

บทที่ 3

การใช้เครื่องมือตรวจวัดพลังงาน

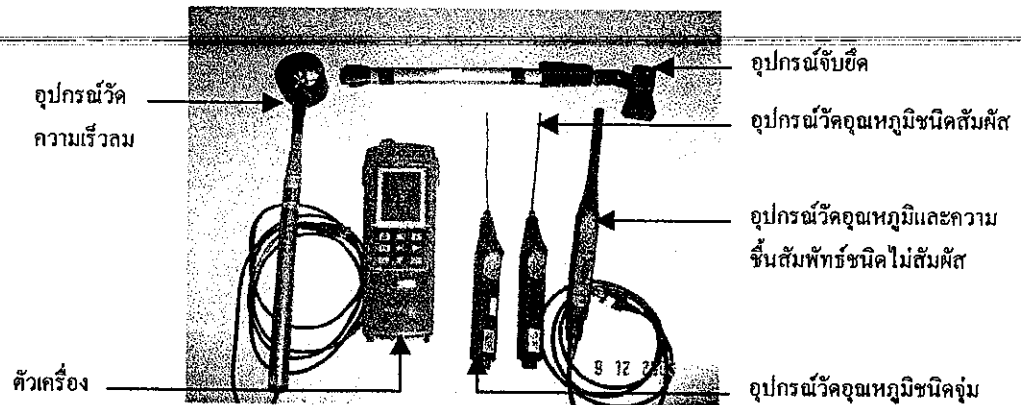
ในการตรวจวัดค่าการใช้พลังงานในอาคารและโรงงาน จำเป็นจะต้องใช้เครื่องมือตรวจวัดพลังงานสำหรับตรวจวัดหาข้อมูลเพื่อที่จะนำมาวิเคราะห์ คำนวณหาค่าสมรรถนะของเครื่องจักร และหาแนวทางเพื่อการอนุรักษ์พลังงานต่อไป ดังนั้นเนื้อหาในบทนี้จะแสดงลักษณะการใช้เครื่องมือตรวจวัด แต่เครื่องมือตรวจวัดนั้นมีมากมายซึ่งไม่สามารถแสดงรายละเอียดได้ทั้งหมด จึงจะขอกำหนดเฉพาะเครื่องมือตรวจวัดที่สำคัญ ๆ ในแต่ละประเภทการตรวจวัด มีเครื่องมือทั้งหมด 9 เครื่องมือดังต่อไปนี้

- 3.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แลความเร็วลม
(Thermometer Psychrometer and air velocity meter)
- 3.2 เครื่องมือวัดอัตราการไหล(Flow meter)
- 3.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิต่อเนื่อง(Surface Pyrometer)
- 3.4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบใช้รังสี(Radiation Thermometer)
- 3.5 เครื่องมือวิเคราะห์ไอเสีย(Combustion Tester)
- 3.6 เครื่องมือวัดความเร็วรอบ(Tacho meter)
- 3.7 เครื่องมือวัดพลังงาน ไฟฟ้า, แรงดัน ไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า
(Power meter, Volt meter, Amp meter)
- 3.8 เครื่องมือวัดความเข้มของแสงสว่าง(Lux meter)
- 3.9 เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่างและความนำไฟฟ้า
(pH- meter and conductivity meter)

โดยเนื้อหาการใช้เครื่องมือตรวจวัดพลังงาน จะประกอบด้วยหัวข้อหลัก 5 หัวข้อดังนี้

1. คุณสมบัติ
2. ขั้นตอนการเตรียมใช้งาน
3. ขั้นตอนการใช้งาน
4. ขั้นตอนการเลิกใช้งาน
5. ข้อควรระวัง

3.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม (Thermometer Psychrometer and Air Velocity meter)



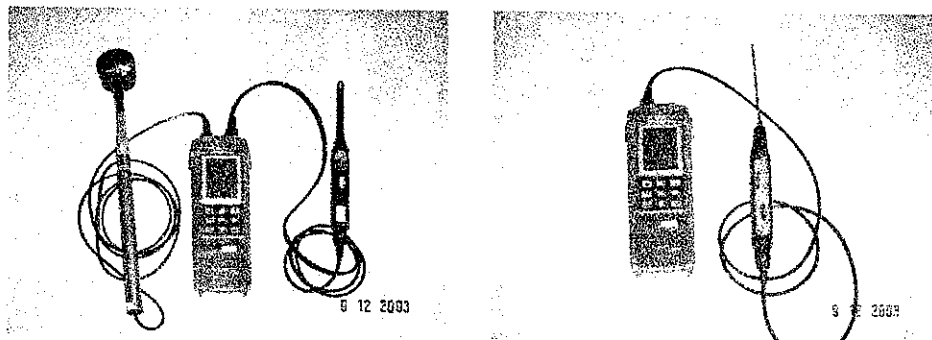
รูปที่ 3.1 แสดงอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่อง TESTO 445

คุณสมบัติ

1. ตรวจวัดอุณหภูมิชนิดสัมผัส, ชนิดไม่สัมผัส, และชนิดจุ่ม
2. ตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์
3. ตรวจวัดความเร็วลม

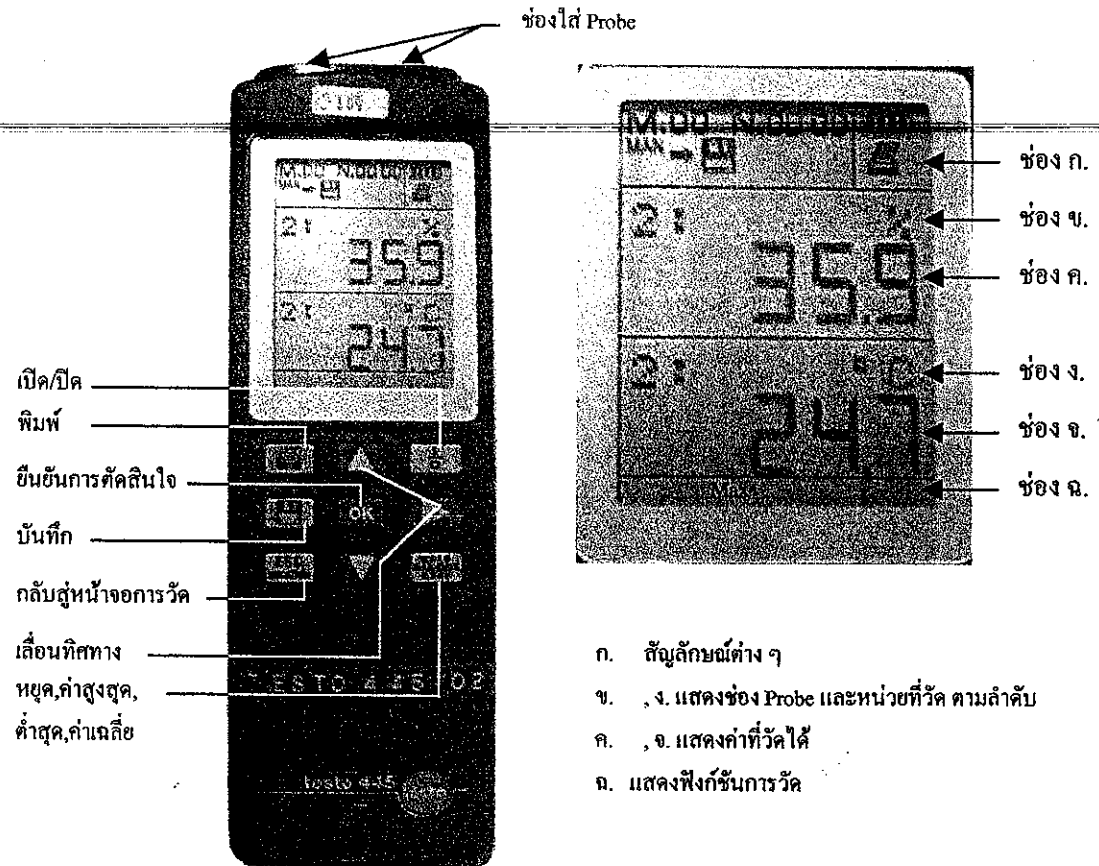
ขั้นตอนเตรียมการใช้งาน

1. ช่องค้ายซ้าย ใช้กับ อุปกรณ์วัดอุณหภูมิชนิดจุ่มหรือชนิดสัมผัส หรืออุปกรณ์วัดความเร็วลม
2. ช่องค้ายขวา ใช้กับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิชนิดไม่สัมผัส
3. ช่องตรงกลางด้านหน้า ใช้สำหรับเชื่อมกับเครื่องคอมพิวเตอร์(ในกรณีตรวจวัดไม่ต้องใส่)
4. ช่องตรงกลางด้านหลัง(RS232) ใช้ต่อเข้ากับสายเมน 12 โวลท์(ในกรณีตรวจวัดไม่ต้องใส่)



รูปที่ 3.2 แสดงการเตรียมอุปกรณ์ในการใช้

ขั้นตอนการใช้งาน



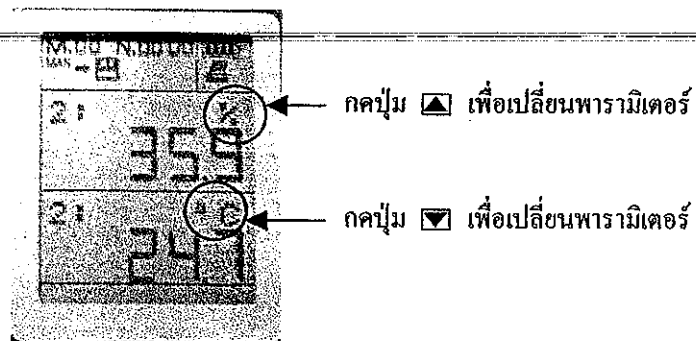
รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของตัวเครื่อง

คำอธิบาย ก. สัญลักษณ์ต่าง ๆ

- | | |
|---------|--|
| M. 00 | คือ จำนวนครั้งที่ทำการบันทึก |
| N. 0000 | คือ จำนวนครั้งที่ทำการบันทึกเป็นรอบ |
| MAN → | คือ การบันทึก โดยการกดปุ่มบันทึก |
| AUTO → | คือ การบันทึกอัตโนมัติ |
| | คือ การอ่านข้อมูลที่ได้นับที่ไว้ก่อนหน้า |
| | คือ การลบข้อมูลออกจากหน่วยความจำ |
| | คือ การพิมพ์ |

1. การวัดค่า

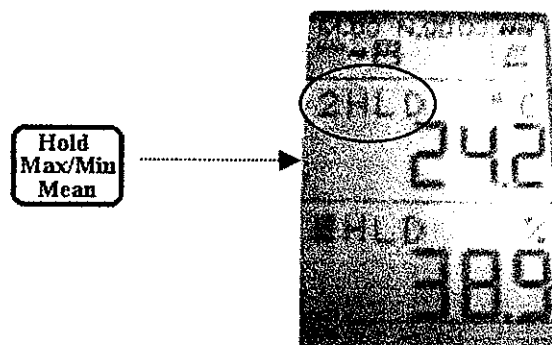
1.1 ทำการกดปุ่ม I/O รอประมาณ 5 วินาที หน้าจอจะแสดงค่าตามปกติ





รูปที่ 3.4 แสดงหน้าจอปกติ

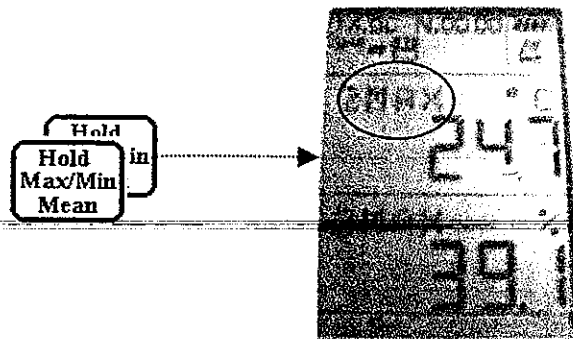
1.2 เมื่อกดปุ่ม ▲ จะเป็นการเลือกพารามิเตอร์ที่จะใช้วัดค่าในช่อง ข. และ ค. เช่นเดียวกับการกดปุ่ม ▼ ก็จะเป็นการเลือกพารามิเตอร์ที่จะใช้วัดค่าในช่อง ง. และ จ. ทั้งนี้ค่าพารามิเตอร์ที่เลือกได้นั้นต้องขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของ Probe ด้วย หลังจากนั้นจึงทำการวัดค่าการใช้พลังงานตามปกติ ซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 4

2. ฟังก์ชันต่าง ๆ ในการวัด





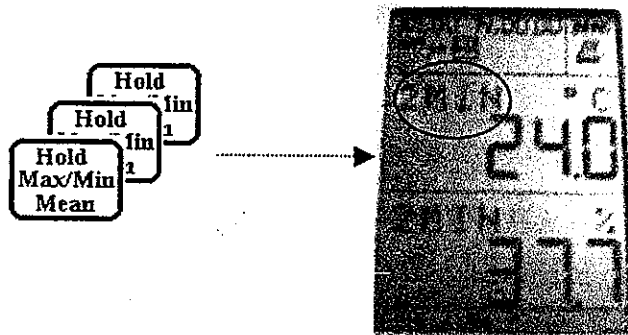
รูปที่ 3.5 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Hold 1 ครั้ง

2.1 เมื่อกดปุ่ม HOLD 1 ครั้ง จะทำให้ค่าที่อ่านได้หยุดนิ่ง ซึ่งจะมีคำว่า HLD ปรากฏอยู่บริเวณด้านหลังหมายเลขช่องเสียบ Probe ในช่อง ข. และ ง. ส่วนในช่อง จ. ก็จะมีปรากฏคำว่า Hold เช่นเดียวกัน ถ้าต้องการบันทึกหรือพิมพ์ ให้กดปุ่ม  หรือ  ตามลำดับ





รูปที่ 3.6 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Hold 2 ครั้ง

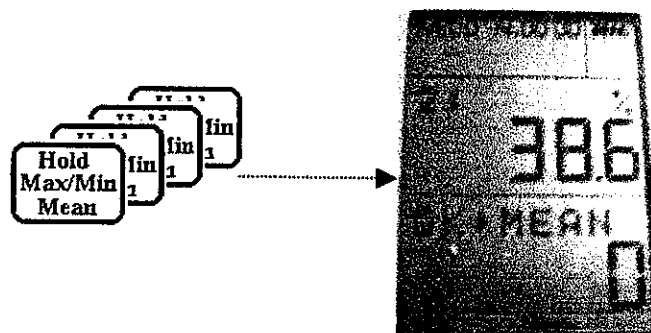
2.2 เมื่อกดปุ่ม HOLD 2 ครั้ง จะมีคำว่า MAX แทนที่คำว่า HLD เครื่องจะแสดงค่าสูงสุดที่วัดได้ ดังรูปที่ 6 ถ้าต้องการบันทึกหรือพิมพ์ ให้กดปุ่ม  หรือ  ตามลำดับ



รูปที่ 3.7 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Hold 3 ครั้ง


2.3 เมื่อกดปุ่ม HOLD 3 ครั้ง จะมีคำว่า MIN แทนที่คำว่า HLD เครื่องจะแสดงค่าต่ำที่สุดที่วัดได้ ถ้าต้องการบันทึกหรือพิมพ์ ให้กดปุ่ม  หรือ  ตามลำดับ

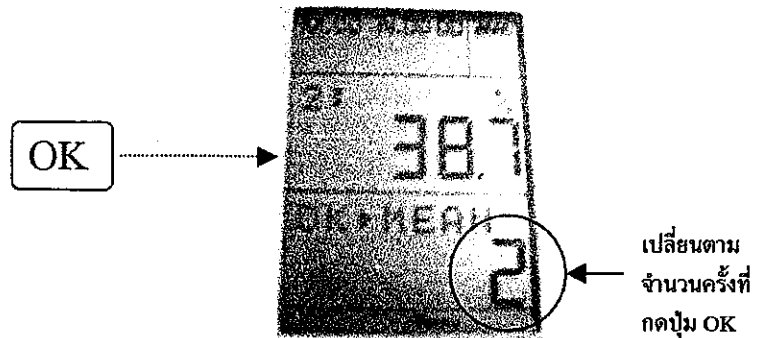
การหาค่าเฉลี่ย แบบเป็นจุด และ แบบจับเวลา




รูปที่ 3.8 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Hold 4 ครั้ง

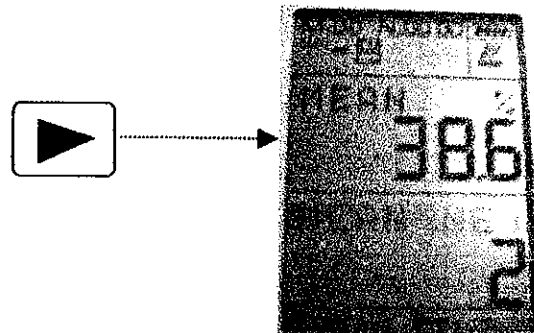
2.4 เมื่อกดปุ่ม HOLD 4 ครั้ง จะเป็นการหาค่าเฉลี่ยในการวัดจากหลาย ๆ จุด(ในช่อง ฉ. จะมีคำว่า Mean) ดังรูปที่ 8 จะสังเกตเห็น คำว่า OK จะกระพริบ


2.4.1 กดปุ่ม  เพื่อเลือกพารามิเตอร์ที่ต้องการวัด







รูปที่ 3.9 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม OK

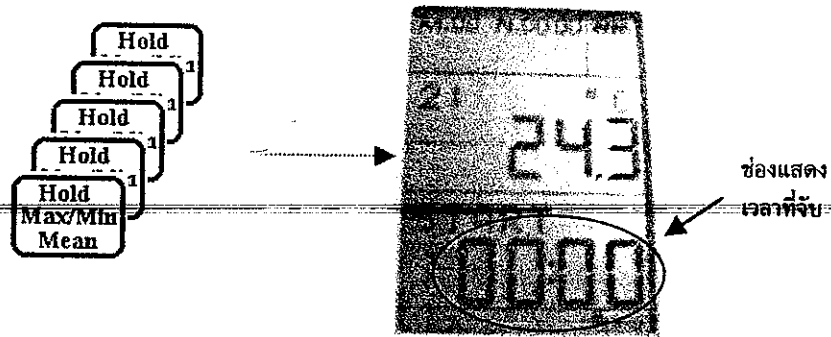
2.4.2 กดปุ่ม O.K. เพื่อบันทึกค่าในจุดที่ 1 จุดที่ 2 ต่อไปเรื่อย ๆ จนครบจำนวนจุดที่ต้องการวัดตามความต้องการ ตัวเลข 0 จะเปลี่ยนตามจำนวนครั้งที่กดปุ่ม  ดังรูปที่ 9



รูปที่ 3.10 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม 

2.4.3 กดปุ่ม  หน้าจอจะแสดงค่าเฉลี่ย ถ้าจะหาค่าเฉลี่ยใหม่อีกครั้งให้กด  แต่ถ้าจะกลับสู่หน้าจอปกติให้กด  (บันทึกโดยกดปุ่ม ) ดังรูปที่ 10

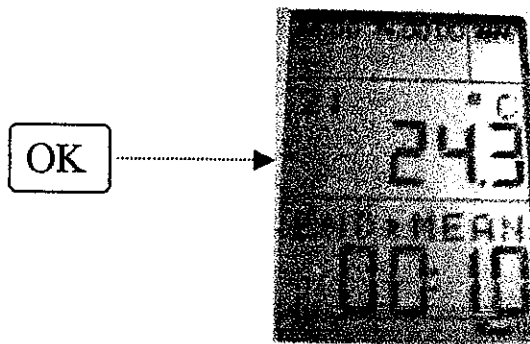
ข้อสังเกต การหาค่าเฉลี่ยแบบนี้จะเป็นการหาค่าพารามิเตอร์เดียวกัน จากหลาย ๆ จุด แล้วนำค่าที่วัดได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยดังที่แสดงออกมาทางหน้าจอ



รูปที่ 3.11 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Hold 5 ครั้ง

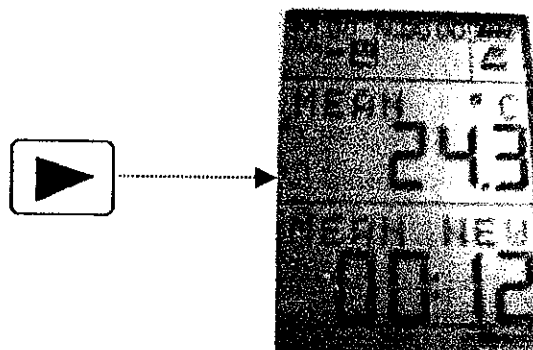
2.5 เมื่อกดปุ่ม HOLD 5 ครั้ง จะเป็นการหาค่าเฉลี่ยจากการจับเวลา(ในช่อง จ. จะมีคำว่า Mean และมีรูปนาฬิกา) ในจุดที่ต้องการหาค่าเฉลี่ย ดังรูปที่ 11


2.5.1 กดปุ่ม  เพื่อเลือกพารามิเตอร์ที่ต้องการวัด






รูปที่ 3.12 แสดงหน้าจอหาอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 10 วินาที

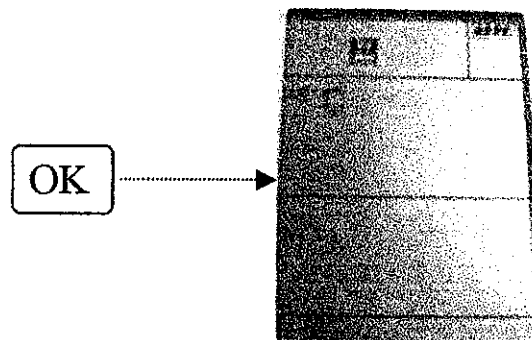
2.5.2 หน้าจอจะปรากฏคำว่า START กระพริบอยู่ ให้ทำการกดปุ่ม O.K. เพื่อเริ่มต้นจับเวลา ในช่อง จ. จะแสดงเวลาที่จับ หน้าจอจะปรากฏคำว่า END กระพริบอยู่ เมื่อถึงเวลาที่ต้องการให้กดปุ่ม O.K. ซ้ำอีกครั้งเพื่อสิ้นสุดการจับเวลา ดังรูปที่ 12



รูปที่ 3.13 แสดงค่าเฉลี่ยเมื่อกดปุ่ม 

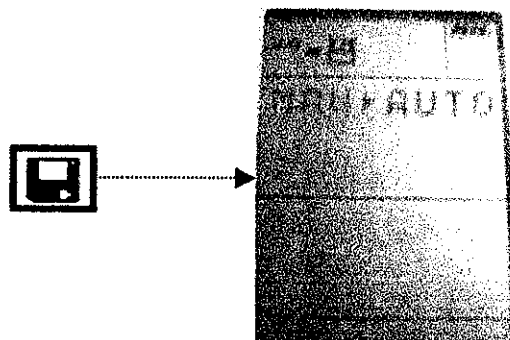
2.5.3 กดปุ่ม  หน้าจอจะแสดงค่าเฉลี่ยดังรูปที่ 13 ถ้าจะหาค่าเฉลี่ยอีกให้กดปุ่ม O.K. แต่ถ้าจะ กลับสู่หน้าจอปกติให้กดปุ่ม  (บันทึกลงโดยกดปุ่ม ) เป็นอันเสร็จสิ้นการหาค่าเฉลี่ย ข้อสังเกต การหาค่าเฉลี่ยลักษณะนี้จะเป็นการหาค่าพารามิเตอร์เดียวกัน ในจุด ๆ เดียวในช่วงเวลาหนึ่ง แล้วนำค่าที่วัดได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยดังที่แสดงออกมาทางหน้าจอ


3. การอ่านค่าที่ทำการบันทึกไว้




รูปที่ 3.14 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม OK

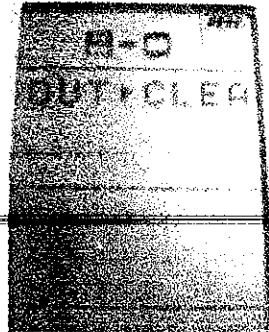
3.1 จากหน้าจอปกติให้กดปุ่ม OK หน้าจอจะแสดงภาพดังรูปที่ 14




รูปที่ 3.15 แสดงเมนูต่าง ๆ เมื่อกด 

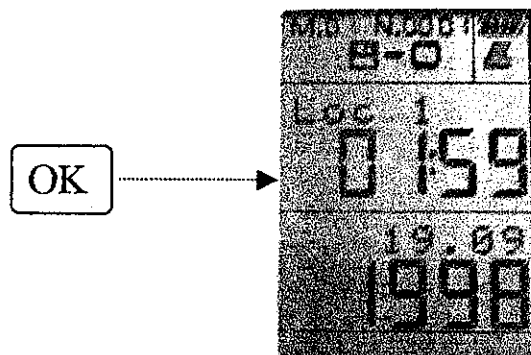
3.2 หลังจากนั้นก็กดปุ่ม  หน้าจอจะแสดงเมนูหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

MAN	คือ การตั้งการบันทึกแบบกด
AUTO	คือ การตั้งการบันทึกแบบอัตโนมัติ
OUT	คือ การเรียกข้อมูลที่บันทึกไว้
CLEAR	คือ การลบข้อมูลที่บันทึกไว้ทั้งหมด





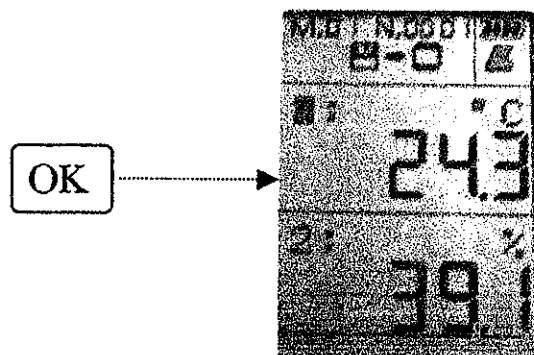
รูปที่ 3.16 แสดงหน้าจอเมื่อเลือกเมนู OUT

3.3 กดปุ่ม  เพื่อเลือกเมนู OUT โดยจะสังเกตเห็นคำว่า OUT กระทบ



รูปที่ 3.17 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม OK

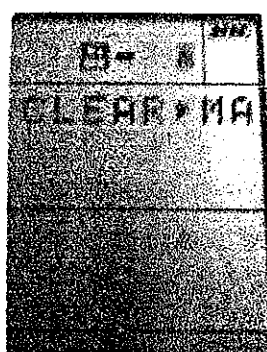
3.4 กดปุ่ม OK หน้าจอจะแสดงดังรูป 17 สังเกตตัวเลขหลังตัวอักษร M จะกระทบสามารถเลือกตัวเลขที่ทำการบันทึกโดยการกดปุ่ม  หรือ  แต่ผู้ที่ทำการบันทึกต้องทราบว่าตัวเลขที่เลือกนั้นคือค่าอะไร (M. 01 ; คือค่าที่ทำการบันทึกไว้ในครั้งที่ 1) เพราะไม่เช่นนั้นแล้วอาจทำให้เกิดความสับสนและเกิดความผิดพลาดได้ ส่วนคำว่า Loc 1 คือ Location ที่ใช้ และวัน เวลาที่ทำการบันทึก ตามลำดับ



รูปที่ 3.18 แสดงค่าที่ทำการบันทึกไว้ในครั้งที่ 1

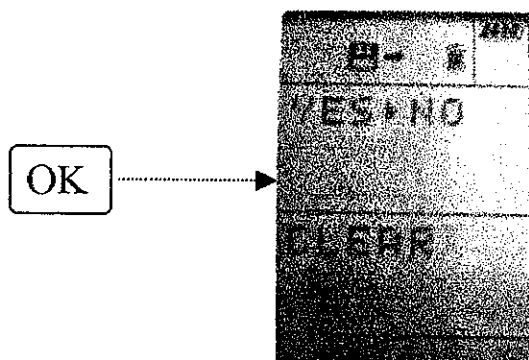
3.5 เมื่อกดปุ่ม OK หน้าจอจะแสดงค่าที่บันทึกไว้ ดังรูปที่ 18 ถ้าจะอ่านค่าอื่นที่บันทึกไว้ ให้กดปุ่ม **ESC** หน้าจอจะกลายเป็นดังรูปที่ 17 หลังจากนั้นก็เปลี่ยนหมายเลขที่ได้ทำการบันทึกไว้ โดยกดปุ่ม **▲** หรือ **▼** แล้วทำตามหัวข้อ 3.4

4. การลบข้อมูลที่บันทึกไว้



รูปที่ 3.19 แสดงเมนู

4.1 ทำตามหัวข้อที่ 3.1 ถึงหัวข้อ 3.3 แล้วให้เปลี่ยนจากคำว่า OUT เป็น CLEAR ดังรูปที่ 19

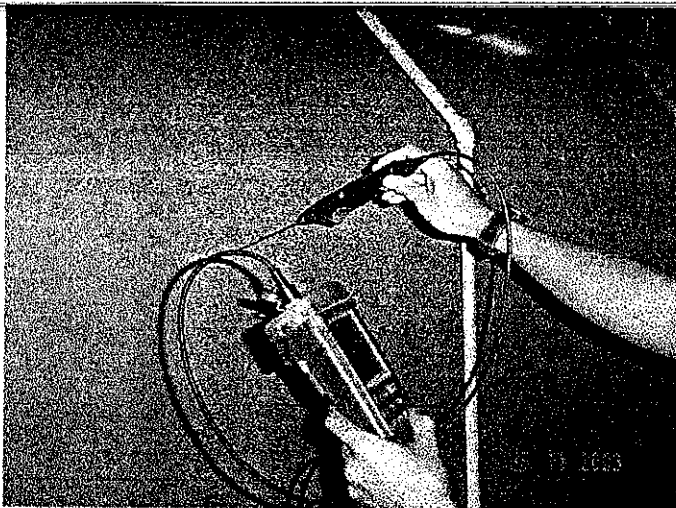


รูปที่ 3.20 แสดงการเลือก YES

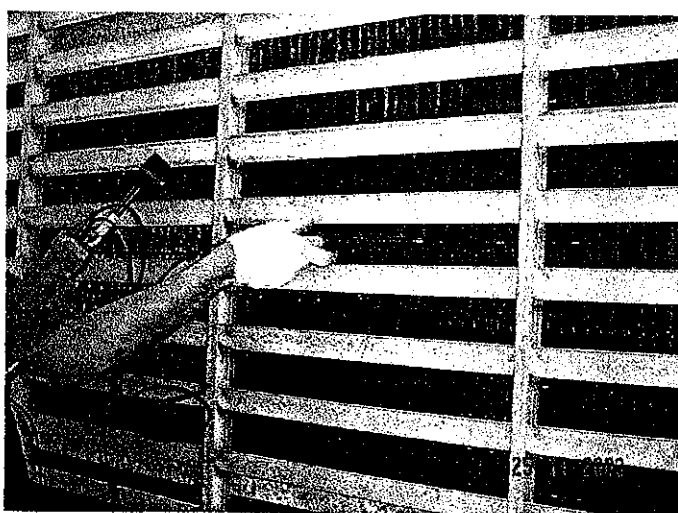
4.2 กดปุ่ม OK หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ 20 หลังจากนั้นเลือก YES โดยการกดปุ่ม **▶** จะสังเกตเห็นได้โดยคำว่า YES จะกระพริบ

4.3 เมื่อแน่ใจแล้วให้กดปุ่ม OK รอประมาณ 5 วินาที เครื่องก็จะทำการลบข้อมูลที่บันทึกไว้ทั้งหมดแล้วก็จะกลับเข้าสู่หน้าจอปกติ สังเกตได้โดยตัวเลขหลังตัวอักษร M จะกลายเป็นเลข 00 (M.00) เป็นอันเสร็จสิ้นการลบข้อมูล

รูปแสดงลักษณะการวัดค่า

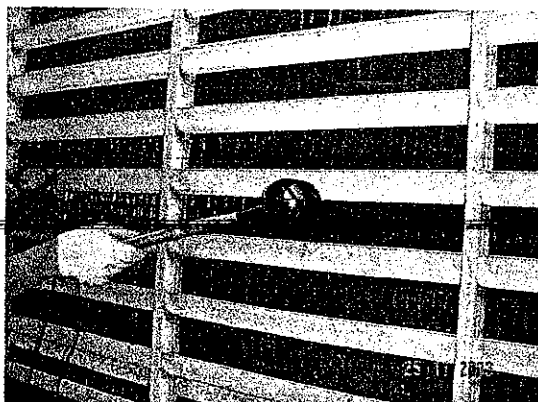


รูปที่ 3.21 แสดงการตรวจวัดอุณหภูมิชนิดสัมผัส

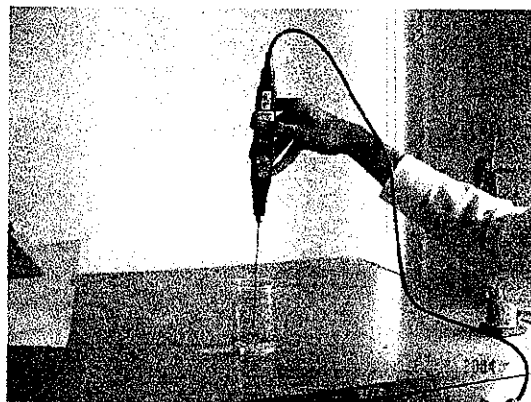


ฟิลเตอร์ ด้านลมกลับ
ของเครื่องปรับอากาศ
อากาศชนิด Package

รูปที่ 3.22 แสดงการตรวจวัดอุณหภูมิชนิดไม่สัมผัส



รูป ก



รูป ข

รูปที่ 3.23 ก. แสดงการตรวจวัดความเร็วลม และ ข. การตรวจวัดอุณหภูมิชนิดจุ่ม

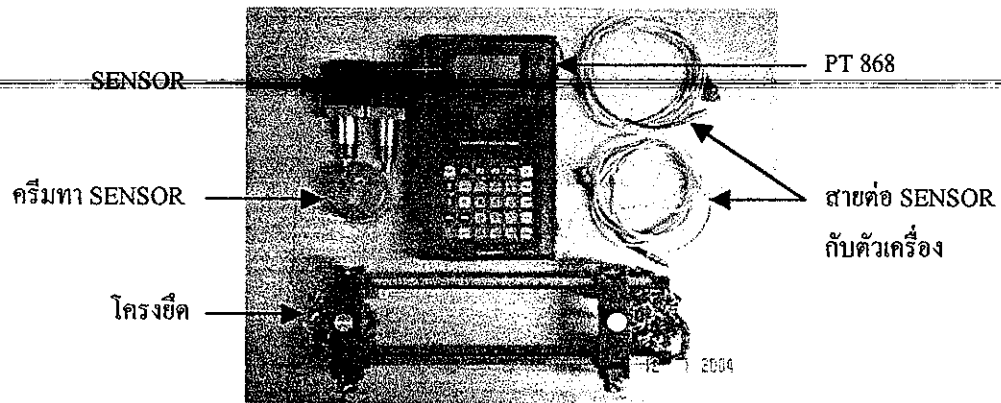
ขั้นตอนการเลิกใช้งาน

1. กดปุ่ม I/O เพื่อปิดหน้าจอ
2. ถอดสาย Probe ออก
3. เก็บอุปกรณ์ไว้ในกล่องเครื่องมืออย่างระมัดระวัง

ข้อควรระวัง

1. ห้ามถอดหรือใส่สาย Probe ขณะที่เปิดเครื่องอยู่
2. ไม่ควรให้หัววัดอุณหภูมิแบบ ไม่สัมผัสวัสดุของน้ำ เพราะจะทำให้ค่าความชื้นที่ได้เกิดความผิดพลาด
3. ควรระมัดระวังไม่ให้หัววัดกระทบกระเทือน เพราะจะทำให้เกิดความเสียหายของอุปกรณ์ได้
4. ห้ามผู้ปฏิบัติงานทำการปรับแต่งเครื่องมือวัดที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว ยกเว้นถ้าเป็นขั้นตอนการสอบเทียบปกติก่อนการใช้งาน

3.2 เครื่องมือวัดอัตราการไหล (Flow meter)



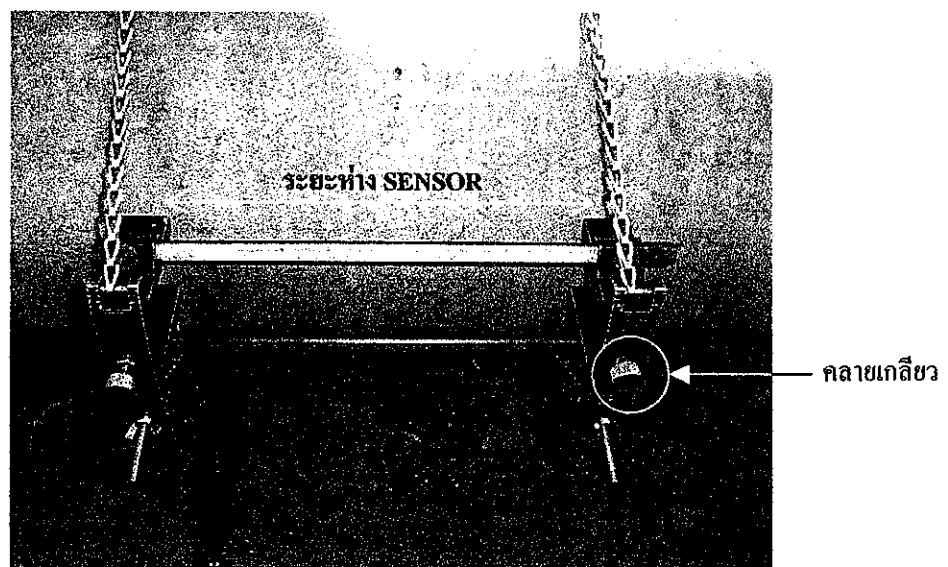
รูปที่ 3.24 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องวัดอัตราการไหล

คุณสมบัติ

วัดอัตราการไหลของของไหลในท่อ

ขั้นตอนเตรียมการใช้งาน

1. เลือกท่อที่ต้องการวัด ถ้ามีฉนวนให้กรีดฉนวนออก ถ้ามีสีทาให้ขูดสีออก ทำความสะอาดท่อในบริเวณที่ต้องการวัด

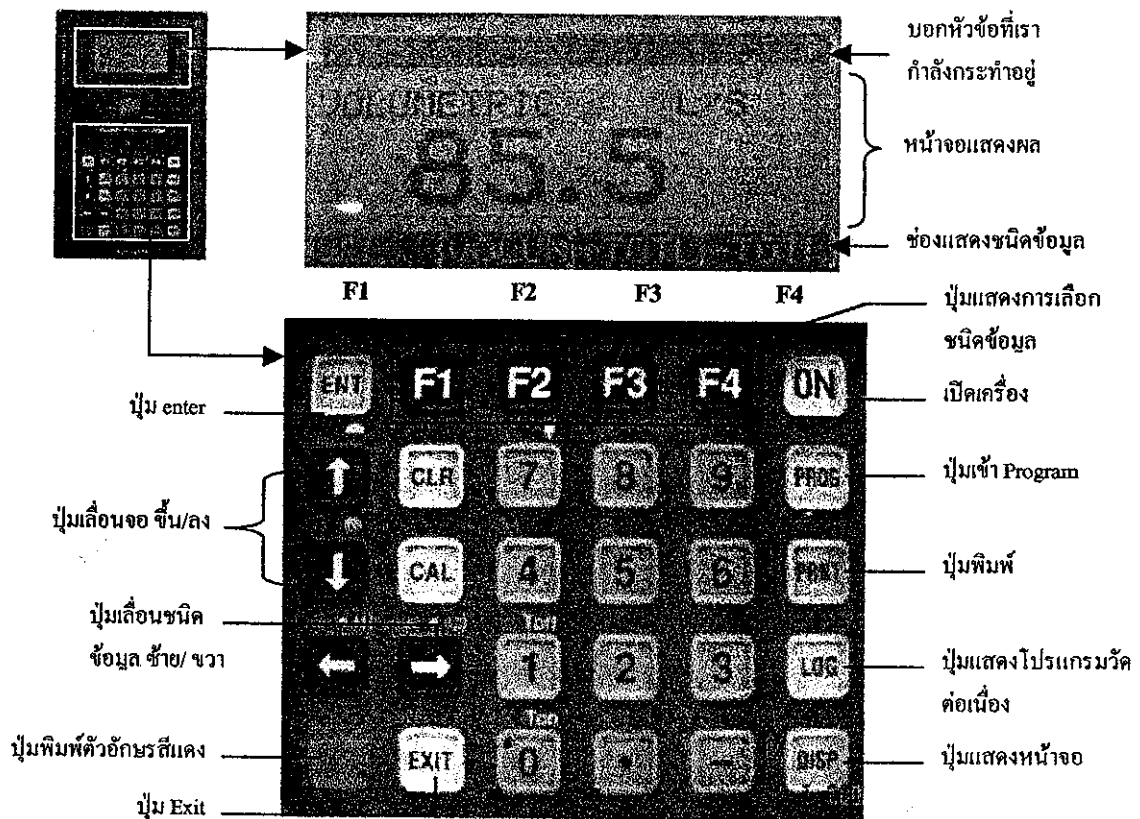


รูปที่ 3.25 แสดงการยึดโครมยัดกับท่อ

2. ต่อ โครงยึดไว้กับท่อหลวม ๆ คลายเกลียวที่ใช้กดหัววัดให้หลวมพอที่จะใส่ SENSOR โดยที่ไม่ถูกกับท่อ ดังรูปที่ 2

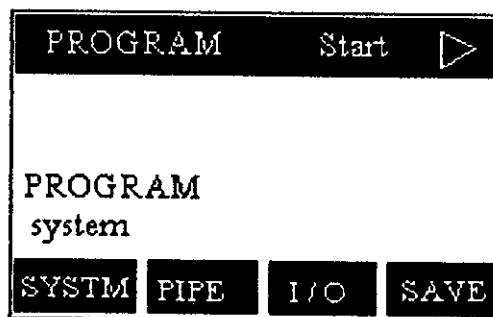
ขั้นตอนการใช้งาน

1. เปิดเครื่อง โดยการกดปุ่ม ON



รูปที่ 3.26 แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของเครื่องมือ

2. กดปุ่ม PROG หน้าจอจะปรากฏ ดังรูปที่ 4 จะเห็นว่าด้านล่างจอ มีชนิดข้อมูลอยู่ 4 ชนิด



รูปที่ 3.27 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม PROG

2.1 SYSTEM ให้กด F1 เป็นการตั้งค่าระบบ หน้าจอจะปรากฏ ดังรูปที่ 5

SYSTEM PROGRAM			
PROGRAM			
system			
ENERGY OPTION			
On			
OFF	ON		

รูปที่ 3.28 แสดงหน้าจอ SYSTEM PROGRAM

จะสังเกตเห็นว่าหน้าจอจะเลื่อนขึ้น และหัวข้อใหม่จะปรากฏตามมาเรื่อย ๆ จนกว่าจะครบและจะวนกลับมาเริ่มต้นใหม่ โดยมีหัวข้อเรียงตามลำดับดังนี้

2.1.1 ENERGY OPTION คือ ต้องการวัดค่าพลังงานหรือไม่

OFF กด F1 (ถ้าเลือก off ให้ข้ามไปทำข้อ 2.1.11)

ON กด F2 (ต้องการวัดค่าพลังงาน) ต่อ 2.1.2

2.1.2 SITE MESSAGE คือ ใส่ข้อความที่สำคัญ หลังจากนั้นกดปุ่ม ENT

2.1.3 SYSTEM UNIT คือ ระบบหน่วย

English Unit กด F1

METRIC กด F2

2.1.4 TOTALIZER OPTION (การแสดงผลรวมของค่าที่วัดใน 1 ช่วงเวลา)

OFF กด F1(ไม่ใช้)

ON กด F2(ใช้)

2.1.5 VOLUME METRIC UNIT คือการเลือกค่าอัตราการไหล มีหลายค่าให้เลือก โดยการกดปุ่ม \Rightarrow หรือ \Leftarrow เพื่อเลื่อนชุดชนิดข้อมูล(เลื่อนทีละ 4 ค่า) มีให้เลือกดังนี้ L/s , L/m , L/H , mL/D , m³/s , m³/m , m³/H , m³/D , BBL/s , BBL/m , BBL/H , BBL/D

(L = litre , m³ = Cubic metre , BBL = Barrel , s = Seconds , m = minute , H = hour , D = Day)

2.1.6 TOTALIZER UNIT มีให้เลือกดังนี้ L , ML , m³ , Mm³ , BBL , MBBL (การเลือกทำเช่นเดียวกับข้อ 2.1.5)

2.1.7 POWER คือค่าพารามิเตอร์ของพลังงาน

kCALs (kilocalories) กด F1

Mcals (Megacalories) กด F2

kW (kilowatt) กด F3

MW (Megawatt) กค F4

2.1.8 ENERGY (TOTAL)

kCALs (kilocalories) กค F1

Mcals (Megacalories) กค F2

kWHr (kilowatt-hour) กค F3

MWHr (Megawatt-hour) กค F4

2.1.9 HEATING OR COLLING เลือกระบบน้ำเย็นหรือน้ำร้อน

COOLING SYSTEM กค F1

HEATING SYSTEM กค F2

2.1.10 FLOW MEASUREMENT คือ การเลือกลักษณะการไหลที่จะวัด

RTN(Return) กค F1

SPPLY(Supply) กค F2

2.1.11 DATE ตั้งวันที่ OK กค F1 หรือ EDIT กค F2

2.1.12 TIME ตั้งเวลา OK กค F1 หรือ EDIT กค F2

2.2 PIPE PARAMETER ให้กด F2 เป็นการตั้งค่าระบบท่อเพื่อวัดอัตราการไหล ดังรูปที่ 6 โดยมีหัวข้อย่อยเรียงตามลำดับดังต่อไปนี้

PIPE PROGRAM			
PROGRAM			
Pipe parameters			
TRANSDUCER NUMBER			
113			
SPEC			

รูปที่ 3.29 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม F2

2.2.1 TRANSDUCER NUMBER ให้ใส่ค่า 113(หมายเลขรุ่นของ Sensor)แล้วกดปุ่ม ENT หรือถ้าเลือก SPEC(Special) กค F1

2.2.2 WEDGE TEMP INPUT

ACTIVE(ค่าอุณหภูมิแกว่ง) กค F1

FIXED(ค่าอุณหภูมิคงที่) กค F2

2.2.3 WEDGE TEMPERATURE ใส่ค่าอุณหภูมิในท่อ(องศาเซลเซียส)ที่ต้องการวัดแล้วกดปุ่ม ENT

2.2.4 PIPE MATERIAL มีหลายชนิดให้เลือก ดังนี้ Steel , iron , Cu , Al , Brass , CuNi , Glass , PLSTC(plastic) , other โดยที่ บางชนิดมีรายละเอียดย่ออีกดังนี้

STEEL มี CARBN(Carbon steel) และ SS(Stainless steel)

IRON มี Duct(Ductile iron) และ Cast(Cast iron)

CuNi มี 30%Ni และ 10%Ni

Glass มี PYREX ,FLINT(Heavy Silicate Flint) ,CROWN(Light Borate Crown)

2.2.5 PIPE OD. ใส่ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ โดยมีหน่วยให้เลือกดังนี้

mm กค F1

m กค F2

เมื่อใส่ค่าแล้ว กดปุ่ม ENT

2.2.6 PIPE WALL ใส่ค่า ความหนาท่อ โดยมีหน่วยให้เลือกดังนี้(ดูตาราง 2-1)

mm กค F1

m กค F2

เมื่อใส่ค่าแล้ว กดปุ่ม ENT

2.2.7 LINING คือ มีตะกรันเคลือบที่ผิวด้านในของท่อหรือไม่

NO กค F1

YES กค F2

2.2.8 FLUID TYPE คือ ชนิดของของไหล มี 3 ชนิด

WATER กค F1

MIX(Water Glycol Mixture) กค F2

OTHER กค F3

ถ้าเลือก MIX จะมีหัวข้อ FLUID SOUND SPEED (ใส่ค่าความเร็วเสียงของของไหล) และ PERCENTAGE OF WATER (ใส่ค่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำที่ผสม) ถ้าเลือก OTHER จะมีเพียงแค่ FLUID SOUND SPEED

2.2.9 RENOLD CORRECTION

OFF กค F1(ข้ามไปทำข้อ 2.2.11)

ON กค F2 (ทำข้อ 2.2.10)

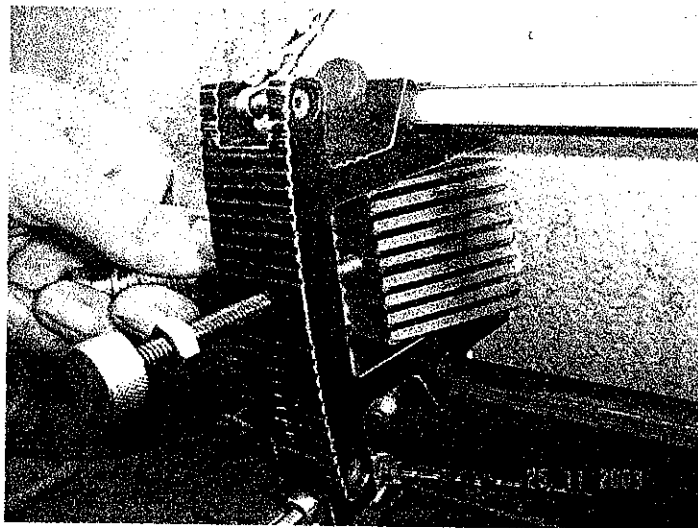
2.2.10 KINEMATIC VISCOSITY ใส่ค่าความหนืดเชิงจลน์(โดยทั่วไปใช้ $0.75 \cdot 10^{-6}$ m²/s สำหรับระบบน้ำเย็น) แล้วกดปุ่ม ENT

2.2.11 CALIBRATION FACTOR ให้ใส่ค่าปรับแต่งแล้วกดปุ่ม ENT (ให้ใส่ 1)

2.2.12 NUMBER OF TRAVERS คือ รูปแบบการวัด(ลักษณะการเคลื่อนที่ของ SENSOR) มีให้เลือก 5 แบบ คือ 1(V) กด F1 , 2(Z) กด F2 , 3 กด F3 , 4 กด F4 , 5 กด \Rightarrow แล้วกด F1

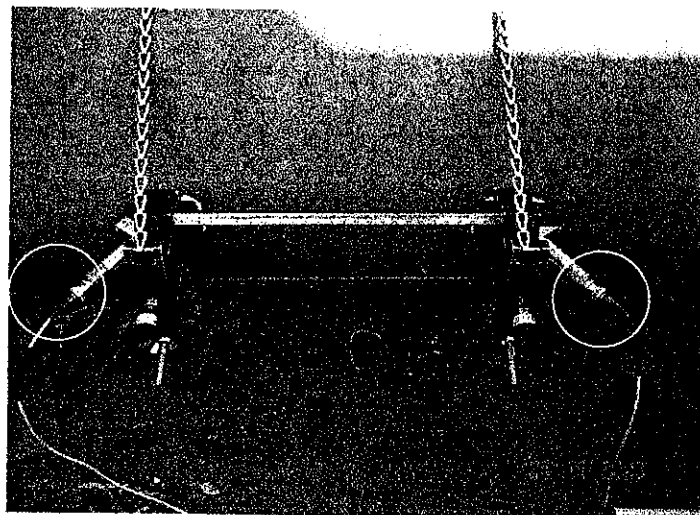
2.2.13 TRANSDUCER SPACING เครื่องจะบอกค่าระยะห่างของหัววัด โดยให้ขยับตัว ยืดหัววัดให้ได้ตามขนาดที่เครื่องแสดงออกมา แล้วยึดให้แน่น

2.2.14 ทาครีมที่ SENSOR ด้านที่สัมผัสกับผิวท่อ แล้วนำไปสอดเข้าได้เกลียว ดังรูปที่ 7 ทำทั้งสองด้าน



รูปที่ 3.30 แสดงการสอด SENSOR

2.2.15 หมุนเกลียวคันทหัววัดให้แน่น ต่อสายเข้ากับปลาย SENSOR ทั้งสองดังรูปที่ 8



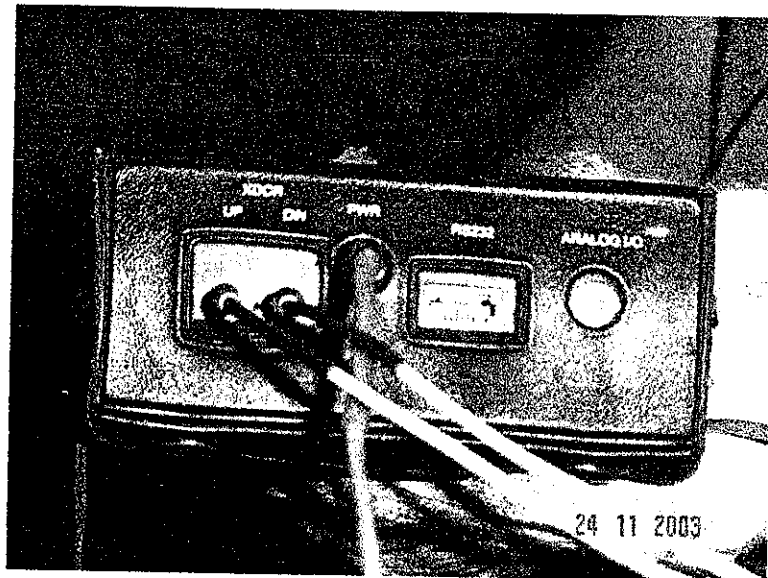
รูปที่ 3.31 แสดงการสอด SENSOR และการต่อสายเชื่อม

2.2.16 ปลายอีกด้านของสายให้ต่อเข้ากับตัวเครื่องจิ้งรูปโดยที่

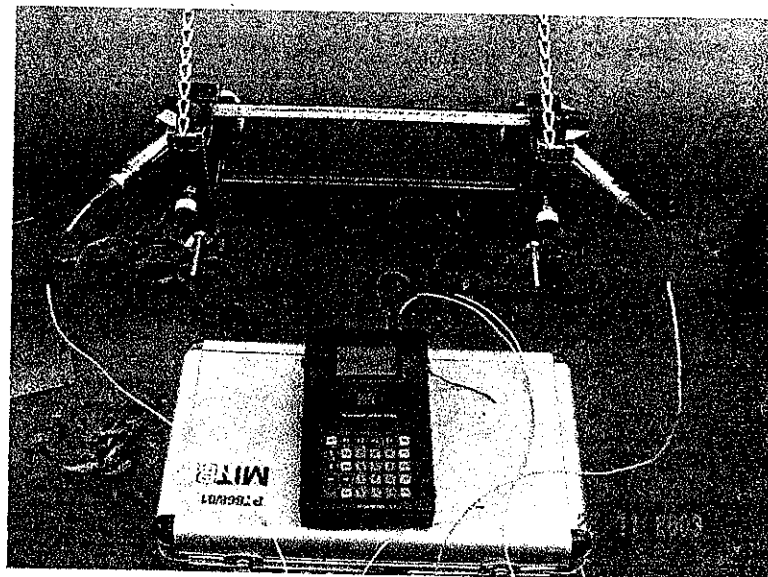
UP คือ ช่องเสียบสายเชื่อมของSENSORที่อยู่ด้านต้นน้ำ

DN(down) คือ ช่องเสียบสายเชื่อมของSENSORที่อยู่ด้านปลายน้ำ

PWR(power) คือ ช่องสำหรับเสียบ ADAPTOR

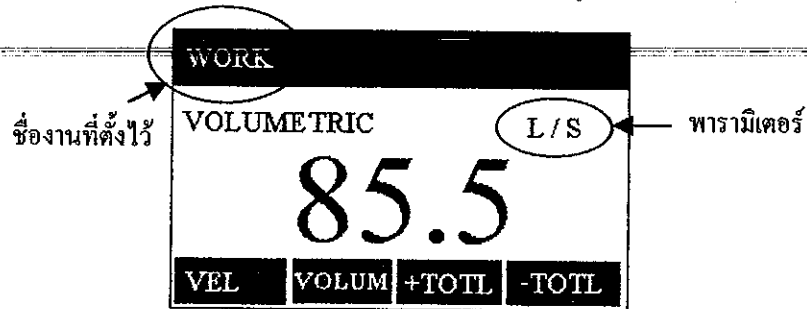


รูปที่ 3.32 แสดงการต่อสายที่ตัวเครื่อง



รูปที่ 3.33 แสดงอุปกรณ์พร้อมวัดค่า

2.2.17 กดปุ่ม EXIT 1 ครั้งเพื่อออกจากโปรแกรม PIPE PARAMETERS เพื่อเข้าสู่เมนู PROGRAM จากนั้นกดปุ่ม EXIT อีก 1 ครั้ง เพื่อเข้าสู่หน้าจอแสดงค่าการวัด แต่เครื่องจะถามก่อนว่า ต้องการ SAVE หรือไม่ ให้ทำการ Save หลังจากนั้นเครื่องก็จะเข้าสู่หน้าจอแสดงการวัด ดังรูปที่ 11



รูปที่ 3.34 หน้าจอแสดงค่าการวัด

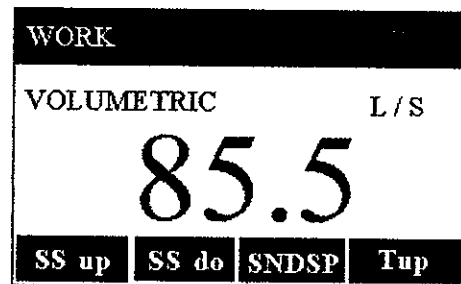
กด F1 เป็นการเลือกพารามิเตอร์ในการวัดแบบ VEL(Velocity ;m/s)

กด F2 เป็นการเลือกพารามิเตอร์ในการวัดแบบ VOLUM(Volum Flowrate;L/s)

กด F3 เป็นการแสดงการวัดแบบ +TOTAL(FORWARD TOTAL ;L)

กด F4 เป็นการแสดงการวัดแบบ -TOTAL(REWARD TOTAL ;L)

2.2.18 เมื่อกดปุ่ม EXIT อีกครั้ง ช่องแสดงชนิดข้อมูลจะเปลี่ยนเป็นดังรูปที่ 12



รูปที่ 3.35 หน้าจอแสดงค่าการวัด

กด F1 เป็นการแสดงการวัดแบบ SS up(Signal Strength up)

กด F2 เป็นการแสดงการวัดแบบ SS do(Signal Strength down)

กด F3 เป็นการแสดงการวัดแบบ SNDSP(Sound speed)

กด F4 เป็นการแสดงการวัดแบบ Tup(Transit Usec)

2.3 INPUT/OUTPUT เมื่อกด F3 เป็นการตั้งค่าข้อจำกัด ดังรูปที่ 13 โดยมีหัวข้อย่อยเรียงตามลำดับดังต่อไปนี้

I/O PROGRAM			
PROGRAM			
Input/Output			
ANALOG OUT			
off			
OFF	0 - 20m	0 - 40m	

รูปที่ 3.36 แสดงหัวข้อ I/O PROGRAM

2.3.1 ANALOG OUT มี 3 ค่า Off กด F1 , 0-20m กด F2 , 0-40m กด F3

2.3.2 Error Handling

HOLD(Hold Last Save) กด F1

LOW(Force Low) กด F2

HIGH(Force High) กด F3

2.3.3 ZERO CUT OFF กำหนดค่า (ใช้ 0.004 m/s) แล้วกดปุ่ม ENT

2.3.4 TEMP INPUT SUPPLY คือการกำหนดรูปแบบอุณหภูมิของของไหลด้านจ่าย Fixed กด F1 , Active กด F2

2.3.5 TEMPERATURE ใ้ค่าอุณหภูมิด้าน Supply แล้วกดปุ่ม ENT

2.3.6TEMP INPUT SUPPLY คือกำหนดรูปแบบอุณหภูมิของของไหลด้านกลับ Fixed กด F1 , Active กด F2

2.3.7 TEMPERATURE ใ้ค่าอุณหภูมิด้าน Return แล้วกดปุ่ม ENT

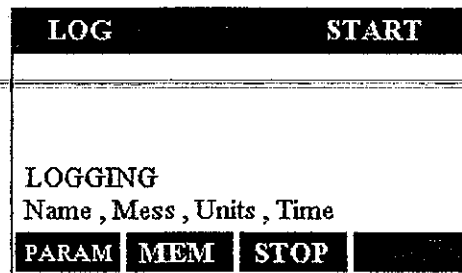
2.4 SAVE เมื่อกด F4 คือการตั้งชื่องานจะปรากฏดังรูปที่ 14 มีหัวข้อย่อย 1 ข้อ

SAVE			
PROGRAM			
SAVE			
NAME			
NAME1			
NAME1	NAME2		

รูปที่ 3.37 แสดงหัวข้อ SAVE

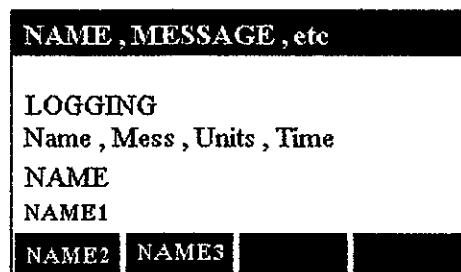
2.4.1 NAME ตั้งชื่องาน กดปุ่ม ENT

3. ถ้าต้องการวัดอัตราการไหลแบบต่อเนื่องเมื่อทำตามข้อ 2 เสร็จแล้ว ให้กดปุ่ม LOG จะปรากฏหน้าจอ ดังรูปที่ 15 ซึ่งมี 3 หัวข้อหลักดังนี้



รูปที่ 3.38 แสดงเมนู LOG

3.1 PARAMETER ให้กด F1 คือการตั้งข้อมูลเกี่ยวกับการวัดแบบต่อเนื่อง ปรากฏดังรูปที่ 16 มี หัวข้อย่อยดังนี้



รูปที่ 3.39 แสดงหัวข้อ PARAMETER

3.1.1 NAME ตั้งชื่องานที่จะทำการเก็บค่าแบบต่อเนื่อง แล้วกดปุ่ม ENT

3.1.2 LOG DONE , to inspect hit any key เครื่องบอกว่าได้ทำการบันทึกชื่อไว้แล้ว ให้ กดปุ่มอะไรก็ได้เพื่อเข้าสู่หัวข้อต่อไป

3.1.3 LOG MESSAGE เขียนข้อมูลที่สำคัญลงไปเพื่อให้จำได้ว่าเป็นงานอะไร เสร็จ แล้วกดปุ่ม ENT

3.1.4 LOG UNIT เลือกพารามิเตอร์สำหรับการวัดมีข้อมูลดังนี้

VEL(Velocity,+Total,-Total) กด F1

VOLUME(Volume, +Total,-Total) กด F2

ENRG(Power,+Energy,-Energy) กด F3

DiagA(SignStrength,C³,Delta T) กด F4

DiagB(Tup,Tdown,DeltaT) กด ⇨ แล้ว กด F1

DiagC(Temp,Temp_r,enthalpy) กด ⇨ แล้ว กด F2

3.1.5 START TIME ตั้งเวลาเริ่มบันทึกมีรายละเอียดดังนี้

OK(เวลาที่แสดงอยู่)	กด F1
EDIT(ตั้งเวลาใหม่)	กด F2
NOW(เวลาปัจจุบัน)	กด F3

3.1.6 START DATE ตั้งวันที่เริ่มบันทึก

OK(วันที่แสดงอยู่)	กด F1
EDIT(ตั้งวันใหม่)	กด F2
NOW(วันปัจจุบัน)	กด F3

3.1.7 END TIME ตั้งเวลาสิ้นสุดการบันทึก

OK(เวลาที่แสดงอยู่)	กด F1
EDIT(ตั้งเวลาใหม่)	กด F2
TIM(เวลาเดียวกับเวลา Start)	กด F3

3.1.6 END DATE ตั้งวันที่สิ้นสุดการบันทึก

OK(วันที่แสดงอยู่)	กด F1
EDIT(ตั้งวันใหม่)	กด F2
NOW(วันปัจจุบัน)	กด F3

3.1.7 TIME INCREMENT ช่วงเวลา(ความถี่)ที่ทำการบันทึก มีหลายเวลาให้เลือกตามต้องการ เช่น 5 sec, 10 sec, 30 sec, 1 min, 3 min, 6 min, 12 min, 30 min เป็นต้น

3.2 MEMORY ให้กดปุ่ม F2 เป็นการเปิดดูค่าที่เครื่องได้ทำการบันทึกไว้

3.3 STOP ให้กดปุ่ม F3 เมื่อต้องการหยุดการบันทึกค่าแบบต่อเนื่อง มีหัวข้อย่อยดังนี้

LOG	Start
LOGGING	
STOP LOGGING	
NAME	
NAME1	
NAME2	NAME3

รูปที่ 3.40 แสดงหัวข้อ STOP LOGGING

3.3.1 NAME เลือกชื่อที่ต้องการหยุดการวัดค่าแบบต่อเนื่อง

3.3.2 STOP LOGGING เครื่องจะถามความมั่นใจว่าต้องการที่จะหยุดการบันทึกค่าจริงหรือไม่ ถ้าไม่ ให้กด F1 หรือถ้าต้องการหยุดการบันทึกให้กด F2

*หมายเหตุ ถ้าการวัดครั้งสุดท้ายมีลักษณะการวัดเหมือนกันกับการวัดที่จะวัดครั้งต่อไปทุกประการ เช่น ถ้าเป็นการวัดที่น้ำเย็นของ Chiller เหมือนกัน ไม่จำเป็นต้องทำตามทุกข้อ ให้ทำตามข้อ 2.2 ก็พอ(ถ้าต้องการวัดแบบต่อเนื่อง ให้ทำข้อ 3 ต่อจากข้อ 2.2) แต่ถ้าไม่เหมือนกันควรทำตามคำแนะนำทุกข้อ

ขั้นตอนการเลิกใช้งาน

1. ปิดเครื่อง โดยการกดปุ่มสวิตช์แดงพร้อมกับกดปุ่ม ON
2. ถอด ADAPTOR ออก(ถ้าเสียบไว้)
3. ถอดสายต่าง ๆ ออก ถอดหัว Sensor ออกทำความสะอาด Sensor
4. ถอดโครงยึดออก เก็บเครื่องมือในกล่องเครื่องมือให้เรียบร้อย

ข้อควรระวัง

1. อุณหภูมิผิวท่อที่ใช้วัดต้องไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส
2. สามารถวัดท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 3" - 20"
3. ห้ามผู้ปฏิบัติงานทำการปรับแต่งเครื่องมือวัดที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว ยกเว้นเป็นขั้นตอนสอบเทียบปกติก่อนการใช้งาน

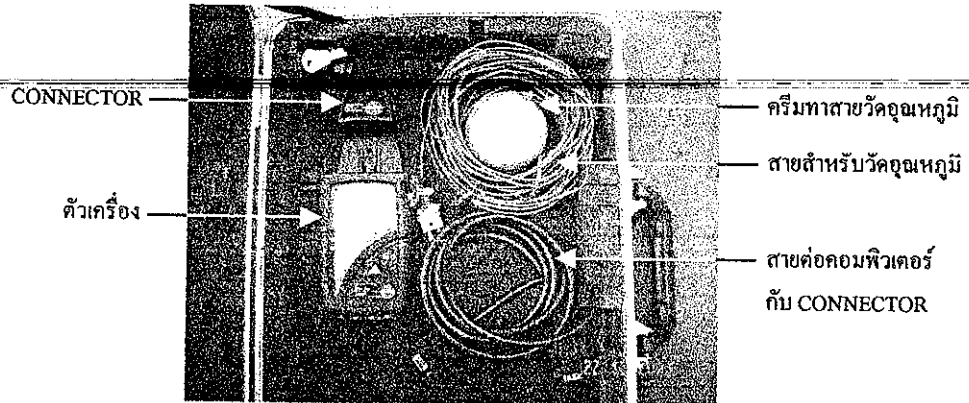
ตารางที่ 3.1 แสดงค่าความหนาท่อ STANDART ANSI PIPE DATA(carbon steel)

NOMINAL PIPE SIZE	OUTSIDE DIAMETER (mm.)	WALL THICKNESS (mm.)
2	60.32	3.91
2.5	73.02	5.16
3	88.9	5.4864
4	114.3	6.02
5	140.6144	6.5532
6	168.275	7.112
8	219.08	8.18
10	273.05	9.271
12	323.85	10.312
14	355.6	11.125
16	406.4	12.7
18	457.2	14.274

NOMINAL PIPE SIZE	OUTSIDE DIAMETER (mm.)	WALL THICKNESS (mm.)
20	508	15.087
22(10)	558.8	22.225
24	609.6	17.4752
26(3)	660.4	12.7
28(2)	711.2	15.875
30	762	19.05
32	812.8	17.475
34	863.6	17.475
36	914.4	19.05
42	1066.8	19.05
48	1219.2	12.7

* Carbon Steel Sound Speed = 3,230 m/s

3.3 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิต่อเนื่อง (Surface Pyrometer)



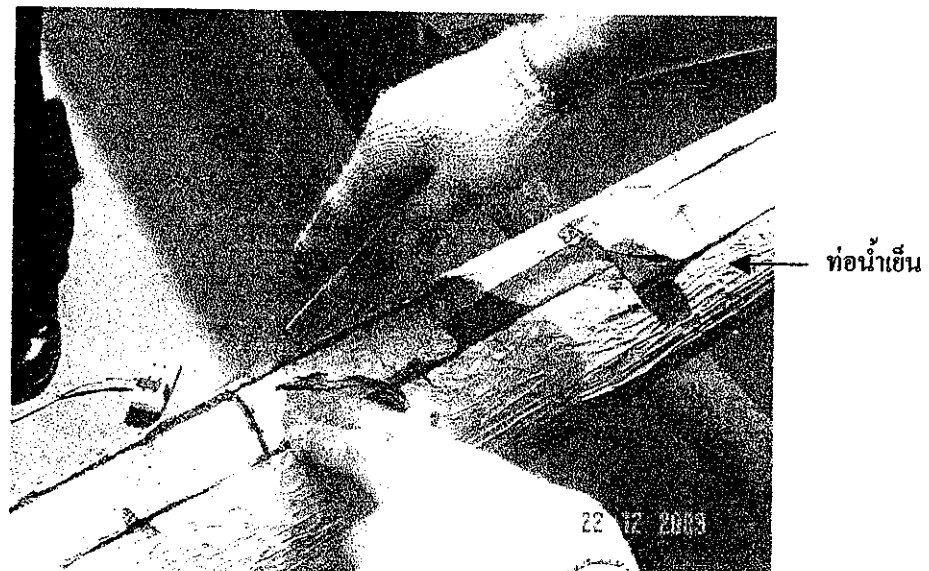
รูปที่ 3.41 แสดงอุปกรณ์ต่าง ๆ

คุณสมบัติ

ใช้วัดอุณหภูมิต่อเนื่อง(จะบันทึกค่าทุก ๆ ช่วงเวลาที่กำหนด)

ขั้นตอนเตรียมการใช้งาน

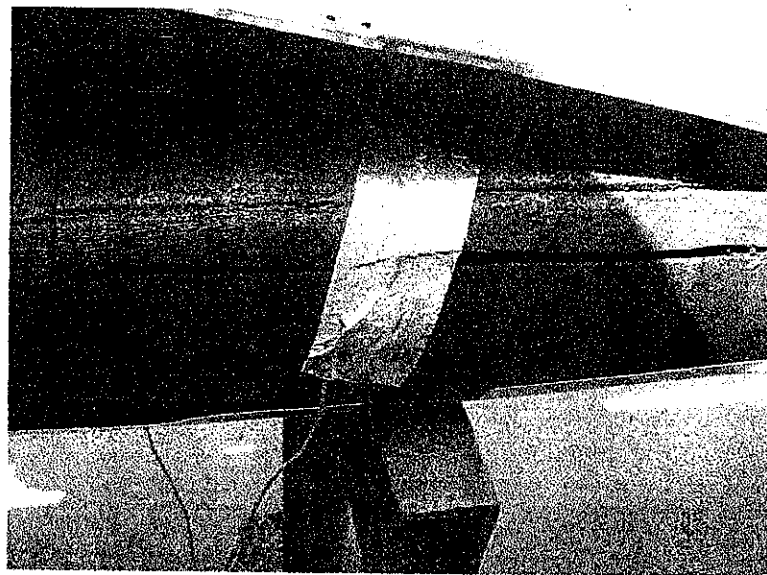
1. ต่อสายสำหรับวัดอุณหภูมิโดยปลายข้างหนึ่งทากรีมแล้วนำไปติดกับบริเวณที่ต้องการวัดค่าอุณหภูมิ ถ้ามีฉนวนให้ทำการกรีดฉนวนออกก่อนแล้วขูดผิวท่อ เพราะสีของท่อมีสมบัติการเป็นฉนวนซึ่งจะทำให้ค่าที่วัดนั้นผิดพลาด ดังรูปที่ 2, 3,4 แล้วจึงปิดฉนวนไว้ตามเดิม โดยใช้สายเทปพันไว้กันสายหลุด



รูปที่ 3.42 แสดงการกรีดฉนวน

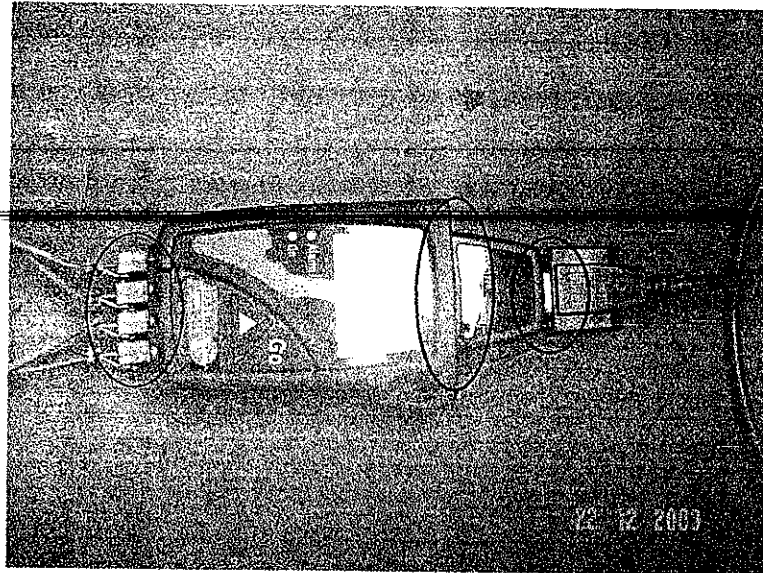


รูปที่ 3.43 แสดงการชุดสีท่อ



รูปที่ 3.44 แสดงการนำสายที่ทาครีมติดไว้ที่ผิวท่อ

2. นำปลายสายอีกด้านต่อเข้าบริเวณด้านล่างของตัวเครื่อง ดังรูปที่ 5 โดยที่สายแต่ละสายจะมีหมายเลข อยู่ให้เทียบให้ตรงหมายเลข สามารถตรวจวัด ได้สูงสุด 4 จุด



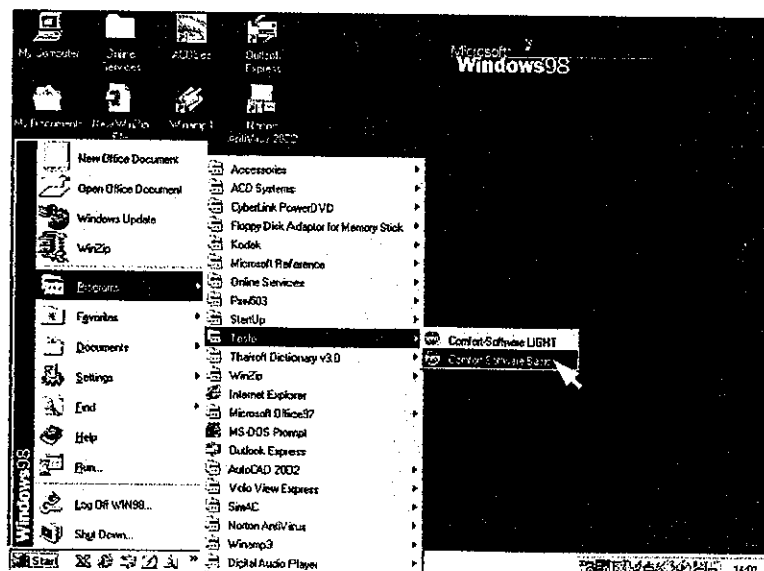
รูปที่ 3.45 แสดงการต่อสายวัดอุณหภูมิเข้ากับตัวเครื่อง

3. ต่อ CONECTOR กับตัวเครื่องแล้วนำสายต่อกับคอมพิวเตอร์ด้านหนึ่งมาต่อเข้ากับ CONECTOR ส่วนปลายอีกด้านให้ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 5

ขั้นตอนการใช้งาน

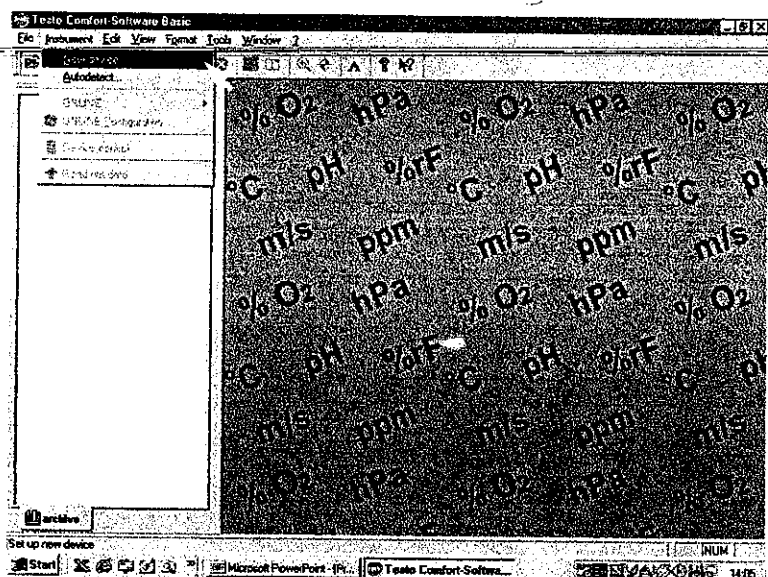
1.การตั้งค่าหน้าจอเพื่อวัดค่า

1.1 เมื่อทำการต่อสายเรียบร้อยแล้วให้เปิดคอมพิวเตอร์เลือก Start / Programs / Testo / Comfort Software Basic ดังรูปที่ 6



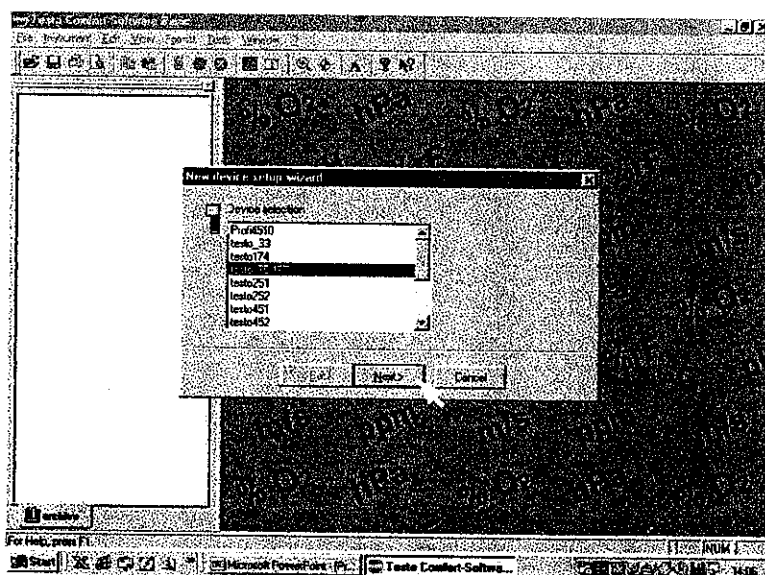
รูปที่ 3.46 แสดงการเข้าสู่โปรแกรม Comfort Software Basic

1.2 โปรแกรม Comfort Software Basic ก็จะปรากฏขึ้นทางหน้าจอประมาณ 5 วินาทีเพื่อให้โปรแกรมเรียกข้อมูลให้ครบถ้วน จากนั้นเลือก Instrument / New device บน Menu bar ดังรูปที่ 7



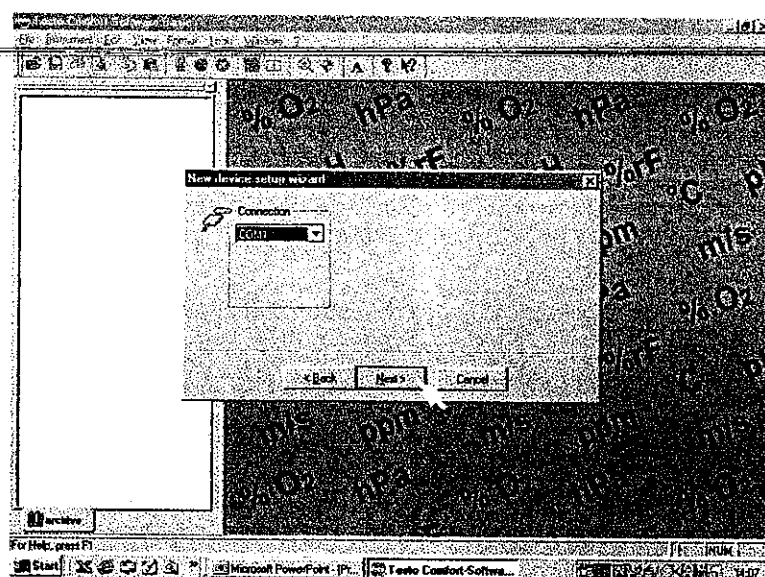
รูปที่ 3.47 แสดง โปรแกรม *Comfort Software Basic*

1.3 หน้าจอจะปรากฏหน้าต่างขึ้นมาเพื่อให้เลือกรายการรุ่นของอุปกรณ์ให้ตรงกันดังรูปที่ 8 ให้เลือกที่ Testo 175 – 177 แล้วกดปุ่ม Next ดังรูปที่ 8



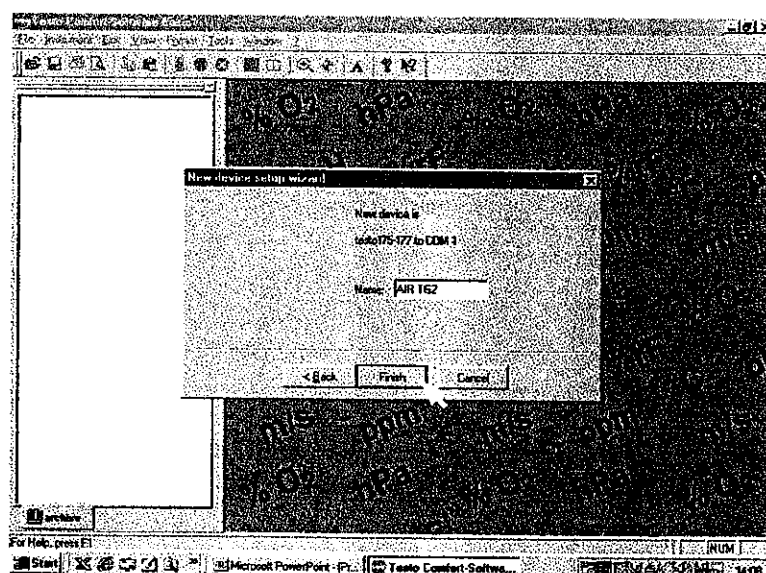
รูปที่ 3.48 แสดงหน้าต่างเลือกรายการรุ่นของเครื่องวัดอุณหภูมิต่อเนื่อง

1.4 เมื่อคลิกปุ่ม Next แล้ว จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมาอีกเพื่อให้เลือกหมายเลขของ COM PORT
แล้วกดปุ่ม Next ดังรูปที่ 9



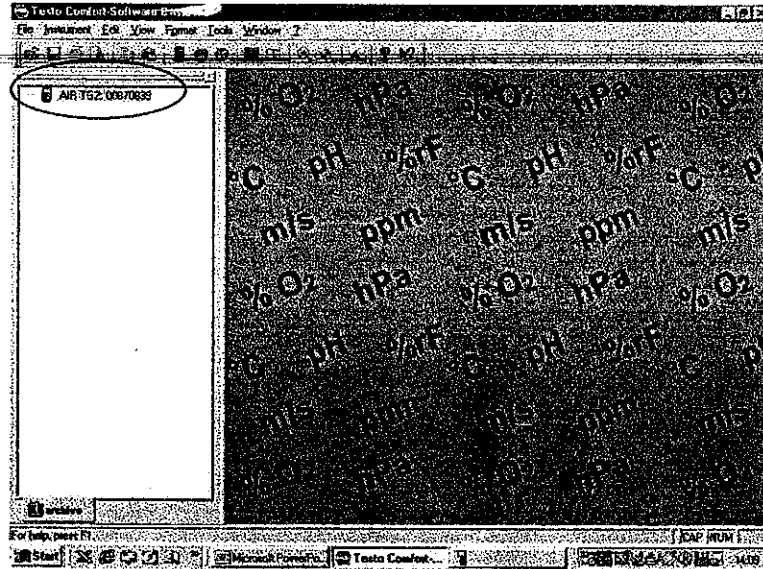
รูปที่ 3.49 แสดงหน้าต่างเลือกหมายเลขของ port ที่เข้า

1.5 หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้นมาซึ่งให้เราตั้งชื่องานใหม่ ดังรูปที่ 10 เมื่อตั้งชื่อเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม Finish



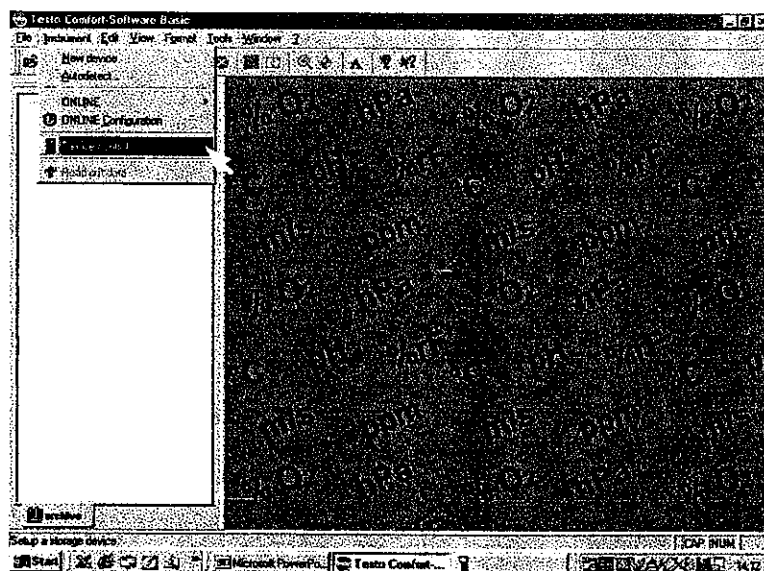
รูปที่ 3.50 แสดงหน้าต่างเพื่อตั้งชื่องาน

1.6 หลังจากกดปุ่ม Finish แล้ว หน้าต่างชื่อ archive จะปรากฏรูปเครื่องมือและชื่อที่ตั้งไว้ตามลำดับ ดังรูปที่ 11



รูปที่ 3.51 แสดงรูปเครื่องมือที่ปรากฏขึ้นมา

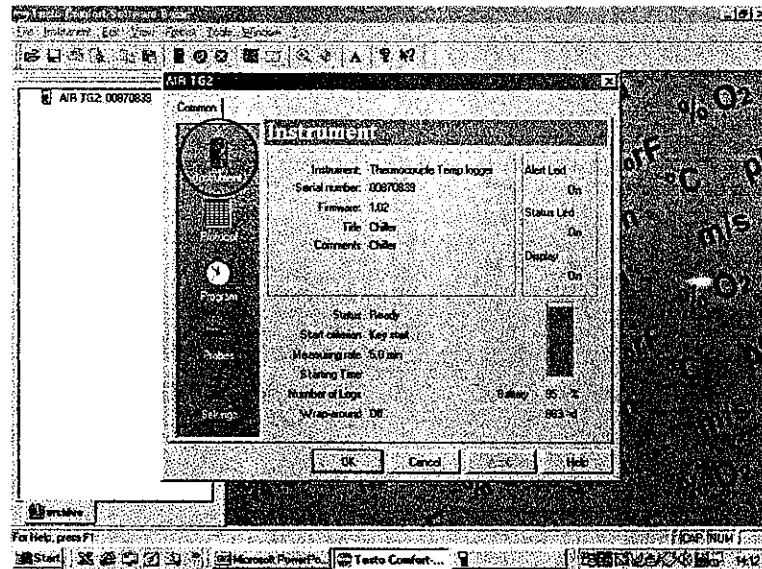
1.7 จากนั้นเลือก Instrument / Device Control บน Menu bar ดังรูป 12



รูปที่ 3.52 แสดงเมนู Device Control

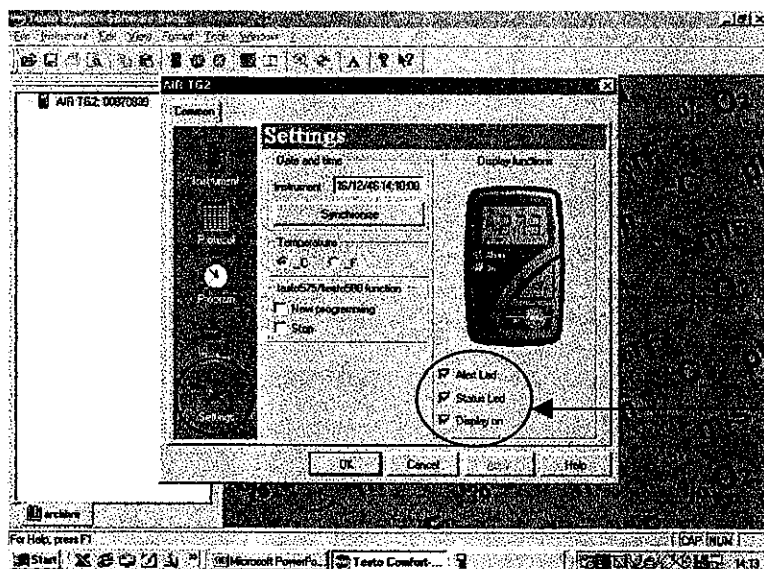
1.8 จะปรากฏ Form ชื่อที่เราตั้งไว้ซึ่งจะมีหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1.8.1 Instrument เป็นการแสดงสถานะภาพของเครื่องวัดอุณหภูมิแบบต่อเนื่องพร้อมทั้งค่าที่ได้ตั้งไว้ล่าสุด ดังรูปที่ 13



รูปที่ 3.53 แสดงหน้าต่างเมื่อเลือก Instrument

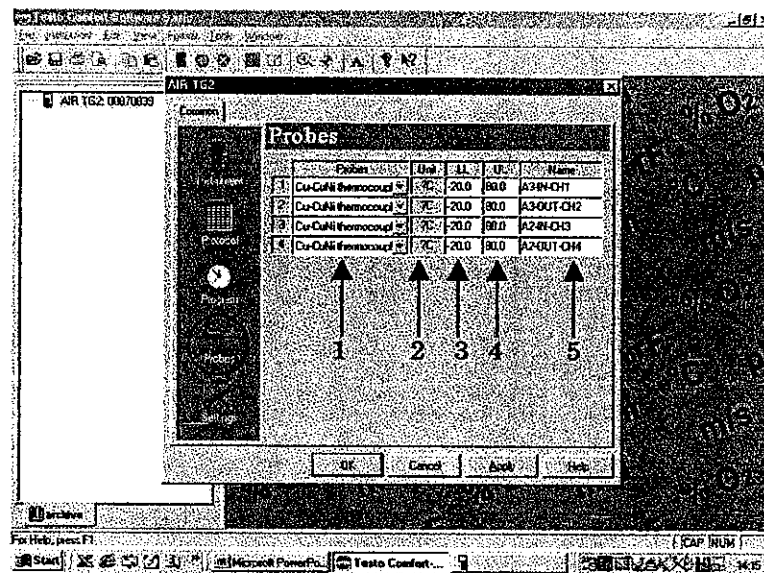
1.8.2 Setting เป็นการตั้งค่าการวัด เช่น การเลือกพารามิเตอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิระหว่าง $^{\circ}\text{C}$ หรือ $^{\circ}\text{F}$ เป็นต้น ดังรูปที่ 14



ลักษณะการเตือน
ที่ตัวเครื่อง

รูปที่ 3.54 แสดงหน้าต่างเมื่อเลือก Setting

- 1.8.3 Probes คือการตั้งชื่อและชนิดของสายที่ใช้วัดอุณหภูมิดังรูปที่ 15
- ช่องที่1 เป็นการเลือกชนิดของสายที่ใช้วัด
- ช่องที่2 เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้วัดค่าในที่นี้คือ °C
- ช่องที่3 แสดงค่าต่ำสุดที่ต้องการให้เครื่องเตือนเมื่อค่าที่วัดต่ำกว่า
- ช่องที่4 แสดงค่าสูงสุดที่ต้องการให้เครื่องเตือนเมื่อค่าที่วัดสูงกว่า
- ช่องที่5 เป็นช่องที่ใช้ตั้งชื่อสายวัดอุณหภูมิ



รูปที่ 3.55 แสดงหัวข้อ Probes

1.8.4 Program เป็นการตั้งรูปแบบการเริ่มบันทึก การสิ้นสุดการบันทึกและการตั้งช่วงเวลาในการบันทึก มีรายละเอียดดังนี้

Start Criterion (รูปแบบการเริ่มบันทึกค่า) มี 2 แบบ

Date/Time คือ การตั้งเวลาเริ่มบันทึกค่าโดยยึดเวลาที่แสดงบนเครื่องคอมพิวเตอร์

Key start คือ การเริ่มบันทึกค่าโดยการกดที่ปุ่ม GO บนตัวเครื่องค้างไว้

PC start คือ การเริ่มบันทึกค่าโดยการกดปุ่ม start ที่ Software

Measuring rate คือ ความถี่ที่ต้องการทำการบันทึก เช่น ทุก ๆ 5 นาที เป็นต้น

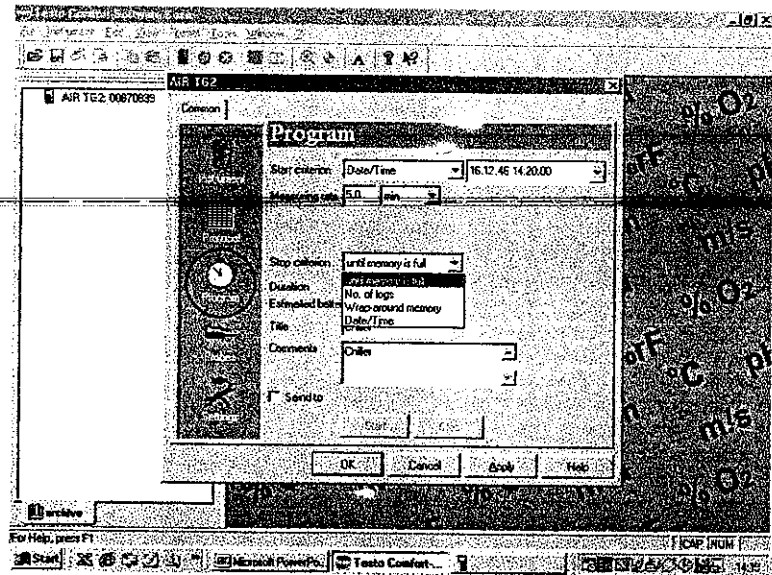
Stop Criterion(รูปแบบการสิ้นสุดการบันทึกค่า) มี 4 แบบ

Until Memory is Full คือ สิ้นสุดการบันทึกเมื่อหน่วยความจำเต็ม

No. of logs คือ สิ้นสุดการบันทึกเมื่อครบจำนวนครั้งที่ต้องการบันทึก

Wrap-around memory คือ การบันทึกค่าทับค่าเดิมเมื่อหน่วยความจำเต็ม

Date/Time คือ สิ้นสุดการบันทึกเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้



รูปที่ 3.56 แสดงหัวข้อ Program

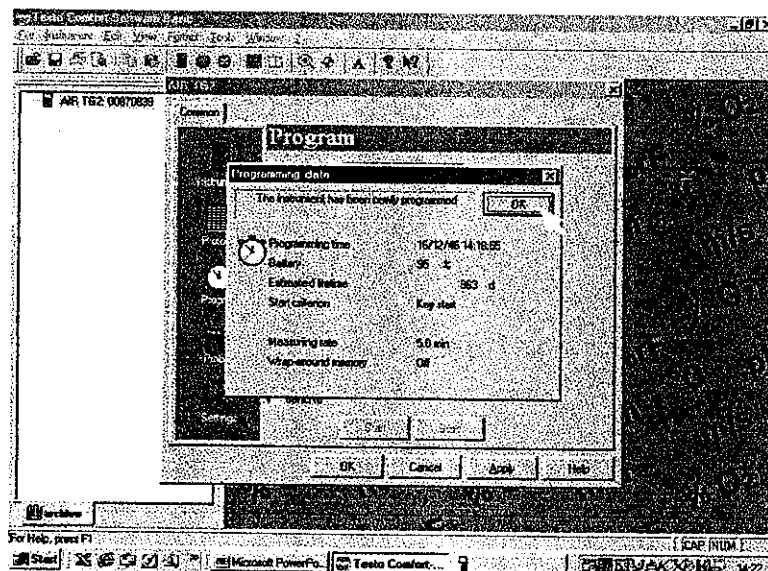
Duration คือ ค่าแสดงระยะเวลาของเวลาเริ่มบันทึกและเวลาที่สิ้นสุดการบันทึก

Estimated battery life คือ ค่าประมาณอายุของแบตเตอรี่

Title คือ ชื่อหัวข้อที่ตั้ง

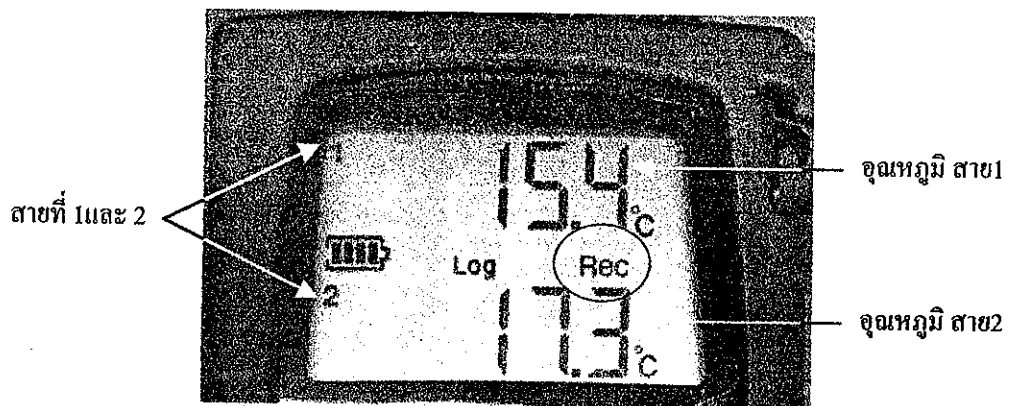
1.8.5 Protocol เป็นค่าการวัดของหัวข้อที่เกี่ยวกับตัวเครื่อง ซึ่งเป็นข้อมูลครั้งที่ผ่านมาโดยมีหน้าต่างคล้ายรูปที่ 15

1.9 เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม OK จะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้นมา ซึ่งจะแสดงถึงข้อมูลที่เรากำลังกระทำไป อีกครั้งเพื่อเป็นการสรุป ดังรูปที่ 17 แล้วกด OK



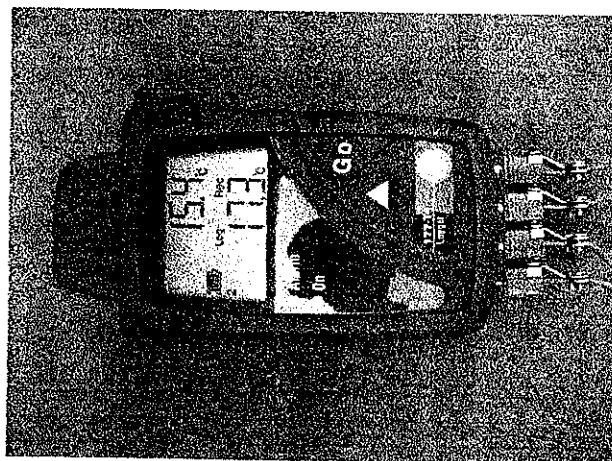
รูปที่ 3.57 แสดงหน้าต่างสรุปข้อมูล

1.10 หลังจากนั้นให้ทำการเริ่มบันทึกแล้วแต่ชนิดที่เลือกไว้ในข้อ 1.8.4 ถ้าเป็นการเริ่มบันทึกแบบ Date/Time ก็ต้องรอนถึงเวลาที่ตั้งไว้ แต่ถ้าเป็นแบบ Key Start ก็ต้องกดที่ปุ่ม GO ค้างไว้ประมาณสามวินาที หน้าจอของตัวเครื่องวัดจะปรากฏคำว่า Record ขึ้น แสดงว่าเครื่องได้เริ่มทำการบันทึกค่าแล้ว ดังรูปที่ 18



รูปที่ 3.58 แสดงหน้าจอของเครื่อง Testo 177

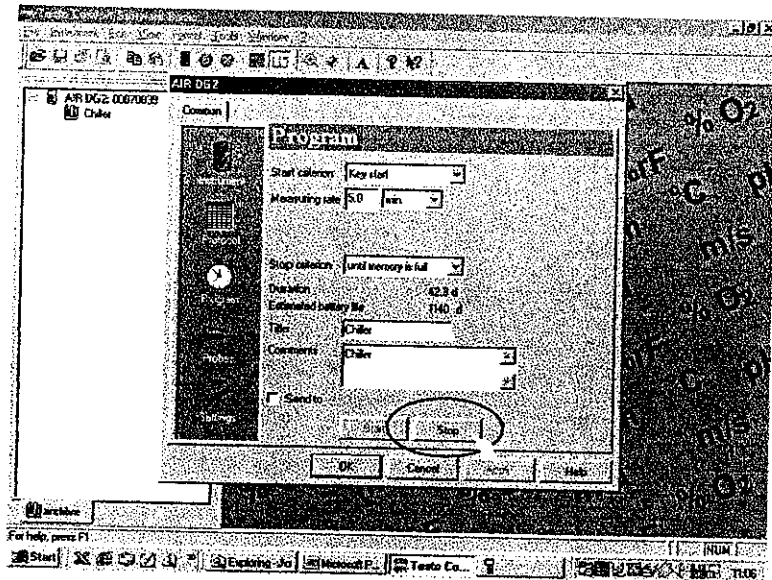
1.11 เป็นอันเสร็จสิ้นการเริ่มบันทึกค่า การเก็บค่าอุณหภูมิจะถูกเก็บในตัวเครื่อง หลังจากนั้นทำการปิดคอมพิวเตอร์ ถอดสายออกจากอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมกับตัวเครื่องแล้วทำการถอดตัวเชื่อมออก เก็บคอมพิวเตอร์, สายต่อคอมพิวเตอร์และตัวเชื่อมกลับ ส่วนตัวเครื่องซึ่งไม่สามารถนำกลับไปได้ควรเก็บให้พ้นจากแสงแดดและอันตรายใด ๆ ที่จะทำให้เครื่องชำรุดเสียหายได้



รูปที่ 3.59 ตัวเครื่องเมื่อถอดตัว Connector ออก

2. การหยุดการบันทึกข้อมูล

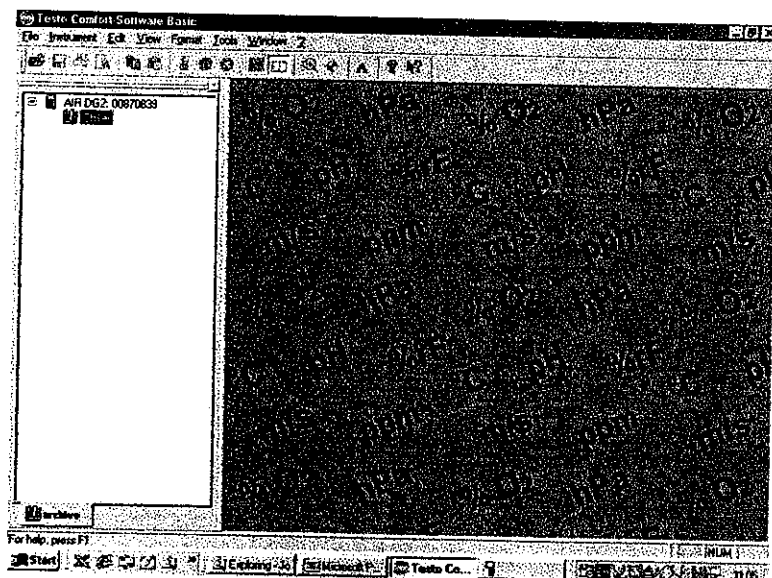
2.1 ถ้าการตั้งรูปแบบการสิ้นสุดการบันทึกเป็นแบบ Wrap-around และ Until Memory is Full นั้นต้องทำการหยุดการบันทึกก่อนโดยเข้าไป Instrument / Device Control บน Menu bar จะปรากฏรูปที่ 22 จะเห็นคำว่า Stop ปรากฏเป็นตัวสีดำขึ้นมาให้กดปุ่ม Stop เพื่อเป็นการสิ้นสุดการบันทึก



รูปที่ 3.62 แสดงการเข้าสู่ Device control

2.2 ถ้าการตั้งรูปแบบการสิ้นสุดการบันทึกข้อมูลแบบ Date/Time และแบบ No.Of Log นั้นเมื่อถึงเวลาและจำนวนที่ตั้งไว้ตามลำดับ เครื่องจะสิ้นสุดการบันทึกค่าโดยอัตโนมัติ

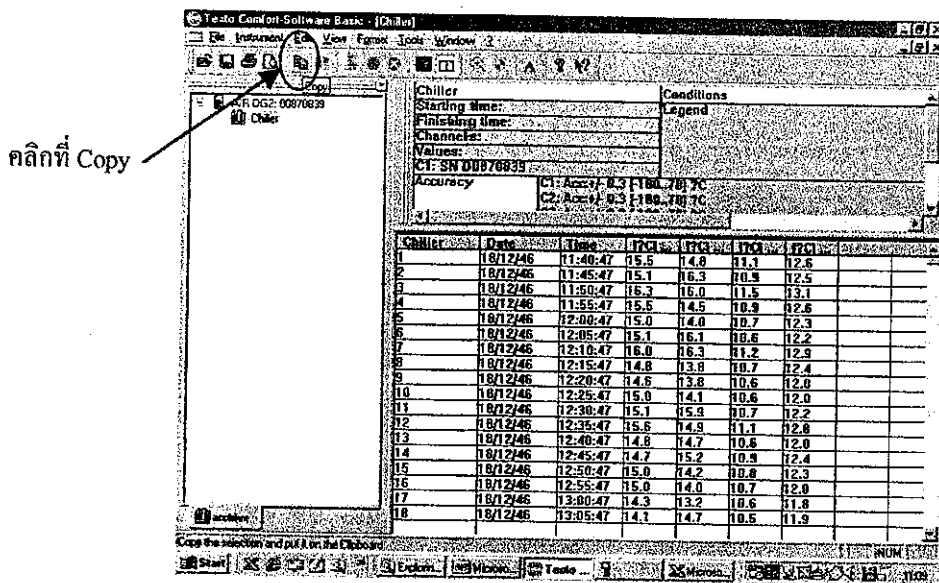
3. การอ่านและบันทึกข้อมูล



รูปที่ 3.63 แสดงการเข้าสู่ Comfort Software Basic

3.1 เมื่อถึงกำหนดที่ตั้งไว้ ให้ต่อ CONNECTOR เข้ากับตัวเครื่องและต่อสายเข้ากับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 5 จากนั้นให้เปิดคอมพิวเตอร์เลือก Start / Programs / Testo / Comfort Software Basic ดังรูปที่ 6 แล้วจะปรากฏหน้าจอ ดังรูปที่ 23

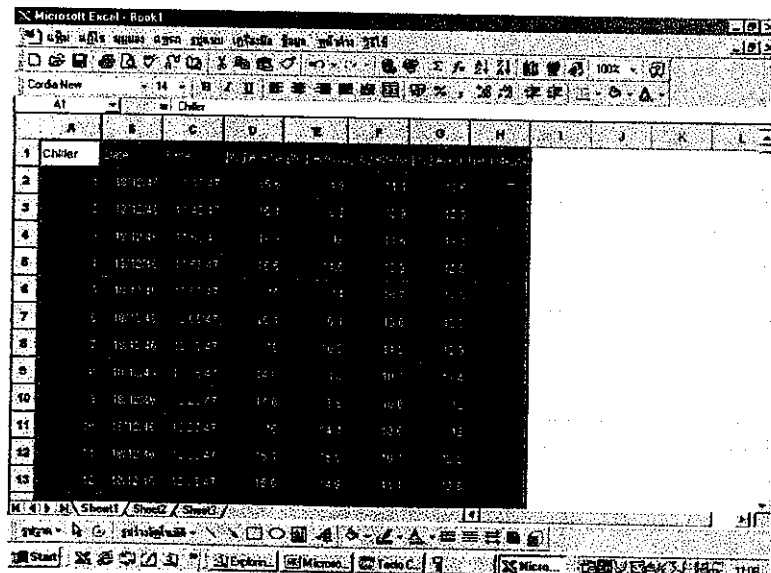
3.2 จากนั้นให้คลิกสองครั้งที่ชื่อข้อมูลที่ตั้งหรือที่แผนภูมิแท่ง ข้อมูลที่เครื่องได้บันทึกไว้จะ แสดงออกมาดังรูปที่ 24



รูปที่ 3.64 แสดงตารางข้อมูลที่บันทึกไว้

3.3 คัดลอกข้อมูล โดยคลิกที่ Copy ดังรูปที่ 24

3.4 วางข้อมูลลงใน Microsoft Excel ดังรูปที่ 25 แล้วทำการบันทึก



รูปที่ 3.65 แสดงการวางข้อมูลลงใน Microsoft Excel

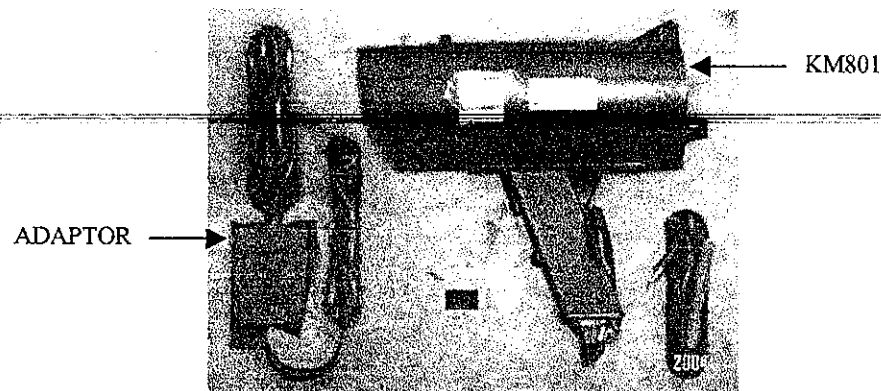
ขั้นตอนการเลิกใช้งาน

1. ออกจากโปรแกรมตามปกติ หลังจากนั้นให้ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์
2. ถอดสาย และตัว CONECTOR ออกจากตัวเครื่อง
3. ถอดสายวัดอุณหภูมิออก หุ้มฉนวนกลับดังเดิมใช้เทปฉนวนติดตามรอยตัด
4. เก็บอุปกรณ์เข้ากล่องเครื่องมือให้เรียบร้อย

ข้อควรระวัง

1. ควรติดตั้ง Testo 177 ในที่ที่มีความมั่นคง ปลอดภัยจากอันตราย
2. สายวัดอุณหภูมิต้องต่อให้แน่นทั้งสองด้าน เพราะอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการวัดค่าอุณหภูมิได้และอาจจะต้องเสียเวลาเมื่อต้องวัดซ้ำอีกครั้ง
3. เรียงสายวัดอุณหภูมิให้เรียบร้อยอย่าให้สายหัก
4. สำหรับสาย Type K มีช่วงการวัด -195 ถึง $+1000$ °C
5. สำหรับสาย Type T มีช่วงการวัด -200 ถึง $+400$ °C
6. ห้ามผู้ปฏิบัติงานทำการปรับแต่งเครื่องมือวัดที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว ยกเว้นถ้าเป็นขั้นตอนการสอบเทียบปกติก่อนการใช้งาน

3.4 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบใช้รังสี (Radiation Thermometer)



รูปที่ 3.66 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของ KM801

คุณสมบัติ

1. ใช้วัดอุณหภูมิผิววัตถุที่ต้องการวัด
2. ใช้วัดค่าการแผ่รังสีความร้อน (วัดต่อตารางเมตร)

ขั้นตอนเตรียมการใช้งาน

1. การตั้งค่า Emissivity

1.1 อ่านค่า Emissivity จากตาราง

1.2 การหาค่า Emissivity จริงของวัสดุ

1.2.1 ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบสัมผัสวัดอุณหภูมิผิวชิ้นงาน (เพื่อความถูกต้องผิวงานที่ต้องการวัดควรเป็นผิวงานที่ไม่เคลื่อนไหว)

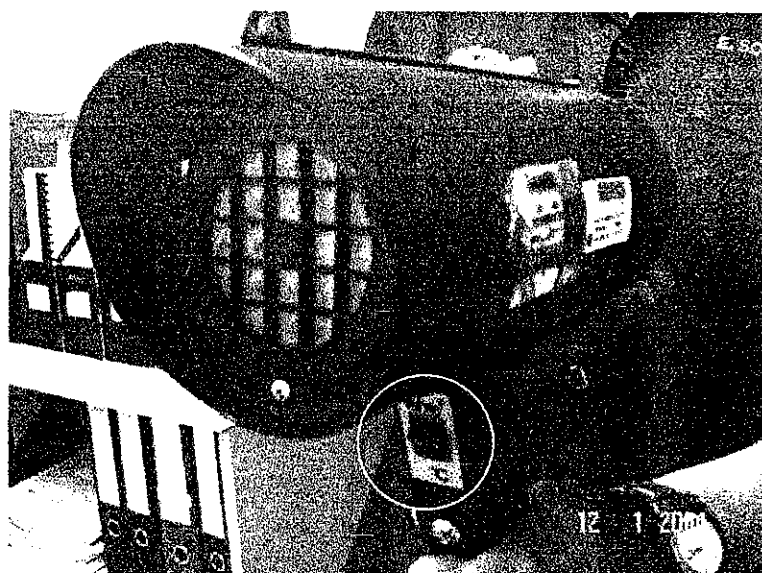
1.2.2 กดสวิทช์ด้านหน้าของค้ำจับให้มีหน่วยเป็น $^{\circ}\text{C}$ จากนั้นหมุนปรับค่า Emissivity จนอุณหภูมิแสดงค่าได้เท่ากับค่าในข้อ 1.1.1

1.2.3 ค่า Emissivity ที่อ่านได้สามารถนำไปใช้กับผิวงานชนิดเดียวกันได้ ในการวัดค่าครั้งต่อไป

ขั้นตอนการใช้งาน

1. จับเครื่องวัด โดยให้แนวลำแสงตั้งฉากกับพื้นผิวชิ้นงานที่ต้องการตรวจวัด โดยถ้าจุดที่วัดมีขนาด 20x20 มิลลิเมตร (ขนาดจุดวัดขึ้นอยู่กับผู้ตรวจวัด) ควรมีระยะห่าง 1 เมตร ถ้าต้องการวัดจุดที่มีขนาดใหญ่ขึ้นสามารถใช้อัตรส่วน ระยะทางต่อขนาดจุดวัด คือ 40 : 1 (เช่น ถ้าต้องการวัดจุดที่มีขนาด 50x50 มิลลิเมตร ควรมีระยะห่าง 2 เมตร เป็นต้น) แต่ระยะห่างสูงสุดไม่ควรเกิน 5 เมตร

2. ทำการปรับค่า Emissivity ให้ตรงกับพื้นผิวที่ต้องการวัด
3. เปิดสวิตช์โดยการกดสวิตช์บริเวณด้านหน้าของค้ำจับดังรูปที่ 2
 - 3.1 กดขึ้นจะเป็นการวัดอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
 - 3.2 กดลงจะเป็นการวัดค่าความร้อน(W/m^2)



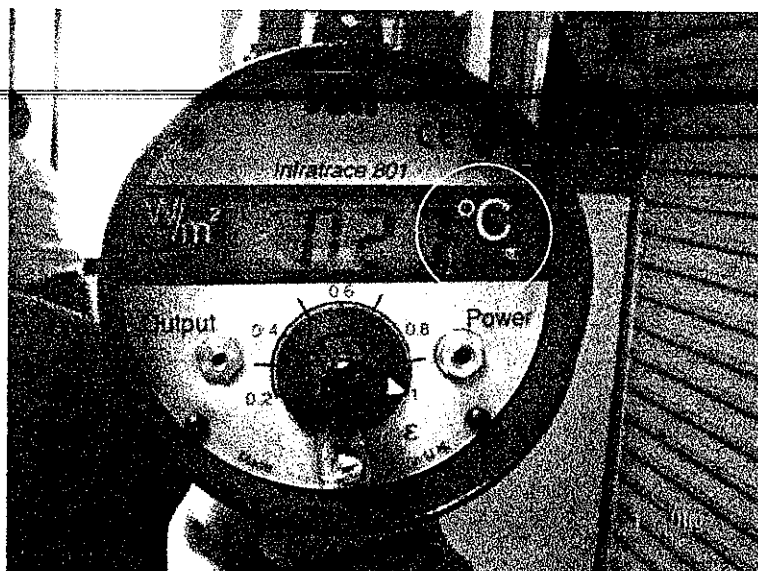
รูปที่ 3.67 แสดงสวิตช์ด้านหน้า

4. สวิตช์ที่บริเวณด้านหลังค้ำจับไว้ใช้สำหรับ เปิด/ปิด เสียง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3.68 แสดงสวิตช์ด้านหลัง

5. พยายามให้เครื่องวัดอยู่นิ่ง ๆ แล้วอ่านค่าที่จอแสดงค่าได้เลย



รูปที่ 3.69 ค่าที่วัดได้

6. อ่านค่าที่ได้จากจอแสดงค่า ส่วนหน่วยของค่าที่อ่านได้คืออะไรนั้น ให้สังเกตที่หลอดไฟด้านข้างของจอแสดงค่า หน่วยของค่าที่อ่านได้คือด้านที่หลอดไฟสว่าง เช่นในรูปที่ 4 ค่าที่อ่านได้คือ 27 °C (ไฟสว่างด้านขวาของจอแสดงว่าเป็นหน่วย °C)

ขั้นตอนการเลิกใช้งาน

1. ปิดสวิทช์ด้านหน้าในตำแหน่ง Off
2. จัดเก็บอุปกรณ์เข้ากล่องเครื่องมือ

ข้อควรระวัง

1. อุณหภูมิรอบ ๆ ควรอยู่ในช่วง 0–45 องศาเซลเซียส
2. อุณหภูมิพื้นผิวที่ต้องการวัด ควรอยู่ในช่วง 0–800 องศาเซลเซียส หรือ 316–1999 W/m²
3. พื้นผิวของชิ้นงานที่จะวัดต้องเรียบ
4. เครื่องวัดใช้แบตเตอรี่ 9 โวลท์ ชนิด PP3 หรือ 6F22 จำนวน 1 ก้อนในด้ามจับและ จอแสดงผลจะปรากฏคำว่า "LOBAT" เมื่อแรงดันต่ำกว่า 7 โวลท์ ควรเปลี่ยนแบตเตอรี่

5. สำหรับผิวที่เป็นเงาวาว หรือผิวที่มีลักษณะโปร่งใส เช่น กระจก , โลหะขัดเงา ฯลฯ ควรถือเครื่องวัดให้เอียงทำมุมกับพื้นผิวที่จะวัดเพื่อไม่ให้แสงจากภายนอกกระทบกับเลนส์วัดโดยตรง ซึ่งอาจทำให้ค่าผิดพลาดได้
- 6.ห้ามผู้ปฏิบัติงานทำการปรับแต่งเครื่องมือวัดที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว ยกเว้นเป็นขั้นตอนสอบเทียบปกติก่อนการใช้งาน

ตารางที่ 3.2 แสดงค่า EMISSIVITY

Iron and Steel		Refractory and Building Materials	
เหล็กหล่อ,ขัดเงา	0.2	อิฐแดงผิวหยาบ	0.75-0.9
เหล็กกล้า,เป็นแผ่น	0.6	ดิน(เหนียว)เผา	0.75
เหล็กกล้าเบา	0.3-0.5	แอสเบสทอส	0.95
เหล็กกล้าแผ่นเรียบ(อ็อกซิไดซ์)	0.9	คอนกรีต	0.7
เหล็กสนิม(แผ่น)	0.7-0.85	หินอ่อน	0.9
เหล็กสนิม(ผิวหยาบ)	0.95	พลาสติกอร์	0.9
เหล็กผิวหยาบ	0.9	ควอร์ตซ์,ผิวหยาบ	0.9
เหล็กหล่อ	0.3	แท่งคาร์บอน	0.75
สแตนเลสขัดเงา	0.1	เขม่าคาร์บอน	0.95
สแตนเลส	0.2-0.6	แก้ว	0.95
Aluminium		ไม้	0.8-0.9
อลูมิเนียมขัดเงา	0.1	Other	
อลูมิเนียมทั่วไป	0.1-0.25	สีเคลือบ	0.9
Brass		สีน้ำมัน	0.95
ทองเหลือง ขัดเงา	0.1	แลคเกอร์	0.9
ทองเหลืองผิวหยาบ	0.2	สีค้ำ้าน	0.95-0.98
ทองเหลือง(อ็อกซิไดซ์)	0.6	น้ำ	0.98
Copper		ยางผิวเรียบ	0.9
ทองแดง ขัดเงา	0.05	ยางผิวหยาบ	0.98
ทองแดง(อ็อกซิไดซ์),แผ่น	0.8	พลาสติก	0.8-0.95
ทองแดง	0.15	ฟิล์มพลาสติก(หนา 0.05 mm)	0.5-0.95
Lead		ฟิล์มพลาสติก(หนา 0.03 mm)	0.2-0.3
ตะกั่ว,บริสุทธิ์	0.1	ซิลิกอน,ขัดเงา	0.7

3.5 เครื่องมือวิเคราะห์ไอเสีย (Combustion Tester)



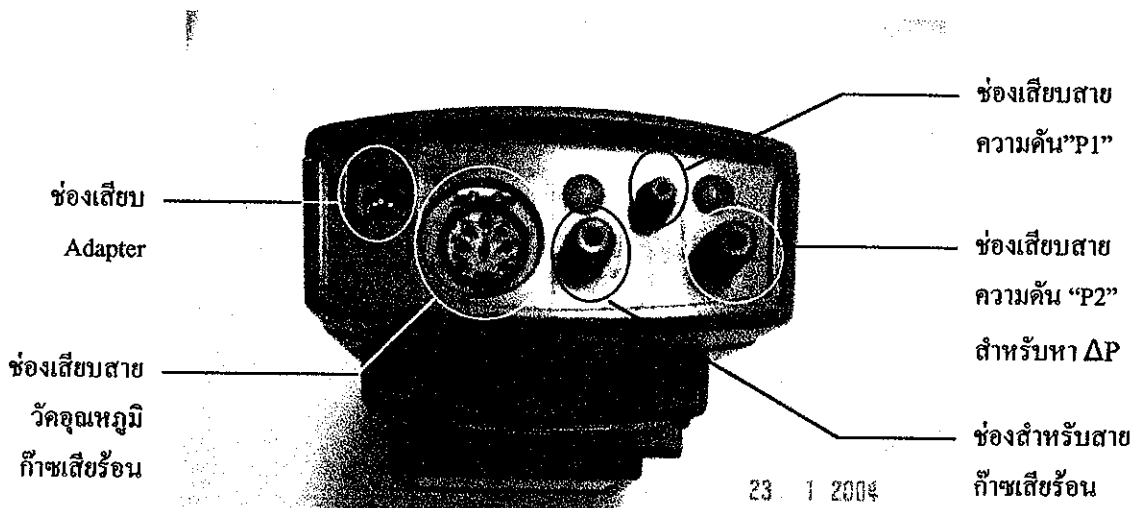
รูปที่ 3.70 แสดงส่วนประกอบของเครื่องวิเคราะห์ไอเสีย

คุณสมบัติ

1. วัดค่าส่วนประกอบของไอเสียในท่อ Flue gas
2. วัดอุณหภูมิก๊าซเสียร้อนในท่อ Flue gas, ΔT
3. วัดความดันในท่อ Flue gas, ΔP

ขั้นตอนเตรียมการใช้งาน

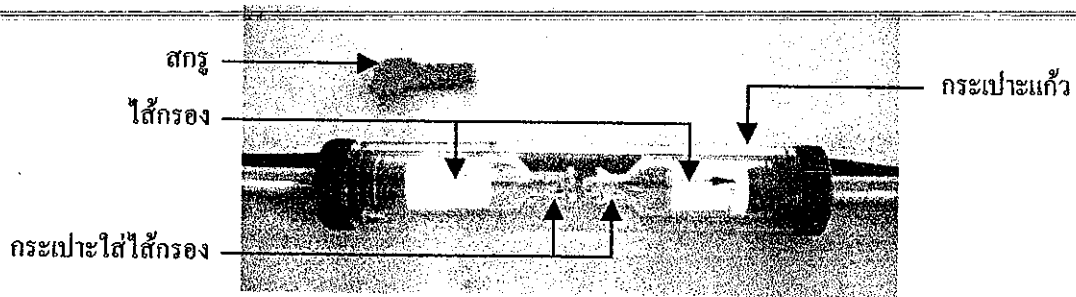
1. นำ Probe สวมชุดกันความร้อน และนำชุดสายต่อมาต่อเข้ากับเครื่องมือบริเวณด้านต่างของตัวเครื่อง



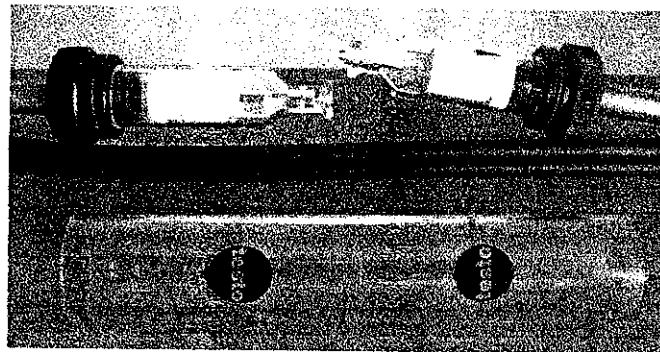
รูปที่ 3.71 แสดงส่วนที่ต่อกับชุดสายวัด

2. นำท่อกระเปาะพลาสติกมาต่อเชื่อมระหว่าง Probe และตัวเครื่อง

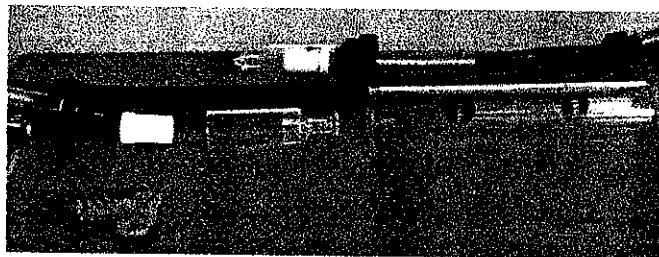
2.1 การประกอบท่อกระเปาะพลาสติก เมื่อใส่กรองสกปรก จำเป็นต้องเปลี่ยนใหม่ ให้ดึงกระเปาะแก้วออก ส่วนใส่กรองให้ใช้สกรูดึงออกมาดังรูปที่ 4 และ รูปที่ 5



รูปที่ 3.72 แสดงกระเปาะแก้ว



รูปที่ 3.73 แสดงการถอดกระเปาะแก้ว

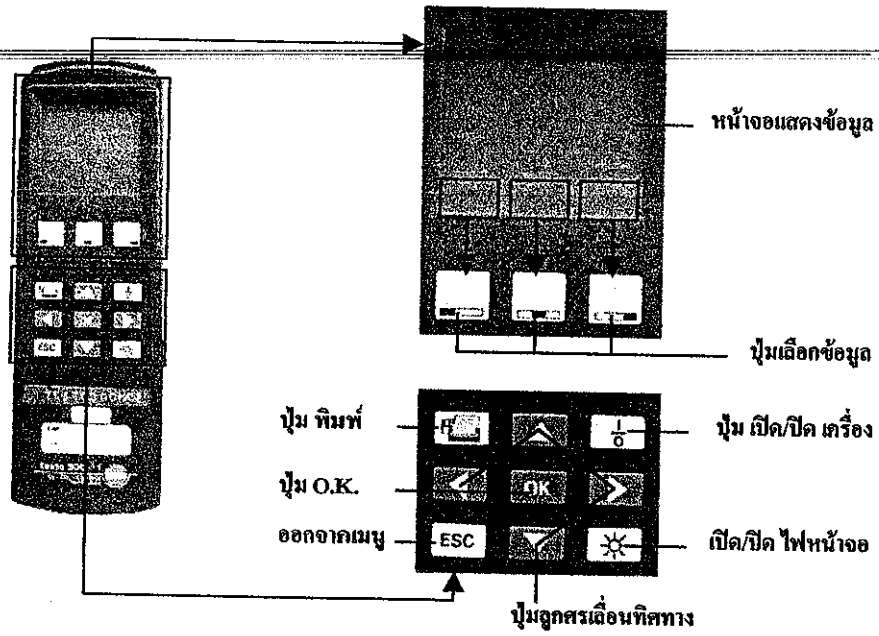


รูปที่ 3.74 แสดงการถอดกระเปาะแก้ว 1 ด้าน

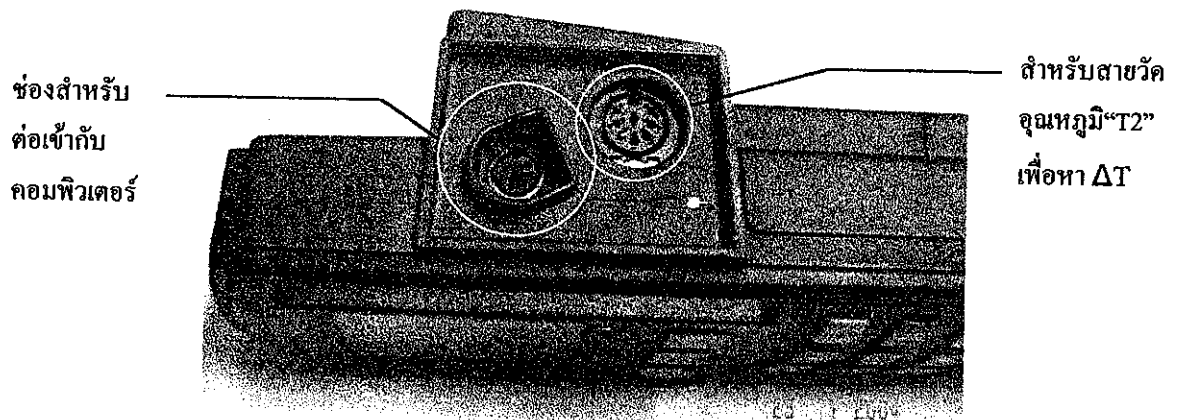
2.2 หลังจากนั้นให้เปลี่ยนใส่กรองตัวใหม่แล้วประกอบเข้าดังเดิม ทำทั้งสองด้าน โดยที่กระเปาะใส่ใส่กรองลักษณะปลายมน(มีลูกศร)ต้องอยู่ด้านชุดสายสำหรับต่อเครื่องวัดเสมอ

3. นำหัวเหล็กไปต่อด้านหัววัด และนำหัววัดพลาสติกสีแดง ไปเสียบที่ท่อสีแดงของเครื่องมือวัด

ขั้นตอนการใช้งาน



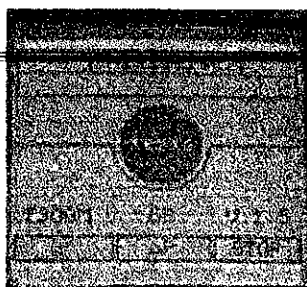
รูปที่ 3.75 แสดงส่วนที่สำคัญของเครื่องมือวัด



รูปที่ 3.76 รูปด้านข้างของเครื่องวิเคราะห์ไอเสีย

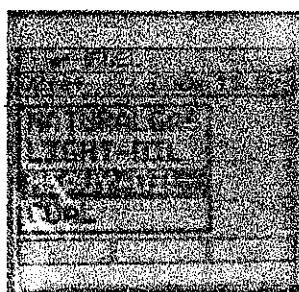
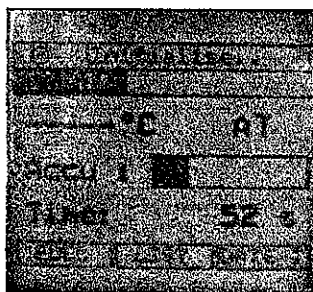
1. การตั้งค่าหน้าจอและเมนูต่าง ๆ

1.1 กดปุ่ม I/O เพื่อเปิดเครื่อง โดยให้อยู่ในสภาพอากาศทั่วไป



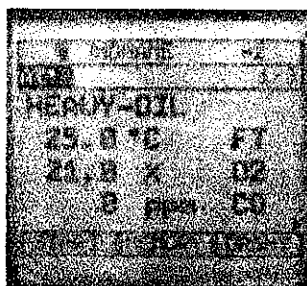
รูปที่ 3.77 แสดงหน้าจอเมื่อเปิดเครื่อง

1.2 รอเครื่องมือ ตรวจสอบระบบ 60 วินาที(หน้าจอจะแสดงการนับถอยหลัง 60 วินาที) หลังจากนั้นหน้าจอจะปรากฏข้อมูลเชื้อเพลิงซึ่งมีหลายชนิด โดยสามารถเลือกชนิดของเชื้อเพลิงที่ต้องการวัดกดปุ่ม ▲ หรือ ▼ เพื่อเลือก และกดปุ่ม (OK) เพื่อยืนยันการเลือก



รูปที่ 3.78 แสดงการ Calibrate และ ชนิดของเชื้อเพลิง ตามลำดับ

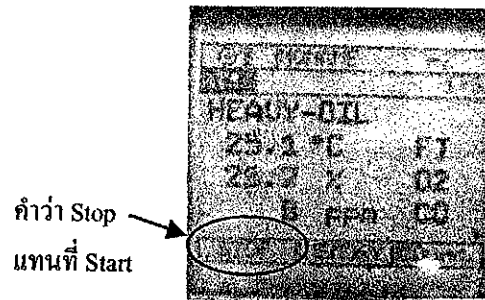
1.3 จากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 10 ซึ่งจะเห็นว่าที่ด้านล่างของจอแสดงค่าจะมีเมนูอยู่ 3 เมนู และอีก 2 เมนูเมื่อกดปุ่ม ⇨



รูปที่ 3.79 แสดงหน้าจอแสดงค่า

1.3.1 START คือ การสั่งให้เครื่องทำการเริ่มวัด

เมื่อกดปุ่มเลือกข้อมูล Start เครื่องจะทำการวัดค่าทันที ดังรูปที่ 11 สามารถจะหยุดวัดได้โดยการกดปุ่มเลือกข้อมูล STOP ที่ปรากฏมาแทนคำว่า Start หนึ่งครั้ง

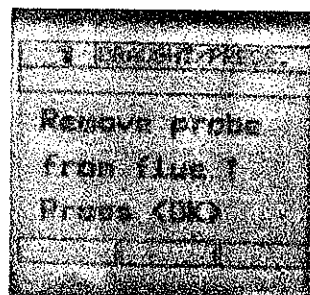


รูปที่ 3.80 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Start

1.3.2 MEMORY คือ การบันทึกค่าที่วัดไว้ในตัวเครื่อง

1.3.3 DRGHT(Draught) คือ การวัดค่าใหม่

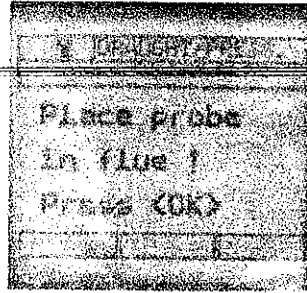
1) เมื่อกดปุ่มเลือกข้อมูล DRGHT จะปรากฏข้อความหน้าจอ ดังรูปที่ 12 มีข้อความว่า “ให้นำหัววัดออกจากท่อไอเสีย” เมื่อนำ Probe ออกแล้ว ให้กดปุ่ม (OK)



รูปที่ 3.81 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่มเลือกข้อมูล DRGHT

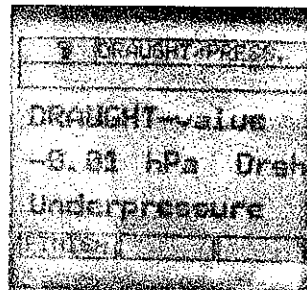
2) เครื่องจะทำการไล่ไอเสียที่อยู่ภายในสายก๊าซเสีย(สายที่มีหัวสีแดง)ออกจากตัวเครื่อง โดยใช้เวลาประมาณประมาณ 3 วินาที

3) จากนั้นหน้าจอจะปรากฏข้อความดังรูปที่ 13 มีข้อความว่า “ให้นำ Probe เสียบเข้าไปที่ท่อ ไอเสีย” เมื่อนำ Probe เสียบเข้าไปแล้วให้กดปุ่ม O.K.



รูปที่ 3.82 หน้าจอปรากฏข้อความให้เสียบ Probe เข้าในท่อไอเสีย

4) จากนั้น หน้าจอจะแสดงค่าความดันของหัววัด ดังรูปที่ 14



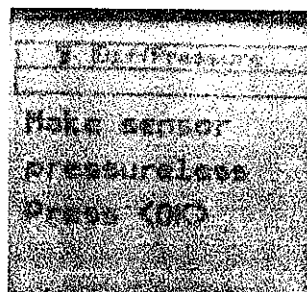
รูปที่ 3.83 แสดงค่าความดันใน Probe

5) กดปุ่มเลือกข้อมูล FINISH หน้าจอจะกลับไปหน้าจอแสดงค่าอีกครั้ง

1.3.4 ZOOM คือการขยายหน้าจอเพื่อให้เห็นชัดยิ่งขึ้น

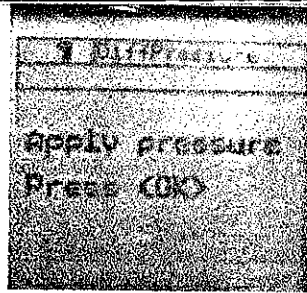
1.3.5 ΔP คือ การหาค่าผลต่างความดัน

1) เมื่อกดปุ่มเลือกข้อมูล ΔP หน้าจอจะปรากฏข้อความดังรูปที่ 15 มีข้อความว่า “ลดค่าความดันให้น้อยที่สุด” ให้กดปุ่ม



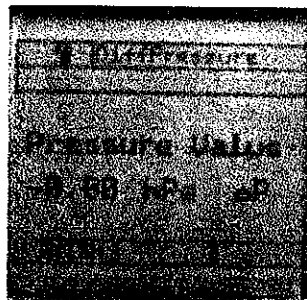
รูปที่ 3.84 แสดงหน้าจอเมื่อเลือกข้อมูล ΔP

- 2) จากนั้นเครื่องจะทำการลดค่า ความดันเท่ากับศูนย์
- 3) รอประมาณ 3 วินาที หน้าจอจะปรากฏข้อความดังรูปที่ 16 ข้อความว่า “ให้ใส่สายวัดความดัน”ให้ต่อสายวัดความดัน โดยต่อสายสีฟ้าเข้ากับช่องสายวัดความดัน P2 จากนั้นกด O.K.



รูปที่ 3.85 แสดงข้อความให้ต่อสายวัดความดัน

- 4) จากนั้นหน้าจอจะแสดงค่าความดันภายในท่อก๊าซเสียร้อน โดยจะแสดงออกมาทางหน้าจอในหน่วย hPa ดังรูปที่ 17



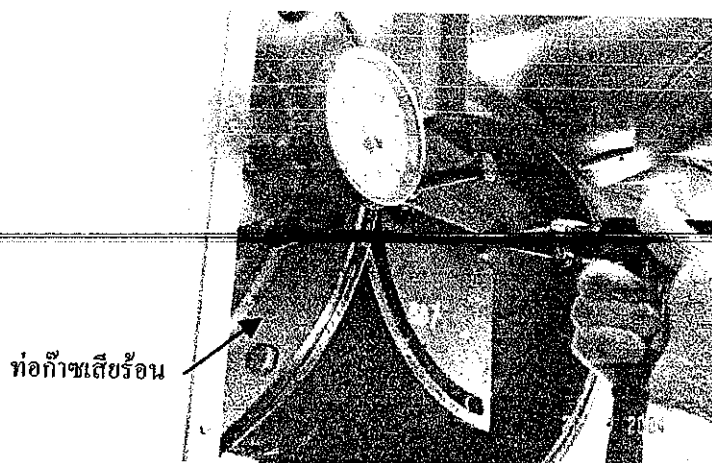
รูปที่ 3.86 แสดงค่า ΔP

- 5) เสร็จสิ้นการวัด ผลต่างความดัน ΔP จากนั้นกดปุ่มเลือกข้อมูล FINISH เพื่อกลับสู่หน้าจอปกติ หรือกดปุ่ม ESC ก็ได้

2. การตรวจวัด

2.1 ทำตามข้อ 1.1 ถึง 1.2

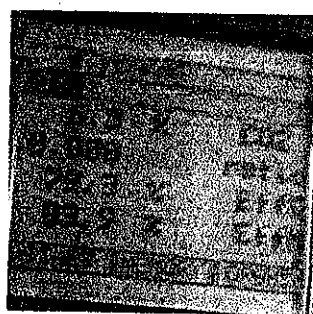
2.2 นำ Probe เสียบเข้ากับท่อไอเสีย โดยพยายามวัดในท่อที่ตรงและให้หัววัดอยู่กึ่งกลางท่อพอดีเพื่อค่าที่ถูกต้อง ดังรูปที่ 18



รูปที่ 3.87 การใส่ Probe ในท่อ Flue gas

2.3 จากนั้นกดปุ่มเลือกข้อมูล Start เพื่อเริ่มทำการวัด รอจนกว่าค่าจะหยุดนิ่งแล้วกดปุ่มเลือกข้อมูล Stop ดังรูปที่ 19

2.4 อ่านค่าที่หน้าจอซึ่งมีหลายค่า สามารถดูค่าทุกค่า โดยการกดปุ่ม ▲ และ ▼




รูปที่ 3.88 แสดงค่าส่วนประกอบของ Flue gas

2.5 ถ้าต้องการวัดตำแหน่งใหม่ ให้ทำตามข้อ 1.3.3 ในหัวข้อขั้นตอนการใช้งาน

2.5 ถ้าต้องการวัดเชื้อเพลิงตัวใหม่ ต้องปิดเครื่องแล้วทำตามข้อ 2.1 - 2.4

2.6 การพิมพ์ผลด้วยเครื่องพิมพ์ไร้สาย

2.6.1 เลื่อนสวิทช์ไปที่ตำแหน่ง "ON"

2.6.2 กดปุ่มเลือกข้อมูลเมนู () เพื่อเข้าสู่โหมดต่าง ๆ

2.6.3 กดปุ่ม ▼ เลือกที่ Send และกดปุ่มเลือกข้อมูล Enter หน้าจอจะโชว์ Print

2.6.4 กดปุ่ม Enter อีกครั้งเพื่อให้เครื่องพิมพ์ทำงาน

ขั้นตอนการเลิกใช้งาน

1. กดปุ่มเลือกข้อมูล Start Pump เพื่อให้เครื่องดูดอากาศเข้าไปไล่ก๊าซเสียต่าง ๆ ที่อยู่ใน Probe ออก
2. ปิดสวิทช์ แล้วถอดสายวัดออกจากเครื่องวัดแล้วทิ้งให้เย็น
3. เก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากล่องเก็บเครื่องมือ

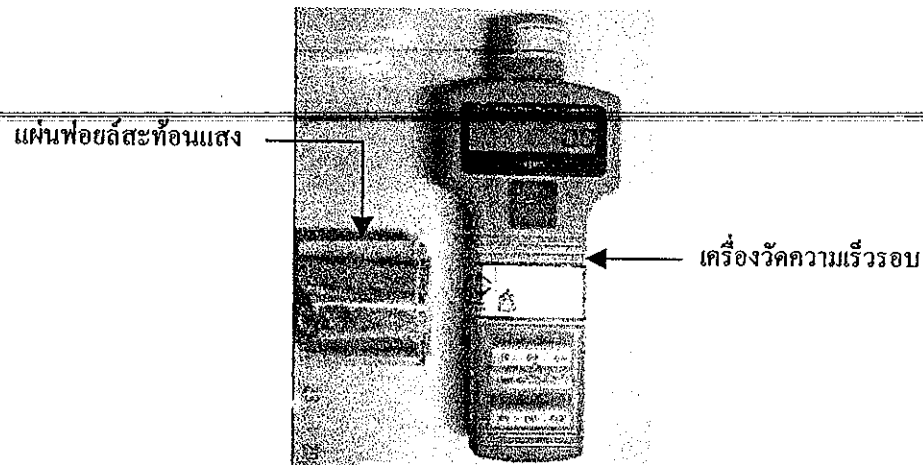
ข้อควรระวัง

1. อุณหภูมิก๊าซไอเสียต้องไม่สูงเกินกว่าความสามารถของเครื่องมือวัดเครื่องวัด(1200 °C)
2. อุณหภูมิรอบ ๆ เครื่องไม่ควรสูงเกินกว่า 60 °C เพราะถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปเครื่องจะปิด โดยอัตโนมัติ ถ้าเครื่องดับควรรอให้เครื่องเย็นลงเสียก่อนที่จะทำการวัดอีกครั้ง
3. ต่อชุด Probe ให้เรียบร้อยก่อนที่จะเปิดเครื่อง
4. ระวังอย่าให้กระเปาะพลาสติกกระทบกระเทือน เพราะใส่กรองอาจแตกได้
5. ถ้าเครื่องทำการ Calibrate มากกว่า 1 ครั้ง ตอนที่เริ่มเปิดเครื่อง แสดงว่า Sensor เริ่มเสียหายแล้ว แต่ยังสามารถทำการวัดได้
6. วัดค่า CO ได้ไม่เกิน 8000 ppm ถ้าเกินค่านี้อาจทำให้เครื่องเสียหายได้
7. ไม่ควรใช้วัดต่อเนื่องเกิน 30 นาที
8. ตรวจสอบแผ่นกรองฝุ่นที่ Probe หากสกปรกควรเปลี่ยนชุดใหม่
9. ห้ามผู้ปฏิบัติงานทำการปรับแต่งเครื่องมือวัดที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว ยกเว้นถ้าเป็นขั้นตอนการสอบเทียบปกติก่อนการใช้งาน

ตารางที่ 3.3 แสดงพารามิเตอร์ที่สำคัญ

FT	Flue gas temperature	SSN	Smoke spot number
AT	Ambient air temperature	HCT	Heat carrier temperature
λ	Excess air value	UmgCO	CO level in ambient air
Effn	Net efficiency	uCO	Carbon monoxide level undiluted
Effg	Gross efficiency	CO _{2m}	CO ₂ max value of the select fuel

3.6 เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tacho meter)



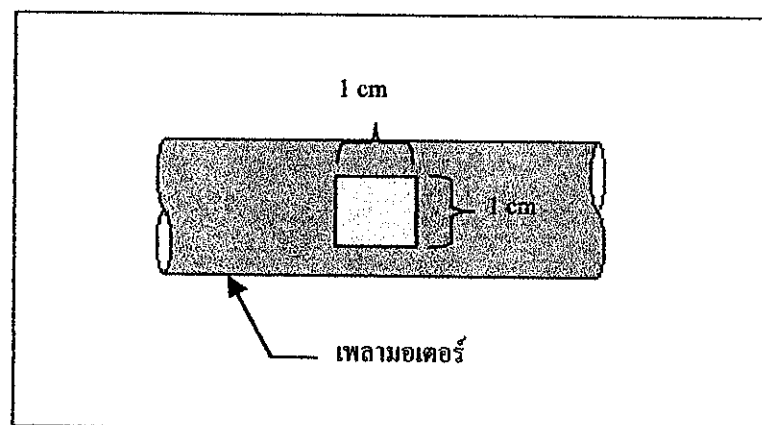
รูปที่ 3.89 แสดงส่วนประกอบของเครื่อง TM 3011

คุณสมบัติ

ใช้วัดความเร็วรอบของมอเตอร์ในหน่วย rpm (รอบต่อนาที)

ขั้นตอนเตรียมการใช้งาน

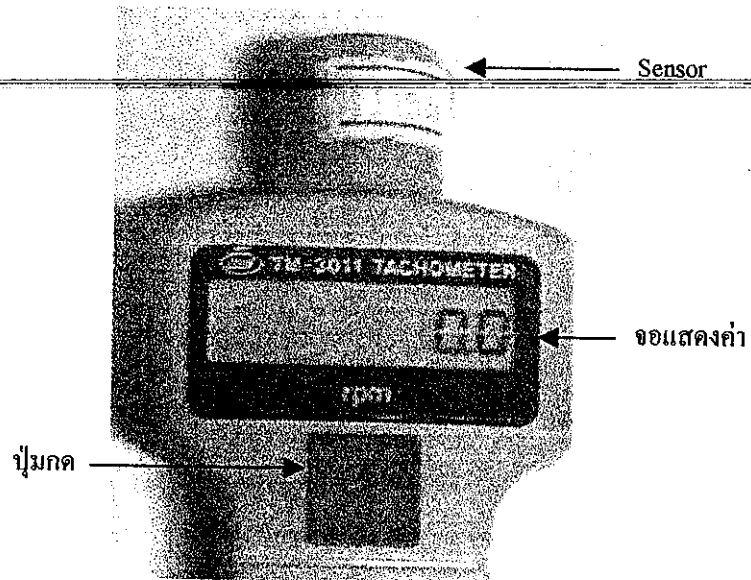
1. ติดแผ่นฟอยล์สะท้อนแสงบนเพลามอเตอร์ที่ต้องการวัดความเร็วรอบ โดยใช้ขนาดประมาณ 1 x 1 cm



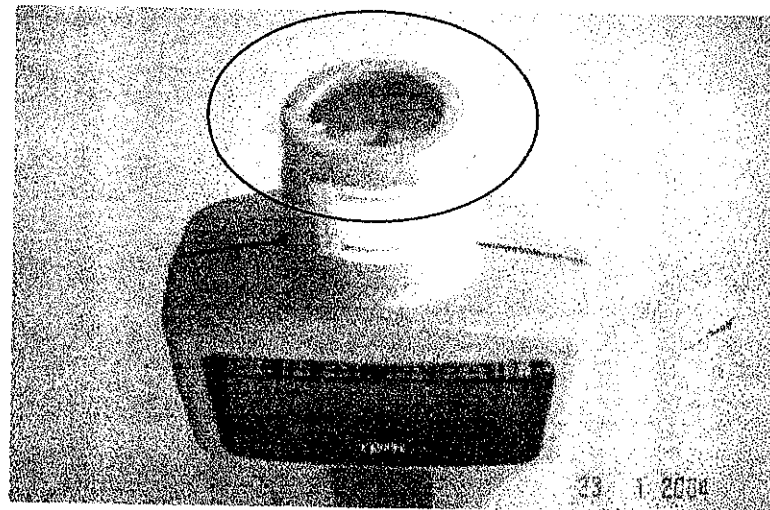
รูปที่ 3.90 แสดงลักษณะการติดแผ่นฟอยล์

2. ควรจำตำแหน่งที่ติดแผ่นฟอยล์ให้ดี เพราะเวลาเพลามุนจะทำให้สังเกตเห็น

ขั้นตอนการใช้งาน



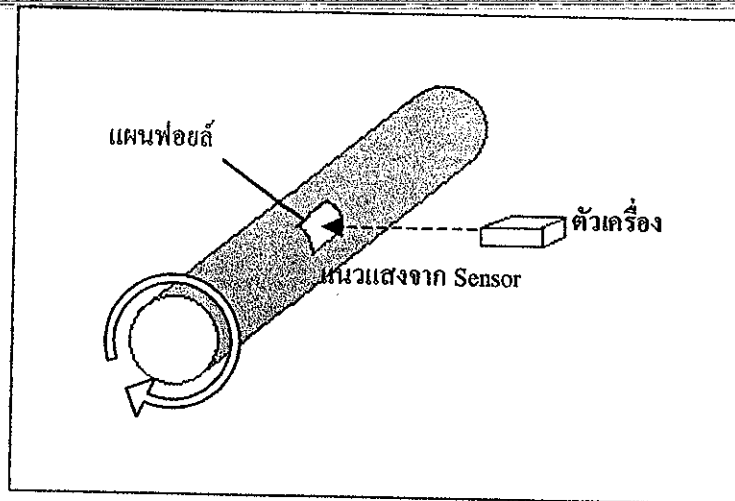
รูปที่ 3.91 แสดงส่วนที่สำคัญของตัวเครื่อง



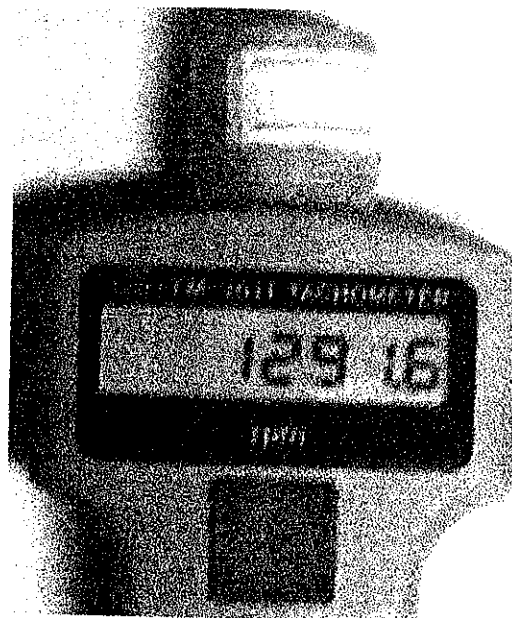
รูปที่ 3.92 แสดง Sensor ของตัวเครื่อง

1. เมื่อทำการติดแผ่นฟอยล์เรียบร้อยแล้ว จากนั้นกดปุ่มสีฟ้าที่ตัวเครื่องค้างไว้โดยให้แสงที่ออกจาก Sensor ไปกระทบกับแผ่นฟอยล์ที่ติดไว้ที่เพลามอเตอร์ และควรระยะเวลาต้องให้เหมาะสม ดังรูปที่ 5

2.เมื่อค่าที่อ่านได้ที่จอเครื่องนิ่งพอที่จะเชื่อถือได้แล้วให้ปล่อยมือออกจากปุ่มกด ซึ่งจะทำให้ค่าที่แสดงทางหน้าจอจะหยุดนิ่งแล้วทำการบันทึก ดังรูปที่ 6



รูปที่ 3.93 แสดงลักษณะการวัดค่าโดยให้แสงกระทบกับแนวแผนฟอยล์



รูปที่ 3.94 แสดงค่าที่วัดได้(รอบต่อนาที)

3. ถ้าต้องการวัดค่าใหม่ ให้กดปุ่มสีฟ้า 1 ครั้ง ค่าที่ปรากฏที่หน้าจอก็จะเปลี่ยนเป็นเลขศูนย์ แล้วทำตามข้อ 1 ถึงข้อ 2 ในหัวข้อขั้นตอนการใช้งาน

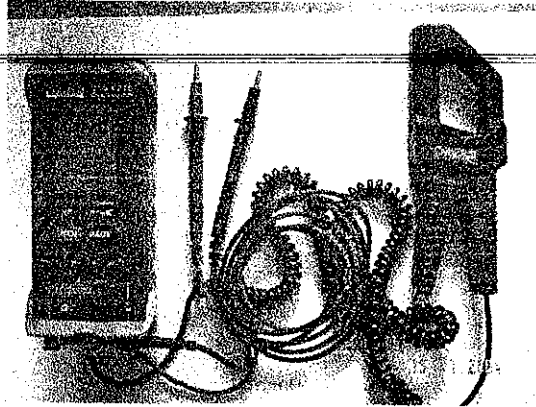
ขั้นตอนการเลิกใช้งาน

1. ปรับค่าที่วัดได้ให้เป็นเลขศูนย์โดยการกดปุ่มสีฟ้า 1 ครั้ง
2. เก็บเครื่องวัด เข็มกล่องเก็บเครื่องมือ และแกะแผ่นฟอยล์ออกจากเพลามอเตอร์

ข้อควรระวัง

1. ระวังอย่าให้แสงจาก Sensor เข้าตา เพราะอาจทำให้เกิดอันตรายต่อดวงตาได้
2. ขณะที่วัดควรให้แสงจาก Sensor กระทบกับแนวแผ่นฟอยล์เสมอ เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องที่สุด
3. ก่อนจะ ดิค/เก็บ แผ่นฟอยล์ต้องแน่ใจว่า ปิดเครื่องมือมอเตอร์แล้ว ไม่งั้นนั้นอาจเกิดอันตรายได้
4. ห้ามผู้ปฏิบัติงานทำการปรับแต่งเครื่องมือวัดที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว ยกเว้นถ้าเป็นขั้นตอนการสอบเทียบปกติก่อนการใช้งาน

3.7 เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า (Power meter, Volt meter, Amp meter)

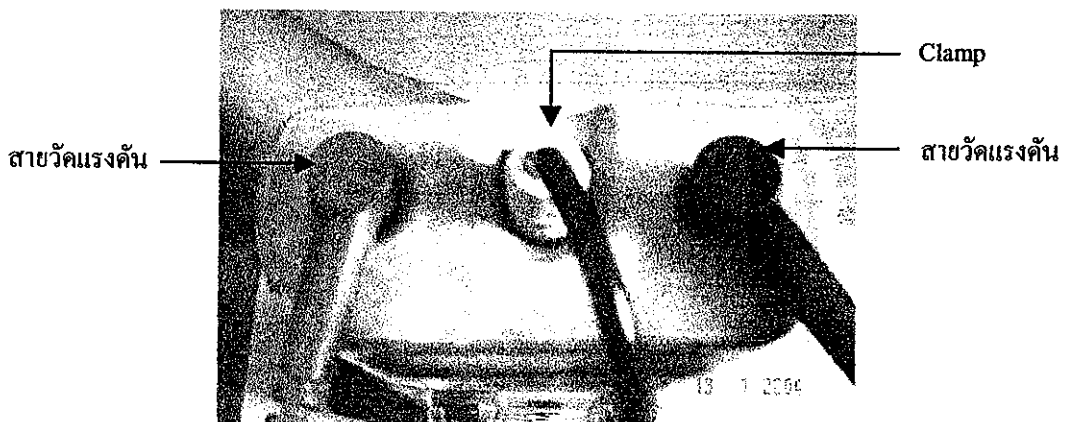


รูปที่ 3.95 แสดงเครื่อง CA8210

คุณสมบัติ

1. วัดค่ากระแสไฟฟ้า rms. แบบ 1 เฟส และ 3 เฟส ไม่เกิน 500 A สำหรับ Y13 และไม่เกิน 1,000 A สำหรับ C34A
 2. วัดค่าแรงดันไฟฟ้า rms. แบบ 1 เฟส และ 3 เฟส ไม่เกิน 600 V
 3. วัดค่ากำลังไฟฟ้าจริง, กำลังไฟฟ้าจินตภาพ และกำลังไฟฟ้าปรากฏ แบบ 1 เฟส และ 3 เฟส
 4. วัดค่า Power Factor แบบ 1 เฟส และ 3 เฟส วัดค่าความถี่ไฟฟ้าแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส
- ขั้นตอนการเตรียมการใช้งาน

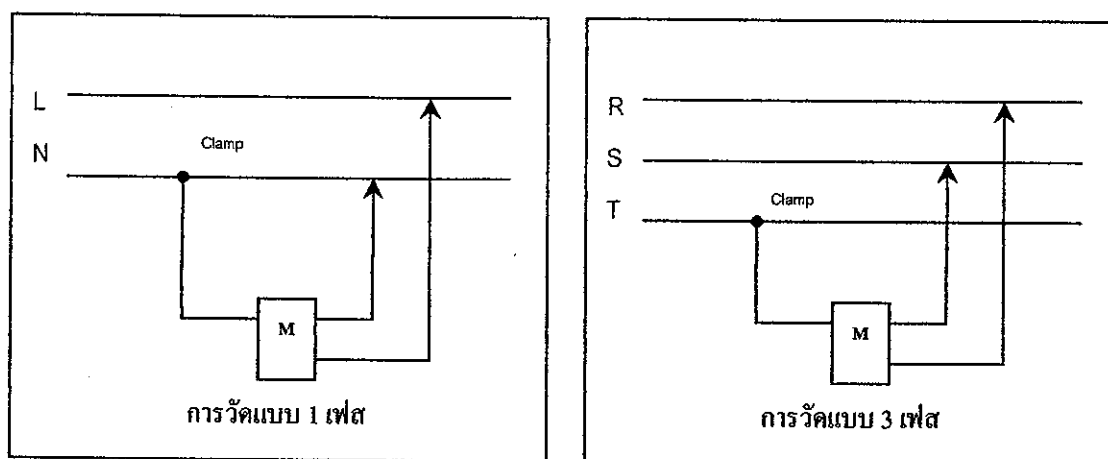
1. ตรวจสอบระบบที่จะทำการตรวจวัดแบ่งเป็น 1 เฟสหรือ 3 เฟส
2. ต่อสายวัดแรงดัน และ Clamp วัดกระแสเข้าที่จุดต่อของเครื่องวัด ดังรูปที่ 2



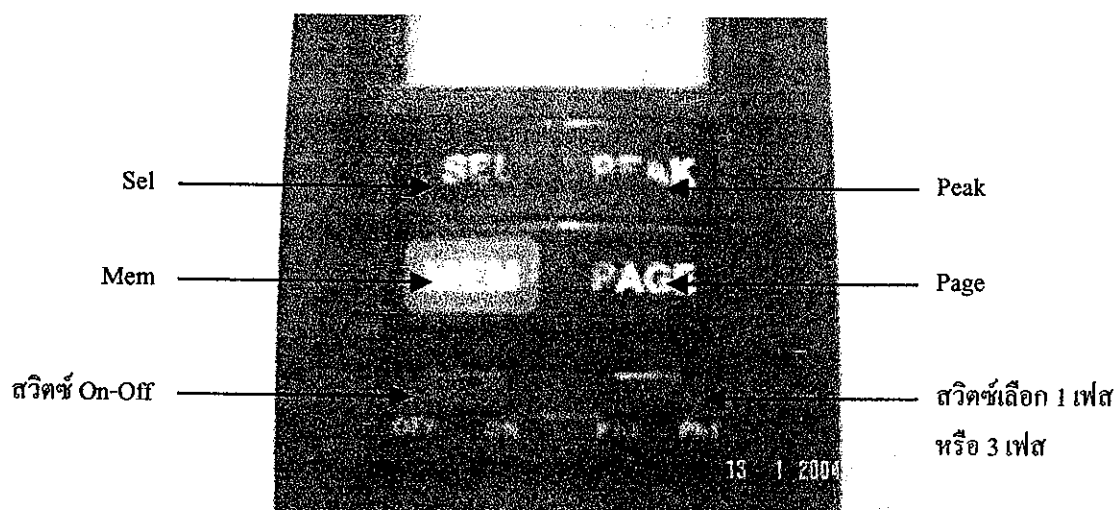
รูปที่ 3.96 แสดงการต่อสายวัดแรงดัน และ Clamp

ขั้นตอนการใช้งาน

1. เลื่อน Switch มาที่ตำแหน่ง On หน้าจอจะแสดงค่า V,A,W และ P.F. ในหน้าแรก การวัดสามารถวัดได้สองแบบ ตาม Diagram ดังรูปที่ 3 คือแบบ 3 เฟสและแบบ 1 เฟส

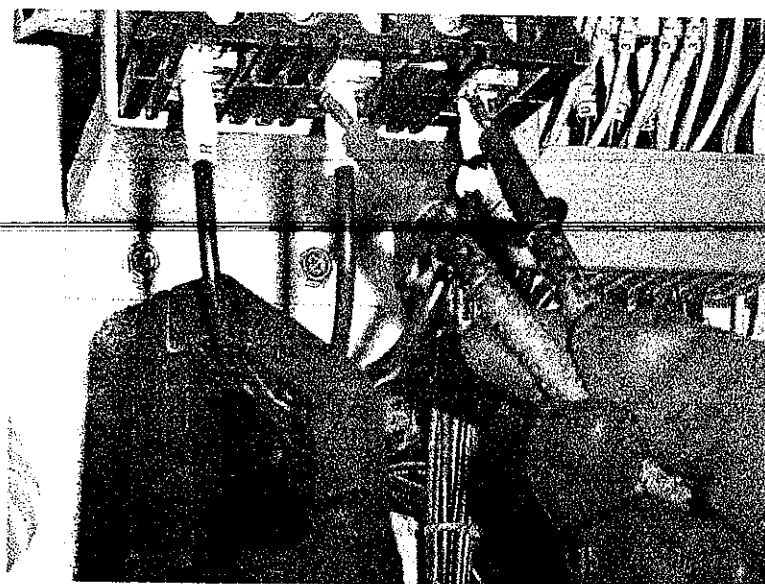


รูปที่ 3.97 แสดง Diagram การวัดวงจรแบบ 1 เฟสและแบบ 3 เฟส



รูปที่ 3.98 แสดงปุ่มต่างๆ ของเครื่อง CA8210

2. แบบ 3 เฟส ให้เลื่อน Switch มาอยู่ที่ 3 เฟส
3. แบบ 1 เฟส ให้เลื่อน Switch มาอยู่ที่ 1 เฟส



รูปที่ 3.99 แสดงการวัดวงจรแบบ 3 เฟส

4. เมื่อทำการต่อเครื่องมือกับวงจรที่ต้องการวัดแล้ว หน้าจอปกติจะแสดงค่า V,A,W และ P.F.

4.1 กดปุ่ม Mem สามารถใช้ได้ 2 แบบ

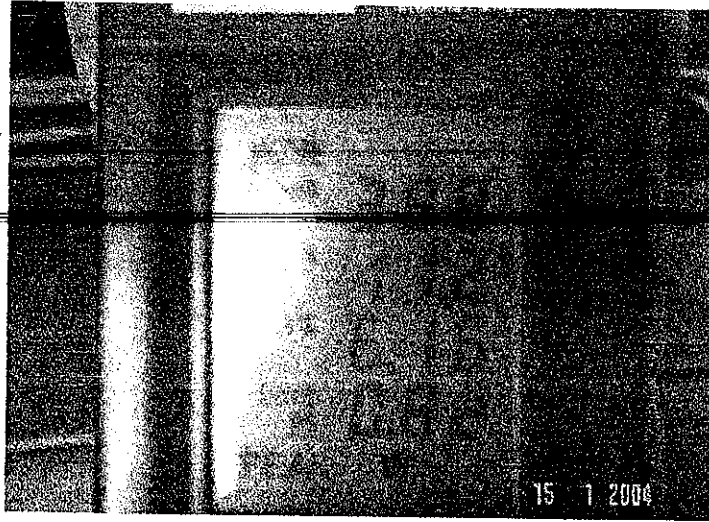
4.1.1 บันทึกค่า ทำได้โดยกดปุ่ม Mem 1 ครั้ง (หน้าจอแสดงคำว่า Mem) ค่าที่แสดงบนหน้าจอในหน้าแรกจะถูกบันทึกไว้

4.1.2 วัดค่าผลต่างระหว่าง 2 จุด เมื่อค่าวัดถูกบันทึก (หน้าจอแสดงคำว่า Mem) กดปุ่ม Page : ในหน้าที่ 2 จะแสดงค่าผลต่างของค่าวัดที่บันทึกไว้กับค่าวัดที่กำลังวัดค่าอยู่ในขณะนั้น โดยจะแสดงผลต่างของค่าแรงดัน, กระแส และค่ากำลังไฟฟ้าจริง

4.2 กดปุ่ม Peak เพื่อดูค่า Peak โดยเมื่อกดปุ่ม Peak ค่าที่ได้จะเป็นค่า Peak ของกระแสและสามารถเลื่อนดูค่า Peak ของกำลังไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า ได้โดยกดปุ่ม Sel และกดปุ่ม Peak ซ้ำอีกครั้งเพื่อเข้าสู่หน้าจอปกติ ในขณะที่กดปุ่ม Peak จะสามารถอ่านค่าวัดทั้ง 4 ค่าที่ปรากฏในหน้าแรกและอีก 3 ค่าในหน้าที่ 2 (กดปุ่ม Page) ได้ชั่วขณะหนึ่ง

4.3 กดปุ่ม Sel สำหรับเลือกดูค่า Peak ของกระแส, แรงดัน และกำลังไฟฟ้าจริง หลังจากกดปุ่ม Peak แล้ว

4.4 กดปุ่ม Page ค้างไว้เพื่อดูค่า VAR, VA, Hz ในหน้าที่ 2



รูปที่ 3.100 แสดงค่าที่ได้จากการวัด

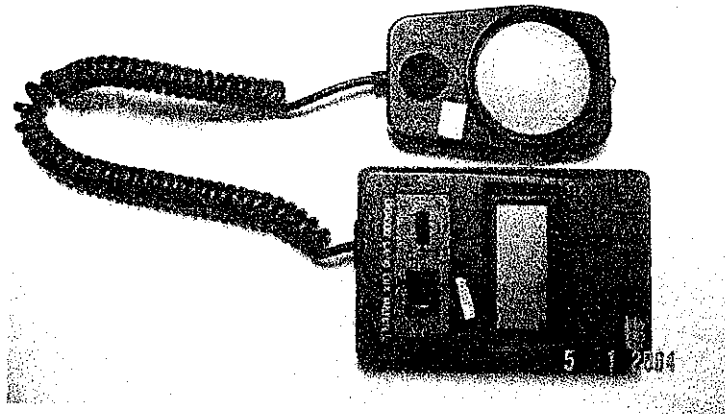
ขั้นตอนการเลิกใช้งาน

1. เลื่อน Switch มาที่ตำแหน่ง Off แล้วจึงถอดสายวัดแรงดัน และ Clamp สำหรับวัดกระแสออกเก็บให้เรียบร้อย

ข้อควรระวัง

2. ห้ามใช้เครื่องมือวัดที่แรงดันเกินกว่า 600 V , กระแสเกินกว่า 600 A สำหรับ Y 13 และ แรงดันเกินกว่า 600 V , กระแสเกินกว่า 1,000 A สำหรับ C34A
3. ในขณะที่ทำการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ตรวจวัด ห้ามห้อยสายวัด ซึ่งอาจจะทำให้ขั้วหลุดได้ โดยเฉพาะสายวัด Amp.
4. ห้ามใช้ Clamp จับสายไฟเพื่อให้สามารถคล้องสายได้ เพราะอาจทำให้เสียหายได้
5. ในขณะที่ทำการตรวจวัดห้ามพูดคุยกันสายตาควรจ้องมองในจุดที่กำลังตรวจวัด โดยเฉพาะการวัด Volt
6. ห้ามหัก, พับ, ตัดสายโดยเด็ดขาด
7. ในกรณีวัดแบบ 3 เฟส จะเป็นการวัดแบบ 3 เฟส สมดุล แต่ถ้าระบบที่ตรวจวัดพบว่าเป็นระบบที่ไม่สมดุลอย่างมาก ควรวัดทีละเฟสแล้วนำค่าแต่ละเฟสมาคำนวณรวมกันเป็น 3 เฟส
8. ห้ามผู้ปฏิบัติงานทำการปรับแต่งเครื่องมือวัดที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว ยกเว้นเป็นขั้นตอนสอบเทียบปกติก่อนการใช้งาน

3.8 เครื่องมือวัดความเข้มของแสงสว่าง (Lux meter)



รูปที่ 3.101 แสดงเครื่อง LX50

คุณสมบัติ

1. วัดค่าความเข้มของแสงสว่าง

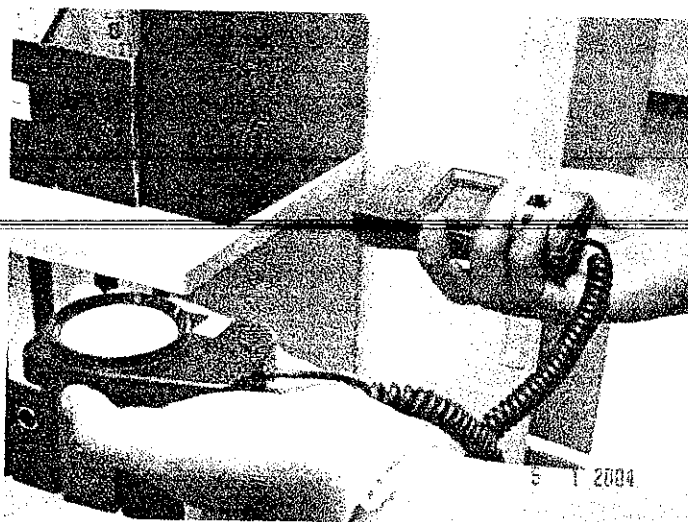
ขั้นตอนเตรียมการใช้งาน

2. ต่อหัว Sensor เข้ากับเครื่องวัด

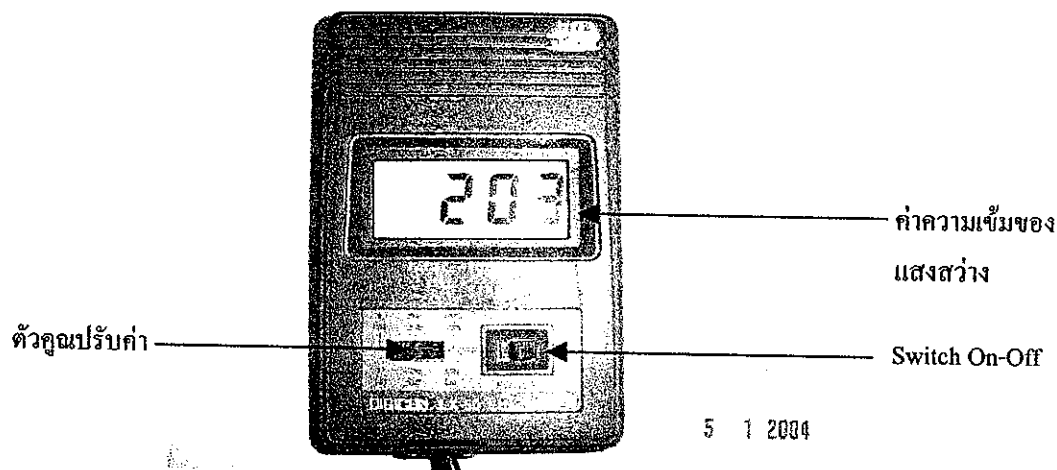
ขั้นตอนการใช้งาน

1. เปิด Switch มาตำแหน่ง On
2. เลือกตัวคูณของค่าความส่องสว่างว่าแสงที่วัดอยู่มีค่าประมาณกี่ Lux เช่น

— ค่าความสว่าง 0-1,999 Lux	ให้เลือกตัวคูณ = x1 Lux
— ค่าความสว่าง 2,000-19,990 Lux	ให้เลือกตัวคูณ = x10 Lux
— ค่าความสว่าง 20,000-50,000 Lux	ให้เลือกตัวคูณ = x100 Lux
3. ค่าที่เครื่องวัดได้ให้คูณกับตัวคูณที่เลือกไว้
4. การวัดให้ตำแหน่ง Sensor อยู่ในตำแหน่งที่ใช้งานจริง ดังรูปที่ 2 (เช่นในกรณีสำนักงานให้ Sensor สูงจากพื้นประมาณ 70-90 cm หรือเท่ากับระดับโต๊ะทำงาน)
5. ให้จับหัว Sensor ให้ได้ระดับและเป็นระนาบที่ขนานกับจุดกำเนิดแสง



รูปที่ 3.102 แสดงการวัดความเข้มของแสงสว่างโดยใช้เครื่อง LX 50



รูปที่ 3.103 แสดงผลการวัดค่าความเข้มของแสงสว่างจากเครื่อง LX 50

ขั้นตอนการเลิกใช้งาน

1. ให้ปิด Switch มาที่ตำแหน่ง Off ทุกครั้ง
2. ให้ทำความสะอาดหัว Sensor ทุกครั้ง

ข้อควรระวัง

1. อย่าให้หัว Sensor รับแสงตกหล่นหรือกระแทก อาจชำรุดได้
2. การเคลื่อนย้ายห้ามห้อยหัว Sensor หรือเครื่องวัดเด็ดขาด
3. ห้ามผู้ปฏิบัติงานทำการปรับแต่งเครื่องมือวัดที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว ยกเว้นเป็นขั้นตอนสอบเทียบปกติก่อนการใช้งาน

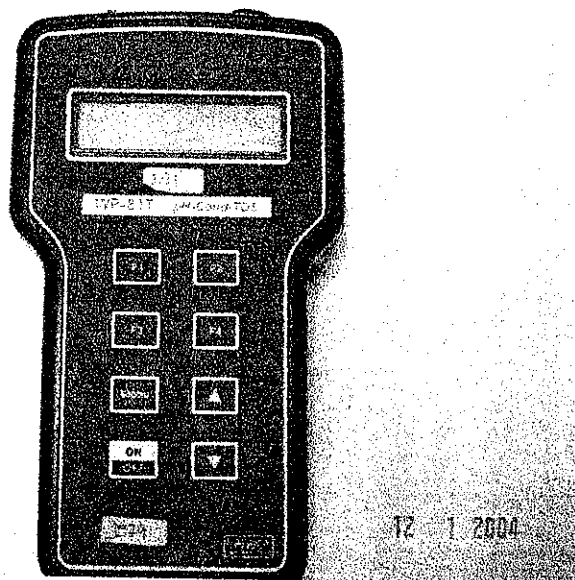
3.9 เครื่องมือวัดวัดความเป็นกรด-ด่างและความนำไฟฟ้า (pH- meter and conductivity meter)



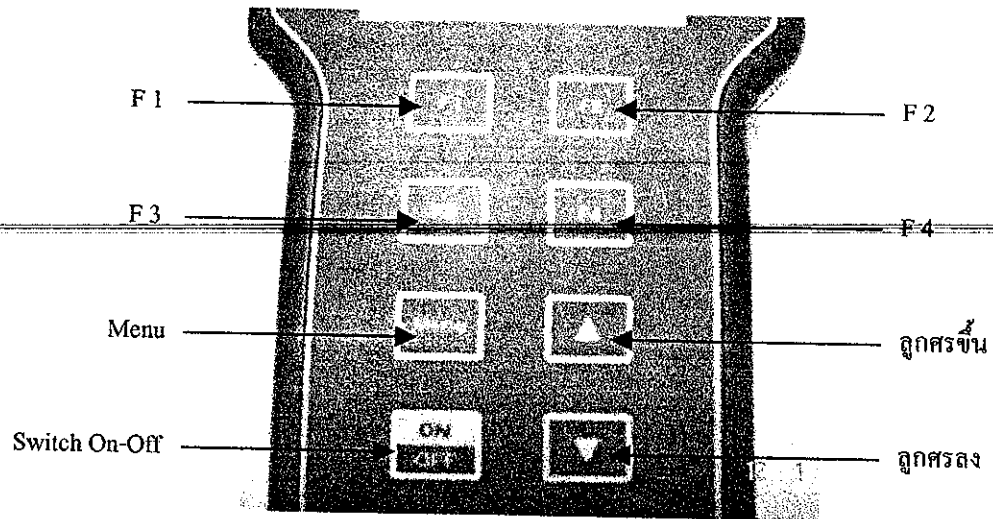
รูปที่ 3.104 แสดงชุดอุปกรณ์เครื่อง WP-81T

คุณสมบัติ

1. วัดค่าความเป็นกรด - ด่าง
2. วัดค่าความนำไฟฟ้าของสารละลาย
3. วัดปริมาณสารละลายของแข็ง



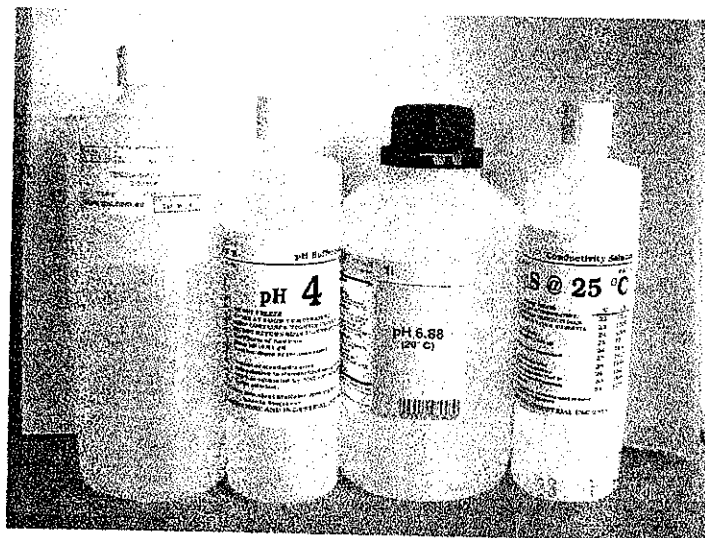
รูปที่ 3.105 แสดงตัวเครื่อง WP-81T



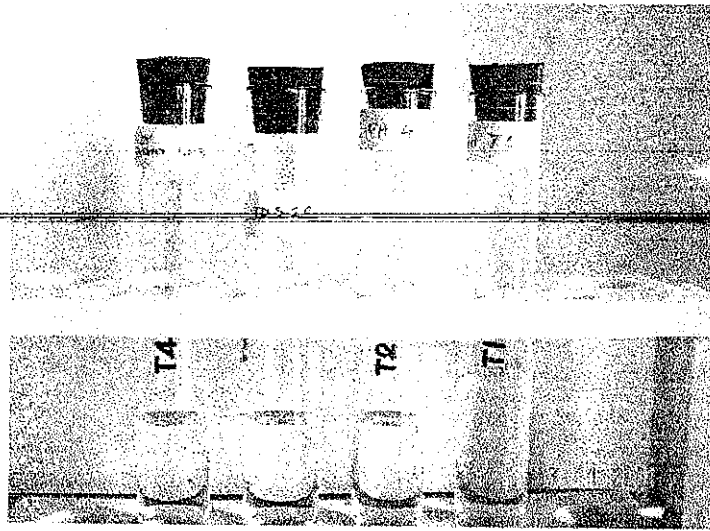
รูปที่ 3.106 แสดงปุ่มต่างๆของเครื่อง WP-81T

ขั้นตอนเตรียมการใช้งาน

1. การ Calibrate เครื่องก่อนการใช้งาน



รูปที่ 3.107 แสดงน้ำยา ที่ใช้ในการ Calibrate เครื่องก่อนการใช้งาน



รูปที่ 3.108 แสดงการนำน้ำยา ที่ใช้ในการ Calibrate ใส่ในหลอดทดลองเพื่อทำการ Calibration

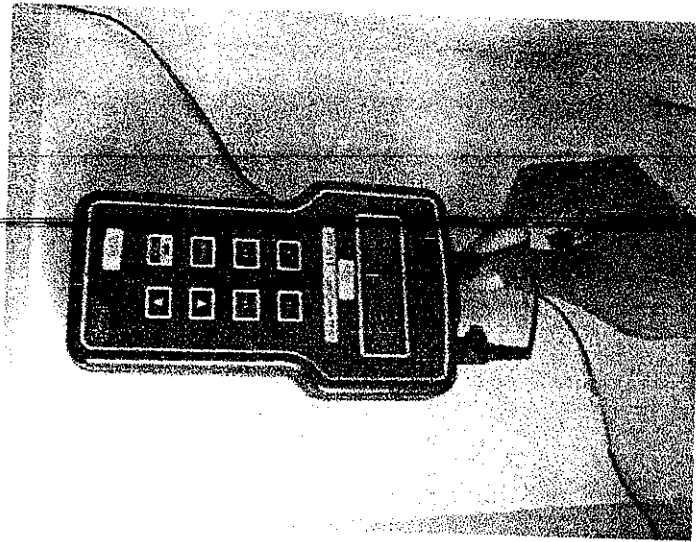
1.1 การสอบเทียบและวัดค่ากรด-ด่าง (pH Calibration)

1.1.1 นำหัว pH Electrode ไปล้างทำความสะอาดแล้วซับด้วยกระดาษให้แห้ง



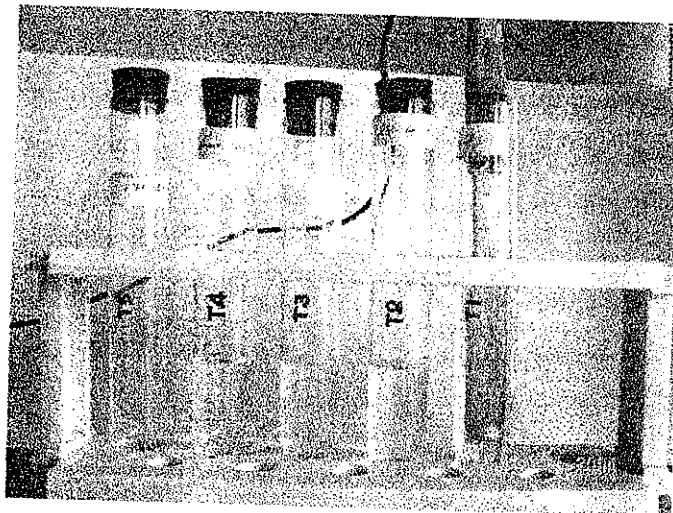
รูปที่ 3.109 แสดงการซับหัว Ph Electrode ให้แห้ง

1.1.2 ต่อขั้วสายสัญญาณระหว่าง pH Electrode เข้ากับขั้วต่อสาย pH ของเครื่องวัด



รูปที่ 3.110 แสดงการต่อขั้วสายสัญญาณระหว่าง Ph Electrode เข้ากับขั้วต่อสาย Ph ของเครื่องวัด

1.1.3 นำหัววัดค่า pH electrode จุ่มน้ำยา pH Buffer 6.88 ดังรูปที่ 8 (อย่าจุ่มหัววัดลงในขวดน้ำยาโดยตรง)



รูปที่ 3.111 แสดงการนำหัววัดค่า pH จุ่มน้ำยา pH Buffer 6.88 (7.00)

1.1.4 กดปุ่ม On/Off เพื่อเปิดสวิตซ์เครื่อง แล้วกด Menu จอภาพแสดง

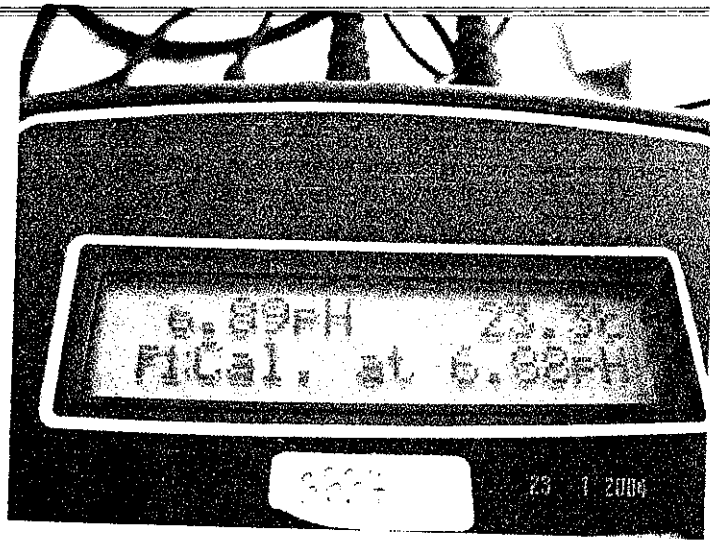
F1 : Cal F2 : Notepad

F3 : Mode F4 : Setup

1.1.5 กดปุ่ม F1 เลือกทำการ Calibrate จอภาพแสดง F1 : TDS F2 : pH F3 : Temp

1.1.6 กดปุ่ม F2 เลือก Calibrate ค่า pH จอภาพแสดงpH°C ดังรูปที่ 9

F1 : Cal at 6.88 pH



รูปที่ 3.112 แสดงการ Calibrate ค่า pH 6.88

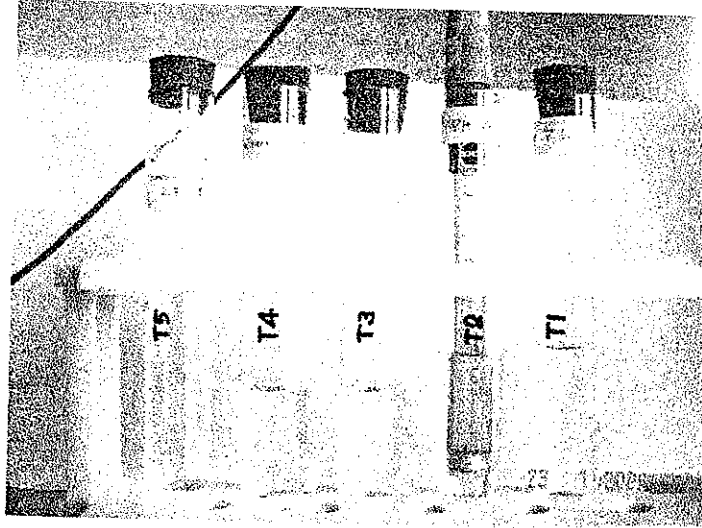
1.1.7 รอจนค่า pH บรรทัดบนคงที่แล้วกดปุ่ม F1 เพื่อทำการ Calibrate จอภาพแสดง 1 Point Cal. OK แสดงว่าการ Calibrate เป็นผลสำเร็จ พร้อมใช้งานต่อไป ดังรูปที่ 10 ถ้าแสดงจอภาพ 1 Point Cal. Fail แสดงว่าการ Calibrate ไม่เป็นผลสำเร็จ (ค่า Slope ที่แสดงบนหน้าจอเป็นค่า Slope ของ ขั้วทางไฟฟ้า)



รูปที่ 3.113 แสดงการยืนยันค่า Calibrate ค่า pH หลังจากกด F1

1.1.8 นำหัววัดออกจากหลอดทดลอง ล้างหัววัดในน้ำสะอาดเพื่อล้างน้ำยาที่เก็บหัววัดออกแล้วซับด้วยกระดาษชำระให้แห้ง เพื่อทำการสอบเทียบค่า pH ค่าที่ 2

1.1.9 นำหัววัดค่า pH electrode จุ่มน้ำยา pH Buffer 4.00 ดังรูปที่ 11 (อย่าจุ่มหัววัดลงในขวดน้ำยาโดยตรง)



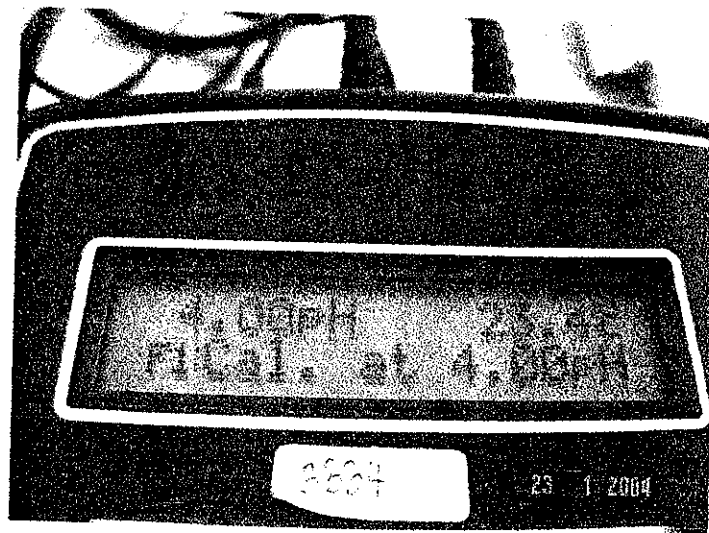
รูปที่ 3.114 แสดงการนำหัววัดค่า pH จุ่มน้ำยา pH Buffer 4.00

1.1.10 กดปุ่ม Menu จอภาพแสดง F1 : Cal F2 : Notepad F3 : Mode F4 : Setup

1.1.12 กดปุ่ม F1 เลือกทำการ Calibrate จอภาพแสดง F1 : TDS F2 : pH F3 : Temp

1.1.13 กดปุ่ม F2 เลือก Calibrate ค่า pH จอภาพแสดงpH°C ดังรูปที่ 12

F1 : Cal at 4.00 pH



รูปที่ 3.115 แสดงการ Calibrate ค่า pH 4.00

1.1.14 รอนค่า pH บรรทัดบนคงที่แล้วกดปุ่ม F1 เพื่อทำการ Calibrate จอภาพแสดง 1 Point Cal. OK แสดงว่าการ Calibrate เป็นผลสำเร็จ พร้อมใช้งานต่อไป ดังรูปที่ 9 ถ้าแสดงจอภาพ 1 Point Cal. Fail แสดงว่าการ Calibrate ไม่เป็นผลสำเร็จ (ค่า Slope ที่แสดงบนหน้าจอเป็นค่า Slope ของ ขั้วทางไฟฟ้า)

1.1.15 นำหัววัดออกจากหลอดทดลอง ล้างหัววัดในน้ำสะอาดเพื่อล้างน้ำยาที่เก็บหัววัด ออกแล้วซับด้วยกระดาษชำระให้แห้ง

1.2 การสอบเทียบและวัดค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดในสารละลาย (TDS Calibration)

1.2.1 นำหัววัด Conductivity/TDS ไปล้างทำความสะอาดแล้วซับด้วยกระดาษให้แห้ง

1.2.2 ทำการต่อขั้วสายสัญญาณ ระหว่างหัววัด Conductivity/TDS เข้ากับขั้วต่อสาย Conductivity ของเครื่องวัด

1.2.3 กดปุ่ม On/Off เพื่อเปิดสวิทช์เครื่องแล้วกดปุ่ม Menu จอภาพแสดง

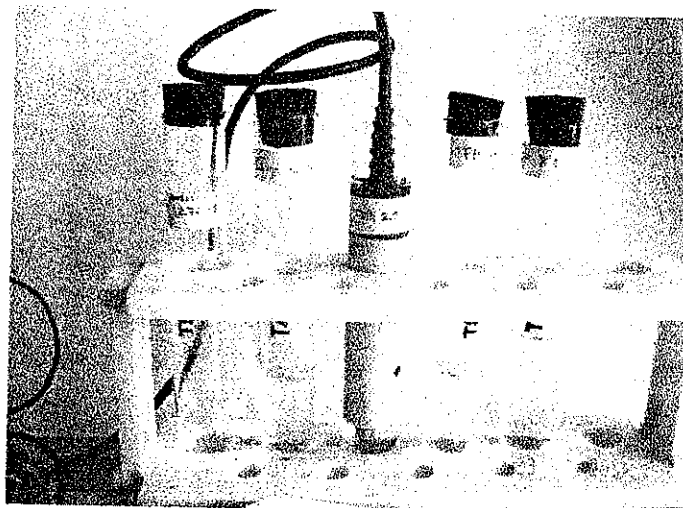
F1 : Cal F2 : Notepad

F3 : Mode F4 : Setup

1.2.4 กดปุ่ม F3 เพื่อเลือกค่าที่จะแสดงบนหน้าจอ จอภาพแสดง F1 : Cond. F2 : pH
F3 : TDS F4 : mV

1.2.5 กดปุ่ม F3 เพื่อเลือกค่าที่จะแสดงบนหน้าจอเป็นค่า TDS

1.2.6 นำหัววัด Conductivity/TDS electrode จุ่มในน้ำยา TDS Standard Solution 2.00 ppk (1000 ppm = 1.00 ppk) ดังรูปที่ 13 การจุ่มให้จุ่มจนรูที่อยู่บนพลาสติกที่ครอบหัววัด จมลงไปใต้น้ำยา โดยพลาสติกที่ครอบหัววัดต้องอยู่ในทิศทางที่ถูกต้อง (อย่าจุ่มหัววัดลงในขวดน้ำยาโดยตรง)



รูปที่ 3.116 แสดงการนำหัววัดค่า Conductivity/TDS จุ่มในน้ำยา TDS Standard Solution 2.00 ppk

1.2.7 กดปุ่ม Menu จอภาพแสดง F1 : Cal F2 : Notepad

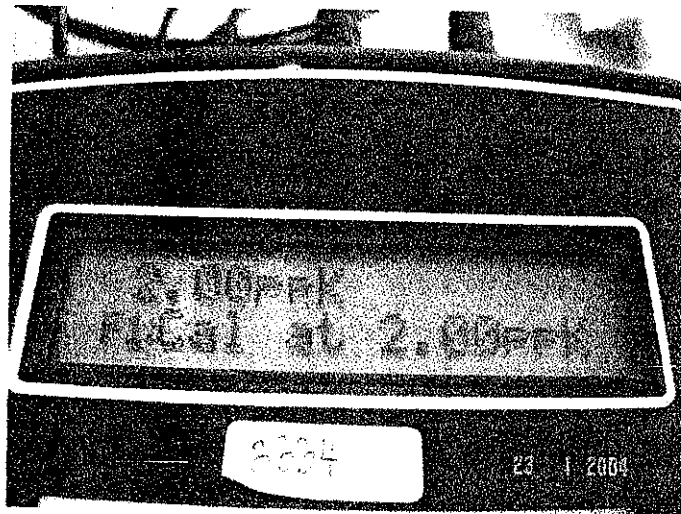
F3 : Mode F4 : Setup

1.2.8 กดปุ่ม F1 เพื่อเลือกทำการ Calibrate จอภาพแสดง F1 : TDS F2 : pH F3 : Temp

1.2.9 กดปุ่ม F1 เพื่อเลือก Calibrate TDS จอภาพแสดงppk (.....ppm) ค้างรูปที่ 14

F1: Cal at 2.00 ppk

(ถ้าหน้าจอแสดงคำว่า "NOT STD" แสดงว่าค่าที่ใช้ในการ Calibrate ไม่อยู่ในมาตรฐาน)



รูปที่ 3.117 แสดงการ Calibrate ค่า TDS



รูปที่ 3.118 แสดงการยืนยันค่า Calibrate ค่า TDS หลังจากกด F1

1.2.10 รอนค่า TDS บรรทัดบนลงที่แล้วกดปุ่ม F1 เพื่อทำการ Calibrate จอภาพแสดง จอภาพแสดง Calibrate OK แสดงว่าการ Calibrate เป็นผลสำเร็จ พร้อมใช้งานต่อไป ดังรูปที่ 15 ถ้าแสดง จอภาพ Calibrate Fail แสดงว่าการ Calibrate ไม่เป็นผลสำเร็จ (ค่า k ที่แสดงบนหน้าจอเป็นค่า factor ของขั้วทางไฟฟ้า)

1.2.11 ถังหัววัดในน้ำสะอาดเพื่อล้างน้ำยาที่หัววัดออกแล้วซับเบา ๆ ด้วยกระดาษชำระ ให้แห้ง

1.3 การสอบเทียบและวัดค่าความนำไฟฟ้าในสารละลาย (Conductivity Calibration)

1.3.1 นำหัววัด Conductivity/TDS ไปล้างทำความสะอาดแล้วซับด้วยกระดาษให้แห้ง

1.3.2 ต่อขั้วสายสัญญาณระหว่าง หัววัด Conductivity/TDS เข้ากับขั้วต่อสาย Conductivity ของเครื่องวัด

1.3.3 กดปุ่ม On/Off เพื่อเปิดสวิตซ์เครื่องแล้วกดปุ่ม Menu จอภาพแสดง

F1 : Cal F2 : Notepad

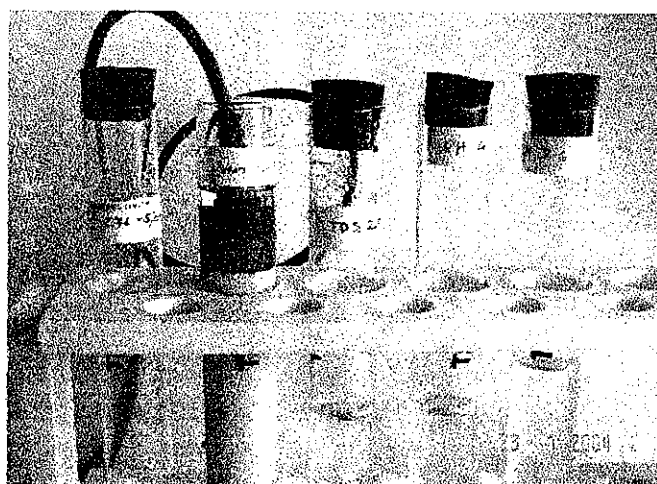
F3 : Mode F4 : Setup

1.3.4 กดปุ่ม F3 เพื่อเลือกค่าที่จะแสดงบนหน้าจอ จอภาพแสดง F1 : Cond. F2 : pH

F3 : TDS F4 : mV

1.3.5 กดปุ่ม F1 เพื่อเลือกค่าที่จะแสดงบนหน้าจอเป็นค่า Conductivity

1.3.6 นำหัววัด Conductivity/TDS electrode จุ่มลงในน้ำยา Conductivity Standard Solution 1413 μs ดังรูปที่ 16 การจุ่มให้จุ่มจนรูที่อยู่บนพลาสติกที่ครอบหัววัด จมลงไปในน้ำยา โดยพลาสติกที่ครอบหัววัดต้องอยู่ในทิศทางที่ถูกต้อง (อย่าจุ่มหัววัดลงในขวดน้ำยาโดยตรง)



รูปที่ 3.119 แสดงการนำหัววัดค่า Conductivity/TDS จุ่มในน้ำยา Conductivity Standard Solution 1413 μs

1.3.7 กดปุ่ม Menu จอภาพแสดง F1 : Cal F2 : Notep F3 : Mode F4 : Setup

1.3.8 กดปุ่ม F1 เพื่อเลือกทำการ Calibrate จอภาพแสดง F1 : Cond. F2 : pH F3 : Temp

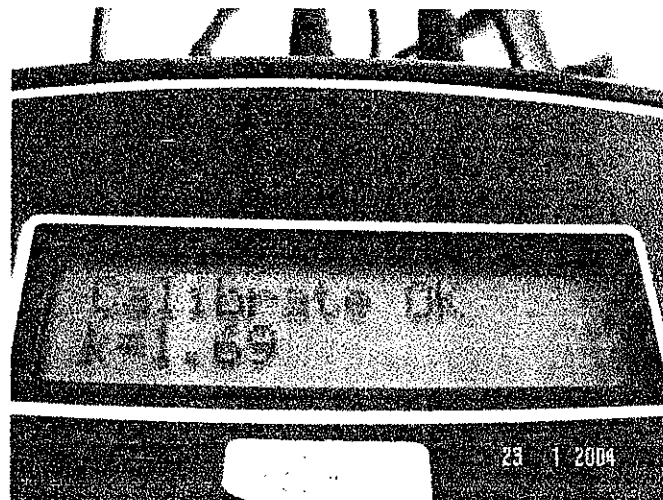
1.3.9 กดปุ่ม F1 เพื่อเลือก Calibrate ค่า Conductivity จอภาพแสดง ดังรูปที่ 17

(ถ้าหน้าจอแสดงคำว่า "NOT STD" แสดงว่าค่าที่ใช้ในการ Calibrate ไม่อยู่ในมาตรฐาน)



รูปที่ 3.120 แสดงการ Calibrate ค่า Conductivity

1.3.10 รอจนค่า Cond. บรรทัดบนคงที่แล้วกดปุ่ม F1 เพื่อทำการ Calibrate จอภาพแสดงจอภาพแสดง Calibrate OK แสดงว่าการ Calibrate เป็นผลสำเร็จ พร้อมใช้งานต่อไป ดังรูปที่ 18 ถ้าแสดงจอภาพ Calibrate Fail แสดงว่าการ Calibrate ไม่เป็นผลสำเร็จ (ค่า k ที่แสดงบนหน้าจอเป็นค่า factor ของขั้วทางไฟฟ้า)

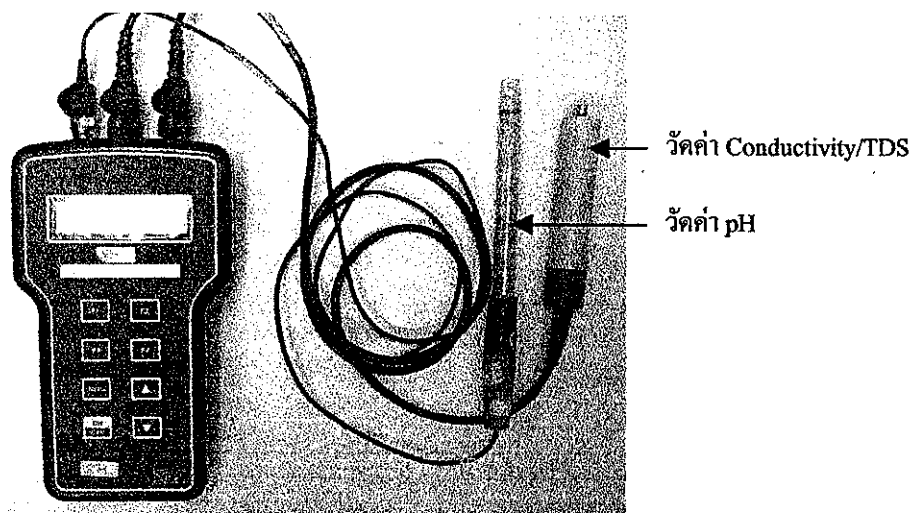


รูปที่ 3.121 แสดงการยืนยันค่า Calibrate ค่า Conductivity

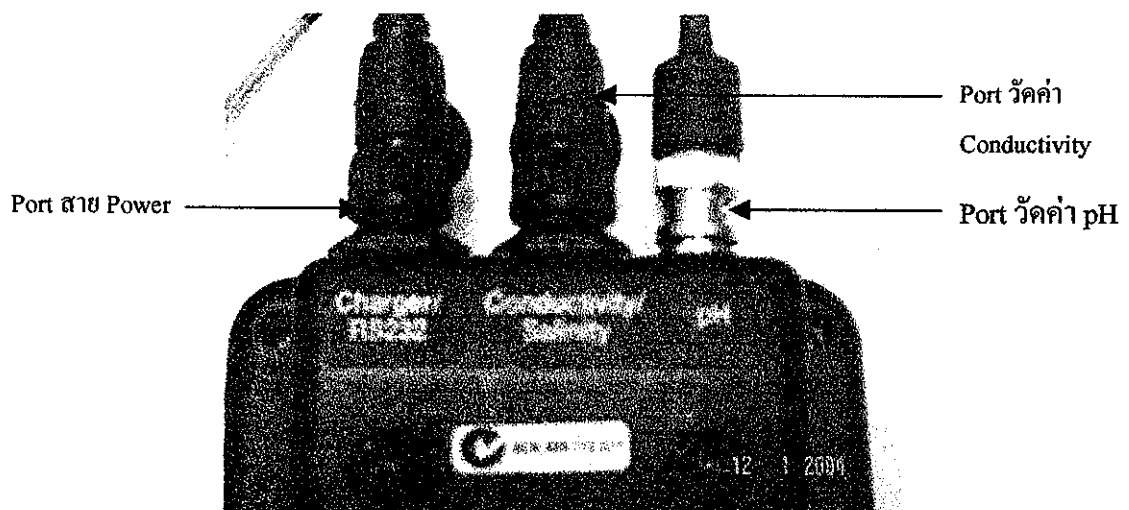
1.3.11 ล้างหัววัดในน้ำสะอาดเพื่อล้างน้ำยาที่เก็บหัววัดออกแล้วซับเบา ๆ ด้วยกระดาษชำระให้แห้ง

ขั้นตอนการใช้งาน

1. ต่อหัววัด pH และ Conductivity Electrode เข้ากับตัวเครื่องวัด



รูปที่ 3.122 แสดงการต่อหัววัด pH และ Conductivity Electrode เข้ากับตัวเครื่องวัด



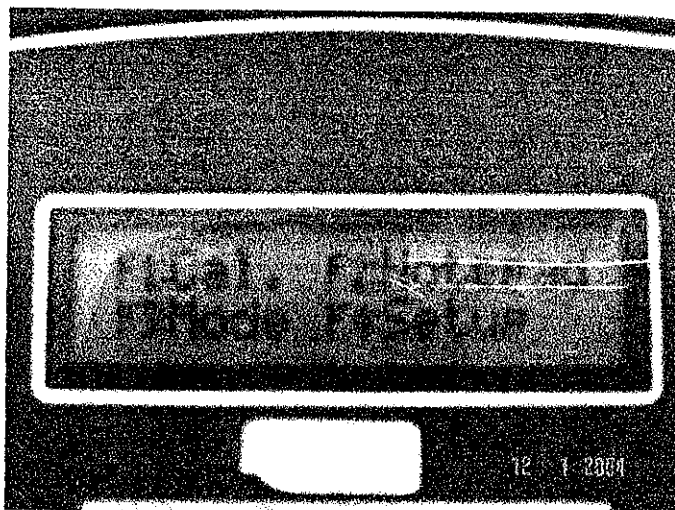
รูปที่ 3.123 แสดง Port ของเครื่อง WP-81T สำหรับต่อหัววัดค่าต่างๆ

2. ถอดปลอกหุ้มหัววัดออก และ ล้างหัววัดในน้ำสะอาด เพื่อล้างน้ำยาที่เก็บหัววัดออกแล้วซับด้วยกระดาษชำระให้แห้ง

3. กดปุ่ม สวิตซ์ On เพื่อเปิดเครื่อง

4. กดปุ่ม Menu หน้าจอจะแสดง

F1 : Cal, F2 : Notepad, F3 : Mode, F4 : Setup ดังรูปที่ 21



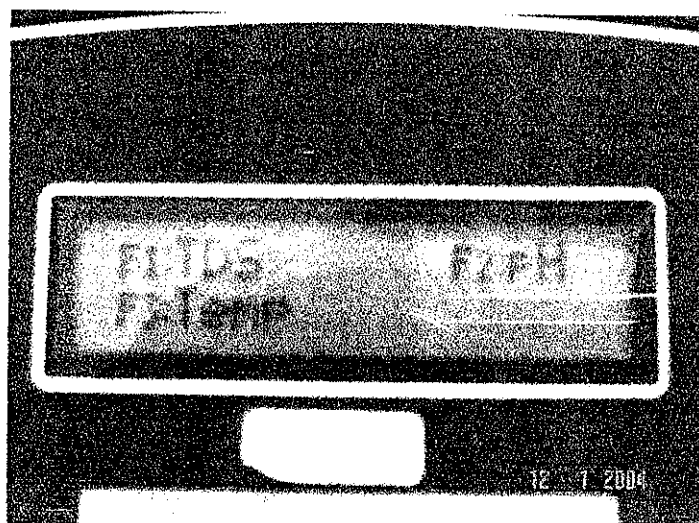
รูปที่ 3.124 แสดงหน้าจอหลังจากกดปุ่ม Menu

4.1 กดปุ่ม F1 สำหรับการสอบเทียบค่าซึ่งจะประกอบด้วย

pH ค่าความเป็นกรด-ด่าง

TDS ค่าปริมาณสารละลายทั้งหมด

Cond. ค่าความนำไฟฟ้า



รูปที่ 3.125 แสดงหน้าจอหลังจากกดปุ่ม F1

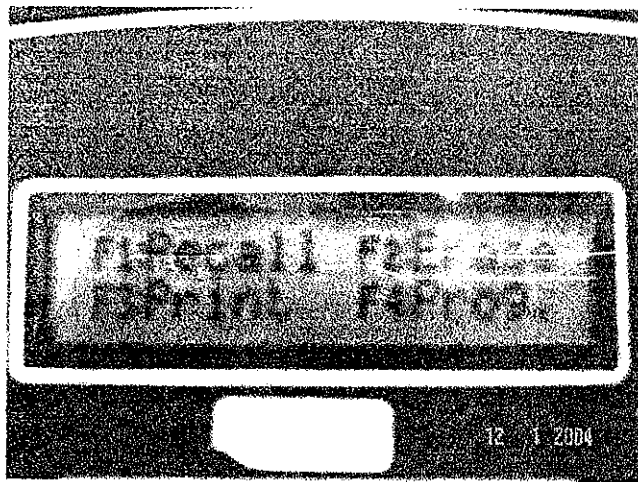
4.2 กดปุ่ม F2 เข้าสู่รายการใน notepad ซึ่งประกอบด้วย

Recall สำหรับดูข้อมูลในที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ

Erase สำหรับลบข้อมูลทั้งหมดที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ

Print สำหรับพิมพ์ข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ

Prog สำหรับตั้งค่าช่วงเวลาในการบันทึกข้อมูล เช่น ทุกๆ 5 วินาที 10 วินาที เป็นต้น



รูปที่ 3.126 แสดงหน้าจอหลังจากกดปุ่ม F2

4.3 กดปุ่ม F3 เข้าสู่รายการใน Mode สำหรับตั้งค่าที่จะแสดงบนหน้าจอ ประกอบด้วย

Cond (F1)	หน่วยเป็น μs
pH (F2)	หน่วยเป็น pH
TDS (F3)	หน่วยเป็น ppm
mV (F4)	หน่วยเป็น mV



รูปที่ 3.127 แสดงหน้าจอหลังจากกดปุ่ม F3

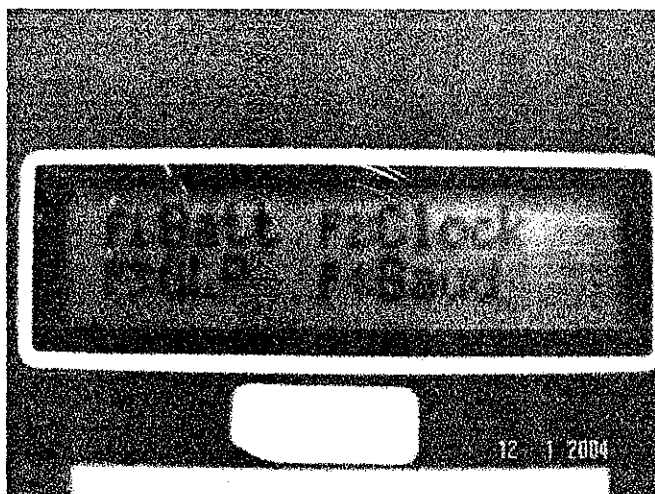
4.4 กดปุ่ม F4 เพื่อเข้าสู่รายการใน Setup ซึ่งประกอบด้วย

Batt ซึ่งจะบอก Status ของแบตเตอรี่ และตั้งค่า Batt Save (ประหยัด Battery) เป็น On หรือ Off

Clock สำหรับใช้ ตั้งค่าวันและเวลาของเครื่อง

GLP สำหรับดูข้อมูลการสอบเทียบครั้งล่าสุด พร้อมแสดงเวลาที่การสอบเทียบ

Baud สำหรับตั้งค่า Baud Rate ในการถ่ายโอนข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์



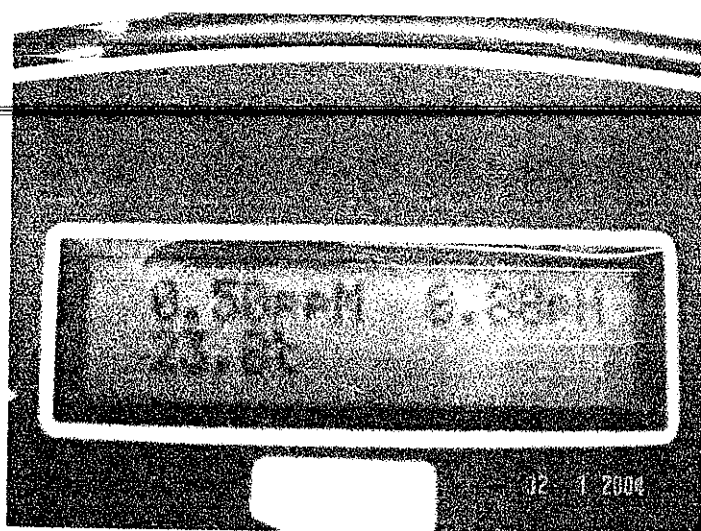
รูปที่ 3.128 แสดงหน้าจอหลังจากกดปุ่ม F4

5. นำหัววัดค่า pH และหัววัดค่า Conductivity ล้างในน้ำกลั่นให้สะอาดแล้วจุ่มลงในสารที่ต้องการวัด ดังรูปที่ 26



รูปที่ 3.129 แสดงการจุ่มหัววัดค่า pH และหัววัดค่า Conductivity ลงในสารที่ต้องการวัด

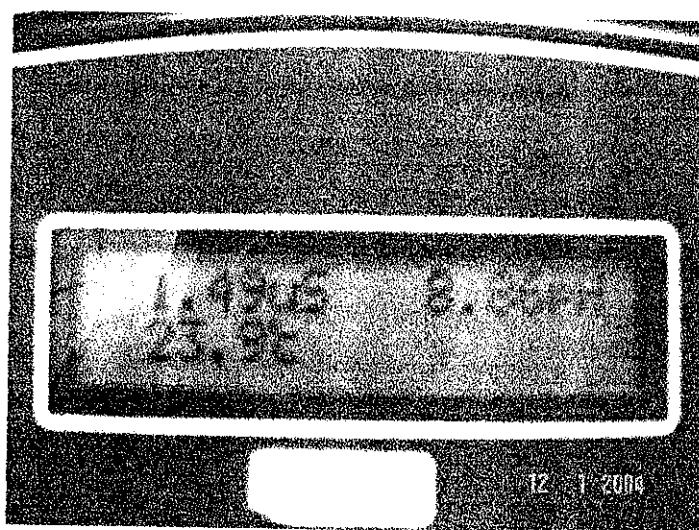
6. หน้าจอจะแสดงค่า pH และค่าปริมาณสารละลายของแข็ง (TDS) ดังรูปที่ 27



รูปที่ 3.130 แสดงค่า *pH* และค่าปริมาณสารละลายของแข็ง (TDS)

7. ถ้าต้องการดูค่า Conductivity ทำได้โดยการกดปุ่ม Menu หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ 21 จากนั้นเลือกคคที่ปุ่ม F3 เพื่อเข้าสู่รายการ Mode สำหรับตั้งค่าที่แสดงบนหน้าจอ ดังรูปที่ 24

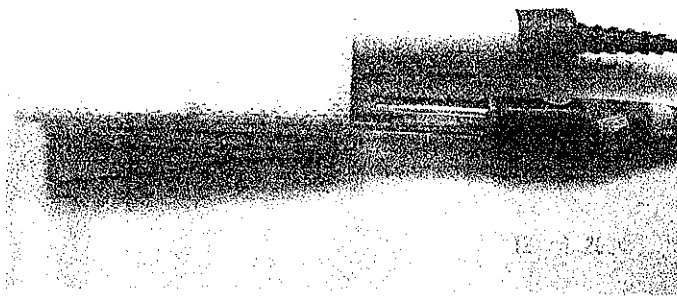
8. จากนั้นกดปุ่ม F1 เพื่อ Set ให้หน้าจอแสดงค่า Conductivity โดยเครื่องจะแสดงค่า *pH* และค่า Conductivity ดังรูปที่ 28



รูปที่ 3.131 แสดงค่า *pH* และค่า Conductivity

ขั้นตอนการเลิกใช้งาน

1. ปิด Switch ก่อนแล้วถอดสายวัดทำความสะอาดแล้วใช้กระดาษชำระซับให้แห้ง ดังรูปที่ 29



รูปที่ 3.132 แสดงการซับหัววัดด้วยกระดาษชำระให้แห้ง

ข้อควรระวัง

1. หลังจากเลิกใช้งานให้นำหัว Sensor วัดค่า pH แฉลง ในน้ำยากันไม่ให้หัว Sensor แดกหักเสียหายได้
2. ปิดเครื่องก่อนที่จะถอดสาย Sensor ออก
3. หลีกเลี่ยงการนำหัว Sensor วัดในกรดเข้มข้น ถ้าจำเป็นต้องวัดให้เร็วที่สุดแล้วรีบนำหัว Sensor ไปล้าง โดยให้น้ำไหลผ่าน
4. หลีกเลี่ยงการสัมผัสหรือขีดถูหัว Sensor ในขณะที่ทำการวัดและหลีกเลี่ยงการนำหัว Sensor ไปวัดในสารแขวนลอย เช่น ทราย, ดิน
5. ห้ามหัว Sensor วัดในสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 60°C
6. ห้ามผู้ปฏิบัติงานทำการปรับแต่งเครื่องมือวัดที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว ยกเว้นเป็นขั้นตอนสอบเทียบปกติก่อนการใช้งาน