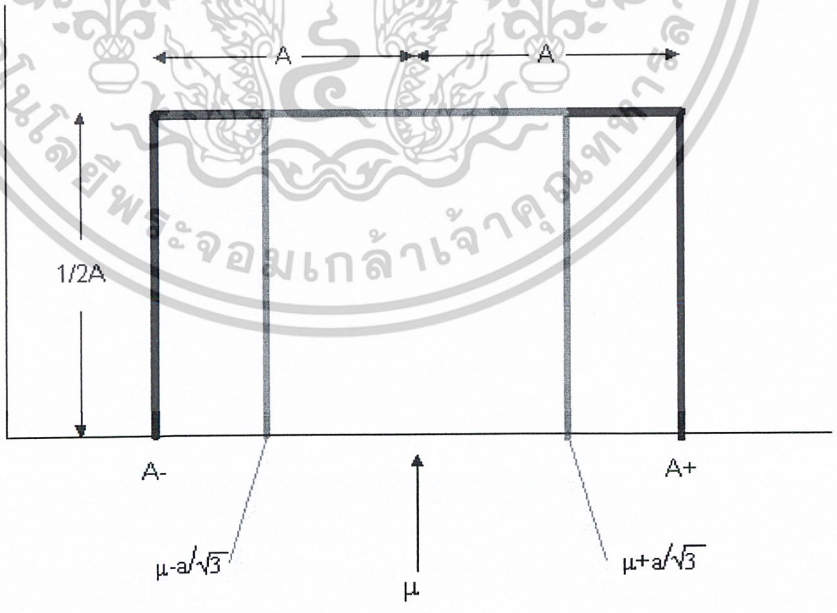
- ข้อมูลจาก Calibration Certificate
- ข้อมูลจากการวัดในอดีต
- ค่าคงที่ที่ยอมรับ
- ข้อมูลจากข้อกำหนดจำเพาะของผู้ผลิต
- ข้อมูลจากประสบการณ์ หรือความรู้
- ข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

1. Rectangular Probability Distribution

ค่าความไม่แน่นอนแบบนี้ใช้กับกรณีที่ให้ค่ามาเป็นสูงสุด และมีโอกาสเป็นค่าใดๆเท่ากันทุกค่า คำนวณได้โดย

1.1 หาค่าครึ่งหนึ่งของช่วงสูงสุด-ต่ำสุดเป็น "a"

1.2 หารด้วยค่า $\sqrt{3}$



ภาพที่ 2.3 กราฟ Rectangular

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง Type B Uncertainty ที่มี Rectangular Probability Distribution มีดังนี้

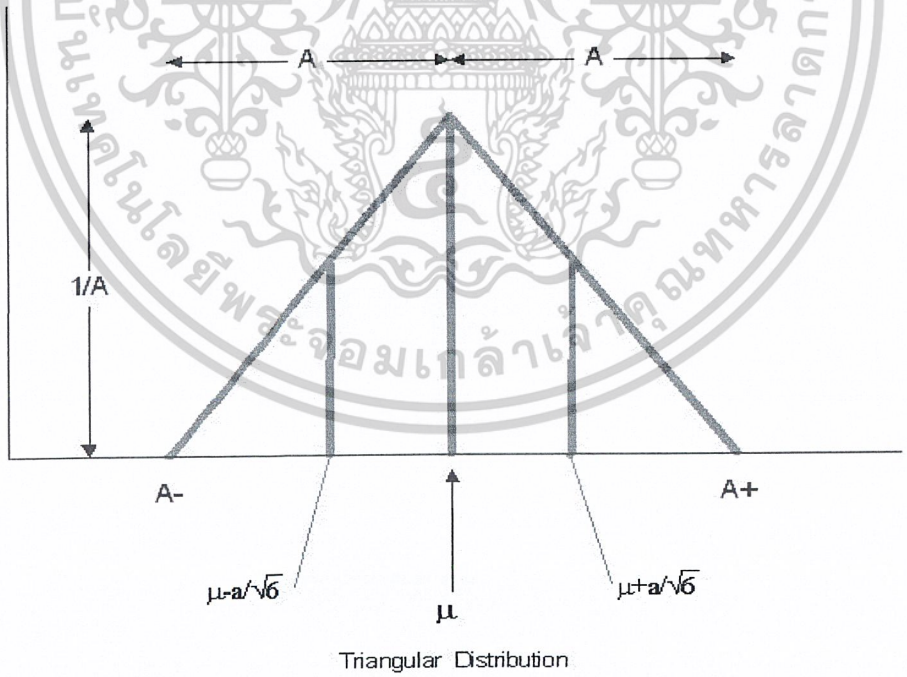
ชื่อ	ค่าที่บอก	ค่าครึ่งช่วง(a)	$(a)\sqrt{3}$	ย่อ
a) Accuracy	$\pm 0.05\%$	0.05	$\frac{0.05}{\sqrt{3}}$	U(A)
b) Resolution	$1\ ^{o}C$	$0.5\ ^{o}C$	$\frac{0.5}{\sqrt{3}}$	U(B)
c) Drift	$\pm 0.01\ ^{o}C$	$0.01\ ^{o}C$	$\frac{0.01}{\sqrt{3}}$	U(C)

2. Triangular Probability Distribution

ค่าความไม่แน่นอนแบบนี้ คือ กรณีที่เรารู้ว่าส่วนใหญ่ค่าของมันมักจะอยู่ใกล้ค่ากลางของการกระจาย นั่นคือโอกาสที่ค่าความไม่แน่นอนจะเป็นค่ากลางเป็นส่วนใหญ่ คำนวณได้โดย

2.1.1 หาค่าครึ่งหนึ่งของช่วงสูงสุด-ต่ำสุดเป็น “a”

2.1.2 หารด้วยค่า $\sqrt{6}$



ภาพที่ 2.4 กราฟ Triangular

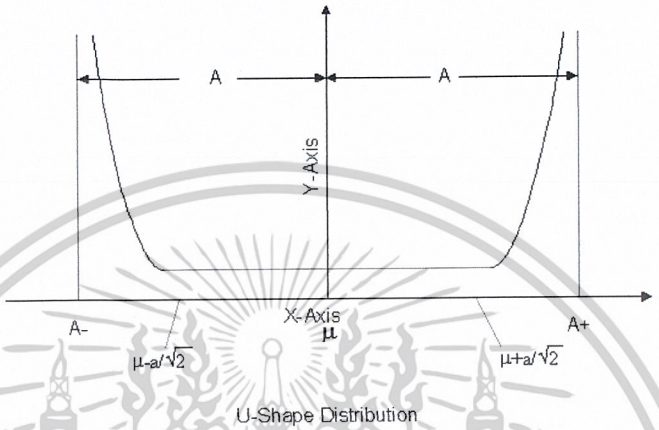
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. U-Shape Probability Distribution

คือค่าความไม่แน่นอนแบบนี้ คือ กรณีเกิดความไม่เข้ากัน หรือไม่สอดคล้องกัน (mismatch) ของตัวส่ง กับ ตัวรับใดๆ

3.1 ถ้าให้ค่าความไม่แน่นอนของตัวส่ง เป็น U_s

3.2 ถ้าให้ค่าความไม่แน่นอนของตัวรับ เป็น U_L

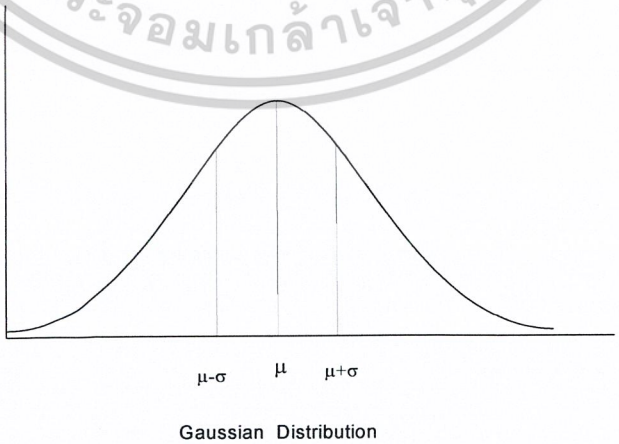


ภาพที่ 2.5 กราฟ U-Shape

4. Normal or Gaussian Probability Distribution

คือความไม่แน่นอนที่บอกมาพร้อมค่าระดับความมั่นใจ เช่น 95% หรือ 99% การหาค่า 1 Standard Uncertainty ได้โดยหารด้วยค่าต่อไปนี้

Confidence Level	หารด้วย
95%	2
99%	3



ภาพที่ 2.6 กราฟ Gaussian

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Combined Standard Uncertainty

เมื่อแจกแจงความไม่แน่นอนชนิดต่างๆทั้ง Type A และ Type B (B_1,B_2,....B_n) และเป็นชนิด Uncorrelated Type เราจะนำมาคำนวณรวมกัน ดังนี้

$$U_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} c_i^2 u(x_i)^2}$$
$$= \sqrt{A_1^2 + B_1^2 + B_2^2 + ... + B_n^2} \qquad (2.6)$$

โดยมี C_i คือ Sensitive Coefficient เช่น Temperature Coefficient Of Expansion เป็นต้น

ถ้าเป็นชนิด Correlated Type เราจะนำมาคำนวณรวมกัน ดังนี้

$$U_c = \pm(A_1 + B_1 + B_2 + ... + B_n) \qquad (2.7)$$

6. Expanded Uncertainty

ค่า Combined Uncertainty ที่ได้นั้น ยังไม่มีค่าความมั่นใจพอสำหรับงานทางพาณิชย์ เพื่อเพิ่มความมั่นใจ เราจึงใช้วิธีเพิ่มความไม่แน่นอน (Expanded Uncertainty) ใช้สัญลักษณ์ U ที่ได้จากการคูณ $u_c(y)$ ด้วยค่า Coverage factor K

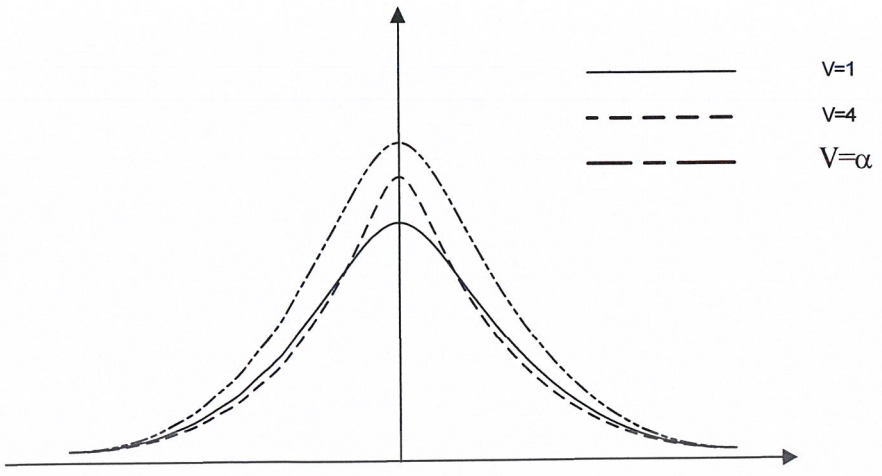
โดยค่า Coverage factor K จะเป็นค่าเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับความต้องการระดับความมั่นใจ(p) ว่าเป็นกี่เปอร์เซ็น ซึ่งคำนวณได้จากตาราง Student T-Distribution

7. การหาค่า Coverage factor K

ใช้ 4 ขั้นตอนในการคำนวณหาค่า k

1. ได้ค่า y และ $u_c(y)$
2. ประมาณค่า v_{eff} จาก The Welch-Satterthwaite formular
3. หาค่า t-factor $t_p\ (v_{eff})$ ที่ตรงกับระดับความมั่นใจที่ต้องการเช่น 95% จากตาราง Student T-Distribution
4. ใช้ $k = t_p\ (v_{eff})$ และคำนวณ $U = ku_c(y)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Student's t-distribution for different values of v_i

ภาพที่ 2.7 กราฟ T-Distribution

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบการสอบเทียบ

การวัด หมายถึง การเปรียบเทียบกัน (Comparison) ระหว่างปริมาณค่าสองค่าคือปริมาณค่าของตัวแปรที่ต้องการทราบ (Measure Value) กับค่าอ้างอิง (Reference Value) ผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบคือค่าที่แท้จริงของปริมาณตัวแปรที่ต้องการทราบค่า

การสอบเทียบ คือการเปรียบเทียบกันระหว่างค่าที่ต้องการของอินพุตและเอาต์พุตของเครื่องมือที่มีความสัมพันธ์กับมาตรฐานของตัวอ้างอิง (Reference Standard) เป็นตัวรับรองอุปกรณ์หรือเครื่องมือวัดว่าทำงานด้วยความถูกต้องแม่นยำและอยู่ในขอบเขตที่ต้องการภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนด การสอบเทียบจะต้องทำเป็นระยะๆเพื่อทดสอบความถูกต้องในการทำงานของเครื่องมือหรือระบบ และกำหนดการใช้งานที่เป็นมาตรฐานของค่าที่ใช้ในการสอบเทียบ การสอบเทียบนี้จะเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของการทำงาน การยอมรับมาตรฐานที่ดีของตัวสอบเทียบและมาตรฐานของสิ่งแวดล้อมการสอบเทียบไม่ได้เป็นการรับประกันการทำงานของเครื่องมือ แต่การสอบเทียบจะทำให้การวัดมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น หรือทำให้การทำงานที่ต้องใช้อุปกรณ์เหล่านี้มีความถูกต้องแม่นยำและอยู่ในขอบเขตที่กำหนด

สาเหตุที่ต้องมีการสอบเทียบเครื่องวัด เพราะต้องการทำให้สินค้า และบริการ มีคุณภาพ มีความสม่ำเสมอในคุณภาพ และสอดคล้องกับข้อกำหนดของมาตรฐานต่าง ๆ

ประโยชน์ของการสอบเทียบเครื่องวัด คือ การสอบเทียบทำให้มั่นใจได้ว่าทุกกระบวนการผลิตต่างๆ ที่อิสระจากกันนั้นกำลังทำงานภายใต้มาตรฐานเดียวกันในขณะนี้ และการสอบเทียบช่วยเสริมคุณภาพสินค้า และช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย

เหตุผลหลักในการสอบเทียบ เพราะในระยะเวลาที่ผ่านไป เครื่องและอุปกรณ์การวัดมิได้มีเสถียรภาพ (Stable) ความไม่เสถียรภาพ (เบี่ยงเบนจากเดิม-Drift) ทำให้การสอบเทียบใหม่เป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้มั่นใจว่าคุณสมบัติจำเพาะของเครื่องวัดตรงตามต้องการ

สิ่งสำคัญสำหรับการสอบเทียบถูกวิธี คือ

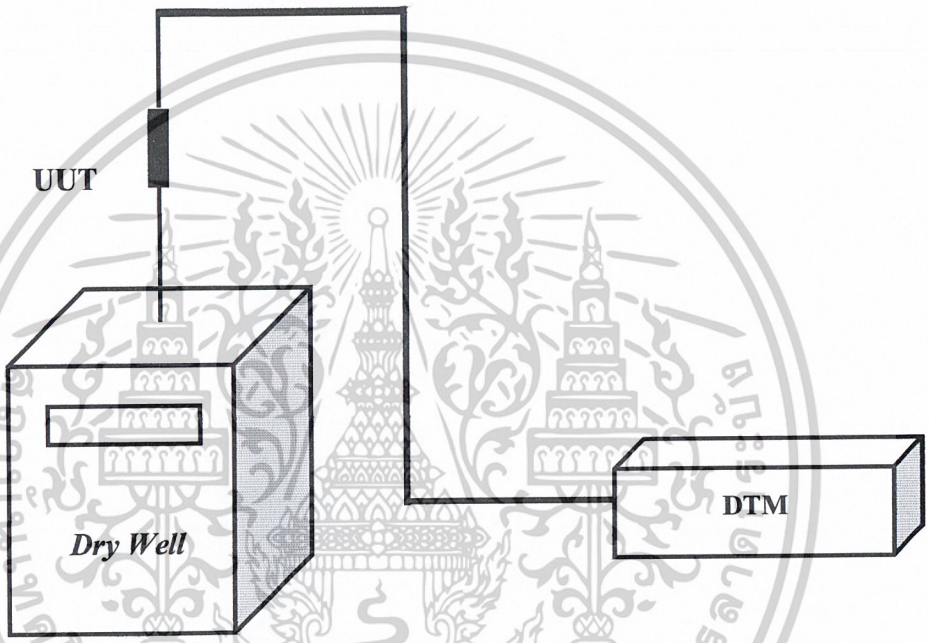
1. มาตรฐานสำหรับใช้สอบเทียบจะต้องมีความเที่ยงตรงที่เหมาะสม และมีความเที่ยงตรงสูงกว่าเครื่องวัดที่จะทำการสอบเทียบ (ดีกว่า 3 ~ 10 เท่า ที่เรียกว่า Test Uncertainty Ratio)
2. การสอบเทียบควรกระทำอย่างน้อย 3 จุดวัด คือ จุดใช้งาน สูงกว่า และต่ำกว่าจุดใช้งานตามความสำคัญ โดยทั่วไปอาจสอบเทียบที่ 10% ,50%,90% ของช่วงวัด
3. ต้องทำการสอบเทียบภายใต้สภาวะที่มีเสถียรภาพ มิเช่นนั้นจะเป็นการเพิ่มความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ต้องปฏิบัติตามกระบวนการสอบเทียบที่กำหนด เพราะจะช่วยให้สามารถเปรียบเทียบผลการสอบเทียบของเครื่องวัดแต่ละตัว จึงควรทำการสอบเทียบด้วยกระบวนการเดียวกันทุกครั้ง

3.1 วิธีการสอบเทียบที่ใช้ในปัจจุบัน มี 2 วิธีคือ

3.1.1 <u>วิธีที่1.</u> การสอบเทียบโดยการเปรียบเทียบกับ Dry Well

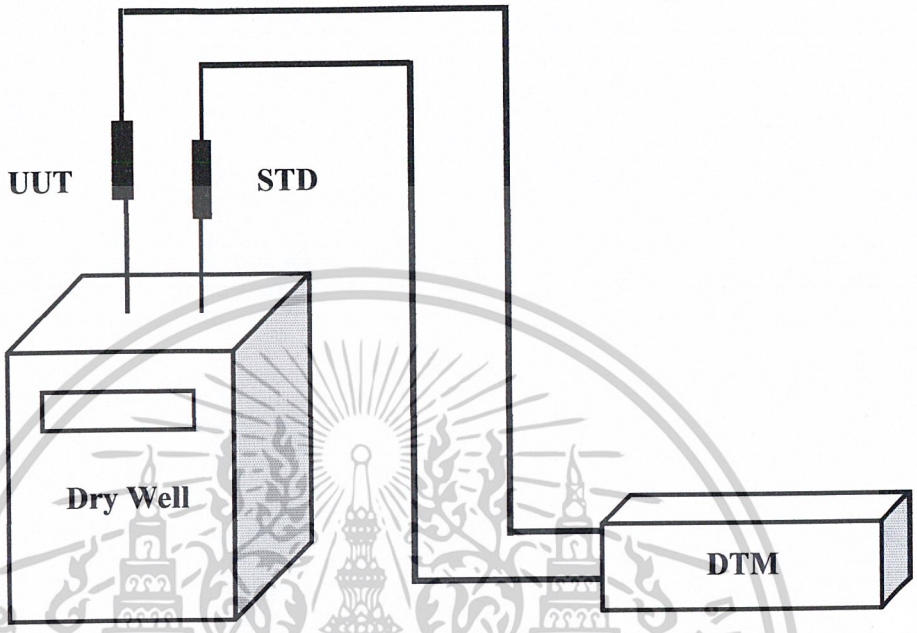


ภาพที่ 3.1 การสอบเทียบโดยการเปรียบเทียบกับ Dry Well

การสอบเทียบวิธีนี้จะใช้ Dry Well เป็นตัว Standard แล้วนำตัวที่จะสอบเทียบ (UUT) มาทำการสอบเทียบ ซึ่งตามปกติแล้วตัว Standard จะต้องดีกว่าตัวที่นำมาสอบเทียบ (UUT) ประมาณ 4 ~ 10 เท่า จากวิธีนี้ Dry Well มี Error 1 $^{\circ}$C ดังนั้นตัวที่จะนำมาสอบเทียบ (UUT) จะต้องมี Error 4 $^{\circ}$C แต่เนื่องจากว่า UUT ที่มี Error มากๆ มักไม่นิยมนำมาใช้งาน จึงเป็นเหตุผลหนึ่งให้เกิดการสอบเทียบอีกวิธีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วิธีที่2. การสอบเทียบโดยการเปรียบเทียบกับ SPRT (Standard Platinum Resistant Thermometer)



ภาพที่ 3.2 การสอบเทียบโดยการเปรียบเทียบกับ SPRT

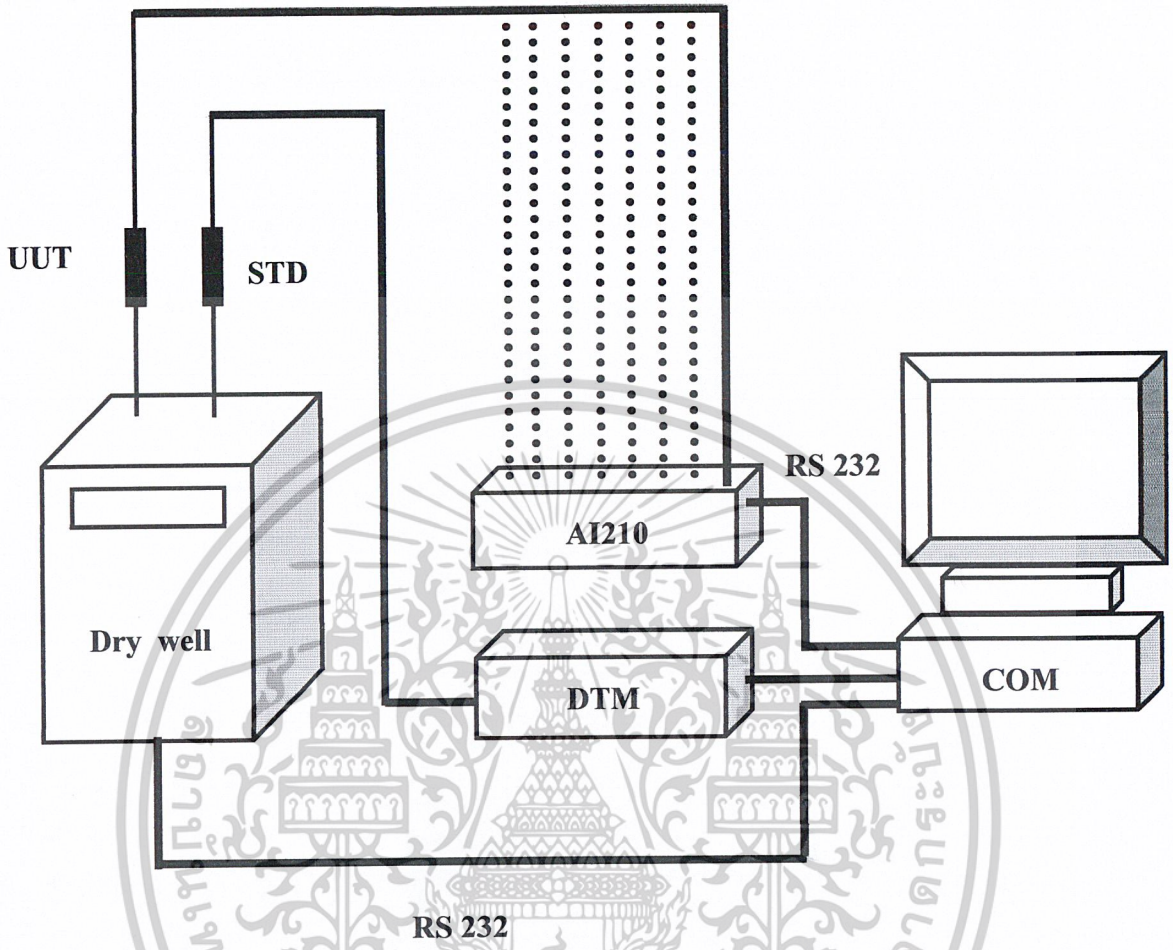
การสอบเทียบวิธีนี้จะใช้ Probe เป็นตัว Standard แล้วนำตัวที่จะสอบเทียบ (UUT) มาทำการสอบเทียบ (ตามปกติแล้วตัว Standard จะต้องดีกว่าตัวที่นำมาสอบเทียบ (UUT) ประมาณ 4 ~ 10 เท่า) จากวิธีนี้เนื่องจาก Probe มี Error 0.5 $^{\circ}$C ดังนั้นตัวที่จะนำมาสอบเทียบ (UUT) จะต้องมี Error 2 $^{\circ}$C (ซึ่ง Error นี้มักจะพบได้โดยทั่วไป) จึงทำให้การสอบเทียบวิธีนี้เป็นที่นิยมนำมาใช้งาน

ความไม่แน่นอนของการวัด (Uncertainty of Measurement) คือ ผลการประเมินที่เจาะจงไปที่คุณสมบัติเฉพาะ ในช่วงที่คาดว่าค่าจริงของสิ่งที่จะวัดนั้นเป็นอยู่ โดยทั่วไปจะระบุพร้อมด้วยค่าความน่าจะเป็นไปได้ด้วยค่าระดับความมั่นใจกี่เปอร์เซ็นต์ แหล่งความไม่แน่นอนควรจะรู้และบอกโดยผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิคในเรื่องนั้น โดยประเมินจากความรู้ ความเข้าใจในระบบการวัดที่เกี่ยวข้องกับงานนั้น การขาดความรู้จะนำไปสู่การได้ผลการวัดที่เชื่อมั่นแต่กลับได้ค่าไม่ถูกต้อง

ความแม่นของการวัด (Accuracy of Measurement) คือ ความใกล้เคียงของผลการวัดกับค่าจริงของสิ่งที่ทำการวัด เราจะบอกความแม่นยำ (Accuracy) ของเครื่องวัดด้วยปริมาณความผิดพลาด (Error) ของค่าแสดงจากค่าจริงเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์หรือจำนวนสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 รูปแบบ PROJECT (Automatic Calibration Temperature System By Data Logger)



ภาพที่ 3.3 การนำ Data Logger มาใช้ในการสอบเทียบอุณหภูมิ

3.3 สาเหตุที่นำ Analog Input Module (AI210) มาใช้งาน

จากวิธีการสอบเทียบทั้ง 2 วิธีที่กล่าวมา Digital Thermometer (DTM) สามารถอ่านค่าอุณหภูมิจาก Probe ได้เพียงครั้งละ 1 ตัว (สอบเทียบได้ครั้งละ 1 ตัว) ทำให้เสียเวลา ซึ่งเป็นปัญหาหนึ่งของตัว Digital Thermometer (DTM) อีกทั้งหากเราต้องการที่จะทำการสอบเทียบคราวละหลาย ๆ ตัว ซึ่งในความเป็นจริงแล้วเราอาจจะใช้ Digital Thermometer (DTM) ที่มีหลาย Channel ได้ แต่เนื่องจากอุปกรณ์ Digital Thermometer (DTM) ที่เรามีอยู่นั้นสามารถใช้อ่านค่าอุณหภูมิจาก Probe ได้เพียงครั้งละ 1 ตัว ทางกลุ่มจึงได้เล็งเห็นถึงปัญหานี้จึงได้มีการนำตัว Analog Input Module (AI210) มาทำการประยุกต์ใช้ เนื่องมาจากว่าตัว Analog Input Module (AI210) นั้นสามารถรับ Input ได้ 8 Channel (สอบเทียบได้ครั้งละ 8 ตัว) จึงทำให้มีศักยภาพในการสอบเทียบที่ดีขึ้น อีกทั้งยังขจัดปัญหาการเสียเวลาไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการศึกษา

จากการศึกษาทางกลุ่มได้ทำการแบ่งขั้นตอนออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.4.1. ทำการศึกษาเกี่ยวกับ Dry Well (รุ่น 9122 35-400°C)

Dry Well เป็นเครื่องมือสำหรับสร้างอุณหภูมิคงที่และสอบเทียบอุณหภูมิให้กับอุปกรณ์อุณหภูมิได้เช่น RTD , Thermocouple

โดยอุณหภูมิที่สามารถควบคุมได้อย่างแม่นยำนั้นสามารถควบคุมได้จากพอร์ตอนุกรมและ IEEE-488

ตัวอย่างคำสั่งที่ใช้กับเครื่อง Dry Well

- t = เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการอ่านค่าที่ Dry Well (°C)
- s = เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการตั้งค่าอุณหภูมิให้กับ Dry Well (°C)
- Sr = เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการตั้งค่าการเปลี่ยนแปลงให้กับ Dry Well (°C / min)

3.4.2. ทำการศึกษาเกี่ยวกับ Digital Thermometer (DTM)

Digital Thermometer (DTM) คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับอ่านค่าอุณหภูมิจาก Probeตัว Digital Thermometer (DTM) สามารถอ่านค่าอุณหภูมิจาก Probe ได้ครั้งละ 1 ตัว ทำให้สามารถสอบเทียบได้ครั้งละ 1 ตัว จึงทำให้เสียเวลา ซึ่งเป็นปัญหาของตัว Digital Thermometer (DTM) ตัว Digital Thermometer (DTM) นี้จะทำการติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านการ์ด GPIB

<u>ตัวอย่าง</u> รูปแบบคำสั่งที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่อง DTM กับ Computer ผ่านการ์ด GPIB มีดังนี้

Function	Program Data(Fm1)*	Range	Program Data(Fm2)**
DC V	F1	20V	R5
		200V	R6
RTD 4W	F11	Pt100	R1
		Pt1000	R3

* **Function(FCTN) Setting**

** **Range(RANGE) Setting**

3.4.3. ทำการศึกษาเกี่ยวกับ Analog Input Module (AI210)

Analog Input Module (AI 210) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถรับสัญญาณ Analog Input ได้ 8 Channels, Digital Input 4 Channels และ ควบคุม Digital Output ได้ 4 Channels โดยAnalog Input

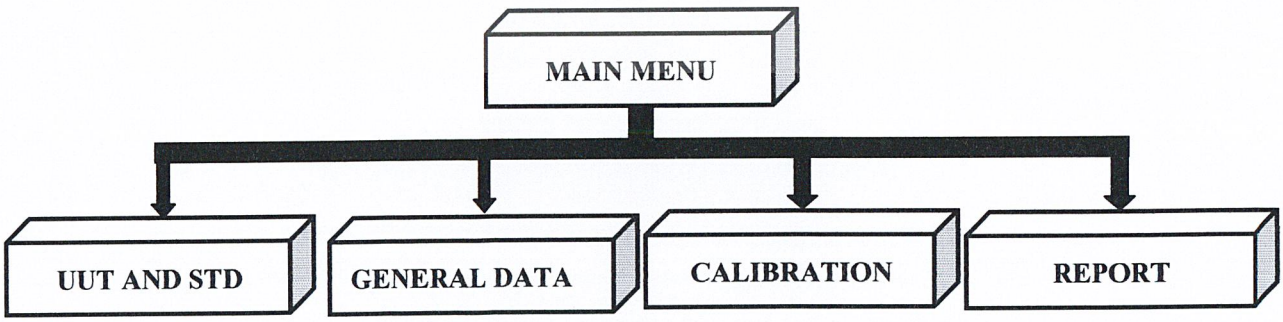
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้กับ Sensor ได้หลายระบบ เช่น Thermocouple , RTD , Voltage และ Current การติดต่อกับ AI 210 สามารถทำได้โดยผ่าน Port RS 232 หรือ RS 485 ทำให้สามารถพัฒนา Program บน PC เพื่ออ่านค่า Input และควบคุม Output ของ AI 210 ได้ Protocol ที่ใช้ติดต่อกับ AI 210 มีให้เลือกได้หลายแบบ เช่น MODBUS ASCII , ASCII Command และ มี DDE Server เพื่อใช้ติดต่อกับ Program บน Window ได้.

ตารางที่ 3.1 รหัสและย่านการวัดของสัญญาณแต่ละชนิด (Measuring Range Code)

Code	Input Type		Measuring Range	Resolution	Accuracy (% FS)
00	Not Use		-	-	-
01	Thermocouple	R	0-1700°C	1°C	±0.2%(3.4°C)
02		S	0-1700°C	1°C	±0.2%(3.4°C)
03		K	(-)250.0-1300.0°C	0.1°C	±0.2%(2.6°C)
04		E	0.0-1000.0°C	0.1°C	±0.2%(2.0°C)
05		J	(-)200.0-700.0°C	0.1(C	(0.2%(1.4(C)
06		T	(-)250.0-400.0(C	0.1(C	(0.2%(0.8(C)
07		B	0-1800(C	1(C	(0.2%(3.6(C)
08	RTD Pt100		(-)200.0-800.0(C	0.1(C	(0.2%(1.6(C)
09	Voltage(mV) 0-100		0.00-100.00mV	0.01mV	(0.02%(0.02mV)
10	Voltage (V)	0-5	0.000-5.000V	0.001V	(0.04%(0.002V)
11		0-10	0.000-10.000V	0.001V	(0.02%(0.002V)
12	Current (mA)	0-20	0.00-20.00V	0.01mA	(0.1%(0.02mA)
13		0-40	0.00-40.00V	0.01mA	(0.05%(0.02mA)

3.5 ส่วนของ Software



ภาพที่ 3.4 รูปแบบโปรแกรมการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 ส่วนประกอบย่อยมีดังนี้

3.5.1.1 UUT AND STD

- Name
- Serial Number
- Manufacturer
- Made In
- Model
- Range
- Accuracy
- Uncertainty

3.5.1.2 General Data

เป็นส่วนของข้อมูลของลูกค้า (Customer) และผู้ปฏิบัติงาน (Employee) และส่วนของตำแหน่งของผู้ปฏิบัติงาน(Position) ซึ่งประกอบด้วย

- Name
- Address
- Telephone
- Sex
- Position

3.5.1.3 Calibration

- แสดงผลจากการ Calibrate
- แสดงผล Graph

3.5.1.4 Report

- ใบ Certificate

3.6 IEEE-488 (GPIB)

โครงสร้างของ IEEE-488 (GPIB)ในระบบพื้นฐานของ GPIB จะประกอบด้วยอุปกรณ์ คือ ผู้ส่ง (Talker), ผู้รับ (Listener), และผู้ควบคุม(Controller)

- **Talker** ทำหน้าที่ส่งข้อมูล โดยในระบบสามารถมี Talker ได้หลายตัว แต่จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงตัวเดียวเท่านั้นที่กำลังทำงานอยู่

- **Listener** ทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูล โดยในระบบเดียวกันสามารถมี Listener ได้หลายตัวเช่นเดียวกัน แต่ Listener สามารถทำงานได้ครั้งละหลายๆตัวได้

- **Controller** ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ โดยกำหนดให้ Talker ทำการส่งข้อมูลหรือกำหนดให้ Listener ทำการรับข้อมูล

3.6.1. อุปกรณ์ที่มี GPIB นั้นสามารถแบ่งตามหน้าที่ได้ดังนี้

1. ทำหน้าที่เป็น Talker เท่านั้น เช่น เครื่องมือวัด เป็นต้น
2. ทำหน้าที่เป็น Listener เท่านั้น เช่น เครื่องพิมพ์ (Printer) , เครื่องบันทึก (Recorder) เป็นต้น
3. ทำหน้าที่เป็นทั้ง Talker และ Listener เช่น คอมพิวเตอร์,เครื่องมือวัดที่สามารถควบคุมได้จากภายนอก เป็นต้น
4. ทำหน้าที่เป็น Talker Listener และ Controller ในตัวเดียวกัน เช่น คอมพิวเตอร์ที่ทำทำหน้าที่ควบคุมระบบ

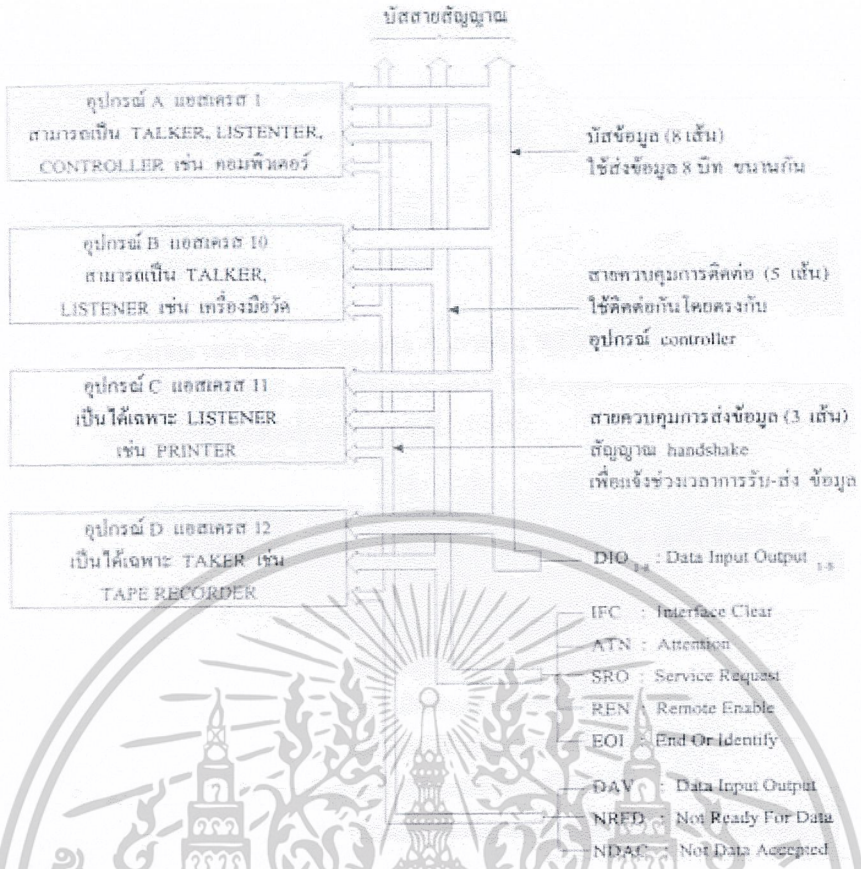
3.6.2 ขีดจำกัดของ IEEE-488

1. จำนวนอุปกรณ์ในระบบ (Talker, Listener, Controller) ที่ต่อกับสายสัญญาณ 1 เส้นจะต้องไม่เกิน 15 เครื่อง
2. สายเคเบิ้ลที่ต่อระหว่างอุปกรณ์ จะต้องยาวไม่เกิน 4 เมตร และความยาวรวมของสายเคเบิลในระบบจะต้องไม่เกิน 20 เมตร
3. ความเร็วในการส่งข้อมูลจะต้องไม่เกิน 1 Mb/Sec (1 ล้านไบต์ต่อวินาที)
4. ต้องมีการจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์มากกว่าครึ่งหนึ่งของระบบ

3.6.3 รายละเอียดเกี่ยวกับ IEEE-488

ลักษณะทางกายภาพ IEEE-488 นั้นคือ เป็นสายสัญญาณแบบ 24 เส้นขนานกันและมีขั้วต่ออยู่ปลายทางทั้งสองของสาย เพื่อต่อกับอุปกรณ์หรือต่อกันเพื่อให้สายสัญญาณมีความยาวเพิ่มขึ้น ในจำนวนสายสัญญาณ 24 เส้น มีเพียง 16 เส้นเท่านั้น ที่ทำหน้าที่นำสัญญาณ ส่วนที่เหลืออีก 8 เส้นทำหน้าที่กราวนด์ (ground) และชีลด์ (shield)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 แสดงการแบ่งเส้นสายนำสัญญาณ

โดยจำนวนสายที่ใช้นำสัญญาณ 16 เส้นนั้นยังแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ตามรูปที่ 1 คือ

1. บัสข้อมูล (Data Bus) จำนวน 8 สายคือ

   DI01 – DI08

2. สายสัญญาณควบคุม (Control Line) จำนวน 5 สาย คือ

   IFC (Interface Clear)

   ATN (Attention)

   SRQ (Service Enable)

   REN (Remote Enable)

   EOI (End or Identify)

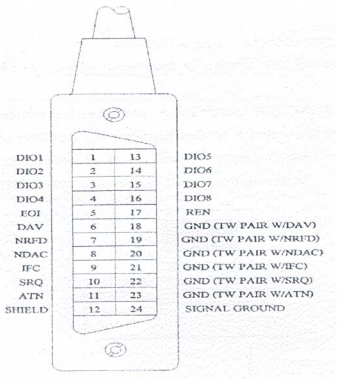
3. สายแฮนด์เชค (Hand Shake) 3 สาย คือ

   DAV (Data Valid)

   NRFD (Not Ready For Data)

   NDAC (Not Data Accepted)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

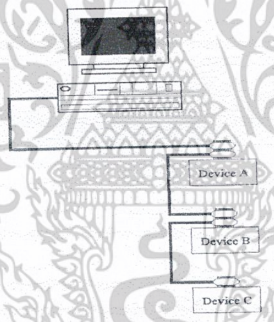


ภาพที่ 3.6 ขั้วต่อของ GPIB และการจัดขาของสัญญาณต่างๆ

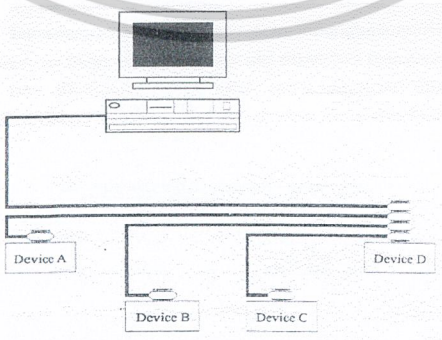
3.6.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ IEEE-488 BUS

สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ IEEE-488 นั้นมีอยู่ 2 วิธี คือ

1. การเชื่อมต่อแบบเรียงต่อเนื่องกัน (Daisy Chain Configuration)
2. การเชื่อมต่อแบบกระจาย (Star Configuration)



ภาพที่ 3.7 การเชื่อมต่อแบบเรียงต่อเนื่องกัน (Daisy Chain Configuration)



ภาพที่ 3.8 การเชื่อมต่อแบบกระจาย (Star Configuration)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบฐานข้อมูล

4.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม

ในการออกแบบโปรแกรมเพื่อความสะดวกในการใช้งานของผู้ใช้งาน โดยจะประกอบไปด้วย 4 ส่วนคือ

4.1.1 ข้อมูลทั่วไป(General Data) จะประกอบไปด้วยส่วนย่อย 2 ส่วนคือ

4.1.1.1 ข้อมูลของลูกค้า

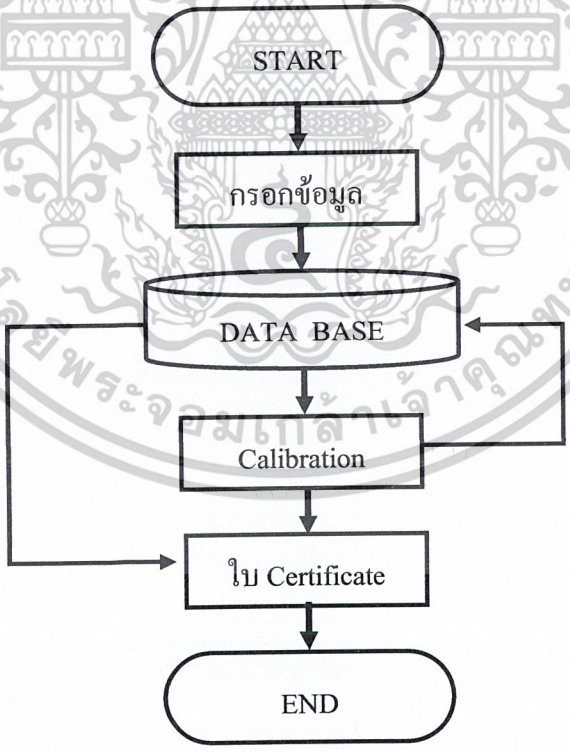
4.1.1.2 ข้อมูลของพนักงาน

4.1.2 ข้อมูลของเครื่องวัดอุณหภูมิ (UUT and STD)

4.1.3 การสอบเทียบ(Calibration)

4.1.4 การออกใบรับรองการสอบเทียบ(Certificate)

4.2 การทำงานของโปรแกรม

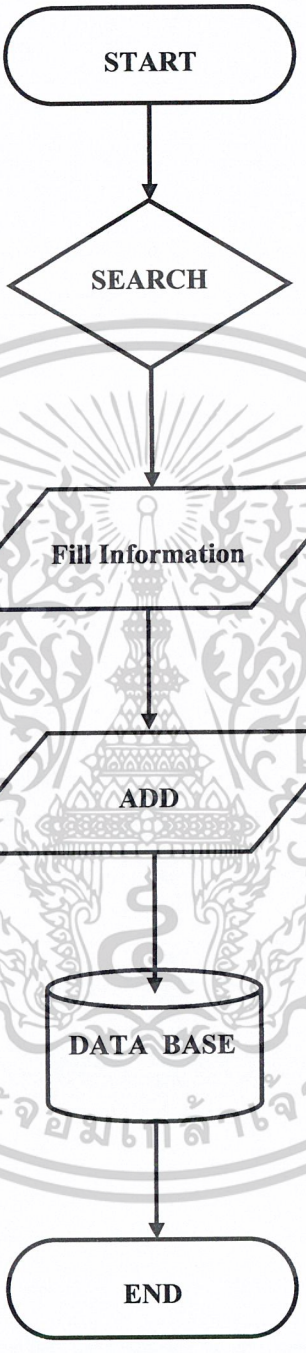


ภาพที่ 4.1 Flow Chart การทำงานรวมของทั้งระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 รูปแบบการสอบเทียบ มี 3 รูปแบบคือ

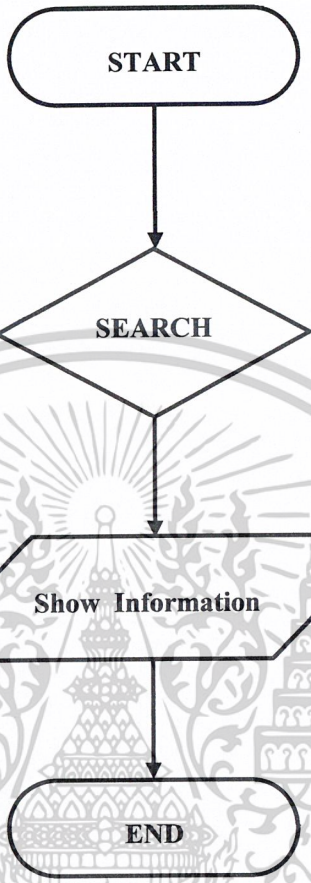
กรณีที่ 1 ตัวอุปกรณ์ใหม่ ความต้องการในการสอบเทียบใหม่



ภาพที่ 4.2 Flow Chart กรณีตัวอุปกรณ์ใหม่ ความต้องการในการสอบเทียบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

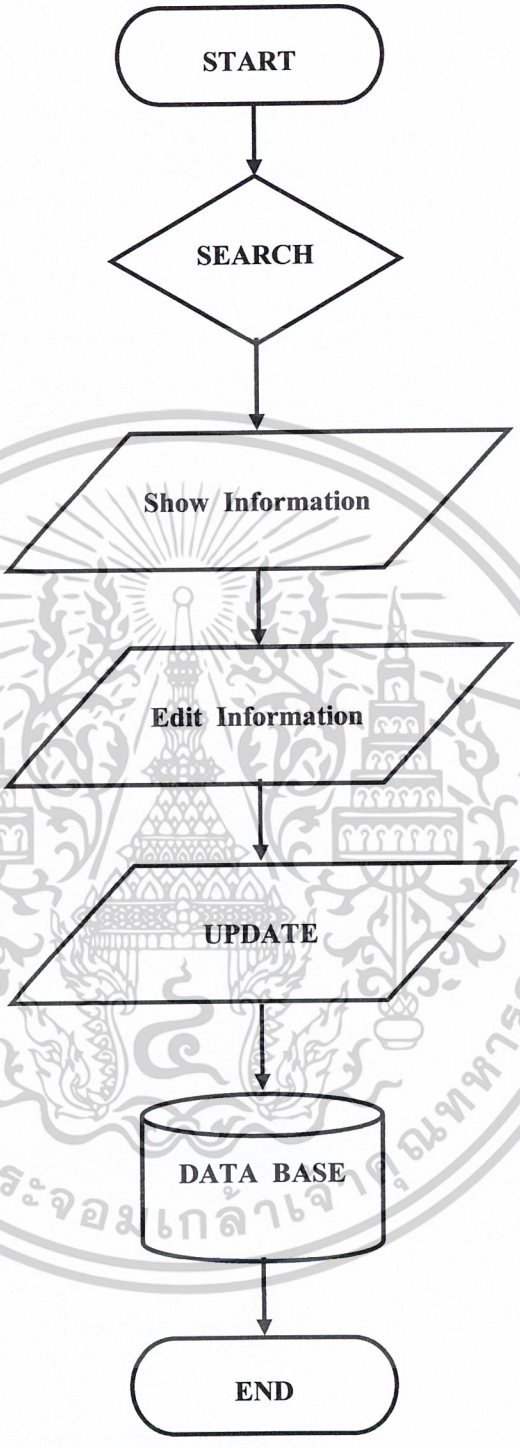
กรณีที่ 2 ตัวอุปกรณ์เก่า ความต้องการในการสอบเทียบเก่า



ภาพที่ 4.3 กรณี ตัวอุปกรณ์เก่า ความต้องการในการสอบเทียบเก่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

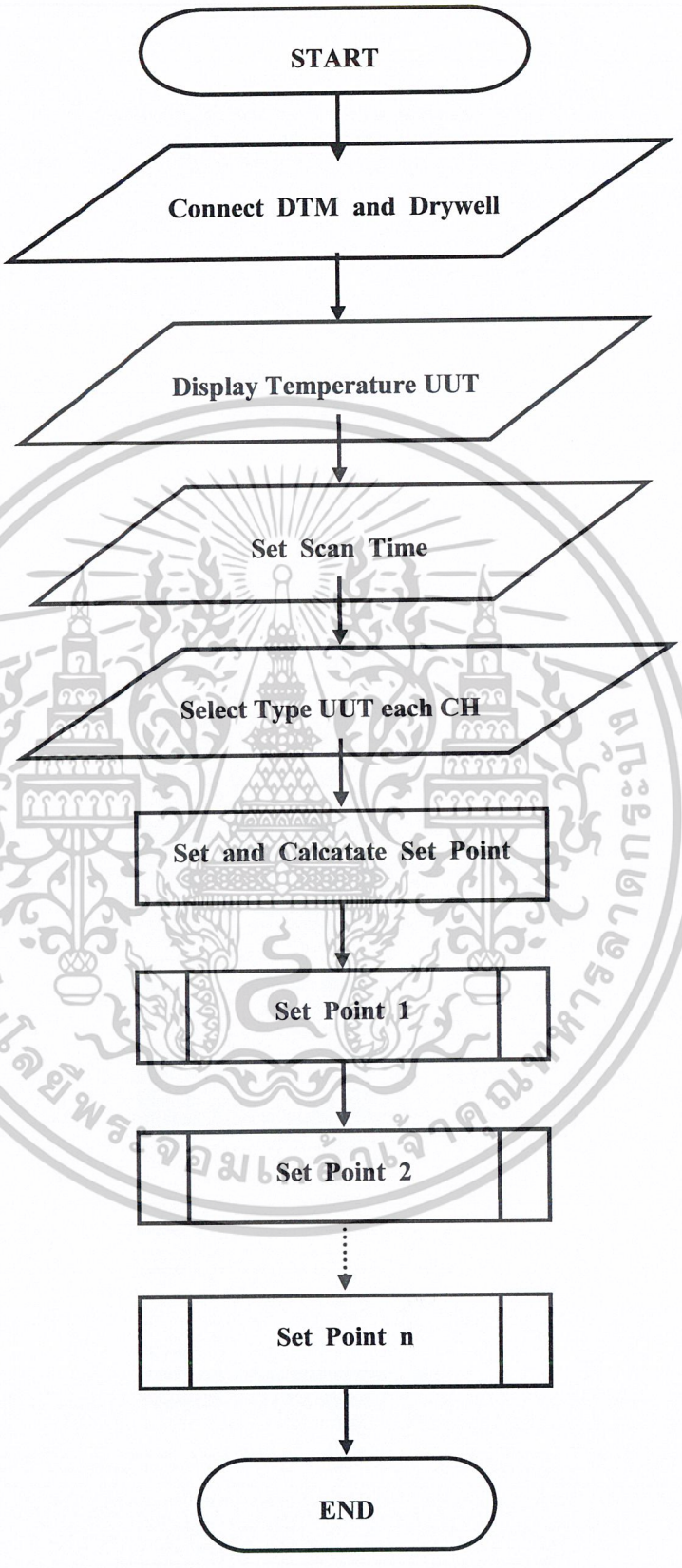
กรณีที่ 3 ตัวอุปกรณ์เก่า ความต้องการในการสอบเทียบใหม่



ภาพที่ 4.4 กรณีตัวอุปกรณ์เก่า ความต้องการในการสอบเทียบใหม่

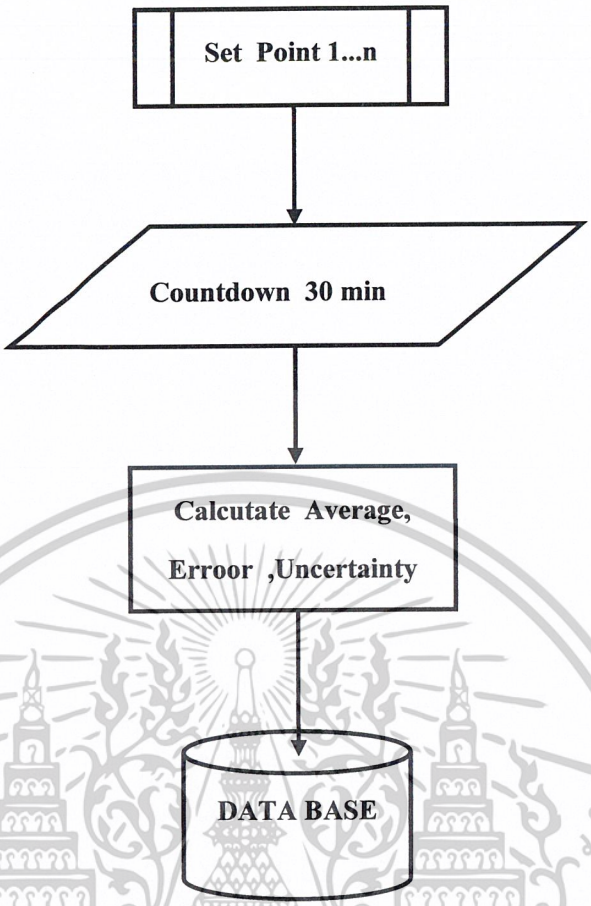
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ขั้นตอนการสอบเทียบ



ภาพที่ 4.5 แสดงขั้นตอนการ Calibration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 แสดงการเรียก Subroutine ของ Set Point 1 ถึง n

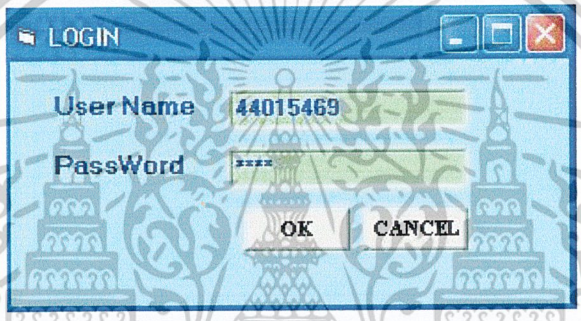
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

รูปแบบของโปรแกรมการสอบเทียบและผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการสรุปการใช้โปรแกรมของการสอบเทียบอัตโนมัติโดยจะเริ่มตั้งแต่ได้รับเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่จะนำมาทำการสอบเทียบ การป้อนข้อมูลต่างๆ การเริ่มการสอบเทียบและจนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือการออกใบ Certificate ซึ่งในขั้นตอนนี้ได้นำข้อมูลจากการทดลองจริงมาเป็นตัวอย่างตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้ว

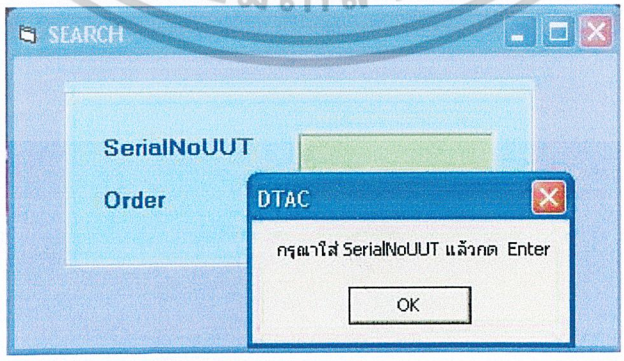
เมื่อทางผู้ที่จะทำการสอบเทียบมีความประสงค์จะใช้โปรแกรมนี้ จะต้องมี user name และ password



ภาพที่ 5.1 หน้าจอที่ 1

1) จากหน้าจอที่ 1 จะต้องทำการกรอก User Name และ PassWord ของ Calibrator
2) กดปุ่ม OK

ถ้ากรอก UserName และ PassWord ถูกต้องแล้วกดปุ่ม OK จะปรากฏหน้าจอที่ 2 ขึ้นมาดังนี้



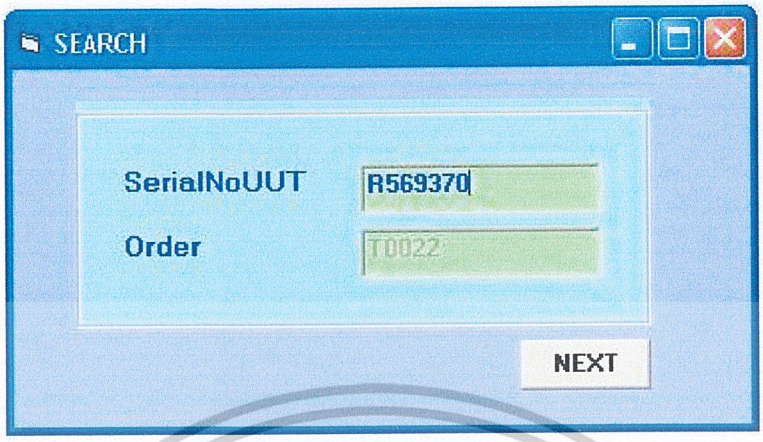
ภาพที่ 5.2 หน้าจอที่ 2

- ให้ใส่ SerialNoUUT ที่ต้องการ แล้วกด Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

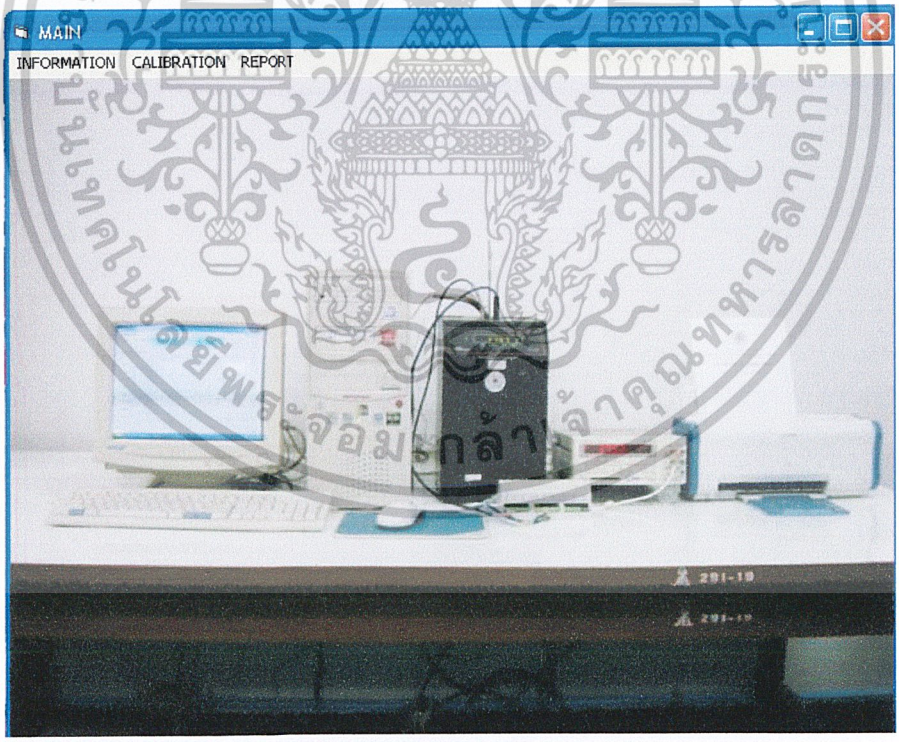
- ถ้ามี 5erialNoUUT อยู่ในฐานข้อมูลจะปรากฏหน้าจอที่ 3

ให้ทำการกด NEXT จะปรากฏหน้าจอที่ 4



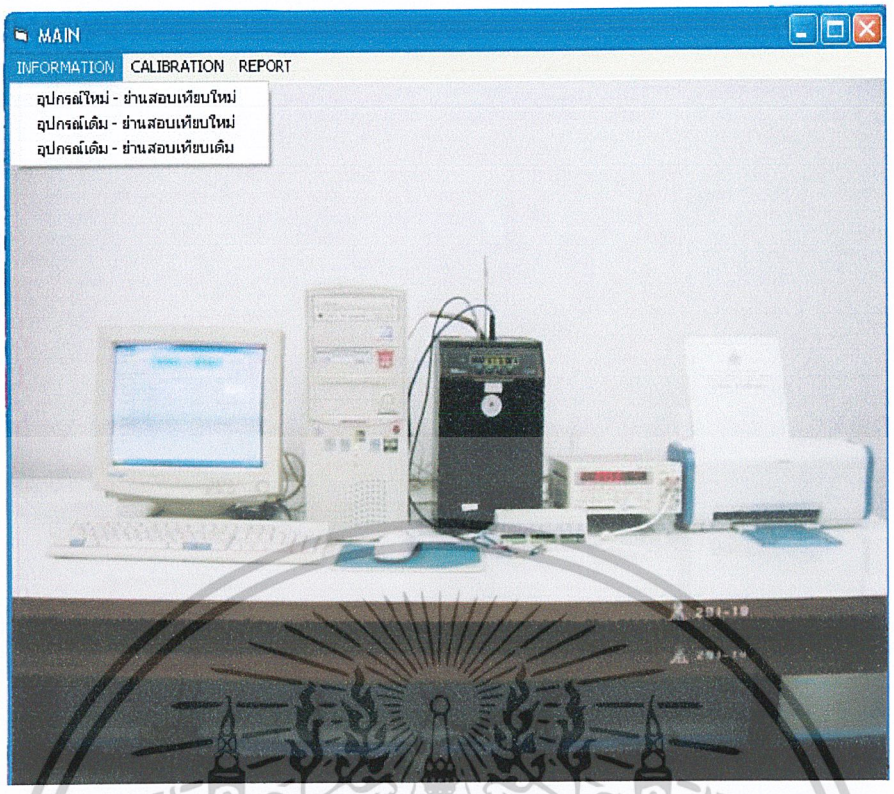
ภาพที่ 5.3 หน้าจอที่ 3

หน้าจอที่ 4 จะเป็นหน้าจอที่ให้ทำการเลือก MANU ซึ่งจะมีในส่วนของ Information , Calibration และ Report



ภาพที่ 5.4 หน้าจอที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.5 หน้าจอที่ 5

1) หน้าจอที่ 5 นี้จะเป็นหน้าจอที่เชื่อมต่อกับหน้าจอต่างๆในโปรแกรมดังนี้

1.1) Information จะเชื่อมต่อไปยังหน้าจอสำหรับกรอกข้อมูลเกี่ยวกับตัวอุปกรณ์และความต้องการของผู้นำตัวอุปกรณ์มาสอบเทียบซึ่งจะประกอบด้วย 3กรณีดังนี้

- อุปกรณ์ใหม่ ย่านการสอบเทียบใหม่
- อุปกรณ์เดิม ย่านการสอบเทียบใหม่
- อุปกรณ์เดิม ย่านการสอบเทียบเดิม

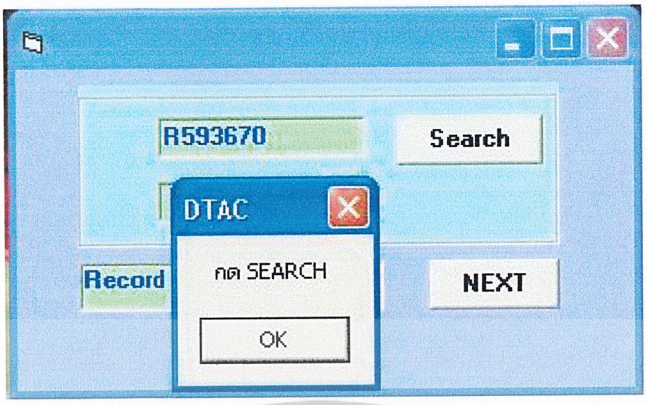
1.2) Calibration จะเชื่อมต่อไปยังหน้าจอที่ใช้สำหรับทำการสอบเทียบสอบเทียบตัวอุปกรณ์

1.3) Report จะเชื่อมต่อไปยังหน้าจอที่แสดงรายงานผลโดยรวมก่อนที่จะทำการออกเป็นใบ Certificate มี 2 ส่วนดังนี้

- ใบรับเรื่อง
- ใบ Certificate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

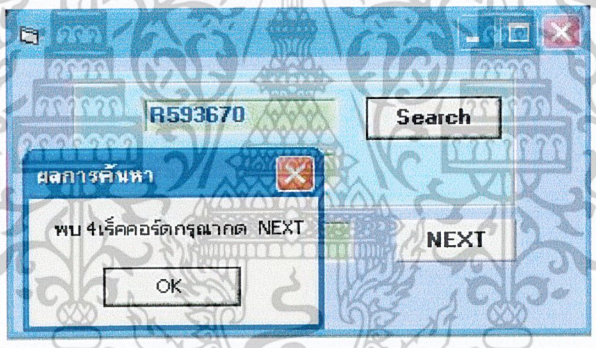
เมื่อเลือก Information ในกรณีอุปกรณ์เดิม- ย่านการวัดใหม่ จะปรากฏหน้าจอที่ 6 ดังรูป



ภาพที่ 5.6 หน้าจอที่ 6

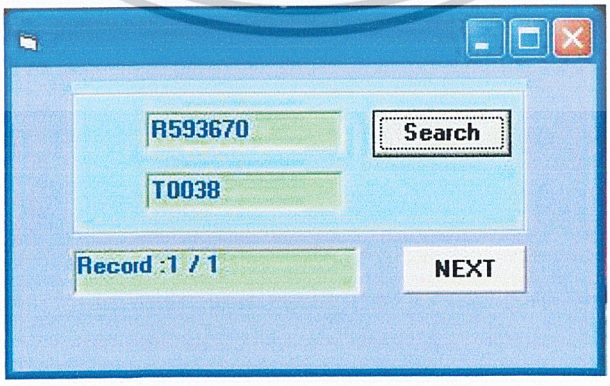
- ให้ทำการกด Search จะปรากฏหน้าจอที่ 7

หน้าจอที่ 7 เป็นการแสดงให้ทราบว่ามี SerialNoUUT ที่ต้องการอยู่ในฐานข้อมูลกี่เร็คคอร์ด



ภาพที่ 5.7 หน้าจอที่ 7

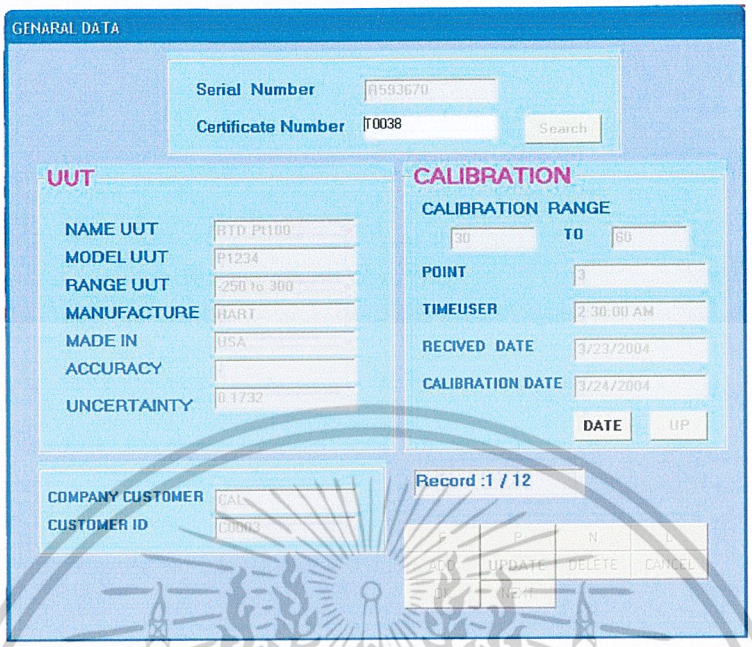
จากนั้นให้ทำการกด NEXT จะปรากฏหน้าจอที่ 9



ภาพที่ 5.8 หน้าจอที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าจอที่ 9 จะเป็นการแสดงข้อมูลของตัวอุปกรณ์ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล



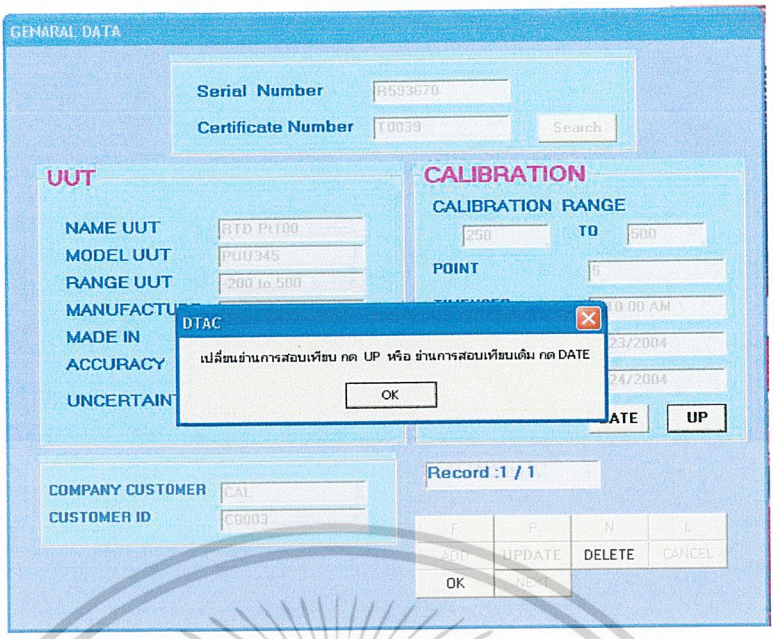
ภาพที่ 5.9 หน้าจอที่ 9

หน้าที่ของปุ่มต่างๆมีดังนี้

- ปุ่ม F ทำหน้าที่ เป็นปุ่ม MoveFirst ใช้สำหรับเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังเร็คคอร์ดแรกสุดของตาราง
- ปุ่ม L ทำหน้าที่ เป็นปุ่ม MoveLast ใช้สำหรับเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังเร็คคอร์ดสุดท้ายของตาราง
- ปุ่ม N ทำหน้าที่ เป็นปุ่ม MoveNext ใช้สำหรับเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังเร็คคอร์ดสุดท้ายของตาราง
- ปุ่ม P ทำหน้าที่ เป็นปุ่ม MovePrevious ใช้สำหรับเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังเร็คคอร์ดก่อนหน้าเร็คคอร์ดปัจจุบัน
- ปุ่ม ADD ทำหน้าที่ เป็นปุ่มเพิ่มข้อมูลลงในตาราง
- ปุ่ม UPDATE ทำหน้าที่ เป็นปุ่มปรับปรุงข้อมูลในตาราง
- ปุ่ม DELETE ทำหน้าที่ เป็นปุ่มลบข้อมูลในตาราง
- ปุ่ม CANCEL ทำหน้าที่ เป็นปุ่มยกเลิกข้อมูลที่ไม่ต้องการ
- ปุ่ม OK ทำหน้าที่ เป็นปุ่มตกลงบันทึกข้อมูลลงในตาราง
- ปุ่ม NEXT ทำหน้าที่ เป็นปุ่มเลื่อนไปยังหน้าจอถัดไป
- ให้ทำการกด Enter จะปรากฏหน้าจอที่ 10

หน้าจอที่ 10 จะเป็นการแสดงข้อมูลครั้งใหม่สุดของ SerialNoUUT ที่ต้องการ

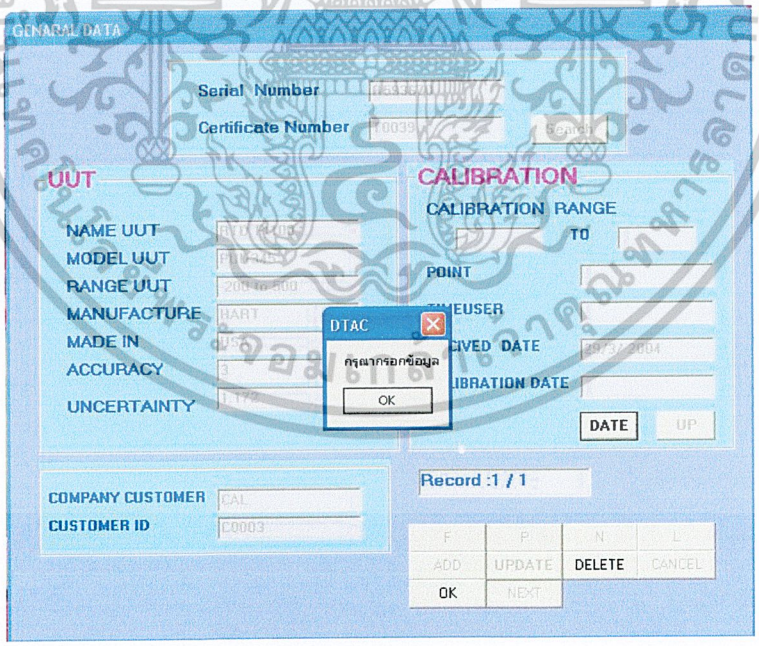
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.10 หน้าจอที่ 10

- ให้กด UP ถ้าต้องการเปลี่ยนย่านการสอบเทียบ
- ให้กด DATE ถ้าต้องการย่านการสอบเทียบเดิม

หน้าจอที่ 11 เป็นการเลือกกด UP คือต้องการเปลี่ยนย่านการวัดใหม่

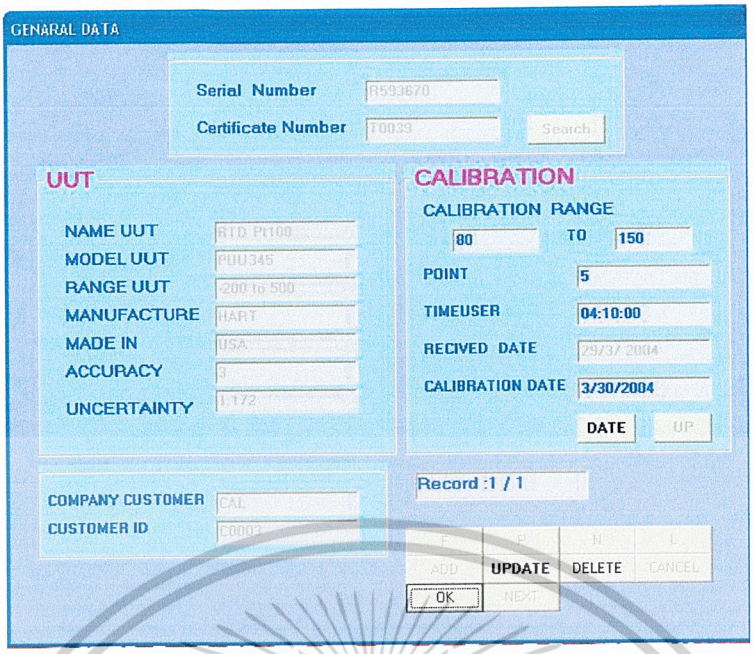


ภาพที่ 5.11 หน้าจอที่ 11

- เมื่อกด UP แล้วให้ทำการกรอกข้อมูล ดังหน้าจอที่ 12

หน้าจอที่ 12 เป็นการแสดงการกรอกข้อมูล

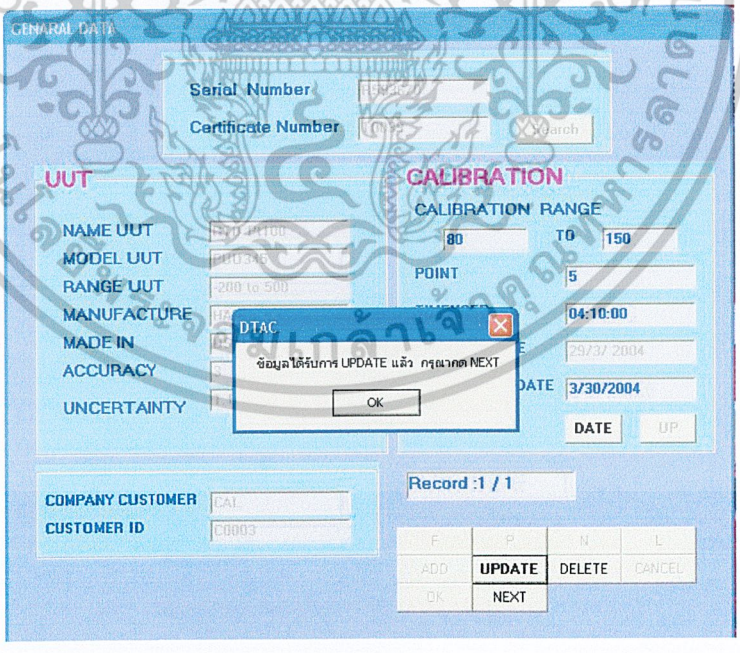
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.12 หน้าจอที่ 12

- เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้กด OK
- จากนั้นให้กด UPDATE จะปรากฏหน้าจอที่ 13

หน้าจอที่ 13 แสดงให้ทราบว่าข้อมูลได้ถูกบันทึกเก็บลงไปในฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

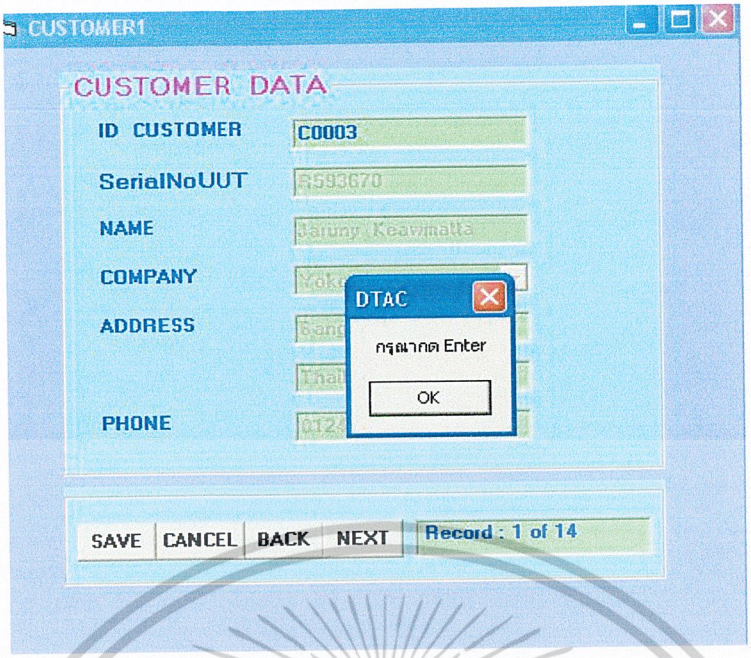


ภาพที่ 5.13 หน้าจอที่ 13

- ให้ทำการกด NEXT จะปรากฏดังหน้าจอที่ 14

หน้าจอที่ 14 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับคนที่ต้องการนำอุปกรณ์มาทำการสอบเทียบ

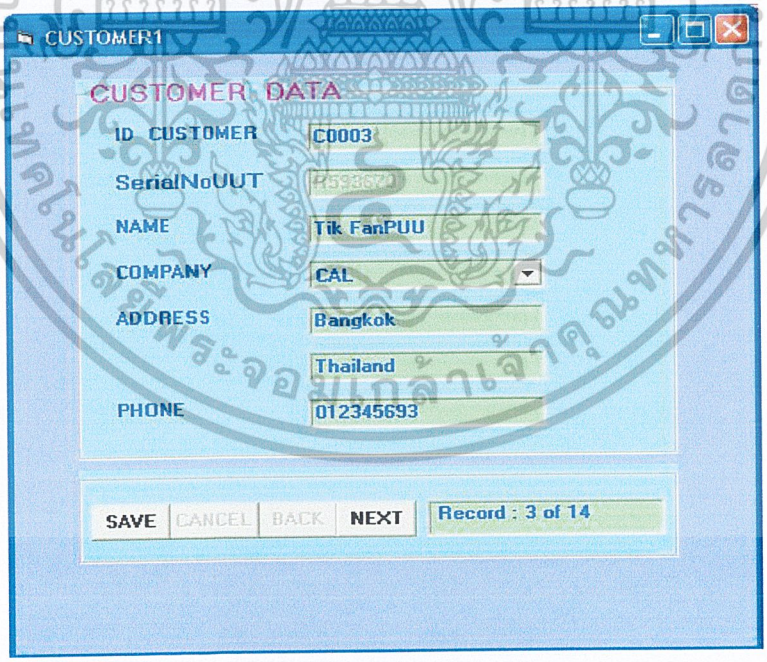
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.14 หน้าจอที่ 14

- ให้ทำการกด Enter จะเป็นการแสดงข้อมูลใหม่สุด

ทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ตามที่ต้องการ

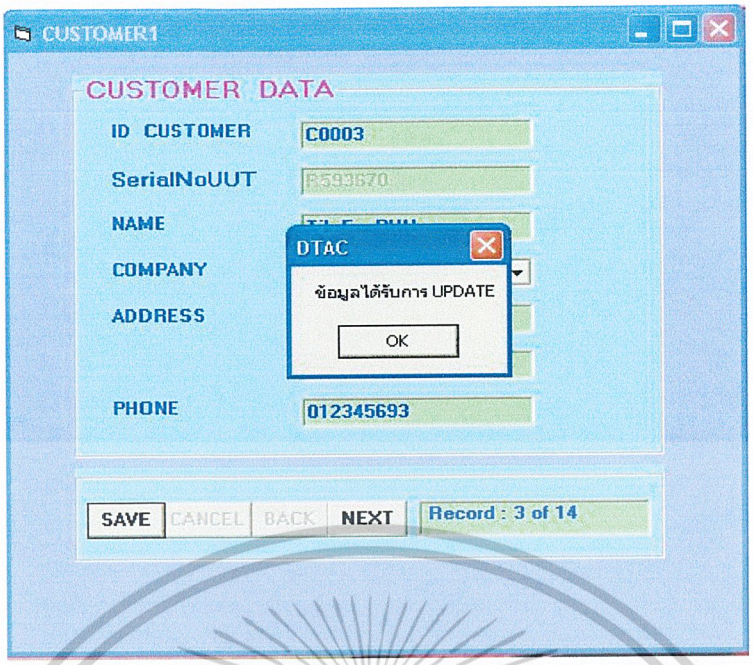


ภาพที่ 5.15 หน้าจอที่ 15

- จากนั้นกด SAVE จะปรากฏหน้าจอที่ 16

หน้าจอที่ 16 เป็นการแสดงให้ทราบว่าข้อมูลได้ถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.16 หน้าจอที่ 16

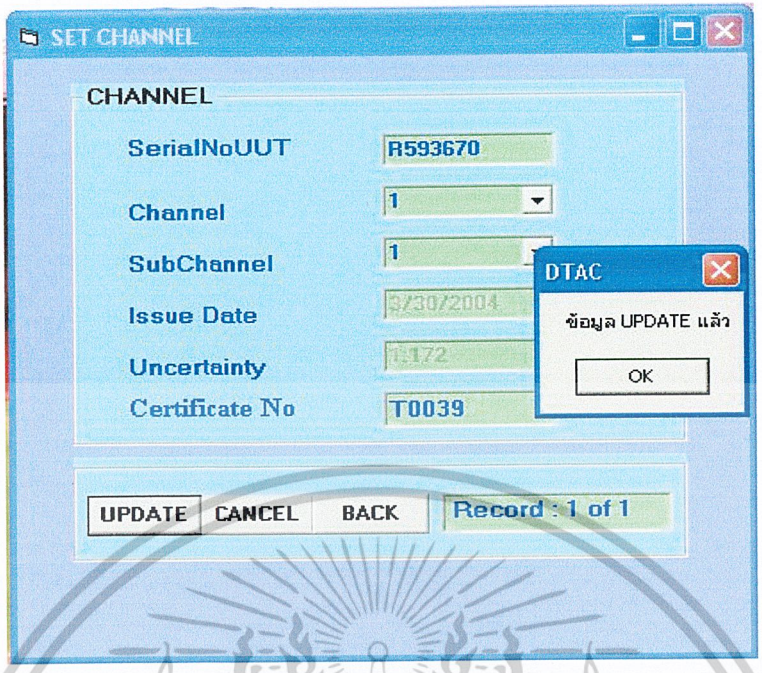
หน้าจอที่ 17 เป็นการเลือกช่องของอุปกรณ์ที่จะทำการสอบเทียบ

ภาพที่ 5.17 หน้าจอที่ 17

- เลือกช่องการสอบเทียบ
- จากนั้นกด UPDATE จะปรากฏหน้าจอที่ 18

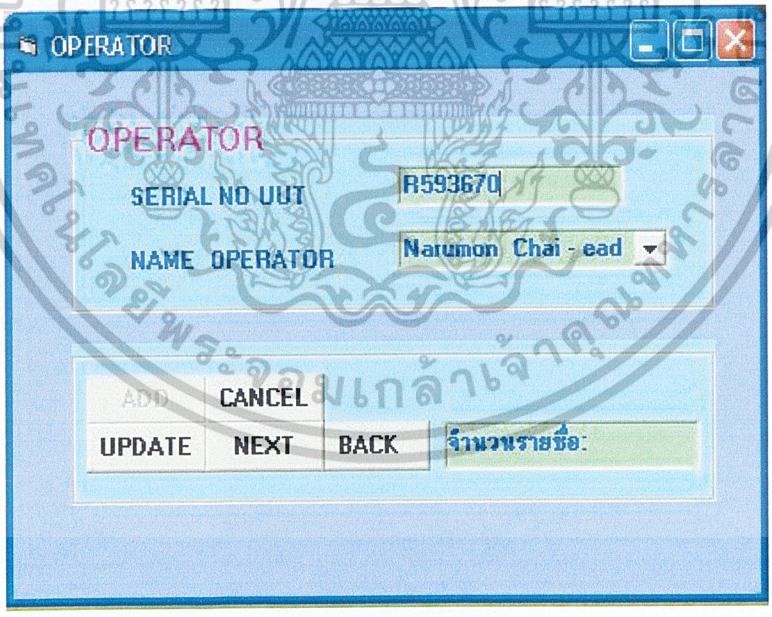
หน้าจอที่ 18 เป็นการแสดงให้ทราบว่าข้อมูลได้รับการบันทึกแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



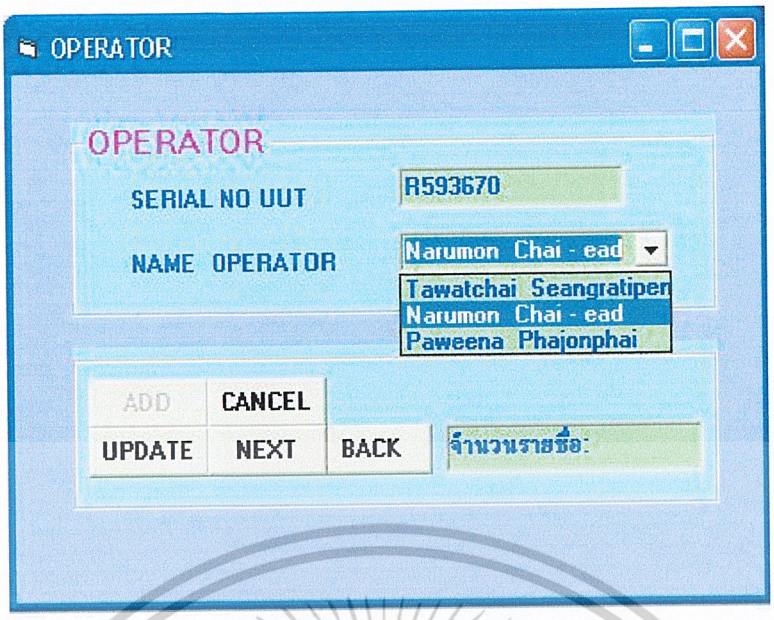
ภาพที่ 5.18 หน้าจอที่ 18

หน้าจอที่ 19 เป็นการเลือกคนที่จะทำการสอบเทียบ



ภาพที่ 5.19 หน้าจอที่ 19

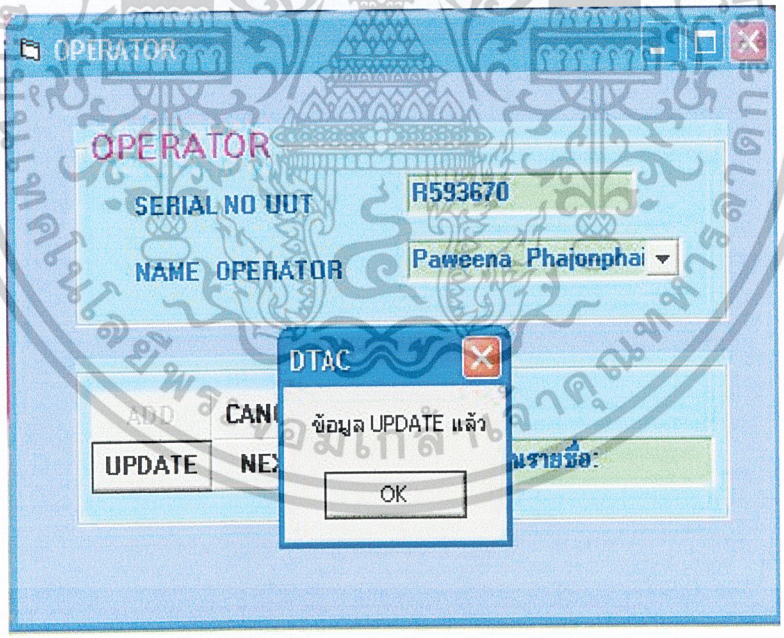
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.20 หน้าจอที่ 20

- เมื่อเลือกแล้วให้กด UPDATE จะปรากฏหน้าจอที่ 21

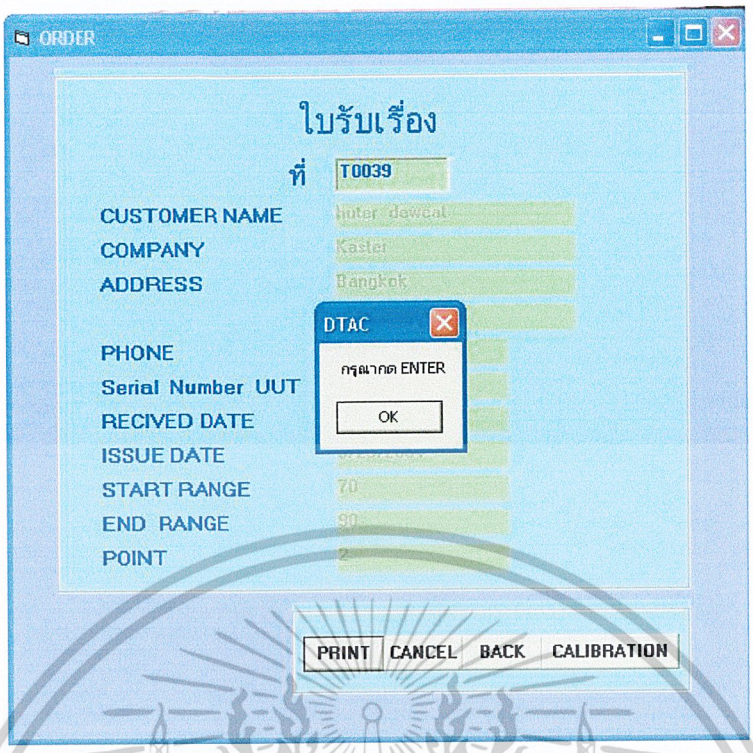
หน้าจอที่ 21 เป็นการแสดงให้ทราบว่าข้อมูลได้รับการบันทึกแล้ว



ภาพที่ 5.21 หน้าจอที่ 21

หน้าจอที่ 22 เป็นการแสดงใบรับเรื่อง

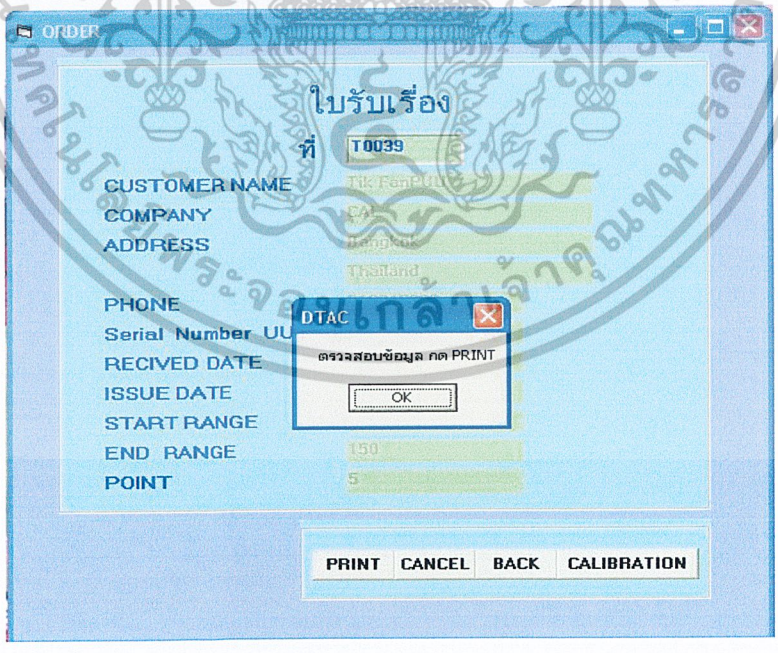
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.22 หน้าจอที่ 22

- ให้ทำการกด Enter เพื่อเป็นการแสดงข้อมูลครั้งใหม่สุด

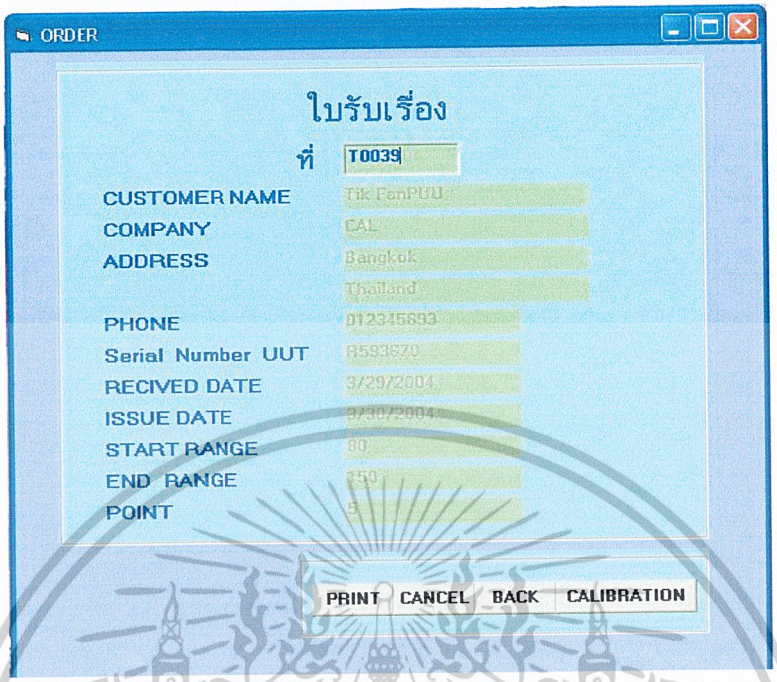
หน้าจอที่ 23 เป็นการตรวจสอบข้อมูลก่อนทำการพิมพ์ใบรับเรื่อง



ภาพที่ 5.23 หน้าจอที่ 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าจอที่ 24 เป็นข้อมูลที่จะพิมพ์เป็นใบรับเรื่องออกมา

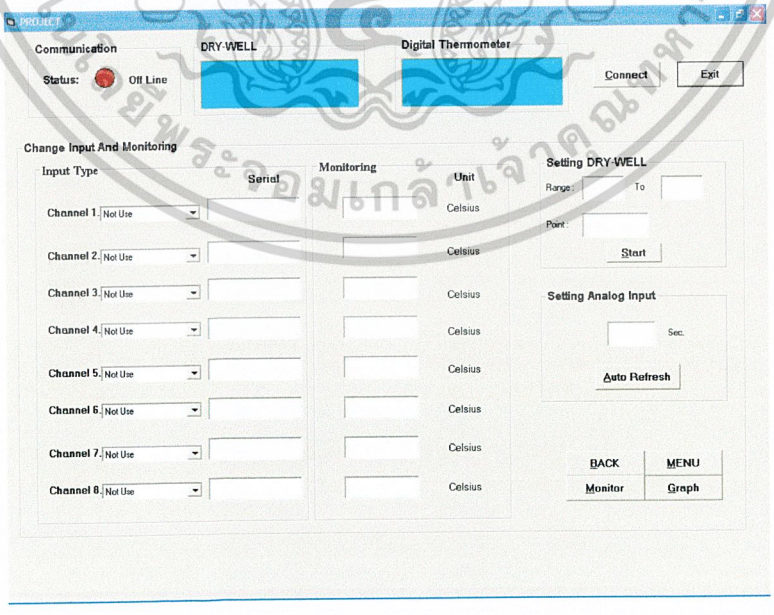


ภาพที่ 5.24 หน้าจอที่ 24

- กด PRINT

จากนี้ไปจะเป็นส่วนของการ Calibration ซึ่งจะมีรูปแบบของหน้าจอดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการสอบเทียบ

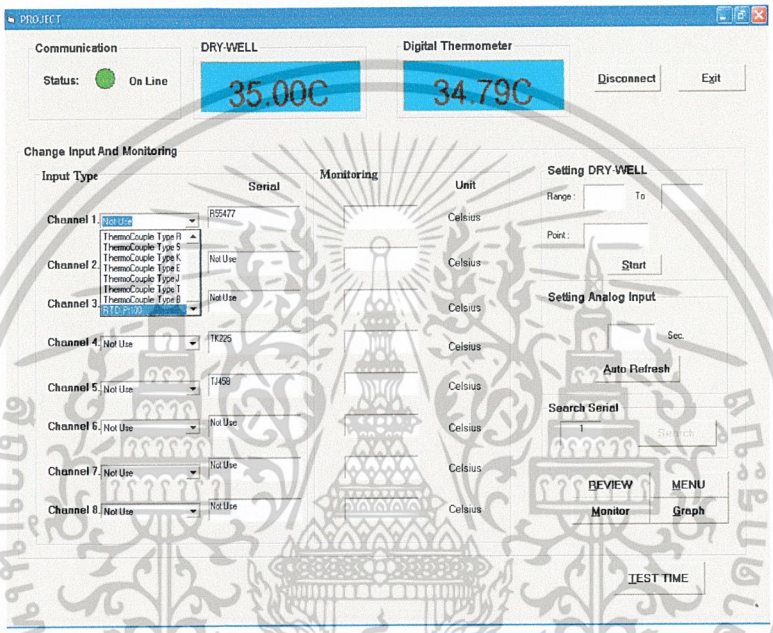


ภาพที่ 5.25 หน้าจอที่ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) จากภาพที่ 25 แสดงหน้าจอการสอบเทียบ ให้ทำการกดปุ่ม connect เพื่อทำการติดต่อกับตัว Dry Well และตัว Digital Thermometer ที่ Dry Well จะทำการกำหนดอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 35 °C และแสดงผลที่จอ Monitor

2) จะมี serial No. ของตัว UUT ที่จะนำมาทำการสอบเทียบที่ได้ทำการเลือก channel ที่จะทำการสอบเทียบ โดยข้อมูลส่วนนี้จะดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ จากนั้นจะทำการเลือกชนิดของอุปกรณ์ที่ต่อกับ Channel แต่ละ Channel ที่ต่อกับตัว AI210 (โดยทำสามารถตรวจสอบได้จากใบรับเรื่อง) ดังภาพที่ 5.26 แสดงการเลือกชนิดของอุปกรณ์



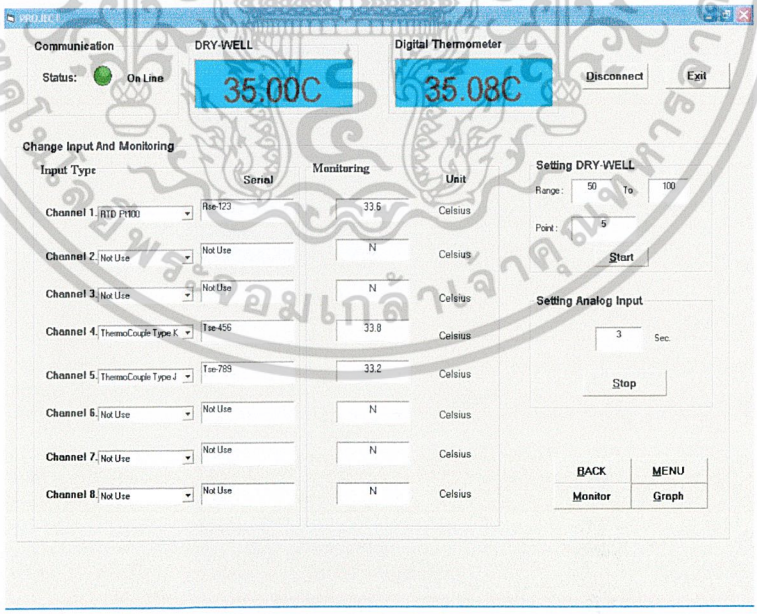
ภาพที่ 5.26 หน้าจอที่ 26

3) เมื่อทำการเลือกชนิดของอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการใส่ช่วงเวลาที่เราจะทำการอ่านค่าอุณหภูมิของตัว UUT แต่ละ Channel เช่น ถ้าใส่เลข 3ก็จะสแกนค่าทุกๆ 3 วินาที แล้วแสดงค่าเป็นต้น เมื่อทำการตั้งเวลาแล้วให้กดปุ่ม Auto Refresh โปรแกรมก็จะเริ่มอ่านค่า ดังแสดงในภาพที่ 5.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.27 หน้าจอที่ 27

4) จากนั้นทำการกำหนดย่านที่จะทำการสอบเทียบพร้อมทั้งจำนวนจุดที่ทำการสอบเทียบ โดยช่วงย่านที่จะทำการสอบเทียบจะเป็นย่านที่ครอบคลุมอุปกรณ์ที่ทำการสอบเทียบ ในรอบการสอบเทียบนั้น เมื่อทำการกดปุ่ม Start โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าแต่ละช่วงการสอบเทียบนั้น พร้อมทั้งส่งค่าไปสั่งให้ Dry well ทำการกำหนดค่าอุณหภูมิ



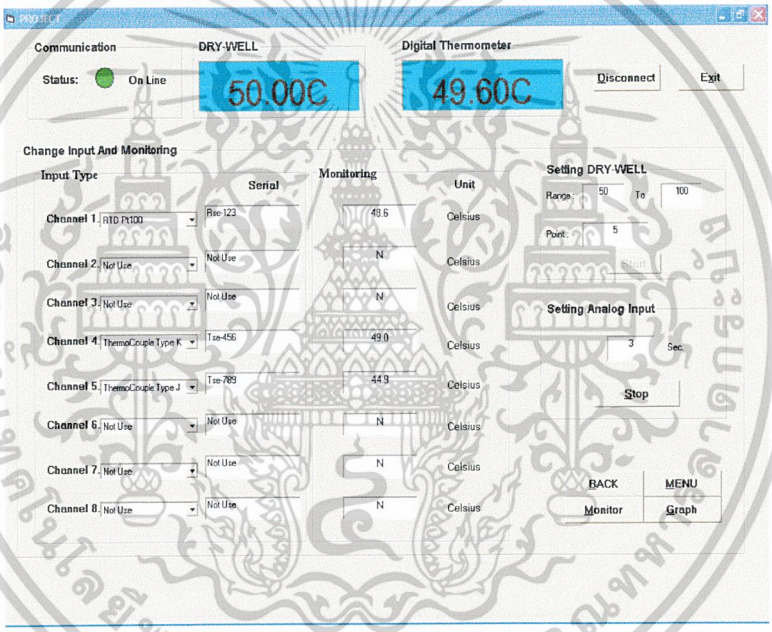
ภาพที่ 5.28 หน้าจอที่ 28

จากตัวอย่างดังในภาพที่ 28 จะเป็นการตั้งย่านอุณหภูมิที่ 50 °C ถึง 100 °C และ 5 Set Point โปรแกรมก็จะทำการคำนวณช่วงแต่ละ Set Point คือ 50 , 62.5 ,75 ,82.5 , 100 และ Dry well จะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

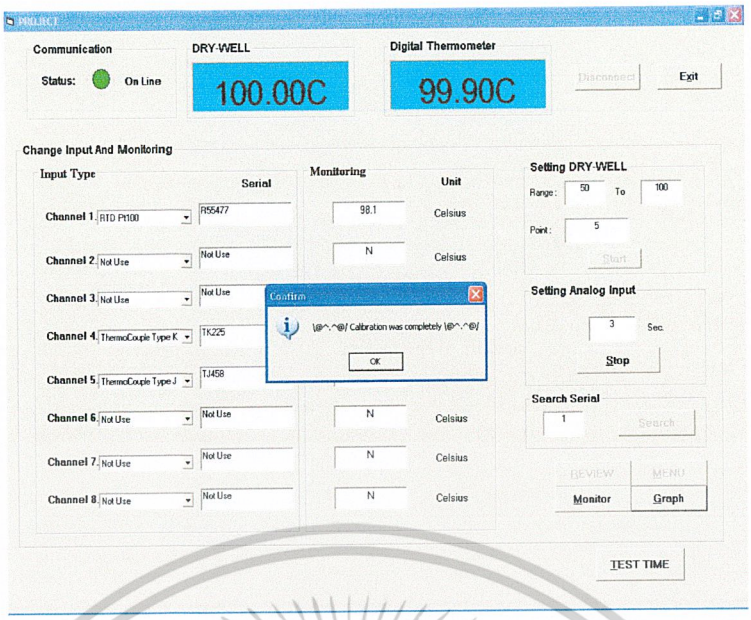
การกำหนดค่าอุณหภูมิไปที่ Set Point แรกคือที่ 50 °C จากรูปที่ 5.14 แสดงการกำหนดช่วงอุณหภูมิในการสอบเทียบ

5) เมื่อ Dry well เข้าสู่ Set Point แรก (จากตัวอย่าง 50 °C แสดงดังรูปที่ 5.29) โปรแกรมจะทำการหน่วงเวลา 15 นาที เพื่อให้เข้าสู่จุดที่มีความเสถียรภาพ เมื่อครบ 15 นาทีโปรแกรมจะทำการเก็บค่า 20 ค่า ที่ได้จากการอ่านค่าอุณหภูมิของ UUT เพื่อนำไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย Error และ Uncertainty ต่อไป พร้อมทั้งจะทำการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล เมื่อทำการคำนวณค่าต่าง ๆและเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะทำการส่งค่า Set Point ต่อไปให้กับตัว Dry Well กำหนดค่าอุณหภูมิและทำการเก็บค่าไปคำนวณเช่นนี้เรื่อยไปจนกว่าจะครบทุก Set Point ที่ได้ตั้งไว้ ก็จะเป็นการเสร็จสิ้นการสอบเทียบ ดังแสดงในรูปที่5.30 แล้วจึงนำผลที่ได้จากฐานข้อมูลไปทำการออกใบรับรองต่อไป



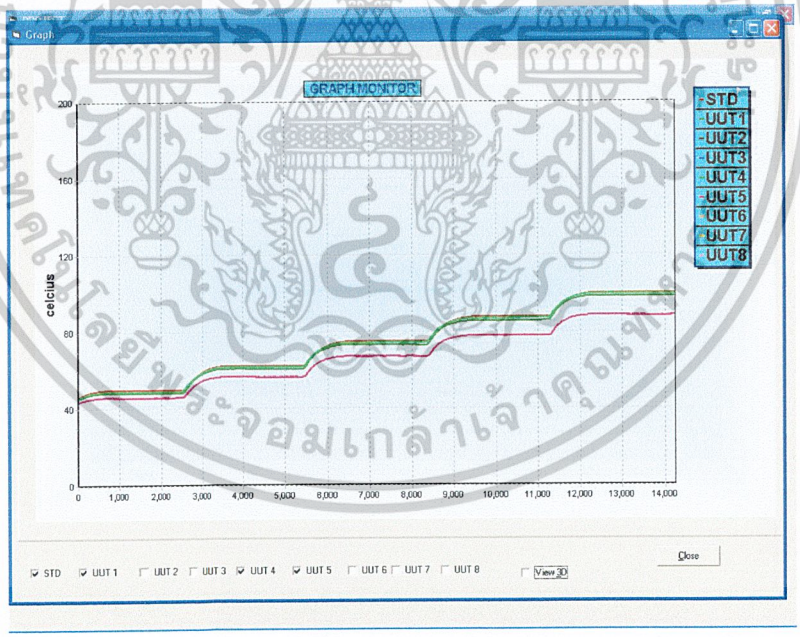
ภาพที่ 5.29 หน้าจอที่ 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.30 หน้าจอที่ 30

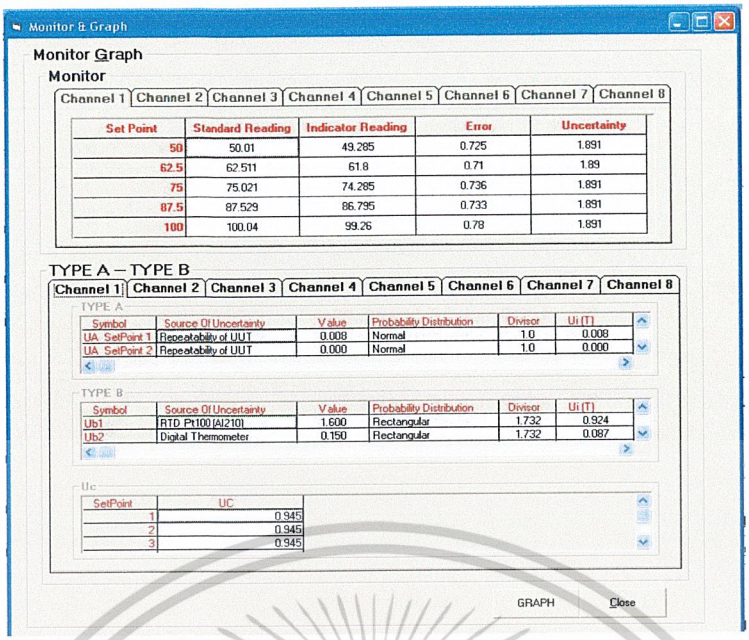
6) ในขณะที่ทำการสอบเทียบอุณหภูมินั้น สามารถที่จะดูการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากการสอบเทียบโดยแสดงผลในรูปแบบของกราฟ ได้ โดยกดปุ่ม Graph จะมีการแสดงผลดังรูปที่ 5.31



ภาพที่ 5.31 หน้าจอที่ 31

7) เมื่อทำการสอบเทียบเราสามารถที่จะดูค่าที่คำนวณได้เช่น ค่า Standard ,ค่า Error, Set Point ค่า Uncertainty และ ค่า Ua ,Ub ได้ ดังตัวอย่างในรูปที่ 5.32

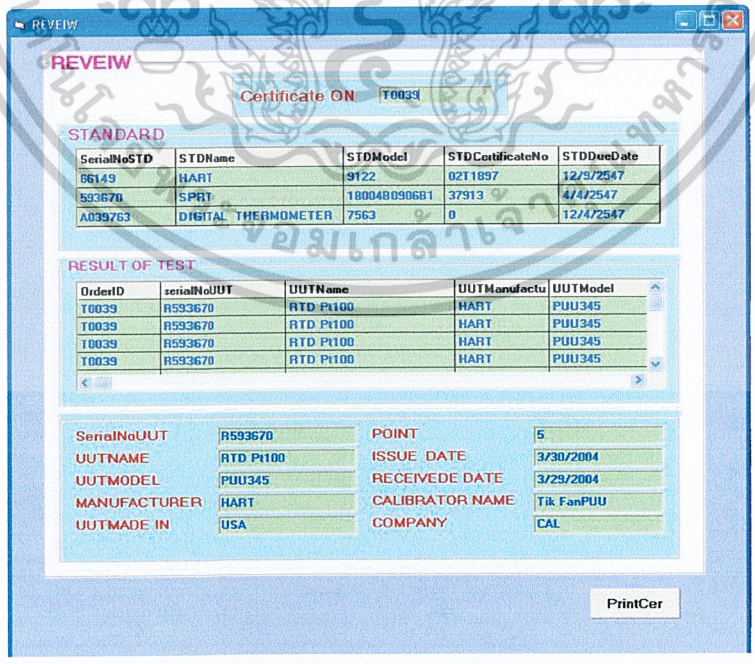
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.32 หน้าจอที่ 32

8) โปรแกรมจะทำการเก็บข้อมูลที่ได้จากการสอบเทียบลงยังฐานข้อมูล เพื่อนำไปออกใบ Certificate ต่อไป เมื่อทำการสอบเทียบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาทำการออกใบ Certificate ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

หน้าจอที่ 33 จะเป็นรูปแบบของหน้าจอที่นำข้อมูลที่ต้องการมาแสดงเพื่อทำการตรวจสอบก่อนจะพิมพ์เป็นใบ Certificate



ภาพที่ 5.33 หน้าจอที่ 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กด Enter เพื่อแสดงข้อมูลครั้งใหม่สุด
- เมื่อกดปุ่ม PrintCer เพื่อจะทำการพิมพ์ใบ Certificate ออกมาให้กับผู้ที่นำอุปกรณ์มาสอบเทียบเป็นอันสิ้นสุดกระบวนการในการทำการสอบเทียบ

สรุปผลการทดลอง

จากการที่ทางกลุ่มได้จัดทำโปรแกรมเพื่อทำการสอบเทียบอุณหภูมิแบบอัตโนมัติที่สามารถทำการสอบเทียบได้หลาย ๆ Channel พร้อม ๆ กัน (แต่ไม่เกิน 8 Channel) โดยใช้เครื่อง Analog Input Module (AI210) และใช้ Dry Well เป็นตัวสร้างอุณหภูมิ และใช้ Digital Thermometer เป็นตัวอ่านอุณหภูมิจาก SPRT

ซึ่งจากผลการทดลองเป็นการนำ RTD , Thermocouple มาทำการสอบเทียบ โดยจะทำการเปรียบเทียบกับ SPRT ด้วยโปรแกรมที่ทางกลุ่มได้จัดทำขึ้น ทำให้ได้ค่า Parameter ต่าง ๆ ที่เราต้องการ เช่น ค่าเฉลี่ย , ค่า Error , ค่า Uncertainty ของแต่ละ Set Point แต่ละอุปกรณ์แต่ละชนิดโดยอัตโนมัติ ตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ แล้วนำค่าที่ได้นี้ไปออกใบรับรอง (Certificate) เพื่อจะได้นำไปพิจารณาว่าอุปกรณ์ที่นำมาทำการสอบเทียบนั้น สามารถยอมรับได้ในช่วงย่านการใช้งานนั้นหรือไม่

ในส่วนของฐานข้อมูลเป็นส่วนที่จะทำการเก็บประวัติของอุปกรณ์ที่นำมาทำการสอบเทียบ ประวัติลูกค้า , ผลการสอบเทียบครั้งล่าสุดของอุปกรณ์ที่นำมาสอบเทียบนั้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการสืบค้นข้อมูลในการสอบเทียบครั้งต่อไป

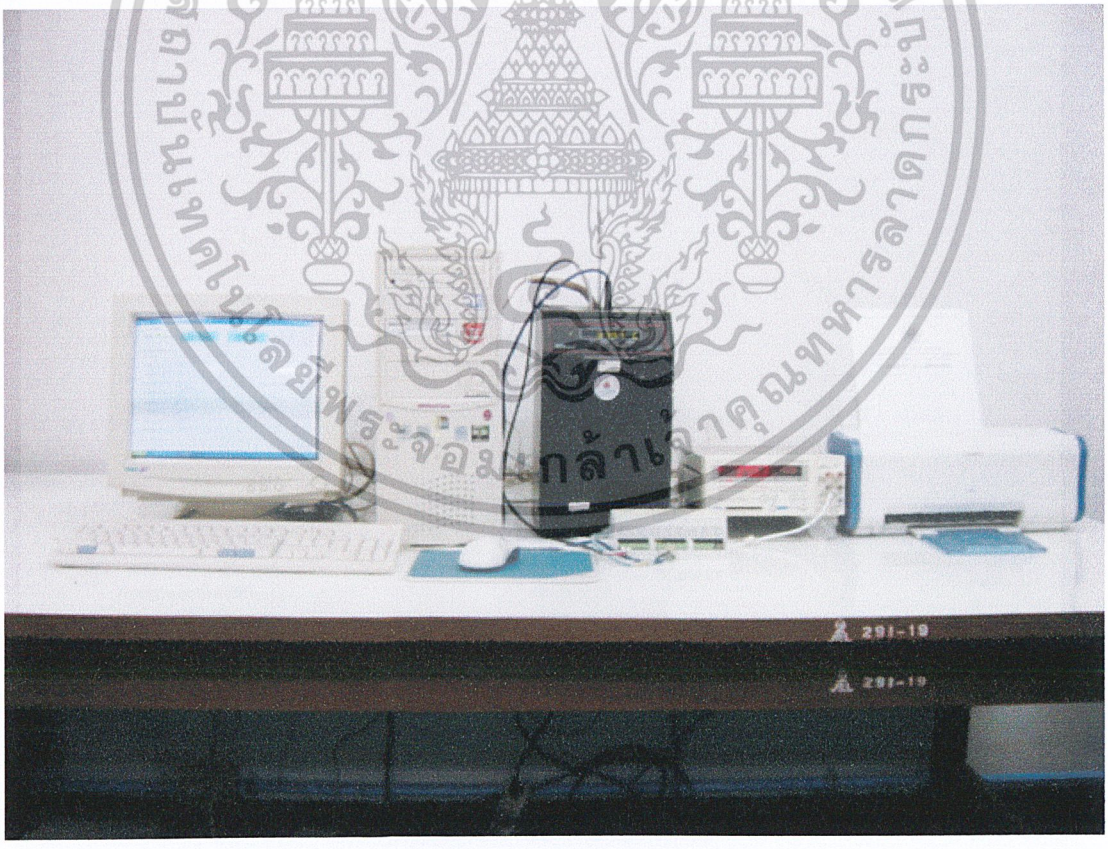
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การต่ออุปกรณ์ทั้งหมด

การทดลองครั้งนี้เราจะใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบ Thermocouple Type K , J และ RTD PT100 มาเป็นตัว UUT และใช้ตัววัดอุณหภูมิแบบ SPRT (RTD PT100) มาเป็นตัวมาตรฐาน

6.1 อุปกรณ์การทดลอง

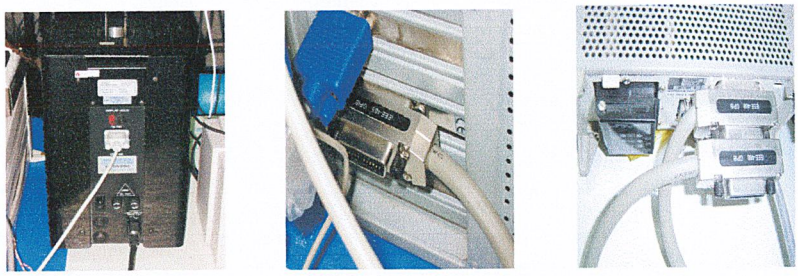
1. คอมพิวเตอร์ เครื่อง Printer พร้อมการ์ด GPIB
2. เครื่องสร้างอุณหภูมิ (Dry Well)
3. Digital Multimeter 7563 และ 7562
4. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่ต้องการสอบเทียบ (UUT)
5. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่เป็นตัวมาตรฐาน (STD)
6. Analog Input Module (AI 210)



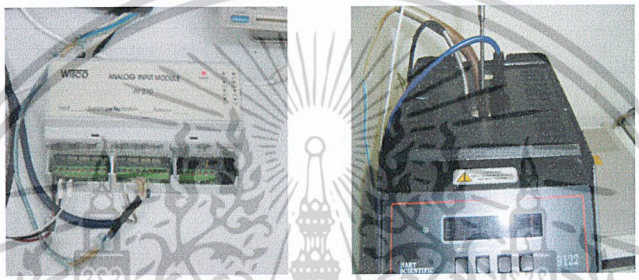
ภาพที่ 6.1 การต่ออุปกรณ์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ภาพการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในการสอบเทียบอัตโนมัติ



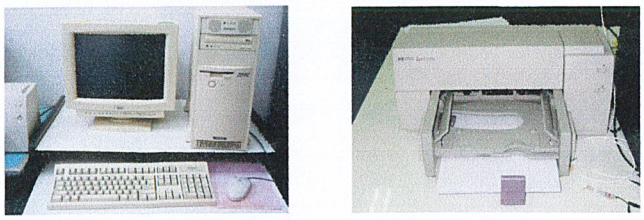
ภาพที่ 6.2 การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องมือวัดอุณหภูมิและเครื่องให้อุณหภูมิ



ภาพที่ 6.3 การนำ UUT มาเชื่อมต่อกับ AI210 และ การนำ SPRT & UUT ลงไปจุ่มที่ Dry Well

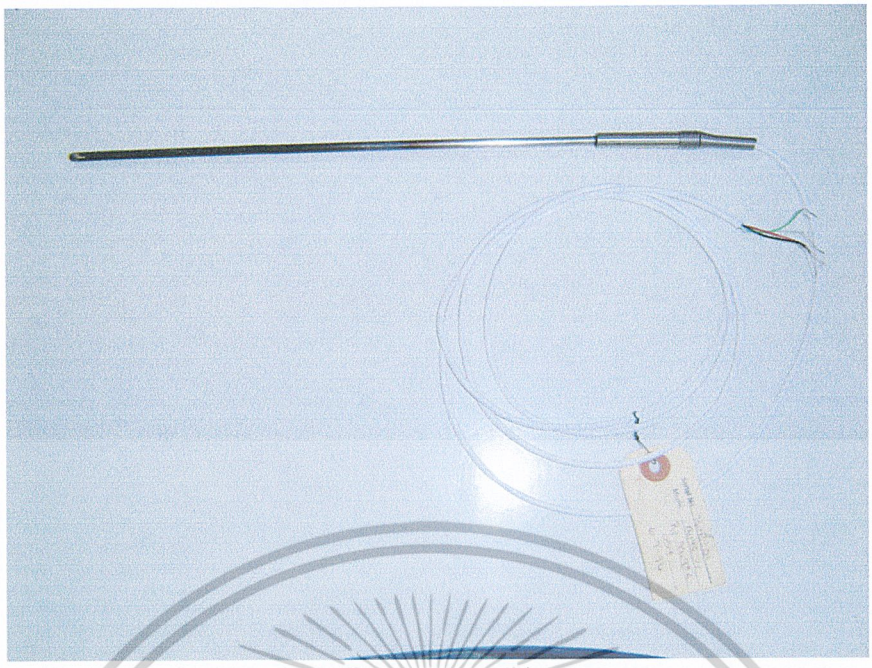
6.3 ภาพอุปกรณ์การทดลองสอบเทียบอัตโนมัติ

ภาพที่ 6.4 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและเครื่องให้อุณหภูมิ (Digital Thermometer , Dry Well , AI210)



ภาพที่ 6.5 Computer & Printer

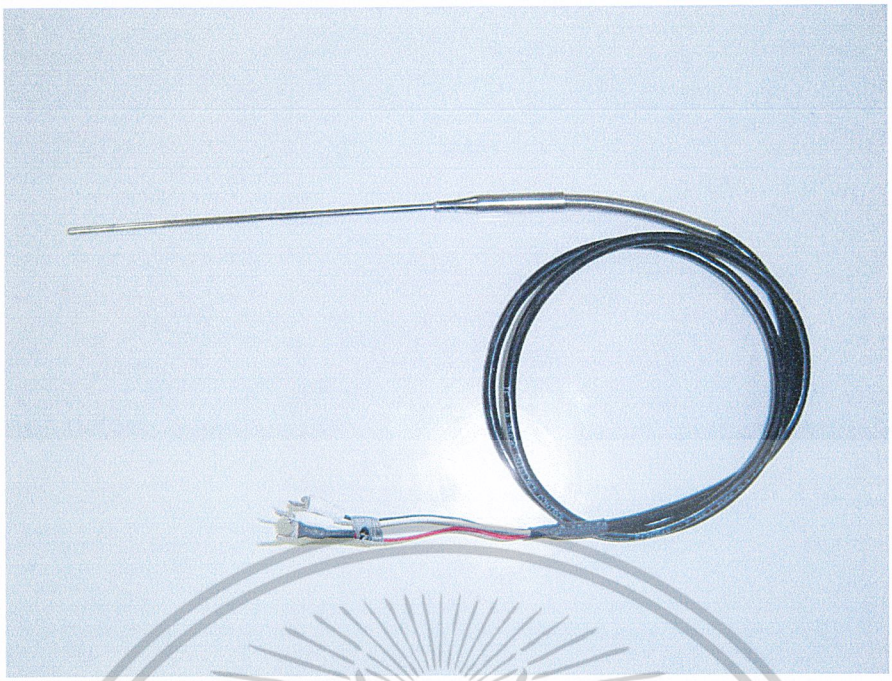
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.6 Standard Platinum Resistance Thermometer

ภาพที่ 6.7 Thermocouple Type K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.8 RTD Pt100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. " คู่มือการเขียนโปรแกรม และใช้งาน Visual Basic 6 " สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร สำนักพิมพ์ อินโฟเพรส 200 หมู่ 4 ห้อง 510 อาคารจัสมินอินเตอร์เนชันแนลทาวเวอร์ ชั้น5 ถ.แจ้งวัฒนะ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120 โทร 0-2962-1081-3 โทรสาร 0-2962-1084
2. " Database Programming ด้วย Visual Basic ฉบับมืออาชีพ " สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร สำนักพิมพ์ อินโฟเพรส 200 หมู่ 4 ห้อง 510 อาคารจัสมินอินเตอร์เนชันแนลทาวเวอร์ ชั้น5 ถ.แจ้งวัฒนะ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120 โทร 0-2962-1081-3 โทรสาร 0-2962-1084
3. "บทบาทมาตรวิทยาต่อการพัฒนาคุณภาพสู่สหัสวรรษใหม่ / ส่วนวารสารวิชาการ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)" อินทร พิชิตานนท์ สำนักพิมพ์ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analog Input Module

AI210

คุณสมบัติพิเศษ (Features)

- 8 ช่อง Analog Input เลือกชนิดสัญญาณได้ (Programmable Analog Input) 13 ชนิด ต่อ 1ช่อง
- แยกสัญญาณเข้า (Isolation) Analog ด้วย Relay และ Digital ด้วย Optoelectronics
- สัญญาณการสื่อสารตามมาตรฐาน RS232/RS485 (มีตัว RS232 to RS485 Converter ภายใน)
- 2 ข้อสัญญาณในการสื่อสาร(Communicate Protocal)

  Modbus(ASCII) Protocal Compatible

  Wisco protocol
- ปรับอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลอัตโนมัติ (Baud Rate Automatic Detection)

ข้อมูลเฉพาะ (Specification)

- Acquisition Time : ประมาณ 3 วินาที

Digital Input

- Input Range : 5 – 24 V (Low = 0 – 3 V , High = 4 V ขึ้นไป)
- Impedance : ประมาณ 1000 โอห์ม

Analog Input

- Resolution : ดูตารางที่ 1
- Accuracy : ดูตารางที่ 1
- Thermocouple : R,S,K,E,J,T,B

  Cold junction temperature compensation accuracy :+/- 2 °C
- R.T.D. : Pt 100 3-Wire type
- Amperage : ประมาณ 25 มิลลิแอมป์
- Resistance : สูงสุด 5 โอมห์ต่อ 1 สาย
- Voltage : 0-10 V , 0-5 V , 0-100 mV
- Input impedance : ประมาณ 200 กิโลโอห์ม
- Current : 0-20 mA , 0-40 mA (ต้องต่อความต้านทานภายนอกด้วย)
- External resister : 100-200 โอห์ม

Digital Output

- Output type : Open Collector Transistor 50 V , 500 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Communication

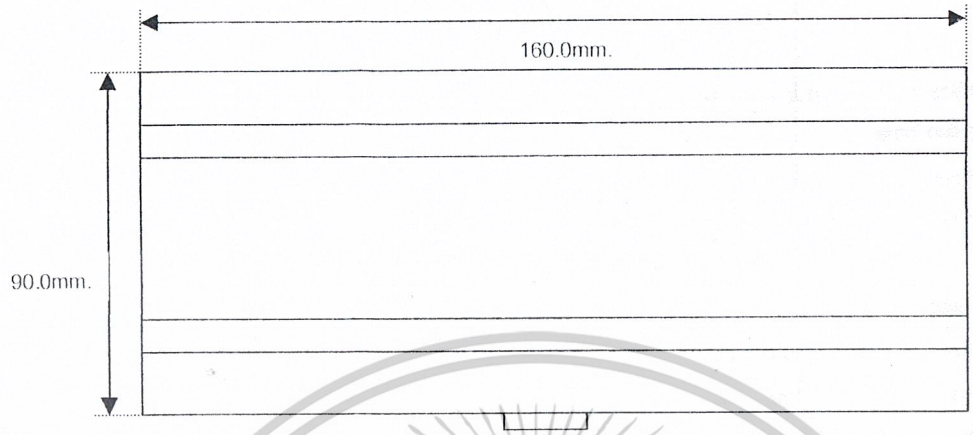
- Signal Level : EIA Standards , RS-232 and RS-485
- Data Format : 8 Data Bit , 1 Stop Bit , None Parity
- NO. Station : หมายเลขประจำเครื่องมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 (00H-FFH)
- BaudRate : 1200 , 2400 , 4800 , 9600 , 14400 , 19200 , 28800 , 38400 และ 57600 Bps
- Distance : RS-232 สูงสุด 20 เมตร , RS-485 สูงสุด 500 เมตร (ขึ้นอยู่กับสภาวะการใช้งาน)
- Number of device : ต่อได้สูงสุด 32 ตัว โดยไม่ต้องมีตัวทวนสัญญาณ และ 256 ตัว ถ้ามีตัวสัญญาณ

อัตราในการใช้งานสูงสุด (Absolute Maximun Ratings)

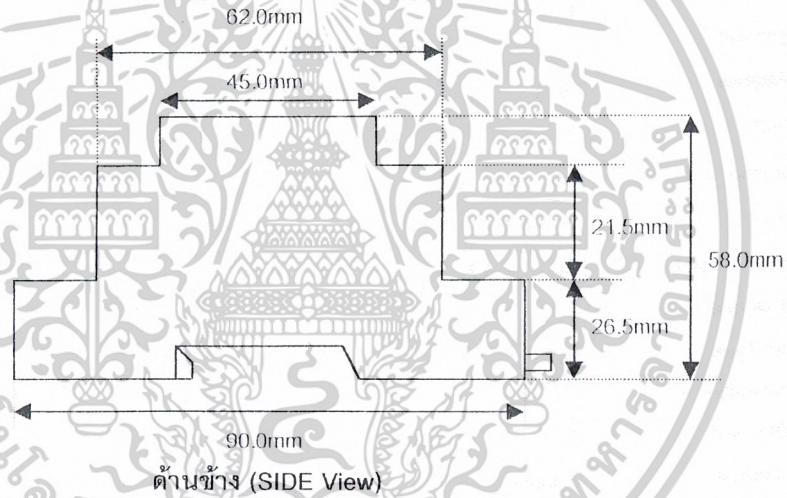
- Analog input ขั้วหมายเลข 1 ถึง 2 : - 0.3 V ถึง 15 V
- Digital input ขั้ว+ ถึง - : - 0.3 V ถึง 30 V
- Digital output ขั้ว –V ถึง +V : 50 V , 500 mA
- ย่านอุณหภูมิการใช้งาน : 5 °C ถึง 30 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของกล่อง (Absolute Maximum Rating)



ด้านบน (TOP View)

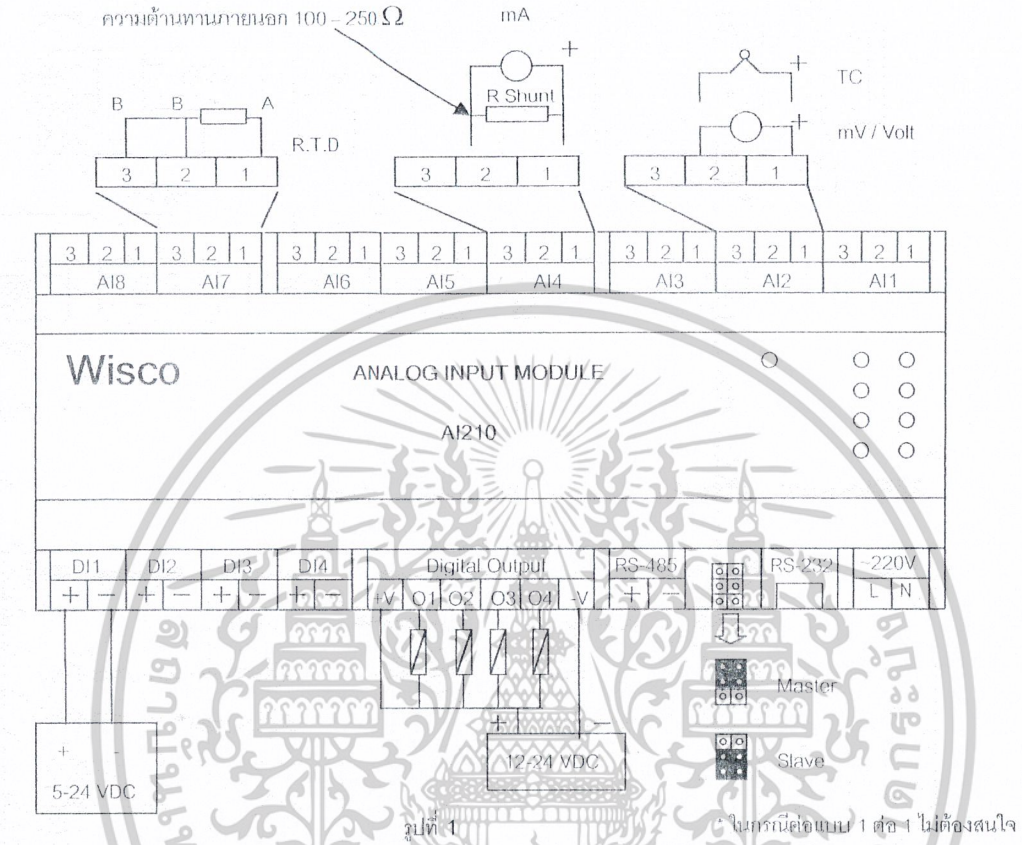


ด้านข้าง (SIDE View)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อสาย (Wiring)

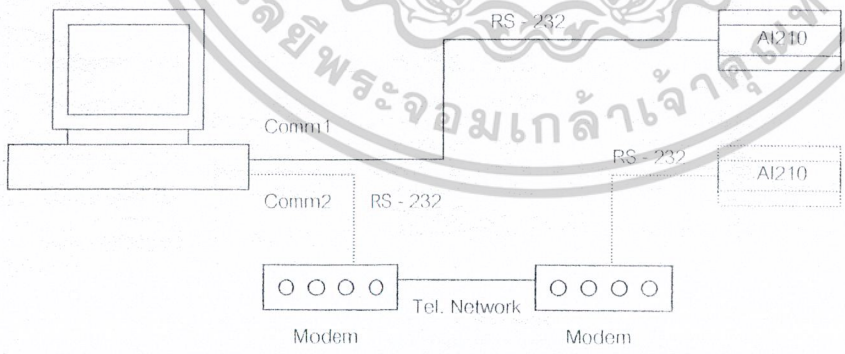
การต่อสาย (Wiring)



รูปที่ 1

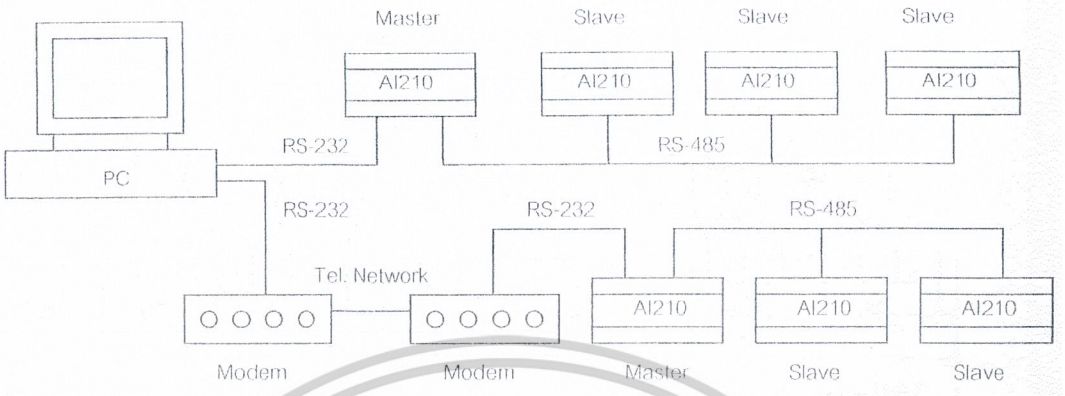
- ในกรณีต่อแบบ 1 ต่อ 1 ไม่ต้องสนใจ

การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ (PC Interface)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อแบบหลายเครื่อง (Network Interface)



ตารางที่1 รหัสและย่านการวัดของสัญญาณแต่ละชนิด (Measuring RangeCode)

Code	Input Type		Measuring Range	Resolution	Accuracy (% FS)
00	Not Use		-	-	-
01	Thermocouple	R	0-1700°C	1°C	±0.2%(3.4°C)
02		S	0-1700°C	1°C	±0.2%(3.4°C)
03		K	(-)250.0-1300.0°C	0.1°C	±0.2%(2.6°C)
04		E	0.0-1000.0°C	0.1°C	±0.2%(2.0°C)
05		J	(-)200.0-700.0°C	0.1°C	±0.2%(1.4°C)
06		T	(-)250.0-400.0°C	0.1°C	±0.2%(0.8°C)
07		B	0-1800°C	1°C	±0.2%(3.6°C)
08	RTD Pt100		(-)200.0-800.0°C	0.1°C	±0.2%(1.6°C)
09	Voltage(mV) 0-100		0.00-100.00mV	0.01mV	±0.02%(0.02mV)
10	Voltage (V)	0-5	0.000-5.000V	0.001V	±0.04%(0.002V)
11		0-10	0.000-10.000V	0.001V	±0.02%(0.002V)
12	Current (mA)	0-20	0.00-20.00V	0.01mA	±0.1%(0.02mA)
13		0-40	0.00-40.00V	0.01mA	±0.05%(0.02mA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้