อุปกรณ์การวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย
สำหรับแบบจำลองกระบวนการทางอุตสาหกรรม
WIRELESSHART TEMPERATURE TRANSMITTER
FOR INDUSTRIAL PLANT MODEL

พีรณัฐ ใหม่เอี่ยม
ศุภกร มุขมา
มลริสา เพ็งพัฒน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อุปกรณ์การวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย
สำหรับแบบจำลองกระบวนการทางอุตสาหกรรม
WIRELESSHART TEMPERATURE TRANSMITTER
FOR INDUSTRIAL PLANT MODEL

T143933

พีรณัฐ ใหม่เอี่ยม
ศุภกร มุขมา
มลริสา เพ็งพัฒน์

bca266814
b.
l.
เลขหมู่
เลขทะเบียน 143933
วัน.เดือน.ปี 04 ต.ค. 2559

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WIRELESSHART TEMPERATURE TRANSMITTER FOR INDUSTRIAL PLANT MODEL

PEERANAT MAI-IAM
SUPPAKORN MUKMA
MONRISA PENGPAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEER IN INSTRUMENTATION ENGINEER
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2558

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบไร้สายสำหรับแบบจำลอลกระบวนการทางอุตสาหกรรม WIRELESSHART TEMPERATURE TRANSMITTER FOR INDUSTRIAL PLANT MODEL			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายพีรณัฐ	ใหม่เอี่ยม	รหัสนักศึกษา	55010874
	นายศุภกร	มุขมา	รหัสนักศึกษา	55011221
	นางสาวมลริสา	เพ็งพัฒน์	รหัสนักศึกษา	55010984
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต			
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม			
ปีการศึกษา	2558			

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ. เชื้อ นกอยู่	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบไร้สายสำหรับแบบจำลอลกระบวนการทางอุตสาหกรรม WIRELESSHART TEMPERATURE TRANSMITTER FOR INDUSTRIAL PLANT MODEL			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายพีรณัฐ	ใหม่เอี่ยม	รหัสนักศึกษา	55010874
	นายศุภกร	มุขมา	รหัสนักศึกษา	55011221
	นางสาวมลริสา	เพ็งพัฒน์	รหัสนักศึกษา	55010984
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. เชื้อ	นกอยู่		
ปีการศึกษา	2558			

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ศึกษาอุปกรณ์สำหรับการวัดอุณหภูมิของเครื่องตรวจจับไฟฟ้าความต้านทานต่ออุณหภูมิ (RTD) และอุปกรณ์ที่ป้องกันไม่ให้อุปกรณ์การวัดเสียหายหรือเทอร์โมเวล รวมถึงการส่งสัญญาณที่ใช้สำหรับการส่งค่าที่วัดได้จาก transducer เพื่อใช้ในการการควบคุมหรือนำค่าที่วัดได้ไปแสดงผล วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหลักการพื้นฐานและการศึกษาทางทฤษฎีของ RTD และศึกษาสร้างและโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการ sizing อุปกรณ์ รวมไปถึงการติดตั้งและการออกแบบอุปกรณ์สำหรับPlant model ระบบการสื่อสารสำหรับการวัดของอุปกรณ์สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ แล้วค่าที่วัดได้ตรงตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	WIRELESSHART TEMPERATURE TRANSMITTER FOR INDUSTRIAL PLANT MODEL		
Authors	Mr.Peeranat Mai-Iam	Student ID.	55010874
	Mr. Suppakorn Mukma	Student ID.	55011221
	Miss Monrisa Pengpat	Student ID.	55010984
Thesis Advisor	Assistance Professor Chaue Nokyoo		
Year	2015		

ABSTRACT

This project studies on temperature measuring equipment used in the industry. Thus, the manufacturing process has become very important to the physical parameters. Temperature control is a very important factor. The principle and functions of the temperature control system based on Distributed Control System (DCS) are studied, and the temperature measurement unit consists Resistance Temperature Detector (RTD). The Resistance Temperature Detector is sensor used to measure temperature by correlating the resistance of the RTD element with temperature. Most RTD elements consist of a length of fine coiled wire wrapped around a ceramic or glass core. The element is usually quite fragile, so it is often placed inside a sheathed probe to protect it. The RTD element is made from a pure material, typically platinum, nickel or copper. The material has a predictable change in resistance as the temperature changes and it is this predictable change that is used to determine temperature. The Distributed Control System is a control system for a process or plant, wherein control elements are distributed throughout the system. An alarm will be given by system if the temperature exceeds the upper and lower limit value of the temperature which can be set automatic control is achieved. The system has been proved to be accurate, reliable and satisfied through field practice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จัดทำสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเมตตากรุณาอย่างสูง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ เชื้อ นกอยู่ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำมาโดยตลอด ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คุณสมพล บุษบรรณ Senior Sale Manger บริษัท EMERSON ที่ได้ให้คำแนะนำ อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ และ เป็นกำลังใจในการวิจัยมาตลอด

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกรอบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุน คอยให้กำลังใจ และเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์เสมอมา คุณความดีที่พึงมีจากการทำปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ รวมทั้งคณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญรูป VI

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุณหภูมิ 4
2.2 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิโดยความต้านทานเปลี่ยนแปลงRTD 4
2.2.1 โครงสร้างของ RTD 5
2.2.2 R กับ T ความสัมพันธ์ของโลหะต่าง ๆ 6
2.2.3 ชนิดของ RTD 9
2.2.4 หลักการชดเชยอุณหภูมิอาร์ทีดี 2 สาย 3สาย 4 สาย 12
2.3 Thermowell 14
2.4 ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ 17
2.5 เทคโนโลยี Wirless HART 19
2.6 Wake Frequency of Thermowell 20
2.7 ซอฟแวร์ที่เกี่ยวข้อง 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ

3.1 การศึกษาการทำงานของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ 26

3.1.1 การใช้โปรแกรม Toolkit ในการเลือก Model ของอุปกรณ์ 26

3.1.1.1 การเลือก Model Rosemount 644 Temperature Transmitter 26

3.1.1.2 การเลือก Model Rosemount 3144P Temperature Transmitter 29

3.1.1.3 การเลือก Model Rosemount 848T Temperature Transmitter 32

3.1.1.4 การเลือก Model Sensor (RTD) 35

3.1.2 การใช้โปรแกรม Preliminary Calculation Tool ในการวิเคราะห์ความแข็งแรงของ Thermowell 38

3.2 วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับGatewayและ wirelessI/O Card 39

3.2.1 วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับGateway 39

3.2.2 วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับ Wireless I/O Card 42

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง 44

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล 46

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข 46

5.3 ข้อเสนอแนะ 46

บรรณานุกรม 47

ภาคผนวก 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	โครงสร้างภายในของอาร์ทีดี	5
2.2	โครงสร้างRTD	6
2.3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิของวัสดุ	8
2.4	Thin film elements	9
2.5	โครงสร้างThin film elements	9
2.6	Wire-wound elements	10
2.7	โครงสร้าง Wire-wound elements	10
2.8	Coiled elements	11
2.9	โครง Coiled elements	11
2.10	RTDแบบ 2 สาย	12
2.11	RTDแบบ 3 สาย	13
2.12	RTDแบบ 4 สาย	13
2.13	Thermowel	14
2.14	ส่วนประกอบของ Thermowell	14
2.15	PROCESS CONNECTION TYPE	15
2.16	ชนิดของ Thermowell	16
2.17	Rosemount 644 Temperature Transmitter	17
2.18	Rosemount 3144P Temperature Transmitter(1)	17
2.19	Rosemount 3144P Temperature Transmitter(2)	17
2.20	Rosemount 848T Wireless Temperature Transmitter	18
2.21	ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงและการวัด	20
2.22	โปรแกรม Instrument Toolkit	24
2.23	โปรแกรม Preliminary Calculation	25
3.1	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Temperature แล้วเลือก Temperature Transmitter, sensor, Accessories	26
3.2	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนดTag Number, Service และเลือก Configuration เป็น Temperature Transmitter	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.3	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนดค่าต่างๆ ตามความเหมาะสมของกระบวนการ	27
3.4	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Product เป็น 644 smart Temperature Transmitter	27
3.5	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit กำหนด Model ต่างๆตามความต้องการ อย่างเหมาะสม	27
3.6	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit เลือก Transmitter Specification Sheet เพื่อให้ได้ Specification Sheet ของ Rosemount 644 Temperature	28
3.7	Specification Sheet ของ Rosemount 644 Temperature	28
3.8	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Temperatureแล้วเลือก Temperature Transmitter, sensor, Accessories	29
3.9	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนดTag Number , Service และเลือก Configuration เป็น Temperature Transmitter	29
3.10	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนดค่าต่างๆตามความเหมาะสมของกระบวนการ	29
3.11	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Product เป็น 3144P smart Temperature Transmitter	30
3.12	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit กำหนด Model ต่างๆตามความต้องการ อย่างเหมาะสม	30
3.13	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit เลือก Transmitter Specification Sheet เพื่อให้ได้ Specification Sheet ของ Rosemount 644 Temperature Transmitter ออกมา	30
3.14	Specification Sheet ของ Rosemount 644 Temperature Transmitter	31
3.15	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Temperatureแล้วเลือก Temperature Transmitter , sensor, Accessories	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.16	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนด Tag Number , Service และเลือก Configuration เป็น Temperature Transmitter	32
3.17	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนดค่าต่างๆตามความเหมาะสมของกระบวนการ	32
3.18	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Product เป็น High Density Temperature Measurement Family	33
3.19	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit กำหนด Model ต่างๆตามความต้องการ อย่างเหมาะสม	33
3.20	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit เลือก Transmitter Specification Sheet เพื่อให้ได้ Specification Sheet ของ Rosemount 848T Temperature Transmitter	33
3.21	Specification Sheet ของ Rosemount 848T Temperature	34
3.22	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Temperatureแล้วเลือก Temperature Transmitter, Sensor, Accessories	35
3.23	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนด Tag Number , Service และเลือก Configuration เป็น Sensor	35
3.24	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนดค่าต่างๆตามความเหมาะสมของกระบวนการของเรา	35
3.25	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit กำหนด Model ต่างๆตามความต้องการ อย่างเหมาะสม	36
3.26	แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkitเลือก Speccification Sheet เพื่อให้ได้ Specification Sheet ของ Sensor (RTD)	36
3.27	Specification Sheet ของ Sensor	37
3.28	กำหนดค่าต่างๆ ของกระบวนการ, ชนิดและขนาดของท่อ, ชนิดและขนาดของ Thermowell ที่ต้องการ	38
3.29	วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับGatewayและ wireless I/O Card	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.30	หน้าInternet explorer กรอก IP address ของ Gateway	39
3.31	หน้า ใส่ Username และ password	39
3.32	หน้าแสดง Network ID	40
3.33	แสดงหน้า common join key	40
3.34	กด HART	40
3.35	กด Utility	40
3.36	กด Configure HART Application	41
3.37	กด Polling address	41
3.38	ใส่ค่า 63 and fill in 0	41
3.39	กด online	41
3.40	กด Configure	41
3.41	กด Guided Setup	41
3.42	กด Join Device To Network	41
3.43	ใส่ Network ID	42
3.44	ใส่ common join key(part1-4)	42
3.45	หน้าเว็บเพจที่แสดง	42
3.46	หน้า Explorering DeltaV ที่มีค่า Network ID และ common join key	42
3.47	ผลที่แสดง	43
4.1	แสดงค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์วัดได้จากอุณหภูมิของน้ำในTANK	44
4.2	แสดงค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์วัดได้จากหม้อ	44
4.3	หน้าเว็บเพจของGateway	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

การวัดอุณหภูมิภายในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมถือได้ว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะเนื่องจากอุณหภูมิจะส่งผลกระทบในหลายๆ ด้าน เช่น ส่งผลกระทบต่อค่าความต้านทานของสายไฟหรือสายสัญญาณทำให้มีค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลต่ออายุการใช้งานของวัสดุภายในวงจรไฟฟ้า หรือรวมไปถึงสภาพแวดล้อมของกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยอุปกรณ์วัดอุณหภูมิมีหลายประเภท ทั้งนี้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นไปที่อุปกรณ์วัดอุณหภูมิทางไฟฟ้าหรือทรานสดิวเซอร์วัดอุณหภูมิ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิทางไฟฟ้าชนิด Resistance Temperature Detector (RTD) และศึกษาอุปกรณ์ป้องกันไม่ให้สิ่งที่ต้องการวัดสัมผัสกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิทางไฟฟ้าโดยตรงหรือ Thermo-well รวมไปถึงหลักการทำงานของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิทางไฟฟ้า การออกแบบติดตั้งอุปกรณ์แล้วนำค่าที่วัดได้มาทำการควบคุมด้วยตัวควบคุมเพื่อให้ได้อุณหภูมิตามที่ต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานของอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิทางไฟฟ้า
2. เพื่อศึกษาการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิทางไฟฟ้า
3. เพื่อศึกษาการติดต่อสื่อสารสำหรับการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์แบบฮาร์ทโปรโตคอล
4. เพื่อศึกษาการส่งข้อมูลที่วัดได้จากอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิทางไฟฟ้าโดยใช้ระบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตปริญญานิพนธ์

1. เรียนรู้ทฤษฎีและหลักการทำงานของอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิทางไฟฟ้าในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เลือกใช้อุปกรณ์การวัดอุณหภูมิทางไฟฟ้าชนิด Resistance Temperature Detector (RTD)
2. เรียนรู้อุปกรณ์ป้องกันสิ่งที่ต้องการวัดสัมผัสกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิทางไฟฟ้าโดยตรงหรือ Thermo-well และอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตที่ได้จากอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิทางไฟฟ้าเป็นสัญญาณมาตรฐาน (Temperature Transmitter)
3. เรียนรู้การใช้งานโปรแกรม Instrument Toolkit ของบริษัท EMERSON

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาการออกแบบการทำงานของระบบจำลอง (Plant Model)
2. ศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานของอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิทางไฟฟ้าพื้นฐาน
3. ศึกษาส่วนประกอบของอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิทางไฟฟ้าชนิด Resistance Temperature Detector (RTD)
4. สั่งโรงงานผลิตส่วนประกอบของกระบวนการตามที่ได้ออกแบบไว้
5. ศึกษาอุปกรณ์ของจริงโดยศึกษาอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิทางไฟฟ้าชนิด Resistance Temperature Detector (RTD) อุปกรณ์ป้องกันไม่ให้สิ่งที่ต้องการวัดสัมผัสกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิทางไฟฟ้าโดยตรงหรือ Thermo-well และอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตที่ได้จากอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิทางไฟฟ้าเป็นสัญญาณมาตรฐาน (Temperature Transmitter)
6. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม Instrument Toolkit ของบริษัท EMERSON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. คาดว่าทำให้เข้าใจทฤษฎีและหลักการทำงานของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิทางไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น เนื่องจากได้เห็นอุปกรณ์วัดของจริงพร้อมทั้งได้รับคำแนะนำจากผู้มีประสบการณ์ของบริษัทผู้ผลิต
2. คาดว่าทำให้สามารถออกแบบระบบจำลอง (Plant Model) จากความรู้ที่ได้ศึกษามานำมาออกแบบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 อุณหภูมิ

ในอดีตมีแนวคิดเกี่ยวกับอุณหภูมิเกิดขึ้นเป็น 2 แนวทาง คือตามแนวทางของหลักอุณหพลศาสตร์ และตามการอธิบายเชิงจุลภาคทางฟิสิกส์เชิงสถิติ อุณหพลศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับการวัดในเชิงมหภาค ดังนั้นคำจำกัดความอุณหภูมิในเชิงอุณหพลศาสตร์ในเบื้องแรก ซึ่งกำหนดขึ้นโดยลอร์ดเคลวิน จึงระบุเกี่ยวกับค่าตัวแปรต่างๆ ที่สามารถตรวจวัดได้จากการสังเกต ส่วนฟิสิกส์สถิติจะให้ความเข้าใจในเชิงลึกยิ่งกว่าอุณหพลศาสตร์ โดยอธิบายถึงการสะสมจำนวนอนุภาคขนาดใหญ่ และตีความพารามิเตอร์ต่างๆ ในอุณหพลศาสตร์ (เชิงมหภาค) ในฐานะค่าเฉลี่ยทางสถิติของพารามิเตอร์ของอนุภาคในเชิงจุลภาค ในการศึกษาฟิสิกส์เชิงสถิติสามารถตีความคำนิยามอุณหภูมิในอุณหพลศาสตร์ว่า เป็นการวัดพลังงานเฉลี่ยของอนุภาคในแต่ละองศาอิสระในระบบอุณหพลศาสตร์ โดยที่อุณหภูมินั้นสามารถมองเป็นคุณสมบัติเชิงสถิติ ดังนั้นระบบจึงต้องประกอบด้วยปริมาณอนุภาคจำนวนมากเพื่อจะสามารถบ่งบอกค่าอุณหภูมิอันมีความหมายที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ ในของแข็งพลังงานนี้พบในการสั่นไหวของอะตอมของสสารในสภาวะสมดุล ในแก๊สอุดมคติ พลังงานนี้พบในการเคลื่อนไหวไปมาของอนุภาคโมเลกุลของแก๊ส เพราะฉะนั้นการวัดอุณหภูมิอาจมีนิยามเพื่อความเข้าใจที่ง่ายขึ้นคือการวัดค่าเฉลี่ยของพลังงานจลน์ของอนุภาคในสสารใดๆ ซึ่งสอดคล้องกับความร้อนหรือเย็นของสสารนั้น

2.2อุปกรณ์การวัดอุณหภูมิโดยความต้านทานเปลี่ยนแปลง (Resistance Temperature Detector)

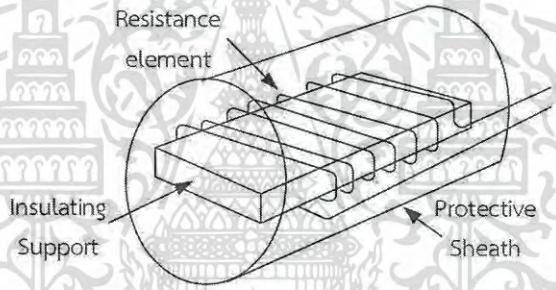
อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิโดยความต้านทานเปลี่ยนแปลง (Resistance Temperature Detector, RTD) คือตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของโลหะซึ่งค่าความต้านทานดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มตามอุณหภูมิ ความต้านทานของโลหะที่เพิ่มเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นนี้ เรียกว่า “ สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบบวก “ (Positive Temperature Coefficient , PTC) นอกจากนี้ RTD ยังมีชื่อเรียกได้อีกอย่างว่า “ เทอร์โมมิเตอร์แบบค่าความต้านทาน “ (Resistance Temperatures)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RTD ทำจากลวดโลหะที่มีความยาวค่าหนึ่ง ซึ่งที่ 0 °C จะมีค่าความต้านทานค่าหนึ่งตามที่กำหนด ลวดโลหะนี้จะพันอยู่บนแกนที่เป็นฉนวนไฟฟ้า มีคุณสมบัติทนต่อความร้อน และต้องมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวสัมพันธ์กับการขยายตัวของขดลวด RTD จะถูกบรรจุอยู่ใน Metal Sheath ฉนวนที่ใช้เป็นพวกแมกนีเซียมออกไซด์ หรืออะลูมิเนียมออกไซด์

2.2.1โครงสร้างของ RTD

โครงสร้างของอาร์ทีดีประกอบด้วยขดลวดความต้านทานที่ทำจากวัสดุชนิดต่างๆ พันรอบแกนหรือหลอดที่มีสภาพเป็นฉนวนไฟฟ้าทนต่อความร้อน (ดังรูป) จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง เพื่อให้ขดลวดร้อนจนอ่อนตัวและนำไปอบร้อนเพื่อคลายความเครียดของเส้นลวด แกนสำหรับพันเส้นลวดส่วนใหญ่ทำมาจากสารประเภทเซรามิกหรือแก้ว หรือแพลตทินัมที่เคลือบด้วยเซรามิก โดยแกนที่ใช้พันขดลวดต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวใกล้เคียงและสัมพันธ์กับการขยายตัวของเส้นลวด



รูปที่2.1 โครงสร้างภายในของอาร์ทีดี

โดยทั่วไปอาร์ทีดีที่นำไปใช้งานอยู่ในรูปของชีตอาร์ทีดี (sheath RTD) (บางครั้งเรียกว่า ปลอกโลหะ (metal sheath) หรือโพรบ (probe)) หรือติดตั้งไว้ในเทอร์โมเวลล์ (thermowell) โดยนำแกนที่พันด้วยเส้นลวดมาติดตั้งที่บริเวณปลายของโพรบหรือเทอร์โมเวลล์ (ดังรูป ก) เพื่อใช้สัมผัสกับตัวกลางใดๆ ที่ต้องการวัดอุณหภูมิโดยไม่เกิดการเสียหาย อุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลหรืออาร์ทีดี เพื่อวัดอุณหภูมิในกระบวนการ ได้แก่ หัวเชื่อมต่อ (connecting head/junction box/terminal box) (บางครั้งเรียกว่า หัวกะโหลก) (ดังรูป ข) โดยเวลาที่ใช้ในการอ่านค่าอุณหภูมิด้วย RTD หรือช่วงเวลาการตอบสนอง (response time) ของ RTD ขึ้นอยู่กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายองค์ประกอบ ได้แก่ ชนิดของวัสดุทำเทอร์โมเวลล์หรือโพรบ ช่องว่างระหว่างโพรบและ RTD การติดตั้ง และชนิดของของไหลที่ต้องการวัดอุณหภูมิ เป็นต้น

รูปที่2.2 โครงสร้างRTD

2.2.2 R กับ T ความสัมพันธ์ของโลหะต่าง ๆ

องค์ประกอบทั่วไปของRTDประกอบด้วย แพลทินัม,ทองแดง หรือนิกเกิล มีความต้านทานซ้ำกับความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ (R vs T) และช่วงอุณหภูมิในการทำงาน ความสัมพันธ์ของRกับT หมายถึง ปริมาณของความต้านทานเปลี่ยนเซ็นเซอร์ ต่อระดับของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องในความต้านทาน (สัมประสิทธิ์ของความต้านทานต่ออุณหภูมิ) จะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยกว่าช่วงที่ใช้งานของเซนเซอร์

แพลตตินัมถูกเสนอ โดย Sir William Simenเป็นองค์ประกอบสำหรับเครื่องตรวจจับอุณหภูมิความต้านทานที่ Bakerian lecture ในปี 1871 มันเป็นโลหะชั้นสูงและมีเสถียรภาพมากที่สุด ความต้านทานต่ออุณหภูมิยังมีความสัมพันธ์มากกว่าช่วงอุณหภูมิที่ใหญ่ที่สุด ,องค์ประกอบของนิกเกิลมีช่วงอุณหภูมิที่จำกัดเนื่องจากจำนวนการเปลี่ยนแปลงความต้านทานต่อระดับของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะมากและไม่ใช่เชิงเส้นที่อุณหภูมิกว่า 572 ° F (300 ° C) ,ทองแดงมีความสัมพันธ์ความต้านทานต่ออุณหภูมิเชิงเส้นมาก แต่ทองแดง oxidizes ที่อุณหภูมิปานกลางและไม่สามารถนำมาใช้มากกว่า 302 ° F (150 ° C)ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพททินั่มเป็นโลหะที่ดีที่สุดสำหรับการใช้ทำ RTDs เพราะมันเป็นไปตามความสัมพันธ์ความต้านทานต่ออุณหภูมิเชิงเส้นมากและมันเป็นไปตามความสัมพันธ์ R กับ T ในลักษณะที่ทำซ้ำได้สูงในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง คุณสมบัติที่เป็นเอกลักษณ์ของแพลทินัมทำให้เป็นวัสดุทางเลือกสำหรับอุณหภูมิมาตรฐานในช่วงที่ -272.5 ° C ถึง 961.78 ° C และใช้ในการเซ็นเซอร์ที่กำหนดโดยมาตรฐานอุณหภูมินานาชาติ,ITS-90 แพททินั่มนั้นถูกเลือกก็เพราะคุณสมบัติความเฉื่อยของสารเคมี

ลักษณะสำคัญของโลหะที่ใช้เป็นองค์ประกอบของความต้านทานเป็นแบบเชิงเส้น การประมาณค่าความต้านทานกับความสัมพันธ์ของอุณหภูมิจะอยู่ที่ระหว่าง 0 และ 100 ℃ ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานนี้จะเรียกว่าอัลฟาα สมการดังต่อไปนี้กำหนดα; หน่วยเป็นโอห์ม / โอห์ม / ° C

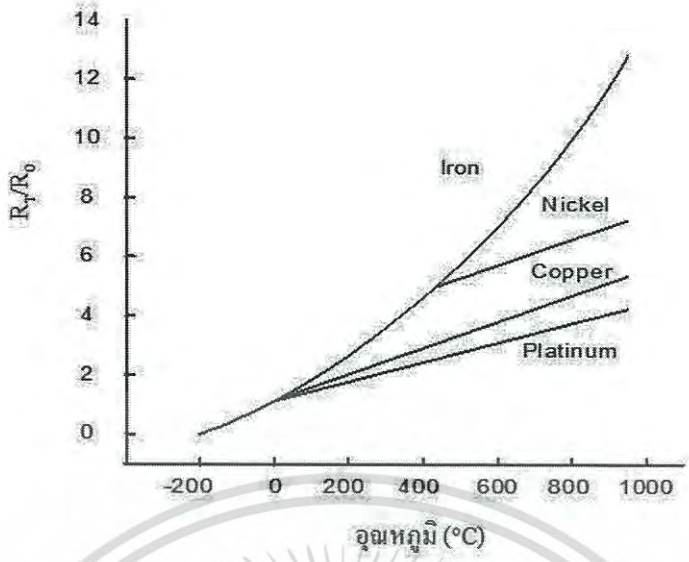
$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100R_0}$$

R_0 = ความต้านทานของเซ็นเซอร์ที่ 0 ° C

R_{100} = ความต้านทานของเซ็นเซอร์ที่ 100 ° C

แพลตตินั่มบริสุทธิ์มีอัลฟ่า 0.003925 โอห์ม/โอห์ม/° C ในช่วง 0 ถึง 100 ° C และใช้ในการก่อสร้าง RTDs ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ตรงกันข้ามกับสองมาตรฐานกลับได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมคือ RTDs IEC 60751 และมาตรฐาน ASTM E-1137 ระบุอัลฟา 0.00385 โอห์ม/ โอห์ม / ° C ก่อนที่มาตรฐานเหล่านี้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ใช้หลายค่าอัลฟาที่แตกต่างกัน ยังคงเป็นไปได้ที่จะพบโพรบเก่าที่ทำด้วยแพลตตินั่มที่มีค่าอัลฟา 0.003916 โอห์ม / โอห์ม / ° C และ 0.003902 โอห์ม / โอห์ม / ° C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิของวัสดุ

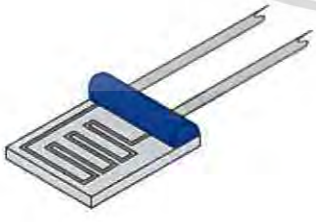
พิจารณากราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิของทองแดงและแพลตทินัม (จากรูปด้านบน) พบว่า มีลักษณะเป็นเส้นตรงในย่านของอุณหภูมิที่ค่อนข้างกว้าง และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นเชิงเส้นชัดเจน อย่างไรก็ตาม ทองแดงง่ายต่อการทำปฏิกิริยาเคมี โดยทั่วไปจึงเลือกใช้แพลตทินัม โดยอาร์ทีดีชนิดที่นิยมใช้มากที่สุด คือ RTD PT100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

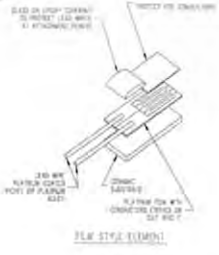
2.2.3 ชนิดของ RTD

มีอยู่สามประเภทหลักของ RTD: thin film, wire-wound, และ coiled elements ในขณะที่ประเภทนี้เป็นพวกที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมมีบางสถานที่ยังใช้รูปร่างแปลกกว่าอื่น ๆ ที่ใช้ เช่น ตัวต้านทานคาร์บอนที่ใช้ในอุณหภูมิต่ำ (- 173 ultra ° C ถึง - 273 องศา C)

- Carbon resistor elements มีอยู่อย่างกว้างขวางและมีราคาไม่แพงมาก พวกเขามีผลการทำซ้ำได้มากที่อุณหภูมิต่ำ เป็นรูปแบบที่น่าเชื่อถือมากที่สุดในอุณหภูมิที่ต่ำมาก พวกเขามักไม่ประสบ hysteresis อย่างมีนัยสำคัญหรือผลวัดความเครียด
- Strain free elementsใช้ขดลวดลวดได้รับการสนับสนุนน้อยที่สุดภายในปลอกหุ้มที่ปิดสนิทที่เต็มไปด้วยก๊าซเฉื่อย เซ็นเซอร์เหล่านี้จะใช้ถึง 961.78 องศาเซลเซียสและมีการใช้ใน SPRT ที่กำหนด ITS-90 มันประกอบไปด้วยลวดแพลทินัมม้วนอย่างหลวม ๆกว่าโครงสร้างการสนับสนุนเพื่อให้องค์ประกอบมีอิสระที่จะขยายและติดต่อกับอุณหภูมิ มันมีความอ่อนไหวมากต่อการกระแทกและการสั่นสะเทือนเป็นลูปของแพลทินัมสามารถแกว่งไปมาทำให้เสียรูป
- Thin film elements มีภาพองค์ประกอบที่ถูกสร้างขึ้นโดยการฝากชั้นบางมากของวัสดุต้านทาน ,แพลทินัมธรรมดา, บนพื้นผิวเซรามิก ชั้นนี้มักจะเป็นหนาเพียงแค่ 10-100 angstroms (1-10 นาโนเมตร) แล้วมีเคลือบฟิล์มนี้กับอีพ๊อกซี่หรือแก้วที่ช่วยปกป้องฟิล์มฝาก และยังทำหน้าที่เป็นผ่อนความตึงสำหรับสายตะกั่วภายนอก ข้อเสียของประเภทนี้คือจะไม่มั่นคงต่างจาก "wire wound" หรือ "coiled counterparts"นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้ในช่วงอุณหภูมิที่จำกัดเนื่องจากอัตราการขยายตัวแตกต่างกัน ของพื้นผิว และความต้านทานทำให้เกิด"strain gauge"ผลที่สามารถเห็นได้ในสัมประสิทธิ์อุณหภูมิความต้านทาน องค์ประกอบเหล่านี้ทำงานที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียสโดยไม่ต้องบรรจุเพิ่มแต่สามารถใช้งานได้ถึง 600 องศาเซลเซียสเมื่อห่อหุ้มอย่างเหมาะสมในแก้วหรือเซรามิก ปัจจุบันมีองค์ประกอบ RTD อุณหภูมิสูงเป็นพิเศษที่สามารถใช้ถึง 900 ° C ที่มีการห่อหุ้มที่เหมาะสม



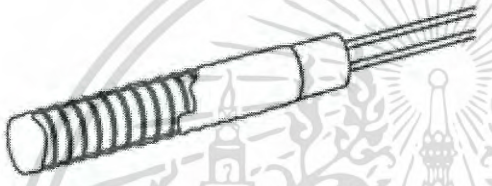
รูปที่2.4 Thin film elements



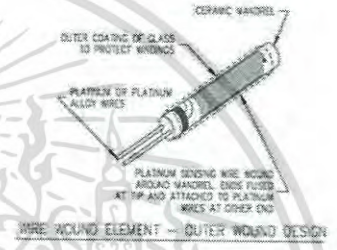
รูปที่2.5 โครงสร้างThin film elements

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Wire-wound elements สามารถมีความแม่นยำมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับช่วงอุณหภูมิที่กว้าง เส้นผ่าศูนย์กลางขดลวดมีการลดย่อนระหว่างเสถียรภาพและการขยายตัวของสายที่ช่วยให้ลดความเครียดและดริฟท์เป็นผลสืบเนื่อง การตรวจวัดลวดพันรอบด้ามจับโลหะที่จะตีเป็นฉนวนหรือแกน แกนม้วนสามารถกลมหรือแบน แต่ต้องเป็นฉนวนไฟฟ้า สัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนของแกนม้วนวัสดุคือการจับคู่กับลวด เพื่อลดความเครียดจากเครื่องจักรกลใด ๆ ความเครียดในสายธาตุนี้จะส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดการวัดความร้อนการตรวจวัดลวดเชื่อมต่อกับสายไฟที่มีขนาดใหญ่ มักจะเรียกว่า ธาตุตะกั่ว หรือลวด สายนี้เลือกที่จะเข้ากันได้กับสาย sensing เพื่อให้ชุดสร้าง emf ที่จะทำการวัดความร้อน องค์ประกอบเหล่านี้ทำงานกับอุณหภูมิที่ 660 องศาเซลเซียส



รูปที่2.6 Wire-wound elements



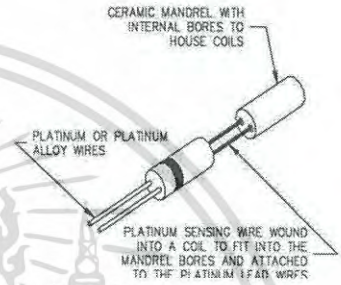
รูปที่2.7 โครงสร้าง Wire-wound elements

• Coiled elements ได้มาแทนองค์ประกอบ Wire-wound elements ในอุตสาหกรรมการออกแบบนี้มีขดลวดซึ่งสามารถขยายได้อย่างอิสระเหนืออุณหภูมิ โดยสนับสนุนเครื่องจักรกลบางซึ่งช่วยให้การม้วนเก็บรูป การออกแบบนี้ " strain free " ที่ช่วยให้สายตรวจจับเพื่อขยายและหดตัวเป็นอิสระจากอิทธิพลจากวัสดุอื่น ๆ ในแง่นี้มันมีความคล้ายคลึงกับ SPRT มาตรฐานหลักซึ่ง ITS-90 จะขึ้นอยู่ในขณะที่ให้ความทนทานที่จำเป็นสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม องค์ประกอบพื้นฐานของการตรวจจับเป็นขดลวดเล็ก ๆ ของการตรวจจับแพลทินัม ขดลวดนี้คล้ายกับเส้นใยในหลอดไฟสว่าง อยู่อาศัยหรือ mandrel เป็นหลอดเซรามิกออกไซด์ใช้เผาไหม้ยากด้วยระยะห่างที่เท่า ๆ กันละ วิ่งขวางกับแกนขดลวดถูกใส่ใน bores ของ mandrel แล้วบรรจุด้วยผงเซรามิกบดละเอียดมาก นี้ช่วยให้สายตรวจจับที่จะย้ายในขณะที่ยังเหลืออยู่ในการติดต่อความร้อนที่ดีกับกระบวนการ องค์ประกอบเหล่านี้ทำงานที่มีอุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานสากลปัจจุบันที่ระบุการยอมรับ และความสัมพันธ์ของอุณหภูมิการไฟฟ้าสำหรับ thermometers ต้านทานแพลตตินั่ม (PRTs) เป็น IEC 60751:2008 ยังมีใช้มาตรฐาน ASTM E1137นอกจากนี้ยังใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทั่วไปส่วนใหญ่อุปกรณ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมมีความต้านทานที่ระบุของ 100 โอห์มที่ 0 ° C และเรียกว่าเซนเซอร์ Pt100 ('Pt' เป็นสัญลักษณ์สำหรับแพลตตินั่ม 100 ตัวต้านทานในโอห์มที่ 0 ° C) ก็ยังไปรับเซนเซอร์ Pt1000 ที่ 1000 สำหรับความต้านทานในโอห์มที่ 0 องศาเซลเซียส ความไวของเซนเซอร์ 100 โอห์มมาตรฐานเป็นการระบุ 0.385 โอห์ม / ° c RTDs มีความไวของ 0.375 และโอห์ม 0.392 ° C เช่นเดียว กับความหลากหลายของผู้อื่นสามารถใช้งานได้

รูปที่2.8 Coiled elements



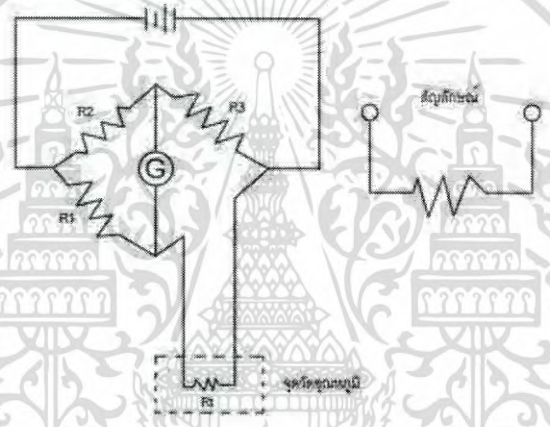
รูปที่2.9 โครง Coiled elements

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 หลักการชดเชยอุณหภูมิ

อาร์ทีดี 2 สาย

วงจรใช้งานพื้นฐานของอาร์ทีดี คือ Wheathstone Bridge โดย Rt คือ อาร์ทีดี ซึ่งติดตั้งอยู่ในจุดที่ต้องการวัดอุณหภูมิ มีค่าความต้านทานอีก 3 ค่าในวงจร คือ R1, R2 และ R3 ซึ่งต้องอยู่ที่อุณหภูมิห้อง และเป็นความต้านทานชนิดที่มีความถูกต้องสูงวงจร Bridge จะอยู่ในสภาวะสมดุลเมื่ออาร์ทีดี (Rt) อยู่ที่ 0 oC แล้วทำให้Rt/R3 = R1/R2 ซึ่งจะไม่มีกระแสไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์เมื่ออุณหภูมิที่ Rt สูงขึ้น ค่า Rt จะเพิ่มขึ้นทำให้วงจร Bridge ไม่สมดุลและมีกระแสไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์อย่างไรก็ตาม อาร์ทีดี 2 สาย เหมาะกับงานที่อาร์ทีดีอยู่ใกล้กับวงจรเท่านั้น ไม่เหมาะกับงานที่ต้องลากสายยาว ๆ เนื่องจากจะมีความผิดพลาดเกิดขึ้นจากค่าความต้านทานสะสมของสายตัวนำทำให้ค่าที่อ่านได้ผิดเพี้ยนไป อาร์ทีดี 2 สายจึงเหมาะกับงานที่ไม่ต้องการความถูกต้องสูงนัก



รูปที่2.10 RTDแบบ 2 สาย

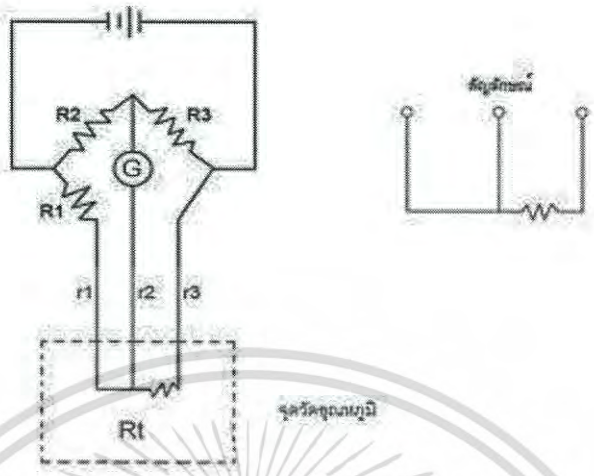
อาร์ทีดี 3 สาย

อาร์ทีดี 3 สาย เป็นแบบที่นิยมใช้ที่สุดในอุตสาหกรรม โดย สายทั้ง 3 ที่อยู่ระหว่างจุดวัดกับวงจร จะต้องมีขนาด,ความยาวเท่ากันและอยู่ในอุณหภูมิเดียวกันตลอด เพื่อให้ค่าความต้านทาน r1 , r2 และ r3 เปลี่ยนไปในทิศทาง เดียวกันด้วยขนาดที่เท่ากัน นั่นคือ

$$\frac{\mathrm{R}_t + r_3}{R_3} = \frac{R_1 + r_1}{R_2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก r1 เท่ากับ r3 เพราะฉะนั้นอุณหภูมิที่วัดจึงขึ้นอยู่กับ Rt เพียงตัวเดียว ทำให้อาร์ทีดี 3 สาย มีความถูกต้องสูงกว่าอาร์ทีดีแบบ 2 สาย

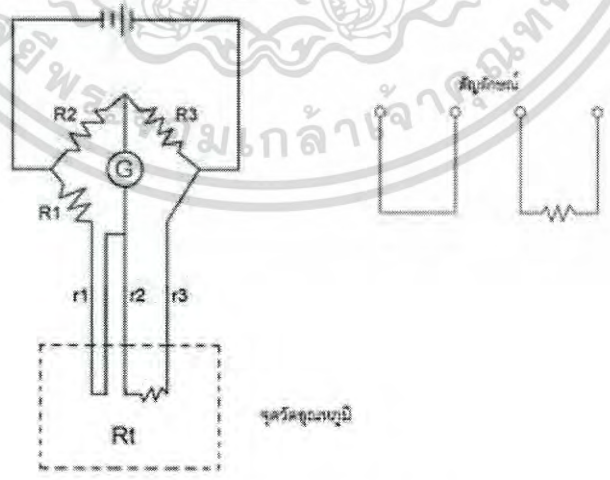


รูปที่2.11 RTDแบบ 3 สาย

อาร์ทีดี 4 สาย

อาร์ทีดี 4 สาย เป็นแบบที่มีความถูกต้องสูงที่สุดเนื่องจากเลื่อนจุดต่อของ Bridge ออกไปอยู่ภายนอกทั้ง 4 จุด สามารถชดเชยความต้านทานของสายตัวนำได้ทั้งหมด โดยสายทั้ง 4 ต้องมีขนาด,ความยาวเท่ากัน แลอยู่ในอุณหภูมิเดียวกันตลอดเหมือนกับ อาร์ทีดี 3 สาย

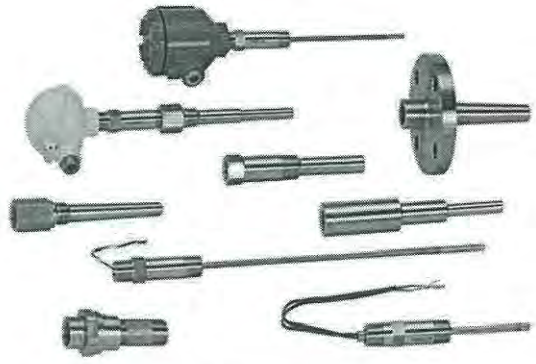
อาร์ทีดีเป็น Sensor วัดอุณหภูมิที่มี Linearityดีที่สุด มีความถูกต้องสูงและให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง แต่มีย่านการใช้งานไม่กว้างเท่ากับเทอร์มอคัปเปิลและมีราคาแพงกว่าพอสมควร



รูปที่2.12 RTDแบบ 4 สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

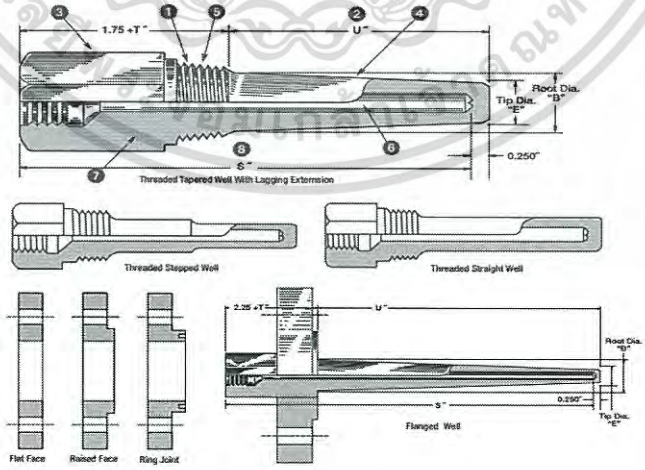
2.3 Thermowell



รูปที่ 2.13 Thermowell

Thermowell เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อป้องกันเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิที่ติดตั้งในกระบวนการทางอุตสาหกรรม thermowell จะมีลักษณะเป็นท่อปลายด้านหนึ่งปิดและเชื่อมต่ออยู่ในกระแสกระบวนการ มักใช้กับsensor วัดอุณหภูมิประเภท resistance temperature detector (RTD) หรือ thermocouple โดยsensorวัดอุณหภูมิเหล่านี้จะแทรกอยู่ระหว่างกลางทางด้านปลายเปิดของThermowell ซึ่งจะอยู่ภายนอกท่อการผลิตหรือฉนวนกันความร้อนใดๆ เมื่อของเหลวไหลผ่านก็จะเกิดกระบวนการถ่ายโอนความร้อนมาที่ Thermowell และความร้อนก็จะถูกถ่ายโอนให้กับตัวsensorวัดอุณหภูมิเช่นกัน ทั้งนี้ยังง่ายต่อการบำรุงรักษาหากตัวsensorวัดอุณหภูมิมีปัญหา โดยที่เราไม่ต้องหยุดการทำงานของกระบวนการ เพื่อความแม่นยำในการวัด Thermowell ควรมีความยาวประมาณกึ่งกลางของท่อ

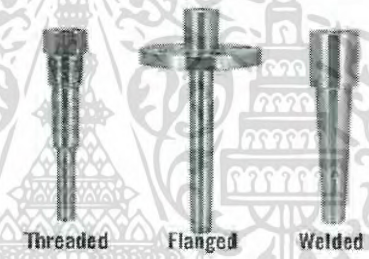
<u>ส่วนประกอบ</u>



รูปที่ 2.14 ส่วนประกอบของ Thermowell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. PROCESS CONNECTION SIZE คือ ส่วนที่เชื่อมต่อกับตัวท่อ ลักษณะการเชื่อมต่อมีหลายแบบ เช่น thread size, flange size, pipe size, tri-clamp เป็นต้น
2. INSERTION LENGTH คือ ส่วนที่สัมผัสกับกระบวนการ โดยทั่วไปจะเรียกว่า U LENGTH เพื่อให้ได้ความเที่ยงตรงและแม่นยำที่สุดส่วนของ U LENGTH ทั้งหมดควรสัมผัสกับกระบวนการ
3. LAGGING EXTENSION & INSTALLATION WRENCH FLATS คือ ส่วนที่อยู่ระหว่าง process connect กับ instrument connection มาตรฐานของ lagging extension คือ 3”
4. SHANK CONFIGURATION คือ ลักษณะรูปร่างของ Thermo-well ซึ่งมี 3 แบบ Tapered , Stepped, Straight และ Tapered จะแข็งแรงทนต่อการสั่นสะเทือนมากที่สุด
5. PROCESS CONNECTION TYPE คือ ชนิดของ process connection มี แบบ Threa,Flangedและwelding



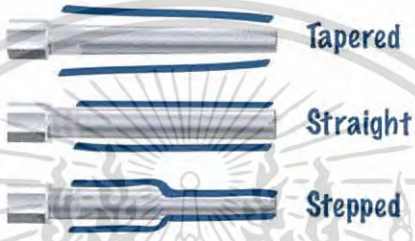
รูปที่ 2.15 PROCESS CONNECTION TYPE

6. BORE คือ ช่องว่างที่มีไว้สำหรับรองรับsensor วัดอุณหภูมิ เพื่อให้ง่ายต่อการใส่sensor ขนาดของ Bore ควรอยู่ในช่วงของค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งขนาดของ Bore ไม่ควรมีขนาดที่พอดีกับขนาดของ Sensor มาตรฐานของ Bore มีค่าเท่ากับ .260” หรือ .385”
7. MATERIAL คือ โดยทั่วไปก็จะคำนึงถึง ความกัดกร่อน ความทนทาน อุณหภูมิ อัตราการไหล ควรเลือกให้เหมาะสมกับกระบวนการที่จะถูกนำไปติดตั้ง
8. INSTRUMENT INSERTION LENGTH คือ ความยาวตั้งแต่ส่วนบนสุด จนถึงส่วนล่างสุดของ Thermowell โดยทั่วไปจะเรียกว่า S LENGTH ขนาดของมันจะดูจาก catalogs ของตัว Thermowell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของ Thermowell

1. **Tapered shanks** ลักษณะคือมีเส้นผ่านศูนย์กลางช่วงปลายที่แคบกว่า ทำให้มีความแข็งแรงมากขึ้นและไวต่อการตอบสนองมากกว่าอีก 2 แบบ อีกทั้งยังทนทานต่อการสั่นสะเทือน
2. **Stepped shanks** ลักษณะคือ เป็นแบบขั้นบันได ได้รับการปรับปรุงมาเพื่อให้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิใน process ได้ดีขึ้น
3. **Straight shanks** ลักษณะคือ เป็นท่อตรง เป็นรูปแบบดั้งเดิม เหมาะสำหรับprocessที่แรงดันต่ำและความดันต่ำ



รูปที่ 2.16 ชนิดของ Thermowell

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.4 ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ (Temperature Transmitter)

Rosemount 644 Temperature Transmitter

รูปที่ 2.17 Rosemount 644 Temperature Transmitter

Rosemount 644 Temerature Transmitter เป็นอุปกรณ์แปลงและส่งสัญญาณที่มีความแม่นยำสูง สามารถสื่อสารได้หลายรูปแบบ ทั้ง HART, Foundation Fieldbus หรือ PROFIBUS PA Rosemount 644 ถูกออกแบบมาเพื่อตอบสนองความต้องการต่างๆ สามมารถรับ input ได้ทั้ง Single Sensor Input และ Dual Sensor Input และยังมีฟังก์ชัน Hot backup เพื่อช่วยในการป้องกันไม่ให้กระบวนการในการวัดต้องหยุดชะงักกล่าวคือเมื่อsensor ตัวแรกเกิดความเสียหาย ระบบก็จะสั่งการให้sensorตัวที่สองทำงานแทน

Rosemount 3144P Temperature Transmitter

รูปที่ 2.18 Rosemount 3144P Temperature Transmitter(1)

รูปที่ 2.19 Rosemount 3144P Temperature Transmitter(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
143933

Rosemount 3144P Temperature Transmitter เป็นอุปกรณ์แปลงและส่งสัญญาณที่มีความแม่นยำสูง รับ input ได้ทั้ง Single Sensor Input และ Dual Sensor Input สามารถสื่อสารได้หลายรูปแบบ ทั้ง HART/4-20 mA , Foundation Fieldbus และมีฟังก์ชัน Hot backup เพื่อช่วยในการป้องกันไม่ให้กระบวนการในการวัดต้องหยุดชะงักกล่าวคือเมื่อ sensor ตัวแรกเกิดความเสียหาย ระบบก็จะสั่งการให้sensorตัวที่สองทำงานแทน อีกทั้งยังมี Dual-compartment housing เพื่อป้องกันผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น ความชื้น เป็นต้น เป็นช่องแยกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อไม่ให้เสียหายจากการลัดวงจร

Rosemount 848T Wireless Temperature Transmitter

รูปที่ 2.20 Rosemount 848T Wireless Temperature Transmitter

Rosemount 848T Wireless Temperature Transmitter สามารถรับ input ได้ถึง 4 input ส่งผ่าน wireless HARD รองรับsensorได้ทั้ง 2-, 3- and 4-wire RTDs, thermocouples, 0-1000mV and 0-10V, 2-, 3- and 4-wire ohms, and 4-20 mA signals เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้เข้าถึงการตรวจวัดอุณหภูมิมากขึ้นโดยปราศจากสายสัญญาณใดๆ เป็นทางออกที่ดีสำหรับ การวัดอุณหภูมิที่เป็นจุดเสี่ยงอันตราย เช่น boilers เตาหลอม ขบวนการกลั่น เตาปฏิกรณ์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เทคโนโลยี WirelessHART

โซลูชั่นที่มีความต้านทานต่ำ (low-latency solution) เป็นหัวใจสำคัญของของแอพพลิเคชันต่างๆ ที่ต้องการความสามารถเชื่อมต่อแบบ real-time อย่างเช่น การควบคุมดูแลกระบวนการทำงานที่ค่อนข้างวิกฤต (monitoring critical processes) WirelessHART เป็นคำตอบของความต้องการนี้ เพราะ WirelessHART เป็น Wireless version ของ fieldbus-based protocols ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสำหรับการตรวจจับสัญญาณ (sensor) แบบ peer-to-peer โดยใช้เครือข่ายไร้สาย ทำให้สามารถเพิ่มความสามารถสื่อสารแบบไร้สายให้แก่อุปกรณ์และระบบ Highway Addressable Remote Transducer Protocol (HART)ของเดิม เทคโนโลยีนี้วางพื้นฐานอยู่บน ย่านความถี่ที่ไม่ต้องขออนุญาตที่ 2.4 GHz ที่ใช้ในเทคโนโลยีอื่นๆ เช่น WiFi หรือ Bluetooth และรวมทั้ง ZigBee โดยให้ความปลอดภัยและการเชื่อมต่อที่มีการป้องกัน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลที่ถูกส่งทุกๆ แพ็กเก็ตถูกส่งในเวลาที่ข้อมูลนั้นเกิดขึ้นจริงแน่นอน Protocols นี้ยังทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีแบบไร้สายได้เร็วและง่ายขึ้น ขณะเดียวกันยังคงความสอดคล้องและทำงานร่วมกันกับ อุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบเดิมที่เป็น HART ที่ใช้อยู่เดิมได้ WirelessHART Protocols เป็นมาตรฐานแบบเปิดที่ถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณที่เชื่อมต่อที่ 4-20mA analogue loop และให้อัตราการส่งข้อมูลที่ความเร็ว 250kbps เป็นมาตรฐานที่มีการสอดคล้องทางเวลา (time-synchronised) มีการจัดการตัวเอง และรักษาตัวเองได้ (self-healing) และคุณสมบัติอื่นๆ อีกที่รวมกันทำให้เทคโนโลยีนี้มีความมั่นคงถึง 99.9% สำหรับการเชื่อมต่อแบบ end-to-end ในทุกๆ สภาพแวดล้อมทางอุตสาหกรรม มี Channel hopping เพื่อหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวนและทำให้สามารถทำงานร่วมกับเครือข่ายไร้สายอื่นๆ ที่อยู่ด้วยกันได้ มี clear Channel Assessments test สำหรับ ช่องสัญญาณต่างๆ ที่มีอยู่ ขณะเดียวกันมีระบบจัดการหลีกเลี่ยงช่องสัญญาณที่ถูกใช้บ่อยๆ เพื่อให้ใช้ bandwidth และ radio time ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ การที่เทคโนโลยีนี้มี time synchronization ทำให้ส่งข้อมูลที่เกิดขึ้นตามเวลาที่มันเป็นจริง และการมี self-healing network topology ทำให้การขาดของสัญญาณหรือการล่มในจุดใดๆ ไม่ส่งผลกระทบแก่การส่งข้อมูล อุปกรณ์แต่ละอันในเครือข่ายสามารถทำหน้าที่เป็น router สำหรับการส่งข้อมูลให้แก่อุปกรณ์อื่นในเครือข่ายเดียวกัน นั้นหมายความว่าอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Wake Frequency of Thermowell

ในการวัดอุณหภูมิส่วนมาก จะไม่ใช้ตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิประเภทต่างๆจุ่มหรือสัมผัสโดยตรงกับของไหลที่ต้องการวัด ยกเว้นในบางกรณีที่ต้องการวัดอุณหภูมิที่บริเวณผิวท่อ (Surface Temperature) เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิส่วนใหญ่จะไม่สามารถทนต่อการกัดกร่อนหรือการสึกหรอจากตัวกลางที่ต้องการวัดอุณหภูมิได้ ในกรณีนี้จะใช้ thermowell ในการป้องกันความเสียหายต่อตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิ ซึ่งจะเป็นตัวรับความดันหรือการกัดกร่อนเพื่อทำให้ตัวเซ็นเซอร์อ่านค่าอุณหภูมิได้อย่างถูกต้อง โดยตัว thermowell จะมีการจัดเตรียมเกลียวต่อภายนอกหรือหน้าแปลนเพื่อเป็นจุดต่อเข้ากับถังหรือท่อ

Factor	Ideal for Measurement	Ideal for Strength
Length	Long	Short
	Conductivity errors reduced, Active portion of thermometer must be in flow stream	Impingement force reduced Higher natural frequency
Thickness	Thin	Thick
	Reduced conductivity loss Faster response	Greater moment of inertia, less stress. Higher natural frequency
Mass Velocity	High	Low
	Increased heat transfer Faster response	Reduces impingement forces Lower Karman trail vortex frequency

รูปที่ 2.21 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงและการ

ค่าที่แสดงในตารางที่ 1 ไม่ได้เป็นตัวแปรทั้งหมดที่ใช้พิจารณาในการทำ thermowell แต่แสดงให้เห็นว่าวิธีการออกแบบ thermowell ต้องมีการระมัดระวังในความสมดุลของตัวแปรเหล่านี้ ซึ่งความแม่นยำในการวัดสามารถยอมรับได้ ให้มีค่าต่ำสุดและการใช้ thermowell ให้มีความแข็งแรงเพียงพอ

วิธีการออกแบบ(DesignProcedure)

จุดประสงค์ของลำดับขั้นตอนในการออกแบบเพื่อให้ผู้ใช้งานตัดสินใจได้ว่า thermowell ที่ถูกเลือกมา สำหรับการนำไปใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการวัดอุณหภูมิมีความแข็งแรงเพียงพอ และสามารถรองรับสภาวะการทำงานที่กำหนดทางด้าน อุณหภูมิ , ความดัน , ความเร็วการไหลและการสั่นความเสียหายของthermowellมีสาเหตุโดยตัวแปรที่กำหนดจากความดันคงที่ (StaticPressure)

การไหลที่คงตัว (Steady State Flow) และการสั่น การประเมินความเสียหายจะถูกแยกออกจากกันในแต่ละผลกระทบข้างบน ควรมีการกระทำเพื่อหาจุดจำกัดของสภาวะต่างๆ สำหรับในขั้นตอนการออกแบบไม่ได้รวมผลกระทบจากการกัดกร่อนหรือการสึกหรอจากการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ธรรมชาติของ thermowell (Natural Frequency) การหาค่าความถี่ธรรมชาติของ thermowell สามารถแสดงได้ดังนี้

$$f_n = \frac{K_f}{L^2}\sqrt{\frac{E}{\gamma}}$$

เมื่อ f_n = Natural frequency of the well at use temperature, cycle per sec (cps)

L = Length of Well (in)

E = Modulus of elasticity of well material at use temperatue, psi

γ = Specific weight of well material as use temperature, lb per cu in.

K_f = a constant obtained from

และความถี่ Wake or Strouhal แสดงได้ดังนี้

$$f_w = 2.64\frac{V}{B}$$

เมื่อ f_w = Wake Frequency, Cycles per Sec

V = Fluid Velocity, fps

B = Diameter at Tip (in)

โดยสัดส่วนของความถี่ Wake กับความถี่ธรรมชาติ (fw/fn) ของตัว thermowell ที่เลือกใช้งานจะต้องมีค่าไม่เกิน 0.8 และเมื่อได้สภาวะนี้ ตัวแปร Magnification ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของ Dynamic กับ Static Amplitude แสดงได้ดังนี้

$$F_M = \frac{(f_W/f_n)^2}{1-(f_W/f_n)^2} = \frac{r^2}{1-r^2}$$

สำหรับ $r \leq 0.8$

เมื่อ F_M = Magnification Factor, Dimension Less

r = Frequency Ration (f_W/f_n), Dimension Less

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ความแข็งแรง (Stress Analysis)

ความดันสูงสุดที่เทอร์โมเวลส์สามารถยอมรับได้ สำหรับวัสดุที่เลือกใช้ที่อุณหภูมิใช้งานจะหาได้จากสมการดังนี้

$$P = K_1 S$$

เมื่อ P = Maximum allowable static gauge pressure, psi

K_1 = A Stress constant หาค่าได้จาก ตาราง

S = Allowable stress for material at operating temperature as given in the ASME Boiler and Pressure Vessel or Piping Codes, psi

ความยาวสูงสุดของ thermowell สามารถทำขึ้นสำหรับการใช้งานที่กำหนด ความยาวจะขึ้นอยู่กับตัวแปรทั้งสองคือ การสั่น (Vibration) และแรงกดดันคงตัว (Steady State Stress) ที่สำคัญต้องให้ค่าสัดส่วนความถี่เท่ากับ 0.8 หรือน้อยกว่า เป็นข้อกำหนดหนึ่งในขนาดความยาวสูงสุด ข้อกำหนดอีกอย่างหนึ่งเป็นการพิจารณาแรงกดดันคงตัว จะหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$L_{max} = \frac{K_2}{V}\sqrt{\frac{v(s - K_3 P_0)}{1 + F_M}}$$

เมื่อ L_{max} = Maximum Value of L for a given service, in.

V = Fluid Velocity, fps

v = Specific Volume of the fluid, cu ft per lb

S = Allowable stress for material at operating temperature as given in the ASME Boiler and Pressure Vessel or Piping Codes, psi

P_0 = Static Operating Gauge Pressure, psi

F_M = Magnification Factor

K_2, K_3 = Stress Constants Obtained

เมื่อทำการคำนวณหาค่าการสั่นของ thermowell แล้วพบว่ามีค่าเกินกว่าค่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ ก็สามารถทำการแก้ไขได้หลายวิธีดังตัวอย่างเช่น การลดขนาดความยาวของส่วนที่จุ่มลงในท่อ, การเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัว thermowell หรือการเพิ่มส่วนประคองเข้ากับตัว thermowell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีความจำเป็นต้องวางตำแหน่งตัวเซนเซอร์อุณหภูมิในก๊าซหรือไอ ในตำแหน่งที่อุณหภูมิพื้นผิวของวัสดุมากกว่าหรือน้อยกว่า ตัวกลางที่มันจุ่มอยู่ ส่วนประกอบอื่น ๆ อาจจะถูกนำมาใช้ในการทำให้ความผิดพลาดต่ำที่สุดที่เกิดการแพร่รังสีความร้อนภายใต้สภาวะดังกล่าว รูปแบบต่าง ๆ อาจถูกนำมาใช้ดังนี้

1. โดยการล้อมจุดวัดตัวเดียวหรือหลายตัวในท่อร่วมกันและถูกติดตั้งในทิศทางการไหลก๊าซ การจัดเตรียมรูปแบบนี้ ป้องกันตัวเซนเซอร์จากการแลกเปลี่ยนการแพร่รังสีกับพื้นผิวรอบ ๆ
2. โดยการเพิ่มอัตราการนำพาความร้อนจากก๊าซไปยังตัวเซนเซอร์ทำให้ผลการสูญเสียจากการแพร่รังสีน้อยที่สุด ซึ่งอาจทำได้โดยการใช้ ไพโรมิเตอร์แบบดูด
3. โดยการห่อหุ้มจุดติดตัวเซนเซอร์ด้วยวัสดุที่มีการแพร่รังสีต่ำโดยตรงกับตัวเซนเซอร์ การจัดรูปแบบนี้ถูกพบว่าเป็นวิธีที่ดีในการป้องกันการสูญเสียการแพร่รังสีให้ต่ำที่สุด เมื่อมีระยะห่างจำกัดในการป้องกัน โดยใช้ท่อร่วมกัน เมื่อเซนเซอร์วัดอุณหภูมิถูกจุ่มอยู่ในสารที่ต้องการวัดอุณหภูมิ ควรจะถูกติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับจุดที่อุณหภูมิของสารคงที่

เมื่อทำการคำนวณหาค่าการสั่นของ thermowell แล้วพบว่ามีค่าเกินกว่าค่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ ก็สามารถทำการแก้ไขได้หลายวิธีดังตัวอย่างเช่น การลดขนาดความยาวของส่วนที่จุ่มลงในท่อ, การเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัว thermowell หรือการเพิ่มส่วนประคองเข้ากับตัวเทอร์โมเวลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ซอฟแวร์ที่เกี่ยวข้อง

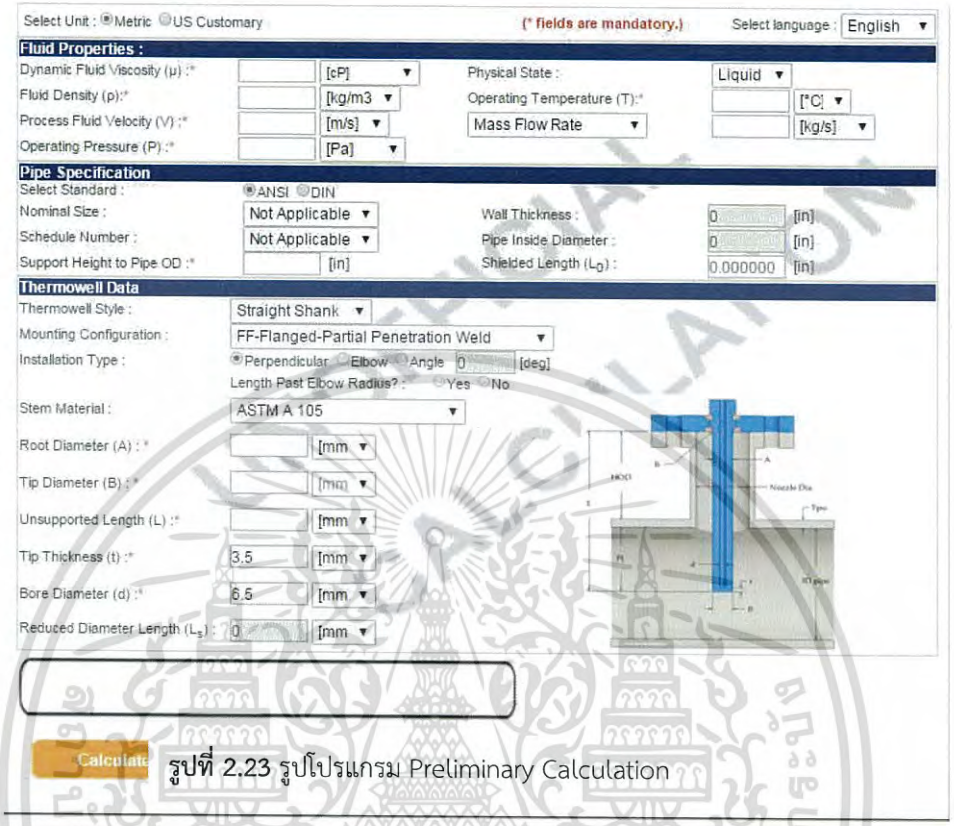
2.7.1 Instrument Toolkit

รูปที่ 2.22 รูปโปรแกรม Instrument Toolkit

Instrument Toolkit เป็นซอฟแวร์ ที่ช่วยในการ Configuration และ sizing เครื่องมือวัด เพียงแค่เรากำหนดเงื่อนไขของ process เราสามารถกำหนดค่าต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น อัตราการไหล, อุณหภูมิ, ระดับและความดัน ได้ด้วยตัวเอง สามารถใส่ข้อมูล Model Number เพื่อดูข้อมูลของอุปกรณ์ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ Instrument Toolkit ยังทำการ sizing ให้ได้อย่างถูกต้องตามเงื่อนไขที่เรากำหนด สร้างและพิมพ์ออกมาเป็นรายงานได้ ลดความเสี่ยงในความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นในการเลือกใช้อุปกรณ์ในการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 Preliminary Calculation Tool



รูปที่ 2.23 รูปโปรแกรม Preliminary Calculation

Preliminary Calculation Tool เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ในการเลือกใช้ Thermowell เพื่อให้ผู้ใช้งานตัดสินใจได้ว่า thermowell ที่ถูกเลือกมาสามรถนำไปใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการวัดอุณหภูมิ มีความแข็งแรงเพียงพอ และรองรับสภาวะการทำงานที่กำหนดทางด้าน อุณหภูมิ, ความดัน, ความเร็วการไหลและการสั่น ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

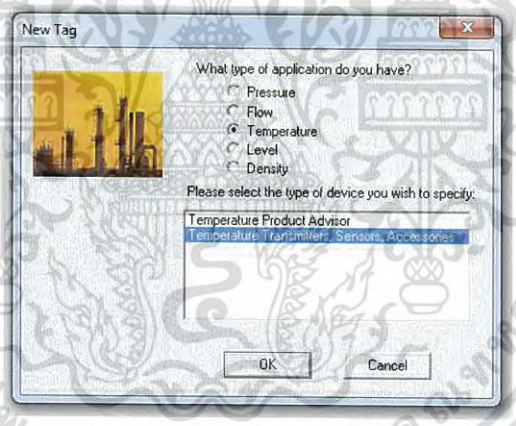
บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การศึกษาการทำงานของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ

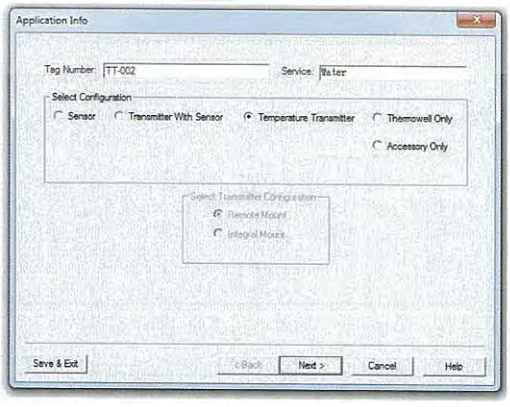
การศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ จะต้องศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์ ซึ่งรายละเอียดจะอยู่ในบทที่2 ศึกษาเงื่อนไขในการทำงานของอุปกรณ์ เพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานร่วมกันได้ การเลือกรายละเอียดต่างๆของอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับกระบวนที่ได้กำหนดไว้ จะแสดงดังต่อไปนี้

3.1.1 การใช้โปรแกรม Toolkit ในการเลือก Model ของอุปกรณ์ให้ตรงกับความต้องการของกระบวนการ

3.1.1.1 การเลือก Model Rosemount 644 Temperature Transmitter

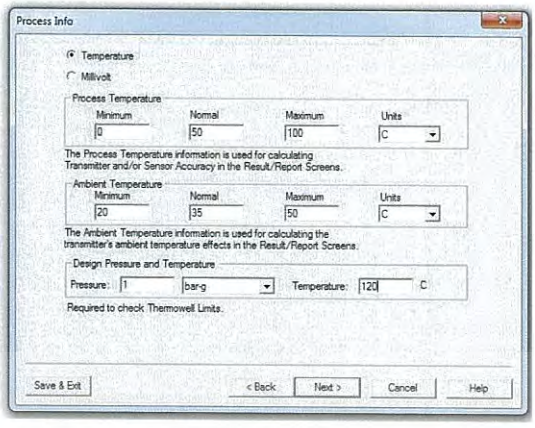


รูปที่ 3.1 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Temperatureแล้วเลือก Temperature Transmitter ,sensor ,Accessories

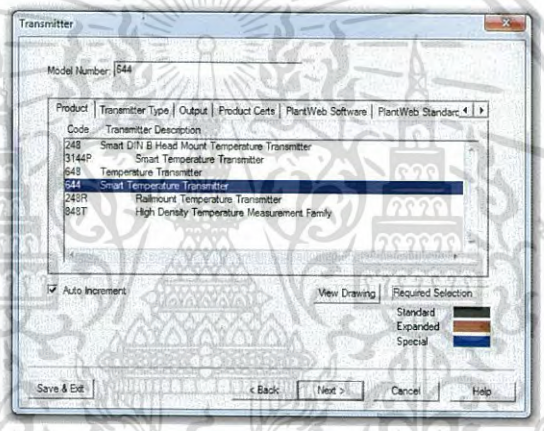


รูปที่ 3.2 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนด Tag Number , Service และเลือก Configuration เป็น Temperature Transmitter

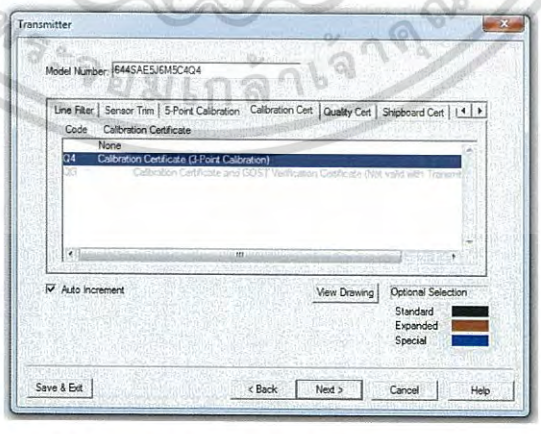
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนดค่าต่างๆตามความเหมาะสมของกระบวนการของรา

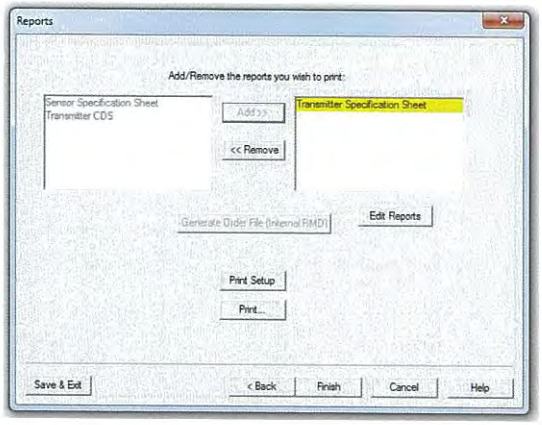


รูปที่ 3.4 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Product เป็น 644 smart Temperature Transmitter



รูปที่ 3.5 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit กำหนด Model ต่างๆตามความต้องการ อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit เลือก Transmitter Speccification Sheet เพื่อให้ได้ Specification Sheet ของ Rosemount 644 Temperature

Temperature Transmitter Specification Sheet

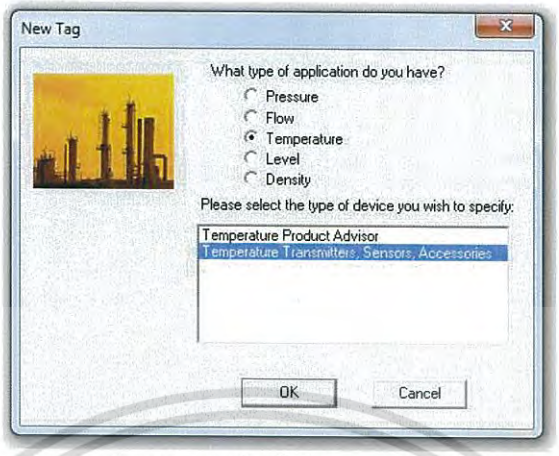
Client				Sheet		of	
Project				Spec No.		Rev.	
Unit	Emerson			Contract		P.O.	
Location				Req.		BY	
				CHK'D		APPR.	
GENERAL	1	Tag No.	TT-002				
	2	Description of Service	Water				
	3	PID No.					
	4	Line Number					
			Minimum	Normal	Maximum	Design	Unit
PROCESS	5	Pressure				1	barg
CONDITIONS	6	Process Temperature	0	50	100	120	C
	7	Ambient Temperature	20	35	50		C
TRANSMITTER	8	Manufacturer	Rosemount				
	9	Model Number	644SAE5J6M5C4Q4				
	10	Product Description	Standard Alphaline Temperature Transmitter				
	11	Transmitter Mounting Type					
	12	Input Type					
	13	Temperature Span: Min/Max					
	14	Loss of Input Indication	None				
	15	Calibration	None - 100 C				
	16	Housing	None				
	17	Conduit Thread					
	18	Approval/Cert Type	FM Explosion-proof; Dust Ignition-proof				
OPTIONS	19	Mounting Bracket	None				
	20	LCD Meter	LCD Display				
	21	Enclosure Option	Remote/Integral Mount Universal Hd; Alum Alloyw/2"; SST Pipe Bkt (1/2-14 NPT Entries)				
	22	Assembly	None				
	23	Transient Protection	4-20 mA with Digital Signal based on HART protocol				
	24	Custom Configuration	None				
	25	Analog Output Levels	None				
	26	Trim to Rosemount Sensor	None				
	27	Calibration	5-Point Calibration (requires the Q4 option code to generate a calibration certificate)				
	28	Trim to Special Sensor	None				
	29	Voltage Filter	None				
	30	Calibration Certificate	None				
	31	Special	None				
TRANSMITTER ACCESSORIES	32	Part Number/Description	0				
	33	Part Number/Description					
	34	Part Number/Description					
	35	Part Number/Description					
	36	Part Number/Description					
	37	Part Number/Description					
NOTES	38						
	39						
	40						
	41						

This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-User Customer License Agreement.
Version: 3.0 (Build175C) Printed On: 5/12/15 2:41

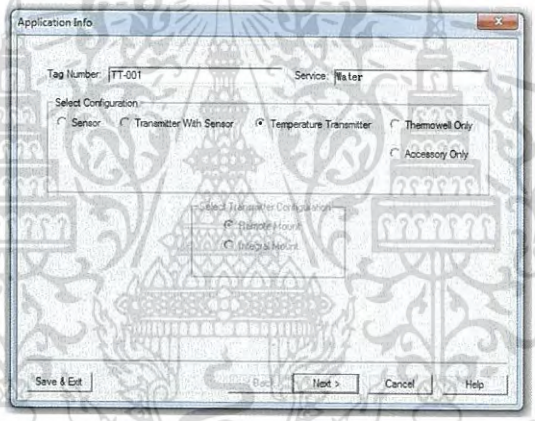
รูปที่ 3.7 Specification Sheet ของ Rosemount 644 Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

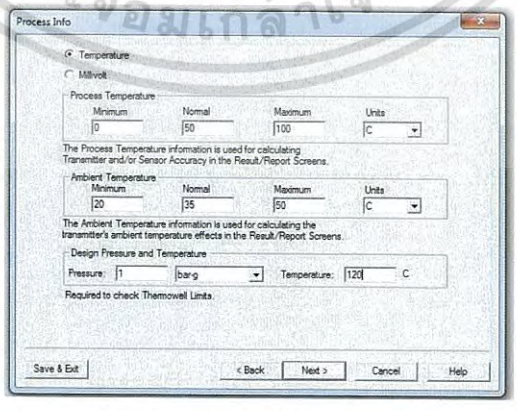
3.1.1.2 การเลือก Model Rosemount 3144P Temperature Transmitter



รูปที่ 3.8 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Temperatureแล้วเลือก Temperature Transmitter ,sensor ,Accessories

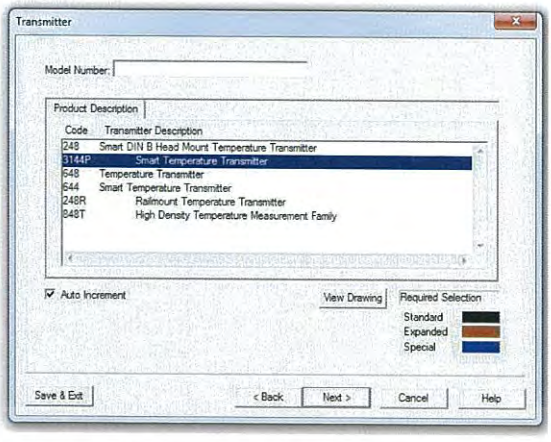


รูปที่ 3.9 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนด Tag Number , Service และเลือก Configuration เป็น Temperature Transmitter

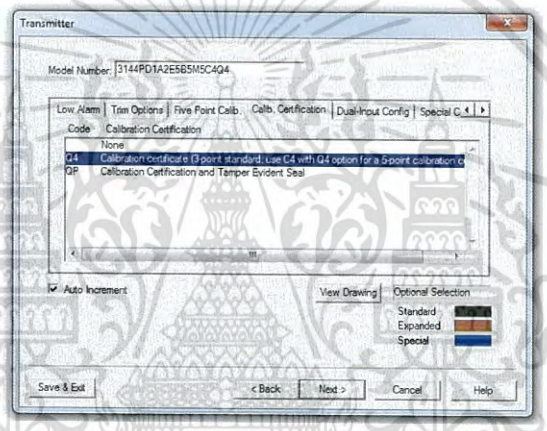


รูปที่ 3.10 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนดค่าต่างๆตามความเหมาะสมของกระบวนการของเรา

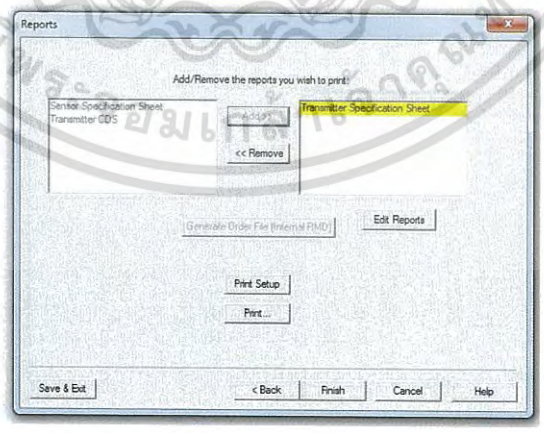
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Product เป็น 3144P smart Temperature Transmitter



รูปที่ 3.12 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit กำหนด Model ต่างๆตามความต้องการ อย่างเหมาะสม



รูปที่ 3.13 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit เลือก Transmitter Specification Sheet เพื่อให้ได้ Specification Sheet ของ Rosemount 644 Temperature Transmitter ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Client	Temperature Transmitter Specification Sheet	Sheet		of	
Project Simer-one		Spec No.		Rev.	
Unit		Contract		P.O.	
Location		Req.		BY	
		CHKD		APPR.	

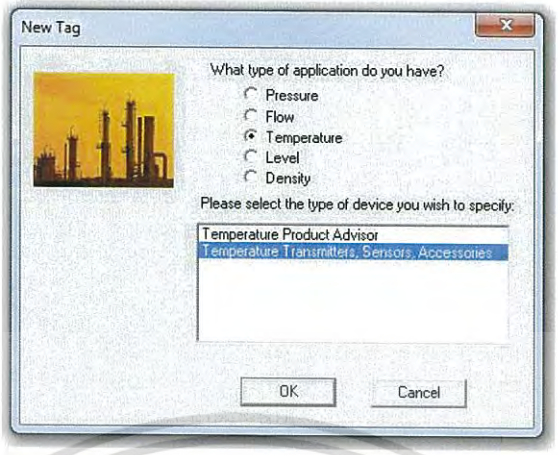
GENERAL	1	Tag No.	TT-001					
	2	Description of Service	Water					
	3	PID No.						
	4	Line Number						
			Minimum	Normal	Maximum	Design	Unit	
PROCESS	5	Pressure				1	bar-g	
	6	Process Temperature	0	50	100	120	C	
CONDITIONS	7	Ambient Temperature	20	35	50		C	
TRANSMITTER	8	Manufacturer	Rosemount					
	9	Model Number	3144PD1A2E5B5M5C4Q4					
	10	Product Description	Standard Alphaline Temperature Transmitter					
	11	Transmitter Mounting Type						
	12	Input Type	None					
	13	Temperature Span: Min/Max						
	14	Loss of Input Indication	None					
	15	Calibration	None - 100 C					
	16	Housing	Field Mount Housing (Dual-Compartment), Aluminum, 1/2-14 NPT					
	17	Conduit Thread						
	18	Approval/Cert Type	FM explosion-proof and non-Incendive approval					
OPTIONS	19	Mounting Bracket	Universal "L" mounting bracket for 2-inch pipe mounting - SST bracket and bolts					
	20	LCD Meter	LCD display					
	21	Enclosure Option	None					
	22	Assembly	None					
	23	Transient Protection	None					
	24	Custom Configuration	None					
	25	Analog Output Levels	None					
	26	Trim to Rosemount Sensor	None					
	27	Calibration	5-point calibration (use option code Q4 to generate calibration certificate)					
	28	Trim to Special Sensor	None					
	29	Voltage Filter	None					
	30	Calibration Certificate	Calibration certificate (3-point standard; use C4 with Q4 option for a 5-point calibration cert)					
	31	Special	None					
TRANSMITTER ACCESSORIES	32	Part Number/Description	0					
	33	Part Number/Description						
	34	Part Number/Description						
	35	Part Number/Description						
	36	Part Number/Description						
	37	Part Number/Description						
NOTES	38							
	39							
	40							
	41							

This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-User Customer License Agreement.
Version: 3.0 (Build175C) Printed On: 8/12/16 3:04

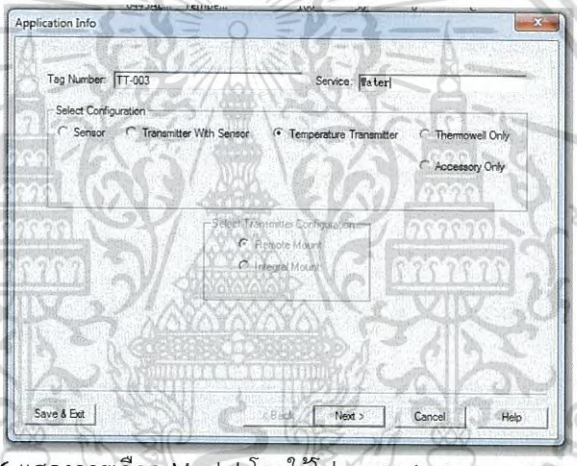
รูปที่ 3.14 Specification Sheet ของ Rosemount 644 Temperature Transmitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

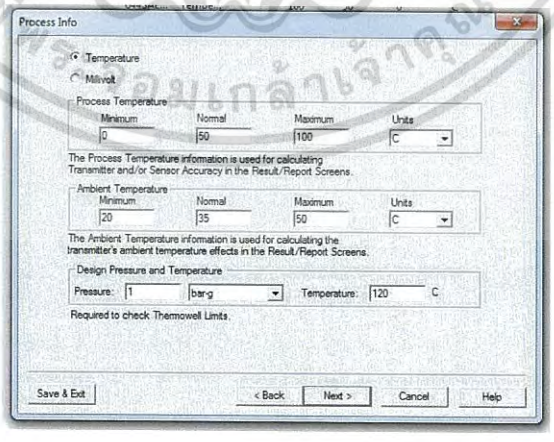
3.1.1.3 การเลือก Model Rosemount 848T Temperature Transmitter



รูปที่ 3.15 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Temperatureแล้วเลือก Temperature Transmitter ,sensor ,Accessories

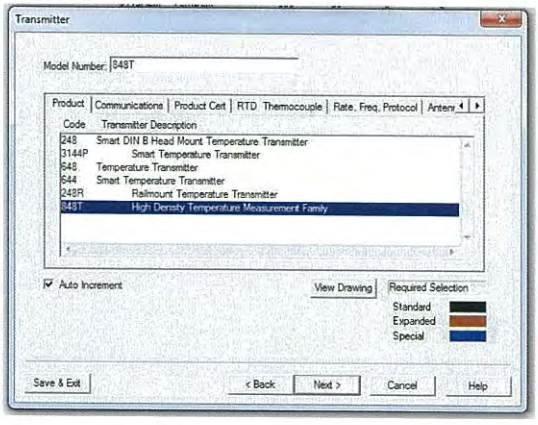


รูปที่ 3.16 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนด Tag Number , Service และเลือก Configuration เป็น Temperature Transmitter

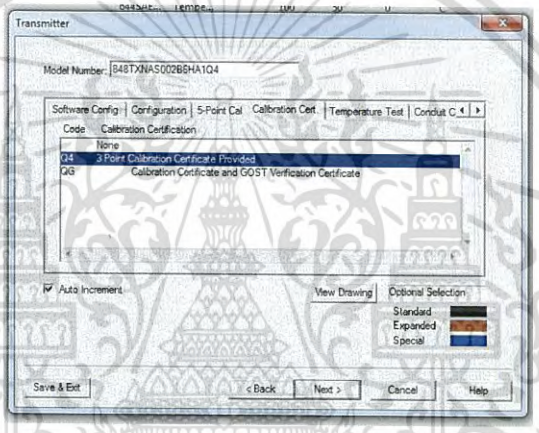


รูปที่ 3.17 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนดค่าต่างๆตามความเหมาะสมของกระบวนการของเรา

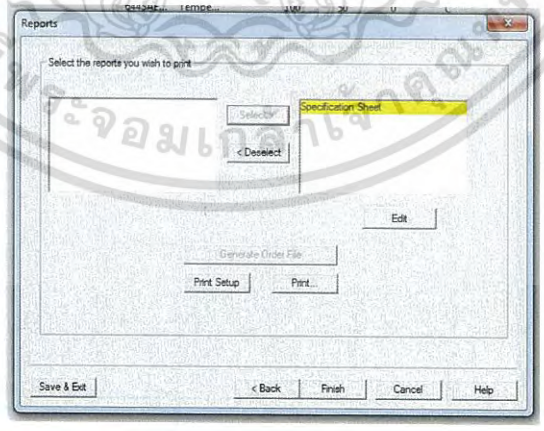
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Product เป็น High Density Temperature Measurement Family



รูปที่ 3.19 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit กำหนด Model ต่างๆตามความต้องการ อย่างเหมาะสม



รูปที่ 3.20 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit เลือก Transmitter Specification Sheet เพื่อให้ได้ Specification Sheet ของ Rosemount 848T Temperature Transmitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Client	Omer-one	**Temperature Transmitter Specification Sheet**	Sheet		of	
Project			Spec No.		Rev.	
Unit			Contract		P.O.	
Location			Req.		BY	
			CHK'D		APPR.	

GENERAL	1	Tag No.	TT-003					
	2	Description of Service	Water					
	3	PID No.						
	4	Line Number						
			Minimum		Normal	Maximum	Design	Unit
PROCESS CONDITIONS	5	Pressure					1	bar-g
	6	Process Temperature	0		50	100	120	C
	7	Ambient Temperature	20		35	50		C
TRANSMITTER	8	Manufacturer	Rosemount					
	9	Model Number	848TXNA5002B6HA1Q4					
	10	Product Description	Standard Alphaline Temperature Transmitter					
	11	Transmitter Mounting Type	None					
	12	Input Type	Input Type, RTD's, and 4-20 mA					
	13	Temperature Span: Min/Max						
	14	Loss of Input Indication	None					
	15	Calibration	None	-	100	C		
	16	Housing						
	17	Conduit Thread						
	18	Approval/Cert Type	No Approval					
OPTIONS	19	Mounting Bracket	None					
	20	LCD Meter						
	21	Enclosure Option	Aluminum with Cable Glands (5 x 1/2 inch NPT for 7.5 - 11.9 mm)					
	22	Assembly						
	23	Transient Protection	None					
	24	Custom Configuration						
	25	Analog Output Levels	None					
	26	Trim to Rosemount Sensor						
	27	Calibration	None					
	28	Trim to Special Sensor						
	29	Voltage Filter	None					
	30	Calibration Certificate	None					
	31	Special						
TRANSMITTER ACCESSORIES	32	Part Number/Description	0					
	33	Part Number/Description						
	34	Part Number/Description						
	35	Part Number/Description						
	36	Part Number/Description						
	37	Part Number/Description						
NOTES	38							
	39							
	40							
	41							

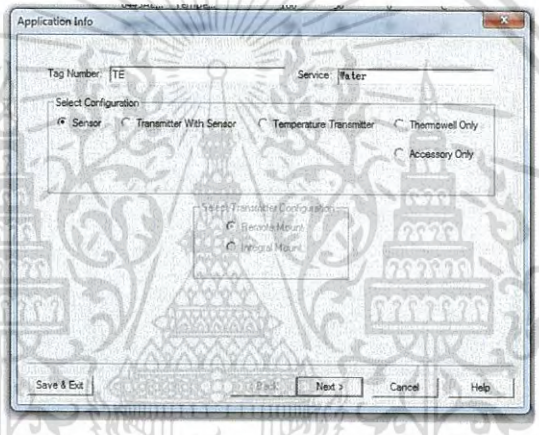
This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement.
Version: 3.0 (Build 175C) Printed On: 5/12/15 9:23

รูปที่ 3.21 Specification Sheet ของ Rosemount 848T Temperature

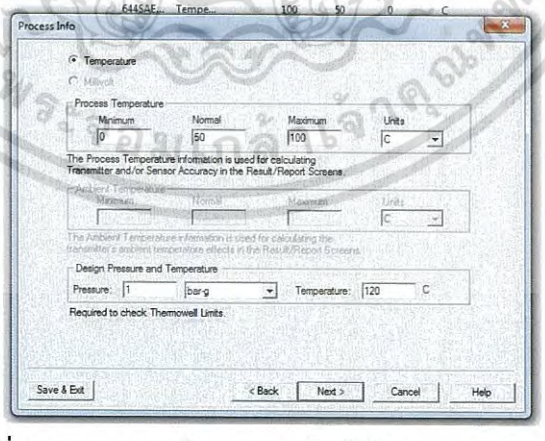
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.4 การเลือก Model Sensor (RTD)

รูปที่ 3.22 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Temperatureแล้วเลือก Temperature Transmitter , sensor ,Accessories

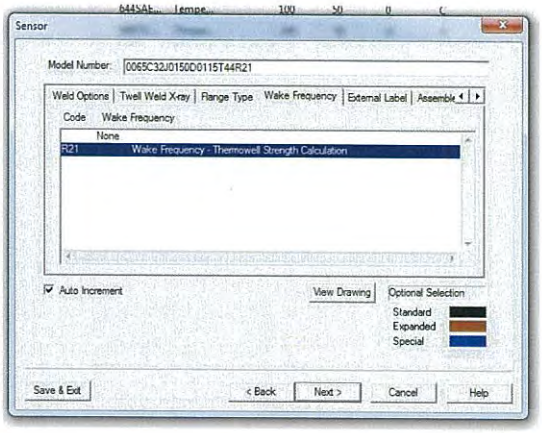


รูปที่ 3.23 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนด Tag Number , Service และเลือก Configuration เป็น Sensor

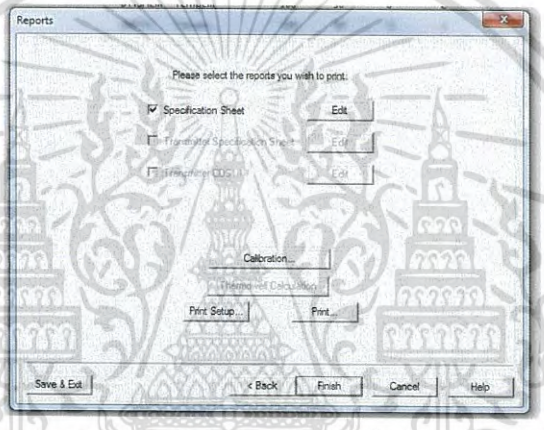


รูปที่ 3.24 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนดค่าต่างๆตามความเหมาะสมของกระบวนการของเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit กำหนด Model ต่างๆตามความต้องการ อย่างเหมาะสม



รูปที่ 3.26 แสดงการเลือก Model โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit เลือ Speccification Sheet เพื่อให้ได้ Specification Sheet ของ Sensor (RTD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Client Project Unit Location	Smar-one	**RTD Assembly W/ Thermowell Specification Sheet**	Sheet		of	
			Spec No.		Rev.	
			Contract		P.O.	
			Req.		BY	
			CHKD		APPR.	

GENERAL	1	Tag No.	TE				
	2	Description of Service	Water				
	3	PID No./Line Number					
PROCESS CONDITIONS			Minimum	Normal	Maximum	Design	Unit
	4	Pressure				1	bar-g
	5	Process Temperature	0	50	100	120	C
	6	Ambient Temperature					C
RTD SENSOR	7	Manufacturer/Model Number	Rosemount 0065C32D150D0115T44TBR2I				
	8	Product Description	Resistance Thermometer, Pt 100 Ohm RTD Class B Standard with Barstock Twell				
	9	Connection Head Material, IP Rating, Connection Thread	Rosemount Aluminum 68 M20 x 1.5				
	10	Sensor Lead Wire Termination	Spring Loaded Adapter - 1/2 inch NPT				
	11	Sensor Type	RTD, Dual Element, 3 Wire -50 to 450gC (-58 to 842gF)				
			-50.00 450.00 C				
	12	Extension Type/Material	Nipple Union No Head # Inch NPT Stainless Steel				
	13	Instrument Connection Thread					
	14	Extension Length	150				
	15	Sensor Length					
	16	Bridge Type	None				
THERMOWELL	17	Thermowell Material	1.4404 (AISI 316L)				
	18	Thermowell Immersion Length	115 mm				
	19	Thermowell Tagging Length					
	20	Thermowell Construction Style					
	21	Thermowell Process Connection					
	22	Thermowell Stem Style	Threaded 1/2-inch NPT Tapered 0.49 0.67 in				
	23	Thermowell Mounting					
	24	Flange Type/Rating/Material					
OPTIONS	25	Lead Wire Extension	None				
	26	Mounting Adapter	Wake Frequency - Thermowell Strength Calculation				
	27	Cert/Approval Type	None				
	28	Sensor to Transmitter Matching	None				
	29	Calibration	None				
	30	Class A Sensor	None				
	31	Ring Joint Flange Face	None				
	32	Process Testing	None				
	33	Material Certification	None				
	34	Dye Penetration Testing	None				
	35	Cleaning	None				
	36	Tagging					
	37	Approval	None				
	38	Assemble to Transmitter	None				
	39	Flag and Chain	None				
		Surface Finish					
		Cable Gland	None				
		Cover Chain	None				
		Extension Ring	None				
	40	Full-Penetration Weld	None				
MOUNTING ACCESSORIES	41	Extension Fitting Assemblies	0				
	42	Connection Head					
NOTES	43						
	44						
	45						
	46						

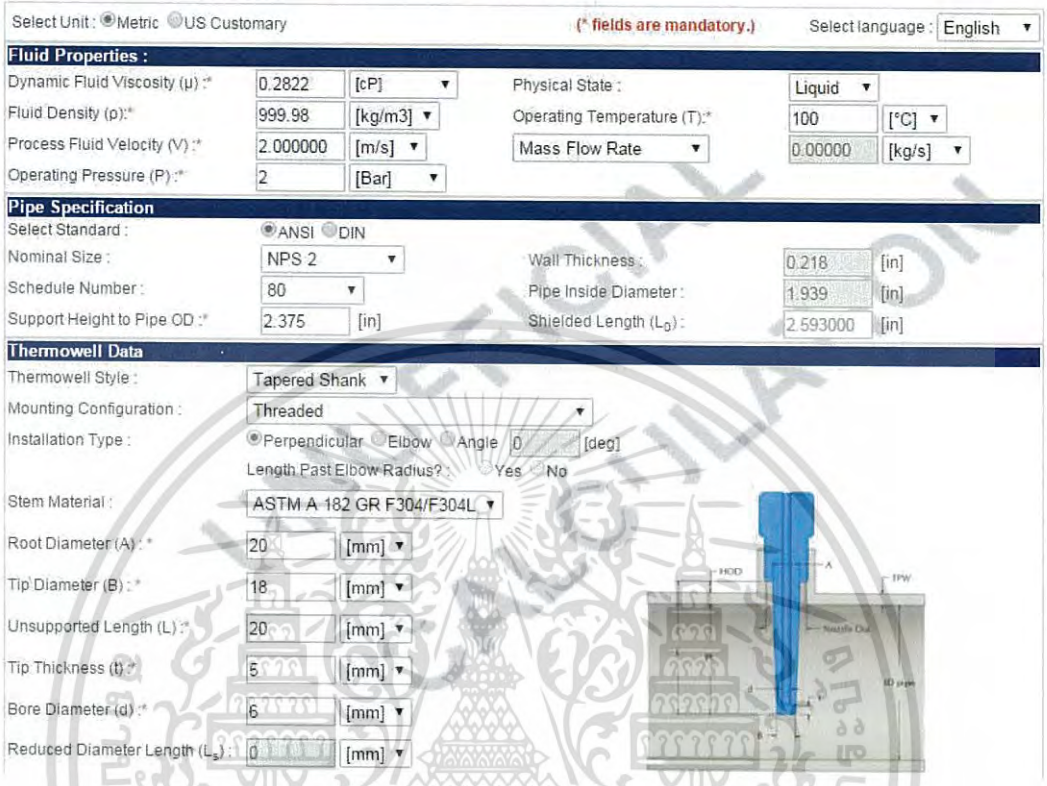
This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit / M End-User Customer License Agreement.
Version: 3.0 (Build 752) Printed On: 9-8-15

รูปที่ 3.27 Specification Sheet ของ Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การใช้โปรแกรม Preliminary Calculation Tool ในการวิเคราะห์ความแข็งแรงทนทานต่อ อุณหภูมิ,

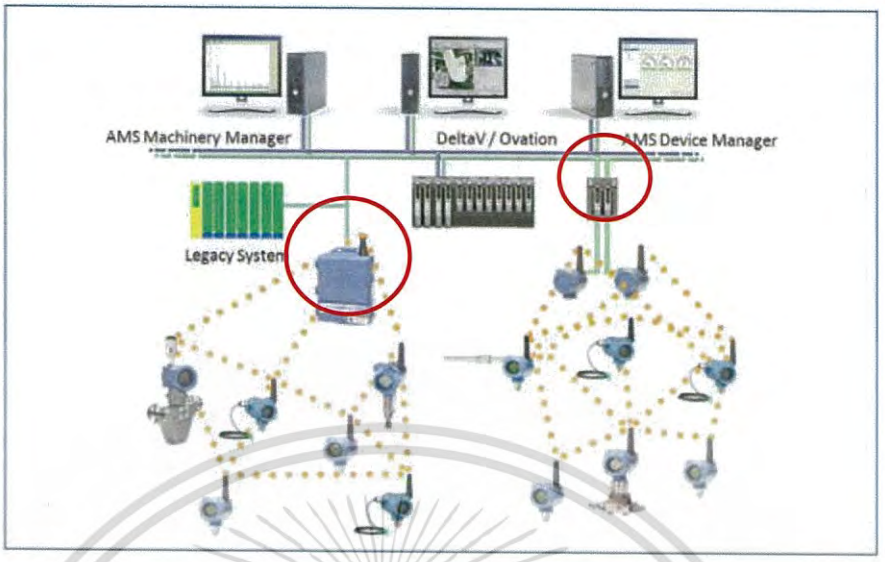
ความดัน, อัตราการไหล ของ Thermowell



รูปที่ 3.28 กำหนดค่าต่างๆ ของกระบวนการ,ชนิดและขนาดของท่อ,ชนิดและขนาดของ Thermowell ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

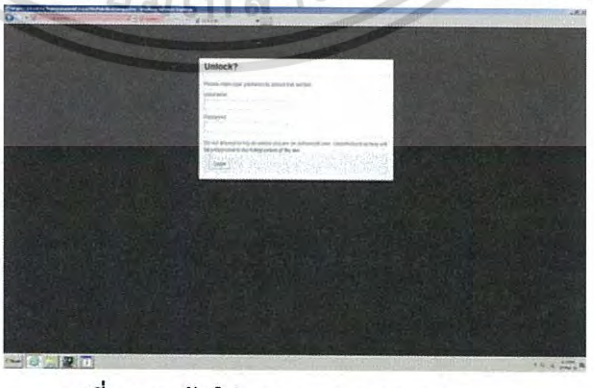
3.2วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับGatewayและ wireless I/O Card



3.2.1วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับGateway

1. เปิดหน้าInternet explorer กรอก IP address ของ Gateway ,ใส่ Username และ password กด login

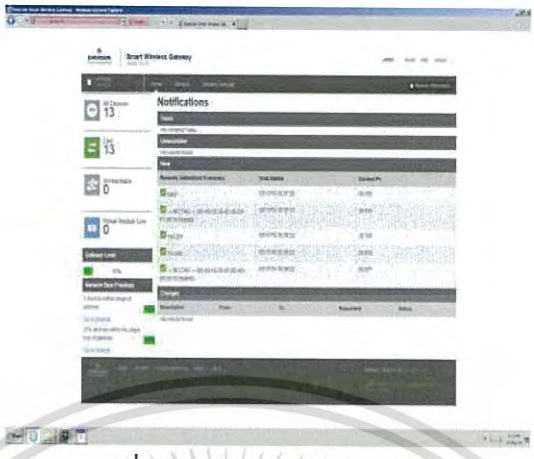
รูปที่3.30 หน้าInternet explorer กรอก IP address ของ Gateway



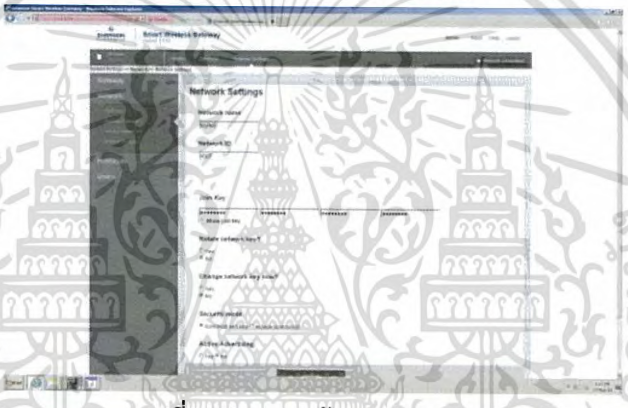
รูปที่3.31 หน้า ใส่ Username และ password

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คลิกที่ “Network Information” จะแสดงข้อมูล Network ID และ common join key จดบันทึกไว้เพื่อใช้ในการทำ join key

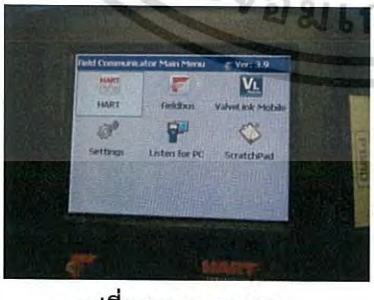


รูปที่3.32 หน้าแสดง Network ID

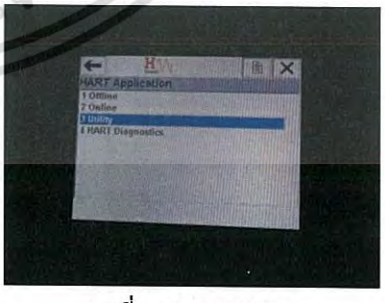


รูปที่3.33 แสดงหน้า common join key

3. ใช้อุปกรณ์ HART 475 (handheld) เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เพื่อทำ join key โดยเลือกดังนี้ HART >> “Utility” >> Configure HART Application >> Polling address >>ใส่ค่า 63 (ถ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตัวช่วยรับสัญญาณ(THUM)) and fill in 0 (ถ้าอุปกรณ์ที่ใช้เป็นwireless transmitterอยู่แล้ว)



รูปที่3.34 กด HART

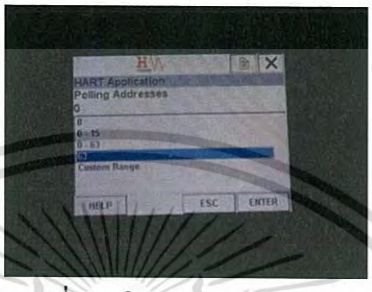


รูปที่3.35 กด Utility

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

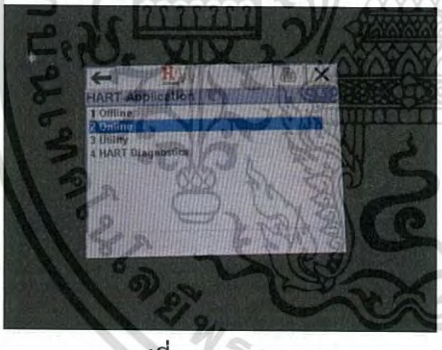
รูปที่3.36 กด Configure HART Application

รูปที่3.37 กด Polling address

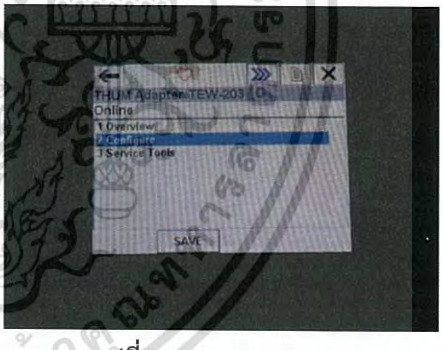


รูปที่3.38 ใส่ค่า 63 and fill in 0

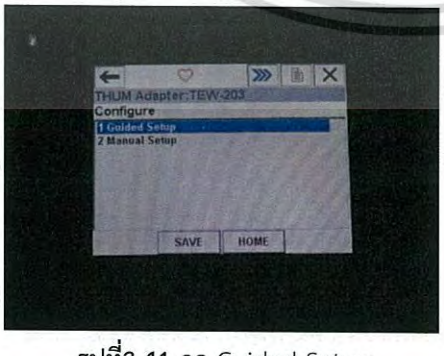
4. กลับไปที่หน้า HART Application page แล้วเลือกดังนี้ online >> Configure >> Guided Setup >> Join Device To Network >> ใส่ Network ID และ common join key(part1-4) >> Accept new join key >> press Enter



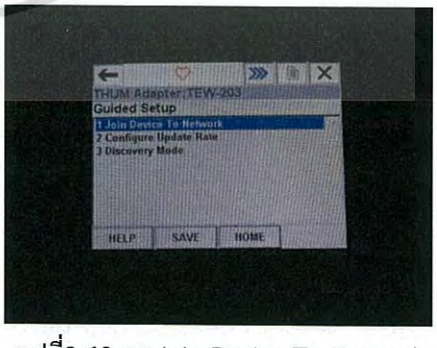
รูปที่3.39 กด online



รูปที่3.40 กด Configure



รูปที่3.41 กด Guided Setup



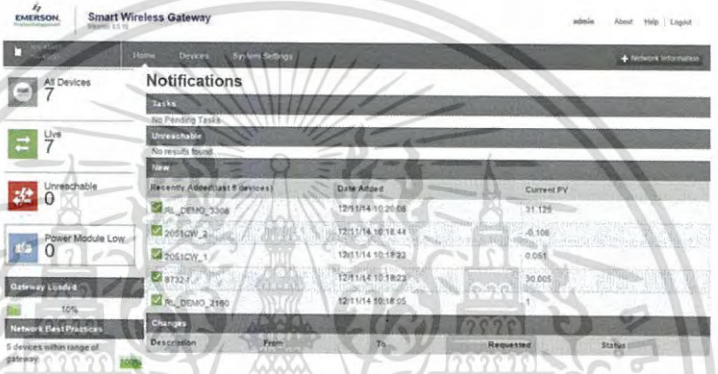
รูปที่3.42 กด Join Device To Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่3.43 ใส่ Network ID

รูปที่3.44 ใส่common join key(part1-4)

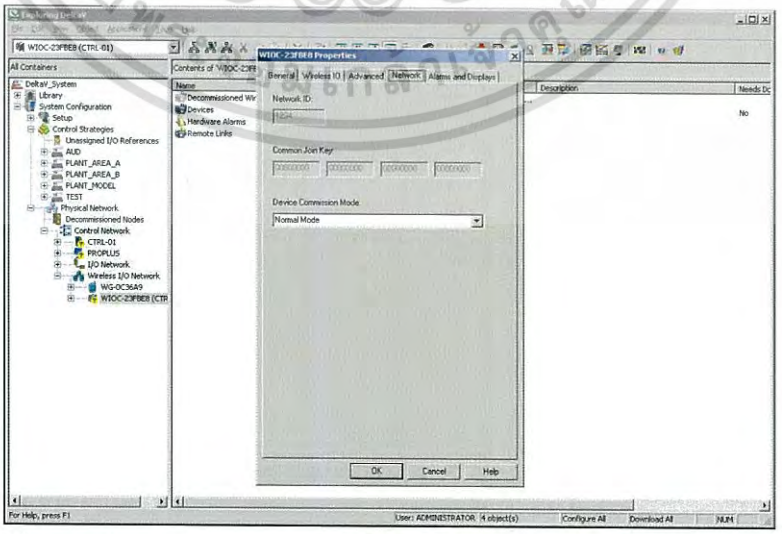
5. เมื่อทำ join key อุปกรณ์ทุกตัวสำเร็จแล้ว ที่หน้าเว็บเพจจะแสดงดังรูปต่อไปนี้



รูปที่3.45 หน้าเว็บเพจที่แสดง

3.2.2 วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับ Wireless I/O Card

1. เปิดหน้า Explorering DeltaV ที่ DCS >> คลิกขวาที่ WIOC >> Properties >> Network >> จดบันทึก Network ID และ common join key ไว้เพื่อใช้ในการทำ join key



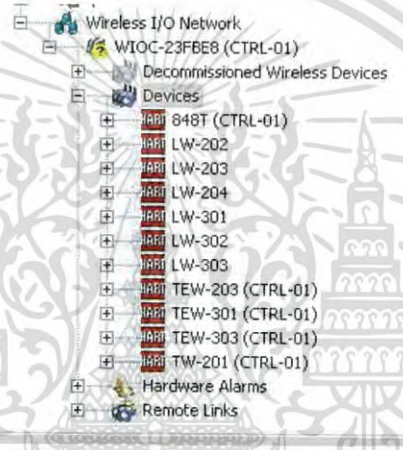
รูปที่3.46 หน้า Explorering DeltaV ที่มีค่า Network ID และ common join key

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้อุปกรณ์ HART 475 (handheld) เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เพื่อทำ join key โดยเลือกดังนี้ HART >> “Utility” >> Configure HART Application >> Polling address >>ใส่ค่า 63 (ถ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตัวช่วยรับสัญญาณ(THUM)) and fill in 0 (ถ้าอุปกรณ์ที่ใช้เป็นwireless transmitterอยู่แล้ว)

3. ใช้อุปกรณ์ HART 475 (handheld) เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เพื่อทำ join key โดยเลือกดังนี้ HART >> “Utility” >> Configure HART Application >> Polling address >>ใส่ค่า 63 (ถ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตัวช่วยรับสัญญาณ(THUM)) and fill in 0 (ถ้าอุปกรณ์ที่ใช้เป็นwireless transmitterอยู่แล้ว)

4. เมื่อทำ join key อุปกรณ์ทุกตัวสำเร็จแล้ว ที่หน้า Explorering DeltaV >> WIOC จะแสดงดังต่อไปนี้

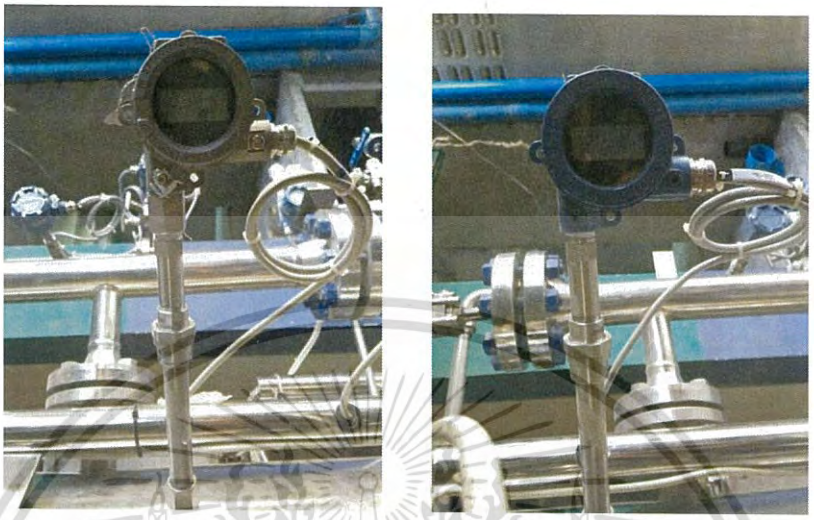


รูปที่3.47 ผลที่แสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

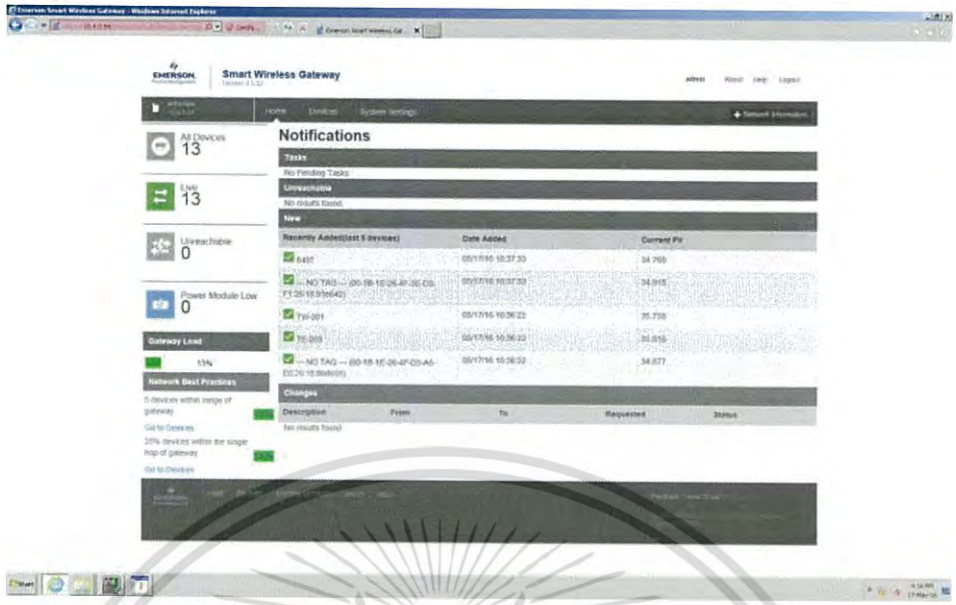
ผลการทดลอง



รูปที่4.1 แสดงค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์วัดได้จากอุณหภูมิของน้ำในTANK

รูปที่4.2 แสดงค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์วัดได้จากหม้อต้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.3 หน้าเว็บเพจของGateway

จากรูปที่แสดงเป็นหน้าเว็บเพจของGateway ซึ่งแสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้จริงจากอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบไร้สายเป็นการแสดงค่าการวัดแบบReal-time โดย wireless ทรานสมิตเตอร์ได้ข้อมูลของการวัดแล้วจึงทำการส่งต่อสัญญาณมายังตัวเกทเวย์ โดยใช้การสื่อสารข้อมูลด้วย Protocol wireless HART (62591) เมื่อเกทเวย์รับสัญญาณมาแล้วจึงส่งต่อไปที่ Delta-V DCS System โดยใช้สาย LAN(Ethernet)หรือ Modbus RTU (RS-485) DCSจะประมวลผลข้อมูลที่ได้และแสดงที่หน้าเว็บเพจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปโครงงาน

	Advantages	Disadvantages
Resistance Temperature Detector (RTD)	• Linear over wide operating range • Wide temperature range • High temperature operating range • Interchangeability wide range • Good stability at high temperature	• Low sensitivity • Higher cost than thermocouples • No point sensing • Affected by shock and vibration
Distributed Control System (DCS)	• Economics • Speed • Inherent distribution • Reliability • Incremental growth	• Software • Network • More components to fail • Security
Wireless Network	• mobility improves productivity & service • installation speed and simplicity • installation flexibility • reduced cost- of-ownership • scalability	• Security

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

เนื่องจากยังไม่คุ้นชินในการใช้อุปกรณ์ HART 475 จึงทำให้มีการเซ็ทค่าที่ผิดเพี้ยนไปทำให้ตัวทรานสมิตตเตอร์ไม่สามารถส่งค่าจากการวัดที่ถูกต้องได้ จึงได้ทำการศึกษาอุปกรณ์ HART 475 และสอบถามผู้รู้เพื่อให้คำปรึกษาและแก้ไขจนทรานสมิตเตอร์สามารถส่งค่าข้อมูลได้ตามที่ต้องการ

5.3ข้อเสนอแนะ

ปริญญานิพนธ์เรื่องนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้โดยการจัดให้มีการศึกษาเรื่องการสื่อสารของข้อมูลเพราะถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญในการนำไปประกอบอาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Rosemount (2015) **Resistancethermometers.**[Online]

Available : https://en.wikipedia.org/wiki/Resistance_thermometer

Rosemount,**475FieldCommunicat.**[Online]

Available:https://http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Asset%20Optimization%20Documents/ProductReferenceAndGuides/475_ru_usermanual.pdf

Rosemount, **644 Temperature Transmitter with HART, FOUNDATION Fieldbus orPROFIBUS.**[Online]

Avaliable:http://www2.emersonprocess.com/enUS/brands/rosemount/Temperature/Single-Point-Measurement/644/Pages/index.aspx

Rosemount,**3144PTemperatureTransmitter.**[Online]

Availiable:http://www2.emersonprocess.com/enUS/brands/rosemount/Temperature/Si ngle-Point-Measurement/3144P/Pages/index.aspx

Rosemount,**848TWirelessTemperatureTransmitter.**[Online]

Availiable:http://www2.emersonprocess.com/enus/brands/rosemount/temperature/high-density-measurement/848t-wireless/pages/index.aspx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

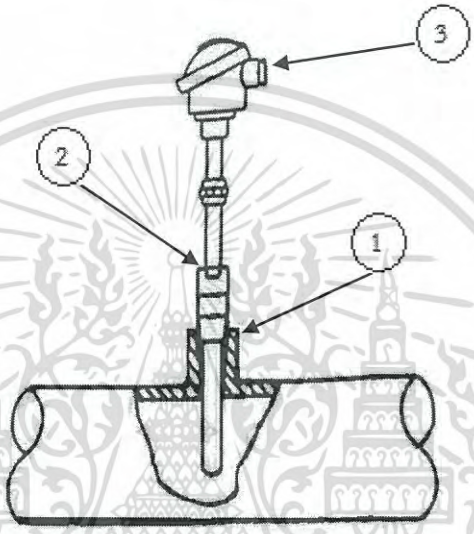
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

HooK up

Hook up for Temperature element



MATERIAL TAKE-OFF

No	DESCRIPTION	QTY	SIZE	MATERIAL SPECIFICATION
1	Thread/Socket weld	1	1"NPT(F) SCRD	A105/GALV SCRD
2	Thermowell	1	1"NPT(M) x 1/2"NPT(F)	SS316
3	Cable Entries	1	1/2-14"NPT	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มืออุปกรณ์

Rosemount 3144P Temperature Transmitter

Transmitter Specifications

HART and FOUNDATION fieldbus

Functional specifications

Inputs

User-selectable. See Table 2 on page 9 for sensor options.

Output

2-wire device with either 4–20 mA/HART, linear with temperature or input, or completely digital output with FOUNDATION fieldbus communication (ITK 6.0.1 compliant).

Isolation

Input/output isolation specified to 500 Vdc (500 Vrms 707 V peak) at 50/60 Hz.

Humidity

limits 0–99% relative humidity.

Update time

Approximately 0.5 seconds for a single sensor (1 second for dual sensors).

Physical specifications

Material selection

Emerson provides a variety of Rosemount product with various product options and configurations including materials of construction that can be expected to perform well in a wide range of applications. The Rosemount product information presented is intended as a guide for the purchaser to make an appropriate selection for the application. It is the purchaser's sole responsibility to make a careful analysis of all process parameters (such as all chemical components, temperature, pressure, flow rate, abrasives, contaminants, etc.), when specifying product, materials, options and components for the particular application. Emerson Process Management is not in a position to evaluate or guarantee the compatibility of the process fluid or other process parameters with the product, options, configuration or materials of construction selected.

Conformance to specification (±3σ [Sigma])

Technology leadership, advanced manufacturing techniques, and statistical process control ensure specification conformance to at least ±3σ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Conduit connections

The standard field mount housing has 1/2–14 NPT conduit entries. Additional conduit entry types are available, including PG13.5 (PG11), M20 1.5 (CM20), or JIS G 1 /2. When any of these additional entry types are ordered, adapters are placed in the standard field housing so these alternative conduit types fit correctly.

Materials of construction

Electronics housing

Low-copper aluminum or CF-8M (cast version of 316 Stainless Steel)

Paint

Polyurethane Cover O-rings Buna-N Mounting Transmitters may be attached directly to the sensor. Optional mounting brackets (codes B4 and B5) allow for remote mounting.

Stability

- RTDs: - ±0.1% of reading or 0.1 °C, whichever is greater, for 24 months.
- Thermocouples: - ±0.1% of reading or 0.1 °C, whichever is greater, for 12 months.

Table 2. Transmitter Accuracy

Sensor options	Sensor reference	Input ranges		Minimum span[1]		Digital accuracy[2]		Enhanced accuracy[3]	D/A accuracy[4][5]
2-, 3-, 4-wire RTDs		°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	
Pt 100 (α = 0.00385)	IEC 751	–200 to 850	–328 to 1562	10	18	± 0.10	± 0.18	± 0.08	±0.02% of span
Pt 200 (α = 0.00385)	IEC 751	–200 to 850	–328 to 1562	10	18	± 0.22	± 0.40	± 0.176	±0.02% of span
Pt 500 (α = 0.00385)	IEC 751	–200 to 850	–328 to 1562	10	18	± 0.14	± 0.25	± 0.112	±0.02% of span
Pt 1000 (α = 0.00385)	IEC 751	–200 to 300	–328 to 572	10	18	± 0.10	± 0.18	± 0.08	±0.02% of span
Pt 100 (α = 0.003916)	JIS 1604	–200 to 645	–328 to 1193	10	18	± 0.10	± 0.18	± 0.08	±0.02% of span
Pt 200 (α = 0.003916)	JIS 1604	–200 to 645	–328 to 1193	10	18	± 0.22	± 0.40	± 0.176	±0.02% of span
Ni 120	Edison Curve No. 7	–70 to 300	–94 to 572	10	18	± 0.08	± 0.14	± 0.064	±0.02% of span
Cu 10	Edison Copper Winding No. 15	–50 to 250	–58 to 482	10	18	±1.00	± 1.80	± 0.8	±0.02% of span
Pt 50 (α=0.00391)	GOST 6651-94	–200 to 550	–328 to 1022	10	18	±0.20	±0.36	± 0.16	±0.02% of span
Pt 100 (α=0.00391)	GOST 6651-94	–200 to 550	–328 to 1022	10	18	±0.10	±0.18	± 0.08	±0.02% of span

Ambient temperature effect

Transmitters may be installed in locations where the ambient temperature is between –40 and 85 °C (–40 and 185 °F). To maintain excellent accuracy performance, each transmitter is individually characterized over this ambient temperature range at the factory.

Power supply

External power supply required. Transmitters operate on 12.0 to 42.4 Vdc transmitter terminal voltage (with 250 ohm load, 18.1 Vdc power supply voltage is required). Transmitter power terminals rated to 42.4 Vdc.

SIS safety transmitter failure values

IEC 61508 Safety Certified SIL 2 and SIL 3 Claim Limit

- Safety accuracy: Span ≥ 100 °C: ± 2% of process variable span

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Span < 100 °C: ± 2 °C ν Safety response time: 5 seconds
- Safety specifications and FMEDA Report available at www. rosemount.com/safety
- Software suitable for SIL3 Applications

Temperature limits

Description	Operating limit	Storage limit
Without LCD display	–40 to 185 °F –40 to 85 °C	–60 to 250 °F –50 to 120 °C
With LCD display(1)	–40 to 185 °F –40 to 85 °C	–40 to 185 °F –40 to 85 °C

Rosemount 848T Wireless Temperature Transmitter

Specifications

Functional specifications

Inputs

Eight independently configurable channels including combinations of 2- and 3-wire RTDs, thermocouples, mV, and 2- and 3-wire ohm inputs. 4–20 mA inputs using optional connector(s).

Outputs

Manchester-encoded digital signal that conforms to IEC 61158 and ISA 50.02.

Status

If self-diagnostics detect a sensor burnout or a transmitter failure, the status of the measurement will be updated accordingly.

Ambient temperature limits

–40 to 185 °F (–40 to 85 °C)

Accuracy (Pt 100 @ reference condition: 20 °C) ±0.30 °C (±0.54 °F); for the complete list.

Isolation

- 600 Vdc channel to channel isolation(1).
- 10 Vdc channel to channel isolation for all operating conditions with maximum 150 meters (500 feet) of sensor lead length 18 AWG.

Power supply

Powered over FOUNDATION fieldbus with standard fieldbus power supplies. The transmitter operates between 9.0 and 32.0 Vdc, 22 mA maximum. (Transmitter power terminals are rated to 42.4 Vdc.)

Transient protection

The transient protector (option code T1) helps to prevent damage to the transmitter from transients induced on the loop wiring by lightning, welding, heavy electrical equipment, or switch gears. This option is installed at the factory for the Rosemount 848T and is not intended for field installation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Update time

Approximately 1.5 seconds to read all 8 inputs.

Accuracy

Sensor option		Input ranges		Accuracy over range(s)	
	Sensor reference	°C	°F	°C	°F
2- and 3-wire RTDs					
Pt 50 (α = 0.00391)	GOST 6651-94	–200 to 550	–328 to 1022	± 0.57	± 1.03
Pt 100 (α = 0.00391)	GOST 6651-94	–200 to 550	–328 to 1022	± 0.28	± 0.50
Pt 100 (α = 0.00385)	IEC 751; α = 0.00385, 1995	–200 to 850	–328 to 1562	± 0.30	± 0.54
Pt 100 (α = 0.003916)	JIS 1604, 1981	–200 to 645	–328 to 1193	± 0.30	± 0.54
Pt 200 (α = 0.00385)	IEC 751; α = 0.00385, 1995	–200 to 850	–328 to 1562	± 0.54	± 0.98
Pt 200 (α = 0.003916)	JIS 1604; α = 0.003916, 1981	–200 to 645	–328 to 1193	± 0.54	± 0.98
Pt 500	IEC 751; α = 0.00385, 1995	–200 to 850	–328 to 1562	± 0.38	± 0.68
Pt 1000	IEC 751; α = 0.00385, 1995	–200 to 300	–328 to 572	± 0.40	± 0.72
Ni 120	Edison Curve No. 7	–70 to 300	–94 to 572	± 0.30	± 0.54
Cu 10	Edison Copper Winding No. 15	–50 to 250	–58 to 482	± 3.20	± 5.76
Cu 100 (a=428)	GOST 6651-94	-185 to 200	-301 to 392	± 0.48	±0.86
Cu 50 (a=428)	GOST 6651-94	-185 to 200	-301 to 392	± 0.96	±1.73
Cu 100 (a=426)	GOST 6651-94	-50 to 200	-58 to 392	± 0.48	±0.86
Cu 50 (a=426)	GOST 6651-94	-50 to 200	-58 to 392	± 0.96	±1.73

Ambient temperature effect

Transmitters may be installed in locations where the ambient temperature is between –40 and 85 °C (–40 and 185 °F).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

โปรแกรม

Installation

The following instructions will walk you through installing Instrument Toolkit. First, you will need to install the "Full Install" version of Instrument Toolkit.

Full Installation

1. Run the Toolkit setup executable file from the Toolkit CD.
2. Click the NEXT button on the Welcome screen.
3. Read the license agreement on the License agreement screen. Click the YES button to accept the agreement and continue with the installation.
4. Read the product information on the Product information screen. Click the NEXT button to continue with the installation.
5. If you wish to change the location of your Toolkit installation, click the BROWSE button on the Installation destination window and choose your preferred installation location from the browse window that appears. After you have your installation location selected, click on the NEXT button to continue the Installation.
6. In the Choose World Area window, highlight the radio button of the World Area in which you are located. NASA = North America/South America EMEA = Europe/Middle East/Africa AP = Asia Pacific China = China Click the NEXT button to continue installation.
7. Click the FINISH button on the Finish Installation screen to finish the Installation.

Toolkit Build Updates

Build updates are available every 3 months and database updates are available every month. It is important to keep Instrument Toolkit updated to get the latest Rosemount product availability and new Toolkit functionality.

Build Updates – There are two easy ways to update to the latest Toolkit Build. (Automatic or Web). Automatic Updates (Recommended) – You will be prompted to automatically update Instrument Toolkit when there is a new patch update available (approximately every 3 months). Automatic Updates can only be run when the user has a connection to the Internet.

1. When you launch Instrument Toolkit, an Automatic Update window will pop-up before you go into the software. Click on the YES button to begin the file download 2. Once the file is downloaded, click on the START SETUP button to begin the installation.
3. On the Welcome Screen, click the NEXT button to begin the installation.
4. Click on the FINISH button on the complete screen to finish the Installation. A restart of your computer may be required.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Toolkit Database Updates

Automatic Updates – You will be prompted to automatically update Instrument Toolkit when there is a new database update available (approximately once per month). Automatic Updates can only be run when the user has a connection to the Internet.

1. When you launch Instrument Toolkit, an Automatic Update window will pop-up before you go into the software. Click on the Yes button to begin the file download. 2. Once the file is downloaded, click on the START SETUP button to begin the installation.

3. On the Welcome Screen, click the NEXT button to begin the installation.

4. A standalone Database update window will pop-up. Click on the START UPDATE button to continue the installation.

5. Click on the FINISH button on the complete screen to finish the Installation.

Registration

After you have Instrument Toolkit installed, a registration screen will appear the first time you launch the Toolkit software. Please complete the registration form and leave the Registration Number field empty (the software will automatically assign you a registration number). After you have the form completed, click on the SUBMIT REGISTRATION button to begin using Instrument Toolkit.

GETTING STARTED

The information below will get you started with basic Toolkit user information that will help you create, organize, print and share Toolkit data. The following items are located in the < FILE > menu.

New Project*

1. Enter your project name in the < PROJECT NAME > field, (required).

2. Select the appropriate < WORLD AREA > (i.e. NASA = North America/South America) from the World Area combo box, (required).

3. The < CUSTOMER, CONTRACTOR, DESTINATION, SITE NAME, QUOTE NAME, CURRENCY, FACTOR, SYMBOL, and PROJECT DESCRIPTION > fields can be filled in to add detail to the project, (not required).

New Area*

This functionality is used to differentiate a new or different area inside a plant. Adding a new area creates a new section of tags labeled by the Area Number.

1. Enter in the < AREA NUMBER > (this is what the area will be named in Toolkit – Does not have to be a number).

2. The < CUSTOMER, CONTRACTOR, SITE NAME, and AREA DESCRIPTION > fields can be filled in to add detail to the new area.

New Tag

An instrument, sensor, or transmitter in Toolkit is called a Tag. A tag is data in Toolkit that represents a physical tag on Rosemount or Micro Motion products.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Highlight the radio button for the type of Rosemount or Micro Motion product that you want to configure.

2. Double-click the device type from the list below.

Export / Import Functionality

Toolkit allows you to generate a file that can be easily transferred by e-mail. There are 2 types of files Toolkit can create.

1. Toolkit file (.tlk file). • Used to import / export from Toolkit to Toolkit. • Import does not require you to rebuild the model number.

2. Comma Separated Variable file (.csv file) • Used to import / export from Toolkit to Toolkit. • Import does not require you to rebuild the model number.

There are 2 ways that you can save information in Toolkit form. (*.tlk file).

1. Export Tag Information Only

• Saves individualtagsbasedontagtype(i.e.Pressure,Temperature,Vortex)toafile.

2. Export Complete Project

• Saves all tags from a project to one file.

Export Tag

1. Choose your tag type (product type) from the Tag Type combo box to bring up your saved tags.

2. Highlight the tag that you want to export in the Select Tags to Export box.

3. Click on the BROWSE button next to the < SAVE AS FILENAME > field to choose the location to export the tag to.

4. Click on the EXPORT button.

Export Entire Project

1. Choose the location that you want to save the file.

2. Name the file in the File < NAME > field, this will save the entire project as a file.

Print Tags

1. Choose the Tag Type (i.e. DP Flow Transmitters) from the combo box.

2. Check the box or boxes of the report type(s) that you wish to print.

3. Highlight the tag(s) you wish to print in the Select Tags to Print box • Check the Select All Tags box to select all available tags.

4. Click on the PRINT button – This will send the reports directly to your default printer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้