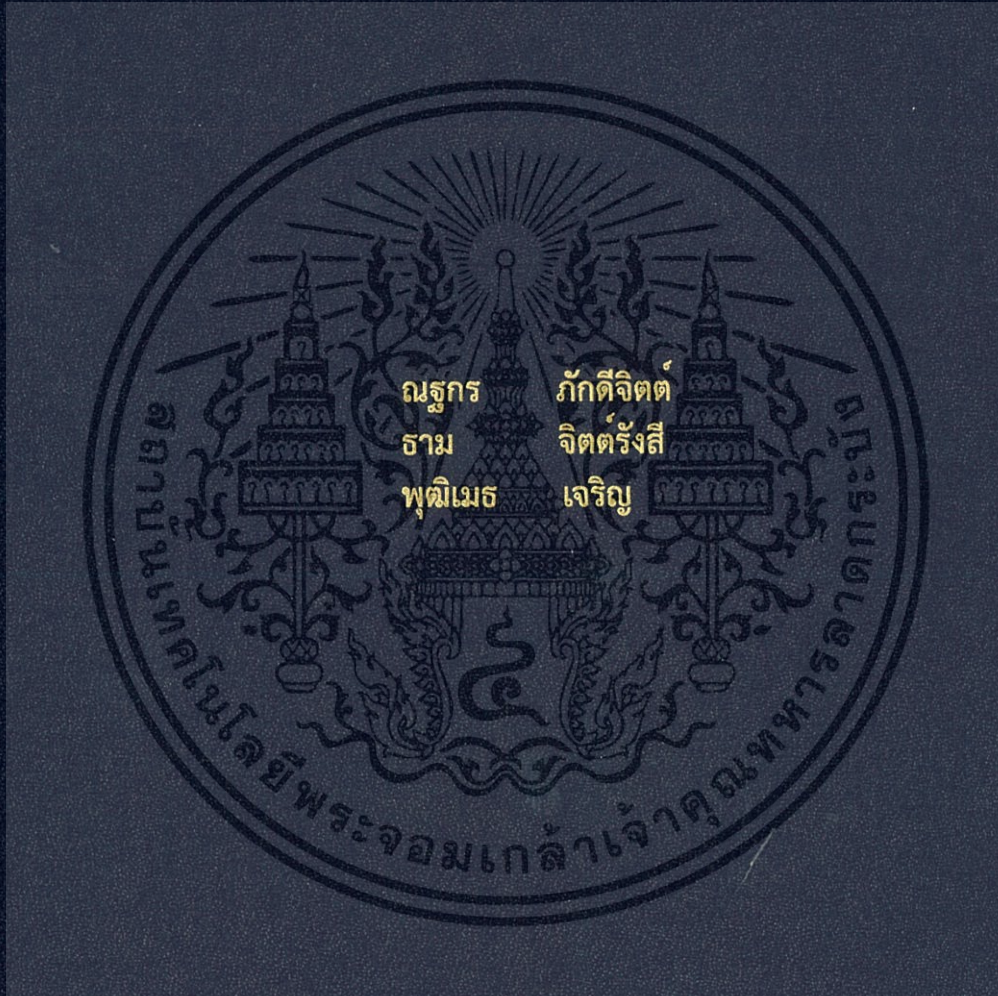


อุปกรณ์การวัดผ่านการสื่อสารแบบ HART
FIELD INSTRUMENTS USING HART COMMUNICATION



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

อุปกรณ์การวัดผ่านการสื่อสารแบบ HART
FIELD INSTRUMENTS USING HART COMMUNICATION



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIELD INSTRUMENTS USING HART COMMUNICATION



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

ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2559
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ อุปกรณ์การวัดผ่านการสื่อสารแบบ HART
FIELD INSTRUMENTS USING HART COMMUNICATION

นักศึกษาผู้จัดทำ นายณัฐกร ภักดีจิตต์ รหัสนักศึกษา 56010345
 นายชาม จิตต์รังษี รหัสนักศึกษา 56010605
 นายพุดธิเมธ เจริญ รหัสนักศึกษา 56010890

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม
ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประภาส เจริญ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญาานิพนธ์	อุปกรณ์การวัดผ่านการสื่อสารแบบ HART FIELD INSTRUMENTS USING HART COMMUNICATION			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายณัฐกร	ภักดีจิตต์	รหัสนักศึกษา	56010345
	นายธาม	จิตต์รังษี	รหัสนักศึกษา	56010605
	นายพุมิเมธ	เจริญ	รหัสนักศึกษา	56010890
อาจารย์ที่ปรึกษา ปีการศึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประภาส เริงริน			
	2559			

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาอุปกรณ์สำหรับการวัดที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม โดยทำจำลองการใช้งานในรูปแบบ Plant Model โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้ Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter แบบ Wire รวมทั้ง Transmitter with Smart Wireless THUM Adapter, Smart Wireless Gateway รวมถึงการศึกษา การ Installation และการ Configuration เพื่อให้อุปกรณ์ใช้งานได้ และเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับตัวควบคุม DeltaV DCS System เพื่อตั้งค่าการใช้งานแบบไร้สาย กำหนดการแสดงค่าและแสดงค่าที่วัดได้จริงจาก Plant Model ศึกษาเกี่ยวกับระบบการสื่อสารของอุปกรณ์แบบ HART Protocol V7 โดยได้ดำเนินการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไร้สายเข้ากับอุปกรณ์ที่เป็นตัวรับสัญญาณ (Gateway) โดยจะเรียกขั้นตอนนี้ว่า Join Key การทำ Join Key คือการระบุ Network ID และ Common Join Key ที่ตัวอุปกรณ์ซึ่งหากระบุไม่ตรงกับอุปกรณ์ก็จะไม่สามารถส่งข้อมูลไปยังส่วนแสดงผลได้และได้ดำเนินการเชื่อมต่ออุปกรณ์มีสายเข้ากับอุปกรณ์โดยตรงเป็นการส่งสัญญาณแบบ 4-20 mA แบบ Digital โดยควบคุมแบบ PID ให้ได้ค่าตามที่ต้องการเพื่อเปรียบเทียบความสามารถของเครื่องมือวัดที่กล่าวมาข้างต้นผ่านโปรแกรม DeltaV เพื่อให้ระบบสามารถเข้าสู่ Steady State ได้ถูกต้องตามที่ต้องการ

Thesis Title	FIELD INSTRUMENTS USING HART COMMUNICATION		
Authors	Mr. Nathakorn	Phakdeeचित	56010345
	Mr. Time	Jittrangsee	56010605
	Mr. Phutthimet	Charoen	56010890
Thesis Advisor	Asst.Prof. Prapas	Rerngruen	
Year	2016		

ABSTRACT

This thesis has studied the device for measuring the Temperature, Level, Flow, Pressure by using HART and Wireless HART application in simulation Plant Model. For equipment used in the thesis are Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter, with Wire and Wireless, also learning the Installation device to use and connect the device to the controller DeltaV DCS system for configured using of Wireless, display show and values actually measured from Plant Model. Including learn about the communication system of the HART Protocol V7, Has connected to the device by sending signal 4-20 mA directly into a I/O device controlled by PID. As well as the installation and design of equipment for Plant Model communication system for preparing devices can work together perfectly.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีอย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ประภาส เริงริน เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้ปริญญาานิพนธ์เล่มนี้ถูกต้อง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ที่ได้รับ จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ดูแลเลี้ยงดู และให้กำลังใจในการทำปริญญาานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณเจ้าของเอกสาร บทความ หนังสือทุกท่านที่ผู้จัดทำใช้ในการสืบค้นข้อมูลที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้

คุณค่าและประโยชน์จากการค้นคว้าอันพึงมีของปริญญาานิพนธ์เล่มนี้ผู้จัดทำขอมอบทดแทนบุญคุณต่อพ่อ แม่ และครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนศิษย์มาตลอด ด้วยวิญญูณของความเป็นครูตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน



คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปริญญาโท.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาโท.....	2
1.3 ขอบเขตของปริญญาโท.....	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ.....	4
2.1 อุณหภูมิ.....	4
2.1.1 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิโดยความต้านทานเปลี่ยนแปลง.....	4
2.1.2 หลักการชดเชยอุณหภูมิ.....	6
2.2 Thermowell.....	8
2.3 644 Temperature Transmitter.....	11
2.3.1 การติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณ.....	11
2.4 3144P Temperature Transmitter.....	14
2.4.1 การติดตั้งแบบโดยทั่วไป.....	14
2.5 848T Wireless Temperature Transmitter.....	16
2.6 Ultrasonic.....	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6.1 ข้อควรพิจารณาในการติดตั้ง.....	17
2.7 Guided Wave Radar (GWR)	18
2.7.1 การติดตั้ง.....	19
2.7.1.1 ในแชมเบอร์.....	19
2.7.1.2 ในแท็งก์.....	21
2.8 Non-contacting radar.....	22
2.9 ความดัน.....	24
2.10 Differential Pressure with Manifold Valve.....	24
2.11 Differential Pressure Tuned-System.....	26
2.12 Differential Pressure Balance-System.....	27
2.13 Electronic Remote Sensors.....	28
2.14 HART.....	30
2.14.1 ประโยชน์การใช้ HART.....	30
2.15 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล.....	32
2.15.1 DCS (Distributed Control System)	33
2.15.2 DCS Server.....	34
2.15.3 DCS Stations.....	35
2.15.4 DCS Controller.....	35
บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการ.....	35
3.1 การออกแบบ P&ID และ แบบจำลอง 3 มิติ ของ Plant Model.....	36
3.1.1 P&ID.....	36
3.1.2 Plant-3D.....	37
3.2 การศึกษาการติดตั้งและเงื่อนไขในการทำงานเพื่อออกแบบแบบจำลอง.....	43
3.2.1 อุปกรณ์วัดระดับที่ใช้หน้าแปลน.....	43
3.2.2 อุปกรณ์วัดระดับใช้เกลียว.....	44
3.3 การใช้โปรแกรม Instrument Toolkit ในการออกแบบอุปกรณ์.....	45
3.4 วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับ Gateway และ Wireless I/O Card.....	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4.1 วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับ Gateway.....	50
3.4.2 วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสารให้สามารถสื่อสารกับ Wireless I/O.....	56
3.5 การ Configuration ของ Transmitter แต่ละตัวในการวัดระดับ.....	57
3.5.1 วิธีการ Configuration	57
3.5.1.1 รูปภาพการ Configuration ของ Transmitter แต่ละตัว.....	57
3.5.2 การ Calibration ของ Transmitter แต่ละตัวในการวัดระดับ.....	61
3.5.2.1 การ Calibration Guided Wave Radar	62
3.5.2.1.1 ค่าที่ได้ของ Guided Wave Radar (วัดจากระดับ 0-100 %).....	62
3.5.2.1.2 ค่าที่ได้ของ Guided Wave Radar (วัดจากระดับ 100-0 %).....	63
3.5.2.2 การ Calibration Non-Contacting Radar.....	64
3.5.2.2.1 ค่าที่ได้ของ Non-Contacting Radar (วัดจากระดับ 0-100 %).....	64
3.5.2.2.2 ค่าที่ได้ของ Non-Contacting Radar (วัดจากระดับ 100-0 %).....	65
3.5.2.3 การ Calibration Ultrasonic.....	66
3.5.2.3.1 ค่าที่วัดได้ของ Ultrasonic (วัดจาก 0% ถึง 100%).....	66
3.5.2.3.2 ค่าที่วัดได้ของ Ultrasonic (วัดจาก 100% ถึง 0%).....	67
3.5.2.4 การ Calibration Tuned System.....	68
3.5.2.4.1 ค่าที่ได้ของ Tuned System (วัดจาก 0% ถึง 100%).....	68
3.5.2.4.2 ค่าที่ได้ของ Tuned System (วัดจาก 100% ถึง 0%).....	69
3.5.2.5 การ Calibration Balance System.....	70
3.5.2.5.1 ค่าที่ได้จาก Balance System (วัดจาก 0% ถึง 100%).....	70
3.5.2.5.2 ค่าที่ได้จาก Balance System (วัดจาก 100% ถึง 0%).....	71
3.5.2.6 การ Calibration Wet Leg.....	72
3.5.2.6.1 ค่าที่ได้จาก Wet Leg (วัดจาก 0% ถึง 100%).....	72
3.5.2.6.2 ค่าที่ได้จาก Wet Leg (วัดจาก 100% ถึง 0%).....	73
3.5.2.7 การ Calibration Dry Leg.....	74
3.5.2.7.1 ค่าที่ได้จาก Dry Leg (วัดจาก 0% ถึง 100%).....	74
3.5.2.7.2 ค่าที่ได้จาก Dry Leg (วัดจาก 100% ถึง 0%).....	75

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5.2.8 การ Calibration ERS	76
3.5.2.8.1 ค่าที่ได้จาก ERS (วัดจาก 0% ถึง 100%).....	76
3.5.2.8.2 ค่าที่ได้จาก ERS (วัดจาก 100% ถึง 0%).....	77
3.6 การใช้งานโปรแกรม DeltaV Operate เพื่อใช้ในการสร้างกราฟพิก.....	77
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	88
4.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง.....	88
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	88
4.3 ผลการทดลอง.....	89
4.3.1 เปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของอุปกรณ์แต่ละตัว.....	89
4.3.2 ได้ผลการทดลองจากการทดสอบการควบคุมแบบ PI.....	90
4.3.2.1 P&ID ของกระบวนการ.....	90
4.3.2.2 Block Diagram ของกระบวนการ.....	91
4.3.2.3 ค่า PID ของกระบวนการ.....	92
4.3.2.4 ผลการทดลองการควบคุมโดยใช้ PID.....	94
4.4 อภิปรายผลการทดลอง.....	96
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหาการทดลอง และข้อเสนอแนะ.....	97
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	97
5.2 ปัญหาการทดลอง.....	97
บรรณานุกรม.....	98

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงอุปกรณ์วัดระดับต่างๆที่ใช้ Fitting Type แบบหน้าแปลน.....	43
3.2 แสดงอุปกรณ์วัดระดับต่างๆที่ใช้ Fitting Type แบบหน้าเกลียว.....	44
3.3 แสดงค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100 % ของ Guided Wave Radar.....	62
3.4 แสดงค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0% ของ Guided Wave Radar	63
3.5 แสดงค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100% ของ Non-Contacting Radar	64
3.6 แสดงค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0% ของ Non-Contacting Radar	65
3.7 แสดงค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100 % ของ Ultrasonic.....	66
3.8 แสดงค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0 % ของ Ultrasonic	67
3.9 แสดงค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100 % ของ Tuned System	68
3.10 แสดงค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0 % ของ Tuned System	69
3.11 แสดงค่าการเติมน้ำจาก 0-100% ของ Balanced System	70
3.12 แสดงค่าการปล่อยน้ำจาก 100-0% ของ Balanced System	71
3.13 แสดงค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100 % ของ Wet leg	72
3.14 แสดงค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0 % ของ Wet leg	73
3.15 แสดงค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100 % ของ Dry leg	74
3.16 แสดงค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0 % ของ Dry leg	75
3.17 แสดงค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100 % ของ ERS	76
3.18 แสดงค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0 % ของ ERS	77
4.1 แสดงผลการทดลองของอุปกรณ์แต่ละชนิด	79

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิของวัสดุต่างๆ.....	5
2.2 โครงสร้าง RTD 2 สาย.....	6
2.3 โครงสร้าง RTD 3 สาย.....	7
2.4 Thermowell.....	8
2.5 ส่วนประกอบของ Thermowell.....	9
2.6 Rosemount 644 Temperature Transmitter.....	11
2.7 แสดงการประกอบฮาร์ดแวร์ไปยัง 644 Transmitter.....	12
2.8 แสดงชิ้นส่วนอุปกรณ์ 644 Transmitter.....	13
2.9 Rosemount 3144P Temperature Transmitter.....	14
2.10 แสดงการกำหนดค่าแบบ Direct Mounted ทั่วไปของ 3144P Transmitter.....	15
2.11 Rosemount 848T Wireless Temperature Transmitter.....	16
2.12 Ultrasonic.....	17
2.13 แสดงอุปกรณ์วัดระดับประเภท Guided Wave Radar.....	18
2.14 กฎการสะท้อนของคลื่น.....	19
2.15 แสดงการความผิดพลาดในการวัดระดับแบบแชมเบอร์.....	21
2.16 แสดงการติดตั้งแบบ Single Rigid และแบบ Single Flex.....	22
2.17 แสดงตำแหน่งการติดตั้งที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม.....	22
2.18 แสดงอุปกรณ์วัดระดับประเภท Non-Contacting Radar.....	23
2.19 แสดงตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสมของ Non-Contacting Radar.....	24
2.20 แสดงอุปกรณ์วัดระดับประเภท Differential Pressure with Manifold Valve.....	25
2.21 แสดงตัวอย่างการติดตั้งท่อระบายน้ำ / วาล์วระบายอากาศ.....	25
2.22 แสดงอุปกรณ์วัดระดับประเภท Tuned-System.....	26
2.23 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์วัดประเภท Tuned-System.....	26
2.24 แสดงอุปกรณ์วัดระดับประเภท Balance-System.....	27
2.25 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์วัดประเภท Balance-System.....	27
2.26 แสดงอุปกรณ์วัดระดับประเภท Electronic Remote Sensors.....	28
2.27 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์วัดประเภท Electronic Remote Sensor.....	28

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.28 แสดงตำแหน่งการติดตั้งแนวตั้งและแนวนอน Electronic Remote Sensors.....	29
2.29 แสดงในส่วนของอนาล็อกโมดูลของ HARTที่ต่อในระบบ.....	30
2.30 สัญญาณ HART.....	31
2.31 แสดงถึงอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลประเภท Control Valve.....	32
2.32 แสดงถึง Controller ที่อยู่ในส่วนของ DCS.....	33
2.33 แสดงถึงส่วนประกอบต่างๆของ DCS ที่ควบคุมกระบวนการแบบ Wireless HART.....	34
2.34 แสดงถึง DeltaV™ S-series SX Controller.....	35
3.1 Flow Chart ของการทดลอง.....	36
3.2 แผนภาพ PID ของ Plant Model.....	37
3.3 แสดงภาพ Plant จริง.....	38
3.4 แสดงภาพ Plant จริงแท็งก์ที่ 1.....	39
3.5 แสดงภาพ Plant จริงแท็งก์ที่ 2.....	40
3.6 แสดงภาพ Plant จริงแท็งก์ที่ 3.....	41
3.7 แสดง Plant Model 3D จำลอง ด้านหน้า.....	42
3.8 แสดง Plant Model 3D จำลอง ด้านหลัง.....	42
3.9 ตัวอย่างการเลือกชนิดของอุปกรณ์การวัด.....	45
3.10 การเลือก Model สำหรับ Application.....	46
3.11 การเลือก Model สำหรับ Process.....	46
3.12 การเลือก Product.....	47
3.13 การเลือก Model สำหรับเงื่อนไขต่างๆ.....	47
3.14 วิธีการทำ Specification Sheet.....	48
3.15 แสดงตัวอย่าง Specification Sheet ของ 644 Temperature Transmitter.....	48
3.16 แสดงตัวอย่าง Specification Sheet ของ GWR.....	49
3.17 การเชื่อมต่อ Gateway และ Wireless I/O Card.....	50
3.18 เข้าหน้า Web Browser เพื่อกรอก IP.....	50
3.19 กรอก IP address ของ Gateway.....	51
3.20 หน้าแสดง Network ID.....	52

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21 แสดงหน้า Common Join Key.....	53
3.22 แสดงการกด Configure HART แล้ว Utility.....	54
3.23 แสดงการกด Configure HART.....	54
3.24 แสดงการกด Polling Address.....	54
3.25 แสดงการกด ใส่ค่า 63 และ 0.....	54
3.26 แสดงการกด Online.....	55
3.27 แสดงการกด Configure.....	55
3.28 แสดงการกด Guided Setup.....	55
3.29 แสดงการกด Join Device To.....	55
3.30 แสดงการใส่ Network ID.....	55
3.31 แสดงการใส่ Common Join Key.....	55
3.32 แสดงหน้าจอ Exploring DeltaV.....	56
3.33 Non-Contacting Radar ที่ 100%.....	57
3.34 Non-Contacting Radar ที่ 0%.....	57
3.35 Guided Wave Radar ที่ 100%.....	58
3.36 Guided Wave Radar ที่ 0%.....	58
3.37 Ultrasonic ที่ 100%.....	58
3.38 Ultrasonic ที่ 0%.....	58
3.39 Balanced System ที่ 100%.....	59
3.40 Balanced System ที่ 0%.....	59
3.41 Electronic Remote Sensor ที่ 100%.....	59
3.42 Electronic Remote Sensor ที่ 0%.....	59
3.43 Dry Leg ที่ 100%.....	59
3.44 Dry Leg ที่ 0%.....	59
3.45 Wet Leg ที่ 100%.....	60
3.46 Wet Leg ที่ 0%.....	60
3.47 Tuned System ที่ 100%	60

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.48 Tuned System ที่ 0%.....	60
3.49 แสดงถึงการสร้างไฟล์หน้าจอกกราฟฟิก DeltaV Operate Configure.....	78
3.50 แสดงถึงการสร้างรูปแบบของหน้าจอกกราฟฟิก.....	78
3.51 แสดงภาพกราฟฟิกหลังจากการ Upload.....	79
3.52 แสดงถึงตัวเลือกของตัวแสดงผล.....	79
3.53 แสดงตัวเลือกของ PCSD_Coventional_120.....	80
3.54 แสดงถึง Level Bargraph.....	80
3.55 แสดงถึง Expression Builder.....	81
3.56 แสดงถึงการค้นหา Module ที่รับค่าเพื่อแสดงค่าผ่านทาง Bargraph.....	81
3.57 แสดงถึง Browse DeltaV Control Parameters.....	82
3.58 แสดงถึง Browse DeltaV Control Parameters.....	82
3.59 แสดงหน้าจอปรับแก้ Level Bargraph.....	83
3.60 แสดง Level Bargraph ในรูป กราฟฟิกที่เราเลือกไว้.....	84
3.61 แสดงการเลือก Datalink Stamper.....	84
3.62 แสดง Expression Builder.....	85
3.63 แสดงถึง Datalink.....	85
3.64 แสดงถึงกราฟฟิกค่าที่เป็น #####.....	86
3.65 แสดงถึงการเปลี่ยนสีค่าแสดงระดับที่วัดได้จาก LTW-302.....	86
3.66 แสดงถึงการเปลี่ยนสีค่าแสดงระดับที่วัดได้จาก LTW-302 เลือกค่า.....	87
3.67 กราฟฟิกที่สมบูรณ์พร้อมเริ่มกระบวนการ.....	87

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 แสดง P&ID ของกระบวนการ	90
4.2 แสดง Block Diagram แบบ Cascade Loop Control	91
4.3 แสดงการตั้งค่า PID ของ LIC การควบคุมอุปกรณ์โดยใช้ Auto Tuning ของ DeltaV	92
4.4 แสดงการตั้งค่า PID ของ FIC ในการควบคุมอุปกรณ์โดยใช้ Auto Tuning ของ DeltaV.....	93
4.5 แสดงภาพผลการทดสอบควบคุม PID ของ Non-Contacting Radar ที่ระดับ 40%	83
4.6 แสดงภาพผลการทดสอบควบคุม PID ของ Tuned System ที่ระดับ 40%	84



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้ในการวัดในอุตสาหกรรมมีจำนวนมาก ทั้ง Level, Pressure และ Temperature ซึ่งเครื่องมือแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและประสิทธิภาพในการทำงานที่แตกต่างกัน รวมถึง การ Installation และการ Configuration ทั้งนี้การเลือกใช้งานนั้น จึงต้องคำนึงถึงขอบเขตของการทำงานเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องมือและการทำงาน ทั้งนี้ในกระบวนการวัดข้างต้น จึงต้องมีการศึกษาและทดลองในทุกๆส่วน ทั้งคุณสมบัติเครื่องมือแต่ละตัว ประสิทธิภาพการทำงาน รวมถึงการ Installation และการ Configuration ด้วย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการวัดระดับและความดัน โดยใช้ อุปกรณ์หลัก คือ Ultrasonic, Guided Wave Radar (GWR), Non-Contacting Radar, Differential Pressure with Manifold Valve, BALANCE-SYSTEM, TUNED-SYSTEM, Electronic Remote Sensor, Pressure Transmitter, RTD, อุปกรณ์นี้จะทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์วัดตัวแปร เพื่อนำไปประมวลผล และแสดงข้อมูลผลการวัด รวมไปถึงความผิดพลาดของกระบวนการ ซึ่งในส่วนของการ Configuration จำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์ HART ในการทำการปรับค่า หรือ Calibration เพื่อให้ค่าตรงตามที่ต้องการ

ในส่วนของอุปกรณ์ HART เป็นระบบสื่อสารที่มีฟังก์ชันที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำการเชื่อมต่อ โมดูลอนาล็อก ด้วยการสื่อสารแบบดิจิทัล โปโตคอล HART โดยทั่วไปจะสื่อสารด้วยโพลิตคอลลมาตรฐาน กับ อุปกรณ์ Smart Field Device HART และได้จดทะเบียนเครื่องหมายการค้า ของ “HART Communication Foundation” (HCF)

ในปัจจุบันขนาดของการส่งข้อมูลและความสามารถของเครือข่ายที่มากขึ้น ทำให้เทคโนโลยีระบบเครือข่ายแบบไร้สายในอุตสาหกรรม (Industrial Wireless LAN-IWLAN) ถูกพัฒนาขึ้นและมีการเติบโตอย่างสูงมากโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่เน้นระบบงานอัตโนมัติ เทคโนโลยีเหล่านี้ ยังเหมาะสมสำหรับการใช้งานที่ต้องการการสื่อสารแบบ End-to-End ที่ต้องการความทนทานน่าเชื่อถือว่าจะสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ล้มและการติดต่อทางวิทยุที่ต้องการความปลอดภัยสูง WLAN เป็นมาตรฐานที่พัฒนาขยายมาจาก IEEE 802.11a/b/g และ n Standards ที่ใช้ในการส่งสัญญาณที่ความเร็วตั้งแต่ 54-Mbps ไปจนถึงหลายร้อย Mbps นอกจากนั้นยังมีความสามารถส่งข้อมูลได้มากกว่ามาตรฐานการส่งสัญญาณแบบไร้สายอื่นๆ ทำให้การทำงานสะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาโท

1. เพื่อศึกษาการทำงานของ Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter ที่ใช้ในการวัดความดัน, อุณหภูมิ และระดับ
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติ ประสิทธิภาพ และข้อดีข้อด้อยของ Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter ที่ใช้ในการวัดความดัน, อุณหภูมิ และระดับ
3. เพื่อศึกษาการติดตั้ง และการตั้งค่า Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter ที่ใช้ในการวัดความดัน, อุณหภูมิ และระดับ
4. เพื่อศึกษาการทำงานของ HART Protocol ที่ใช้ในการตั้งค่า Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter
5. เพื่อศึกษาการใช้โปรแกรม DeltaV เบื้องต้น เพื่อใช้ในการควบคุมระบบ PID

1.3 ขอบเขตปริญญาโท

1. ศึกษาการทำงาน คุณสมบัติและประสิทธิภาพ Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter การวัดความดัน, อุณหภูมิ และระดับ
2. ศึกษาการติดตั้ง และการตั้งค่า Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter การวัดความดัน, อุณหภูมิ และระดับ
3. ศึกษาการทำงานของ HART Protocol และการใช้งานในการตั้งค่า Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter
4. ศึกษาการควบคุมระบบ PID เบื้องต้นเพื่อแสดงผล
5. ศึกษาการใช้โปรแกรม DeltaV เบื้องต้น เพื่อใช้ในการควบคุมระบบ PID

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาการทำงาน คุณสมบัติและประสิทธิภาพ Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter ในการวัดความดัน, อุณหภูมิ และระดับ
2. ศึกษาการติดตั้งและการตั้งค่าเครื่องมือการวัดความดัน, อุณหภูมิ และระดับ
3. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม Instrument Toolkit ของบริษัท EMERSON
4. ศึกษาการทำงานของ HART Protocol และการใช้งานในการตั้งค่า Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter
5. ศึกษาการใช้โปรแกรม DeltaV เบื้องต้น เพื่อใช้ในการควบคุมระบบ PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ตั้งค่า Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter ให้แสดงผลตามค่าที่วัดได้จริงอย่างถูกต้อง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจทฤษฎีและหลักการการทำงานของ Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter อย่างถูกต้อง ได้ศึกษาอุปกรณ์วัดของจริงพร้อมทั้งได้รับคำแนะนำจากผู้มีประสบการณ์ของบริษัทผู้ผลิต
2. เข้าใจคุณสมบัติและประสิทธิภาพของ Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter ในแต่ละรุ่น
3. เข้าใจหลักการและเงื่อนไขในการติดตั้ง และตั้งค่า Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter ชนิดต่างๆ
4. สามารถติดตั้งและการตั้งค่า Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter ชนิดต่างๆได้อย่างถูกต้อง
5. เข้าใจหลักการการทำงานของ HART Protocol
6. สามารถใช้โปรแกรม DeltaV ในการควบคุมระบบ PID ให้ทำงานเบื้องต้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีการทำงานและการติดตั้งของเครื่องมือวัด

ในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการของเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์การวัดที่ใช้ในการทำโครงการ ซึ่งประกอบไปด้วย ทฤษฎี หลักการทำงาน ข้อมูลการใช้งาน อาทิเช่น การติดตั้ง การตั้งค่าก่อนใช้งาน การคำนวณ หลักการวัด เป็นต้น

2.1 อุณหภูมิ

ในอดีตมีแนวคิดเกี่ยวกับอุณหภูมิเกิดขึ้นเป็น 2 แนวทาง คือตามแนวทางของหลักอุณหพลศาสตร์ และตามการอธิบายเชิงจุลภาคทางฟิสิกส์เชิงสถิติ อุณหพลศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับการวัดในเชิงมหภาค ดังนั้นคำจำกัดความอุณหภูมิในเชิงอุณหพลศาสตร์ในเบื้องต้น ซึ่งกำหนดขึ้นโดยลอร์ดเคลวิน[1] จึงระบุเกี่ยวกับค่าตัวแปรต่างๆ ที่สามารถตรวจวัดได้จากการสังเกต ส่วนฟิสิกส์สถิติจะให้ความเข้าใจในเชิงลึกยิ่งกว่าอุณหพลศาสตร์ โดยอธิบายถึงการสะสมจำนวนอนุภาคขนาดใหญ่ และตีความพารามิเตอร์ต่างๆ ในอุณหพลศาสตร์ (เชิงมหภาค) ในฐานะค่าเฉลี่ยทางสถิติของพารามิเตอร์ของอนุภาคในเชิงจุลภาค ในการศึกษาฟิสิกส์เชิงสถิติสามารถตีความค่านิยามอุณหภูมิในอุณหพลศาสตร์ว่า เป็นการวัดพลังงานเฉลี่ยของอนุภาคในแต่ละองศาอิสระในระบบอุณหพลศาสตร์ โดยที่อุณหภูมินั้นสามารถมองเป็นคุณสมบัติเชิงสถิติ ดังนั้นระบบจึงต้องประกอบด้วยปริมาณอนุภาคจำนวนมากเพื่อจะสามารถบ่งบอกค่าอุณหภูมิตั้งแต่ความหมายที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ ในของแข็ง พลังงานนี้พบในการสั่นไหวของอะตอมของสสารในสภาวะสมดุล ในแก๊สอุดมคติ พลังงานนี้พบในการเคลื่อนไหวไปมาของอนุภาคโมเลกุลของแก๊ส เพราะฉะนั้นการวัดอุณหภูมิอาจมีนิยามเพื่อความเข้าใจที่ง่ายขึ้นคือการวัดค่าเฉลี่ยของพลังงานจลน์ของอนุภาคในสสารใดๆ ซึ่งสอดคล้องกับความร้อนหรือเย็นของสสารนั้น

2.1.1 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิโดยความต้านทานเปลี่ยนแปลง (Resistance Temperature Detector, RTD)

อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิโดยความต้านทานเปลี่ยนแปลง (Resistance Temperature Detector, RTD) คือตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของโลหะซึ่งค่าความต้านทานดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ ความต้านทานของโลหะที่เพิ่มเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นนี้ เรียกว่า “ สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบบวก ” (Positive Temperature Coefficient , PTC) [2]

RTD ทำจากลวดโลหะที่มีความยาวค่าหนึ่ง ซึ่งที่ 0°C จะมีค่าความต้านทานค่าหนึ่งตามที่กำหนด ลวดโลหะนี้จะพันอยู่บนแกนที่เป็นฉนวนไฟฟ้า มีคุณสมบัติทนต่อความร้อน และต้องมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

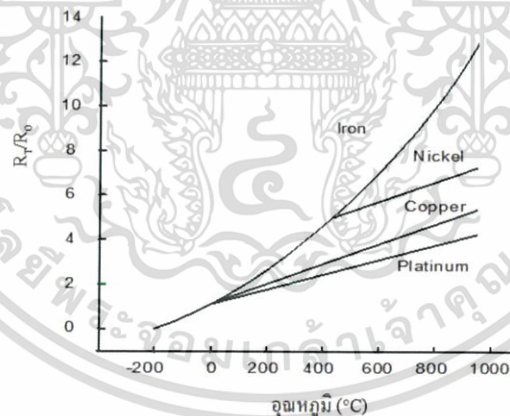
สัมประสิทธิ์การขยายตัวสัมพันธ์กับการขยายตัวของขดลวด RTD จะถูกบรรจุอยู่ใน Metal Sheath ฉนวนที่ใช้เป็นพวกแมกนีเซียมออกไซด์ หรืออะลูมิเนียมออกไซด์ ลักษณะสำคัญของโลหะที่ใช้เป็นองค์ประกอบของความต้านทานเป็นแบบเชิงเส้น การประมาณค่าความต้านทานกับความสัมพันธ์ของอุณหภูมิจะอยู่ที่ระหว่าง 0 และ 100 °C ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานนี้จะเรียกว่า อัลฟา α สมการดังต่อไปนี้กำหนด α ; หน่วยเป็นโอห์ม / โอห์ม / °C

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100R_0} \quad (2.1)$$

R_0 = ความต้านทานของเซ็นเซอร์ที่ 0 °C

R_{100} = ความต้านทานของเซ็นเซอร์ที่ 100 °C

แพลตตินัมบริสุทธิ์มีอัลฟา 0.003925 โอห์ม/โอห์ม/°C ในช่วง 0 ถึง 100 °C และใช้ในการปฏิบัติการใน RTDs ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ตรงกันข้ามกับสองมาตรฐานกลับได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมคือ RTDs IEC 60751 และมาตรฐาน ASTM E-1137 ระบุอัลฟา 0.00385 โอห์ม/โอห์ม/°C ก่อนที่มาตรฐานเหล่านี้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ใช้หลายค่าอัลฟาที่แตกต่างกันยังคงเป็นไปได้ที่จะพบโพรบเก่าที่ทำด้วยแพลตตินัมที่มีค่าอัลฟา 0.003916 โอห์ม / โอห์ม / °C และ 0.003902 โอห์ม / โอห์ม / °C



รูปที่ 2.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิของวัสดุต่าง ๆ [3]

พิจารณากราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิของทองแดงและแพลตตินัม (จากรูปด้านบนที่ 2.1) พบว่า มีลักษณะเป็นเส้นตรงในย่านของอุณหภูมิที่ค่อนข้างกว้าง และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นเชิงเส้นชัดเจน อย่างไรก็ตาม ทองแดงง่ายต่อการทำปฏิกิริยาเคมี โดยทั่วไปจึงเลือกใช้แพลตตินัม โดยอาร์ทีดีชนิดที่นิยมใช้มากที่สุด คือ RTD PT100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 หลักการชดเชยอุณหภูมิ

อาร์ทีดี 2 สาย

วงจรใช้งานพื้นฐานของอาร์ทีดี คือ Wheathstone Bridge โดย R_t คือ อาร์ทีดี ซึ่งติดตั้งอยู่ในจุดที่ต้องการวัดอุณหภูมิ มีค่าความต้านทานอีก 3 ค่าในวงจร คือ R_1 , R_2 และ R_3 ซึ่งต้องอยู่ที่อุณหภูมิห้อง และเป็นความต้านทานชนิดที่มีความถูกต้องสูง วงจร Bridge จะอยู่ในสภาวะสมดุลเมื่ออาร์ทีดี (R_t) อยู่ที่ 0°C แล้วทำให้ $R_t/R_3 = R_1/R_2$ ซึ่งจะไม่มีการไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ เมื่ออุณหภูมิที่ R_t สูงขึ้น ค่า R_t จะเพิ่มขึ้นทำให้วงจร Bridge ไม่สมดุลและมีการไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ อย่างไรก็ตาม อาร์ทีดี 2 สาย เหมาะกับงานที่อาร์ทีดีอยู่ใกล้กับวงจรเท่านั้นไม่เหมาะกับงานที่ต้องลากสายยาว ๆ เนื่องจากจะมีความผิดพลาดเกิดขึ้นจากค่าความต้านทานสะสมของสายตัวนำทำให้ค่าที่อ่านได้ผิดเพี้ยนไป อาร์ทีดี 2 สายจึงเหมาะกับงานที่ไม่ต้องการความถูกต้องสูงนัก



รูปที่ 2.2 โครงสร้าง RTD 2 สาย[4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาร์ทีดี 3 สาย

อาร์ทีดี 3 สาย เป็นแบบที่นิยมใช้ที่สุดในอุตสาหกรรม โดย สายทั้ง 3 ที่อยู่ระหว่างจุดวัดกับวงจรจะต้องมีขนาดความยาวเท่ากันและอยู่ในอุณหภูมิเดียวกันตลอด เพื่อให้ค่าความต้านทานของ r_1 , r_2 และ r_3 (จากรูปที่ 2.3) เปลี่ยนไปในทิศทางเดียวกันด้วยขนาดที่เท่ากัน นั่นคือ

$$\frac{R_t + r_3}{R_3} = \frac{R_1 + r_1}{R_2} \quad (2.2)$$

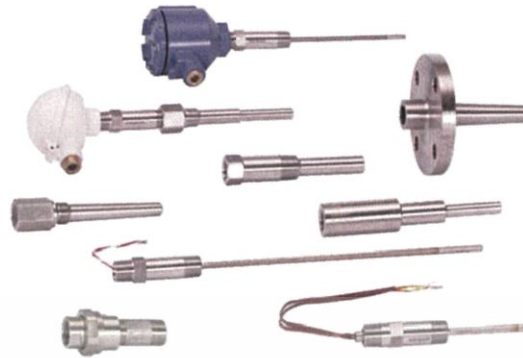
เนื่องจาก r_1 เท่ากับ r_3 เพราะฉะนั้นอุณหภูมิที่วัดจึงขึ้นอยู่กับ R_t เพียงตัวเดียว ทำให้อาร์ทีดี 3 สาย มีความถูกต้องสูงกว่าอาร์ทีดีแบบ 2 สาย



รูปที่ 2.3 โครงสร้าง RTD 3 สาย[5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Thermowell



รูปที่ 2.4 Thermowell

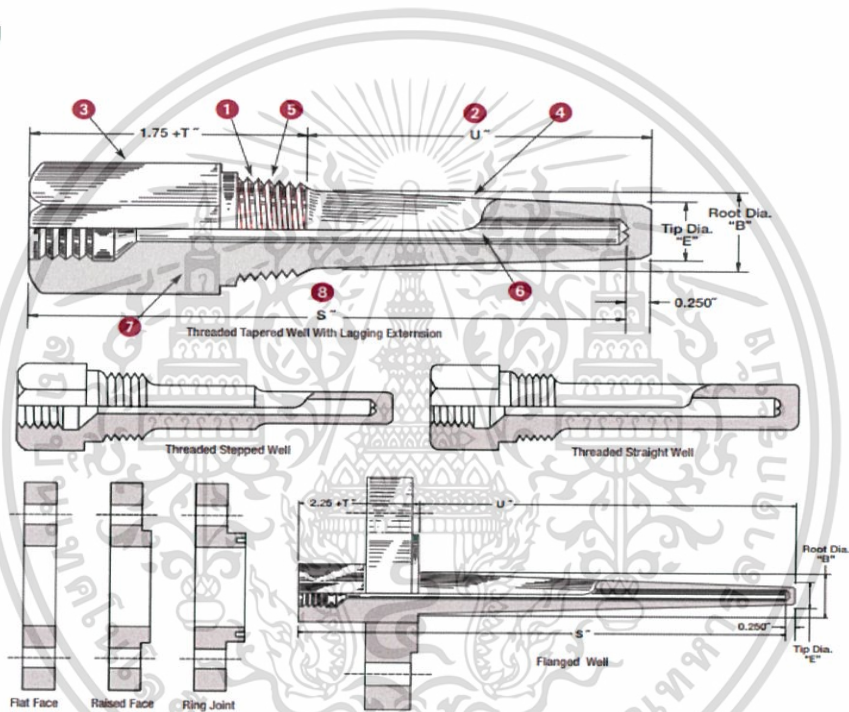
Thermowell เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อป้องกันเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิที่ติดตั้งในกระบวนการทางอุตสาหกรรม Thermowell จะมีลักษณะเป็นท่อปลายด้านหนึ่งปิดและเชื่อมต่ออยู่ในกระแสระบวนการ มักใช้กับ Sensor วัดอุณหภูมิประเภท Resistance Temperature Detector (RTD) หรือ Thermocouple โดย Sensor วัดอุณหภูมิเหล่านี้จะแทรกอยู่ระหว่างกลางทางด้านปลายเปิดของ Thermowell ซึ่งจะอยู่ภายนอกต่อการผลิตหรือฉนวนกันความร้อนใดๆ เมื่อของเหลวไหลผ่านก็จะเกิดกระบวนการถ่ายโอนความร้อนมาที่ Thermowell และความร้อนก็จะถูกถ่ายโอนให้กับตัว Sensor วัดอุณหภูมิเช่นกัน ทั้งนี้ยังง่ายต่อการบำรุงรักษาหากตัว Sensor วัดอุณหภูมิมีปัญหา โดยที่เราไม่ต้องหยุดการทำงานของกระบวนการ เพื่อความแม่นยำในการวัด Thermowell ควรมีความยาวประมาณกึ่งกลางของท่อ[6]

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแทบจะไม่แทรกโดยตรงเข้าไปในกระบวนการทางอุตสาหกรรม พวกมันจะถูกติดตั้งลงใน Thermowell ที่จะแยกพวกมันออกจากเงื่อนไขกระบวนการ ความเสียหายที่อาจเกิดความเครียดของการไหลเหนียวทำให้เกิดแรงดันสูงและผลกระทบของสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อนต่อ Thermowells มีท่อโลหะปิดท้ายหรือ Barstock ติดตั้งลงในกระบวนการหรือท่อและกลายเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวัด Thermowell สามารถทำได้ง่ายและรวดเร็วในกระบวนการ การสอบเทียบ หรือการเปลี่ยนโดยไม่ต้องปิดกระบวนการและความเป็นไปได้ของการระบายน้ำของท่อ Rosemount 114C Thermowell ต้องทำจาก Barstock ที่มันคงเพื่อให้แน่ใจว่ามีความแข็งแรง Rosemount 114C ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับ การกำหนดค่ามาตรฐานของอุตสาหกรรม แต่ก็ยังมีความยืดหยุ่นในการปรับตัว เข้ากับการกำหนดค่าพิเศษสำหรับชนิดของการใช้งาน

Thermowell เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อป้องกันเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิที่ติดตั้งในกระบวนการทางอุตสาหกรรม Thermowell จะมีลักษณะเป็นท่อปลายด้านหนึ่งปิดและเชื่อมต่ออยู่ในกระแสระบวนการ

มักใช้กับ Sensor วัดอุณหภูมิประเภท Resistance Temperature Detector (RTD) หรือ Thermocouple โดย Sensor วัดอุณหภูมิเหล่านี้จะแทรกอยู่ระหว่างกลางทางด้านปลายเปิดของ Thermowell ซึ่งจะอยู่ภายนอกต่อการผลิตหรือฉนวนกันความร้อนใดๆ เมื่อของเหลวไหลผ่านก็จะเกิดกระบวนการถ่ายโอนความร้อนมาที่ Thermowell และความร้อนก็จะถูกถ่ายโอนให้กับตัว Sensor วัดอุณหภูมิเช่นกัน ทั้งนี้ยังง่ายต่อการบำรุงรักษาหากตัว Sensor วัดอุณหภูมิมีปัญหา โดยที่เราไม่ต้องหยุดการทำงานของกระบวนการ เพื่อความแม่นยำในการวัด Thermowell ควรมีความยาวประมาณกึ่งกลางของท่อ

ส่วนประกอบ



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของ Thermowell[7]

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 CONNECTION กับ INSTRUMENT CONNECTION มาตรฐานของ LAGGING EXTENSION คือ 3"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. SHANK CONFIGURATION คือ ลักษณะรูปร่างของ Thermowell ซึ่งมี 3 แบบ Tapered, Stepped, Straight และ Tapered จะแข็งแรงทนต่อการสั่นสะเทือนมากที่สุด
5. PROCESS CONNECTION TYPE คือ ชนิดของ PROCESS CONNECTION TYPE มีแบบ Threaded, Flanged และ Welding
6. BORE คือ ช่องว่างที่มีไว้สำหรับรองรับ Sensor วัดอุณหภูมิ เพื่อให้ง่ายต่อการใส่ Sensor ขนาดของ Bore ควรอยู่ในช่วงของค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งขนาดของ Bore ไม่ควรมีขนาดที่พอดีกับขนาดของ Sensor มาตรฐานของ Bore มีค่าเท่ากับ .260" หรือ .385"
7. MATERIAL คือ โดยทั่วไปจะคำนึงถึง ความกัดกร่อน ความทนทาน อุณหภูมิ อัตราการไหล ควรเลือกให้เหมาะสมกับกระบวนการที่จะถูกนำไปติดตั้ง
8. INSTRUMENT INSERTION LENGTH คือ ความยาวตั้งแต่ส่วนบนสุด จนถึงส่วนล่างสุดของ Thermowell โดยทั่วไปจะเรียกว่า S LENGTH ขนาดของมันจะดูจาก Catalogs ของตัว Thermowell



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ (Temperature Transmitter)

2.3 Rosemount 644 Temperature Transmitter



รูปที่ 2.6 Rosemount 644 Temperature Transmitter[8]

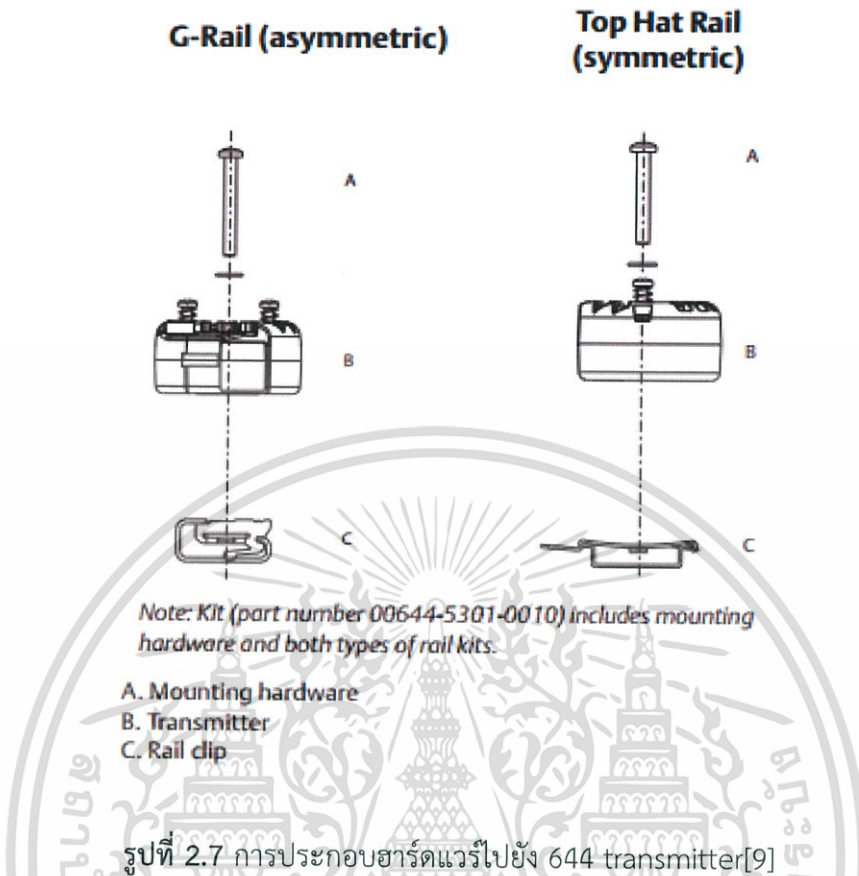
Rosemount 644 Temperature Transmitter เป็นอุปกรณ์แปลงและส่งสัญญาณที่มีความแม่นยำสูง สามารถสื่อสารได้หลายรูปแบบ ทั้ง HART, Foundation Fieldbus หรือ PROFIBUS PA Rosemount 644 ถูกออกแบบมาเพื่อตอบสนองความต้องการต่างๆ สามารถรับ Input ได้ทั้ง Single Sensor Input และ Dual Sensor Input และยังมีฟังก์ชัน Hot Backup เพื่อช่วยในการป้องกันไม่ให้กระบวนการในการวัดต้องหยุดชะงักกล่าวคือเมื่อ Sensor ตัวแรกเกิดความเสียหาย ระบบก็จะสั่งการให้ Sensor ตัวที่สองทำงานแทน

2.3.1 การติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณ

ติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณที่จุดสูงในท่อเพื่อป้องกันความชื้นจากการระบายน้ำเข้าไปในตัวเครื่องส่งสัญญาณ การติดตั้งฟิลต์ 644 ในที่ที่ยึดติดกับฟิลต์ติดตั้งโดยตรงบนเซ็นเซอร์หรือนอกเหนือจากชุดเซ็นเซอร์ โดยใช้ตัวยึดเสริม ที่ยึดวาง 644 ติดกับผนังหรือราง DIN โดยตรง

1. ในหัวเชื่อมต่อหรือหัวเอนกประสงค์ที่ยึดติดกับชุดเซ็นเซอร์โดยตรง
2. นอกเหนือจากชุดเซ็นเซอร์โดยใช้หัว Universal
3. ใช้ราง DIN โดยใช้คลิปติดตั้งเสริม

การติดตั้ง Head Mount 644 กับราง DIN หากต้องการติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณหัวต่อกับราง DIN ให้ประกอบชุดรางที่เหมาะสมเข้ากับเครื่องส่งสัญญาณดังภาพข้างล่าง ทำตามขั้นตอนในหัวข้อ



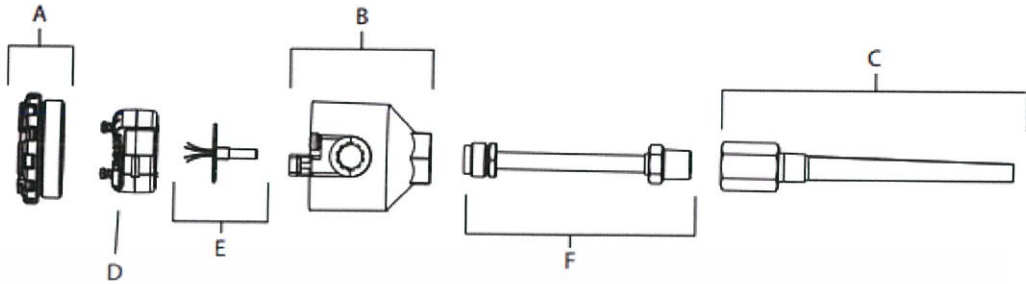
ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์

เครื่องส่งสัญญาณ Head Mount พร้อมการติดตั้งเซ็นเซอร์แบบแผ่น DIN

1. ยึดเทอร์โมเวลกับท่อหรือผนังตู้คอนเทนเนอร์ ติดตั้งและขันสวิตช์ก่อนใช้แรงดัน
2. ตรวจสอบตำแหน่งสวิตช์ใหม่และความล้มเหลวของเครื่องส่งสัญญาณ
3. ประกอบตัวส่งสัญญาณเข้ากับเซ็นเซอร์ ดันสกรูยึดตัวส่งสัญญาณผ่านแผ่นติดตั้งเซ็นเซอร์
4. เชื่อมต่อเซ็นเซอร์กับเครื่องส่งสัญญาณ
5. ใส่เซ็นเซอร์เครื่องส่งสัญญาณเข้ากับหัวเชื่อมต่อ ใส่สกรูยึดตัวส่งสัญญาณเข้ากับรูยึดหัวต่อ ประกอบส่วนขยายเข้ากับหัวเชื่อมต่อโดยขันต่อสายเชื่อมต่อแบบเกลียวของส่วนขยายเข้ากับตัวเครื่อง ใส่ชุดประกอบลงในปลอกหุ้มด้วย Thermowell และขันต่อเกลียวให้แน่น
6. หากใช้สายเคเบิลสำหรับต่อสายไฟให้ต่อสายเคเบิลเข้ากับขั้วต่อที่อยู่อาศัยอย่างเหมาะสม
7. ใส่สายเคเบิลที่หุ้มฉนวนเข้ากับหัวเชื่อมต่อผ่านช่องทางเข้า
8. เชื่อมต่อสายไฟที่มีฉนวนไว้กับขั้วต่อเครื่องส่งสัญญาณ หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับสายเซ็นเซอร์และการต่อเซ็นเซอร์ ต่อและขันต่อสายเคเบิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ติดตั้งและขันฝาครอบหัวเชื่อมต่อให้แน่น ฝาครอบที่ต้องปิดผนึกจะต้องทำงานอย่างเต็มที่เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในการป้องกันการระเบิด



A. Connection head cover
B. Connection head
C. Thermowell

D. 644 Transmitter
E. Integral mount sensor with flying leads
F. Extension

รูปที่ 2.8 ชิ้นส่วนอุปกรณ์ 644 Transmitter[9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Rosemount 3144P Temperature Transmitter



รูปที่ 2.9 Rosemount 3144P Temperature Transmitter

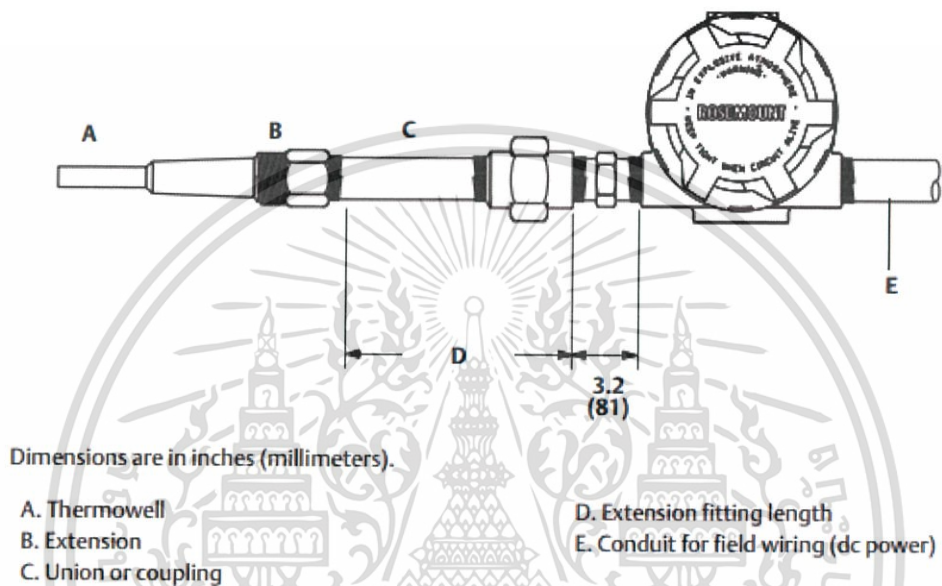
Rosemount 3144P Temperature Transmitter เป็นอุปกรณ์แปลงและส่งสัญญาณที่มีความแม่นยำสูง รับ Input ได้ทั้ง Single Sensor Input และ Dual Sensor Input สามารถสื่อสารได้หลายรูปแบบ ทั้ง HART/4-20 mA, Foundation Fieldbus และมีฟังก์ชัน Hot Backup เพื่อช่วยในการป้องกันไม่ให้เกิดการหยุดชะงักคือเมื่อ Sensor ตัวแรกเกิดความเสียหาย ระบบก็จะสั่งการให้ Sensor ตัวที่สองทำงานแทน อีกทั้งยังมี Dual-compartment Housing เพื่อป้องกันผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น ความชื้น เป็นต้น เป็นช่องแยกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายจากการลัดวงจร^[10]

2.4.1 การติดตั้งแบบโดยทั่วไป

1. ยึดเทอร์โมเวลกับท่อหรือผนังตู้คอนเทนเนอร์ ติดตั้งและกระชับ Thermowells และเซ็นเซอร์แล้วใช้ความดันกระบวนการเพื่อทำการทดสอบการรั่วซึม
2. ยึดข้อต่อและส่วนต่อขยาย ปิดผนึกด้วยที่เหมาสมกับเทป PTFE (ถ้าจำเป็น)
3. หมุนเซ็นเซอร์ลงในปลอกหุ้มหรือใช้งานโดยตรง (ขึ้นอยู่กับความต้องการในการติดตั้ง)
4. ตรวจสอบข้อกำหนดการปิดผนึกทั้งหมดสำหรับสภาพแวดล้อมที่รุนแรงหรือเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของรหัส
5. ต่อเครื่องส่งสัญญาณเข้ากับชุดเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ/เซ็นเซอร์ ปิดผนึกทุกหัวข้อด้วยเทป PTFE (ถ้าจำเป็น)
6. ติดตั้งข้อต่อเข้าด้านข้างของตัวเครื่องส่งสัญญาณ
7. ติดตั้งสายไฟสนามไปยังส่วนที่เหลือของตัวส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ดึงขั้วสายไฟเข้าไปในส่วนปลายของตัวเครื่องส่งสัญญาณ
9. แนบเซ็นเซอร์เข้ากับขั้วเซ็นเซอร์เครื่องส่งสัญญาณ ต่อสายไฟเข้ากับขั้วจ่ายพลังงานของเครื่องส่งสัญญาณ
10. แนบและขันฝาครอบเครื่องส่งสัญญาณทั้งสองอย่างเนื่องจากฝาครอบเครื่องส่งสัญญาณทั้งสองชิ้นต้องทำงานอย่างเต็มที่เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในการป้องกันการระเบิด



รูปที่ 2.10 การกำหนดค่าแบบ Direct Mounted หัวไปของ 3144P Transmitter[10]

2.5 Rosemount 848T Wireless Temperature Transmitter



รูปที่ 2.11 Rosemount 848T Wireless Temperature Transmitter[11]

Rosemount 848T Wireless Temperature Transmitter สามารถรับ Input ได้ถึง 4 Input ส่งผ่าน Wireless HARD รองรับ Sensor ได้ทั้ง 2-, 3- and 4-wire RTDs, Thermocouples, 0-1000mV and 0-10V, 2-, 3- and 4-wire Ohms, and 4-20 mA Signals เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้เข้าถึงการตรวจวัดอุณหภูมิมากขึ้นโดยปราศจากสายสัญญาณใดๆ เป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการวัดอุณหภูมิที่เป็นจุดเสี่ยงอันตราย เช่น Boilers เตาหลอม ขบวนการกลั่น เตาปฏิกรณ์ เป็นต้น

ระดับลักษณะของพื้นผิวตามแนวนอนระหว่างจุด 2 จุดที่มีความสูงเสมอกันโดยปกติใช้ระดับน้ำทะเลเป็นมาตรฐานในการวัด เรียกเครื่องวัดความเสมอของพื้นผิวว่าเครื่องวัดระดับ[12]

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดระดับชนิดต่างๆ

2.6 Ultrasonic



รูปที่ 2.12 Ultrasonic

หลักการทำงาน

Ultrasonic มีหลักการทำงานโดยอาศัยการกระจายหรือการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงไปกระทบกับพื้นผิวของวัตถุที่ต้องการวัด ซึ่งอาจเป็นของแข็งหรือของเหลว บางส่วนของคลื่นเสียงจะแทรกผ่านเข้าไปในวัตถุนั้น และส่วนใหญ่ของคลื่นความถี่สูงนี้จะสะท้อนกลับไปยังทรานสมิตเตอร์ เรียกว่า "Echo" โดยช่วงเวลาของการสะท้อนกลับของคลื่นเสียงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะห่างระหว่างวัตถุที่ต้องการกับอุปกรณ์วัด ซึ่งช่วงเวลาที่ใช้ในการเดินทางไปกลับของคลื่นเสียงที่กระทบกับวัตถุแล้ว จะนำมาคำนวณเป็นระยะทางต่อไป[13]

2.6.1 ข้อควรพิจารณาในการติดตั้ง

- ติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณเหนือของเหลวโดยใช้ 2-in แต่ไม่ใกล้มากกว่า 12 นิ้ว (0-3 เมตร) กับพื้นผิว เครื่องส่งสัญญาณไม่พบพื้นผิวของเหลวใด ๆ ใกล้กว่า 12 นิ้ว (0-3 เมตร) ไปยังหน้าเครื่องส่งสัญญาณ พื้นผิวของเหลว และมีชุดยึดสำหรับติดตั้งเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการติดตั้ง
- เครื่องส่งสัญญาณควรติดตั้งในแนวตั้งเพื่อให้มั่นใจได้ว่ามีเสียงสะท้อนออกมาจากของเหลวพื้นผิว มุมครึ่งมุมลำแสงของเครื่องส่งสัญญาณคือ 6 องศาสังเกตขวางในถัง อาจสร้างเสียงสะท้อนซึ่งอาจสับสนกับสะท้อนพื้นผิวของของเหลวจริงเครื่องส่งสัญญาณควรอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อหลีกเลี่ยงสัญญาณสะท้อนที่ไม่ถูกต้อง
- เพื่อหลีกเลี่ยงการตรวจจับสิ่งของที่ไม่พึงประสงค์ในถังหรือเก็บไว้เป็นอย่างดีขอแนะนำให้รักษาระยะทางด้านข้างอย่างน้อย 1.3 นิ้วจากสายกลางของเครื่องส่งสัญญาณไปยังสิ่งกีดขวาง
- ไม่มีการสร้างสัญญาณที่ไม่ถูกต้องหากเครื่องส่งสัญญาณอยู่ใกล้ด้านข้างของถัง ที่ผนังเรียบและปราศจากการยื่นออกมา อย่างไรก็ตามยังคงมีการลดขนาดเสียงก้องของเครื่องส่งสัญญาณ ขอแนะนำให้ติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณใกล้ถึง 12 นิ้ว (0.3 เมตร) กับผนังเพื่อหลีกเลี่ยงการลดขนาดเสียงก้องขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 Guided Wave Radar (GWR)



รูปที่ 2.13 อุปกรณ์วัดระดับประเภท Guided Wave Radar

หลักการทำงาน

Guided Wave Radar (GWR) มีหลักการทำงานโดยการส่งคลื่นไมโครเวฟลงผ่านโพลของเครื่องมือวัดระดับที่อยู่ในตัวกลางที่ต้องการวัด เมื่อคลื่นไมโครเวฟกระทบกับตัวกลางที่มีค่าไดอิเล็กตริกที่แตกต่างกัน พลังงานที่สะท้อนกลับไปยังทรานสมิตเตอร์จะมีความแตกต่างกัน

ทรานสมิตเตอร์จะใช้คลื่นที่เหลืออยู่จากการสะท้อนกลับในครั้งแรกของการวัดแบบแยกชั้น ส่วนคลื่นที่ไม่สะท้อนกลับที่ผิวของตัวกลางชั้นบน จะส่งคลื่นลงไปอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งถึงพื้นผิวของตัวกลางที่จุดต่ำสุด ความเร็วของคลื่นจะขึ้นอยู่กับค่าไดอิเล็กตริกของตัวกลางที่อยู่ด้านบนสุด

ความแตกต่างของระยะเวลาระหว่างทรานสมิตเตอร์และคลื่นที่ถูกสะท้อนกลับมายังทรานสมิตเตอร์จะถูกเปลี่ยนเป็นระยะทาง และผลรวมของการวัดระดับหรือการวัดระดับแบบแยกชั้นจะได้รับการคำนวณความเข้มของพลังงานที่สะท้อนกลับขึ้นอยู่กับค่าไดอิเล็กตริกของตัวกลาง ค่าไดอิเล็กตริกมาก ความเข้มของพลังงานยิ่งสูง[14]

$$D = \frac{vt}{2} \quad (2.3)$$

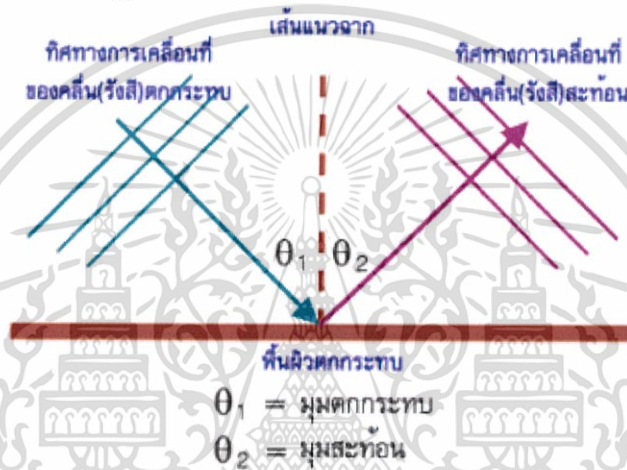
- เมื่อ D ระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิงถึงพื้นผิวด้านบนของตัวกลางที่ต้องการวัด
- v ความเร็วของคลื่นไมโครเวฟจากทรานสมิตเตอร์ กระทบกับพื้นผิวของตัวกลางแล้วสะท้อนกลับมา ยังทรานสมิตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

t ระยะเวลาการเดินทางของคลื่นไมโครเวฟจากทรานสมิตเตอร์ กระทบกับพื้นผิวของตัวกลาง แล้วสะท้อนกลับมายังทรานสมิตเตอร์

การสะท้อนของคลื่น (Reflection)

การสะท้อนของคลื่นเป็นปรากฏการณ์ที่สำคัญประการหนึ่งของคลื่น ถือได้ว่าเป็นสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง จะเกิดขึ้นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง หรือเปลี่ยนตัวกลางในการเคลื่อนที่ โดยคลื่นที่เคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางเรียกว่า คลื่นตกกระทบ และคลื่นที่สะท้อนออกมาเรียกว่าคลื่นสะท้อน การสะท้อนของคลื่นต้องเป็นไปตามกฎการสะท้อนของคลื่น ดังนี้



กฎการสะท้อนคลื่น

1. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ
2. รังสีตกกระทบ เส้นปกติ รังสีสะท้อน อยู่ในระนาบเดียวกัน

2.7.1 การติดตั้ง

2.7.1.1 ในแชมเบอร์

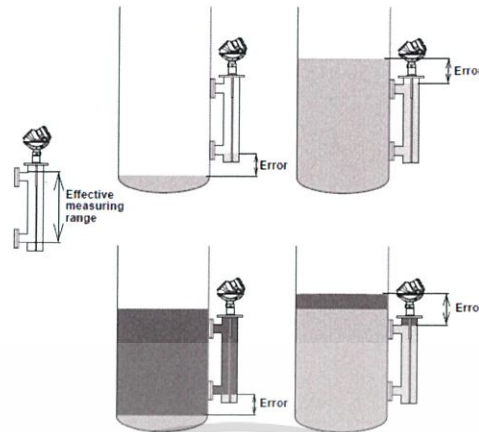
การใช้งานที่เป็นลักษณะเฉพาะ มีดังนี้

- การติดตั้งภายนอกร่วมกับวาล์ว จะช่วยให้อุปกรณ์ที่ติดตั้งในถังที่มีความดันสามารถทำงานได้ต่อเนื่องนานหลายปีตามมาตรฐานจะอนุญาตให้ติดตั้งแชมเบอร์ในลักษณะติดด้านข้างเท่านั้น
- ตามมาตรฐาน แนะนำให้วัดในขณะน้ำนิ่ง แต่ในกรณีที่ของเหลวมีความปั่นป่วนหรือเดือด จะไม่แนะนำให้ใช้แชมเบอร์ในการวัด เพราะจะทำให้เกิดความผิดพลาด

ข้อเสียของการใช้แชมเบอร์

- ปากทางเข้าของแชมเบอร์ อาจมีการอุดตัน ซึ่งเป็นผลให้เกิดความผิดพลาดในการวัดได้
- ผลกระทบจากระยะการวัด จะถูกจำกัดระหว่างระยะสูงสุดและต่ำสุดที่ปากทางเข้าแชมเบอร์

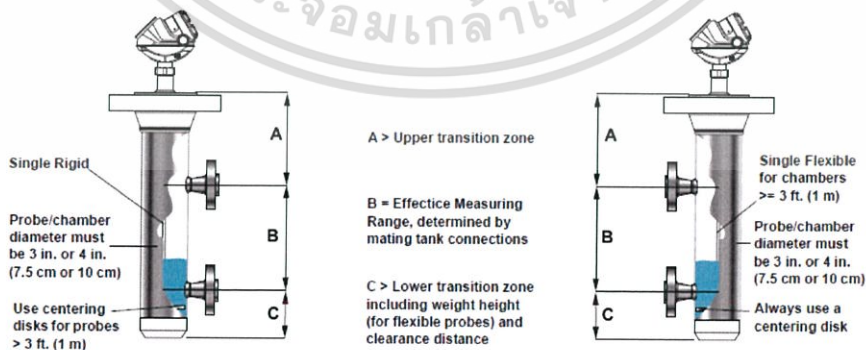
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ความผิดพลาดในการวัดระดับแบบแชมเบอร์[15]

การเลือกขนาดแชมเบอร์ และการเลือกโพรบ

- แชมเบอร์ ควรจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว หรือ 4 นิ้ว แชมเบอร์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 3 นิ้ว อาจจะทำให้เกิดปัญหาในการส่งคลื่นเรดาร์และอาจทำให้ยากในการหาจุดศูนย์กลางของโพรบ
- แชมเบอร์ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 6 นิ้ว สามารถใช้ได้ แต่จะไม่มีประโยชน์สำหรับการวัดเรดาร์
- โพรบต้องไม่สัมผัสกับผนังของแชมเบอร์ และควรขยายออกให้พอดีกับความสูงของแชมเบอร์ แต่ไม่ควรที่จะสัมผัสกันของแชมเบอร์ การเลือกชนิดของโพรบ ขึ้นอยู่กับความยาวโพรบ
- โพรบที่มีความยาวน้อยกว่า 1 ม. จะใช้โพรบแบบ Single Rigid เดียว และไม่มีแผ่นรองถ้าไม่จำเป็น
- โพรบที่มีความยาวระหว่าง 3-10 ฟุต จะใช้ได้ทั้ง Single Rigid และ Flexible Single Probe ขึ้นอยู่กับน้ำหนักและแผ่นรอง ซึ่งแบบ Single Rigid จะง่ายต่อการทำความสะอาด



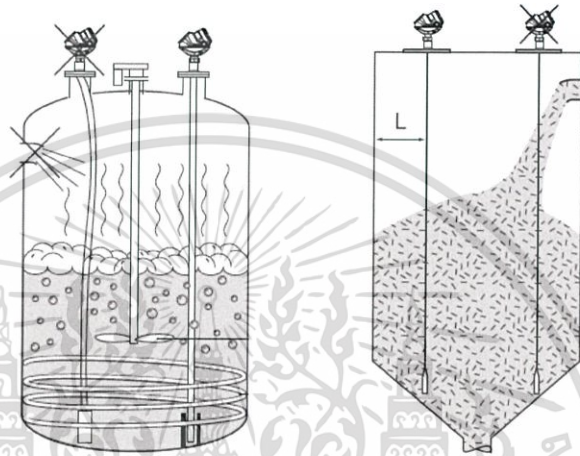
รูปที่ 2.15 การติดตั้งแบบ Single Rigid และแบบ Single Flex[16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.2 ในแท็งก์

เมื่อหาตำแหน่งในการติดตั้งที่เหมาะสมได้แล้ว การติดตั้งเครื่องมือวัดจะต้องพิจารณาดังนี้

- อย่าติดตั้งใกล้กับปากท่อทางเข้า และทำให้แน่ใจว่าโพรบจะไม่กลับมาในตำแหน่งเดิม
- โดยปกติ Rosemount 5300 Series จะแนะนำการติดตั้งในกรณีที่ยังมีความปั่นป่วน ถ้าหากโพรบสายไปสายมาระหว่างที่ยังมีการปั่นป่วน โพรบควรจะมีการยึดกับกันถัง ดังรูปข้างล่างดังนี้



รูปที่ 2.16 ตำแหน่งการติดตั้งที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม[16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 Non-Contacting Radar



รูปที่ 2.17 อุปกรณ์วัดระดับประเภท Non-Contacting Radar

หลักการทํางาน

Non-Contacting Radar มีหลักการทํางานโดยการวัดระดับของตัวกลางที่ต้องการวัดในถัง จากระดับอ้างอิงถึงพื้นผิวของตัวกลางที่ต้องการวัด ซึ่งจะถูกวัดโดยใช้สัญญาณเรดาร์จากเสาอากาศที่อยู่ด้านบนของถังสัญญาณเรดาร์จะตรวจพบค่าความแตกต่างของค่าไดอิเล็กทริก สัญญาณที่สะท้อนกลับมานั้นจะมีความถี่ที่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับสัญญาณที่ส่งในขณะนั้น

ความแตกต่างของเวลาระหว่างสัญญาณที่ส่งจากทรานสมิตเตอร์และสัญญาณที่สะท้อนกลับมา จะเป็นสัดส่วนกับระยะห่างจากพื้นผิวของตัวกลางที่ต้องการวัด

การประยุกต์ใช้งาน เช่น ของไหลแบบปั่นป่วน, โฟม, มีย่านของการวัดมากๆ, มีวัตถุรบกวนในระบบ และค่า Dielectric Constants ต่ำ ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของการสะท้อนกลับ และความเข้มของการสะท้อนกลับนั้น สามารถปรับได้โดยการใช้เรดาร์ที่มีความไวสูง และชนิดของเสาอากาศที่มีความเหมาะสม

ข้อได้เปรียบ

1. ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนสภาพเงื่อนไขของกระบวนการ
2. ไม่มีส่วนที่ต้องเคลื่อนไหว และไม่จำเป็นต้องทำการคาลิเบรทบ่อยครั้ง
3. เหมาะสำหรับการใช้กับสารกัดกร่อน สารที่มีความหนืดสูง และสารที่สกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ติดตั้ง

(ก) : เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดควรติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณในพื้นที่ที่มีความชัดเจนและไม่มีอะไรกีดขวาง

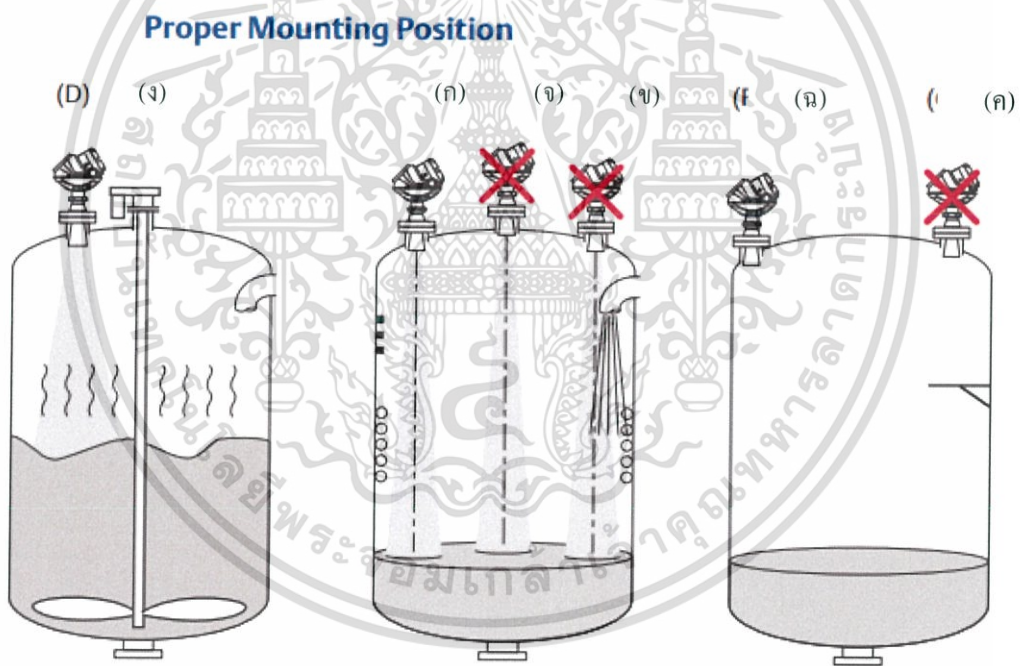
(ข) ไม่ควรติดตั้งในที่ที่มีการปล่อยของเหลวเพื่อให้ได้การสะท้อนที่ดีที่สุดตามพื้นผิวแนวนอน

(ค) ไม่ควรติดตั้งไว้ข้างนอกที่มีสิ่งกีดขวางดังรูปที่ 2.18

(ง) เครื่องป่นที่มีใบป่นขนาดใหญ่จะลดประสิทธิภาพของเครื่องส่งสัญญาณ ดังนั้นการติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณในตำแหน่งที่ลดผลกระทบนี้จะดีที่สุดแต่สร้างความปั่นป่วน

(จ) อย่าติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณที่อยู่ตรงกลางของถังเนื่องจากมีการสะท้อนแบบ Polarization เป็นวงกลมอาจทำให้เกิดความผิดพลาด

(ฉ) ไม่ควรติดตั้งชิดริมหรือขอบเกินไปโดยปกติตำแหน่งที่ดีที่สุดคือ 1/4 ของเส้นผ่าศูนย์กลางจากผนังถัง



รูปที่ 2.18 ตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสมของ Non-Contacting Radar[17]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ความดัน

เป็นปริมาณชนิดหนึ่งในทางฟิสิกส์ หมายถึง แรงที่กระทำตั้งฉากซึ่งทำโดยของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของสารใด ๆ (ของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส) ความดันเป็นปริมาณสเกลาร์ ซึ่งเป็นปริมาณที่มีแต่ขนาดไม่มีทิศทาง จากความหมายของความดันข้างต้นสามารถเขียนเป็นสูตรคณิตศาสตร์ (โดยทั่วไป) ได้ดังนี้

$$P = \frac{F}{A} \text{ หรือ } p = \frac{dF_n}{dA} \quad (2.4)$$

กำหนดให้

p คือ ความดัน (Pressure)

F คือ แรงที่กระทำตั้งฉากกับพื้นผิวนั้น ๆ (Normal Force)

A คือ พื้นที่ (Area) — หรืออาจใช้ S (Surface; พื้นผิว)

เนื่องจาก F มีหน่วยเป็น "นิวตัน" (N) และ A มีหน่วยเป็น "ตารางเมตร" (m^2) ความดันจึงมีหน่วยเป็น "นิวตันต่อตารางเมตร" (N/m^2 ; เขียนในรูปหน่วยฐานว่า $kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$) ในปี ค.ศ. 1971 (พ.ศ. 2514) มีการคิดค้นหน่วยของความดันขึ้นใหม่ เรียกว่า ปาสกาล (Pascal, Pa) และกำหนดให้หน่วยชนิดนี้เป็นหน่วยเอสไอสำหรับความดัน โดยให้ 1 ปาสกาลมีค่าเท่ากับ 1 นิวตันต่อตารางเมตร (หรือ แรง 1 นิวตันกระทำตั้งฉากกับพื้นที่ขนาด 1 ตารางเมตร) เพื่อให้เห็นภาพ ความดัน 1 ปาสกาลจะมีค่าประมาณ แรงกดของธนบัตรหนึ่งดอลลาร์ที่วางอยู่เฉย ๆ บนโต๊ะราบ ซึ่งนับว่าเป็นขนาดที่เล็กมาก ดังนั้นในชีวิตประจำวัน ความดันทั้งหลายมักมีค่าตั้งแต่ "กิโลปาสกาล" (kPa) ขึ้นไป โดยที่ $1 \text{ kPa} = 1000 \text{ Pa}$ [18]

2.10 Differential Pressure with Manifold Valve



รูปที่ 2.19 อุปกรณ์วัดระดับประเภท Differential Pressure with Manifold Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทํางาน

DP Level คือวิธีการวัดที่ได้รับความนิยมเชื่อถือในการวัดระดับความหนาแน่น อินเตอร์เฟซหรือกระบวนการภายในถัง 3051 Rosemount ใช้หลักการของการวัดความดันแตกต่างของ ด้านต่ำและด้านสูง แล้วนำค่าความดันมาคำนวณเป็นค่าความสูงของของเหลวที่จะทำการวัด โดยใน Manifold Valve นี้จะใช้วิธี Impulse Line เป็นการวัดที่นำของเหลวในกระบวนการวัดมาดันผ่านไดอะเฟรม แล้วแผ่นไดอะเฟรมจะมาดัน ซิลิโคนออยที่อยู่ภายในเครื่องมือวัด แล้วซิลิโคนออยดันผ่านคาปาซิเตอร์ Capacitor อีกทีเพื่อให้เครื่องมือวัด คำนวณค่าความแตกต่างของความดัน เพื่อที่จะไปคำนวณเป็นค่าระดับ

ข้อควรพิจารณาในการติดตั้ง

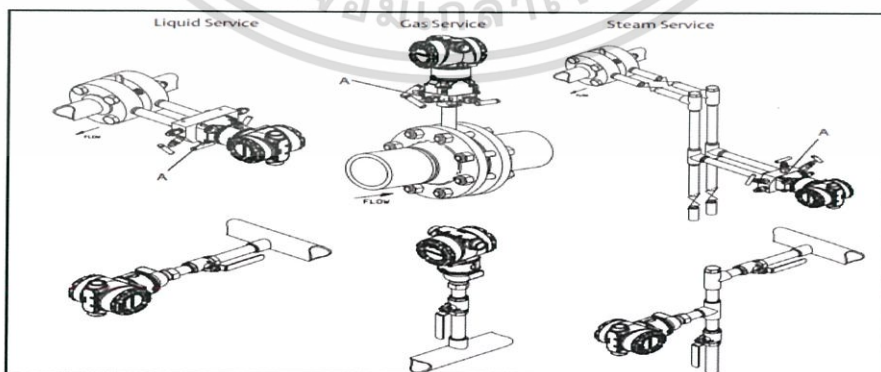
ความถูกต้องของการวัดขึ้นอยู่กับารติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณและท่ออิมพัลส์ที่เหมาะสม ติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณให้ใกล้เคียงกับกระบวนการและใช้ท่ออย่างน้อยที่สุดเพื่อให้ได้ความแม่นยำสูงสุด โปรดจำไว้ว่าจำเป็นที่จะต้องเข้าถึงได้ง่าย ความปลอดภัยของบุคลากรการสอบเทียบภาคสนามและสภาพแวดล้อมของเครื่องส่งสัญญาณที่เหมาะสม ติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณเพื่อลดการสั่นสะเทือนการสั่นสะเทือนและความผันผวนของอุณหภูมิ

ข้อพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อม

แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดคือติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยรอบเล็กน้อย ช่วงอุณหภูมิการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องส่งสัญญาณอยู่ที่ -40 ถึง 185 องศาฟาเรนไฮต์ (-40 ถึง 85 องศาเซลเซียส)

ข้อพิจารณาทางเครื่องกล

Steam Service หรือ การใช้งานที่มีอุณหภูมิสูงกว่าขีดจำกัดของเครื่องส่งสัญญาณ ล้างสายตอนปิดวาล์วและเติมน้ำก่อนกลับมาทํางานใหม่ การติดด้านข้างเมื่อติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณที่ด้านข้างให้วางหน้าแปลน Coplanar เพื่อให้ระบายนํ้าอากาศได้ถูกต้อง ดูภาพสำหรับการวางแนวที่ถูกต้อง



รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการติดตั้งท่อระบายน้ำ/วาล์วระบายอากาศ[19]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 Differential Pressure Tuned-System



รูปที่ 2.21 อุปกรณ์วัดระดับประเภท Tuned-System[20]

หลักการทำงาน

Tuned-Systems เป็นระบบการวัดแบบที่มี Seal ข้างหนึ่งเพื่อวัดความดันต่ำ ส่วนอีกด้านเป็นการวัดความดันสูง โดยให้ตัวความดันมาดันไดอะแฟรมของเครื่องมือวัดเลย ในอีกกรณีหนึ่ง คือเป็นระบบการวัดแบบไม่สมดุลที่มี Seal และปริมาณซิลิโคนใน Capillary Tube ที่ไม่เท่ากันของทั้งสองข้างทำให้ Tuned-Systems ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิ

Tuned-System Assembly



Direct mount
plus capillary

รูปที่ 2.22 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์วัดประเภท Tuned-System[20]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

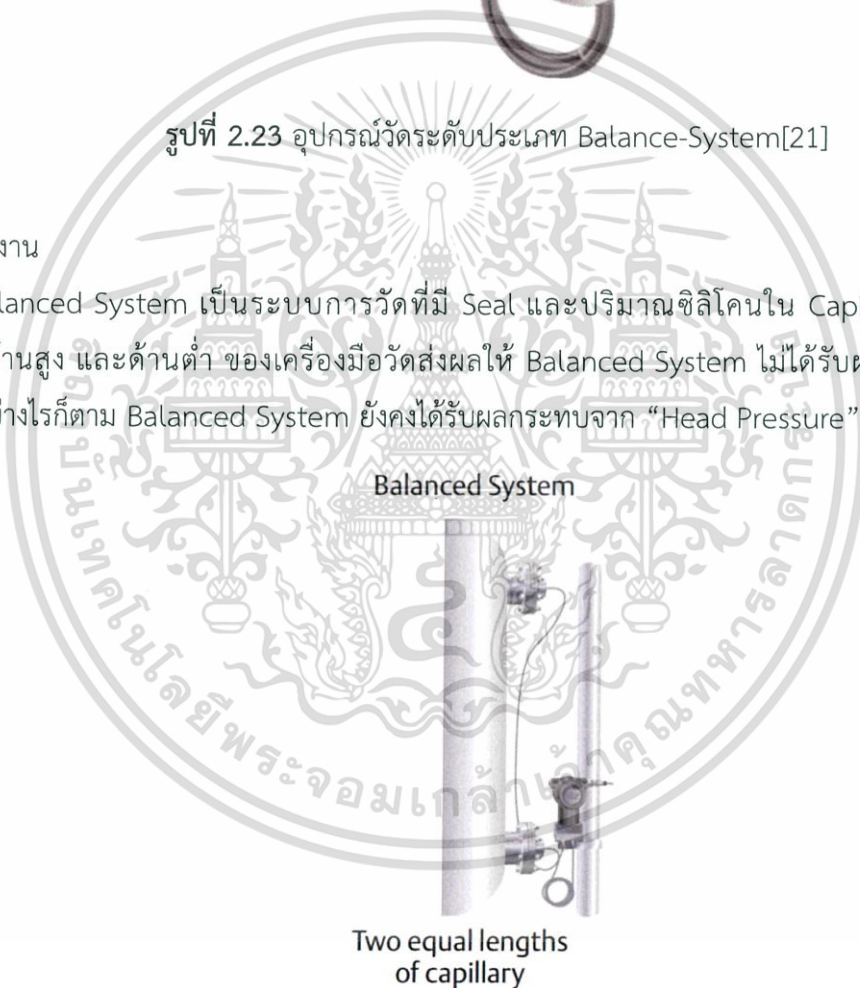
2.12 Differential Pressure Balance-System



รูปที่ 2.23 อุปกรณ์วัดระดับประเภท Balance-System[21]

หลักการทำงาน

Balanced System เป็นระบบการวัดที่มี Seal และปริมาณซิลิโคนใน Capillary Tube ที่เท่ากันทั้งด้านสูง และด้านต่ำ ของเครื่องมีวัตถุประสงค์ส่งผลให้ Balanced System ไม่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิ อย่างไรก็ตาม Balanced System ยังคงได้รับผลกระทบจาก “Head Pressure”



รูปที่ 2.24 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์วัดประเภท Balance-System[21]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 Electronic Remote Sensors



รูปที่ 2.25 อุปกรณ์วัดระดับประเภท Electronic Remote Sensors[22]

หลักการทำงาน

การวัดแบบ Remote Seal System จะมีตัวไดอะเฟรมที่ต่อกับของเหลวที่ต้องการวัดก่อนที่หนึ่ง แล้วนำซิลิโคนออยไปเป็น Impulse Line แทนของเหลวที่ต้องการจะวัด ส่วนลำดับต่อไปจะเหมือนกับวิธีวัดแบบ Impulse Line

เทคโนโลยี Electronic Remote Sensor ประกอบด้วยเครื่องมือวัด 3051S สองตัวทำหน้าที่เป็นตัววัดความดัน โดยทั้งสองตัวติดต่อสื่อสารด้วยสายไฟ และความดันที่แตกต่างกันจะนำมาคำนวณด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ระบบซีลไม่จำเป็นใน ERS ในกรณีธรรมดา แต่ในกรณีที่มีอุณหภูมิสูง การกัดกร่อนสูง กระบวนการที่วัดของเหลวที่มีความหนืด ก็จำเป็นจะต้องใช้ ระบบ Seal



รูปที่ 2.26 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์วัดประเภท Electronic Remote Sensor[22]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการติดตั้ง

ระบุเซนเซอร์ ERS ของ Rosemount

ระบบ Rosemount ERS สมบูรณ์ประกอบด้วยเซ็นเซอร์แรงดันสอง ติดตั้งอยู่ที่การเชื่อมต่อกระบวนการ ความดันสูง (PHI) และอีกส่วนหนึ่งใช้กับกระบวนการความดันต่ำ (PLO) การเชื่อมต่อ อาจมีการแสดงผล และอินเทอร์เฟซระยะไกลหากสั่ง

1. ดูที่แท็ก Wire-on บน Transmitter Rosemount 3051S ERS เพื่อระบุว่ามีกำหนดค่าหรือไม่เป็น เซ็นเซอร์ PHI หรือ PLO

2. ค้นหาเซ็นเซอร์ตัวที่สองที่จะใช้ในระบบ Rosemount ERS:

-สำหรับการติดตั้งหรือแอปพลิเคชันใหม่อาจมีการจัดส่ง Sensor Rosemount ERS Sensor ที่สองมาที่ กล่องแยกต่างหาก

-หากให้บริการหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนของระบบ Rosemount ERS ที่มีอยู่เซ็นเซอร์อื่น ๆ อาจมีอยู่แล้วติดตั้ง แล้ว

ติดตั้ง Sensor Rosemount ERS แต่ละตัว

ติดตั้งเซ็นเซอร์ PHI และ PLO ที่เชื่อมต่อกระบวนการที่ถูกต้องสำหรับแอปพลิเคชันที่ต้องการสำหรับการ ติดตั้ง Rosemount ERS

ติดตั้งในแนวตั้ง

ในการติดตั้งแบบแนวตั้งเช่นบนเรือหรือคอลัมน์กัลวานควรติดตั้งเซ็นเซอร์ PHI ที่ตำแหน่งการเชื่อมต่อ กระบวนการด้านล่าง ควรติดตั้งเซ็นเซอร์ PLO ที่เชื่อมต่อด้านบน

ติดตั้งในแนวนอน

ในการติดตั้งในแนวนอนควรติดตั้งเซ็นเซอร์ PHI ที่เชื่อมต่อชั้นต้น ควรติดตั้งเซ็นเซอร์ PLO Downstream



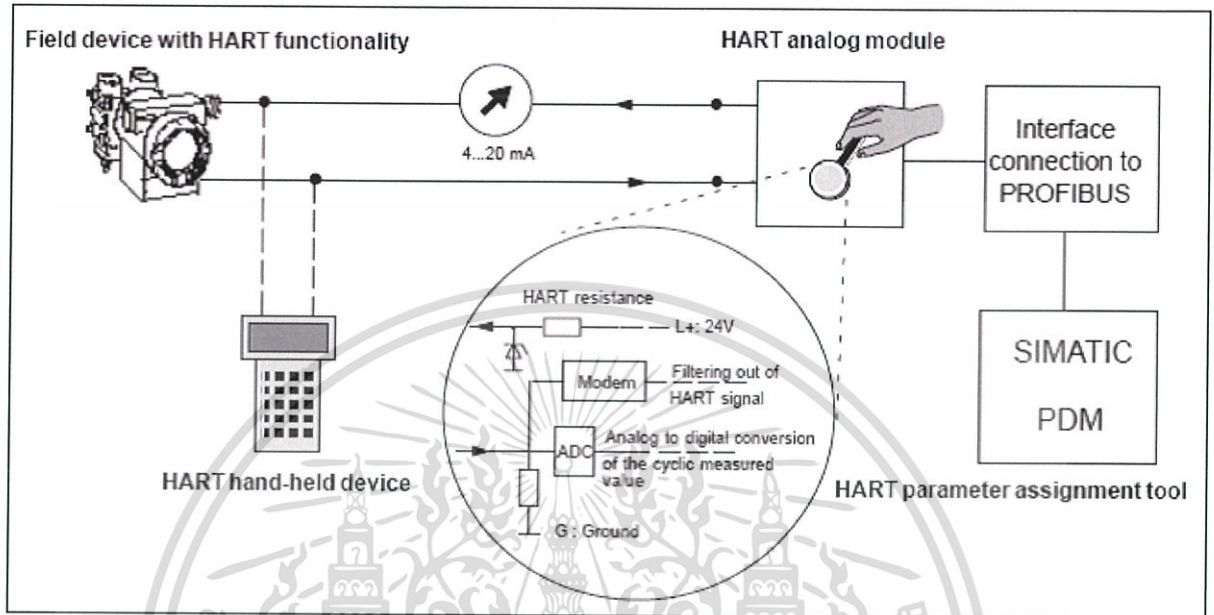
รูปที่ 2.27 ตำแหน่งการติดตั้งแนวตั้งและแนวนอน Electronic Remote Sensors^[22]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 HART

การใช้งานอนาลอกโมดูลของ HART

ในรูปที่ 2.28 จะแสดงให้เห็นว่าอนาลอกโมดูลของ HART จะต่อใช้งานอย่างไร



รูปที่ 2.28 แสดงในส่วนของอนาลอกโมดูลของ HART ที่ต่อในระบบ[23]

อนาลอกโมดูลของ HART จะถูกใช้เพื่อต่อกับ I/O ของอุปกรณ์ Field Device และยังมี ความเกี่ยวข้องกับระบบ Profibus DP โดยเชื่อมต่อผ่านทางอนาลอกโมดูลของ HART ดังรูปที่ 2.28 อุปกรณ์ Field Device 1 ตัวใช้ต่อกับ 2 ช่องสัญญาณบนอนาลอกโมดูลของ HART โมดูล HART ในระบบจะทำหน้าที่เป็น Master ส่วนอุปกรณ์ Field Device จะทำหน้าที่เป็น Slave การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ในระบบ HART จะมีความแตกต่างจากระบบ 4-20 mA คือ สามารถที่จะส่งและรับข้อมูลสำหรับการ Calibrate หรือปรับค่า Span โดยผ่านอนาลอกโมดูลของ HART

2.14.1 อะไรคือประโยชน์ในการเลือกใช้ HART

- ใช้ Current Loop 4-20 mA ร่วมกับ โมดูลอนาลอก
- โปโตคอล HART สื่อสารแบบดิจิทัลสามารถใช้ร่วมกับการประมวลผลใน PLC
- ใช้พลังงานต่ำสิ่งที่สำคัญก็คือสามารถใช้ในสถานที่ที่อันตรายได้
- ฟังก์ชันการทำงานของ HART ส่งผลให้อุปกรณ์ Field Device มีขอบเขตการใช้งานที่กว้างมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

· เมื่อใช้งานโมดูล HART แบบอนาลอกจะสามารถรวมเอาการทำงานของ HART เข้าไปในระบบ PLC S7 ได้

เรานำระบบการสื่อสาร HART ไปประยุกต์ใช้งานอะไร

· เมื่อทำการติดตั้งของอุปกรณ์ Field Device ระบบ HART เป็นตัวกลางที่ใช้ในการปรับตั้งพารามิเตอร์ของตัวอุปกรณ์ Field Device

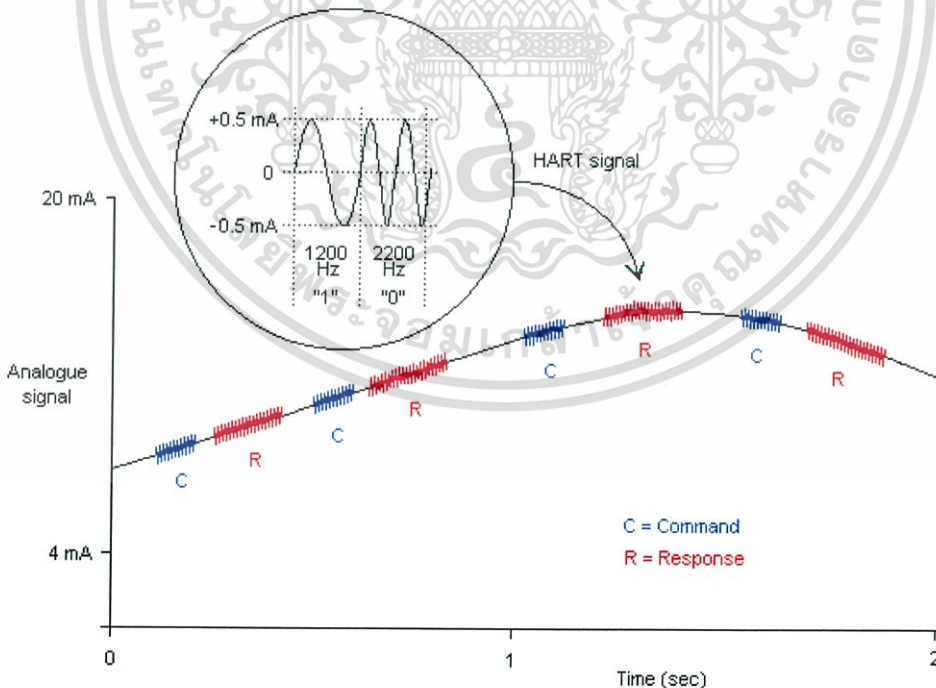
· ทำการแก้ไขพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ Field Device ในขณะที่ Online ผ่าน Engineering Tool ได้

· แสดงผลข้อมูลในขณะที่ทำการบำรุงรักษา และข้อมูลในการวิเคราะห์ ของตัวอุปกรณ์ Field Device ได้ดียิ่งขึ้น

· เป็นเครื่องมือในการ Configuration ตัวอุปกรณ์ Field Device โดยอินเตอร์เฟซเพื่อทำการสื่อสารผ่านระบบ HART

ฟังก์ชัน HART ทำงานอย่างไร

โพรโตคอล HART มีการส่งข้อมูลรายละเอียดคุณลักษณะทางฟิสิกส์: กระบวนการในการโอนย้ายข้อมูล โครงสร้างของข้อมูล รูปแบบข้อมูล และ ลักษณะของคำสั่ง รูปแบบของสัญญาณ ในรูปที่ 2.29 แสดงให้เห็นสัญญาณที่เป็นอนาลอกกับสัญญาณของ HART (วิธีการแบบ FSK) สัญญาณ HART จะเป็น Sine wave ที่ถูกปรับให้มีความถี่ 1200 Hz และ 2200 Hz และมีจุดกึ่งกลางอยู่ที่ศูนย์ ยังสามารถทำการกรองเอาสัญญาณข้อมูลออกโดยไม่มีผลกระทบต่อสัญญาณอนาลอก



รูปที่ 2.29 สัญญาณ HART [24]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง HART และพารามิเตอร์

การใช้ระบบสื่อสาร HART ในการปรับตั้งอุปกรณ์ Field Device (ด้วยพารามิเตอร์ระบบ HART)สามารถใช้ด้วยคำสั่งของ HART และทำการอ่านโดยใช้การตอบสนองของระบบ ซึ่งคำสั่งของ HARTและพารามิเตอร์ทั้ง 3 กลุ่มคือ

- Universal
- Common-Practice
- Device-Specific

โดยแต่ละกลุ่มมีความหมายดังต่อไปนี้

คำสั่ง Universal และตัวพารามิเตอร์ จะต้องรองรับกับอุปกรณ์ HART Field Devices ของบริษัทผู้ผลิตที่มีอยู่ในอุตสาหกรรม คำสั่ง Common-Practice ควรจะรองรับด้วยก็เช่นกัน มีในส่วนของคำสั่ง Device-Specific เท่านั้นที่ประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์ Field Devices แบบพิเศษ

2.15 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล Fisher GX Control Valve (Final Element in Process)

Control Valve เป็นอุปกรณ์หนึ่งใน Final Element โดยมีหน้าที่หลักที่สำคัญคือ ควบคุมอัตราการไหลของของไหล (Fluid Flow Control) หากกล่าวในภาษา Control System คือ ทำหน้าที่ในการปรับแต่ง Manipulated Variable เพื่อให้ได้ค่าตาม Set Point โดยมีการตรวจสอบด้วย Instrument ที่คอยตรวจจับค่าตัวแปรหรือ Measured Variable (Controlled Variable) หรือค่า PV แล้วส่งสัญญาณไปยัง Controller เพื่อเปรียบเทียบกับ Set Point (SP) หากยังมีค่า Offset หรือ Error (SP-PV) เกิดขึ้นอยู่ ตัว Controller ก็จะส่งการไปยัง Control Valve ให้ทำการปรับแต่ง Process ต่อไปจนกว่าจะได้ค่าที่ต้องการหรือ Error = 0 เป็นการสิ้นสุดขบวนการทำงาน

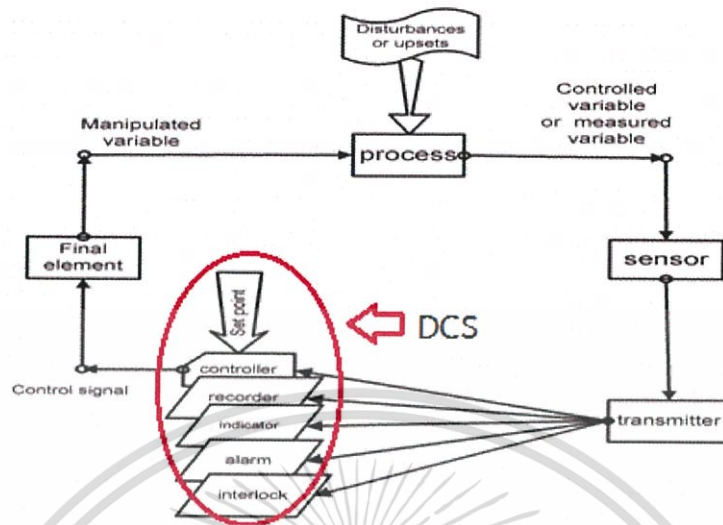
อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล Fisher GX Control Valve นั้นจัดอยู่ในประเภท Linear Valve ซึ่งจะอยู่ใน Valve ชนิด Globe Valve



รูปที่ 2.30 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลประเภท Control Valve ชนิด Globe Valve แบบ Equal percentage[25]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.1 DCS (Distributed Control System)



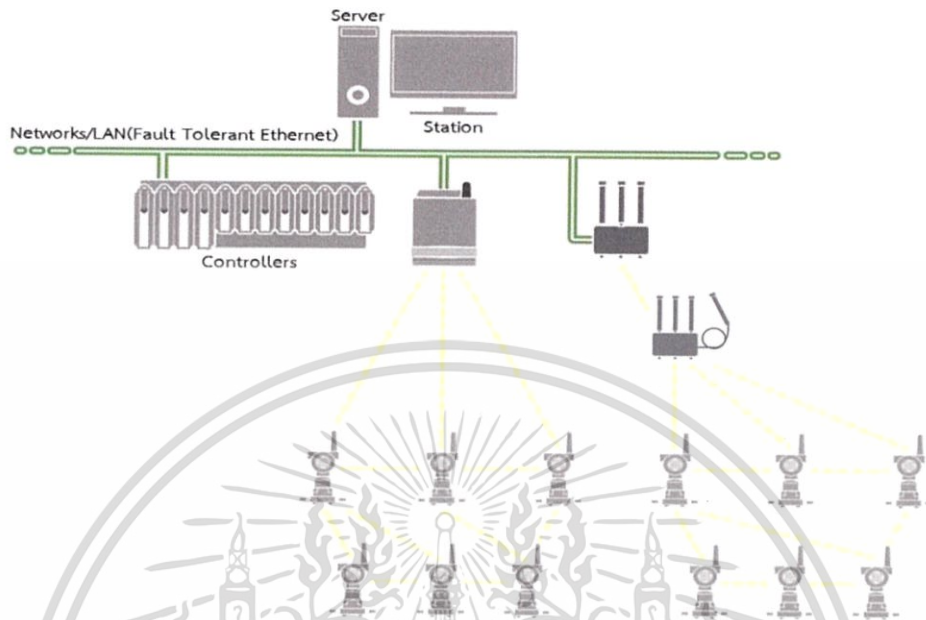
รูปที่ 2.31 แสดงถึง Controller ที่อยู่ในส่วนของ DCS[26]

ระบบ DCS (Distributed Control System) คือ ระบบควบคุม (Control) และเฝ้าดู (monitor) ที่ใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับระบบควบคุมทั้งหมดและใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เช่น โรงกลั่นน้ำมัน แท่นขุดเจาะน้ำมันและแก๊ส อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและเคมีคอลทั้งหลาย ทั้งนี้ระบบ DCS ที่จะสอดคล้องกับโครงการนี้คือ DeltaV Emerson

ส่วนประกอบหลักของระบบ DCS มีอยู่ 4 ส่วนดังต่อไปนี้

1. DCS Servers
2. DCS Stations
3. Networks/LAN (Fault Tolerant Ethernet)
4. Controllers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 แสดงถึงส่วนประกอบต่างๆของ DCS ที่ควบคุมกระบวนการแบบ Wireless HART[27]

2.15.2 DCS Server

Server ในระบบ DCS นั้นสามารถเป็นได้ทั้งแบบเดี่ยว (Single Server) และแบบคู่ (Redundancy Server) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแบบหลังเพราะถ้ามี Server ตัวใดตัวหนึ่งเสียหรือหยุดการทำงาน Server อีกตัวก็จะขึ้นมาทำงานแทนในทันทีและจะทำให้กระบวนการผลิตนั้นไม่หยุดชะงักหรือสร้างความเสียหายให้กับกระบวนการผลิตได้แต่ในโรงงานนี้จะเป็นแบบเดี่ยว (Single Server) ซึ่งหน้าที่หลักของ Server จะมีดังต่อไปนี้

- Server เป็นศูนย์กลางการเชื่อมต่อระหว่าง Controller กับ Station.
- Server เป็นตัวเก็บฐานข้อมูล (Database) และข้อมูลย้อนหลัง (History)
- Server เป็นศูนย์กลางการออกแบบกระบวนการผลิต (Engineering) ก่อนที่จะส่งต่อ (Download) ไปยัง Controller
- Server ยังเป็นศูนย์กลางการเชื่อมต่อระหว่าง DCS กับระบบอื่นๆเช่น ระบบ SCADA หรือ OPC เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.3 DCS Stations

DCS Station คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ (PC) ที่รับข้อมูลจาก Server ให้ผู้ควบคุมดูแลการผลิต (Operator) นั้นใช้ในการเฝ้าดู (Monitoring) และควบคุม (Control) กระบวนการผลิตทั้งหมด ทั้งนี้ DCS Station สามารถมีอีกได้มากกว่า 1 เครื่อง ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

1 DCS Station มี Accessories ดังนี้

- Display Monitor มีได้ถึง 1-4 Display
- คีย์บอร์ด (Standard PC Keyboard)
- คีย์บอร์ดเฉพาะทาง (Special Operator Keyboard)
- อุปกรณ์ชี้ตำแหน่งเช่น เมาส์, แทร็คบอล, แท็บแทช เป็นต้น

2.15.4 DCS Controller

Controller ถือเป็นส่วนสำคัญที่สุดของระบบ DCS เพราะเป็นตัวที่เชื่อมต่อโดยตรงกับเครื่องวัดหรืออุปกรณ์ (Device) ในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ Controller ยังถือเป็นสมองของระบบ DCS เลยก็ได้ เพราะมี CPU Processor ที่ทำหน้าที่ Running Programming ที่รับมาจาก Server นั้นเอง Controller นั้นมีมากมายหลายรุ่นและหลายยี่ห้อ การเลือกใช้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน



รูปที่ 2.33 แสดงถึง DeltaV™ S-series SX Controller^[28]

Networks/LAN (Fault Tolerant Ethernet)

ระบบการเชื่อมต่อ (Communications Networks) จะมีลักษณะเหมือนกับระบบ LAN ทั่วไป (standard Ethernet) แต่ที่แตกต่างก็คือสาย LAN (LAN Cable) ที่เชื่อมต่อจะมี 2 เส้น (Redundancy) เพื่อป้องกันการ Loss Connection เมื่อมีการขาดหรือชำรุดของสาย LAN เส้นใดเส้นหนึ่ง

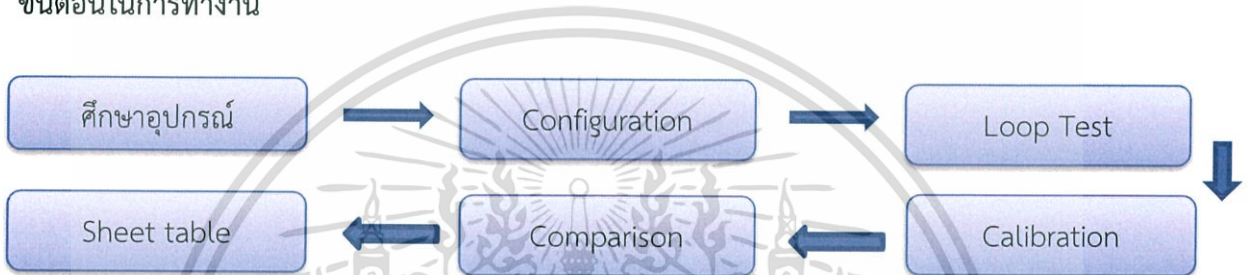
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงาน

การทดลองจะแสดงอยู่ในรูปกราฟซึ่งมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่ 0-100 % กับระยะเวลาของน้ำที่เพิ่มขึ้นในแท็งก์ โดยผ่านการ Calibration ด้วย HART ของแต่ละเครื่องมือวัดของแต่ละตัว เพื่อมาควบคุมและดูค่าว่าค่าที่ได้ออกมามีความเที่ยงตรงกับค่าที่กำหนดผ่าน DeltaV และมีค่า Error มากหรือน้อยเท่าใด

ขั้นตอนในการทำงาน



รูปที่ 3.1 Flow Chart ของการทดลอง

จาก Flow Chart ทำการศึกษาศึกษาหลักการและวิธีการติดตั้งของอุปกรณ์ต่างๆจาก Manual แล้วจึงทำการ Configuration ผ่าน HART 475 ทำการปรับค่าสอบเทียบต่างๆของอุปกรณ์การวัดให้เที่ยงตรง (Calibration) และตรวจสอบการ Loop Test ของเครื่องมือวัดกับระบบว่ามีค่าที่ 4-20 mA หรือ 0-10 V หรือไม่ และทำการควบคุมการทำงาน PID ผ่านโปรแกรม DeltaV เพื่อแสดงออกมาในรูปของกราฟที่กล่าวไว้ข้างต้นเพื่อนำมาเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของเครื่องมือวัดนั้นๆและนำมาจัดทำเป็นเอกสาร เพื่อแสดงขั้นตอนการดำเนินงานและการเปรียบเทียบ

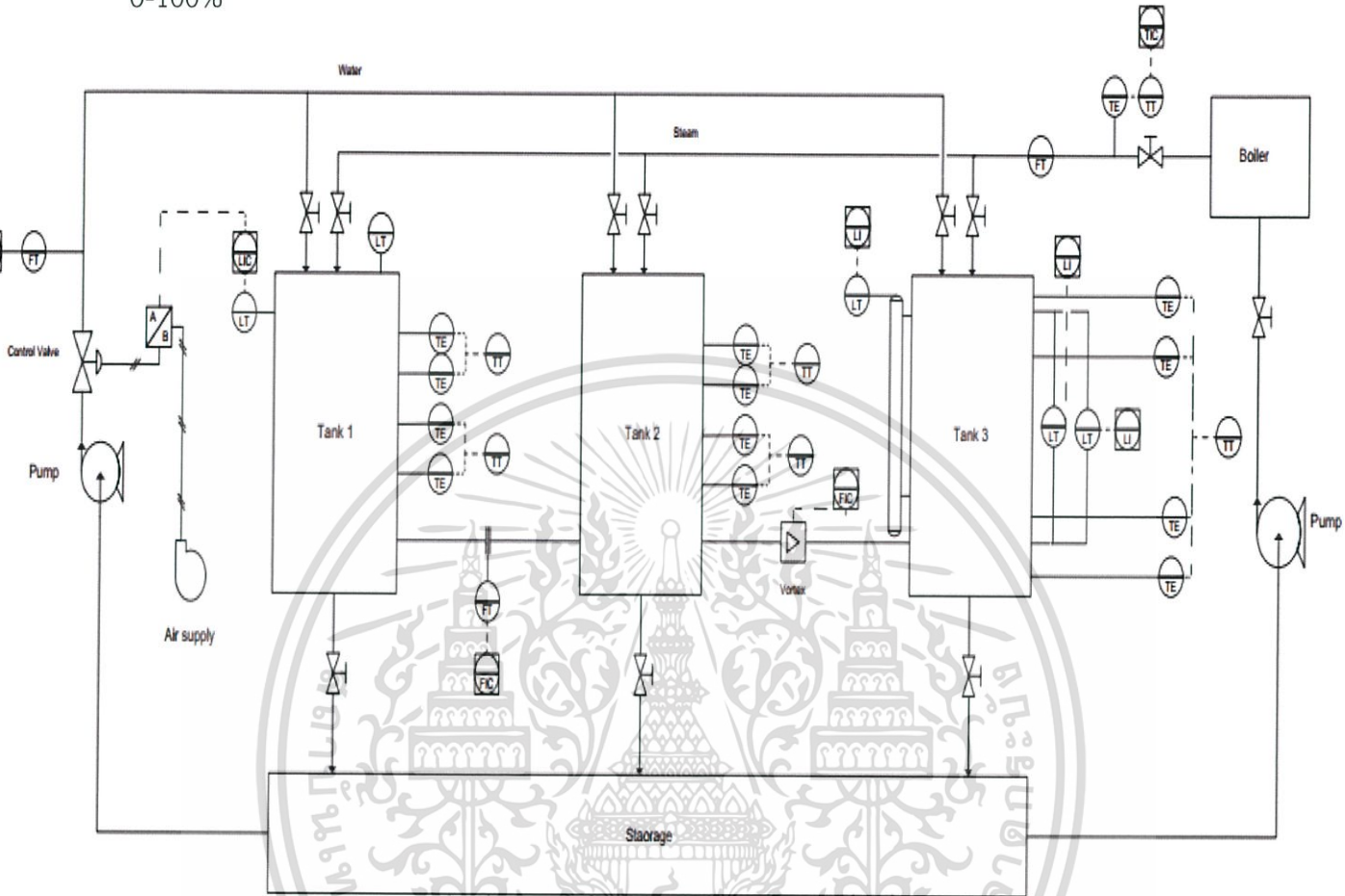
3.1 การออกแบบ P&ID และ แบบจำลอง 3 มิติ ของ Plant Model

3.1.1 P&ID

การทำงานของ Plant Model นี้ เริ่มจากการสูบน้ำจากปั๊มเข้าโดยใช้การสั่งการที่ตัว Control Valve เพื่อสูบน้ำไปให้แต่ละแท็งก์โดยมีด้วยกันทั้งหมด 3 แท็งก์ โดยจะสูบน้ำผ่านท่อ เพื่อปล่อยลงไปยังแท็งก์ที่ 1 2 และ 3 ในระบบ Closed Loop โดยสามารถทำได้ทั้งแบบ Auto และ Manual การทำแบบ Manual คือการเปิดปิดปั๊มโดยตรงโดยการใช้ปุ่ม เปิด/ปิด ที่หน้าเครื่อง และการทำแบบ Auto จะเป็นการสั่งค่าโดยใช้ DCS และตั้ง Transmitter 1 ตัว ใช้เป็น Master เพื่อควบคุม Valve เปิด/ปิด ตามระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหรืออัตราการไหลที่วัดได้ เพื่อใช้ในการวัดค่าต่างๆตามที่กำหนด โดยจะใช้หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ตั้งแต่ 0-100%



รูปที่ 3.2 แผนภาพ PID ของ Plant Model

3.1.2 Plant-3D

โปรแกรมที่ใช้วาดจำลอง Plant Model คือโปรแกรม SketchUP ซึ่งแท็งก์ที่ได้อัดนั้นประกอบไปด้วยแท็งก์ที่ 1 ประกอบไปด้วย Level Transmitter 2 ตัว และ Temperature Transmitter 4 ตัว ได้แก่ Guided Wave Radar, Rosemount 848T Temperature Transmitter และ Differential Pressure แท็งก์ที่ 2 ประกอบไปด้วย Level Transmitter 2 ตัว, และ Temperature Transmitter 4 ตัว ได้แก่ Non-Contacting Radar และ Tuned System, Rosemount 3144P Temperature Transmitter, Wet Leg, Dry Leg, Differential Pressure

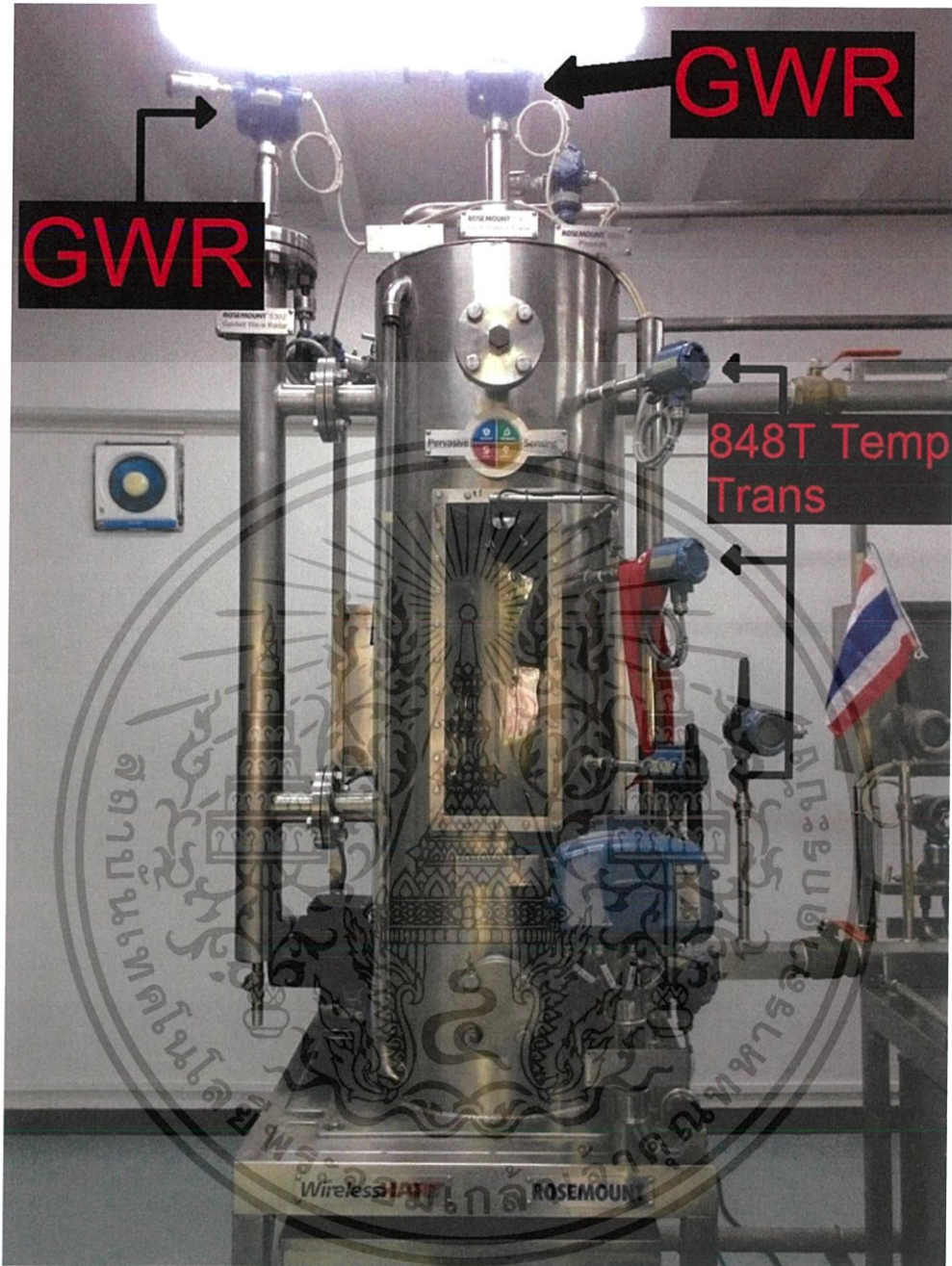
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แท็งก์ที่ 3 ประกอบไปด้วย Level Transmitter 2 ตัว และ Temperature Transmitter 4 ตัว ได้แก่ Ultrasonic และ Balanced System, Electronic Remote Sensor, Rosemount 644 Temperature Transmitter



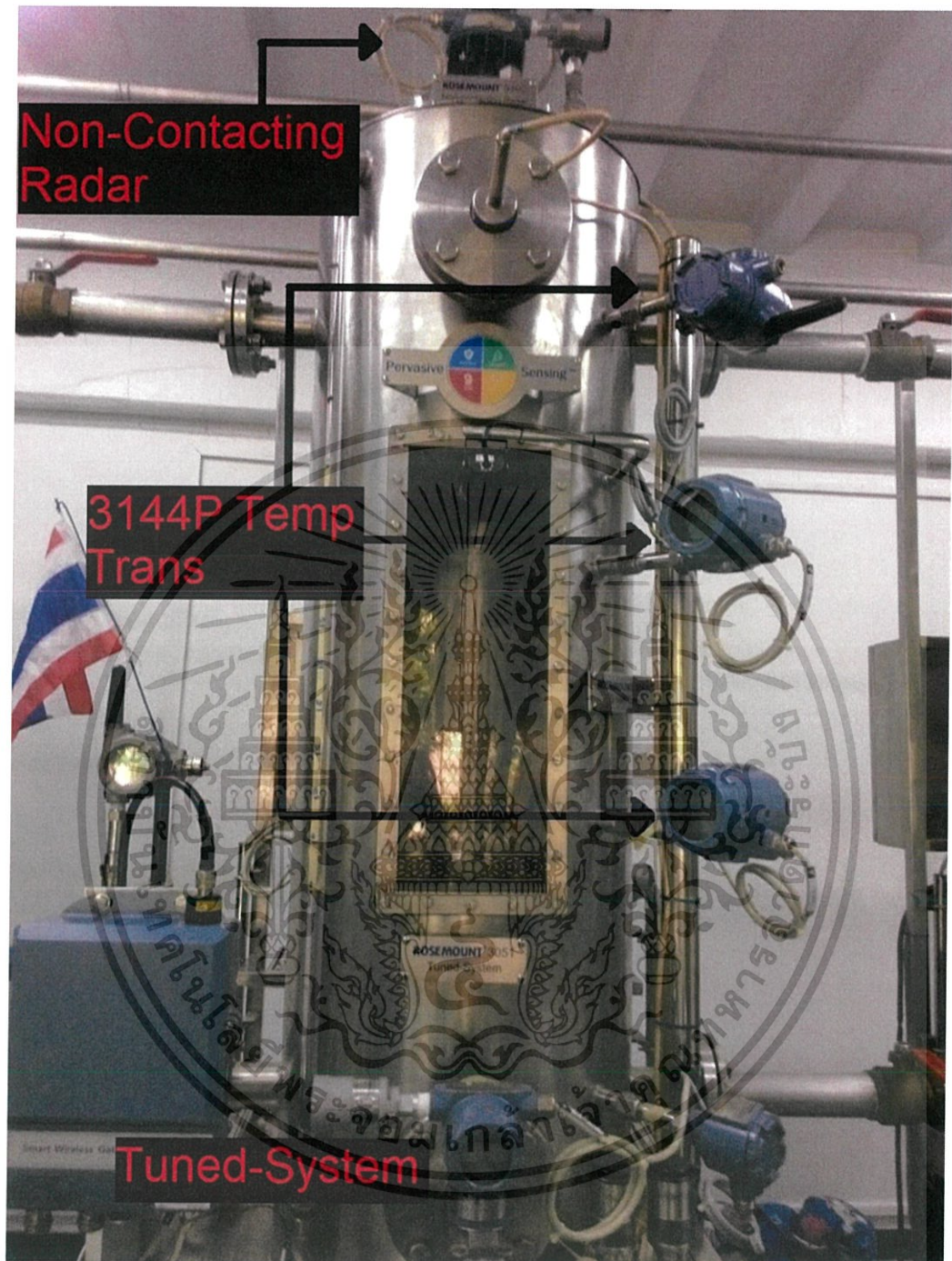
รูปที่ 3.3 แสดงภาพ Plant จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



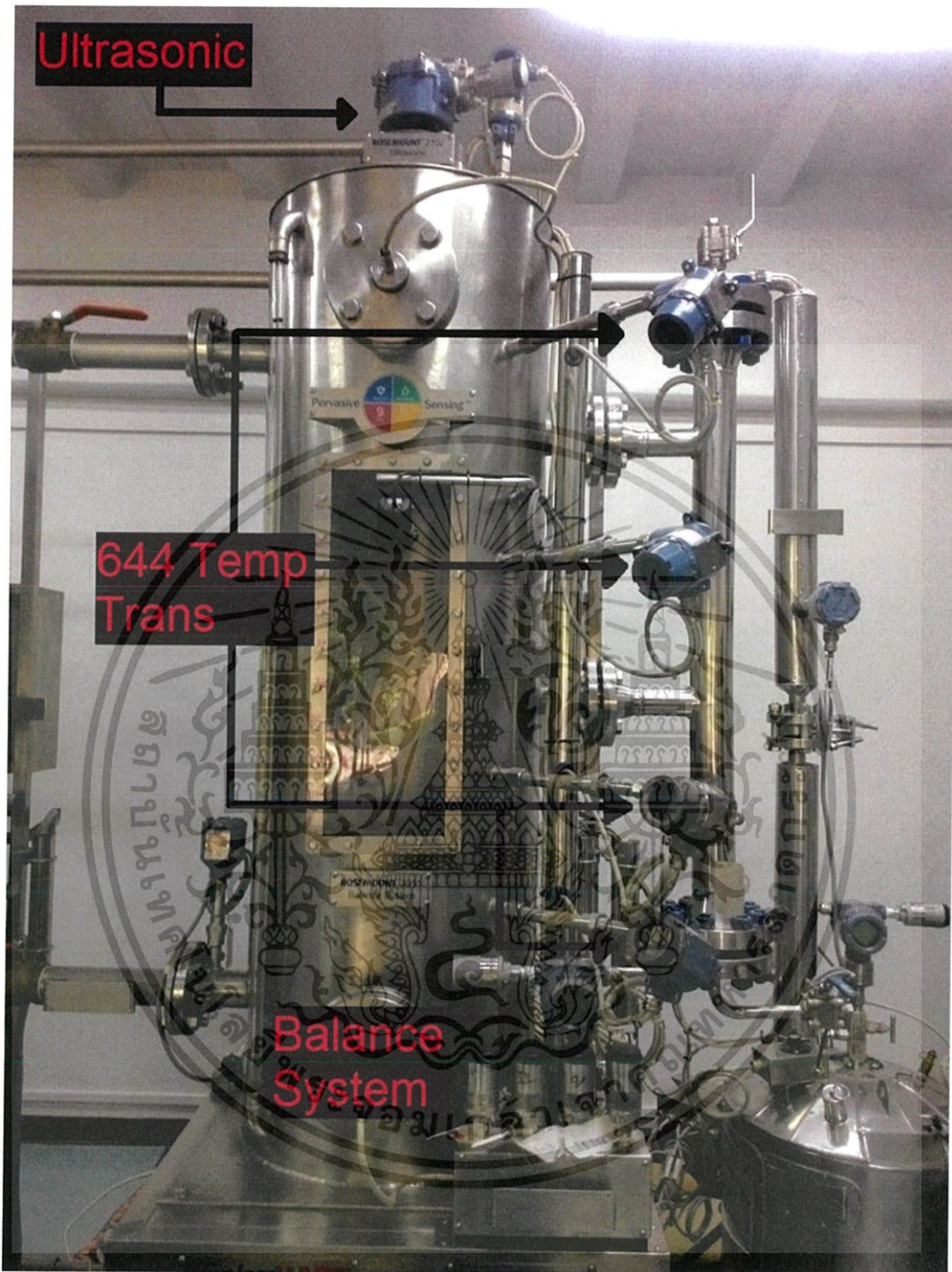
รูปที่ 3.4 แสดงภาพ Plant จริงแท็งก์ที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



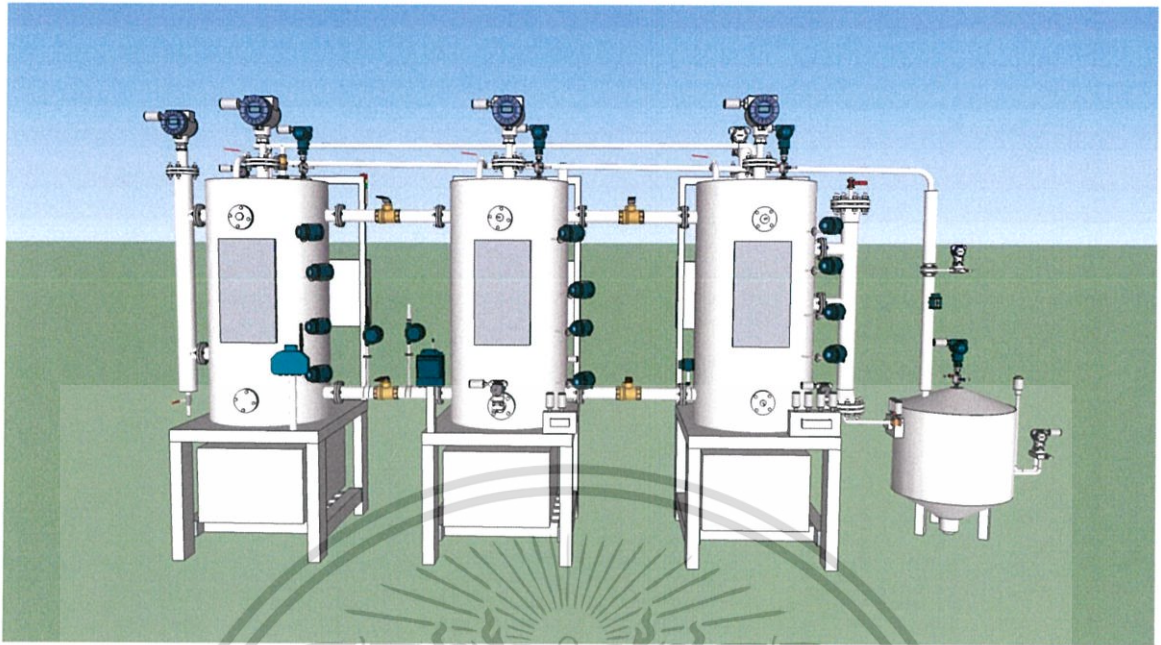
รูปที่ 3.5 แสดงภาพ Plant จริงแท็งก์ที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

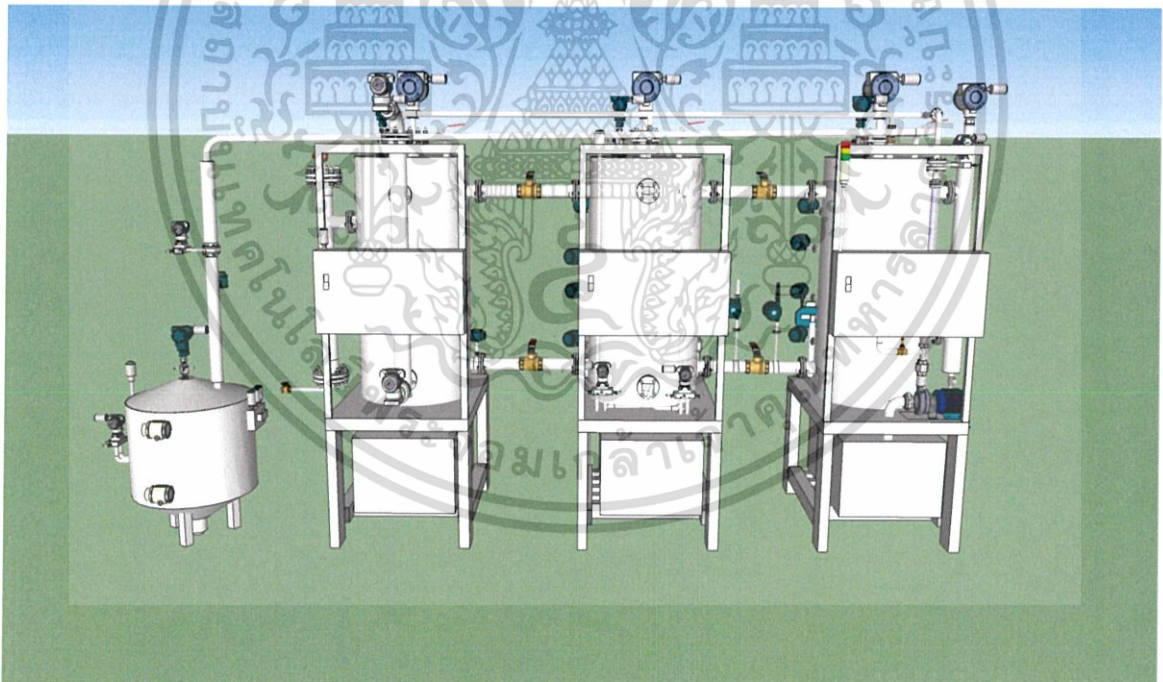


รูปที่ 3.6 แสดงภาพ Plant จริงแท็งก์ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดง Plant Model 3D จำลอง ด้านหน้า



รูปที่ 3.8 แสดง Plant Model 3D จำลอง ด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การศึกษาการติดตั้งและเงื่อนไขในการทำงานเพื่อออกแบบจำลอง

ในส่วนการศึกษาและการติดตั้งเงื่อนไขในการทำงานเพื่อออกแบบจำลองบอกถึงลักษณะทางกายภาพต่างๆเช่น วัสดุที่ใช้, สัญญาณ Output, ฉนวน, มาตรฐานการรับรอง เป็นต้น (สามารถดูข้อมูลได้ที่ Appendix) ที่ใช้ใน Plant Model และแสดงขนาดของ Fitting List ตามมาตรฐาน ANSI รวมถึงประเภทของ Fitting Type ที่ใช้ของแต่ละตัว

3.2.1 อุปกรณ์วัดระดับที่ใช้หน้าแปลน

ตารางที่ 3.1 แสดงอุปกรณ์วัดระดับต่างๆที่ใช้ Fitting Type แบบหน้าแปลนที่ใช้กับ Plant Model นี้ (สามารถดูข้อมูล Model No. ได้ที่ Appendix)

/	Instrument name	Model No.	Fitting List	Fitting Type
1	Guided Wave Radar in tank	O	2" ANSI 600	Flanged
2	Guided Wave Radar in chamber	O	3" ANSI 300	Flanged
3	Non Contacting Radar	5402AH1NA3PPVBAM1Q4	4" ANSI 150	Flanged
4	DP Tune System	30501CD2A22A1AS2M5N1L4	3" ANSI 150	Flanged
5	DP Balance System	3051CD2A22A1BS2M5B4I1Q4Q8	3" ANSI 150	Flanged
6	DP Dryleg	3051S1CD2A2A11A1A1M5Q4		Manifold connection
7	DP Wetleg	3051S1CD2A2A11F1JE5MEQ4A1020	-	Manifold connection
8	Electronics Remote Sensor high side	O		
9	Electronics Remote Sensor low side	O		
10	Temperature Transmitter	248DX1D2WA3WK1B5Q4	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11	Temperature Transmitter	3144PD3A1NAB4M5	-	-
12	Multi-Temperature Transmitter	848TXNAS002WA3WM1B6HA2Q4	-	-

3.2.2 อุปกรณ์วัดระดับใช้เกลียว

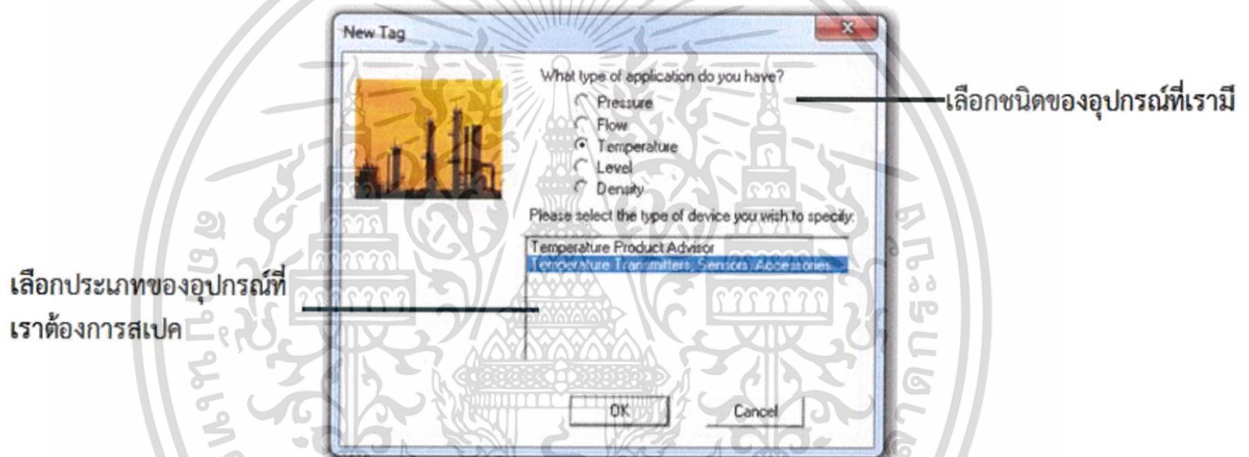
ตารางที่ 3.2 แสดงอุปกรณ์วัดระดับต่างๆที่ใช้ Fitting Type แบบหน้าเกลียวที่ใช้กับ Plant Model นี้ (สามารถดูข้อมูลได้ที่ Appendix)

/	Instrument name	Model No.	Fitting List	Fitting Type
1	Guided Wave Radar Native wireless	3308ASX2D1I1S1V5NNN4AM00150 WA3WK1M5Q4	1 ½" NPT	Threaded Nozzle
2	DP Dryleg	3051S1CD2A2A11A1A11M5Q4	-	Manifold Connection
3	DP Wetleg	3051S1CD2A2A11F1JE5MEQ4A1020	-	Manifold Connection
4	DP native wireless	72051CD3X22A1PWA3WP5B4M5Q4	O	O
5	Ultrasonics	3102HA1FRCG5Q4ST	2" NPT	Thread
6	Temperature Transmitter native wireless	248DXI1D2WA3WK1B5Q4	-	-
7	Multi-Temperature Transmitter	848TXNAS002WA3WM1B6HA2Q4	-	-
8	Temperature Transmitter	3144PD3A1NAB4M5	-	-
9	Thermowell	0065N32N0000N0205	½" NPT	Spring Loaded Adapter
10	Sensor (Thermowell)	0065N32J0080D0065T44Q8R01XA	½" NPT	Thread

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การใช้โปรแกรม Instrument Toolkit ในการออกแบบอุปกรณ์การวัด Temperature Transmitter, Level Transmitter, Pressure Transmitter

การศึกษาการใช้โปรแกรม Instrument Toolkit จะต้องศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์การวัดและศึกษาเงื่อนไขในการทำงานของอุปกรณ์ (ซึ่งหลักการทำงานของอุปกรณ์นั้นรายละเอียดจะอยู่ในบทที่ 2) เพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานร่วมกันได้ ซึ่งการเลือกรายละเอียดต่างๆของอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับกระบวนการที่ได้กำหนดไว้ โดยการใส่ค่าข้อมูลพื้นฐานของกระบวนการที่ต้องการให้กับอุปกรณ์การวัดที่กล่าวมาข้างต้น ข้อมูลพื้นฐานของการบวนการเช่น ความดัน, อุณหภูมิ, อัตราการไหล ชนิดของของไหล, ขนาดท่อที่ใช้งาน เป็นต้น ในที่นี้จะยกตัวอย่างการใช้โปรแกรม Toolkits จากการใช้ Rosemount 644 Temperature Transmitter



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการเลือกชนิดของอุปกรณ์การวัด

แสดงการเลือกชนิดของอุปกรณ์การวัดสามารถเลือกได้ทั้ง Pressure, Temperature, Level, Density ที่เราต้องการจะใช้และสามารถเจาะจงชนิดของชนิดนั้นๆได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใส่ Tag number และตั้งชื่อชิ้นงาน

เลือกประเภทของอุปกรณ์

รูปที่ 3.10 การเลือก Model สำหรับ Application

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

เลือกตัวแปรของ Process

ใส่ค่าอุณหภูมิโดยรอบของ Process ในที่นี้ใส่ค่า 20-50 องศาเซลเซียส

ใส่ค่าตัวแปรของ Process ในที่นี้ใช้ Temp 0-100 องศาเซลเซียส

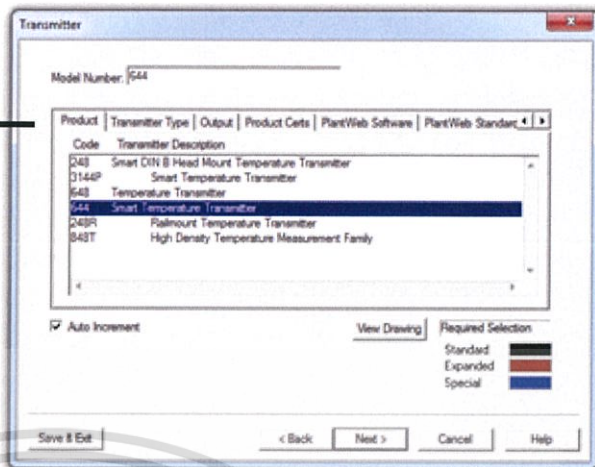
ใส่ค่าตัวแปรความดันของ Process เพื่อใช้ในการตั้ง Limit ของ Thermowell

รูปที่ 3.11 การเลือก Model สำหรับ Process

โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยกำหนดค่าต่าง ๆ ตามความเหมาะสมของกระบวนการของเรา โดยในที่นี้เลือก Process Temperature ที่ต่ำสุด 0 °C ค่าปกติ 50 °C และค่าสูงสุด 100 °C และค่าที่ Ambient Temperature ที่ต่ำที่สุด 20 °C ค่าปกติ 35 °C และค่าสูงสุด 50 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

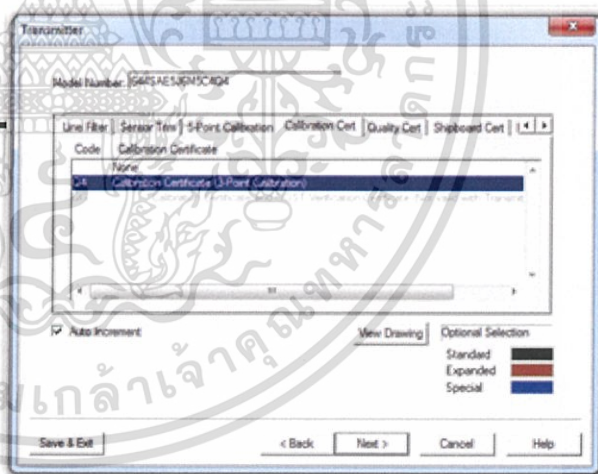
เลือกสเปคแต่ละหัวข้อของอุปกรณ์ เช่น รุ่น, วัสดุ, รูปร่าง, รูปแบบ, การรับรอง เป็นต้น โดยจะมีรหัสแตกต่างกันไป



รูปที่ 3.12 การเลือก Product

แสดงการใช้โปรแกรม Instrument Toolkit โดยเลือก Product เป็น 644 smart Temperature Transmitter ตามอุปกรณ์ที่ใช้

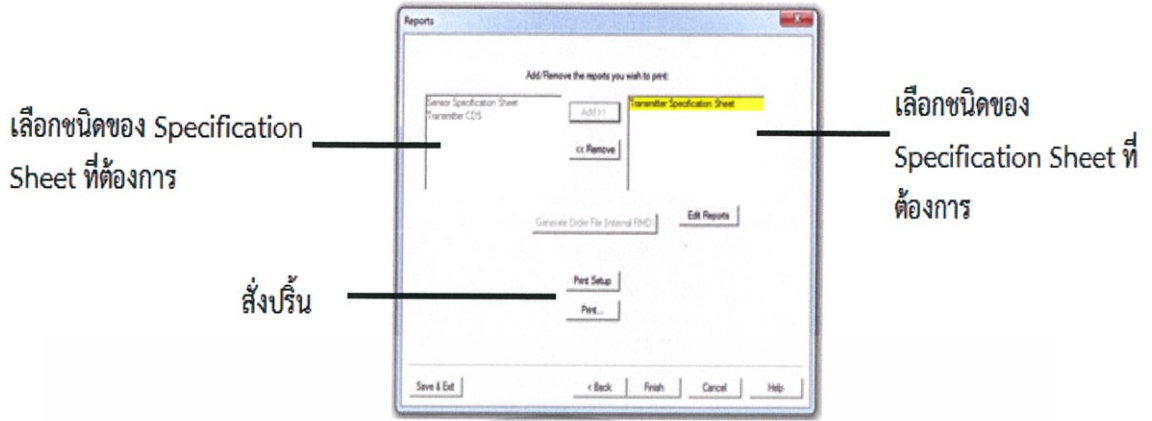
เลือกสเปคแต่ละหัวข้อของอุปกรณ์ เช่น รุ่น, วัสดุ, รูปร่าง, รูปแบบ, การรับรอง เป็นต้น โดยจะมีรหัสแตกต่างกันไป



รูปที่ 3.13 การเลือก Model สำหรับเงื่อนไขต่างๆ

แสดงการเลือกเงื่อนไขต่างๆที่เหมาะสมกับ Plant Model (สามารถดูจาก หัวข้อที่ 3.2.1) โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit กำหนด Model ต่าง ๆ ตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 วิธีการทำ Specification Sheet

การเลือกจัดทำ Report หรือ Specification Sheet เพื่อให้ได้ Specification Sheet ของ Rosemount 644 Temperature Transmitter ออกมา (สามารถดูได้ที่ Appendix)

Client		Temperature Transmitter			
Project	Order No.	Part No.	Part Description	Part Qty	Unit
Unit					
Location					
GENERAL		1 Tag No.	677-000		
		2 Description of Service	None		
		3 Part No.			
		4 Line Number			
PROCESS		5 Process			
		6 Process Temperature	0	100	120
CONDITIONS		7 Ambient Temperature	20	35	50
		8 Manufacturer	Rosemount		
TRANSMITTER		9 Model Number	644AB (10M)C-004		
		10 Product Description	Standard 4-20mA Temperature Transmitter		
		11 Transmitter Mounting Type			
		12 Input Type			
		13 Temperature Unit	Min/Max		
		14 Line of Input Protection	None		
		15 Calibration	None	100	°C
		16 Hysteresis	None		
		17 Control Signal			
OPTIONS		18 Approval/Cert Type	FM E-Listed, ATEX, IECEx, RoHS		
		19 Mounting Bracket	None		
		20 LCD Menu	LCD Display		
		21 Enclosure Option	Extrinsic Ingress Mount Universal HD Alum Above 27.55T Pipe Size (1.2-1.4 NPT Extern)		
		22 Accessibility	None		
		23 Electrical Protection	4-20 mA with Digital Input based on HART protocol		
		24 Circuit Configuration	None		
		25 Mounting Config Level	None		
		26 Case to Environment Seal	None		
		27 Calibration	5-Point Calibration (requires the C4 option code to generate a calibration certificate)		
		28 Fit to Special Order	None		
		29 Voltage Filter	None		
		30 Calibration Certificate	None		
		31 Special	None		
TRANSMITTER		32 Part Number Description	0		
		33 Part Number Description			
		34 Part Number Description			
ACCESSORIES		35 Part Number Description			
		36 Part Number Description			
		37 Part Number Description			
NOTES		38			
		39			
		40			
		41			

รูปที่ 3.15 แสดงตัวอย่าง Specification Sheet ของ 644 Temperature Transmitter (สามารถดูได้ที่ Appendix)

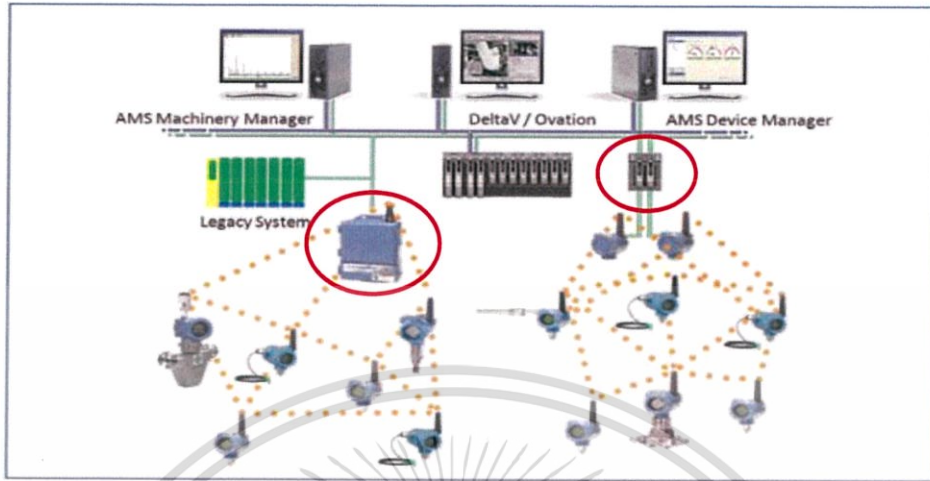
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		Sheet	1	of	2
		Spec No.			
		Rev.			
		Contract			
		P.O.			
		Req			
		Checked			
		Approved			
Specification Sheet Guided Wave Radar		MODEL 5301			
Customer:					
Project:	Test Level				
Unit:					
GENERAL	1	Application/File Tag:	GWR		
	2	Process Name:			
	3	Industry Type:	Waste and Wastewater		
PROCESS INFORMATION	4	Measurement Type	5301 - Level (Liquids)		
	5		Minimum	Maximum	Unit
	6	Temperature	25.00	30.00	C
	7	Pressure	0.00	3.00	bar-g
	8	Media State	Liquid		
	9	Upper Product	Water		
	10	Upper Product Dielectric Constant	>10		
	11	Lower Product (Interface)			
	12	Lower Product Dielectric Constant (Interfac			
	13	Product Viscosity	1-5 cSt (like water)		
	14	Upper Product Thickness			
	15	Vapor Dielectric	1.0		
	16	Surface Conditions	Calm surface or slight turbulence		
	17	Coating Potential	None		
	18	Foam Type	None		
	19	Foam Presence			
	20	Foam Thickness			
	21	Surface to Measure			
	22	Emulsion Layer			
	23	Thickness			
	24	Condensing Vapors	None		
25	Crystallizing Liquids	no			
26	Dust Present (Solids only)				
27	Abrasive Media (Solids only)				
28	Particle Description (Solids only)				
29	Density (Solids only)				
TANK	30	Tank Height	1320.0	mm	
	31	Tank Diameter			
	32	Tank Shape	Cubical		
	33	Tank Bottom	Flat		
	34	Tank Material	Metal		
	35	Tank Wall Surface	Smooth		
	36	Heating Coils or Obstructions?	No internal obstructions		
	37	Metallic Objects?	no		
TANK - VOLUME	38	Tank Shape—Volume:			
	39	Tank Height—Volume:			
	40	Tank Diameter—Volume:			

รูปที่ 3.16 แสดงตัวอย่าง Specification Sheet ของ GWR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

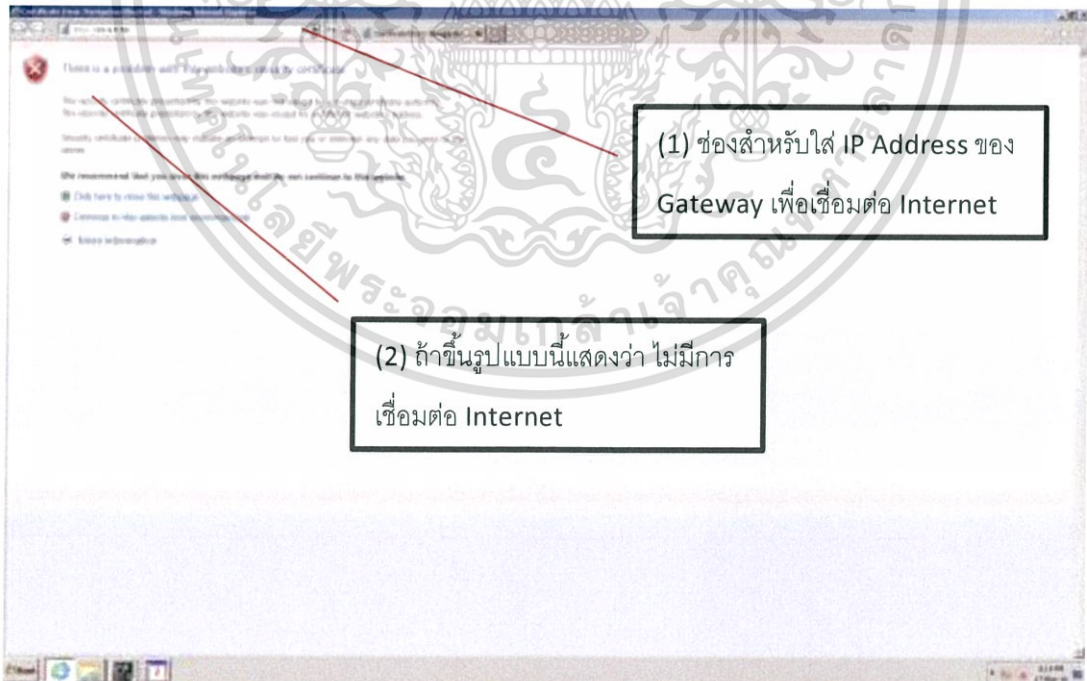
3.4 วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับ Gateway และ Wireless I/O Card



รูปที่ 3.17 การเชื่อมต่อ Gateway และ Wireless I/O Card

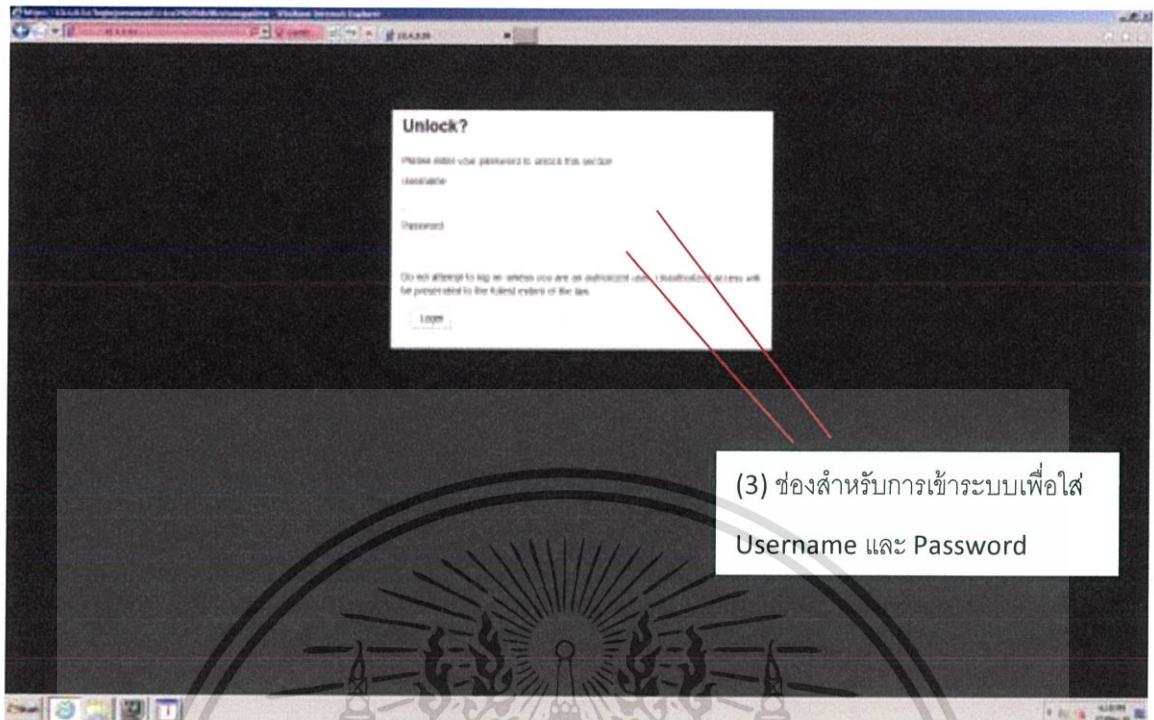
3.4.1 วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับ Gateway

1. เปิดหน้า Internet explorer กรอก IP Address ของ Computer เพื่อใส่ Username และ Password ของ Gateway เพื่อ Login



รูปที่ 3.18 เข้าหน้า Web Browser เพื่อกรอก IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 กรอก IP address ของ Gateway

- กดเข้า Internet explorer หรือ Browser ต่างๆ เพื่อทำการกรอก IP Address ใน (1)
- สามารถตรวจสอบได้ว่าการเชื่อมต่อ Internet กับ Gateway หรือไม่ (2)
- สามารถเข้าระบบได้โดยการใส่ Username และ Password ของ Gateway เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกันได้ (3)

จากรูปที่ 3.10 เป็นการกำหนดค่าของ IP address ของ Gateway เพื่อกำหนดให้ตรงกับคอมพิวเตอร์ควบคุม (DCS) เพื่อสามารถเชื่อมต่อและสื่อสารกันได้ จากนั้นและใส่ Username, Password เพื่อทำการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คลิกที่ “+Network Information” จะแสดงข้อมูล Network ID และ Common Join Key
จัดบันทึกไว้เพื่อใช้ในการทำ Join Key

(1) แสดงว่ามีอุปกรณ์ทั้งหมดที่เชื่อมต่อที่ตัว

(2) แสดงอุปกรณ์ที่กำลังทำงานอยู่ใน Gateway

(3) แสดงชื่ออุปกรณ์ที่ทำการเพิ่ม

(4) แสดงวันที่เพิ่มอุปกรณ์และเวลา

(5) แสดงค่า PV ปัจจุบันของอุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์

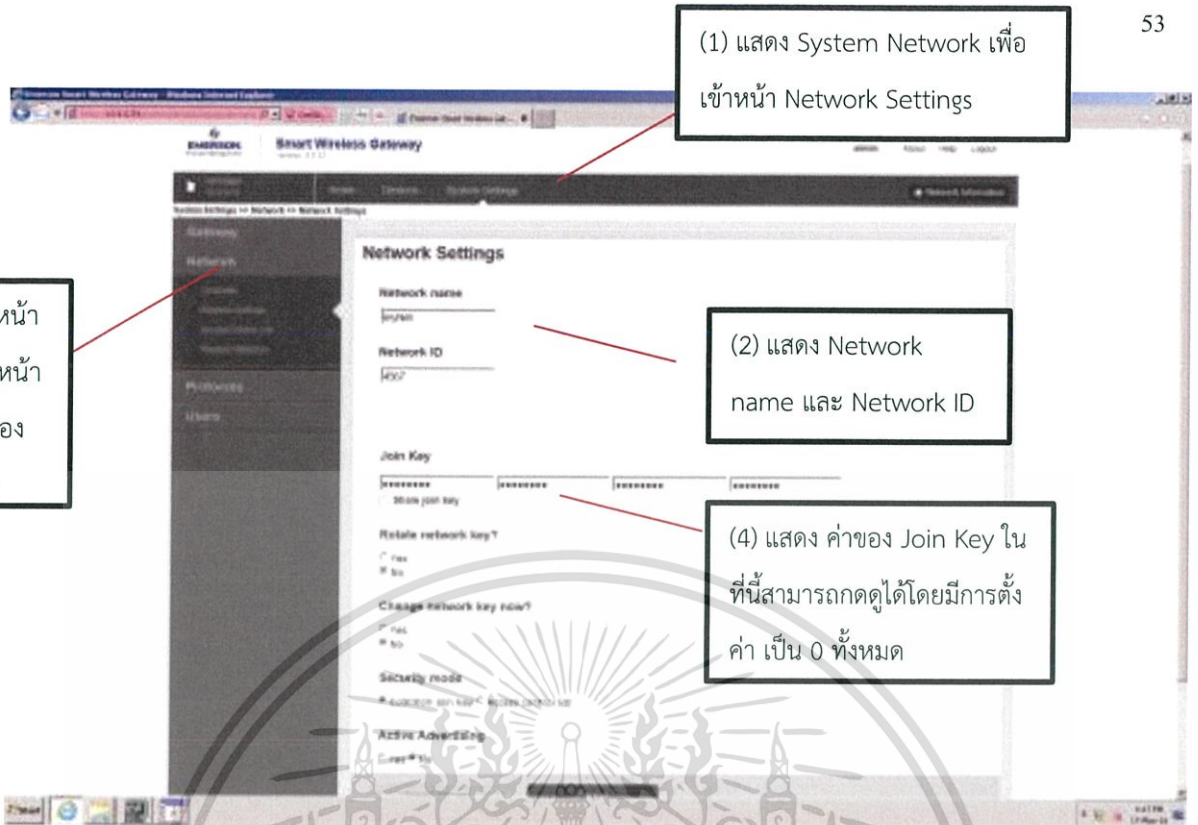
(6) แสดงค่าข้อมูลปัจจุบันของอุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์

Recently Added (last 5 devices)	Date Added	Current PV
648_2677	06/02/14 05:56:19	16 DegC
706_745	06/02/14 02:26:23	5 counts
775_237	06/01/14 23:02:27	27.686
644_237	06/01/14 23:02:27	26.25 DegC
706_703	05/01/14 22:58:50	25 counts

รูปที่ 3.20 หน้าแสดง Network ID

- สามารถดูข้อมูลว่ามีอุปกรณ์ทั้งหมดใน Gateway เท่าไหร่ (1)
- แสดงข้อมูลปัจจุบันที่กำลังทำงาน Live ถ้าไม่ทำงาน Unreachable จะปรากฏ (2)
- แสดงชื่ออุปกรณ์ต่างๆที่ทำการเพิ่มเข้าไป (3)
- แสดงวันที่ที่เพิ่มของอุปกรณ์แต่ละตัว (4)
- แสดงค่า PV ที่ทำการติดตั้งและตั้งค่าไว้ต่างๆ (5)
- แสดงข้อมูลปัจจุบันจะรายงานทั้งปัญหาหรือการเปลี่ยนแปลงต่างๆ (6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 แสดงหน้า Common Join Key

- คลิก System Settings เพื่อทำการเข้าหน้า Network Setting (1)
- จดบันทึก Network ID และ Network Name เพื่อทำการ Join Key (2)
- โปรแกรมหน้าเมนูของ Network ทั้งหมด (3)
- แสดงค่าของ Join Key เพื่อใส่ใน HART 475 สามารถกดดูค่าได้โดยทั้งหมดจะถูกตั้งค่าไว้ที่ 0 ทั้งหมด

จากรูปที่ 3.11 และ 3.12 เป็นการแสดงข้อมูลของ Network ID ของโปรแกรมและ Smart Wireless Gateway เพื่อเป็นตัวรวมและส่งสัญญาณเข้า DCS เพื่อการสื่อสารที่ตรงกันและถูกต้องจึงมีการ Set ค่า Common Join Key เพื่อความปลอดภัยของการสื่อสาร

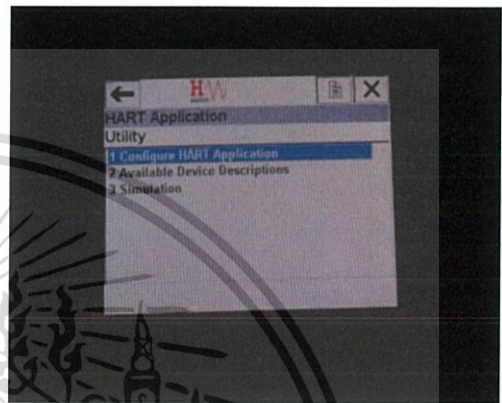
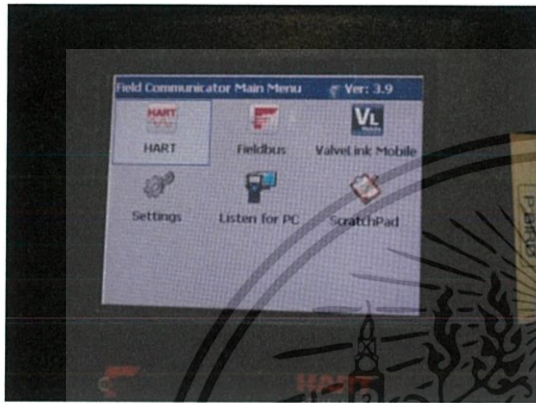
3. ใช้อุปกรณ์ HART 475 (Handheld) เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เพื่อทำ Join Key โดย เลือกดังนี้ HART >> "Utility" >> Configure HART Application >> Polling address >> ใส่ค่า 63 (ถ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ ตัวช่วยรับสัญญาณ (THUM) และใส่ค่าเป็น 0 (ถ้าอุปกรณ์ที่ใช้เป็น Wireless Transmitter อยู่แล้ว) ค่า Polling Address^[3.1] นี้คือ ลักษณะของการติดต่อแบบนี้ คือทุกๆ ช่วงของเวลาหนึ่งในซีพียู จะต้องหยุดการทำงานชั่วขณะหนึ่งเพื่อตรวจเช็คแต่ละแชนแนล (Channel) ของอุปกรณ์ว่ามีอุปกรณ์ใดต้องการส่งข้อมูลยังซีพียูบ้าง ซึ่งหมายถึงการตรวจเช็คทุกอุปกรณ์ที่มีอยู่ โดยหากอุปกรณ์หนึ่งต้องการส่งข้อมูล ซีพียูก็ต้องทำการรับข้อมูลอุปกรณ์นั้นมา แต่ถ้าอุปกรณ์นั้นไม่ต้องการส่งข้อมูล ซีพียูก็ต้องทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบอุปกรณ์ตัวอื่นๆ ตามลำดับจนกระทั่งทำการตรวจสอบอุปกรณ์ ในแต่ละแขนแขนจนครบ ซีพียู จึงกลับไป ทำงานต่อจากงานเดิม โดยมีลักษณะการทำงานวนรอบ

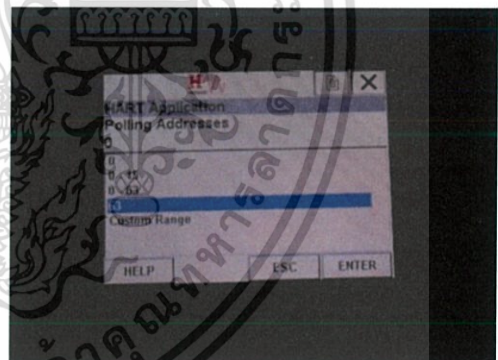
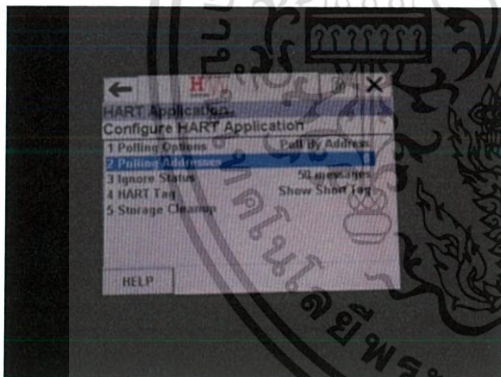
การทำวิธีดังกล่าวเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆ ให้สามารถสื่อสารกับ DCS ได้ตรงและถูกต้อง (สำหรับรูปที่ 3.13, 3.14, 3.15, 3.16)

ในที่นี้จะยกตัวอย่างการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ Temperature Transmitter เพื่อทำ Join Key



รูปที่ 3.22 แสดงการกด Configure HART แล้ว Utility

รูปที่ 3.23 แสดงการกด configure HART

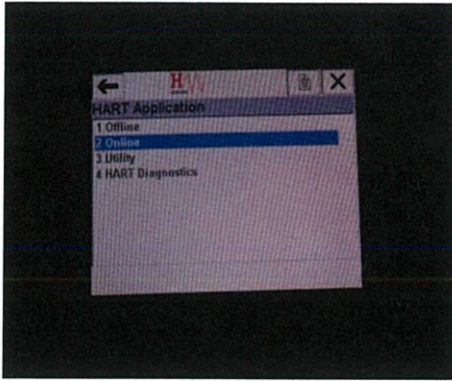


รูปที่ 3.24 แสดงการกด Polling Address[3.1]

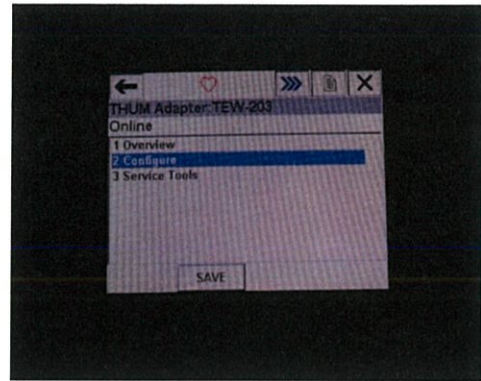
รูปที่ 3.25 แสดงการกด ใส่ค่า 63 และ 0[3.1]

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

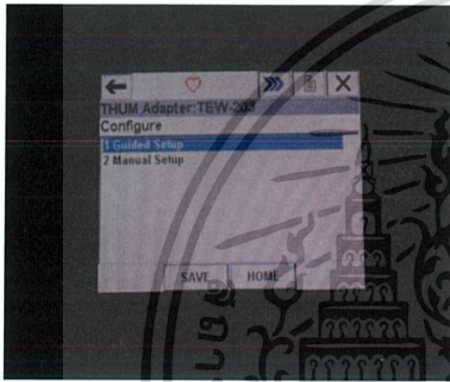
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



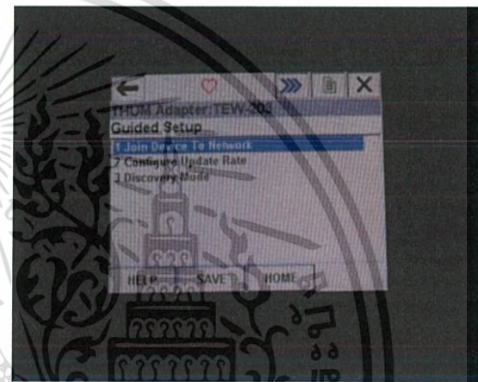
รูปที่ 3.26 แสดงการกด Online



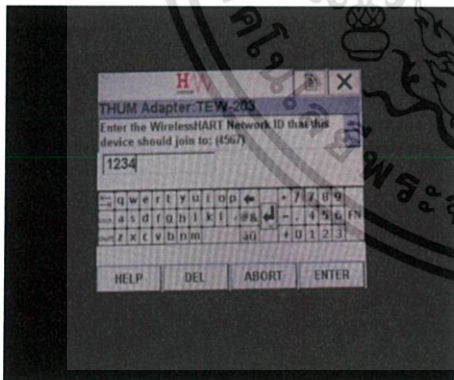
รูปที่ 3.27 แสดงการกด Configure



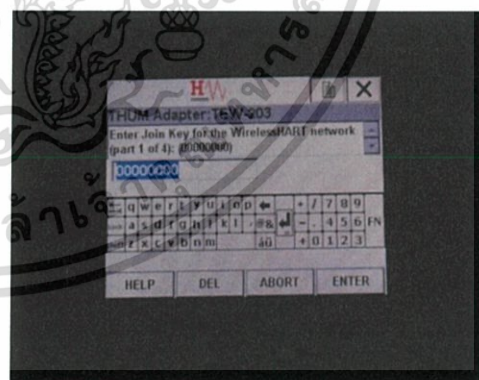
รูปที่ 3.28 แสดงการกด Guided Setup



รูปที่ 3.29 แสดงการกด Join Device to Network



รูปที่ 3.30 แสดงการใส่ Network ID



รูปที่ 3.31 แสดงการใส่ Common Join Key

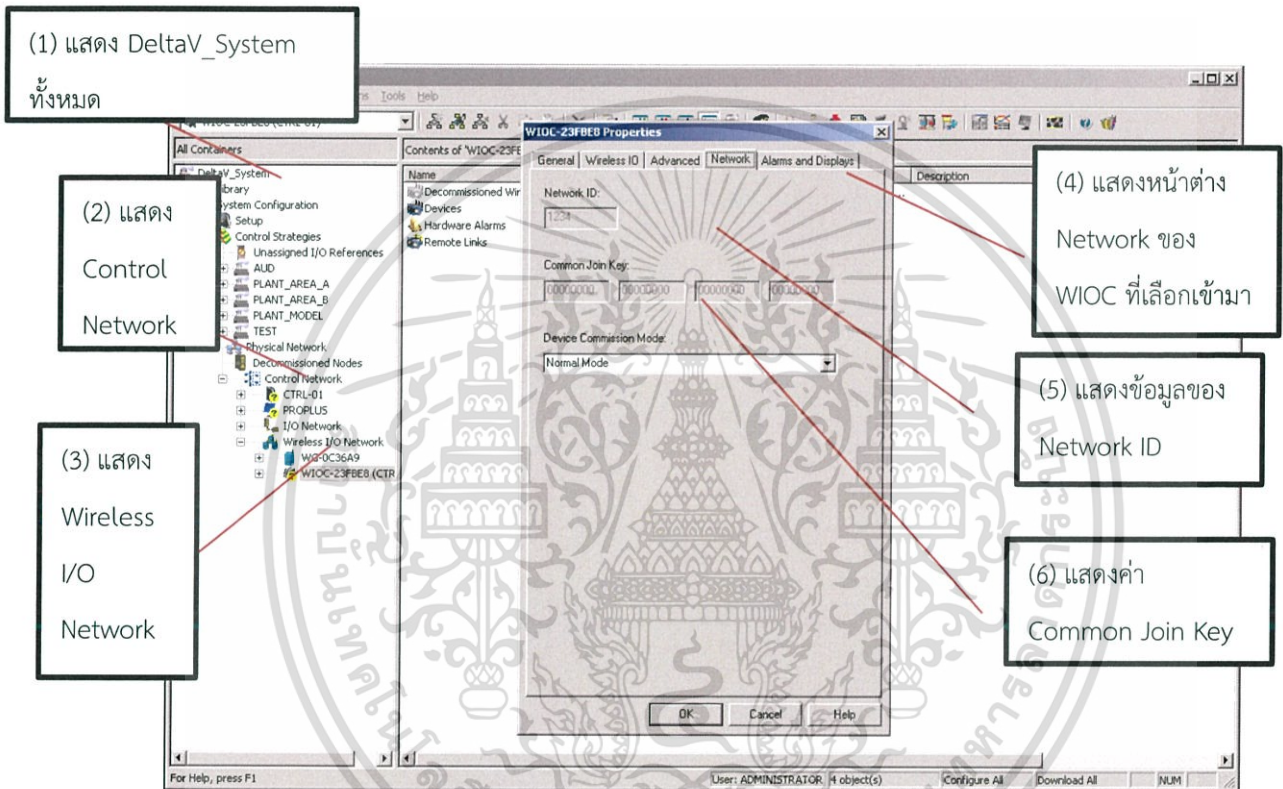
จากรูปที่ 3.17-3.22 คือ การใส่ Network ID และ Common Join Key โดยทั่วไป Network ID ที่สามารถเชื่อมต่อกับ WirelessHART คือ 1234 ที่สามารถเชื่อมต่อกับ DCS หรือ 4567 เพื่อให้สามารถสื่อสารแบบ Wireless ได้ถูกต้องและต้องกับ Chanel การสื่อสารที่กำหนด ส่วน Common Join Key ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมต่อกับ WirelessHART คือ 00000000 โดยมีทั้งหมด 4 ส่วนเพื่อให้อุปกรณ์การวัดสามารถสื่อสารได้ตรงกับ Chanel (สามารถดูข้อมูลได้ที่ 3.4.2)

3.4.2 วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับ Wireless I/O Card

เปิดหน้า Exploring DeltaV ที่ DCS >> คลิกขวาที่ WIOC >> Properties >> Network >> จดบันทึก Network ID และ Common Join Key ไว้เพื่อใช้ในการทำ Join Key



รูปที่ 3.32 หน้าจอ Exploring DeltaV

- เมื่อเข้าไปโปรแกรม Exploring DeltaV จะพบกับแท็บ DeltaV System สำหรับทำการตั้งค่าหรือระบบต่างๆ (1)
- กดเข้าที่ Control Network เพื่อเชื่อมต่อ Internet กับ Wireless Gateway และ เชื่อมต่อกับ Computer (DCS) (2)
- เลือกที่ Wireless I/O Network สำหรับตั้งค่าการเชื่อมต่อแบบ Wireless (3)
- จดบันทึกค่า Network ID เพื่อทำการใช้ข้อมูลและเชื่อมต่อสำหรับ HART 475 (5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แสดงค่า Common Join Key เพื่อทำการใช้ข้อมูลสำหรับการสื่อสารกับ Internet และ Gateway จากรูปที่ 3.32 เป็นวิธีการที่จะเชื่อมต่อกับ WIOC หรือ Wireless I/O Card โดยการใส่ค่า Network ID และ Common Join Key ให้ตรงกันและถูกต้อง

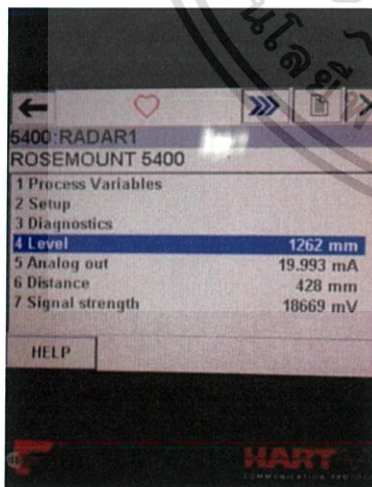
3.5 การ Configuration ของ Transmitter ในการวัดระดับ

3.5.1 วิธีการ Configuration

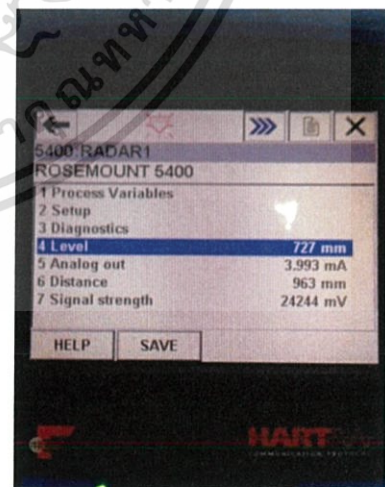
1. เปิดวาล์วให้น้ำเข้า 100% ของสเกลที่ด้านหน้ากระจกของแท็งก์
2. ทำการเชื่อมต่อ HART 475 เข้ากับอุปกรณ์ เพื่อ Set ค่าสูงสุดที่มี Analog Output เท่ากับ 20 mA
3. ลดระดับน้ำลงมาที่ระดับ 0% ของสเกลที่ด้านหน้ากระจกของแท็งก์
4. ทำการเชื่อมต่อ HART 475 เข้ากับอุปกรณ์ เพื่อ Set ค่าต่ำสุดที่มี Analog Output เท่ากับ 4 mA

Note: ซึ่งความสูงสูงสุดจะอยู่ที่ระดับ 1262 mm (วัดจากก้นแท็งก์) และความสูงต่ำสุดจะอยู่ที่ระดับ 728 mm (วัดจากก้นแท็งก์) สำหรับ Guided Wave Radar, Non-Contacting Radar, Ultrasonic ในส่วนของ Wet Leg, Dry Leg, Tuned System, Balanced System และ Electronic Remote Sensor ซึ่งจะอ่านค่าได้เป็นค่าของความดันโดยแต่ละตัวจะมีค่าแตกต่างกันเนื่องมาจากตำแหน่งของการติดตั้ง

3.5.1.1 รูปภาพการ Configuration ของ Transmitter แต่ละตัว

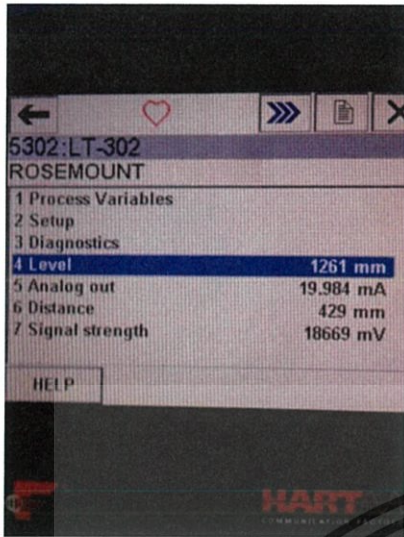


รูปที่ 3.33 Non-Contacting Radar ที่ 100%

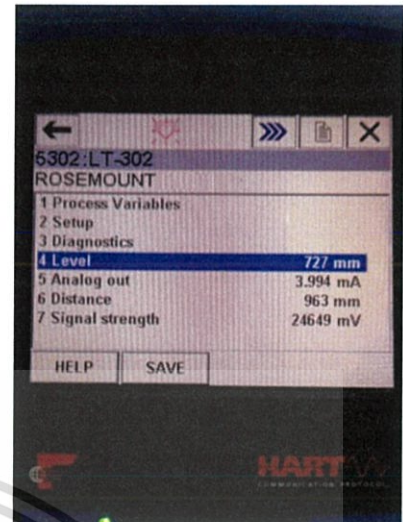


รูปที่ 3.34 Non-Contacting Radar ที่ 0%

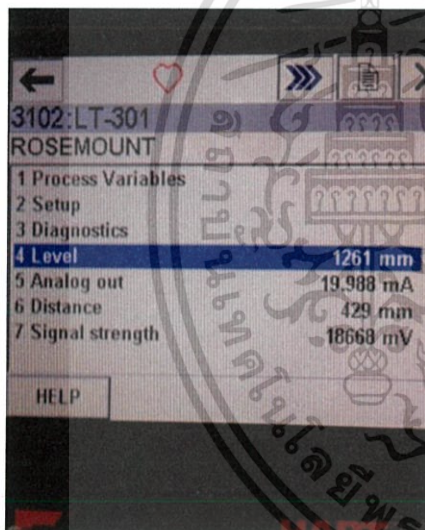
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



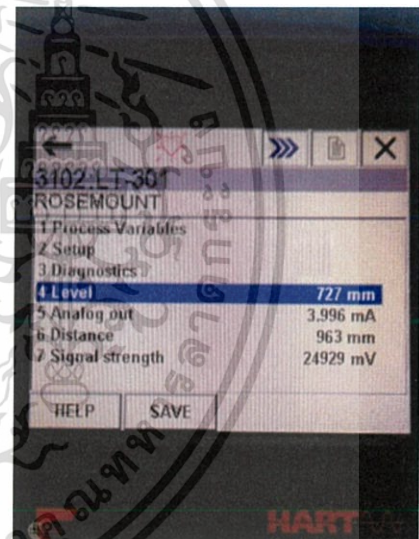
รูปที่ 3.35 Guided Wave Radar ที่ 100%



รูปที่ 3.36 Guided Wave Radar ที่ 0%

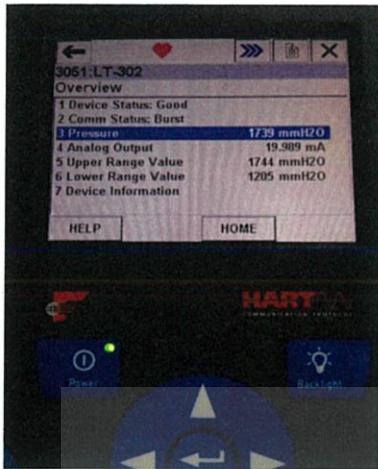


รูปที่ 3.37 Ultrasonic ที่ 100%

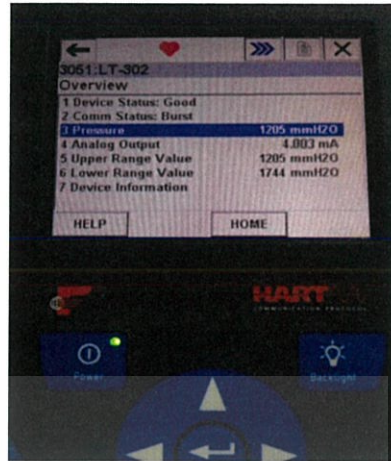


รูปที่ 3.38 Ultrasonic ที่ 0%

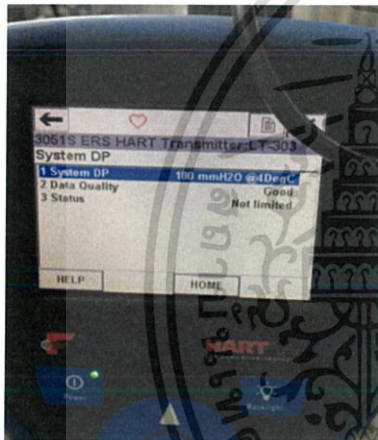
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



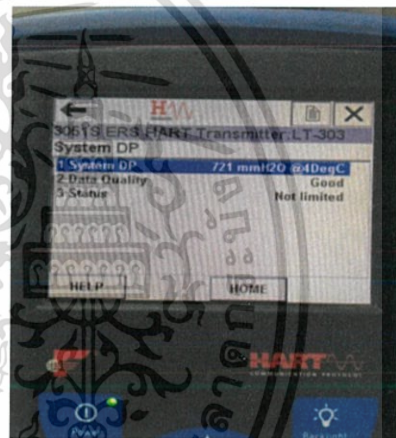
รูปที่ 3.39 Balanced System ที่ 100%



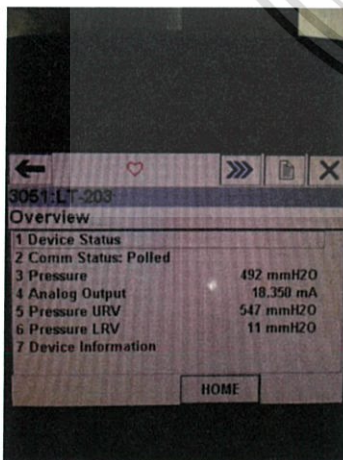
รูปที่ 3.40 Balanced System ที่ 0%



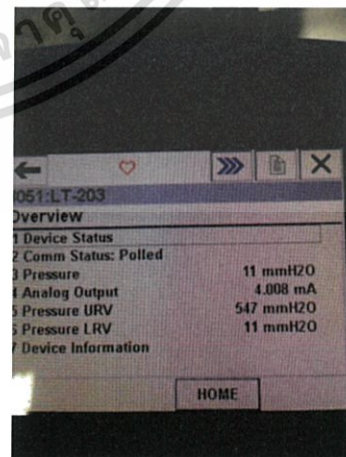
รูปที่ 3.41 Electronic Remote Sensor ที่ 100%



รูปที่ 3.42 Electronic Remote Sensor ที่ 0%

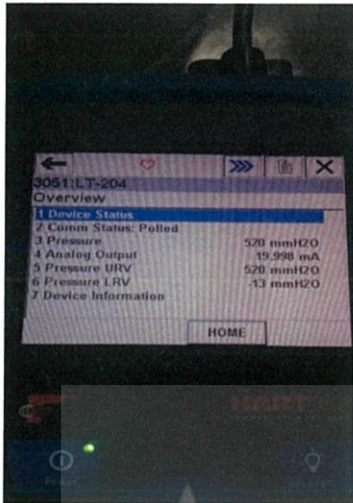


รูปที่ 3.43 Dry Leg ที่ 100%

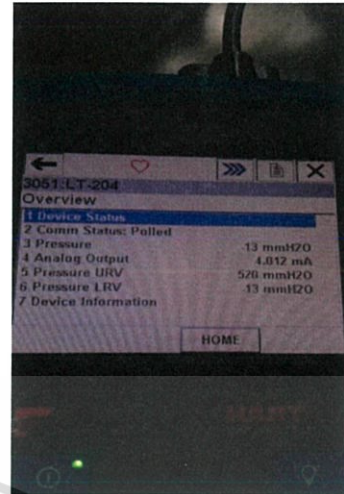


รูปที่ 3.44 Dry Leg ที่ 0%

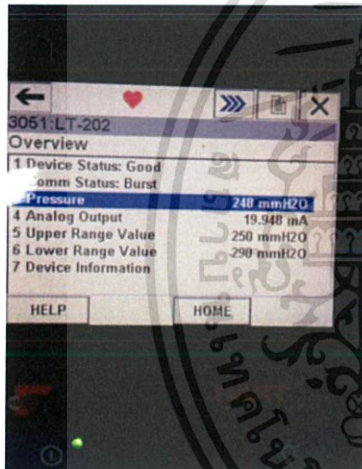
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



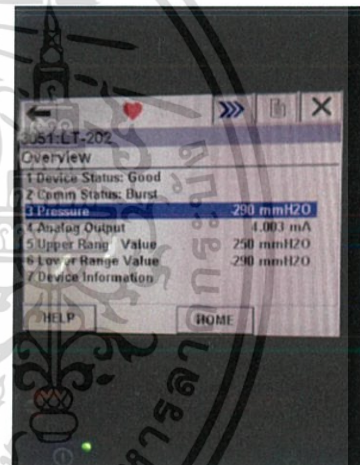
รูปที่ 3.45 Wet Leg ที่ 100%



รูปที่ 3.46 Wet Leg ที่ 0%



รูปที่ 3.47 Tuned System ที่ 100%



รูปที่ 3.48 Tuned System ที่ 0%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

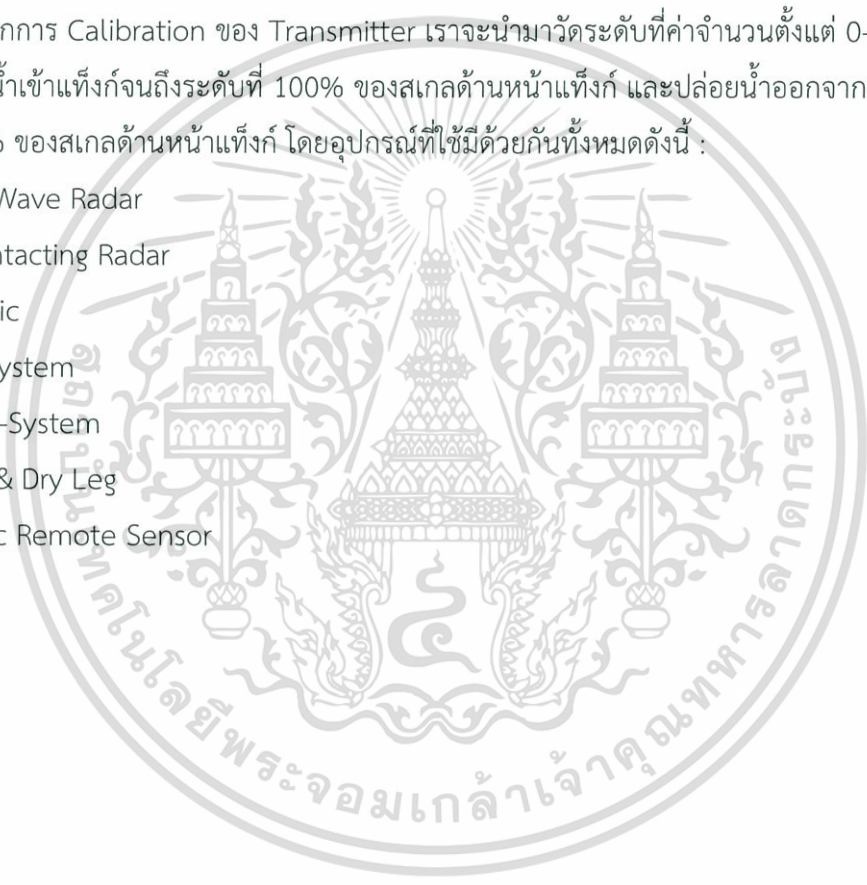
3.5.2 การ Calibration ของ Transmitter แต่ละตัวในการวัดระดับ

ขั้นตอนการ Calibration ของ Transmitter แต่ละตัวในการวัดระดับ

- 1) ทำการเปิดวาล์วเพื่อป้อนน้ำเข้าแท็งก์ที่ระดับ 0% ของสเกลที่ด้านหน้าแท็งก์
- 2) อ่านค่าที่ได้จาก Transmitter จากนั้นบันทึกใส่ตาราง
- 3) เพิ่มระดับน้ำขึ้นทีละ 10% จากนั้นอ่านค่าแล้วบันทึกใส่ตาราง
- 4) เมื่อเพิ่มระดับน้ำขึ้นจนถึง 100% ทำการอ่านค่าแล้วบันทึกใส่ตาราง จากนั้นจะทำการลดระดับน้ำลงอีกครั้ง ทีละ 10% อ่านค่าแล้วบันทึกลงในตารางจนถึงระดับที่ 0%
- 5) ทำการหาค่า ERROR ของค่าที่ได้แต่ละตัว จากนั้นบันทึกลงในตาราง

จากการ Calibration ของ Transmitter เราจะนำมาวัดระดับที่ค่าจำนวนตั้งแต่ 0-100% ในช่วงเวลาที่เติมน้ำเข้าแท็งก์จนถึงระดับที่ 100% ของสเกลด้านหน้าแท็งก์ และปล่อยน้ำออกจากแท็งก์จนถึงระดับที่ 0% ของสเกลด้านหน้าแท็งก์ โดยอุปกรณ์ที่ใช้มีด้วยกันทั้งหมดดังนี้ :

- Guided Wave Radar
- Non-Contacting Radar
- Ultrasonic
- Tuned-System
- Balanced-System
- Wet Leg & Dry Leg
- Electronic Remote Sensor



3.5.2.1 การ Calibration Guided Wave Radar

3.5.2.1.1 ค่าที่ได้ของ Guided Wave Radar (วัดจากระดับ 0-100 %)

ตารางที่ 3.3 ค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100% ของ Guided Wave Radar

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Guided Wave Radar (เติมน้ำ)	0	0.1	+0.1
	10	10.2	+0.2
	20	20.1	+0.1
	30	30.1	+0.1
	40	40.2	+0.2
	50	50.0	+0.0
	60	60.1	+0.1
	70	70.2	+0.2
	80	80.1	+0.1
	90	90.3	+0.3
	100	100.1	+0.1

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.1.2 ค่าที่ได้ของ Guided Wave Radar (วัดจากระดับ 100-0 %)

ตารางที่ 3.4 ค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0% ของ Guided Wave Radar

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Guided Wave Radar (ปล่อยน้ำ)	100	100.1	+0.1
	90	90.2	+0.2
	80	80.0	+0.0
	70	70.2	+0.2
	60	60.0	+0.0
	50	50.1	+0.1
	40	40.1	+0.1
	30	30.1	+0.1
	20	20.0	+0.0
	10	10.0	+0.0
	0	-0.1	-0.1

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.2 การ Calibration Non-Contacting Radar

3.5.2.2.1 ค่าที่ได้ของ Non-Contacting Radar (วัดจากระดับ 0-100 %)

ตารางที่ 3.5 ค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100% ของ Non-Contacting Radar

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Non-Contacting Radar (เติมน้ำ)	0	-0.1	-0.10
	10	9.8	-0.20
	20	19.9	-0.10
	30	30.1	+0.10
	40	40.0	+0.00
	50	49.9	-0.10
	60	59.7	-0.30
	70	69.9	-0.10
	80	80.0	+0.00
	90	90.1	+0.10
	100	100.0	+0.00

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.2.2 ค่าที่ได้ของ Non-Contacting Radar (วัดจากระดับ 100-0 %)

ตารางที่ 3.6 ค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0% ของ Non-Contacting Radar

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Non-Contacting Radar (ปล่อยน้ำ)	100	100.0	+0.00
	90	90.0	+0.00
	80	79.9	+0.10
	70	70.0	+0.00
	60	60.0	+0.00
	50	49.8	-0.20
	40	40.0	+0.00
	30	30.1	+0.10
	20	20.0	+0.00
	10	10.0	+0.00
	0	-0.1	-0.1

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.3 การ Calibration Ultrasonic

3.5.2.3.1 ค่าที่วัดได้ของ Ultrasonic (วัดจาก 0% ถึง 100%)

ตารางที่ 3.7 แสดงค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100 % Ultrasonic

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Ultrasonic (เติมน้ำ)	0	-0.1	-0.1
	10	9.9	-0.1
	20	20.0	+0.00
	30	29.8	-0.20
	40	39.9	-0.10
	50	50.0	+0.00
	60	59.9	-0.10
	70	70.1	+0.10
	80	80.0	+0.00
	90	90.2	+0.20
	100	100.0	+0.00

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.3.2 ค่าที่วัดได้ของ Ultrasonic (วัดจาก 100% ถึง 0%)

ตารางที่ 3.8 แสดงค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0 % Ultrasonic

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Ultrasonic (ปล่อยน้ำ)	100	100.0	+0.00
	90	90.1	+0.10
	80	80.0	+0.00
	70	70.1	+0.10
	60	60.1	+0.10
	50	49.9	-0.10
	40	40.0	+0.00
	30	29.7	+0.30
	20	20.0	+0.00
	10	9.8	-0.20
	0	-0.1	-0.1

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.4 การ Calibration Tuned System

3.5.2.4.1 ค่าที่ได้ของ Tuned System (วัดจาก 0% ถึง 100%)

ตารางที่ 3.9 แสดงค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100 % ของ Tuned System

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Tuned System (เติมน้ำ)	0	+0.00	-0.10
	10	10.0	+0.00
	20	20.1	+0.10
	30	30.1	+0.10
	40	40.0	+0.00
	50	50.1	+0.10
	60	60.2	+0.20
	70	70.1	+0.10
	80	80.1	+0.10
	90	90.2	+0.20
	100	100.1	+0.10

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.4.2 ค่าที่ได้ของ Tuned System (วัดจาก 100% ถึง 0%)

ตารางที่ 3.10 แสดงค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0 % ของ Tuned System

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Tuned System (ปล่อยน้ำ)	100	100.1	+0.10
	90	90.1	+0.10
	80	80.0	+0.00
	70	70.0	+0.00
	60	60.2	+0.20
	50	49.9	-0.10
	40	40.0	+0.00
	30	30.1	+0.10
	20	20.1	+0.10
	10	10.2	+0.20
	0	0.1	+0.10

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.5 การ Calibration Balance System

3.5.2.5.1 ค่าที่ได้จาก Balance System (วัดจาก 0% ถึง 100%)

ตารางที่ 3.11 ค่าการเติมน้ำจาก 0-100% ของ Balanced System

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Balanced System (เติมน้ำ)	0	0	+0.00
	10	9.9	+0.10
	20	20.2	+0.20
	30	30.1	+0.10
	40	39.8	-0.20
	50	50.0	+0.00
	60	60.2	+0.20
	70	70.1	+0.10
	80	79.9	-0.10
	90	90.0	+0.00
	100	100.1	+0.10

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.5.2 ค่าที่ได้จาก Balance System (วัดจาก 100% ถึง 0%)

ตารางที่ 3.12 ค่าการปล่อยน้ำจาก 100-0% ของ Balanced System

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Balanced System (ปล่อยน้ำ)	100	100.1	+0.00
	90	89.9	-0.10
	80	80.1	+0.10
	70	70.3	+0.30
	60	60.0	+0.00
	50	50.1	+0.10
	40	39.8	-0.20
	30	29.9	-0.10
	20	20.0	+0.00
	10	10.2	+0.20
	0	0.1	+0.10

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

3.5.2.6 การ Calibration Wet Leg

3.5.2.6.1 ค่าที่ได้จาก Wet Leg (วัดจาก 0% ถึง 100%)

ตารางที่ 3.13 แสดงค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100 % ของ Wet leg

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Wet leg (เติมน้ำ)	0	0.0	+0.00
	10	10.0	+0.00
	20	20.1	+0.10
	30	30.1	+0.10
	40	40.2	+0.20
	50	50.1	+0.10
	60	60.1	+0.10
	70	70.3	+0.30
	80	80.2	+0.20
	90	90.2	+0.20
	100	100.1	+0.10

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้จากที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.6.2 ค่าที่ได้จาก Wet Leg (วัดจาก 100% ถึง 0%)

ตารางที่ 3.14 แสดงค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0 % ของ Wet leg

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Wet leg (ปล่อยน้ำ)	100	100.1	+0.10
	90	90.1	+0.10
	80	80.0	+0.00
	70	70.0	+0.00
	60	60.1	+0.10
	50	50.1	+0.10
	40	40.0	+0.00
	30	30.1	+0.10
	20	20.1	+0.10
	10	10.0	+0.00
	0	0.1	+0.10

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.7 การ Calibration Dry Leg

3.5.2.7.1 ค่าที่ได้จาก Dry Leg (วัดจาก 0% ถึง 100%)

ตารางที่ 3.15 แสดงค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100 % ของ Dry leg

Device	Value of Tank	Value of DCS	Error
Dry leg (เติมน้ำ)	0	0.1	+0.10
	10	10.0	+0.00
	20	19.9	-0.10
	30	30.4	+0.40
	40	40.1	+0.10
	50	50.2	+0.20
	60	60.0	+0.00
	70	69.7	+0.30
	80	80.3	+0.30
	90	90.2	+0.20
	100	99.9	-0.10

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.7.2 ค่าที่ได้จาก Dry Leg (วัดจาก 100% ถึง 0%)

ตารางที่ 3.16 แสดงค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0 % ของ Dry leg

Device	Value of Tank	Value of DCS	Error
Dry leg (ปล่อยน้ำ)	100	99.9	-0.10
	90	90.1	+0.10
	80	79.7	+0.30
	70	70.0	+0.00
	60	60.1	+0.10
	50	50.3	+0.30
	40	40.2	+0.20
	30	30.0	+0.00
	20	20.2	+0.20
	10	10.1	+0.10
	0	0.1	+0.10

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.8 การ Calibration ERS

3.5.2.8.1 ค่าที่ได้จาก ERS (วัดจาก 0% ถึง 100%)

ตารางที่ 3.17 แสดงค่าการเติมน้ำตั้งแต่ 0-100 % ของ ERS

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Electronic Remote Sensor (เติมน้ำ)	0	0.3	+0.30
	10	9.9	+0.10
	20	20.3	+0.30
	30	30.2	+0.20
	40	40.3	+0.30
	50	49.7	-0.30
	60	60.1	+0.10
	70	70.4	+0.40
	80	80.0	+0.00
	90	90.2	+0.20
100	100.2	+0.20	

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ที่ผ่าน DCS

* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.8.2 ค่าที่ได้จาก ERS (วัดจาก 100% ถึง 0%)

ตารางที่ 3.18 แสดงค่าการปล่อยน้ำตั้งแต่ 100-0 % ของ ERS

Device	Value of Tank	Value of DCS*	Error*
Electronic Remote Sensor (ปล่อยน้ำ)	100	100.2	+0.20
	90	89.8	-0.20
	80	80.3	+0.30
	70	70.2	+0.20
	60	59.9	-0.10
	50	49.7	-0.30
	40	40.0	+0.00
	30	30.1	+0.10
	20	20.4	+0.40
	10	9.9	-0.10
0	0.2	+0.20	

* Value of DCS คือค่าที่อ่านได้ทีผ่าน DCS

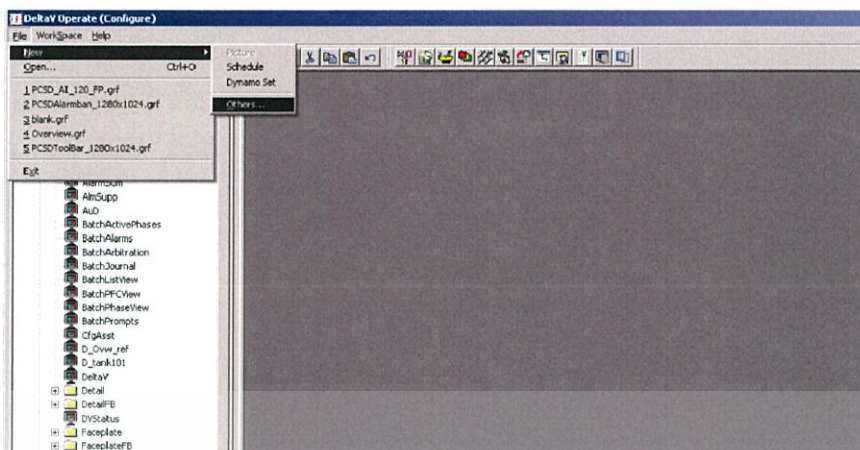
* Error คือ ค่าความผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้ของแท็งก์ ($\text{Value of Tank} - \text{Value of DCS} = \text{Error}$)

3.6 การใช้งานโปรแกรม DeltaV Operate เพื่อใช้ในการสร้างกราฟฟิก

เนื่องจากค่าที่ได้ของการทดลองเป็นค่าที่ได้จากการสร้างกราฟฟิกใน DCS เพื่อนำมาแสดงผล

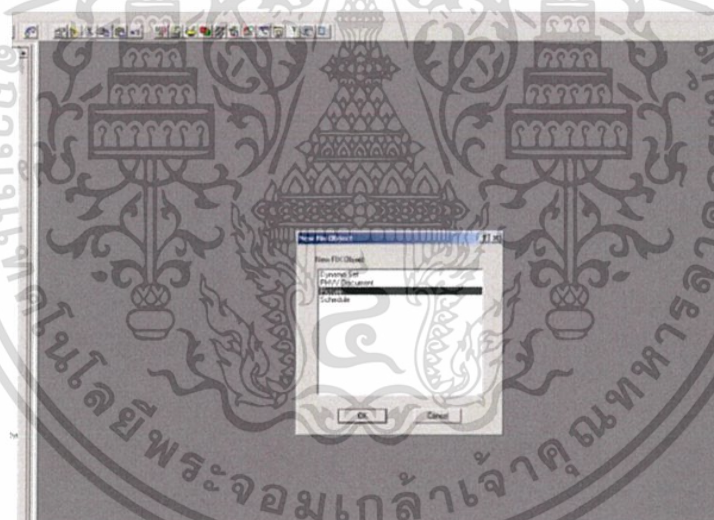
โปรแกรม DeltaV Operate (Configure) เป็นโปรแกรมสำหรับการเขียนหน้าจอกกราฟฟิก เพื่อใช้ Operate กระบวนการต่างๆ จะมีรูปแบบให้เลือกหลากหลายรูปแบบ รวมถึงตัวอุปกรณ์ไม่ว่าจะเป็น Pump Pipe ต่างๆ รวมถึง ตัวแสดงผลของค่าเป็นรูปแบบของ Bargraph หรือ จะเป็นการแสดงผลเป็นตัวเลข ซึ่งการสร้างหน้าจอกกราฟฟิก จะอธิบาย ดังรูปที่ 3.45 ถึง รูปที่ 3.64

หลังจากเปิดโปรแกรมแล้ว ไปที่ File หลังจากนั้นเลือก New เพื่อสร้างจอกกราฟฟิก หลังจากนั้นไปที่ Others เพราะต้องการสร้างกราฟฟิกจากรูปภาพ ดังรูปที่ 3.49



รูปที่ 3.49 แสดงถึงการสร้างไฟล์หน้าจอกกราฟฟิก DeltaV Operate Configure

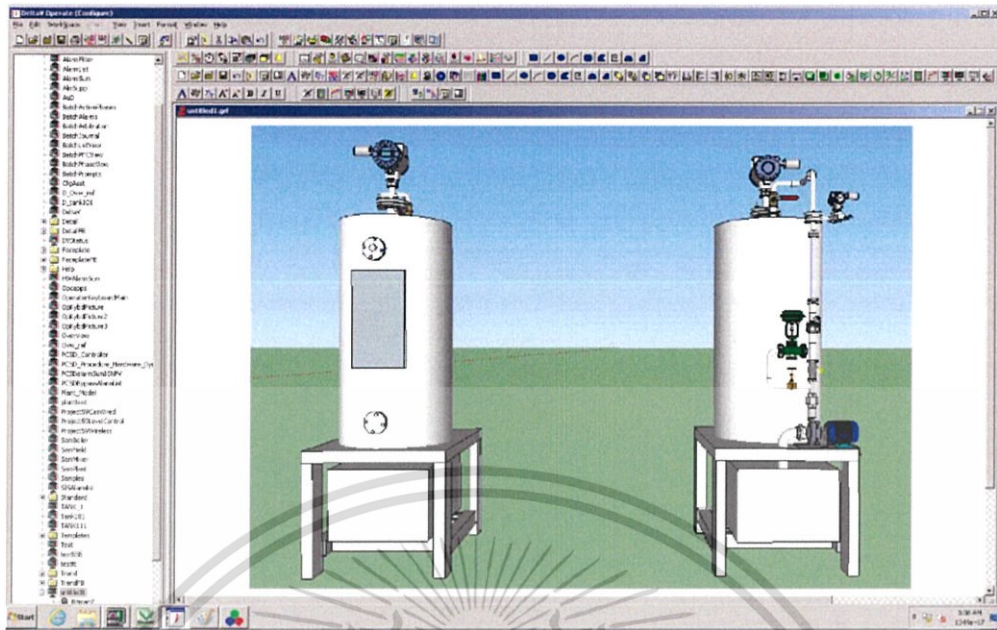
หลังจากนั้นเลือก Picture เพื่อทำการ Upload รูปภาพ มาเป็น Background ของจอกกราฟฟิก ที่ใช้ในการ Operate ดังรูปที่ 3.50



รูปที่ 3.50 แสดงถึงการสร้างรูปแบบของหน้าจอกกราฟฟิก

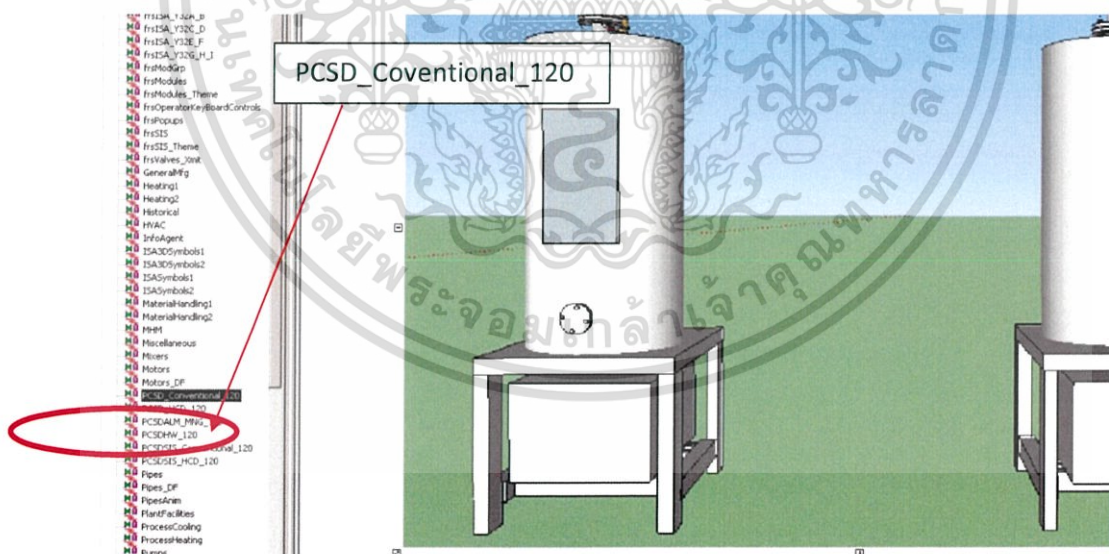
หลังจาก Upload มาแล้ว จะได้ภาพดังรูปที่ 3.51 ซึ่งในตัวอย่างนี้เป็นภาพเสมือน ที่ใช้โปรแกรม SketchUp ในการวาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.51 แสดงภาพกราฟฟิกหลังจากการ Upload

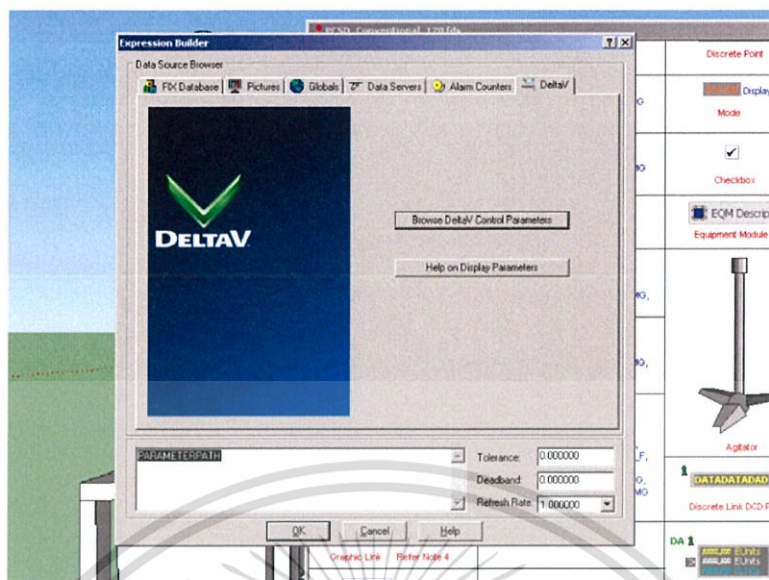
ขั้นตอนต่อไปคือการหาตัวแสดงผลที่แสดงระดับของน้ำตามค่า Process Value ของปัจจุบัน ในที่นี้เลือก Picture แล้วเลือก PCSD_Coventional_120 ดังรูป 3.52



รูปที่ 3.52 แสดงถึงตัวเลือกของตัวแสดงผล

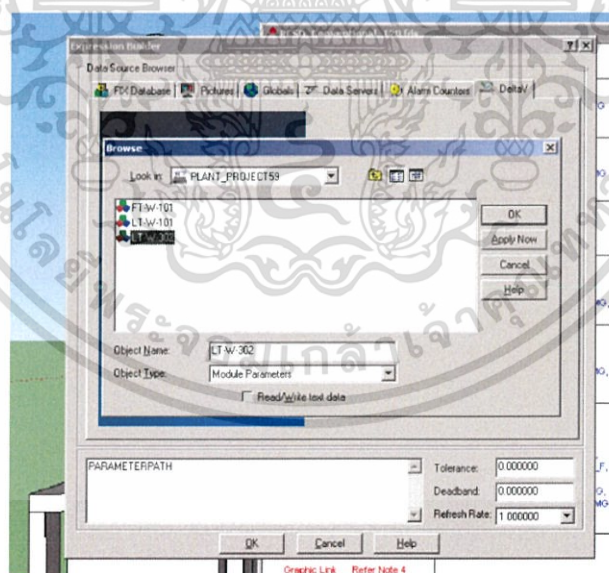
หลังจากนั้น จะมีแถบหน้าต่างดังรูปที่ 3.53 ซึ่งเป็นตัวเลือกการแสดงผลของหน้าจอกราฟฟิก ในที่นี้เลือก Level Bargraph เพื่อแสดง Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.55 แสดงถึง Expression Builder

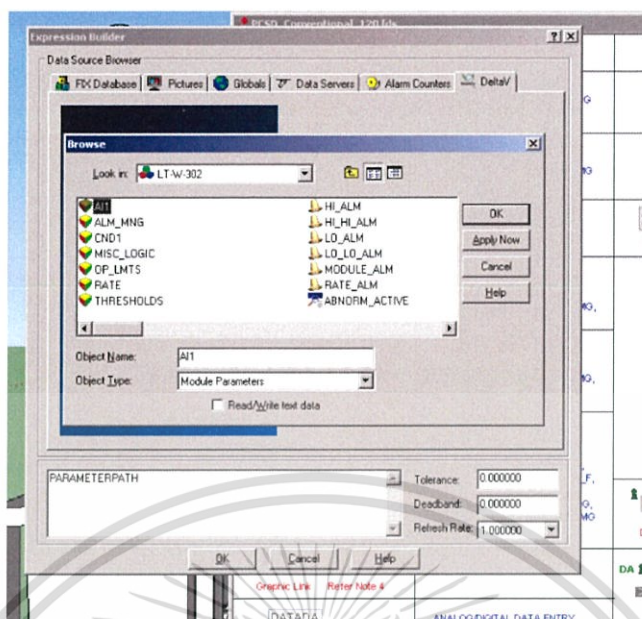
เลือก LTW-302 เนื่องจากต้องการแสดงการอ่านค่าระดับน้ำของอุปกรณ์ DP Balanced System (LTW-302) ดังรูป 3.56



รูปที่ 3.56 แสดงถึงการค้นหา Module ที่รับค่าเพื่อแสดงค่าผ่านทาง Bargraph

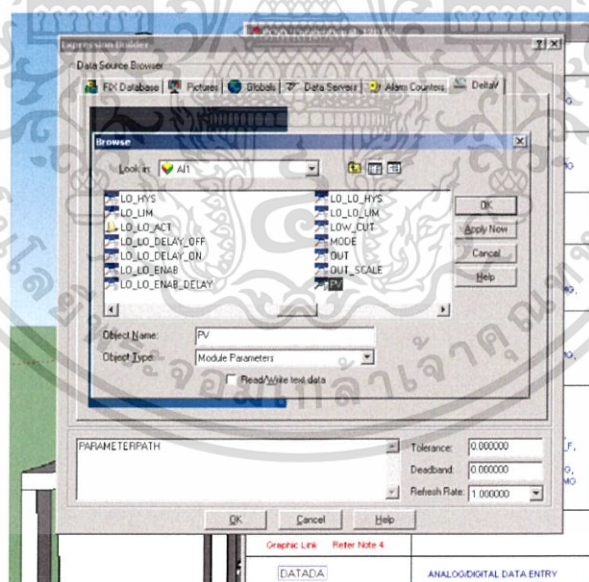
หลังจากนั้นเลือก AI1 เพื่อรับค่าข้อมูลที่อ่านได้จาก Transmitter LT-302 แบบ Wireless ดังรูปที่ 3.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.57 แสดงถึง Browse DeltaV Control Parameters

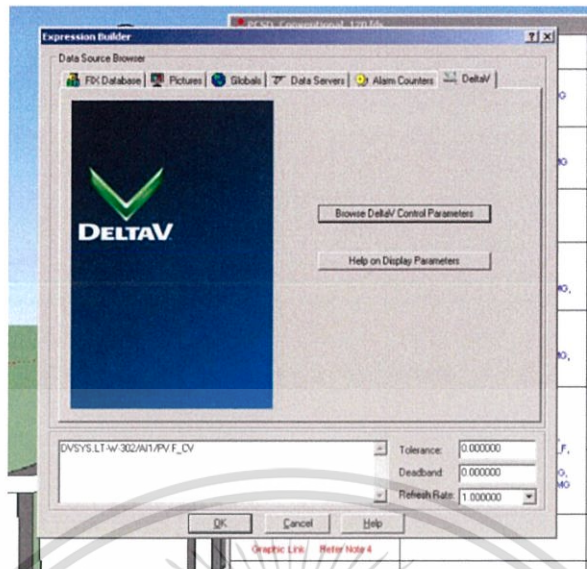
เนื่องจากต้องการรับค่าปัจจุบันที่ ทรานสมิตเตอร์อ่านค่าได้ จึงเลือก PV



รูปที่ 3.58 แสดงถึง Browse DeltaV Control Parameters

หลังจากเสร็จสิ้นการเลือก จะได้ตำแหน่งของ Module คือ DVSYS.LTW-302/AI1/PV.F_CV เลือก OK เพื่อยืนยันการเชื่อมต่อต่อค่า Module ที่เลือกไว้ ดังรูปที่ 3.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.58 แสดงถึงข้อมูลที่ได้เชื่อมต่อไปยัง Bargraph

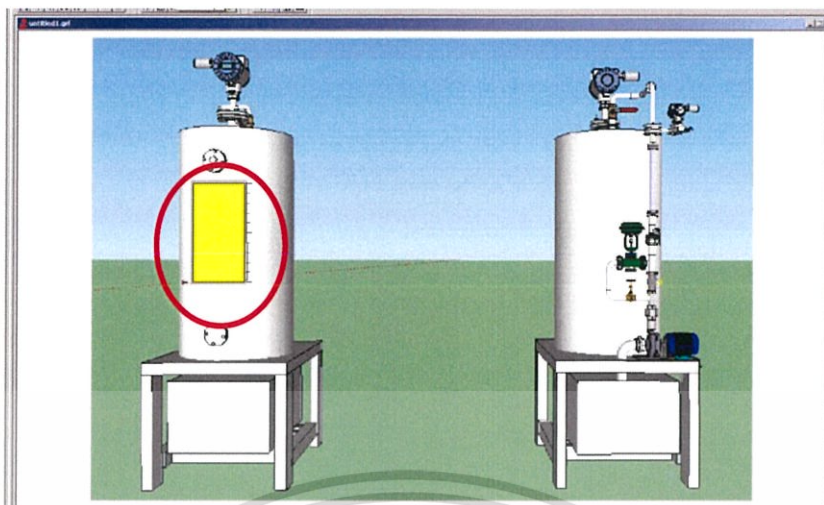
หลังจากที่เรากดยืนยัน ข้อมูลที่เชื่อมต่อไปยัง Bargraph จะแสดง Parameter Path คือ DVSYS.LTW-302/AI1/PCF_CV เลือก OK เพื่อยืนยันการรับค่า ดังรูปที่ 3.59



รูปที่ 3.59 แสดงหน้าจอปรับแก้ Level Bargraph

หลังจากนั้น การรับค่าจากทรานสมิตเตอร์จะแสดงผลผ่าน Bargraph ดังรูปที่ 3.60

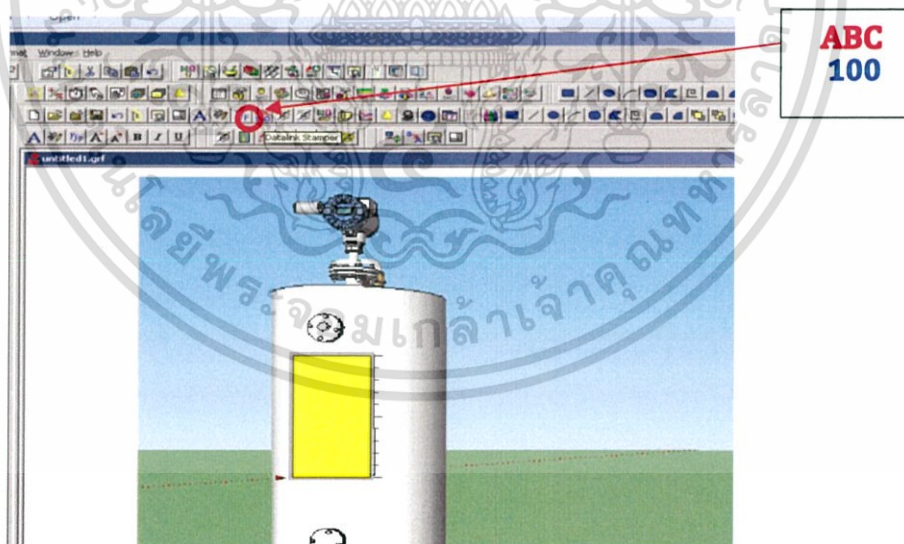
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.60 แสดง Level Bargraph ในรูป กราฟฟิกที่เราเลือกไว้

หลังจากที่ได้ Bargraph เป็นตัวเลือกในการแสดงผลรูปแบบหนึ่ง ก็ต้องสร้างตัวแสดงผลเป็นตัวเลขขึ้นมาด้วย เพื่อได้ทราบว่า Bargraph ที่แสดงผลอยู่ มีค่าที่แน่นอนเท่าไร ซึ่งขั้นตอนการสร้างตัวแสดงผลแบบเป็นตัวเลข อธิบายดังรูปที่ 3.61 ถึง รูปที่ 3.64

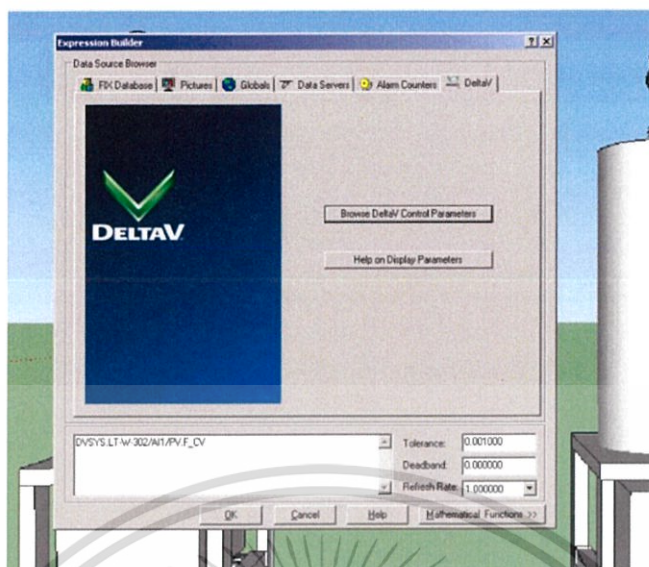
เลือก **ABC 100** เพื่อเชื่อมข้อมูลที่ส่งค่ามาเป็นตัวเลข



รูปที่ 3.61 แสดงการเลือก Datalink Stamper

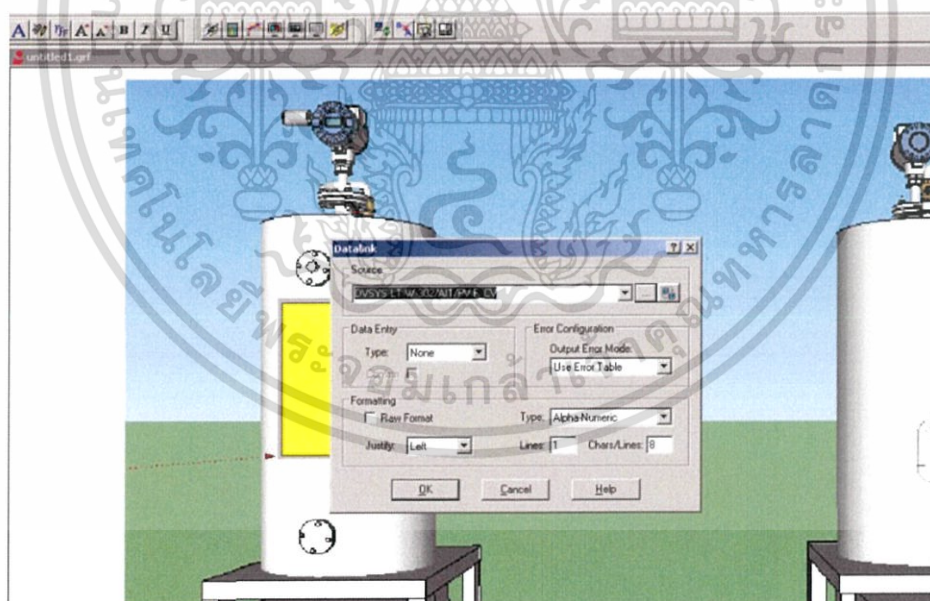
หลังจากนั้นค้นหา Module ที่ต้องการจะเชื่อม ทำเช่นเดียวกันกับการเชื่อมต่อ Module ของ Bargraph ดังรูปที่ 3.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.62 แสดง Expression Builder

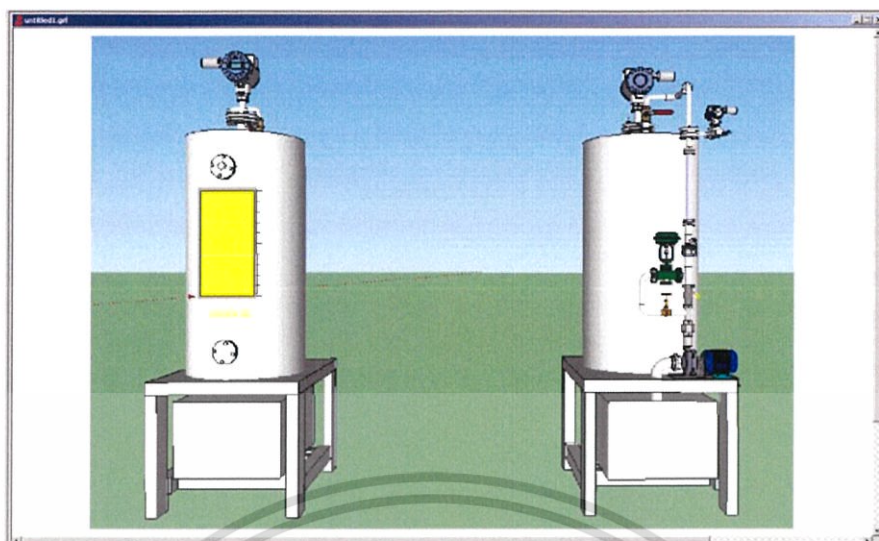
หลังจากเสร็จสิ้นการเลือก จะได้ตำแหน่งของ Module คือ DVSYS.LTW-302/AI1/PV.F_CV เลือก OK เพื่อยืนยันการเชื่อมต่อค่า Module ที่เลือกไว้ ดังรูปที่ 3.63



รูปที่ 3.63 แสดงถึง Datalink

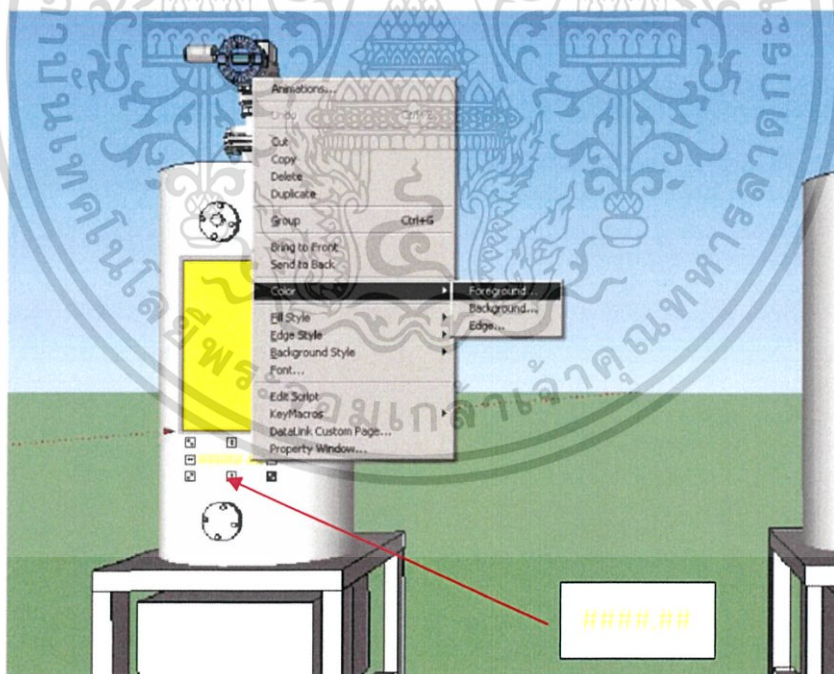
หลังจาก กด OK ค่าที่จะแสดงผลแสดงเป็น ####.## ซึ่งเมื่อ RUN กระบวนการ ค่า ####.## จะแสดงผลเป็นตัวเลข ดังรูปที่ 3.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.64 แสดงถึงกราฟฟิคค่าที่เป็น ####.##

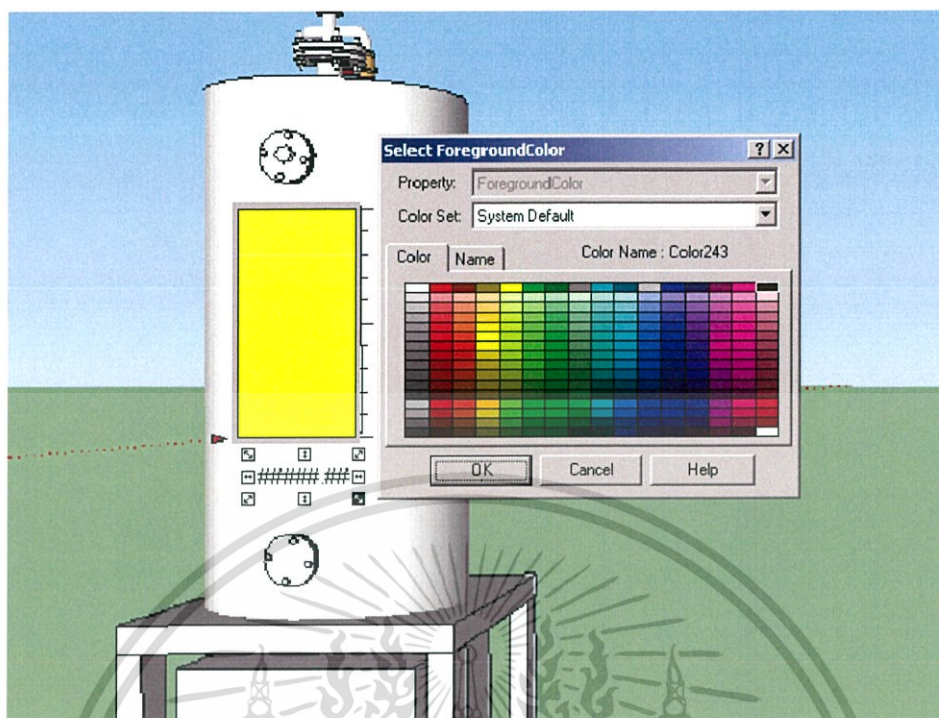
ขั้นตอนต่อไปเป็นการเปลี่ยนสีตัวแสดงผลเป็นค่าตัวเลข เพื่อให้เห็นชัด สะดวกต่อการอ่านค่า เริ่มแรกคลิกขวาที่ ####.## เลือก Color และไปที่ Foreground ดังรูปที่ 3.65



รูปที่ 3.65 แสดงถึงการเปลี่ยนสีค่าแสดงระดับที่วัดได้จาก LTW-302

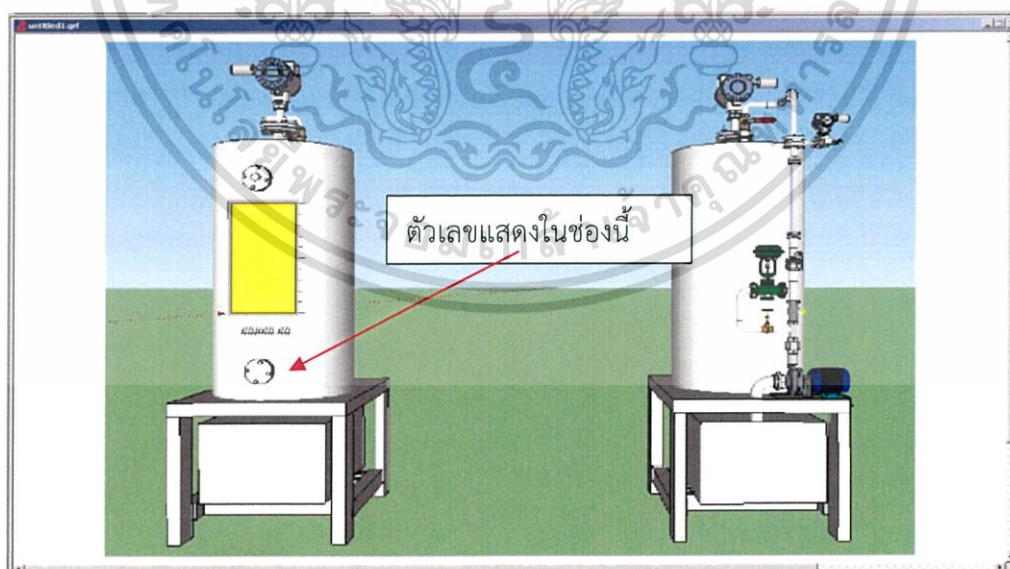
ตัวเลือกของสีที่สามารถเปลี่ยนไปใช้งานได้ แสดงในตาราง ดังรูปที่ 3.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.66 แสดงถึงการเปลี่ยนสีค่าแสดงระดับที่วัดได้จาก LTW-302 เลือกดำ

ภาพกราฟฟิกที่สมบูรณ์ ที่พร้อมจะแสดงค่าผ่านทาง Bargraph และมีตัวเลขแสดงค่าของระดับน้ำ ดังรูปที่ 3.67



รูปที่ 3.67 กราฟฟิกที่สมบูรณ์พร้อมเริ่มกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

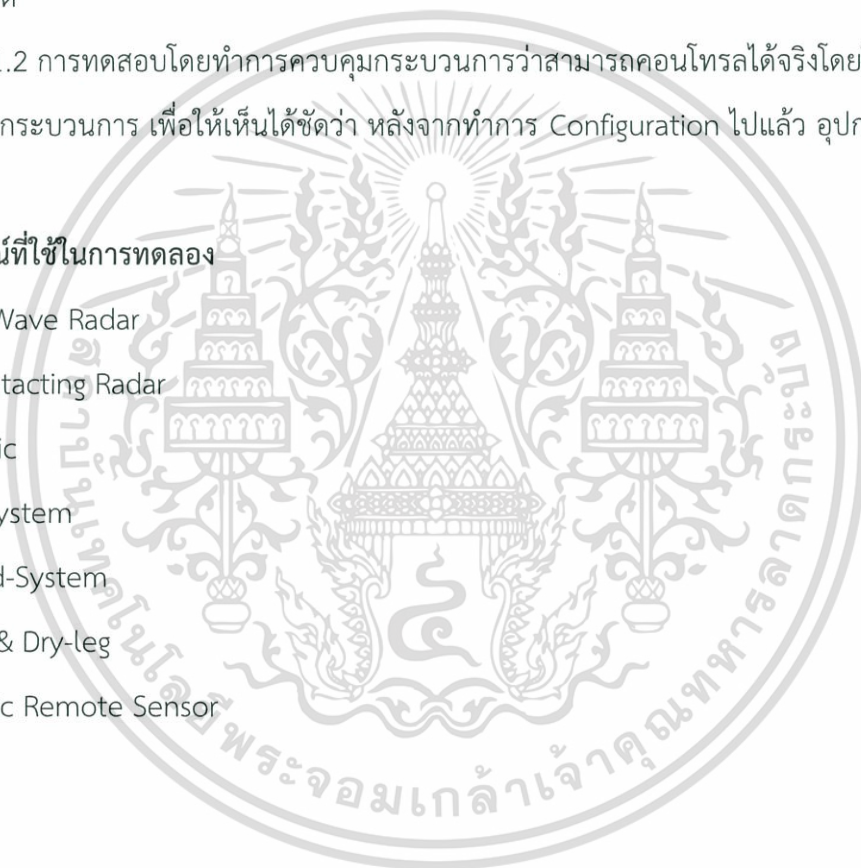
โดยการทดลองจะแบ่งออกเป็นสองส่วนการทดลอง

4.1.1 การทดสอบการวัดระดับของ Level Transmitter แต่ละชนิด และทำการหาค่า ERROR โดยเปรียบเทียบกับระดับน้ำที่ด้านหน้าของแท็งก์ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอุปกรณ์การวัดแต่ละชนิด

4.1.2 การทดสอบโดยทำการควบคุมกระบวนการว่าสามารถคอนโทรลได้จริงโดยใช้ DeltaV ในการควบคุมกระบวนการ เพื่อให้เห็นได้ชัดว่า หลังจากทำการ Configuration ไปแล้ว อุปกรณ์สามารถใช้งานได้จริง

4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- Guided Wave Radar
- Non-Contacting Radar
- Ultrasonic
- Tuned-System
- Balanced-System
- Wet-leg & Dry-leg
- Electronic Remote Sensor



4.3 ผลการทดลอง

4.3.1 จากการทดลองตามวัตถุประสงค์ที่ 4.1.1 ทำให้ได้ผลการทดลองการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของอุปกรณ์แต่ละตัวแสดงออกมาเป็นตารางด้านล่างซึ่งเป็นการนำค่าที่ได้จากการ Calibration ของ Transmitter แต่ละตัวในบทที่ 3 มาสรุปลงในตารางใหม่เพื่อเปรียบเทียบอุปกรณ์แต่ละตัว

โดยค่า UCC ที่ได้ในตารางคือค่าเฉลี่ยของ Transmitter ทั้งขาขึ้นและขาลง ณ ระดับน้ำแต่ละระดับ

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองของอุปกรณ์แต่ละชนิด

Value of Tank	Guided Wave Radar		Non-Contacting Radar		Ultrasonic		Tuned System		Balanced System		Wet Leg		Dry Leg		Electronic Remote Sensor	
	UCC	ERROR	UCC	ERROR	UCC	ERROR	UCC	ERROR	UCC	ERROR	UCC	ERROR	UCC	ERROR	UCC	ERROR
0	0.05	+0.05	-0.1	-0.10	-0.1	-0.10	0.05	+0.05	0.05	+0.05	0.0	+0.00	0.1	+0.10	0.25	+0.25
10	10.1	+0.10	9.9	-0.10	9.85	-0.15	10.1	+0.10	10.05	+0.05	10.0	+0.00	10.05	+0.05	9.9	-0.10
20	20.05	+0.05	19.95	-0.05	20.0	+0.00	20.1	+0.10	20.1	+0.10	20.1	+0.10	20.05	+0.05	20.35	+0.35
30	30.05	+0.05	30.1	+0.10	29.75	-0.25	30.1	+0.10	30.0	+0.00	30.1	+0.10	30.2	+0.2	30.15	+0.15
40	40.15	+0.15	40.0	+0.00	39.95	-0.05	40.0	+0.00	39.8	-0.20	40.1	+0.10	40.15	+0.15	40.15	+0.15
50	50.05	+0.05	49.85	-0.15	49.95	-0.05	50.0	+0.00	50.05	+0.05	50.1	+0.10	50.25	+0.25	49.7	-0.30
60	60.05	+0.05	59.85	-0.15	60.0	+0.00	60.2	+0.20	60.1	+0.10	60.1	+0.10	60.05	+0.05	60.0	+0.00
70	70.2	+0.20	69.95	-0.05	70.1	+0.10	70.05	+0.05	70.2	+0.20	70.15	+0.15	69.85	-0.15	70.3	+0.30
80	80.05	+0.05	79.95	-0.05	80.0	+0.00	80.05	+0.05	80.0	+0.00	80.1	+0.10	80.0	+0.00	80.15	+0.15
90	90.25	+0.25	90.05	+0.05	90.15	+0.15	90.15	+0.15	89.95	-0.05	90.15	+0.15	90.15	+0.15	90.0	+0.00
100	100.1	+0.10	100.0	+0.00	100.0	+0.00	100.1	+0.10	100.1	+0.10	100.1	+0.10	99.9	-0.10	100.2	+0.20
ค่าเฉลี่ย		+0.1		-0.045		-0.031		+0.81		+0.036		+0.09		+0.068		+0.104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 จากวัตถุประสงค์การทดลองที่ 4.1.2 จะได้ผลการทดลองจากการทดสอบการควบคุมแบบ PID โดยใช้ DeltaV แบบ Cascade Control ได้ดังนี้

แสดงตัวอย่างผลการทดลองการทดสอบควบคุมอุปกรณ์บางตัวโดยใช้การควบคุมแบบ PID โดยใช้ DeltaV แบบ Cascade Control เพื่อแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้งานได้จริงหลังจากทำการ Configuration ของแท็งก์ที่ 2 ตามรูปที่ 3.5)

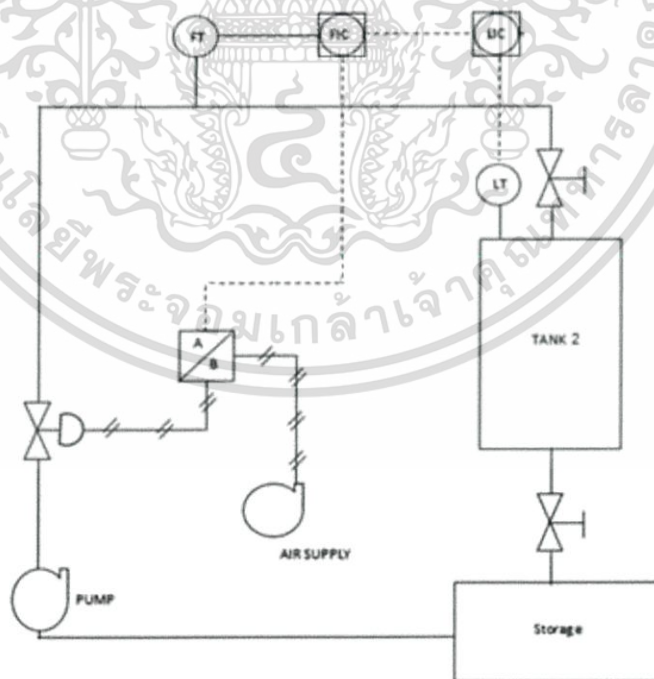
ค่า PID Gains ที่ได้ ได้มาจากการใช้ Auto Tuning PID ของ DeltaV เพื่อใช้ในการหาค่า PID ที่เหมาะสมที่สุดของ Process โดยการทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) ปรับโหมดควบคุมเป็นแบบ Manual เปิดวาล์วระบายที่ 50% และเปิด Control Valve ที่ค่าใดค่าหนึ่งและรอให้ “ระบบคงที่”

2) ปรับ Control Valve เพิ่มขึ้น 5% และรอให้ระบบเข้าสู่ค่าคงที่ 3) จากกราฟที่ได้ เปิดฟังก์ชัน Auto Tuning PID เพื่อหาค่า PID ที่เหมาะสม

3) นำค่า PID ไปทดสอบการใช้และทดลองใหม่ตั้งแต่ข้อ 1)

4.3.2.1 P&ID ของกระบวนการ

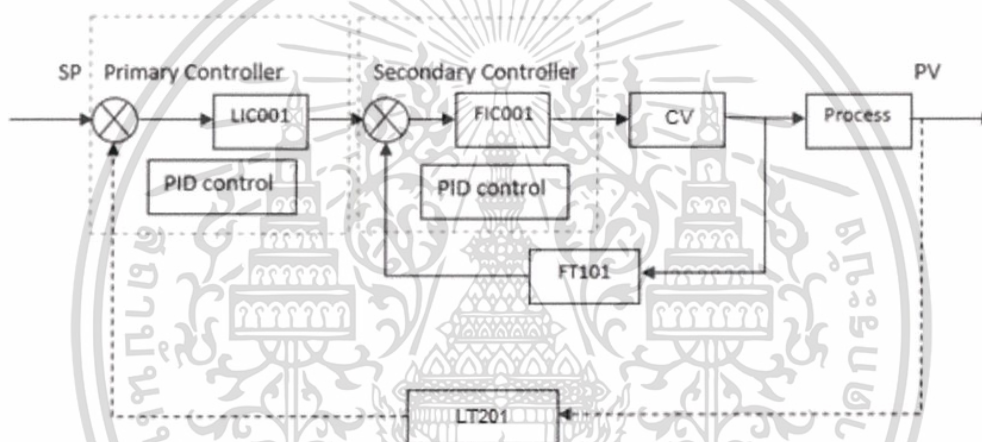


รูปที่ 4.1 แสดง P&ID ของกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIC (Flow Indicator Controller) และ LIC (Level Indicator Controller) คือ ตัวที่คอยรับค่ามาจากอุปกรณ์วัดอัตราการไหล FT (Flow Transmitter) และอุปกรณ์วัดระดับ LT (Level Transmitter) ตามลำดับ เพื่อนำค่าไปคำนวณและควบคุมระดับน้ำ Tank คือ ถังใส่น้ำที่เราต้องการควบคุมระดับให้เป็นไปตามที่เราต้องการ FT และ LT คือ Flow Transmitter และ Level Transmitter ตามลำดับ Pump คือ บัมพ์น้ำและ Air Supply คือ ถังอัดลมเพื่อป้อนเข้าสู่ Actuator ของ Control Valve เพื่อให้ Control Valve เปิด/ปิด ตามต้องการ

4.3.2.2 Block Diagram ของกระบวนการ



รูปที่ 4.2 แสดง Block Diagram แบบ Cascade Loop Control

LIC คือ Level Indicator Controller

FIC คือ Flow Indicator Controller

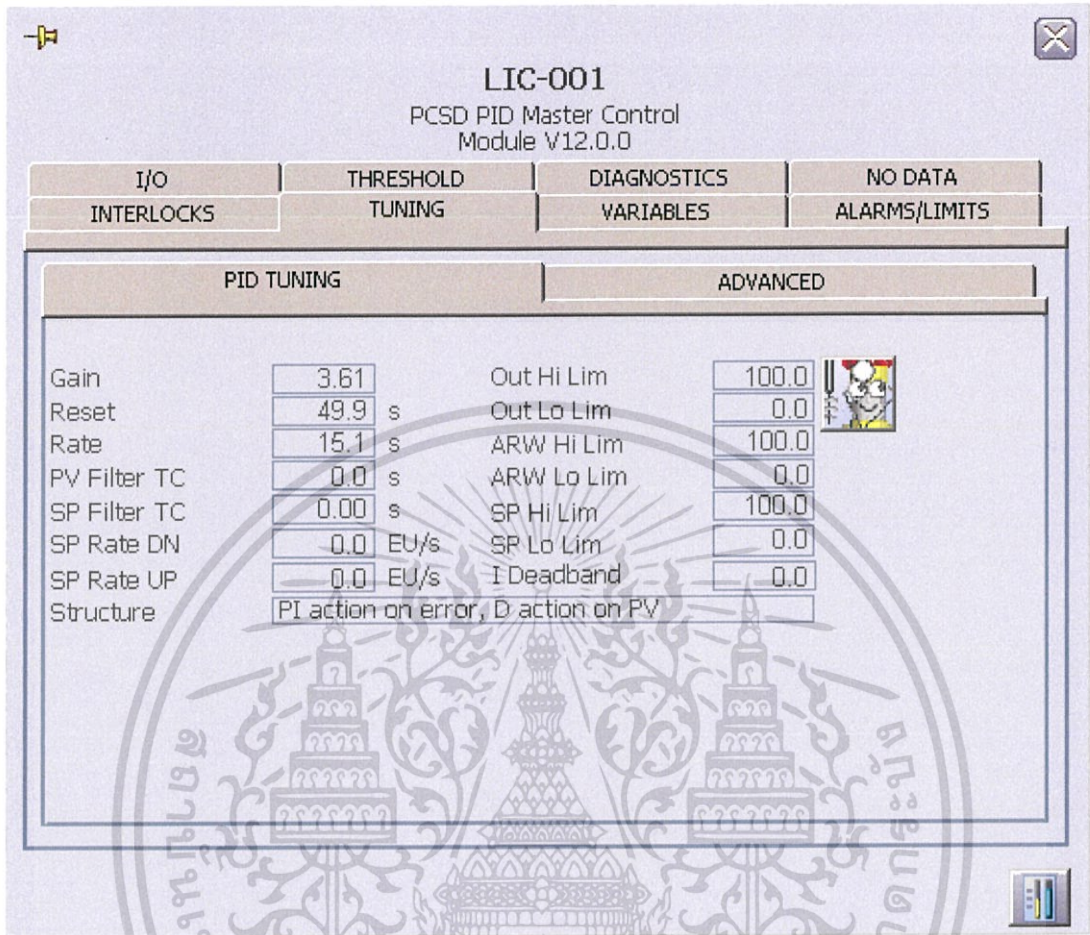
CV คือ Control Valve

FT คือ Flow Transmitter (ในที่นี้ใช้ Rosemount DP Flow Meter 3051S)

LT คือ Level Transmitter

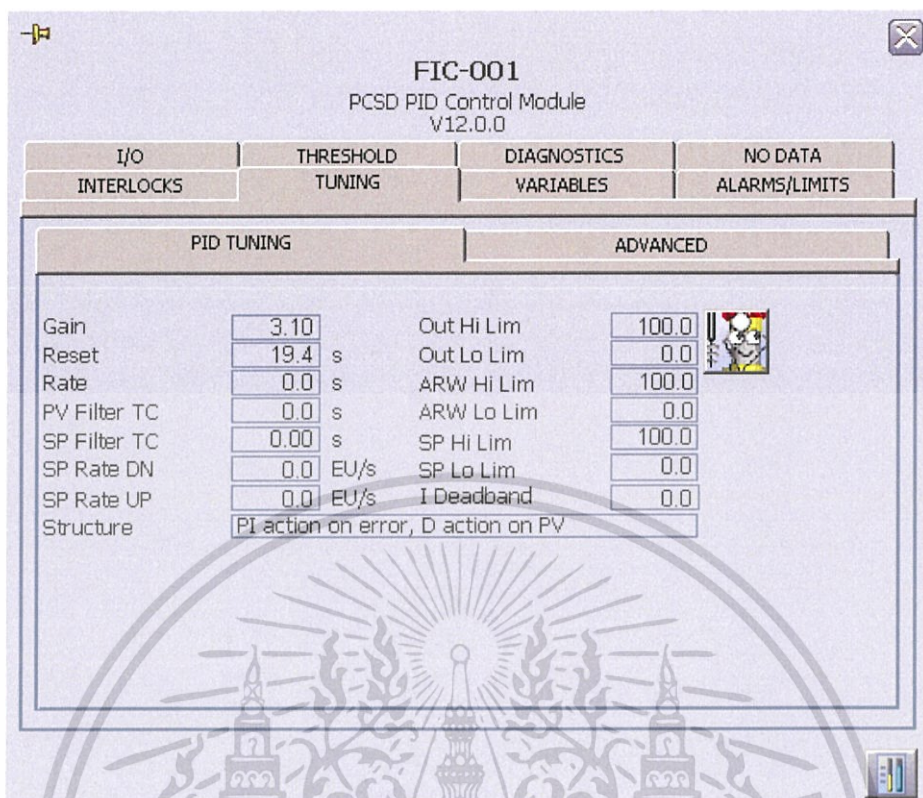
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.3 ค่า PID ของกระบวนการ



รูปที่ 4.3 แสดงการตั้งค่า PID ของ LIC ในการควบคุมอุปกรณ์โดยใช้ Auto Tuning ของ DeltaV

โดย LIC คือ Level Indicator Controller ซึ่งใช้ในการควบคุม FIC



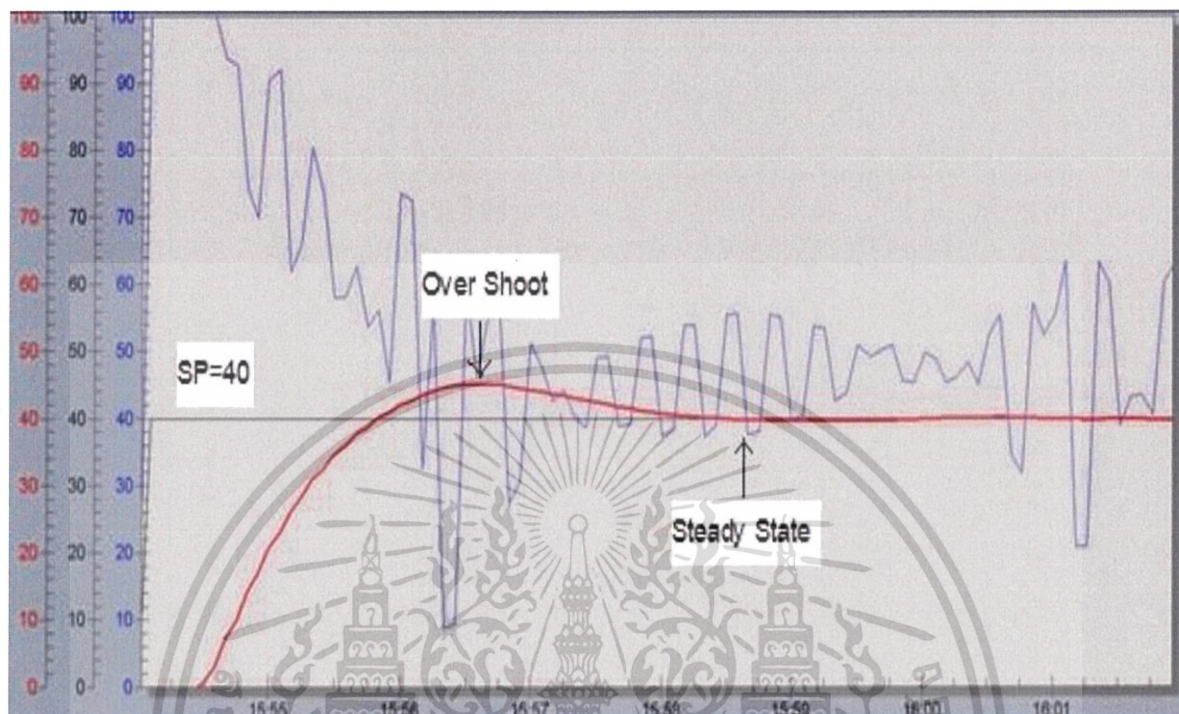
รูปที่ 4.4 แสดงการตั้งค่า PID ของ FIC ในการควบคุมอุปกรณ์โดยใช้ Auto Tuning ของ DeltaV

โดย FIC คือ Flow Indicator Controller ซึ่งใช้ในการควบคุม Flow Rate และนำไปสั่งการเปิด/ปิด ของ Valve

เมื่อใช้การทำงานของฟังก์ชัน Auto Tuning กับ FIC จะเห็นได้ว่ากระบวนการมีการควบคุมแบบ PI เนื่องจาก Process มีขนาดเล็ก จึงไม่จำเป็นต้องใช้ค่า D มาควบคุมเพราะอาจจะทำให้เกิด ERROR สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

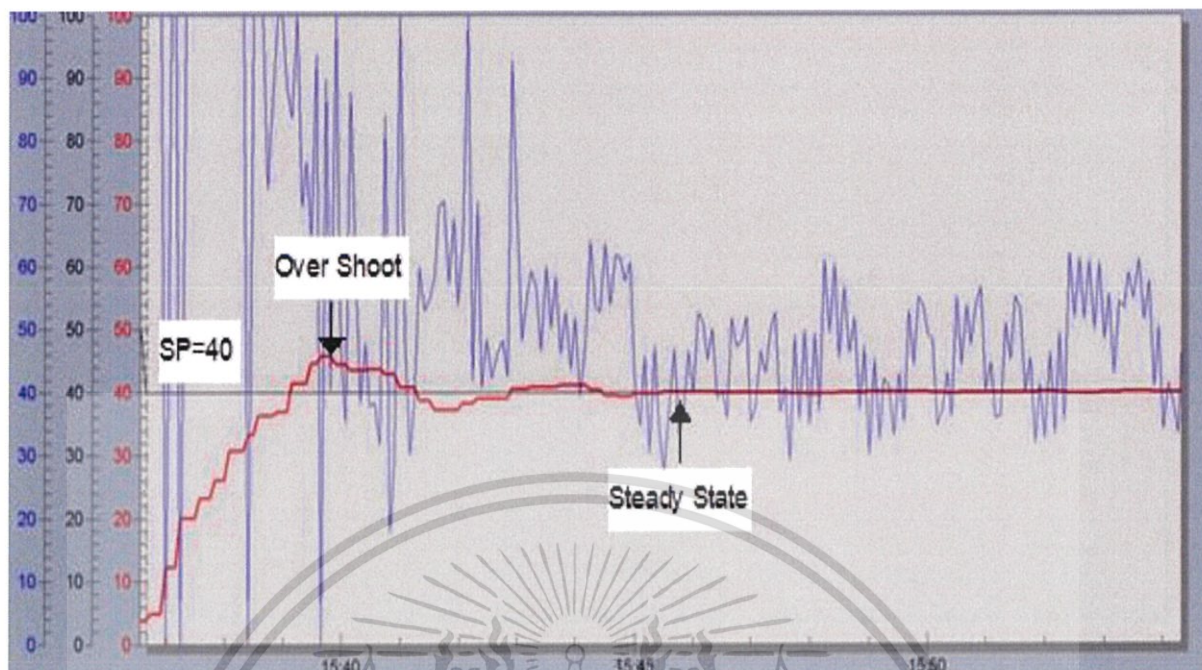
4.3.2.4 ผลการทดลองการควบคุมโดยใช้ PID



รูปที่ 4.5 แสดงภาพผลการทดสอบควบคุม PID ที่ FIC ของ Non-Contacting Radar ที่ระดับ 40%

โดยใช้ DeltaV โดยเส้นสีแดงคือเส้นที่ระบุค่า PV ที่วัดได้จาก Transmitter (จากกราฟ แกน Y คือค่าเปอร์เซ็นต์ของระดับน้ำในแทงก์ แกน X คือเวลา)

จากรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า ระบบสามารถเข้าสู่ Steady State โดยใช้เวลาประมาณ 4 นาที สังเกตจากค่า Output ที่เริ่มมีค่าคงที่ โดยใช้ค่า PID ตามรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.6 แสดงภาพผลการทดสอบควบคุม PID ที่ FIC ของ Tunned System ที่ระดับ 40%

โดยใช้ DeltaV โดยเส้นสีแดงคือเส้นที่ระบุค่า PV ที่วัดได้จาก Transmitter (จากกราฟ แกน Y คือค่าเปอร์เซ็นต์ของระดับน้ำในแทงก์ แกน X คือเวลา)

จากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่า ระบบสามารถเข้าสู่ Steady State โดยใช้เวลาประมาณ 8 นาที สังเกตจากค่า Output ที่เริ่มมีค่าคงที่ โดยใช้ค่า PID ตามรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 อภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองตามวัตถุประสงค์การทดลองที่ 4.1.1 เมื่อทำการคำนวณหาค่า ERROR ของอุปกรณ์แต่ละตัว และทำการหาค่าเฉลี่ยออกมาได้ ทำให้สามารถเปรียบเทียบค่า ERROR ของอุปกรณ์การวัดแต่ละชนิด ซึ่งหลังจากทำการทดลองแล้วได้ผลการทดลองได้ดังนี้

- จากการวัดอุปกรณ์ส่วนมากมีการวัดระดับที่ใกล้เคียงกับระดับน้ำจริง
- จากตารางค่า Error อุปกรณ์ที่พบว่ามีค่า Error มากที่สุดคือ Electronic Remote Sensor ซึ่งมีค่าเท่ากับ +0.104
- จากตารางค่า Error อุปกรณ์ที่พบว่ามีค่า Error น้อยที่สุดคือ Ultrasonic ซึ่งมีค่าเท่ากับ -0.031

จากการทดลองตามจุดประสงค์การทดลองที่ 4.1.2 เมื่อทำการทดสอบควบคุม Non-Contacting Radar และ Tuned System โดยใช้การควบคุม PID แบบ Cascade Control ของ DeltaV สามารถควบคุมให้ระบบเข้าสู่ Steady State ได้ในเวลา 4 นาที และ 8 นาทีตามลำดับ ซึ่งถือเป็นการควบคุมที่สามารถยอมรับได้

ข้อเสนอแนะ

ปัญหาจากการทดลองเกิดจากการไม่มีค่ามาตรฐานมาใช้ในการอ้างอิง ทำให้เพียงใช้ตลับเมตรวัดและสร้างสเกลขึ้นมาบนแท็งก์เท่านั้น ในส่วนนี้ทำให้มีความเสี่ยงในด้านของ Human Error สูง และเนื่องจากแท็งก์แต่ละแท็งก์นั้นมีขนาดและการติดตั้งที่มีค่าไม่เหมือนกัน 100% ทำให้มีการคลาดเคลื่อนในการเปรียบเทียบอุปกรณ์การวัดที่ติดตั้งจากคนละแท็งก์ได้

บทที่ 5

สรุปผล ปัญหาการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง ผู้ทดลองได้จัดทำเอกสารข้อมูลสำหรับการตั้งค่า ซึ่งสามารถทำให้เข้าใจขั้นตอนการตั้งค่าเครื่องมือวัดได้หลากหลายฟังก์ชัน สามารถตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือวัด และทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ สามารถเข้าใจการติดตั้งอุปกรณ์ และยังสามารถตั้งค่าอุปกรณ์เพื่อให้พร้อมต่อการใช้งานและการเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบต่อไป และสุดท้ายจากการทดลองทำให้ผู้ทำการทดลองสามารถตั้งค่าอุปกรณ์การวัดได้ กำหนดค่าตัวแปรต่างๆของอุปกรณ์แต่ละตัวได้อย่างเหมาะสม และอ่านค่าได้อย่างถูกต้อง

5.2 ปัญหาการทดลอง

ปัญหาหลักจากการทดลองเกิดจากอุปกรณ์ที่ใช้นั้น ผู้ทำการทดลองไม่ได้ทำการติดตั้งและทำการวางแผนระบบและแบบแปลนเอง ทำให้ไม่เข้าใจวัตถุประสงค์และเหตุผลของการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆในรูปแบบที่เป็นอยู่บางส่วน ซึ่งมีอุปกรณ์บางส่วนอยู่นอกขอบเขตที่สามารถศึกษาได้ ทำให้ยากต่อการศึกษาและยังมีอุปกรณ์บางส่วนที่ไม่สามารถทำงานได้ โดยขาดแคลนอุปกรณ์ เช่น Power supply หรือบางส่วนมีการ wiring สายไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถใช้อุปกรณ์นั้นวัดค่าได้ และบางส่วนของ Plant นั้นยังไม่สามารถทำงานได้ เช่น หม้อต้มไอน้ำ ทำให้ไม่สามารถวัดค่าอุปกรณ์ที่ติดตั้งบริเวณหม้อต้มไอน้ำได้ ทำให้ไม่ได้พิจารณาอุปกรณ์ในส่วนนั้น จึงเป็นที่มาของปัญหาในการทำการทดลอง และการทำเอกสารข้อมูลข้อมูลต่างๆส่วนมากเป็นภาษาอังกฤษ ทำให้ต้องใช้เวลาในการศึกษาค่อนข้างมากพอสมควร

5.3 ข้อเสนอแนะ

- ควรวางแผนการทำงานให้ละเอียดกว่านี้ ทั้งเรื่องของการทำงาน และการสืบค้นหาข้อมูลต่างๆ เป็นสิ่งที่สำคัญ
- ควรตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆก่อนกำหนดขอบเขตของงาน ว่าอุปกรณ์นั้นสามารถทำงานได้ปกติหรือไม่ มีปัญหาหรือการขัดข้องใดๆหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] Chang, Hasok (2004). *Inventing Temperature: Measurement and Scientific Progress*. Oxford: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-517127-3. 25 พฤษภาคม 2560
- [2] *Sensor Technology Series: Biomedical Sensors*, retrieved 2009-09-18 25 พฤษภาคม 2560
- [3] <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4260/rtd-อาร์ทีดี> 25 พฤษภาคม 2560
- [4], [5] <http://iq-technician.blogspot.com/2012/02/resistance-temperature-detectors.html> 25 พฤษภาคม 2560
- [6] Thomas W. Kerlin & Mitchell P. Johnson (2012). *Practical Thermocouple Thermometry (2nd Ed.)*. Research Triangle Park: ISA. pp. 79–85. ISBN 978-1-937560-27-0. 25 พฤษภาคม 2560
- [7] <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/813-0200-4952.pdf> 25 พฤษภาคม 2560
- [8] <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/00813-0200-4952.pdf> 25 พฤษภาคม 2560
- [9] <http://www.emerson.com/documents/automation/73416.pdf> 25 พฤษภาคม 2560
- [10] <http://www.emerson.com/documents/automation/104720.pdf> 25 พฤษภาคม 2560
- [11] <http://www.emerson.com/documents/automation/87064.pdf> 25 พฤษภาคม 2560
- [12] <https://th.wiktionary.org/wiki/ระดับ> 25 พฤษภาคม 2560
- [13] <https://www.factomart.com/th/structure-and-principle-of-ultrasonic-sensor/> 25 พฤษภาคม 2560
- [14] <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/00809-0100-4530.pdf> 25 พฤษภาคม 2560
- [15] http://us.magnetrol.com/Literature/1/57-600.21_Eclipse_IO.pdf 25 พฤษภาคม 2560
- [16] <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/00809-0100-4530.pdf> 25 พฤษภาคม 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [17] <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/00813-0100-4026.pdf> 25 พฤษภาคม 2560
- [18] Giancoli, Douglas G. (2004). *Physics: principles with applications*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Education. ISBN 0-13-060620-0. 25 พฤษภาคม 2560
- [19] <http://www.emerson.com/documents/automation/75994.pdf> 25 พฤษภาคม 2560
- [20] <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/00813-0100-4016.pdf> 25 พฤษภาคม 2560
- [21] <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/00809-0100-4002.pdf> 25 พฤษภาคม 2560
- [22] <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/00809-0100-4804.pdf> 25 พฤษภาคม 2560
- [23] <http://www.thailandindustry.com/view2.php?id=1330§ion=8&issues=80> 25 พฤษภาคม 2560
- [24] <http://www.riverplus-automation.com/hart.html> 25 พฤษภาคม 2560
- [25] http://www2.emersonprocess.com/en-UK/news/pr_UK/Pages/1104-GXControl.aspx 27 พฤษภาคม 2560
- [26] <http://www2.emersonprocess.com/differentiators/Pages/SystemOverview.aspx> 27 พฤษภาคม 2560
- [27] <http://www.emerson.com/catalog/en-us/deltav-se3007> 27 พฤษภาคม 2560
- [28] DeltaV Operate Implementation I (Course 7009) Book 27 พฤษภาคม 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้