รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี WirelessHART ในโรงกลั่นน้ำมัน

Feasibility Study for Applying WirelessHART Technology in Refinery

นายคณกร อดิโรจนานนท์

นายพลกฤต มังคลาด

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T148599

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี WirelessHART ในโรงกลั่นน้ำมัน

Feasibility Study for Applying WirelessHART Technology in Refinery

นายคณกร อดิโรจนานนท์

นายพลกฤต มังคลาด

สาขาหมู่.....
เลขทะเบียน 148599
วัน.เดือน.ปี - 6 ก.ย. 2560

b.12842744x
i.....

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายเข้ามาประยุกต์ใช้ในโรงกลั่นน้ำมัน

ชื่อ – สกุล นักศึกษา นายคณกร อดิโรจนานนท์

นายพลกฤต มังคลาด

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ – สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์

ชื่อ – สกุล ผู้นิเทศงาน นายสุวิทย์ วิวัฒนวาณิชย์

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการนำเทคโนโลยี WirelessHART เข้ามาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ที่มีอยู่ภายในโรงกลั่นน้ำมันเพื่อปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่างๆภายในโรงกลั่น รวมถึงปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตให้เหมาะสมและมีเสถียรภาพมากขึ้น โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การเลือกใช้เทคโนโลยี WirelessHART ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่มีอยู่ในโรงกลั่นน้ำมัน และ 2) การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโนโลยี WirelessHART เข้ามาใช้ในโรงกลั่นน้ำมัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการนำเทคโนโลยี WirelessHART เข้ามาใช้ในโรงกลั่นสามารถที่จะช่วยปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุง รวมถึงช่วยปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตให้เหมาะสมและมีเสถียรภาพขึ้น แต่หลังจากการประเมินทางด้านการลงทุนเบื้องต้นพบว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมดค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับผลตอบแทนที่จะได้รับ และจะต้องใช้ระยะเวลาในการคืน ทุนค่อนข้างนาน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ดังกล่าวจะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการดำเนินงานโครงการของบริษัทต่อไป

Reseach Title: Feasibility Study for Applying WirelessHART Technology in Refinery

Student Intern Name: Mr. Kanakorn Adirojjananon

Mr. Phollakit Mungklad

Faculty: Engineer **Department:** Instrumentation and Control Engineering

Advisor Name: Assoc. Prof. Dr. Kaset Sirisantisamrid

Mentor Name: Mr. Suwit Wiwattanawanich

Company: Thai Oil Public Company Limited

ABSTRACT

This project will study the feasibility and suitability for applying WirelessHART Technology with existing equipment within oil refinery. The objective of this study were improving maintenance planing and to developing manufacturing processes for more stable. This project is divided into two main parts. 1) Selecting the most suitable equipment for applying with WirelessHART technology 2) Analysing the feasibility for applying WirelessHART technology in refinery. From the study we found that WirelessHART technology can be used in refinery to help improve the maintenance planning and develop manufacturing processes for more stable. But after evaluating the investment cost of the total investment is quite high and it takes a long period of payback. Finally all of these results will be used as baseline data for the development plan for the company.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ลุล่วงได้ดีเนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากบริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) ที่ให้โอกาสสำหรับโครงการสหกิจศึกษาอีกทั้ง นายสุวิทย์ วิวัฒนวาณิชย์ ผู้นิเทศงานและพนักงานบริษัททุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและให้ประสบการณ์ในการทำงานตลอดระยะเวลาสี่เดือน

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ และอาจารย์สุธรรม สัทธรรมสกุล ที่ได้ให้ความเมตตาและคำแนะนำแก่ผู้จัดทำตลอดมาขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์ต่อการทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูปภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำเกี่ยวกับบริษัท	1
1.1.1 ประวัติและธุรกิจของบริษัท	2
1.1.2 วิสัยทัศน์ / พันธกิจ / ค่านิยม	6
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	7
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	7
1.4 ขอบเขตของโครงงาน	8
1.5 วิธีดำเนินงาน	8
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 ทฤษฎี	
2.1 บทนำ	9
2.2 ประวัติและความเป็นมาของเทคโนโลยี WirelessHART	10
2.3 โครงสร้างและส่วนประกอบของเทคโนโลยี WirelessHART	11
2.3.1 WirelessHART Device	11
2.3.2 WirelessHART Adapter	11
2.3.3 Wireless Gateway	12
2.3.4 Host System	12

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.4 ลักษณะการทำงานของเทคโนโลยี WirelessHART	12
2.4.1 หลักการในการทำงานของเทคโนโลยี WirelessHART	12
2.4.2 โครงข่ายและรูปแบบการรับและส่งข้อมูล	13
2.4.3 ระยะการรับและส่งข้อมูล	14
2.4.4 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สาย	17
2.4.5 ระบบความปลอดภัยป้องกันเครือข่ายไร้สาย	20
2.4.6 เทคนิคความปลอดภัยป้องกันเครือข่ายไร้สาย	22
2.4.7 แนวโน้มของระบบเครือข่ายไร้สาย	23
2.5 การศึกษาหลักการของบริเวณพื้นที่ที่เป็นอันตราย (Hazardous Area)	24
2.5.1 หลักการและเหตุผลในการแบ่งประเภทพื้นที่ที่เป็นอันตราย	24
2.5.2 มาตรฐานการจัดแบ่งพื้นที่ที่เป็นอันตรายของยุโรปและอเมริกาเหนือ	25
2.5.3 ความหมายของพื้นที่ที่เป็นอันตราย	26
2.5.4 ความรู้พื้นฐานการป้องกันการระเบิด	27
2.5.5 วิธีการจัดแบ่งกลุ่มแก๊ส	30
2.5.6 การแบ่งกลุ่มสารไวไฟประเภทแก๊สหรือไอระเหยตามมาตรฐาน NEC	32
2.5.7 เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี	34
2.5.8 สาเหตุที่อาจทำให้เกิดการจุดระเบิด	35
2.5.9 เทคนิคพื้นฐานในการป้องกันการระเบิด	36
2.5.10 มาตรฐานอุปกรณ์ป้องกันการระเบิด	37
2.5.11 การรับรองมาตรฐานอุปกรณ์ป้องกันการระเบิด	42
2.5.12 สัญลักษณ์ของมาตรฐานอุปกรณ์ป้องกันการระเบิด	44
2.6 ประโยชน์ที่ได้จากการนำเทคโนโลยี WirelessHART เข้ามาใช้ภายในโรงกลั่นน้ำมัน	46

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน

3.1 บทนำ 47

3.2 การเลือกใช้เทคโนโลยี WirelessHART ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่มีอยู่ในโรงกลั่นน้ำมัน 47

3.2.1 ประเภทของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในโรงกลั่นน้ำมัน 47

3.2.2 การเลือกลักษณะของอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับเทคโนโลยี WirelessHART 56

3.2.3 การเลือก Diagnostic ที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ 58

3.3 โครงสร้างโปรแกรมการทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic สำหรับอุปกรณ์ 61

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 บทนำ 66

4.2 เปรียบเทียบความสำคัญระหว่างอุปกรณ์การวัดค่าและอุปกรณ์ควบคุมขั้นสุดท้าย 66

4.2.1 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางด้านการซ่อมบำรุง 66

4.2.2 ความสามารถในการดึงค่า Diagnostic Alert และ Alarm 66

4.3 อุปกรณ์การส่งและรับสัญญาณ WirelessHART ที่ใช้สำหรับการทดสอบ 71

4.4 โปรแกรมการทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic สำหรับอุปกรณ์ 71

4.5 การทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic สำหรับอุปกรณ์ 72

4.5.1 ขั้นตอนการติดตั้ง 72

4.5.2 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับ Gateway และ Host System 73

4.5.3 การทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic สำหรับอุปกรณ์ 73

บทที่ 5 สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล 91

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 91

5.3 ข้อเสนอแนะ 91

ภาคผนวก 92

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงค่าการลดทอนสัญญาณสำหรับวัสดุชนิดต่างๆ 17
2.2 เปรียบเทียบมาตรฐานการจัดแบ่งประเภทของพื้นที่ที่มีสารไวไฟของยุโรปและอเมริกา 25
2.3 เปรียบเทียบมาตรฐานการจัดแบ่งกลุ่มสารไวไฟของยุโรปและอเมริกา 26
2.4 ตัวอย่างค่า LEL และ UEL ของแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟ 28
2.5 ตัวอย่างค่า Flash Point ของแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟ 29
2.6 ตัวอย่างค่า Auto-Ignition Temperature ของแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟ 30
2.7 ตัวอย่างค่า Vapor Density ของแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟ 30
2.8 ตัวอย่างแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟเรียงลำดับตามอันตรายของสารไวไฟ 31
2.9 การแบ่งกลุ่มสารไวไฟประเภทแก๊สหรือไอระเหย 32
2.10 รหัสมาตรฐานของ Temperature Classification ในมาตรฐาน IEC และ NEC 36
2.11 ตัวอย่างการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าตามรหัสมาตรฐานของ T-Classification กับสารไวไฟ 37
2.12 แสดงมาตรฐานการใช้เทคนิคป้องกันการระเบิดตามมาตรฐานของ IEC และ NEC 38
2.13 ตัวแทนผู้รับรองมาตรฐาน (Standard Agencies) 42
2.14 สัญลักษณ์สำหรับมาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทป้องกันการระเบิดตามมาตรฐาน NEC 500 44
2.15 สัญลักษณ์สำหรับมาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทป้องกันการระเบิดตามมาตรฐาน NEC 505 45
2.16 สัญลักษณ์สำหรับมาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทป้องกันการระเบิดตามมาตรฐาน IEC และ CENELEC 45
3.1 แสดง Diagnostic ของอุปกรณ์วัดความดันรุ่น 3051S 59
3.2 แสดง Diagnostic ของอุปกรณ์วาล์วควบคุมรุ่น DVC6000 (Control Valve Model DCV6000) 60
4.1 แสดง Diagnostic ของอุปกรณ์วัดความดันรุ่น 3051S HART (Pressure Transmitter Model.3051S HART) 67
4.2 แสดง Diagnostic ของอุปกรณ์วาล์วควบคุมรุ่น DVC6000 (Control Valve Model.DCV6000) 68
4.3 แสดงโหมดการทำงาน คำสั่งทั้งหมดของโปรแกรม ValveLink Snap-On รวมถึงคำอธิบายถึงจุดประสงค์ของแต่ละคำสั่ง 70
4.4 ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบกระแสกับเปอร์เซนต์การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์วาล์วควบคุม 72
4.5 การทดสอบ Diagnostic ที่สามารถทดสอบได้พร้อมกันในคำสั่ง PD One Bottom 78

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 สัญญาณอนาล็อกกับสัญญาณของHART 10
2.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของเทคโนโลยี WirelessHART 11
2.3 ลักษณะอุปกรณ์ WirelessHART 11
2.4 อุปกรณ์ WirelessHART Adapter 11
2.5 อุปกรณ์ WirelessHART Gateway 12
2.6 อุปกรณ์ Host System 12
2.7 โครงข่ายและรูปแบบการรับและส่งข้อมูล 13
2.8 รูปแบบเสาอากาศ Gateway 14
2.9 รูปแบบเสาอากาศ WirelessHART 15
2.10 รูปแบบลักษณะการกระจายของสัญญาณ 15
2.11 รูปแบบลักษณะการแพร่ในรูปแบบตั้งฉากกับพื้นดิน 16
2.12 รูปแบบลักษณะการแพร่ในรูปแบบขนานกับพื้นดิน 16
2.13 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Peer-to-Peer 17
2.14 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Client/Server 18
2.15 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สายแบบMultiple Access Points and Roaming 19
2.16 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Extension Point 19
2.17 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Directional Antennas 20
2.18 เหตุการณ์ระเบิดที่โรงงาน Phillips Petroleum ในประเทศสหรัฐอเมริกา 24
2.19 องค์ประกอบสามอย่างที่ทำให้เกิดการจุดติดไฟ 27
2.20 Flameproof Type “d” Protection 38
2.21 Intrinsic Safety Type “ia” และ “ib” Protection 39
2.22 Pressurized Type “p” Protection 39
2.23 Increased Safety Type “e” Protection 40
2.24 Oil Immersion Type “o” Protection 40
2.25 Explosive Atmosphere 41
2.26 Encapsulation Type “m” Protection 41
2.27 Nonincendive Type “n” Protection 42
3.1 แสดงสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน 4~20 mA และ 48

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.2 แสดง Pneumatic to Pneumatic Valve Positioner 49
3.3 แสดง Electro to Pneumatic Valve Positioner 50
3.4 แสดงโครงสร้าง Actuator Part ของวาล์ว 51
3.5 แสดงโครงสร้าง Body Part ของวาล์ว 53
3.6 แสดงโครงสร้างคุณสมบัติการไหลของวาล์วควบคุม 54
3.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Flow Volume กับการเคลื่อนที่ของ Valve 55
3.8 แสดงสัญญาณอนาลอกกับสัญญาณของ HART 56
3.9 แสดงเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter) 58
3.10 แสดงอุปกรณ์วาล์วควบคุม (Control Valve) 58
3.11 แสดงหน้า Interface ของโปรแกรม AMS Device Manager 62
3.12 แสดงหน้า Configure อุปกรณ์ของโปรแกรม AMS Device 63
3.13 แสดงหน้า Interface ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON 64
4.1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 71
4.2 แสดงหน้า Network ID และ Join Key ของอุปกรณ์ WirelessHART Adapter และ GateWay โปรแกรม AMS Device Manager 73
4.3 แสดงหน้า Supply Pressure Test ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON 74
4.4 ตัวอย่างกราฟ Supply Pressure Test 75
4.5 กราฟแสดงค่าความเสียดทานปกติของอุปกรณ์วาล์วควบคุมก่อนการใช้งาน 76
4.6 กราฟแสดงค่าความเสียดทานของอุปกรณ์วาล์วควบคุมหลังใช้งาน 76
4.7 แสดงหน้าผลการทดสอบ Air Mass Flow 79
4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel Set Point (%), Travel (%) และ Supply Pressure (psi) เทียบกับเวลา (Time (min:sec)) 78
4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel Set Point(%), Travel(%) และความแตกต่างของลมที่เข้า Port A และ Port B (psi) เทียบกับเวลา(Time(min:sec)) 79
4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel Set Point(%), Travel(%) และ Drive Signal(%)เทียบกับเวลา (Time(min:sec)) 80
4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Supply Flow (scfh) และ Relay Position(%) เทียบกับเวลา(Time(min:sec)) 80
4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel Set Point(%), Travel(%) และความแตกต่างของลมที่เข้า Port A และ Port B (psi) เทียบกับเวลา(Time(min:sec)) 81

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.13 กราฟแสดงผลการทดสอบ Step Response Test 9 points (0,25, 50 75, 100, 75, 50, 25, 0) 82
4.14 แสดงหน้า Step Response Test ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON 83
4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel(%) กับ Time (Secs) 83
4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel Set Point(%), Travel(%) และ Supply Pressure(psi) เทียบกับ Time(Secs) 84
4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel(%), Drive Signal(%) เทียบกับ Time(Secs) 85
4.18 แสดงหน้า Dynamic Scan Test ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON 85
4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Actuator Pressure(psi) และ Travel(in) 86
4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Actuator Pressure (psi) กับ Time (secs) 87
4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel (in) กับ Time (secs) 87
4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel (%) กับ Time (secs) 88
4.23 แสดงผลการทดสอบ Dynamic Scan ของอุปกรณ์วาล์วควบคุม 89
4.24 แสดงหน้า Stroke Valve Test ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON 90

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำเกี่ยวกับบริษัท

ชื่อย่อ :	TOP
เลขทะเบียนบริษัท :	0107547000711
ประเภทธุรกิจ :	ประกอบธุรกิจโรงกลั่นน้ำมันที่มีกระบวนการผลิตที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูง เพื่อผลิตและจำหน่ายน้ำมันปิโตรเลียมสำเร็จรูปป้อนตลาดในประเทศเป็นส่วนใหญ่ ทั้งยังขยายการลงทุนให้ครอบคลุมการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน เอทา-นอล รวมถึงการลงทุนในธุรกิจไฟฟ้า ตลอดจนธุรกิจขนส่งผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม และปิโตรเคมีทางเรือ ธุรกิจขนส่งผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมสำเร็จรูปทางท่อ และธุรกิจให้คำปรึกษาทางด้านพลังงาน
ทุนจดทะเบียน :	20,400,278,730 บาท ประกอบด้วยหุ้นสามัญที่จำหน่ายได้แล้วทั้งหมด จำนวน 2,040,027,873 หุ้น
มูลค่าหุ้นละ :	10 บาท
สถานที่ตั้ง :	สำนักงานกรุงเทพฯ เลขที่ 555/1 ศูนย์เอนเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ อาคารเอ ชั้น 11 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงจตุจักร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ :	0 – 2797 – 2999, 0 – 2299 – 9000
โทรสาร :	0 – 2797 – 2970
	โรงกลั่น เลขที่ 42/1 หมู่ที่ 1 ถนนสุขุมวิท กม.ที่ 124 ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230
โทรศัพท์ :	0 – 3840 – 8500, 0 – 3835 – 9000
โทรสาร :	0 – 3835 – 1554, 0 – 3835 – 1444
เว็บไซต์ :	http://www.thaioilgroup.com

1.1.1 ประวัติและธุรกิจของบริษัท

บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) (SET:TOP) ก่อตั้งเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2504 ประกอบธุรกิจโรงกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม เพื่อจำหน่ายผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมสำเร็จรูปที่ใหญ่ที่สุดในประเทศ โดยโรงกลั่นน้ำมันอยู่ที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ปัจจุบันโรงกลั่นน้ำมันไทยออยล์สามารถผลิตน้ำมันปิโตรเลียมสำเร็จรูปประมาณ 14,000 ล้านลิตรต่อปีหรือประมาณร้อยละ 25 ของกำลังการกลั่นรวมภายในประเทศ โดยมีการจำหน่ายในประเทศประมาณร้อยละ 85 ของกำลังการผลิตทั้งหมด โรงกลั่นน้ำมันไทยออยล์ได้รับการออกแบบให้สามารถสร้างมูลค่าสูงสุดจากระบบการผลิตได้อย่างเต็มที่ และด้วยเหตุที่เป็นโรงกลั่น Complex Refinery ดังกล่าว จึงมีกระบวนการกลั่นหลายขั้นตอนคือ มีทั้งหน่วยกลั่นน้ำมันดิบ หน่วยเพิ่มคุณภาพ และหน่วยเพิ่มคุณค่าผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมสำเร็จรูปที่มีคุณค่าสูง ในสัดส่วนที่สูงมากที่สุดแห่งหนึ่งในเอเชียแปซิฟิก โดยมีความยืดหยุ่นสูงในการใช้วัตถุดิบหรือน้ำมันดิบจากแหล่งต่างๆ สามารถปรับเปลี่ยนระดับการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมสำเร็จรูปแต่ละชนิดให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดภายในประเทศ

โรงกลั่นไทยออยล์ประกอบด้วยหน่วยกลั่นหลักๆ 3 ประเภท ดังนี้

1. หอกลั่นน้ำมันดิบ (Crude Distillation Units)

ทำหน้าที่กลั่นน้ำมันดิบเป็นน้ำมันสำเร็จรูปชนิดต่างๆ โดยแยกประเภทตามอุณหภูมิที่ต่างกัน

2. หน่วยเพิ่มคุณภาพน้ำมัน (Upgrading Units)

ทำหน้าที่แปลงสภาพผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าต่ำเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง โดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมี

3. หน่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน (Quality Improvement Units)

ทำหน้าที่ปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานที่ต้องการเช่น การกำจัดสารปนเปื้อนต่างๆ ออกจากน้ำมัน เป็นต้น

โรงกลั่นน้ำมันของบริษัทฯ ตั้งอยู่ใกล้ท่าเรือน้ำลึกแหลมฉบังที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายการส่งมอบผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งทางทะเล รถไฟ รถบรรทุก และผ่านระบบท่อลำเลียงที่สามารถขนส่งผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด (Multi-Product Pipeline) ของ บจ. ท่อส่งปิโตรเลียมไทย ดังนั้นบริษัทฯ จึงสามารถอำนวยความสะดวกในการส่งมอบผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและด้วยต้นทุนที่เหมาะสม

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาบริษัทฯได้พัฒนาเทคโนโลยีการกลั่นน้ำมันให้เจริญก้าวหน้า เพื่อยกระดับมาตรฐานอุตสาหกรรมการกลั่นของบริษัทฯให้อยู่ในระดับสากลมาโดยตลอด แต่เพื่อสะท้อนถึงความมุ่งมั่นของบริษัทฯ ซึ่งให้ความสำคัญกับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และเพื่อเสริมสร้างความเชื่อถือในผลิตภัณฑ์และบริการที่มีคุณภาพเป็นเลิศแก่ลูกค้า บริษัทฯจึงได้นำระบบมาตรฐาน ISO 9001 : 9002 และ ISO/IEC 17025 เป็นเครื่องมือในการบริหารการผลิต และการรับรองห้องปฏิบัติการทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำมันสำเร็จรูปตามลำดับ โดยบริษัทฯได้รับการ

รับรองทั้ง 2 ระบบแล้วจากสถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ (สรอ.) มาตั้งแต่ปี 2539 และยังคงได้รับการรับรองต่อเนื่องมาจน ถึงปัจจุบัน

บริษัทฯ ได้รับรางวัล TQC AWARD ซึ่งเป็นรางวัลที่บ่งชี้ถึงความเป็นเลิศในด้านการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบในปี 2552 โดยบริษัทฯ มีความมุ่งมั่นจะพัฒนาการบริหารจัดการอย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าและสร้างประโยชน์สูงสุดแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตลอดห่วงโซ่อุปทาน

ผลิตภัณฑ์และบริการ

ธุรกิจโรงกลั่นน้ำมัน

1. น้ำมันเบนซิน (Gasoline)

น้ำมันเบนซิน เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้อย่างแพร่หลายสำหรับรถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน และรถจักรยานยนต์ บริษัทฯ เป็นโรงกลั่นแห่งแรกในประเทศไทยที่สามารถผลิตน้ำมันเบนซินตามมาตรฐานยูโร 4 ได้ โดยมีการปรับ เปลี่ยนลักษณะและคุณภาพ ได้แก่ปรับลดปริมาณกำมะถันจากเดิม 500 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ลงเหลือไม่เกิน 50 ppm ซึ่งจะช่วยลดการปล่อยซัลเฟอร์ออกไซด์ (SOx) ออกสู่บรรยากาศ และช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) ด้วย นอกจากนี้ยังมีการปรับลดปริมาณสารเบนซีน ซึ่งเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งด้วย

นอกจากนี้บริษัทฯ ยังผลิตน้ำมันเบนซินพื้นฐาน (Gasoline Base หรือ G-Base) ซึ่งเมื่อนำไปผสมกับเอทานอลในสัดส่วน 10% 20% และ 85% จะได้เป็นน้ำมันแก๊ซโซฮอล์ (Gasohol) E10 E20 และ E85 ตามลำดับ ปัจจุบันบริษัทฯสามารถผลิต และจำหน่ายน้ำมันเบนซินออกเทน 95 น้ำมันเบนซินพื้นฐานออกเทน 95 และน้ำมันเบนซินพื้นฐานออกเทน 91 ให้แก่ผู้บริโภคในประเทศเป็นหลัก

2. น้ำมันดีเซล (Diesel / Gas Oil)

น้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ เรือโดยสาร เรือประมง รถไฟ และโรงงานอุตสาหกรรม โดยปัจจุบันการจำหน่ายน้ำมันดีเซลในประเทศไทย จะต้องมีส่วนผสมของไบโอดีเซลประมาณ 7% โรงกลั่นไทยออยล์เป็นผู้ผลิตและจำหน่ายน้ำมันดีเซลมาตรฐานยูโร 4 เป็นรายแรกของประ เทศ โดยน้ำมันดีเซลมาตรฐานยูโร 4 นั้น มีสัดส่วนกำมะถันในน้ำมันที่ต่ำกว่ามาตรฐานเดิมถึง 7 เท่า จะช่วยลดการปล่อยซัลเฟอร์ออกไซด์ (SOx) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) รวมทั้งเขม่าควันดำออกสู่บรรยากาศและยังช่วยให้เครื่องยนต์ดีเซลทำงานได้ราบรื่นขึ้นด้วย

3. น้ำมันอากาศยาน (Jet Fuel)

น้ำมันอากาศยานเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องบินไอพ่น แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ น้ำมันเครื่องบินไอพ่นพาณิชย์ (Jet A-1) ซึ่งจะใช้กับเครื่องบินโดยสาร หรือเครื่องบินพาณิชย์ทั่วไป และน้ำมันเครื่องบินไอพ่นทหาร

(JP-8) ที่ใช้ในกิจกรรมทางการทหาร เช่น เครื่องบินรบ และเครื่องบินขับไล่ ซึ่งเป็นน้ำมันที่มีคุณสมบัติพิเศษกว่า ที่จะช่วยให้เครื่องบินทหารสามารถเคลื่อนที่ด้วยอัตราความเร็วสูงได้

4. น้ำมันก๊าด (Kerosene)

น้ำมันก๊าดเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีลักษณะคล้ายกับน้ำมันอากาศยาน ปัจจุบันใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องทำความร้อนในประเทศเมืองหนาวเพื่อให้ความอบอุ่นในบ้านเรือน ตลอดจนใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหุงต้ม

5. น้ำมันเตา (Fuel Oil)

เป็นน้ำมันที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม โดยน้ำมันเตาของไทยออยล์แบ่งเป็น 3 เกรด คือ

1. น้ำมันเตาชนิดที่ 1 หรือ น้ำมันเตา A (FOA) เป็นน้ำมันเตาใส ที่มีความหนืดต่ำไม่เกิน 80 เซนติสโตกส์ ที่อุณหภูมิ 50°C และมีปริมาณกำมะถันต่ำ จึงเหมาะกับอุปกรณ์เผาไหม้สะอาดไม่มีเขม่า ควันดำ ละออง ถ่าน หรือ กำมะถันสูง เช่นอุตสาหกรรมทำกระเบื้อง

2. น้ำมันเตาชนิดที่ 2 หรือ น้ำมันเตา C (FOC) เป็นน้ำมันเตาที่มีความหนืดปานกลาง คือ ไม่เกิน 180 เซนติสโตกส์ ที่อุณหภูมิ 50°C และมีปริมาณกำมะถัน ไม่เกิน 2% โดยน้ำหนักมักใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ เช่น ใช้เป็นพลังงานในการขับเครื่องจักรหรือกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) เพื่อผลิตไฟฟ้า และใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาและเตาหลอม เช่น ในการหลอมโลหะ และการผลิตปูนซิเมนต์

3. น้ำมันเตาชนิดที่ 3 หรือ (Bunker Fuel) เป็นน้ำมันเตาที่มีความหนืดสูง คือ ไม่เกิน 380 เซนติสโตกส์ ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเรือเดินสมุทร มีทั้งที่มีกำมะถันไม่เกิน 3.5% และ 4.0% โดยน้ำหนัก

6. ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นก๊าซที่ถูกนำมาอัดเป็นของเหลว เพื่อความสะดวกในการเก็บ และขนส่งใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม นอกจากนี้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวยังถูกนำไปใช้ เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม และเป็นวัตถุดิบตั้งต้นของโรงงานปิโตรเคมีอีกด้วย โดยในก๊าซปิโตรเลียมเหลวจะประกอบไปด้วยก๊าซโพรเพน และก๊าซบิวเทนในอัตราส่วน 60 ต่อ 40 โดยแหล่งที่มาของก๊าซปิโตรเลียมเหลวนั้นมาจาก 3 แหล่ง คือจากโรงกลั่นน้ำมัน จากโรงแยกก๊าซธรรมชาติ และจากการนำเข้า

ธุรกิจปิโตรเคมี

บริษัทผลิตสารพาราไซลีน 289,000 ตันต่อปี แต่หลังจากเปลี่ยนสารเร่งปฏิกิริยาเคมีเมื่อต้นปี 2548 ก็สามารถเพิ่มการผลิตเป็น 348,000 ตันต่อปี ปัจจุบันอยู่ระหว่างการขยายกำลังการผลิตขั้นที่ 2 เป็น 407,000 ตันต่อปี

ธุรกิจน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน

บริษัทผลิตน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานขนาด 270,000 ตันต่อปี ยางมะตอย 400,000 ตันต่อปี และผลิตผลพลอยได้อื่นๆ 270,000 ตันต่อปี ปัจจุบันกำลังดำเนินโครงการปรับปรุง ประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มผลกำไร (Hydrocarbon Management) และเตรียมแผนการลงทุน เพื่อผลิตน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานกลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งมีคุณภาพและมูลค่าสูงขึ้น

ธุรกิจผลิตเอทานอล

บริษัทฯ มีกลยุทธ์ด้านพลังงานทดแทนโดยการลงทุนในธุรกิจผลิตเอทานอล เพื่อรองรับนโยบายของภาครัฐที่สนับสนุนการผลิต และการใช้พลังงานทดแทน บริษัทฯ จึงได้จัดตั้ง บริษัท ไทยออยล์ เอทานอล จำกัด โดยถือหุ้นร้อยละ 100 เพื่อเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาธุรกิจด้านเอทานอลและธุรกิจต่อเนื่อง

ธุรกิจทำสารละลายเคมีภัณฑ์

ไทยออยล์ โซลเว้นท์ (TOS), ท็อปโซลเว้นท์ (TS), ศักดิ์ไชยสิทธิ (SAKC), ท็อปโซลเว้นท์ (เวียดนาม) ไลอะบิลลิตี้

ธุรกิจการผลิตไฟฟ้า

ไทยออยล์เพาเวอร์ (TP), ท็อปเอสพีพี (TOP SPP), โกลบอล เพาเวอร์ ซินเนอร์ยี่ (GPSC)

ธุรกิจขนส่ง

ไทยออยล์มารีน (TOM), ท่อส่งปิโตรเลียมไทย (THAPPLINE)

LABIX

บริษัท ลาบิกซ์ จำกัด เป็นผู้ผลิตสาร LAB (Linear Alkyl Benzene) รายแรกของประเทศไทย และเป็นผู้ผลิตครบวงจรที่สุดรายแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยสาร LAB เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตผงซักฟอกและผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด สาร LAB ถือเป็นนวัตกรรมล่าสุดของเครือไทยออยล์ ที่ใช้เทคโนโลยีที่มีความทันสมัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ไทยออยล์ เอนเนอร์ยี เซอร์วิส (TES)

เป็นธุรกิจการบริหารจัดการด้านทรัพยากรบุคคล เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของบริษัทในเครือไทยออยล์ให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางธุรกิจ ทั้งในปัจจุบันและในอนาคต

1.1.2 วิสัยทัศน์ / พันธกิจ / ค่านิยม

วิสัยทัศน์ บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) มุ่งที่จะเป็นผู้นำในการดำเนินธุรกิจเชิง บูรณาการด้านการกลั่นน้ำมัน และปิโตรเคมีที่ต่อเนื่องอย่างครบวงจรในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก

พันธกิจ 1) เป็นหนึ่งในองค์กรชั้นนำในด้านผลการดำเนินงานและผลตอบแทนการลงทุน

2) ก้าวสู่องค์กรแห่งความเป็นเลิศ ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม มุ่งสร้างสรรค์สิ่งใหม่บนพื้นฐานแห่งความเชื่อมั่นระหว่างกันเพื่อการเติบโตที่ยั่งยืน

3) มุ่งเน้นหลักการกำกับดูแลกิจการที่ดี และยึดมั่นในความรับผิดชอบต่อสังคม

ค่านิยม

Professionalism ทำงานอย่างมืออาชีพ มีแนวความคิด ความรู้ ความสามารถ ความเชี่ยวชาญ และทักษะในงานที่รับผิดชอบ แสวงหาความรู้ เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องไปสู่การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ และยกระดับมาตรฐานการทำงานของตนให้มีความเป็นเลิศในวิชาชีพ และตอบสนองความต้องการทางธุรกิจขององค์กร

Ownership and Commitment มีความรัก ผูกพัน และเป็นเจ้าขององค์กร ร่วมมีส่วนได้ส่วนเสีย ทุ่มเททำงานอย่างเสียสละ และเต็มความสามารถ เพื่อรักษาประโยชน์ สร้างความเจริญก้าวหน้าและความมั่นคงให้แก่องค์กร

Social Responsibility ความรับผิดชอบต่อสังคม ดำเนินธุรกิจอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดูแลรักษา และรับผิดชอบต่อครอบครัว เสริมสร้างความสัมพันธ์อันดี และมีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชนและสังคม ให้มั่นคงและยั่งยืน

Integrity ความซื่อสัตย์และยึดมั่นในความถูกต้องเป็นธรรม ตั้งมั่นในความซื่อสัตย์ สุจริต เป็นธรรม และโปร่งใสในการทำธุรกิจ และปฏิบัติหน้าที่ภายใต้กรอบของระเบียบ วินัย คุณธรรม และจริยธรรม เพื่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกันกับเพื่อนร่วมงาน ลูกค้า คู่ค้า และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่าย

Teamwork and Collaboration ความร่วมมือทำงานเป็นทีม ด้วยความสามัคคี มีน้ำใจ รับฟังความคิดเห็น และสนับสนุนซึ่งกันและกัน ยึดเป้าหมายของทีม และองค์กรเป็นหลัก แก้ปัญหาความขัดแย้งโดยยึดมั่นในสิ่งที่ถูกต้อง และพร้อมเสียสละเพื่อให้เกิดผลดีที่สุดต่อส่วนรวมและต่อทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

Initiative ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มองหาโอกาส และริเริ่มในการสร้างสรรค์ ปรับปรุงและพัฒนาแนวความคิด วิธีการทำงาน ผลงาน ตลอดจนสิ่งใหม่ๆ ให้สอดคล้องกับสภาวะแวดล้อมทางธุรกิจที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่งานของตนเองและแก่องค์กรอย่างต่อเนื่อง

Vision Focus การมุ่งมั่นในวิสัยทัศน์ มุ่งมั่นที่จะดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย โดยยึดวิสัยทัศน์และพันธกิจขององค์กรเป็นหลัก และมีการเตรียมการเพื่ออนาคตอย่างจริงจังและเป็นรูปธรรม

Excellence Striving การมุ่งมั่นสู่ความเป็นเลิศ ตั้งเป้าหมายที่ท้าทาย และดำเนินงานเต็มความสามารถ เพื่อผลักดันตนเอง และองค์กรสู่ความเป็นเลิศ ให้มีคุณภาพ ความปลอดภัย ประสิทธิผล และประสิทธิภาพที่ดีกว่าอย่างต่อเนื่องในทุกๆ ด้าน เมื่อเทียบกับองค์กรชั้นนำระดับสากล

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากโรงกลั่นน้ำมันต้องปฏิบัติงานด้วยเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ต้องมีความพร้อมสูง ไทยออยล์และบริษัทในเครือฯ จึงได้ดำเนินการโครงการต่างๆในส่วนของการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้น และลดต้นทุนให้น้อยลง เพื่อยังคงรักษาผลกำไรทางธุรกิจและความน่าเชื่อถือจากลูกค้า

อุปกรณ์การวัดและควบคุมจำนวนมากภายในโรงกลั่นนั้น ถูกนำมาซ่อมบำรุงทั้งก่อนและหลังเวลาอันเหมาะสม ซึ่งทั้งสองกรณีนั้นทำให้เกิดความเสียหายและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก เนื่องจากแผนการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภายในโรงกลั่นในปัจจุบันนั้นจะเป็นแผนการซ่อม ที่ถูกวางไว้ล่วงหน้า(Preventive Maintenance) เป็นระยะเวลาที่คงที่ตลอดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ไม่ได้วิเคราะห์จากประสิทธิภาพหรือสถานะของอุปกรณ์ ณ ขณะเวลานั้นจริงๆ ดังนั้นจึงทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวตามมา ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีการวัดและควบคุมแบบไร้สาย เริ่มเข้ามามีบทบาทที่สำคัญในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น เนื่องจากสามารถทำงานร่วมกับซอฟแวร์ Asset Management System(AMS) เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลต่างๆที่มีผลต่อประสิทธิภาพของอุปกรณ์การวัดและควบคุมมาวิเคราะห์และวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับเวลา รวมถึงยังช่วยลดปัญหาการเชื่อมต่อสัญญาณผ่านทางสายส่ง เข้ามาสู่จุดเชื่อมต่อหรือห้องควบคุม โดยระบบการวัดและควบคุมแบบไร้สายในปัจจุบันจะใช้การควบคุมและแสดงผลผ่านทางซอฟแวร์ที่ติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ของโรงงาน ซึ่งมีผู้ควบคุมระบบเฝ้าสังเกตและสั่งการผ่านทางหน้าจอ โดยซอฟแวร์มีหน้าที่เชื่อมโยงสัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์การวัดไปแสดงผลและคำนวณปรับค่าให้เหมาะสมต่อกระบวนการควบคุม จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ส่งไปยังส่วนควบคุมต่างๆ นอกจากนี้ ยังนำข้อมูลต่างๆจากการวัดมาทำการวิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์ เช่น เพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์ จากปัญหาดังกล่าวทางผู้จัดทำจึงได้ศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำเทคโนโลยีการวัดและควบคุมแบบไร้สายเข้ามาสนับสนุนการทำงานให้สอดคล้องกับระบบการทำงานเดิม ซึ่งจะช่วยปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตให้เหมาะสมและมีเสถียรภาพมากขึ้น

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้และประโยชน์ในการนำเทคโนโลยี WirelessHART มาใช้ร่วมกับอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่มีอยู่ภายในโรงกลั่นน้ำมัน
2. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การเลือกอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่มีอยู่ภายในโรงกลั่นน้ำมันให้เหมาะสมกับการใช้เทคโนโลยี WirelessHART
3. เพื่อศึกษาและออกแบบโครงสร้างของเทคโนโลยี WirelessHART ให้เหมาะสำหรับโรงกลั่นน้ำมัน

4. เพื่อศึกษาการนำค่า Diagnostic ของอุปกรณ์การวัดและควบคุมภายในโรงกลั่นน้ำมัน มาใช้ประโยชน์ในการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์ สำหรับการควบคุมประสิทธิภาพของกระบวนผลิตให้เหมาะสมและมีเสถียรภาพมากขึ้น

5. เพื่อให้บริษัทสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาประยุกต์ใช้งาน เพื่อพัฒนาระบบการทำงานภายในองค์กรทั้งในส่วนงานฝ่ายปฏิบัติการและช่างซ่อมบำรุง

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยี WirelessHART เข้ามาประยุกต์ใช้ในโรงกลั่นน้ำมัน โดยจะทำการวิเคราะห์ใน 3 ด้าน อันประกอบด้วย 1) ด้านการปรับปรุงหรือขยายขีดความสามารถในการซ่อมบำรุง 2) ด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือของกระบวนการผลิต 3) ทางด้านการลงทุนและระยะเวลาการคืนทุน โดยผลสุดท้ายของโครงงาน คือบริษัทสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการศึกษา นำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการช่วยตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี WirelessHART ให้เหมาะกับอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่มีอยู่ภายในบริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน)

1.5 วิธีดำเนินงาน

1. ศึกษาประวัติ โครงสร้าง หลักการทำงาน ข้อจำกัดในการใช้งาน และประโยชน์ของเทคโนโลยี WirelessHART

2. ลงพื้นที่ทำงานจริง เพื่อให้เห็นและเข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่มีอยู่ภายในโรงกลั่นน้ำมัน

3. วิเคราะห์เลือกประเภทและชนิดของอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่มีอยู่ภายในโรงกลั่นน้ำมันให้เหมาะสมกับการนำเทคโนโลยี WirelessHART มาใช้

4. ประเมินความเป็นไปได้และประโยชน์ในการนำเทคโนโลยี WirelesssHART มาใช้

5. พิจารณาข้อมูลและผลการทดลองต่างๆ เพื่อประเมินความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการนำเทคโนโลยี WirelessHART มาใช้

6. รวบรวมข้อมูลเพื่อสรุปจัดทำรูปเล่มนำเสนอต่อสถานประกอบการ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้จากการศึกษาโครงสร้างและหลักการทำงานของเทคโนโลยี WirelessHART
2. ได้ความรู้จากการศึกษาอุปกรณ์และวิธีการติดตั้งเทคโนโลยี WirelessHART บริเวณภายในโรงกลั่นน้ำมัน
3. ได้ความรู้จากการศึกษาหลักการของบริเวณพื้นที่ที่เป็นอันตราย (Hazardous Area)
4. สามารถปรับปรุงและพัฒนาระบบงานซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
5. ได้เรียนรู้ระบบการทำงานในกระบวนผลิตทั้งส่วนฝ่ายปฏิบัติการและฝ่ายซ่อมบำรุง
6. ได้ทักษะในการติดต่อประสานงานและทำงานร่วมกับผู้อื่น

บทที่ 2
พื้นฐานเทคโนโลยี WirelessHART

2.1 บทนำ

ในบทนี้จะอธิบายถึงทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ทั้งหมด ซึ่งจะประกอบไปด้วย ประวัติและความเป็นมา โครงสร้าง และหลักการทำงานของเทคโนโลยี WirelessHART รวมถึงหลักการในการเลือกบริเวณพื้นที่ที่เป็นอันตราย

2.2 ประวัติและความเป็นมาของเทคโนโลยี WirelessHART

➢ เทคโนโลยี WirelessHART ถูกริเริ่มใช้งานครั้งแรกในปี 2004 และหลังจากนั้นได้มีการร่วมมือกันในการปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีให้ดีและทันสมัยขึ้นอยู่ตลอดเวลา โดยกลุ่มบริษัทขนาดใหญ่ที่มือชื่อว่า HART Communications Foundation (HCF) ซึ่งเป็นกลุ่มบริษัทที่ประกอบไปด้วยหลายๆบริษัท อาทิเช่น ABB, Emer-son, Endress+Hauser, Pepper+Funchs, Siemens ซึ่งเป็นรูปแบบสมาชิกองค์กรไม่แสวงหาผลกำไร ที่มีวัตถุ ประสงค์ คือเพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้กับอุตสาหกรรมไร้สายให้เกิดความน่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพ

➢ ในปี 2007 มีการร่วมมือกันขององค์กร Fieldbus Foundation, Profibus Nutzerorgarion และ HCF ในการพัฒนาสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่าน Gateway ทำให้ได้รับการพิจารณาโดยคณะกรรมการ ISA จนได้รับมาตรฐาน ISA100

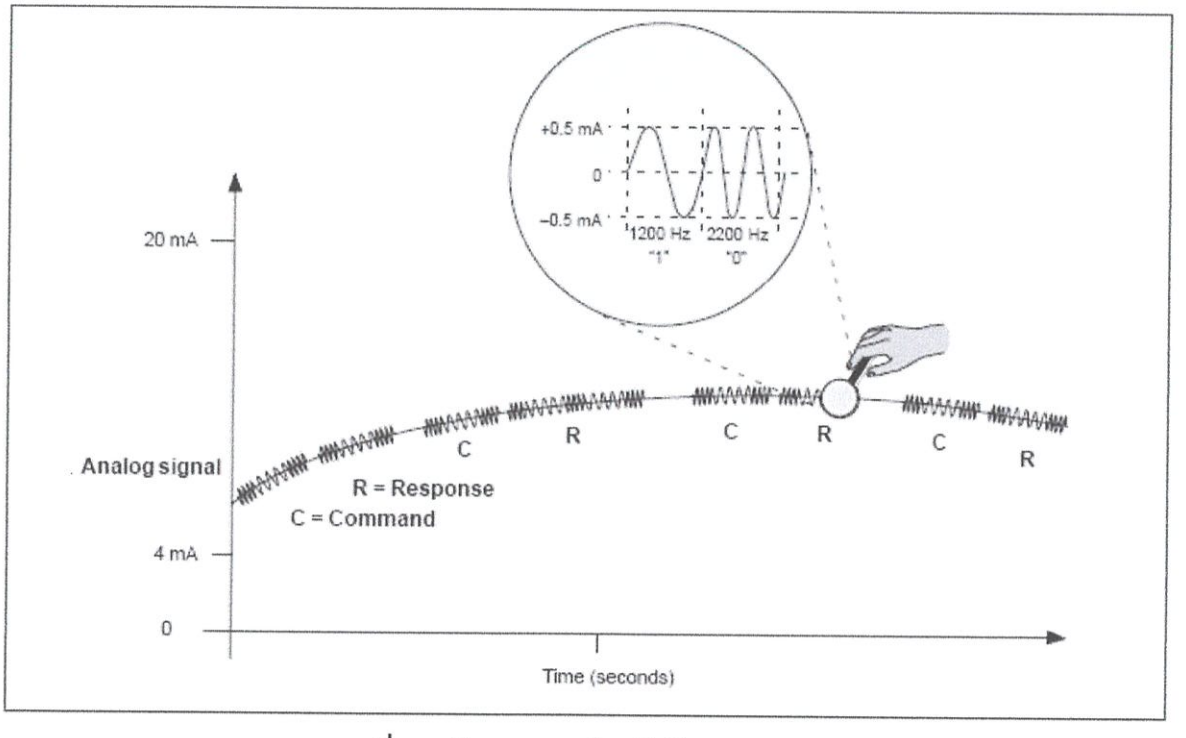
➢ ในปี 2008 บริษัท Emerson ได้เป็นเจ้าแรกที่นำเทคโนโลยี WirelessHART ออกมาจำหน่าย

➢ ในปี2010 เทคโนโลยี WirelessHART ได้รับการยอมรับโดย International Electrotechnical Commission (IEC) ทำให้เป็นเทคโนโลยีไร้สายแรกที่ได้รับมาตรฐานสากล IEC 62591

เทคโนโลยี WirelessHART ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการสื่อสารฮาร์ทโปรโตคอล (HART Protocol) ให้มีความสามารถเพิ่มขึ้นทั้งในด้านของการสังเกตุการณ์และการควบคุม ซึ่งเทคโนโลยี WirelessHART เป็นมาตรฐานแบบเปิดที่ถูกออกแบบมา สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณที่เชื่อมต่อที่วงรอบกระแส (Current Loop) 4-20 mA และให้อัตราการส่งข้อมูลที่ความเร็ว 250 Kbps เป็นมาตรฐานที่มีการสอดคล้องทางเวลา (Time-Synchronised) มีการจัดการตัวเอง และรักษาตัวเองได้ (Self-Healing) และคุณสมบัติอื่นๆ อีกที่รวมกันทำให้เทคโนโลยีนี้มีความมั่นคงถึง 99.9% สำหรับการเชื่อมต่อแบบ End-to-End ในทุกๆสภาพแวดล้อมทางอุตสาหกรรม มี Channel Hopping เพื่อหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวนและทำให้สามารถทำงานร่วมกับเครือข่ายไร้สายอื่นๆที่อยู่ด้วยกันได้ มี Clear Channel Assessments Test สำหรับช่องสัญญาณต่างๆที่มีอยู่ ขณะเดียวกันมีระบบจัดการหลีกเลี่ยงช่องสัญญาณที่ถูกใช้บ่อยๆ เพื่อให้ใช้แบนด์วิดธ์ (Bandwidth) และ Radio Time ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

การสื่อสารแบบฮาร์ทโปรโตคอล (HART Protocol) อยู่บนพื้นฐานของมาตรฐานการสื่อสารทางโทรศัพท์เบลล์ 202 และดำเนินงานโดยใช้คีย์การเปลี่ยนแปลงความถี่ และดำเนินการโดยใช้อยู่บนทฤษฎี Frequency Shift Keying (FSK) ฮาร์ทโปรโตคอลที่ใช้สำหรับอุปกรณ์วัดค่าสามารถทำงานบนค่าอนาล็อก 4~20 mA ในรูปแบบส่งค่าแบบดิจิตอล โปรโตคอลจะรักษาค่าสัญญาณไว้ที่ 4~20 mA การใช้งาน

การสื่อสารดิจิตอลแบบสองทางจะช่วยไม่ให้เกิดการรบกวนความสมบูรณ์ของสัญญาณ 4~20 mA ฮาร์ทโปรโตคอลมีการส่งข้อมูลรายละเอียดคุณลักษณะทางฟิสิกส์ กระบวนการในการโอนย้ายข้อมูล โครงสร้างของข้อมูล รูปแบบข้อมูล และลักษณะของคำสั่ง รูปแบบของสัญญาณจะเป็นคลื่นไซน์ (Sine Wave) ที่ถูกปรับให้มีความถี่ 1200 Hz และ 2200 Hz เป็นตัวแทนของบิต 1 และ 0 ตามลำดับ และมีจุดกึ่งกลางอยู่ที่ศูนย์ คลื่นไซน์ของทั้งสองความถี่จะขี่อยู่บนกระแสไฟตรง (DC) เพื่อให้สัญญาณอนาล็อกกับดิจิตอลสื่อสารออกไปพร้อมกัน เพราะค่าเฉลี่ยของสัญญาณ FSK เป็นศูนย์อยู่เสมอ ทำให้สัญญาณอนาล็อก 4~20 mA ไม่ได้รับผลกระทบสัญญาณการสื่อสารแบบดิจิตอล มีเวลาตอบสนองของการปรับปรุงข้อมูลประมาณ 2~3 ต่อวินาที โดยไม่มีการรบกวนสัญญาณอะนาล็อก และยังสามารถกรองเอาสัญญาณข้อมูลออกได้โดยไม่มีผลกระทบต่อสัญญาณอนาลอก



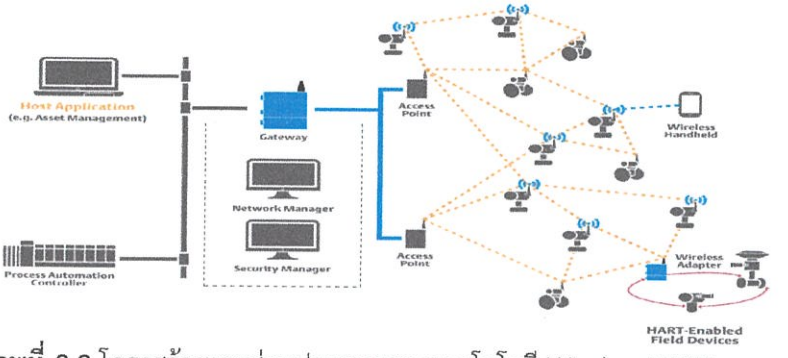
ภาพที่ 2.1 สัญญาณอนาล็อกกับสัญญาณของHART

ประโยชน์ของการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีการสื่อสารแบบฮาร์ทโปรโตคอล

- ใช้วงรอบกระแส 4~20 mA ร่วมกับโมดูลอนาล็อก
- ฮาร์ทโปรโตคอลสื่อสารแบบดิจิตอลสามารถใช้ร่วมกับการประมวลผลใน PLC
- ใช้พลังงานต่ำ สิ่งที่สำคัญก็คือสามารถใช้ในบริเวณพื้นที่ที่เป็นอันตรายได้
- ฟังก์ชั่นการทำงานของฮาร์ทส่งผลทำให้อุปกรณ์วัด มีขอบเขตการใช้งานที่กว้างมากขึ้น
- สามารถแก้ไขพารามิเตอร์ของอุปกรณ์วัด ในขณะ On Line ผ่าน Engineering Tool ได้

2.3 โครงสร้างและส่วนประกอบของเทคโนโลยี WirelessHART

โครงสร้างและส่วนประกอบของเทคโนโลยี WirelessHART ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก



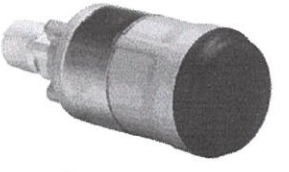
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของเทคโนโลยี WirelessHART

2.3.1 WirelessHART Device

ภาพที่ 2.3 ลักษณะอุปกรณ์ WirelessHART

WirelessHART Device คือ อุปกรณ์ที่มีการวัดและควบคุมกระบวนการผลิต โดยจะมีการติดต่อ สื่อสาร และรับส่งข้อมูลกันโดยผ่านระบบเครือข่ายไร้สายที่มีย่านความถี่อยู่ที่ 2.4 GHz

2.3.2 WirelessHART Adapter



ภาพที่ 2.4 อุปกรณ์ WirelessHART Adapter

WirelessHART Adapter คือ อุปกรณ์เสริมที่มีคุณสมบัติในการทำให้อุปกรณ์ WireHART ธรรมดา สามารถที่จะสื่อสารออกมาในลักษณะของการส่งสัญญาณแบบไร้สายได้ เพื่อที่จะทำให้ตัวมันสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ WirelessHART ตัวอื่นๆได้ โดยจะต้องมีการสื่อสารด้วยฮาร์ทโปรโตคอลด้วยกันเท่านั้น

2.3.3 Wireless Gateway

ภาพที่ 2.5 อุปกรณ์ WirelessHART Gateway

Wireless Gateway คืออุปกรณ์ที่เป็นเสมือนจุดต่อเชื่อมของเครือข่ายทำหน้าที่เป็นทางผ่านสู่ระบบเครือข่ายต่างๆ บนอินเทอร์เน็ตที่ใช้เทคโนโลยีของ WirelessHART ในย่านความถี่ 2.4 GHz ซึ่งให้เสถียรภาพการสื่อสารระดับสูงด้วย Mesh Topology โดยเครื่องมือวัดแต่ละตัว มีความสามารถในการหาเส้นทางที่ดีที่สุดด้วยตัวเอง จึงเรียกเทคโนโลยีนี้ว่า Smart Wireless Gateway

2.3.4 Host System

ภาพที่ 2.6 อุปกรณ์ Host System

Host System คือระบบที่มีความสามารถในการสื่อสาร ทั้งในด้านของการรับและส่งข้อมูลกับ Wireless Gateway เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตต่อไป ในที่นี้อาจจะเป็น DCS, PLC, RTU, Data Historian และ Asset Management Software เป็นต้น

2.4 หลักการทำงานของเทคโนโลยี WirelessHART

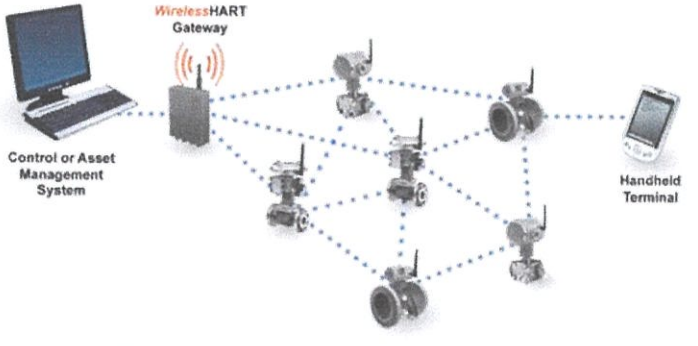
เนื่องจากเทคโนโลยี WirelessHART มีความสามารถในเรื่องของจำนวน และปริมาณของข้อมูลในการรับและส่ง อีกทั้งความสามารถของเครือข่ายที่มากขึ้น ทำให้เทคโนโลยีระบบเครือข่ายแบบไร้สายในอุตสาหกรรม (Industrial Wireless LAN-IWLAN) มีการเติบโตอย่างมากโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่เน้นระบบงานอัตโนมัติ

2.4.1 การทำงานของเทคโนโลยี WirelessHART

WirelessHART เป็นเทคโนโลยีสำหรับการตรวจจับสัญญาณ แบบ Peer-to-Peer โดยใช้เครือข่ายไร้สาย ทำให้สามารถเพิ่มความสามารถสื่อสารแบบไร้สายให้แก่อุปกรณ์และระบบฮาร์ทของเดิม

เทคโนโลยีนี้มีย่านความถี่ที่ 2.4 GHz โดยให้ความปลอดภัยและการเชื่อมต่อที่มีการป้องกัน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลที่ถูกส่งทุกๆ แพ็กเก็ตถูกส่งในเวลาที่ข้อมูลนั้นเกิดขึ้นจริง แน่นอนโปรโตคอลนี้ยังทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีแบบไร้สายได้เร็วและง่ายขึ้น ขณะเดียวกันยังคงความสอดคล้องและทำงานร่วมกันกับอุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบเดิมที่เป็นฮาร์ทที่ใช้อยู่เดิมได้ WirelessHART โปรโตคอลเป็นมาตรฐานแบบเปิดที่ถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ตรวจ จับสัญญาณที่เชื่อมต่อที่วงรอบกระแส 4~20 mA และให้อัตราการส่งข้อมูลที่ความเร็ว 250 Kbps เป็นมาตรฐานที่มีการสอดคล้องทางเวลา มีการจัดการตัวเอง และรักษาตัวเองได้ และคุณสมบัติอื่นๆ อีกที่รวมกันทำให้เทคโนโลยีนี้มีความมั่นคงถึง 99.9% สำหรับการเชื่อมต่อแบบ End-to-End ในทุกๆสภาพแวดล้อมทางอุตสาหกรรม มี Chan-nel Hopping เพื่อหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวนและทำให้สามารถทำงานร่วมกับเครือข่ายไร้สายอื่นๆที่อยู่ด้วยกันได้โดยที่ไม่เกิดผลกระทบหรือการรบกวนใดๆ เนื่องจากมี Clear Channel Assessments Test สำหรับช่องสัญญาณต่างๆ ที่มีอยู่ ขณะเดียวกันมีระบบจัดการหลีกเลี่ยงช่องสัญญาณที่ถูกใช้บ่อยๆ เพื่อให้ใช้แบนด์วิดธ์และ Radio Time ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ มีเทคโนโลยี Time Synchronization ทำให้ส่งข้อมูลที่เกิดขึ้นตามเวลาที่มันเป็นจริง และการมี Self-Healing Network Topology ทำให้การขาดของสัญญาณหรือการล่มในจุดใดๆ ไม่ส่งผลกระ ทบแก่การส่งข้อมูล อุปกรณ์แต่ละอันในเครือข่ายสามารถทำหน้าที่เป็นเราเตอร์ (Router) สำหรับการส่งข้อมูลให้แก่อุปกรณ์อื่นในเครือข่ายเดียวกัน นั้นหมายความว่าอุปกรณ์แต่ละอันไม่จำเป็นต้องสื่อสารโดยตรงกับ Gateway แต่สามารถส่งข้อมูลของมันไปยังอุปกรณ์อื่นๆ ที่อยู่ใกล้สุดได้ เป็นการเพิ่มขนาดของเครือข่ายและเพิ่มช่องทางสำรอง ทำให้เกิดความมั่นคงของระบบสูงขึ้น ความปลอดภัยมีความสำคัญในอุตสาหกรรมนี้เช่นกัน Wireless HART ให้ระดับความปลอดภัยสูงที่สุดเท่าที่มีในการทำการเข้าระหัสแบบ 128 bit AES และมีกุญแจเฉพาะให้แต่ละข้อมูล รวมทั้งการกำหนดสิทธิสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ อีกด้วย

2.4.2 โครงข่ายและรูปแบบการรับและส่งข้อมูล



ภาพที่ 2.7 โครงข่ายและรูปแบบการรับและส่งข้อมูล

โครงข่ายของเทคโนโลยี WirelessHART เป็นมาตรฐานที่พัฒนามาจากมาตรฐาน IEEE 802.11a/ b/g และ n ที่ใช้ในการส่งสัญญาณที่ความเร็วตั้งแต่ 54 Mbit/s ไปจนถึงหลายร้อย Mbit/s เทคโนโลยีนี้อยู่บนย่านความถี่ 2.4 GHz ที่ใช้ในเทคโนโลยีอื่นๆ เช่น WiFi หรือ Bluetooth และรวมทั้ง

ZigBee โดยให้ความปลอดภัยและการเชื่อมต่อที่มีการป้องกัน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลที่ถูกส่งทุกๆ แพ็กเก็ตถูกส่งในเวลาที่ข้อมูลนั้นเกิดขึ้นจริง แน่นอน Protocols นี้ยังทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีแบบไร้สายได้เร็วและง่ายขึ้น ขณะเดียวกันยังคงความสอดคล้องและทำงานร่วมกันกับอุปกรณ์ เครื่องมือและระบบเดิมที่เป็นฮาร์ทที่ใช้อยู่เดิมได้

อุปกรณ์แต่ละตัวมีรูปแบบการสื่อสารกันในลักษณะโครงข่ายร่างตาข่าย ที่สามารถติดต่อสื่อสารกันเองได้ทั้งหมด โดยไม่จำเป็นว่าจะต้องส่งข้อมูลผ่านระหว่างตัวมันกับ Gateway เท่านั้น คืออุปกรณ์แต่ละตัวสามารถทำหน้าที่เป็น Repeater ในตัวมันเองได้ โดยตัวมันจะเลือกส่งต่อข้อความไปยังอุปกรณ์ที่ใกล้เคียงที่สุดหรือมีความเข้มของสัญญาณสูงสุด

สัญญาณทั้งหมดของอุปกรณ์ทุกตัวที่วิ่งเข้ามายัง Gateway จะถูกจัดระเบียบเส้นทางเดินของสัญญาณโดยซอฟแวร์ที่มีชื่อว่า Network Manager โดย Network Manager จะเป็นตัวที่คอยตรวจเช็คอยู่ตลอดเวลาว่าเส้นทางทุกทางยังคงสมบูรณ์ ไม่ขาดการเชื่อมต่อ และในกรณีที่สัญญาณที่ส่งผ่านมายังช่องทางหลักเกิดอุปสรรคหรือมีสิ่งกีดขวาง ก็จะมีการเปลี่ยนไปใช้เส้นทางที่มีความสมบูรณ์กว่าแบบอัตโนมัติ

การสื่อสารกันในลักษณะโครงข่ายร่างตาข่ายช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในเรื่องของการส่งสัญญาณ ตราบใดที่อุปกรณ์ยังอยู่ในช่วงที่ยังสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ได้แค่เพียงหนึ่งตัว เพียงเท่านี้เครือข่ายก็สามารถที่จะติดต่อสื่อสารกันได้

2.4.3 ระยะการรับและส่งข้อมูล

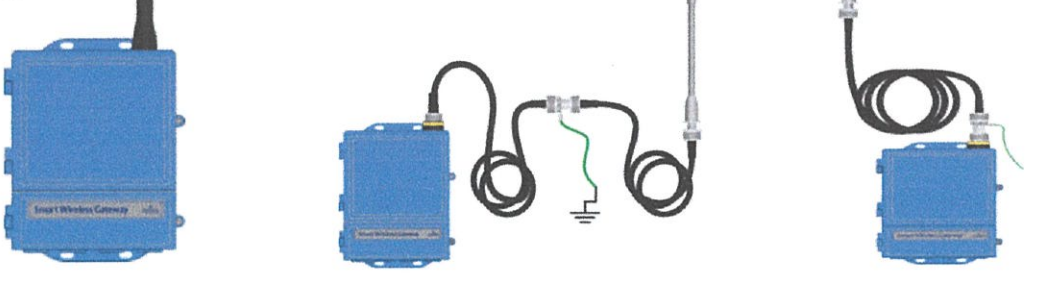
ระยะการรับส่งข้อมูลหลักๆขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัย

1. ชนิดเสาอากาศของตัวอุปกรณ์

อุปกรณ์ไร้สายสามารถเลือกเสาอากาศได้หลายประเภท เสาอากาศมีความจำเป็นในบางกรณีสำหรับในเรื่องของเส้นทางและระยะทางในการส่ง ในกรณีที่เสาอากาศมีความจำเป็นเพราะจุดที่ต้องการวัดไม่ได้อยู่ในสถานที่ที่เหมาะสม อาจจะต้องทำการดัดแปรงหรือประยุกต์การใช้งานใหม่ โดยเสาอากาศมีได้ประเภท อาทิเช่น

Gateway มีรูปแบบของเสาอากาศทั้งหมด 3 รูปแบบ

1) External มีระยะการส่ง 228 เมตร
2) Remote มีระยะการส่ง 228 เมตร
3) Hi Gain Remote มีระยะการส่ง 1000 เมตร

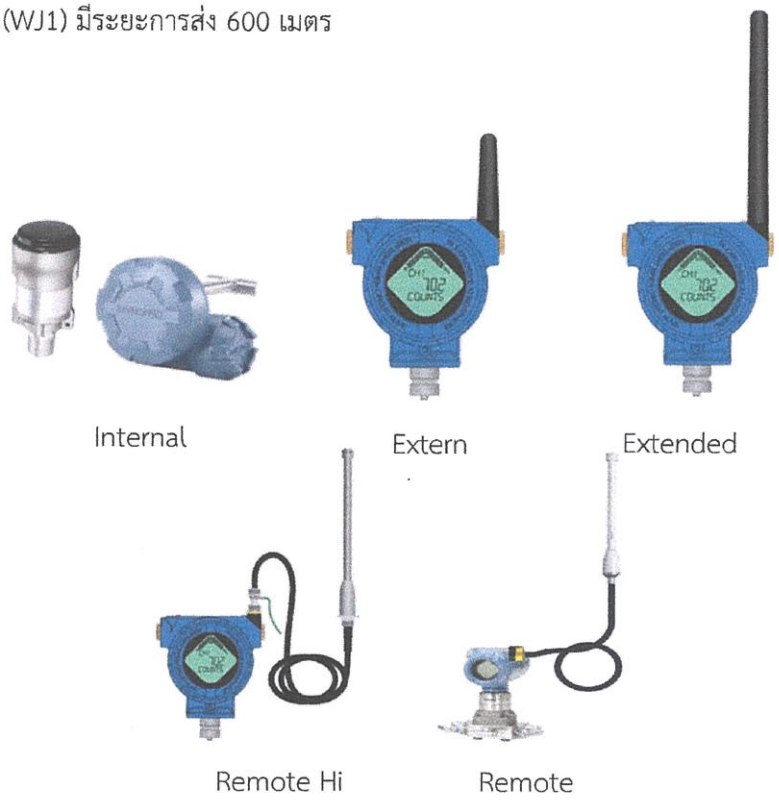


External Remote Hi Gain Remote

ภาพที่ 2.8 รูปแบบเสาอากาศ Gateway

WirelessHART Device มีรูปแบบของเสาทั้งหมด 5 รูปแบบ

1) Internal มีระยะการส่ง 228 เมตร
2) External มีระยะการส่ง 228 เมตร
3) Extended Range มีระยะการส่ง 800 เมตร
4) Remote Hi Gain มีระยะการส่ง 1000 เมตร
5) Remote (WJ1) มีระยะการส่ง 600 เมตร



ภาพที่ 2.9 รูปแบบเสาอากาศ WirelessHART

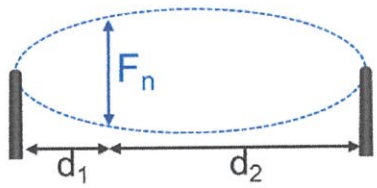
2. รูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์

ระยะการส่งจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของการติดตั้งอุปกรณ์ เนื่องจากลักษณะการแพร่กระจายของคลื่นวิทยุของสายอากาศจะมีคุณสมบัติในทางทฤษฎีจะมีรูปลักษณะการกระจายไปเป็นแบบแนวนอนตั้งฉากกับตัวของเสาอากาศ

ภาพที่ 2.10 รูปแบบลักษณะการกระจายของสัญญาณ

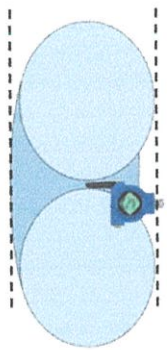
โดยที่เราสามารถคำนวณมุมและระยะทางการส่งได้จากสูตร

$$F_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$



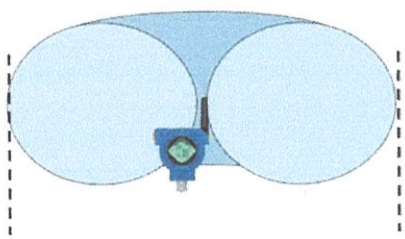
ฉะนั้นจะสามารถวางอุปกรณ์ได้ 2 รูปแบบดังตัวอย่างข้างล่าง จากตัวอย่างจะเห็นว่ารูปแบบการวางอุปกรณ์มีผลต่อระยะทางการส่ง

1. แนวตั้ง (Vertical) สัญญาณจะแพร่ในรูปแบบตั้งฉากกับพื้นดิน



ภาพที่ 2.11 รูปแบบลักษณะการแพร่ในรูปแบบตั้งฉากกับพื้นดิน

2. แนวนอน (Horizontal) สัญญาณจะแพร่ในรูปแบบขนานกับพื้นดิน



ภาพที่ 2.12 รูปแบบลักษณะการแพร่ในรูปแบบขนานกับพื้นดิน

3. อุปสรรคและสิ่งกีดขวาง

ในกรณีที่มีอุปสรรคและสิ่งกีดขวางจะทำให้สัญญาณถูกลดทอนหายไป โดยรูปแบบของอุปสรรคนั้นมีด้วยกัน 3 รูปแบบ

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

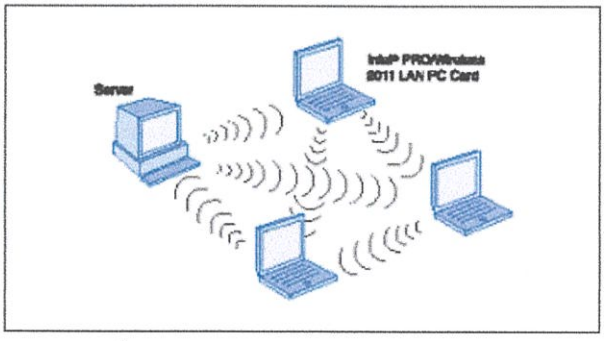
1) การดูดกลืน (Absorption) อาทิเช่น ฝน กระจก ต้นไม้ ใบไม้
2) การสะท้อน (Reflection) อาทิเช่น เหล็ก และโลหะชนิดต่างๆ
3) การเลี้ยวเบน (Diffraction) อาทิเช่น Bending of waves around corners

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าการลดทอนสัญญาณสำหรับวัสดุชนิดต่างๆ

ประเภทของสิ่งกีดขวาง	ค่าการลดทอนสัญญาณ	ตัวอย่าง
อากาศ	ไม่มีผล	พื้นที่เปิด ,ลานกว้าง
ไม้	น้อย	ประตู, ฝ้า, partition
พลาสติก	น้อย	ผนังกั้นห้องที่ทำมาจากพลาสติก
กระจก	น้อย	กระจก
กระจกติดฟิล์ม	ปานกลาง	กระจกติดฟิล์ม
น้ำ	ปานกลาง	Aquarium, fountain
สิ่งมีชีวิต	ปานกลาง	คน ,สัตว์
อิฐ	ปานกลาง	กำแพง
ปูนปลาสเตอร์	ปานกลาง	ผนังกั้นห้องที่ทำมาจากปูนปลาสเตอร์
เซรามิค	สูง	กระเบื้อง
กระดาษ	สูง	ม้วนกระดาษ
คอนกรีต	สูง	ผนังกั้นห้องที่ทำมาจากคอนกรีต ,กำแพงคอนกรีต
กระจกกันกระสุน	สูง	กระจกกันกระสุน
โลหะ	สูงมาก	คอนกรีตเสริมเหล็ก, ตู้โลหะ

2.4.4 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สาย

1. Peer-to-peer (Ad-Hoc Mode)

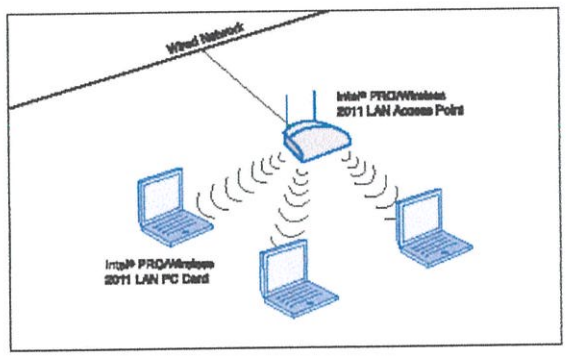


ภาพที่ 2.13 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Peer-to-Peer

148599

รูปแบบการเชื่อมต่อระบบแลนไร้สายแบบ Peer to Peer เป็นลักษณะการเชื่อมต่อแบบโครงข่ายโดยตรงระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 เครื่องหรือมากกว่านั้น เป็นการใช้งานร่วมกันของ Wireless Adap-ter Cards โดยไม่ได้มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบใช้สายเลย โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะมีความเท่าเทียมกัน สามารถทำงานของตนเองได้และขอใช้บริการเครื่องอื่นได้เหมาะสำหรับการนำมาใช้งานเพื่อจุดประสงค์ในด้านความรวดเร็วหรือติดตั้งได้โดยง่ายเมื่อไม่มีโครงสร้างพื้นฐานที่จะรองรับ ยกตัวอย่างเช่น ในศูนย์ประชุม หรือการประชุมที่จัดขึ้นนอกสถานที่

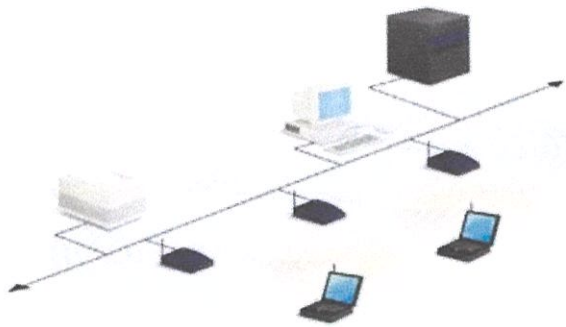
2. Client/server (Infrastructure mode)



ภาพที่ 2.14 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Client/Server

ระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Client /Server หรือ Infrastructure Mode เป็นลักษณะการรับส่งข้อมูลโดยอาศัยจุดเชื่อมต่อ (Access Point (AP)) หรือเรียกว่า “Hot Spot” ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่ายแบบใช้สายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client) โดยจะกระจายสัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อรับ-ส่งข้อมูลเป็นรัศมีโดยรอบเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในรัศมีของ AP จะกลายเป็นเครือข่ายกลุ่มเดียวกันทันที โดยเครื่องคอมพิวเตอร์จะสามารถติดต่อกัน หรือติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์เพื่อแลกเปลี่ยนและค้นหาข้อมูลได้ โดยต้องติดต่อผ่าน AP เท่านั้น ซึ่ง AP 1 จุด สามารถให้บริการเครื่องลูกข่ายได้ถึง 15~50 อุปกรณ์ ของเครื่องลูกข่ายเหมาะสำหรับการนำไปขยายเครือข่ายหรือใช้ร่วมกับระบบเครือข่ายแบบใช้สายเดิมในออฟฟิต ห้องสมุด หรือในห้องประชุมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากขึ้น

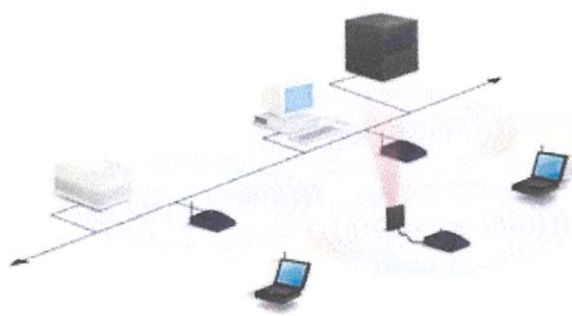
3. Multiple access points and roaming



ภาพที่ 2.15 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สายแบบMultiple Access Points and Roaming

โดยทั่วไปแล้ว การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับจุดเชื่อมต่อของเครือข่ายไร้สายจะอยู่ในรัศมีประมาณ 500 ฟุต ภายในอาคาร และ 1000 ฟุต ภายนอกอาคาร หากสถานที่ที่ติดตั้งมีขนาดกว้างมากๆ เช่นคลังสินค้า บริเวณภายในมหาวิทยาลัย สนามบิน จะต้องมีการเพิ่มจุดการติดตั้ง AP ให้มากขึ้น เพื่อ ให้การรับส่งสัญญาณในบริเวณของเครือข่ายขนาดใหญ่ เป็นไปอย่างครอบคลุมทั่วถึง

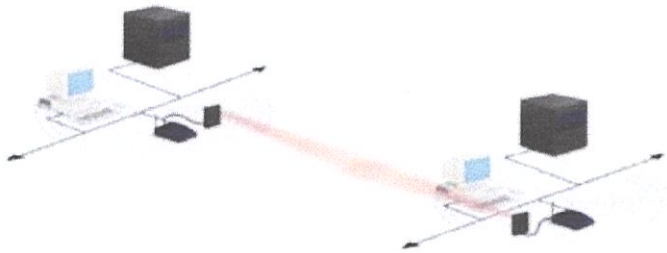
4. Use of an Extension Point



ภาพที่ 2.16 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Extension Point

กรณีที่โครงสร้างของสถานที่ติดตั้งเครือข่ายแบบไร้สายมีปัญหาผู้ออกแบบระบบอาจจะใช้ Exten-sion Points ที่มีคุณสมบัติเหมือนกับจุดเชื่อมต่อแต่ไม่ต้องผูกติดไว้กับเครือข่ายไร้สาย เป็นส่วนที่ใช้เพิ่มเติมในการรับส่งสัญญาณ

5. The Use of Directional Antennas



ภาพที่ 2.17 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Directional Antennas

ระบบแลนไร้สายแบบนี้เป็นแบบใช้เสาอากาศในการรับส่งสัญญาณระหว่างอาคารที่อยู่ห่างกัน โดยการติดตั้งเสาอากาศที่แต่ละอาคาร เพื่อส่งและรับสัญญาณระหว่างกัน

2.4.5 เทคนิคการสื่อสารข้อมูล

โดยทั่วไปแล้วระบบเครือข่ายไร้สายที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันจะใช้เทคโนโลยีในการส่งสัญญาณอยู่ 2 ประ เภท) คือ 1) ประเภทที่ใช้สัญญาณคลื่นความถี่วิทยุซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบคือ Narrow Band และ Spread Spec-trum และ 2) ประเภทที่ใช้สัญญาณอินฟราเรดในการติดต่อรับ-ส่งขอมูลโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. Narrow Band Technology ระบบวิทยุแบบความถี่แคบเป็นการรับ-ส่งสัญญาณคลื่นวิทยุบนความถี่เฉพาะ โดยคลื่นความถี่ดังกล่าวเป็นที่รู้จักในชื่อของแถบความถี่ ISM (Industrial Scientific/Medical) ที่มีความถี่แบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 902 MHz ถึง 928 MHz, 2.14 MHz ถึง 2.484 และ 5.725 MHz ถึง 5.850 MHz สัญญาณจะมีกำลังต่ำ (โดยทั่วไปประมาณ 1 มิลลิวัตต์) และใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างต้นทางกับปลายทางเพียง 1 คู่เท่านั้น และไม่สามารถส่งสัญญาณข้ามโหนดไปมาได้ การส่งข้อมูลแบบนี้เปรียบได้กับคู่สายโทรศัพทที่สามารถคุยได้เฉพาะต้นทางกับปลายทางแต่ไม่สามารถคุยพร้อมกันได้หลายๆคน ข้อจำกัดของการใช้สัญญาณแบบนี้คือจะต้องขออนุญาตจาก FCC (Federal Communication Committee) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่กำหนดความถี่ในการใช้สัญญาณคลื่นวิทยุแบบ Narrow Band นี้

2. Spread Spectrum Technology ระบบเครือข่ายไร้สายส่วนใหญ่นิยมใช้เทคนิค Spread Spectrum Technology ซึ่งใช้ความถี่ที่กว้างกว่า Narrow Band Technology เทคนิคนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในกิจการทางทหาร ซึ่งต้องการความเชื่อถือได้ในระดับสูงมากในระหว่างการรบ ข้าศึกอาจใช้อุปกรณ์อิเล็ก ทรอนิกส์ดักฟังสัญญาณ เพื่อขโมยความลับหรือรบกวนการทำงาน แต่ในระบบนี้การส่งสัญญาณถูกส่งออกไปหลายความถี่พร้อมกันจึงทำให้การดักฟังเป็นไปได้ยากขึ้น รวมทั้งการรบกวนการสื่อสารก็ยากมากขึ้นด้วย เพราะจะต้องค้นหาคลื่นความถี่ทั้งหมดให้ได้โดยการส่งสัญญาณจะใช้แถบความถี่ ISM ที่ช่วงความถี่ระหว่าง 902~928 MHz และ 2.4~2.484 GHz เทคนิค Spread Spectrum สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ Direct Sequence และ Frequency Hopping

3. Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) Direct Sequence Spread Spectrum เป็นเทคนิคที่ยังใช้คลื่นพาหะที่ต้องระบุความถี่ที่ใช้ สามารถส่งข้อมูลได้มากกว่าแบบ Narrow Band ข้อมูลจะถูกกระจายให้ช่วงความถี่กว้างขึ้น (RF Bandwidth) ในรูปแบบของรหัสเฉพาะ รูปแบบของรหัส

เฉพาะที่เป็นที่รู้จักกันดีคือ Pseudo-noise Sequence หรือ PN Sequence รูปแบบนี้จะใช้การเข้ารหัสในวิธีพิเศษ โดยการแปลงเลขฐานสองแต่ละบิทในข้อมูลดั้งเดิมที่จะส่งไปให้อยู่ในรูปแบบเลขฐานสองที่มีความยาวเพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ข้อมูลเลขฐานสองของ 1 อาจจะถูกแปลงเป็น 0010010101 และข้อมูล 0 จะถูกแปลงเป็น Inverse ของ 1 คือ 1101101010 แล้วข้อมูลที่แปลงแล้วเหล่านี้จะถูกส่งไปพร้อมๆกัน ในลักษณะขนาน ซึ่งหากผู้รับสามารถจดจำรูปแบบการแปลงข้อมูลได้ก็จะถูกส่งไป โดยที่สัญญาณรบกวนไม่สามารถทำให้ข้อมูลเสียหายไปได้หรือหากรูปแบบที่ส่งไปเกิดผิดพลาดไปไม่ว่าจะด้วยสาเหตุใดก็ตาม ทางฝ่ายรับก็สามารถที่จะใช้เทคนิคในทางสถิติเพื่อกู้ข้อมูลที่ผิดพลาดไปให้กลับคืนมาได้ วิธีนี้จะใช้ในมาตรฐาน IEEE802.11 และ IEEE802.11b ผู้ผลิตระบบเครือข่ายไร้สายส่วนใหญ่จะเลือกใช้วิธีการนี้ เพราะว่าเป็นวิธีที่เหมาะมากกว่าวิธีอื่นในสภาพแวดล้อมที่มีการแทรกสอดรบกวนจากคลื่นวิทยุอื่นๆอย่างรุนแรง นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ตัดสินใจได้ว่าจะทำการจัดสรรแถบความถี่ในการส่งข้อ มูลอย่างไรบ้าง เช่น อาจจัดแบ่งแถบความถี่เป็นช่วงย่อยหลายช่วง เพื่อใช้ส่งข่าวสารหลายชิ้นไปพร้อมกัน

4. Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) การส่งสัญญาณรูปแบบนี้จะใช้ความถี่แคบพาหะเพียงความถี่เดียว (Narrow Band) และจะเปลี่ยนแปลงความถี่ (กระโดด) ไปมาอย่างต่อเนื่องในลักษณะหรือรูปแบบที่เป็นที่เข้าใจตรงกันระหว่างเครื่องส่งกับเครื่องรับ สามารถทำงานประสานกันได้แล้ววิธีการส่งแบบนี้ป้องกันสัญญาณรบกวนที่เกิดจากความถี่ข้างเคียงได้เป็นอยางดี เพราะว่าความถี่จะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา อันจะทำให้เกิดความปลอดภัยของข้อมูลสูงมากขึ้น ผู้ผลิตระบบเครือข่ายเฉพาะที่ไร้สายแบบ Frequency Hopping ให้ความเห็นว่าการส่งข้อมูลวิธีนี้สามารถส่งข้อมูลไปพร้อมๆกันหลายช่องสัญญาณได้ ด้วยการกำหนดให้มีรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงหลายๆ รูปแบบทำงานไปพร้อมกัน ซึ่งจะทำสามารถใช้ประโยชน์แถบความถี่ได้ดีกว่าและทำให้เครือข่ายมีประสิทธิภาพสูงกว่า ในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งนั้นการนำไปใช้งานจะเป็นตัวกำหนดว่า ถ้าคำนึงถึงปัญหาทางด้านประสิทธิภาพและคลื่นรบกวนก็ควรใช้วิธี DSSS ถ้าต้องการใช้อะแดปเตอร์ไร้สายขนาดเล็กและราคาไม่แพง สำหรับเครื่องโน้ตบุค หรือเครื่อง PDA ก็ควรเลือกแบบ FHSS

5. Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM) เทคนิคนี้ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มความ เร็วในการส่งข้อมูลในมาตรฐานใหม่ๆ ของระบบเครือขายไร้สาย คือ IEEE 802.11a และ 802.11g การส่งสัญญาณคลื่นวิทยุแบบนี้เป็นการมัลติเพล็กสัญญาณ โดยช่องสัญญาณความถี่จะถูกแบ่งออกเป็นความถี่พาหะย่อย (Subcar-rier) หลายๆความถี่ โดยแต่ละความถี่พาหะย่อยจะตั้งฉากซึ่งกันและกัน ทำให้มันเป็นอิสระต่อกัน ความถี่ที่คลื่นพาหะที่ตั้งฉากกันนั้น ทำให้ไม่มีปัญหาการซ้อนทับกันของสัญญาณที่อยู่ติดกัน OFDM เป็นเทคนิคการมัลติเพล็กโดยการแบ่งความถี่ เมื่อช่องความถี่ถูกแบ่งออกเป็นขนาดเล็กๆ N ช่อง แต่ละช่องมีขนาดเท่ากับขนาดของสัญลักษณ์ดิจิตอล (Bit Rate) ทางด้านส่งจะมีสัญญาณดิจิตอลความเร็วสูงที่ถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มข้อมูลย่อยๆ ที่มีความถี่ต่ำกว่าจะถูกมอดูเลตกับสัญญาณพาหะย่อย 1 สัญญาณ และนำสัญญาณทั้งหมดส่งขนานกันออกไป รูปแบบในการมอดูเลตสัญญาณพาหะย่อยที่นิยมทั่วไปได้แก่ QAM, 16 QAM หรือ 64 QAM เป็นต้น ใน OFDM กลุ่มของข้อมูลจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปขนานกันโดยการมอดูเลตกับสัญญาณพาหะย่อย ดังนั้นจะกลายมาเป็นสัญญาณบนแกนความถี่ ซึ่งการแปลงสัญญาณกลับให้อยู่บนแกนเวลาอีกครั้งโดยการแปลงกลับฟาสท์ฟูเรียร์ (IFFT) จากนั้นจะสัญลักษณ์บนแกนเวลาจะถูกมัลติเพล็กเข้าด้วยกันให้เป็นอนุกรมของสัญญาณ แล้วจึงส่งสัญญาณออกไปทางเสาอากาศ หลังจากการมอดูเลตแบบ OFDM จะมีการสอดแทรกช่วง

แถบป้องกันแคบๆ เพื่อลดสัญญาณรบกวนระหว่างสัญลักษณ์ (Inter Symbol Interference: ISI) ที่เกิดจากสัญญาณหลายเส้นทาง (Multi-path) เราเรียกแถบป้องกันแคบๆนี้ว่าการเสริมไซคริก (Cyclic Prefix) ส่วนในเครื่องรับจะดำเนินกระบวนการตรงข้ามกับเครื่องส่ง ในเครื่องรับจะใช้การแปลงฟาสท์ฟูเรียร์แปลงสัญญาณที่อยู่บนแกนเวลาไปเป็นแถบความถี่สมมูลย์ ข้อดีของ OFDM คือสามารถใช้งานแถบความถี่ในระบบที่เคยใช้สัญญาณพาหะเดี่ยวได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ (Spec-tral Efficiency) สามารถป้องกันผลกระทบจากการเคลื่อนที่ของสัญญาณหลายเส้นทาง (Immunity to Muti-path) และมีความไวต่อการเลื่อนหายไปของความถี่ที่เลือก (Less Sensitivity to Frequency Selective Fading)

6. Infrared Technology ลำแสงอินฟราเรด (Infrared : IR) เป็นส่วนหนึ่งของสเปกตรัมแม่เหล็ก ไฟฟ้าอยู่ในย่านความถี่ของแสงที่อยู่ต่ำกว่าแสงสีแดงที่ตาของคนเราจะไม่สามารถมองเห็น ลำแสงที่มีความถี่ระดับนี้เป็นลำแสงอีกชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อการสื่อสารที่ใช้ในระยะใกล้ ตัวอย่างของการใช้ลำแสงอินฟราเรดที่พบได้ในชีวิตประจำวันได้แก่ อุปกรณ์ควบคุมระยะไกลแบบไร้สาย (Wireless Remote Control) ที่ใช้ควบคุมเครื่องรับโทรทัศนเครื่องเล่นวีดีโอ เครื่องเสียงและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในระบบคอมพิวเตอร์เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์บางชนิดได้ใช้ลำแสงอินฟราเรด เพื่อการติดต่อสื่อสารระหว่างกันแบบจุดต่อจุด เช่น คอมพิวเตอรโน้ตบุค เครื่องคอมพิวเตอรมือถือ (Handheld) หรือเครื่องขนาดฝามือ (Palmtop) จะมีพอร์ตอินฟราเรดเพื่อรับส่งข้อมูลออกไปยังเครื่องพิมพ์ ซึ่งเครื่องพิมพ์แบบเลเซอรสำหรับสำนักงานบางรุ่นจะรับข้อมูลผ่านทางพอร์ตอินฟราเรด คุณสมบัติเด่นของคลื่นอินฟราเรดและคลื่นสั้นคือ เดินทางเป็นแนวตรง และราคาถูก แต่คลื่นประเภทนี้ไม่สามารถเดินทาง ผ่านวัตถุหรือสิ่งกีดขวางได้ ซึ่งเป็นข้อดีคือสามารถนำอุปกรณที่ใช้คลื่นอินฟราเรดมาใช้ในห้องทำงานที่อยู่ติดกันได้ แม้ว่าอุปกรณ์ทั้งสองชิ้นนั้นจะใช้ความถี่เดียวกัน ยิ่งกว่านั้นอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นอินฟราเรดยังปลอดภัยต่อการถูกดักสัญญาณด้วย คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้คลื่นอินฟราเรดสามารถนำมาใช้ในการสื่อสารในระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณได้เป็นอย่างดี

2.4.6 เทคนิคความปลอดภัยป้องกันเครือข่ายไร้สาย

เรื่องที่เป็นสิ่งที่ต้องกังวลและพิจารณาถึงมากที่สุดเรื่องหนึ่งของการติดต่อสื่อสารแบบไร้สาย คือเรื่องของความป้องกันการโจรกรรมข้อมูล ซึ่งถึงว่าเป็นเรื่องที่สำคัญมากยิ่งกว่าในกรณีของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้สายต่อทั่วไป เนื่องจากการเปิดกว้างของเครือข่ายซึ่งผู้ใดก็ตามที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ NIC ต่างก็มีโอกาสเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้เท่าเทียมกัน ไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายที่ตั้งใจเปิดให้บริการกับสาธารณะไปจนถึงเครือข่ายเฉพาะองค์กรเครือข่าย LAN ทั่วไปที่ใช้สายสัญญาณในการเชื่อมต่อจะมีความปลอดภัยมากกว่าเนื่องจากผู้ดูแลระบบสามารถควบคุมพอร์ตเชื่อมต่อได้ตามความต้องการ ดังนั้นจึงมีการวางข้อกำหนดต่างๆขึ้นสำหรับเครือข่ายไร้สาย โดยมีจุดประสงค์เพื่อป้องกันการลักลอบจารกรรมข้อมูลภายในเครือข่ายส่วนบุคคลแนวทางในการรักษาความปลอดภัยที่สามารถเลือกใช้ได้มีอยู่หลายประการด้วยกัน ใช้ขีดความสามารถของมาตรฐาน IEEE 802.11 โดยจำกัดการติดต่อเข้าสู่ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง ทั้งนี้พิจารณาจากเลขหมาย SSID (Service Set Identifier) รวมกับแอดเดรส MAC (Media Access Control) นอกจากนั้นยังสามารถใช้คุณสมบัติ WEP (Wired Equivalent Privacy) รายละเอียดอย่างคร่าวๆ ของการรักษาความปลอดภัยในลักษณะนี้ก็คือการกำหนดระดับการรักษา

ความปลอดภัยให้กับอุปกรณ์ AP (Access Point) แต่ละชุดโดยอ้างอิงแอดเดรส MAC ซึ่งเป็นหมายเลขเฉพาะที่ถูกกำหนดตายตัวให้กับอุปกรณสื่อสารต่างๆ บนเครือข่าย LAN โดยผู้ผลิตอุปกรณ์ วิธีการคือ

1. ต้องทำการ Authentication Process ในการติดต่อกันบน WLAN โดยสร้างแบบแผนการรับ รองยืนยันบนพื้นฐานของ EAP (Extensible Authentication Protocol) ให้การรับรองยืนยันซึ่งกันและกัน ระหว่างการ์ด Client และ Server RADIUS (Remote Authentication Dial-in User Service)

2. การออกนโยบายการรับรองยืนยัน โดยป้องกันการแทรก Packet ที่เข้าไปในระบบเครือข่าย LAN ขององค์กร โดยใช้มาตรฐาน IEEE802.11 WEP ป้องกันการแทรก Packet ไปใน Traffic ใน Network ขององค์กร จุดไหนที่มี Traffic ควรจะมีตัวดักตรวจสอบ เช่น IDS (Intrusion Detection System) ไว้ตรวจจับความไม่ชอบมาพากลของ Packet อีกทางด้วย ซึ่งส่วนนี้ควรจะมีทั้ง NIDS และ HIDS Network IDS และ Host IDS ตามลำดับ

3. การเข้ารหัสลับ (Encryption) ในการส่งข้อมูล ควรมีการเข้ารหัสไว้ ไม่ควรส่งผ่านข้อมูลผ่านการส่งสัญญาณไร้สายเป็นชนิด Plaintext เนื่องจากอาจโดนดักจับข้อมูล โดยการใช้ Sniffer ได้ไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายไร้สายหรือไม่ไร้สายก็ตาม

2.4.7 แนวโน้มของระบบเครือข่ายไร้สาย

ในช่วง 10 ปีที่ผานมาเทคโนโลยีระบบเครือข่ายมีการพัฒนาที่รวดเร็ว และมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยน แปลงไปไม่หยุดยั้ง ในอนาคตอันใกล้นี้อาจจะได้เห็นระบบเครือข่ายไร้สายที่ทำงานได้รวดเร็วขึ้น เนื่องจากการพัฒนาในเทคนิคการมอดูเลต (Modulate) สัญญาณคลื่นวิทยุและการพัฒนาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์ในระดับพื้นฐานก็ยังมีส่วนช่วยกระตุ้นให้ระบบเครือข่ายไร้สายพัฒนาไปได้อย่างรวดเร็ว อย่างเช่น คลื่นความถี่วิทยุที่สร้างจากสาร Galliumarsenide และ ชิป DSP เป็นต้น และปัจจุบันนี้ตลาดของ WLAN ได้มุ่งความสนใจไปที่ภาคอุตสาหกรรมเนื่องจากการทำงานในโรงงานมีความจำเป็นที่พนักงานจะต้องเคลื่อนย้ายการทำงานในโรงงานไปๆมาๆ นอกจาก นั้นยังรวมถึงธุรกิจการค้าปลีก และโกดังหรือคลังสินค้าซึ่งพนักงานต้องมีอุปกรณ์ขนาดมือถือสำหรับใช้เก็บข้อมูลและบริหารบัญชีรายการสินค้าอย่างไรก็ตามแนวโน้มอาจจะเปลี่ยนไปในเร็วๆนี้ เนื่องจาก

- เป็นมาตรฐานที่ได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวางตั้งแต่ปี 1999 ซึ่ง 802.11b ได้ประกาศใช้งานมาก็ได้รับการตอบรับจากผู้ผลิตในตลาดไร้สายอย่างมาก การทำงานรวมกันเพื่อความแน่ใจการทำงานรวมกันระหว่างผู้ผลิตต่างแบรนดกัน ควรสังเกตุที่เครื่องหมาย Wi-Fi (Wireless Fidelity) ซึ่งออกโดย WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) เป็นองค์กรที่ออกใบรับรองผลิตภัณฑซึ่งได้มาตรฐาน 802.11b จากการทดสอบ www.wirelessethernet.org

- ค่าใช้จ่าย Adapter Card ที่ใช้งานกับโครงข่ายแบบไร้สายมีราคาตกลงมากเฉลี่ยแล้ว 200% ในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา

- ประสิทธิภาพ อัตราส่งถ่ายข้อมูลอยู่ที่ 11 Mbps ซึ่งเป็นความเร็วที่เทียบเท่ากับ Ethernet ทั่วๆไป

- เศรษฐกิจในยุคอินเทอร์เน็ต ด้วยความเจริญเติบโตของ Internet และการทำธุรกรรมผ่าน e-Business ทำให้การทำงานไม่ควรจะถูกจำกัดให้อยู่กับที่อีกต่อไป

- การใช้งานเสียงผ่านระบบไร้สายเป็นเรื่องปกติ แต่การใช้งานด้านข้อมูลผ่านระบบไร้สายยังใช้งานน้อยมาก นั่นจึงเป็นสัญญาณที่ดีว่าตลาดยังคงมีโอกาสขยายตัวอีกมาก

- ค่าใช้จ่ายของเครื่อง Laptop จะอยู่ในราว 25% ของการจัดซื้อภายในองค์กร (Intel Corporate Market Research, 2000) 75% ของหน่วยงานขนาดใหญ่กำลังพิจารณาถึงการใช้งาน WLAN (Campbell DeLong Resources, Inc., 1/2000)

2.5 การศึกษาหลักการของบริเวณพื้นที่ที่เป็นอันตราย (Hazardous Area)

2.5.1 หลักการและเหตุผลในการแบ่งประเภทพื้นที่ที่เป็นอันตราย

ในต้นศตวรรษ 1900 เป็นยุคที่อุตสาหกรรมขยายตัวอย่างมากและเริ่มมีการใช้มาตรฐานการออกแบบและการติดตั้งระบบไฟฟ้าของ North American Codes โดยที่มาตรฐาน NEC (National Electric Code) ใช้สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกาและมาตรฐาน CEC (Canadian Electric Code) ใช้สำหรับประเทศแคนาดา ในช่วงเวลาเดียวกันสถาบันมาตรฐานของยุโรปคือ International Electrotechnical Commission (IEC) ก็ถูกก่อตั้งขึ้นที่ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ เพื่อเป็นสถาบันด้านมาตรฐานการออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับใช้ในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป นอกจากนี้ประเทศในสหภาพยุโรปยังร่วมกันสร้างมาตรฐานเพื่อใช้ในประเทศสมาชิกโดยเฉพาะคือ CENELEC (European Electrotechnical Committee for Standardization) ซึ่งเนื้อหาโดยรวมแล้วเหมือนกับมาตรฐานของ IEC

ภาพที่ 2.18 เหตุการณ์ระเบิดที่โรงงาน Phillips Petroleum ในประเทศสหรัฐอเมริกา

การกำเนิดรถยนต์และเครื่องบินในต้นทศวรรษที่ 1920 สร้างความต้องการใช้เชื้อเพลิงคุณภาพดีอย่างมาก ไอระเหยจากแก๊สโซลีนมีคุณสมบัติที่จุดติดไฟได้ง่ายทำให้ต้องป้องกันการสปาร์กจากระบบไฟฟ้าไม่ให้อยู่ในบริเวณที่มีไอระเหย พื้นที่ดังกล่าวจึงถูกกำหนดเป็น “Extra Hazardous Location” ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมที่สร้างขึ้นใหม่จะต้องออกแบบระบบไฟฟ้าให้เป็นประเภท Explosion Proof ในพื้นที่ที่มีไอระเหยของสารไวไฟในปี ค.ศ.1931 มาตรฐาน NEC ก็แบ่งพื้นที่ที่เป็นอันตรายออกเป็น Class I สำหรับแก๊สและไอระเหย Class II สำหรับฝุ่นที่จุดติดไฟได้และ Class III สำหรับเส้นใยที่จุดติดไฟได้ต่อมาในปี ค.ศ.1935 ก็มีการแบ่งกลุ่มแก๊สและไอระเหยใน Class I ออกเป็นกลุ่ม A, B, C และ D ตามคุณสมบัติ 3 ประการคือ 1) ความดัน

จากการระเบิด (Explosive Pressure) 2) การขยายตัวของเปลวไฟ (Flame Transmission) และ 3) อุณหภูมิการจุดระเบิด (Ignition Temperature)

ในปี ค.ศ.1956 แนวคิดเรื่องความปลอดภัยโดยแท้จริง (Intrinsic Safety) เกิดขึ้นและกำหนดอยู่ตามมาตรฐานของ North American Codes และในช่วงเวลาเดียวกันอุตสาหกรรมของอเมริกาเหนือขยายตัวเพิ่มมากขึ้น การติดตั้งระบบไฟฟ้าแบบ Explosion Proof ทั้งหมดในพื้นที่ที่มีสารอันตรายจะทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงมากดังนั้นมาตรฐานของ NEC จึงได้กำหนดพื้นที่ที่เป็นอันตรายใน "Division 2" ซึ่งหมายถึงพื้นที่ที่เป็นอันตรายที่ยอมให้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีมาตรฐานการป้องกันการระเบิดที่ต่ำกว่าได้ โดยมีเงื่อนไขคือเป็นบริเวณที่มีการจัดเก็บหรือใช้สารไวไฟซึ่งจะมีโอกาสรั่วไหลของสารไวไฟสู่บรรยากาศในสภาวะไม่ปกติเท่านั้นเช่น การเกิดอุบัติเหตุระหว่างการทำงานหรือการเกิดรอยแตกร้าวของถังบรรจุ เป็นต้น

2.5.2 มาตรฐานการจัดแบ่งพื้นที่ที่เป็นอันตรายของยุโรปและอเมริกาเหนือ

พื้นที่ที่เป็นอันตรายถูกจัดแบ่งประเภทตามคุณสมบัติของสารไวไฟที่มีใช้หรือเก็บรักษาอยู่ในพื้นที่นั้นๆแก๊สหรือไอระเหยที่ปนอยู่ในบรรยากาศจะทำให้เกิดส่วนผสมของเชื้อเพลิงและออกซิเจนที่เหมาะสม (Ignitable Concentration) ที่จะจุดติดไฟได้ ควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งระบบไฟฟ้าในบริเวณพื้นที่ที่เป็นอันตราย แต่ถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ในทางปฏิบัติผู้ออกแบบจะต้องเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดพิเศษที่ได้มาตรฐานการป้องกัน

การระเบิดเพื่อใช้กับพื้นที่ที่เป็นอันตรายที่มีการจัดแบ่งประเภทไว้ตามมาตรฐาน

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบมาตรฐานการจัดแบ่งประเภทของพื้นที่ที่มีสารไวไฟของยุโรปและอเมริกา

มาตรฐาน	มีแก๊สไวไฟอยู่เป็นประจำ	มีแก๊สไวไฟอยู่ในสภาวะปกติ	มีแก๊สไวไฟอยู่ในสภาวะไม่ปกติ
IEC / CENELEC	Zone 0	Zone 1	Zone 2
NEC 500	Class I: Division 1		Class I: Division 2
NEC 500	Zone 0	Zone 1	Zone 2

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบมาตรฐานการจัดแบ่งกลุ่มสารไวไฟของยุโรปและอเมริกา

Typical Material	มาตรฐาน IEC และ CENELEC	มาตรฐาน NEC 500 และ CEC
Acetylene	Group IIC	Class I / Group A
Hydrogen	Group IIC	Class I / Group B
Ethylene	Group IIB	Class I / Group C
Propane	Group IIA	Class I / Group D
Methane	Group I	Gaseous Mines
Metal Dust	-	Class II / Group E
Coal Dust	-	Class II / Group F
Grain Dust	-	Class II / Group G
Fibers	-	Class III

2.5.3 ความหมายของพื้นที่ที่เป็นอันตราย (Definition of Hazardous Locations)

Zone 0 Location (Class I: Division 1) คือพื้นที่ที่มีแก๊สหรือไอระเหยผสมอยู่ในบรรยากาศด้วยความเข้มข้นเหมาะสมในการจุดติดไฟได้อยู่เป็นประจำหรือเป็นช่วงเวลานานตัวอย่าง พื้นที่ลักษณะนี้จะพบได้เช่น

- ภายในถังบรรจุสารไวไฟ
- พื้นที่ใกล้ช่องเปิดของถังบรรจุที่อาจทำให้แก๊สหรือไอระเหยรั่วกระจายออกมาสู่ภายนอกได้

พื้นที่ใน Zone 0 จะมีโอกาสสูงที่จะมีความเข้มข้นของไอระเหยของสารอันตรายเกินกว่า 100% ของค่า Lower Explosive Limit (LEL) ของสารนั้นในภาวะปกติมากกว่า 1,000 ชั่วโมงต่อปี อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่ Zone 0 มักจะเป็นเครื่องมือวัดต่างๆ เช่นเครื่องมือวัดระดับของเหลวและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ เป็นต้นอุปกรณ์เครื่องวัดดังกล่าวจะต้องเป็นประเภท Intrinsically Safe เท่านั้นเพราะอุปกรณ์ประเภทนี้จะใช้กำลังไฟฟ้าในระดับต่ำมาก ทำให้เมื่อมีการเกิดลัดวงจรในอุปกรณ์เครื่องมือวัดเหล่านี้ พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจะไม่มากพอให้แก๊สหรือไอระเหยไวไฟเกิดการจุดติดไฟได้

Zone 1 Location (Class I: Division 1) คือพื้นที่ที่มีแก๊สหรือไอระเหยผสมอยู่ในบรรยากาศด้วยความเข้มข้นเหมาะสมในการจุดติดไฟได้ ในระหว่างที่มีกระบวนการทำงานปกติ ช่วงเวลาที่มีการซ่อมบำรุง ระหว่างที่มีความผิดพลาดในกระบวนการทำงานก็จะทำให้เกิดการรั่วไหลของสารไวไฟขึ้นได้ รวมทั้งพื้นที่อยู่ติดกับพื้นที่ใน Zone 0 ด้วยตัวอย่างของพื้นที่ในโซนนี้คือ

- บริเวณรอบช่องเปิดของถังบรรจุ
- บริเวณรอบ Safety Valve และบริเวณใกล้กับ Seal ของ Pump หรือ Compressor
- จุดถ่ายเทสารไวไฟ
- บริเวณที่มีการถ่ายบรรจุแก๊ส
- บริเวณที่มีการใช้สารตัวทำละลาย (Solvent)
- บริเวณที่มีการพ่นเคลือบสี

- ห้องที่มีการใช้สารไวไฟซึ่งไม่มีการระบายอากาศที่เหมาะสม

พื้นที่ใน Zone 1 จะมีโอกาสที่จะมีความเข้มข้นของไอระเหยของสารอันตรายเกินกว่า 100% ของค่า Lower Explosive Limit (LEL) ของสารนั้นในภาวะปกติระหว่าง 10 ถึง 1,000 ชั่วโมงต่อปี

Zone 2 Location (Class I: Division 2) คือพื้นที่ที่มีแก๊สหรือไอระเหยผสมอยู่ในบรรยากาศด้วยความเข้มข้นเหมาะสมในการจุดติดไฟได้ในช่วงเวลาสั้นๆ ตัวอย่างของพื้นที่ในลักษณะนี้ เช่น

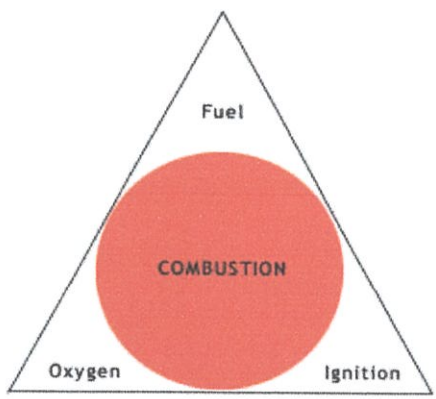
- พื้นที่ที่สามารถเกิดการรั่วไหลของแก๊สหรือสารไวไฟเนื่องจากมีการเกิดอุบัติเหตุ
- พื้นที่เก็บถังบรรจุสารไวไฟและอาจเกิดมีรอยแตกร้าวของถังบรรจุ พื้นที่ที่มีการใช้สารไวไฟแต่กระบวนการทำงานทุกขั้นตอนตามปกติจะไม่มีไอระเหยของสารไวไฟสามารถรั่วไหลออกมาได้
- พื้นที่ที่มีท่อนำแก๊สหรือสารไวไฟและอาจเกิดการรั่วไหล เนื่องจากความบกพร่องของข้อต่อและวาล์ว
- พื้นที่ที่อยู่ติดกับพื้นที่ใน Zone 1

พื้นที่ใน Zone 2 จะมีโอกาสที่จะมีความเข้มข้นของไอระเหยของสารอันตรายเกินกว่า 100% ของค่า Lower Explosive Limit (LEL) ของสารนั้นในภาวะปกติน้อยกว่า 10 ชั่วโมงต่อปี

พื้นที่ที่มีการใช้สารไวไฟซึ่งอาจมีการรั่วไหลเป็นบางครั้งจัดว่าเป็นพื้นที่อันตรายใน Zone 1 แต่เมื่อมีการติดตั้งระบบระบายอากาศอย่างเหมาะสมจะช่วยให้สามารถลดขอบเขตของพื้นที่อันตรายใน Zone 1 ให้แคบลงโดยพื้นที่บางส่วนซึ่งเดิมเป็น Zone 1 จะกลายเป็นพื้นที่ใน Zone 2 เนื่องจากมีไอระเหยของสารไวไฟลดน้อยลง

2.5.4 ความรู้พื้นฐานการป้องกันการระเบิด (Basics of Explosion Protection)

มีตัวอย่างการเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้ และการระเบิดในพื้นที่ที่มีการใช้สารอันตรายมากมายทั่วโลกหลายเหตุการณ์มีความรุนแรงจนทำให้เกิดการบาดเจ็บล้มตายหรือความเสียหายอย่างมาก ความเข้าใจในการใช้มาตรฐานการป้องกันในพื้นที่อันตราย อาจมีความผิดพลาดได้จากการตีความที่ผิดไปจากเจตนาของข้อกำหนดในมาตรฐานผู้มีหน้าที่ออกแบบติดตั้งระบบป้องกันจำนวนมากจะใช้ความรู้และประสบการณ์ส่วนตัวในพิจารณา



ภาพที่ 2.19 องค์ประกอบสามอย่างที่ทำให้เกิดการจุดติดไฟ

พื้นที่ที่เป็นอันตราย (Hazardous Area) คือบริเวณที่มีโอกาสจะเกิดจากอุบัติเหตุของการระเบิดหรือไฟไหม้ขึ้นได้ง่ายโดยสภาวะที่จะเกิดเหตุดังกล่าวจะต้องมีองค์ประกอบร่วม 3 อย่างคือ

1. มีสารไวไฟในปริมาณมากพอที่จะจุดติดไฟได้ (Flammable Material in Ignitable Quantities)

2. มีออกซิเจนในปริมาณที่เพียงพอให้เกิดการเผาไหม้ (ในอากาศปกติจะมีออกซิเจนประมาณ 21%)

3. มีแหล่งจุดติดไฟ (Ignition Source) ทำให้เกิดพลังงานความร้อนที่มากพอกับส่วนผสมของเชื้อเพลิงและอากาศ ซึ่งการจุดติดไฟนี้สามารถเกิดได้จากสาเหตุต่างๆ เช่นเปลวไฟ การสปาร์กของอุปกรณ์ไฟฟ้า ความร้อนสูงสะสม และการถ่ายเทประจุจากไฟฟ้าสถิต เป็นต้น

การระเบิดคือปฏิกิริยาเคมีของสารไวไฟกับออกซิเจนและปลดปล่อยพลังงานความร้อนสูงมาก ซึ่งสารไวไฟอาจอยู่ในรูปของแก๊ส (Gas) หรือไอระเหย (Vapor) เนื่องจากเราไม่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้สารไวไฟได้จึงจำเป็นต้องพยายามไม่ให้เกิดการรั่วไหลของสารไวไฟสู่บรรยากาศจนเกิดสภาวะที่จะเกิดระเบิดได้ อย่างไรก็ตามในบางพื้นที่จะมีการใช้หรือถ่ายเทสารไวไฟอยู่เป็นประจำ การป้องกันการระเบิดจะทำได้โดยการสร้างระบบระบายอากาศ (Ventilation) อย่างเหมาะสมและมีการป้องกันไม่ให้มีแหล่งกำเนิดการจุดติดไฟขึ้นได้

สารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการจุดติดไฟต่างกัน ดังนั้นการมีออกซิเจนการจุดติดไฟและสารไวไฟร่วมกันก็อาจจะไม่ทำให้เกิดการระเบิดหรือไฟไหม้ขึ้นได้ คุณสมบัติที่สำคัญของสารไวไฟที่ปนเปื้อนในอากาศและทำให้เกิดสภาพบรรยากาศที่จุดติดไฟได้ (Explosive Atmosphere) มี 5 ประการคือ

1. Lower Explosive Limit (LEL) คือ ปริมาณเปอร์เซ็นต์ของแก๊สหรือไอระเหยขั้นต่ำที่ผสมกับอากาศจนเกิดเป็นส่วนผสมที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดการระเบิดได้ (Explosive Mixture) ถ้ามีปริมาณเปอร์เซนต์ของแก๊สไวไฟเจือปนในอากาศเข้มข้นน้อยกว่านี้จะไม่เพียงพอให้จุดติดไฟได้

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างค่า LEL และ UEL ของแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟ

ชื่อสารไวไฟ	Flammable Limits Percent by Volume		IEC Group	NEC Group
	LEL	UEL		
Acetaldehyde	4.0	60.0	IIB	C
Acetic Acid	4.0	19.9	IIA	D
Acetic Anhydride	2.7	10.3	IIA	D
Acetone	2.5	13.0	IIA	D
Acetone Cyanohydrin	2.2	12.0	IIA	D
Acetonitrite	3.0	16.0	IIA	D
Acetylene	2.5	100.0	IIC	A

2. Upper Explosive Limit (UEL) คือ ปริมาณเปอร์เซ็นต์ของแก๊สหรือไอระเหยมากที่สุดที่ผสมกับอากาศจนเกิดเป็นส่วนผสมที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดการระเบิดได้ (Explosive Mixture) ถ้ามีปริมาณเปอร์เซนต์ของแก๊สไวไฟเจือปนในอากาศเข้มข้นมากกว่านี้จะไม่เพียงพอให้จุดติดไฟได้

3. Flash Point คือ ค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่ทำให้สารไวไฟในสภาพของเหลวเกิดการระเหยจนกลายเป็นไอระเหยในปริมาณเพียงพอให้เกิดการจุดติดไฟได้เหนือของเหลวนั้น ของเหลวที่มีค่า FlashPoint ต่ำกว่า 37.8°C (100°F) จะเรียกว่า "Flammable Liquid" ส่วนของเหลวที่มีค่า Flash Point สูงกว่า 37.8°C (100°F) จะเรียกว่า "Combustible Liquid" ถ้าเราจัดเก็บหรือใช้สารไวไฟในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าค่า Flash Point ก็จะไม่ทำให้เกิดสภาพของพื้นที่อันตรายขึ้นได้

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างค่า Flash Point ของแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟ

ชื่อสารไวไฟ	Flash Point Temperature		IEC Group	NEC Group
	°F	°C		
Acetaldehyde	-38.0	-39.0	IIB	C
Acetic Acid	103.0	39.0	IIA	D
Acetic Anhydride	120.0	49.0	IIA	D
Acetone	-4.0	-20.0	IIA	D
Acetone Cyanohydrin	165.0	74.0	IIA	D
Acetonitrite	42.0	6.0	IIA	D
Acetylene	อยู่ในสภาพแก๊สเสมอ		IIC	A

4. Auto-Ignition Temperature คือ อุณหภูมิต่ำที่สุดที่ทำให้แก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟซึ่งผสมอยู่ในบรรยากาศจะเกิดลุกติดไฟได้เองโดยไม่จำเป็นต้องมีประกายไฟในพื้นที่ที่มีการรั่วไหลของแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟ ถ้ามีการใช้งานเครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำให้เกิดความร้อนสูงที่ส่วนใดส่วนหนึ่ง (Hot Spot) โดยความร้อนที่เกิดขึ้นนี้ มีอุณหภูมิสูงกว่าค่า Auto-Ignition Temperature ของแก๊สหรือไอระเหยนั้นๆอาจจะทำให้สารไวไฟในบรรยากาศเกิดการลุกติดไฟขึ้นเองได้

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างค่า Auto-Ignition Temperature ของแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟ

ชื่อสารไวไฟ	Auto-Ignition Temperature		IEC Group	NEC Group
	°F	°C		
Acetaldehyde	347.0	75.0	IIB	C
Acetic Acid	867.0	464.0	IIA	D
Acetic Anhydride	600.0	316.0	IIA	D
Acetone	869.0	465.0	IIA	D
Acetone Cyanohydrin	1270.0	688.0	IIA	D
Acetonitrile	975.0	524.0	IIA	D

5. Vapor Density คือ ความหนาแน่นของแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟ เมื่อเทียบกับอากาศถ้าค่าความหนาแน่นของแก๊สหรือไอมากกว่า 1.0 แสดงว่าแก๊สหรือไอนี้หนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดมีการรั่วไหลแก๊สหรือไอนี้จะลอยอยู่ในระดับต่ำ แต่ถ้าค่าความหนาแน่นของแก๊สหรือไอน้อยกว่า 1.0 แสดงว่าแก๊สหรือไอชนิดนี้เบากว่าอากาศเมื่อเกิดมีการรั่วไหลแก๊สหรือไอนี้จะลอยขึ้นสูง

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างค่า Vapor Density ของแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความหนาแน่นของอากาศ

ชื่อสารไวไฟ	Vapor Density (Air density = 1.0)	IEC Group	NEC Group
Acetaldehyde	1.5	IIB	C
Acetic Acid	2.1	IIA	D
Acetic Anhydride	3.5	IIA	D
Acetone	2.0	IIA	D
Acetone Cyanohydrin	2.9	IIA	D
Acetonitrile	1.4	IIA	D
Acetylene	0.9	IIC	A

2.5.5 วิธีการจัดแบ่งกลุ่มแก๊ส (Gas Grouping)

แก๊สและไอระเหยแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เราจึงไม่สามารถออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อใช้ป้องกันการระเบิดสำหรับแก๊สแต่ละชนิดได้วิธีการที่ดีที่สุด ในทางปฏิบัติก็คือการแบ่งกลุ่มแก๊สไวไฟตามลักษณะที่สำคัญ 2 ประการคือ

1. Minimum Ignition Current (MIC) คือค่ากระแสไฟฟ้าน้อยที่สุดที่จะทำให้เกิดสปาร์กจนเกิดการลุกติดไฟของแก๊สหรือไอระเหยจากการทดสอบในห้องทดลอง ถ้าแก๊สชนิดหนึ่งมีค่า MIC น้อย แสดงว่าแก๊สนั้นสามารถติดไฟได้ง่าย ดังนั้นการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้าต่ำกว่าค่า MIC เพื่อติดตั้งในบริเวณที่มีแก๊สนี้เจือปนในบรรยากาศจะช่วยป้องกันการเกิดประกายไฟที่มีความร้อนสูงจนเกิดการจุดระเบิดขึ้นได้แม้จะเกิดความบกพร่องในวงจรไฟฟ้าก็ตาม

2. Maximum Experimental Safe Gap (MESG) คือค่าความกว้างของช่องเปิดมากที่สุดที่จะสามารถป้องกันการแพร่ขยายของเปลวไฟที่เกิดจากการจุดระเบิดของแก๊สชนิดหนึ่ง ผ่านช่องเปิดนั้นไปสู่ภายนอกที่มีแก๊สชนิดเดียวกันเจือปนอยู่ ถ้าแก๊สชนิดใดมีค่า MESG มากแสดงว่าสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันการระเบิด (Explosion Proof) หรืออุปกรณ์ป้องกันไฟ (Flame Proof) ที่มีค่า MESG น้อยกว่าได้ เนื่องจากยิ่งช่องเปิดแคบลงเท่าไรก็จะมีโอกาสน้อยลงที่เปลวไฟจากการระเบิดภายในเครื่องห่อหุ้มจะแทรกออกสู่ภายนอก

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟเรียงลำดับตามอันตรายของสารไวไฟ

Typical Gas	NEC			IEC		
	Group	MESG (mm.)	MIC (mA)	Group	MESG (rel.)	MIC (rel.)
Acetylene	A	0.25	60	IIC	< 0.5	> 0.8
Hydrogen	B	0.28	75	IIC	< 0.5	> 0.8
Ethylene	C	0.65	108	IIB	0.5 - 0.9	0.45 - 0.8
Propane	D	0.97	146	IIA	> 0.9	< 0.45

หมายเหตุ ค่า rel. หมายถึงค่าสัมพัทธ์ (Relative Value) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าของแก๊สมีเธน MESG (rel.) < 1.0 หมายถึงเปลวไฟของแก๊สนี้ผ่านช่องแคบได้ง่ายกว่าของแก๊สมีเธน MIC (rel.) < 1.0 หมายถึงใช้กระแสไฟฟ้าในการจุดระเบิดแก๊สนี้น้อยกว่าของแก๊สมีเทน

จากตารางที่ 2.8 จะเห็นว่าแก๊ส Acetylene และ Hydrogen เป็นแก๊สที่มีอันตรายสูงมาก เพราะเมื่อมีการจุดติดไฟแล้วเปลวไฟสามารถลุกลามผ่านช่องเปิดแคบๆออกสู่ภายนอกได้ดีกว่าและจุดติดไฟได้ง่ายกว่าโดยใช้กระแสไฟฟ้าในการจุดติดไฟเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ตามมาตรฐาน NEC จะมีการจัดกลุ่มแก๊ส (Gas) และไอระเหย (Vapor) ได้ดังนี้

Group A: คือแก๊ส Acetylene

Group B: คือแก๊สและไอระเหยของสารไวไฟที่มีค่า MESG Ratio ไม่เกิน 0.45 หรือมีค่า MIC Ratio ไม่เกิน 0.4

Group C: คือแก๊สและไอระเหยของสารไวไฟที่มีค่า MESG Ratio มากกว่า 0.45 แต่ไม่เกิน 0.75 หรือมีค่า MIC Ratio มากกว่า 0.4 แต่ไม่เกิน 0.8

Group D: คือแก๊สและไอระเหยของสารไวไฟที่มีค่า MESG Ratio มากกว่า 0.75 หรือมีค่า MIC Ratio มากกว่า 0.8

ตามมาตรฐาน IEC จะมีการจัดกลุ่มแก๊ส (Gas) และไอระเหย (Vapor) ได้ดังนี้

Group IIC: คือแก๊สและไอระเหยของสารไวไฟที่มีค่า MESG ไม่เกิน 0.50 มม. หรือมีค่า MIC Ratio ไม่เกิน 0.45

Group IIB: คือแก๊สและไอระเหยของสารไวไฟที่มีค่า MESG มากกว่า 0.50 มม. แต่ไม่เกิน 0.90 มม. หรือมีค่า MIC Ratio มากกว่า 0.45 แต่ไม่เกิน 0.8

Group IIA: คือแก๊สและไอระเหยของสารไวไฟที่มีค่า MESG มากกว่า 0.90 มม. หรือมีค่า MIC Ratio มากกว่า 0.8

2.5.6 การแบ่งกลุ่มสารไวไฟประเภทแก๊สหรือไอระเหยตามมาตรฐาน NEC

ตารางที่ 2.9 การแบ่งกลุ่มสารไวไฟประเภทแก๊สหรือไอระเหย

ชื่อสารไวไฟ	กลุ่มตามการจำแนกเป็นประเภทแบบ	อุณหภูมิจุดระเบิด (°C)	%LFL	%UFL	กลุ่มตามการจำแนกเป็นประเภทโซน
Acetaldehyde	D	175	4.0	60.0	IIA
Acetic Acid	D	464	4.0	19.9	IIA
Acetone	D	465	2.5	12.8	IIA
Acetonitrile	D	524	3.0	16.0	IIA
Acetylene	A	305	2.5	99.9	IIC
Acrolein (Inhibited)	B	235	2.8	31.0	IIB
Acrylonitrile	D	481	3.0	17.0	IIB
Ammonia	D	498	15.0	28.0	IIA
Benzene	D	498	1.2	7.8	IIA
1, 3-Butadiene	B	420	2.0	12.0	IIB
1-Butano 1	D	343	1.4	11.2	IIA
2-Butano 1	D	405	1.7	9.8	IIA
n-Butyl Acetate	D	421	1.7	7.6	IIA
Crotonaldehyde	C	232	2.1	15.5	IIB
Cumene	D	424	0.9	6.5	IIA
Cyclohexane	D	245	1.3	8.0	IIA
Cyclohexanol	D	300	-	-	IIA
Cyclohexanone	D	245	1.1	9.4	IIA
Cycloprpoane	D	503	2.4	10.4	IIB
p-Cymene	D	436	0.7	5.6	IIA
o-Dichlorobenzene	D	647	2.2	9.2	IIA
1, 2-Dichloroethylene	D	460	5.6	12.8	IIA
Diethylamine	C	312	1.8	10.1	IIA
Diethylaminoethanol	C	320	-	-	IIA
Diethyl Ether	C	160	1.9	36.0	IIB
Dimethylamine	C	400	2.8	14.4	IIA
1, 4-Dioxane	C	180	2.0	22.0	IIB
Ethane	D	472	3.0	12.5	IIA

Ethanol	D	363	3.3	19.0	IIA
Ethylene	C	450	2.7	36.0	IIB
Ethylene Oxide	B	429	3.0	99.9	IIB
EthylAcrylate(Inhibited)	D	372	1.4	14.0	IIA
Ethyl Formate	D	455	2.8	16.0	IIA
n-Heptane	D	204	1.0	6.7	IIA
n-Hexane	D	225	1.1	7.5	IIA
Hydrogen	B	520	4.0	75.0	IIC
Hydrogen Cyanide	C	538	5.6	40.0	IIB
Kerosene	D	210	0.7	5.0	IIA
Methane	D	630	5.0	15.0	IIA
Methanol	D	385	6.0	36.0	IIA
Methyl Acetate	D	454	3.1	16.0	IIB
Methyl Methacrylate	D	422	1.7	8.2	IIA
Methylamine	D	430	4.9	20.7	IIA
Monoethanolamine	D	410	-	-	IIA
Naphtha (Coal Tar)	D	277	-	-	IIA
Naphtha(Petroleum)	D	288	1.1	5.9	IIA
Nitroethane	C	414	3.4	0.0	IIA
Nitromethane	C	418	7.3	0.0	IIA
n-Nonane	D	205	0.8	2.9	IIA
Nonyl Alcohol	D	0	0.8	6.1	IIA
n-Octane	D	206	1.0	6.5	IIA
n-Octyl Alcohol	D	0	0.0	0.0	IIA
1-Pentanol	D	300	1.2	10.0	IIA
1-Propanol	D	143	2.2	13.7	IIA
Pyridine	D	482	1.8	12.4	IIA
Styrene	D	490	0.9	6.8	IIA
Tetrahydrofuran	C	321	2.0	11.8	IIB
Toluene	D	480	1.1	7.1	IIA
Triethylamine	C	249	1.2	8.0	IIA

2.5.7 เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี (Material Safety Data Sheet: MSDS)

ในเอกสารแสดงข้อมูลการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยจากผู้ผลิตสารนั้น จะมีข้อมูลที่ผู้ใช้และผู้จัดเก็บสารเคมีนั้นควรศึกษาทำความเข้าใจและปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเหมาะสม ซึ่งในด้านของผู้ออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าในสถานที่ที่มีการใช้หรือจัดเก็บสารนั้นควรจะพิจารณาข้อมูลในเอกสาร MSDS นั้นที่สำคัญคือ

1. ข้อมูลส่วนประกอบของสารอันตราย (Hazardous Ingredient Information)

- Chemical Identity คือการแสดงชื่อทางเคมีของสารและชื่อทางการค้าอื่นๆ
- List of Hazardous Chemicals คือรายการแสดงส่วนประกอบของสารเคมีอันตราย
- Percent by Weight or Volume คืออัตราส่วนของสารเคมีอันตรายโดยน้ำหนักหรือปริมาตร

2. ข้อมูลทางฟิสิกส์ของสาร (Physical Data)

- Boiling Point คือค่าอุณหภูมิที่สารจะเปลี่ยนจากสภาพของเหลว (Liquid) ไปเป็นไอ (Vapor) ที่ความดันมาตรฐาน (1 บรรยากาศ) ถ้าอุณหภูมิในสถานที่ใช้หรือจัดเก็บสารสูงมากก็จะเกิดไอระเหยของสารฟุ้งกระจายมากด้วย
- Vapor Pressure คือค่าความดันไอของสารที่ระเหยและลอยอยู่เหนือสารเหลวนั้นภายในภาชนะปิดค่าความดันไอจะมีหน่วยเป็นมิลิเมตรของปรอทที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ถ้าค่าความดันไอมากแสดงว่าถ้าเกิดรอยรั่วหรือช่องเปิดของถังบรรจุไอของสารจะฟุ้งกระจายออกมาภายนอกถังบรรจุได้มาก
- Vapor Density คือค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์หรือน้ำหนักของไอของสารนั้น เมื่อเทียบกับอากาศปกติในปริมาตรที่เท่ากันค่านี้จะแสดงให้ทราบว่าไอระเหยของสารนั้นจะลอยขึ้นสูงหรือลงต่ำ
- Percent Volume by Weight คือค่าร้อยละของปริมาตรเมื่อระเหยกลายเป็นไอทั้งหมดที่อุณหภูมิ 70 องศาฟาเรนไฮต์
- Evaporation Rate คือค่าอัตราเร็วที่สารในสภาพของเหลวเปลี่ยนไปเป็นไอที่ความดันและอุณหภูมิมาตรฐาน
- Appearance and Odor คือสีและกลิ่นของไอระเหยเมื่อมีไอระเหยของสารอันตรายปนอยู่ในอากาศในปริมาณมาก ถ้าไอของสารนั้นไม่มีสีหรือกลิ่นก็จำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์ตรวจจับ (Gas Detector) เพราะถ้าผู้ปฏิบัติงานไม่ทราบว่ามีสารอันตรายปนอยู่ในบรรยากาศในปริมาณมาก ก็จะสูดดมไอของสารพิษเข้าไปโดยไม่รู้สึกตัวจนอาจเกิดอันตรายได้ หรืออาจเกิดความประมาทในระหว่างการทำงานจนทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้

3. ข้อมูลการจุดติดไฟและการจุดระเบิดของสาร (Fire and Explosion Hazard Data)

- Flash Point คือค่าอุณหภูมิต่ำที่สุดที่สารเหลวจะเริ่มระเหยกลายเป็นไอที่มีความเข้มข้นมากเพียงพอให้เกิดการจุดติดไฟได้
- Flammable Limits คือช่วงร้อยละโดยปริมาตรของไอระเหยของสารในอากาศที่ทำให้สามารถจุดติดไฟได้ค่าต่ำสุดคือ Lower Explosive Limit (LEL) และค่าสูงสุดคือ Upper Explosive Limit (UEL) ถ้าช่วงของการจุดติดไฟได้กว้างมากแสดงว่าสารนี้มีอันตรายมาก
- Extinguishing Media คือสารที่ใช้ในการดับไฟที่เกิดจากการลุกไหม้ของสารอันตรายนั้น

2.5.8 สาเหตุที่อาจทำให้เกิดการจุดระเบิด (Ignition Source)

ในการออกแบบระบบป้องกันการจุดระเบิดภายในบริเวณที่มีการใช้หรือจัดเก็บสารไวไฟนั้น ผู้ออกแบบจะต้องพยายามหลีกเลี่ยงการเกิดบรรยากาศที่มีสารไวไฟปนเปื้อนมากเพียงพอให้เกิดการจุดติดไฟได้ อย่างไรก็ตามยังมีกระบวนการผลิตหรืองานบำรุงรักษาที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงสภาพบรรยากาศดังกล่าวได้ ดังนั้นจึงต้องพยายามป้องกันไม่ให้เกิดการจุดระเบิดในสถานที่นั้น ซึ่งสิ่งที่ทำให้เกิดการจุดระเบิดที่สำคัญมีดังนี้

- เปลวไฟ: Open Flame
- พื้นผิวที่มีความร้อนสูง: Hot Surfaces
- การอาร์กและการสปาร์กของอุปกรณ์ไฟฟ้า: Electrical Arcs and Sparks
- การถ่ายเทประจุของไฟฟ้าสถิตระหว่างวัตถุที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า: Electrostatic Discharge
- การเกิดฟ้าผ่าหรือการถ่ายเทประจุไฟฟ้าจากบรรยากาศลงสู่พื้นดิน
- การเกิดการเสียดสีของเครื่องจักรกลหรือการกระทบอย่างรุนแรงของโลหะ
- การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความเข้มสูง: Electromagnetic Radiation
- การเกิดคลื่นอัลตร้าโซนิกที่มีพลังงานสูง: Ultrasonic
- คลื่นพลังงานกระแทกอย่างรุนแรง: Shock Waves (Adiabatic Compression)
- การแผ่คลื่นพลังงานจากปฏิกิริยาการแยกตัวของไอออน: Ionizing Radiation
- การแผ่คลื่นแสงที่มีความเข้มสูง: Optical Radiation
- ปฏิกิริยาเคมีอย่างรุนแรงและเกิดพลังงานความร้อนสูง: Chemical Reaction

2.5.9 เทคนิคพื้นฐานในการป้องกันการระเบิด (Technical Principle of Explosion Protections)

การจำแนกประเภทอุณหภูมิ (Temperature Classification)

อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจะมีระดับอุณหภูมิสูงขึ้นไม่เท่ากันเมื่อใช้งานตามปกติ ถ้าการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆทำให้เกิดความร้อนสูงจนถึงระดับอุณหภูมิที่ไอระเหยของสารไวไฟสามารถลุกติดไฟได้เอง (Auto-Ignition Temperature) อาจเป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ ดังนั้นมาตรฐาน NEC และ IEC รวมทั้งมาตรฐานอื่นๆจึงมีการแบ่งระดับอุณหภูมิสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นบนพื้นผิวของสิ่งห่อหุ้ม (Enclosure) อุปกรณ์ไฟฟ้าในขณะใช้งานตามปกติซึ่งเรียกว่า Temperature Class (T Class) เพื่อให้มั่นใจได้ว่าอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นจะไม่ทำให้เกิดความร้อนสูงจนแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟที่ผสมอยู่ในบรรยากาศลุกติดไฟได้เอง ดังนั้นเมื่อทราบว่าสารไวไฟที่ใช้มีค่า Auto-ignition Temperature เท่าใดก็จะต้องเลือกระดับ T Class ของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีค่าต่ำกว่าค่า Auto-Ignition Temperature ของสารไวไฟในพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์นั้น

ตารางที่ 2.10 รหัสมาตรฐานของ Temperature Classification ในมาตรฐาน IEC และ NEC

ระดับอุณหภูมิสูงสุด (°C)	มาตรฐาน IEC	มาตรฐาน NEC
450	T1	T1
300	T2	T2
280		T2A
260		T2B
230		T2C
215		T2D
200	T3	T3
180		T3A
165		T3B
160		T3C
135	T4	T4
120		T4A
100	T5	T5
85	T6	T6

ตารางที่ 2.11 ตัวอย่างการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าตามรหัสมาตรฐานของ T-Classification กับสารไวไฟ

สารไวไฟ	Ignition Temperature (°C)	T-Class	IEC group
Acetaldehyde	140	T4	IIA
Acetic Acid	485	T1	IIA
Acetic Anhydride	330	T2	IIA
Acetone	540	T1	IIA
Acetylene	305	T2	IIC
Ammonia	630	T1	IIA
Benzene	220	T3	IIA
Carbon Disulfide	95	T6	IIC
Diesel	220 – 300	T3	IIA
Ethane	515	T1	IIA
Ethylalchohol	425	T2	IIA
Ethylene	425	T2	IIB
Hydrogen	560	T1	IIC
Methane	595	T1	IIA
Methanol	455	T1	IIA

Naphthalene	520	T1	IIA
Propane	470	T1	IIA
Toluene	535	T1	IIA

จากตารางที่ 2.10 ถ้าเลือกใช้อุปกรณ์ต่อสายไฟฟ้า (Terminal Box) ที่มีระดับมาตรฐานระดับที่ดีที่สุดคือ T6 อุปกรณ์นั้นอาจทดสอบมาแล้วว่าอุณหภูมิสูงสุดในการใช้งานประมาณ 80°C ที่อุณหภูมิแวดล้อม 40°C การเลือกฉนวนของสายไฟที่ต่ออยู่ก็จะต้องมีความเหมาะสมด้วย เช่นฉนวนของสายไฟที่เป็น PVC จะสามารถทนความร้อนได้เพียง 70°C เท่านั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน

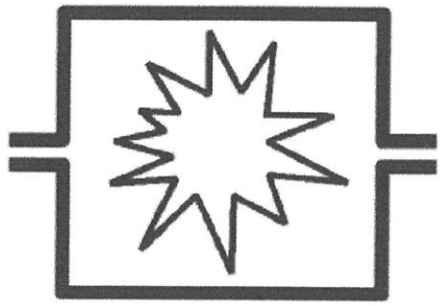
2.5.10 มาตรฐานอุปกรณ์ป้องกันการระเบิด (Explosion Proof Protection)

วิธีการออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าและส่วนประกอบในการติดตั้งระบบไฟฟ้าที่สามารถป้องกันการระเบิดเกิดจากแนวคิดพื้นฐานที่ว่าการเกิดเพลิงไหม้จะต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่างคือสารไวไฟปริมาณมากพอ ออกซิเจนและแหล่งจุดติดไฟ ดังนั้นวิธีการป้องกันการระเบิดจึงใช้แนวคิดพื้นฐานในการป้องกันไม่ให้เกิดความร้อนสูงที่ผิวเครื่องห่อหุ้มหรือเกิดประกายไฟได้ แต่ถ้าเกิดมีประกายไฟขึ้นภายในเครื่องห่อหุ้มก็จะไม่ทำให้เกิดไฟไหม้ลุกลามออกนอกสู่ภายนอกได้

ตารางที่ 2.12 แสดงมาตรฐานการใช้เทคนิคป้องกันการระเบิดตามมาตรฐานของ IEC และ NEC

เทคนิคการป้องกันการระเบิด	รหัสมาตรฐาน	พื้นที่อันตรายที่ใช้ได้	
		มาตรฐาน IEC	มาตรฐาน NEC
Flameproof Intrinsically Safe	d	Zone 1 และ 2	Division 1 หรือ 2
Intrinsically Safe	ia	Zone 0, 1 และ 2	Division 1 หรือ 2
Intrinsically Safe	ib	Zone 1 และ 2	Division 2
Purge or Pressurization	p	Zone 1 และ 2	Division 1 หรือ 2
Increased Safety	e	Zone 1 และ 2	Division 2
Immersed in Oil	o	Zone 1 และ 2	Division 2
Filled with Poder / Sand	q	Zone 1 และ 2	Division 2
Encapsulated / Molding	m	Zone 1 และ 2	Division 2
Non-Sparking / Nonincendive	n	Zone 2	Division 2

Flameproof Type “d” Protection

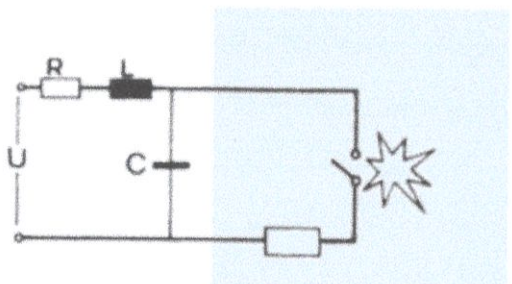


ภาพที่ 2.20 Flameproof Type “d” Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้สามารถเกิดการจุดระเบิดภายในส่วนเปลือกของอุปกรณ์ได้หากมีแก๊สหรือไอระเหยแทรกเข้าไปภายในและมีประกายไฟเกิดขึ้นแต่ความดันที่เกิดขึ้นจากการระเบิดจะไม่สามารถทำความเสียหายกับสิ่งห่อหุ้มที่กำลังห่อหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้าจนทำให้เปลวไฟขยายออกสู่ภายนอกได้ เทคนิคการป้องกันแบบนี้มักใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มักทำให้เกิดอาร์กหรือสปาร์กรวมทั้งเกิดความร้อนสูงขณะที่มีการใช้งานตามปกติเช่นมอเตอร์ โคมไฟ สวิตช์ควบคุม เต้ารับและเต้าเสียบเป็นต้น

Intrinsic Safety Type “ia” Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้กับกระแสไฟและแรงดันไฟฟ้าต่ำมากจนกระทั่งผลของการเกิดลัดวงจรภายในอุปกรณ์ดังกล่าวถึง 2 จุดในเวลาเดียวกันแล้ว จะไม่ก่อให้เกิดพลังงานความร้อนมากเพียงพอให้แก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟเกิดจุดติดไฟได้



ภาพที่ 2.21 Intrinsic Safety Type “ia” และ “ib” Protection

Intrinsic Safety Type “ib” Protection

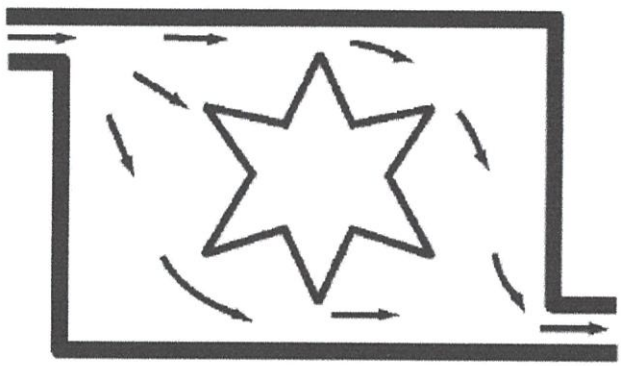
อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้กับกระแสไฟและแรงดันไฟฟ้าต่ำมากจนกระทั่งผลของการเกิดลัดวงจรภายในอุปกรณ์ดังกล่าวเพียง 1 จุดก็จะไม่ก่อให้เกิดพลังงานความร้อนมากเพียงพอให้แก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟเกิดจุดติดไฟได้

เทคนิคการวิธีในการป้องกันแบบ Intrinsic Safety มักใช้ร่วมกับ Thermocouple, Transducer, Transmitter, Proximity Switch, Flow Detector, และ Level Sensor วงจรไฟฟ้าที่เป็นแบบ Intrinsically Safe มักจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. อุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor หรือ Instrument)
2. อุปกรณ์จำกัดพลังงาน (Energy-limiting Device) บางครั้งเรียกว่า "Barrier"
3. สายไฟฟ้าที่มีการป้องกันความเสียหายจากการกระแทกทางกลได้

เครื่องมือที่ใช้เป็น Barrier นี้จะทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าที่นิยมใช้กันทั่วไป คือใช้ Resistor ช่วยลดกระแสลัดวงจร ใช้ Zener Diode ช่วยจำกัดแรงดันไฟฟ้าเกินและใช้ Fuse ช่วยตัดวงจรที่เกิดกระแสลัดวงจรไฟฟ้า

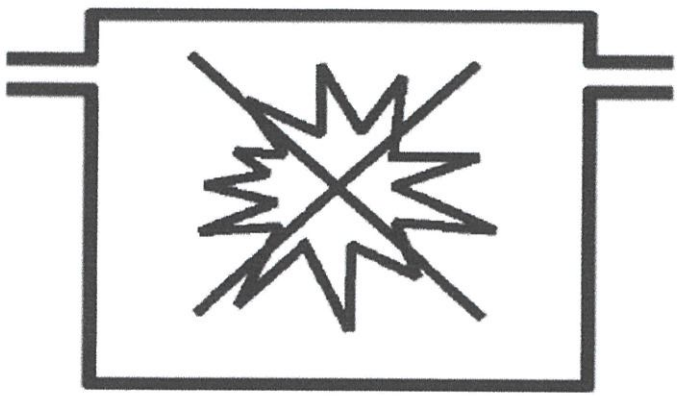
Pressurized Type "p" Protection



ภาพที่ 2.22 Pressurized Type "p" Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้วิธีการอัดอากาศบริสุทธิ์เข้าไปในเครื่องห่อหุ้มเพื่อไล่ไอระเหยของสารไวไฟออกนอกเครื่องห่อหุ้มพร้อมกับรักษาระดับความดันอากาศภายในนั้นให้สูงกว่าภายนอกเล็กน้อยเพื่อป้องกันไอระเหยของสารอันตรายจากภายนอกแพร่เข้ามาในเครื่องห่อหุ้มที่มีส่วนประกอบวงจรไฟฟ้าซึ่งอาจเกิดการสปาร์กได้ โดยปกติจะออกแบบให้มีความดันอากาศแตกต่างประมาณกัน 0.5 mbar หรือ 50 Pa ในบางกรณีอาจจะใช้แก๊สเฉื่อยอัดเข้าไปในสิ่งห่อหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้าแทนที่จะใช้อากาศ ซึ่งมีออกซิเจนผสมอยู่ประมาณ 21% เพื่อป้องกันการระเบิดได้ดีมากขึ้น แก๊สเฉื่อยที่ใช้เช่นแก๊สไนโตรเจนเพราะไม่เป็นอันตรายและมีอยู่ในอากาศทั่วไป

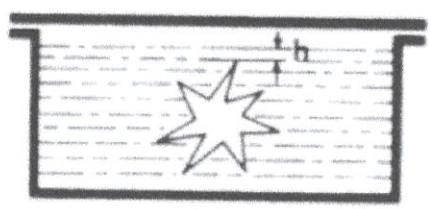
Increased Safety Type “e” Protection



ภาพที่ 2.23 Increased Safety Type “e” Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งตามปกติจะไม่มีการเกิดอาร์กหรือสปาร์กขึ้นได้นอกจากมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น ดังนั้นการเพิ่มระบบป้องกันเหตุไม่ปกติที่อาจเกิดขึ้นได้จึงเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งจะไม่ปล่อยให้มีความร้อนสูงเกิดขึ้นที่อุปกรณ์นั้นๆ เทคนิคการป้องกันแบบนี้นิยมใช้กับอุปกรณ์การต่อสายไฟ, ระบบแสงสว่าง, มอเตอร์, และเครื่องมือวัด เป็นต้น ในกรณีของกล่องต่อสายไฟแนวคิดของการป้องกันสามารถทำได้โดยไม่ออกแบบให้มีการต่อสายหนาแน่นเกินไปภายในกล่องต่อสายเดียว, เลือกใช้อุปกรณ์ต่อสายที่มั่นคงไม่หลุดง่าย, ใช้ฉนวนไฟฟ้าที่ทนความร้อนสูงได้, และหลีกเลี่ยงการต่อสายไฟที่นำกระแสไฟฟ้ามากๆ มาไว้ในกล่องต่อสายเดียวกัน

Oil Immersion Type “o” Protection

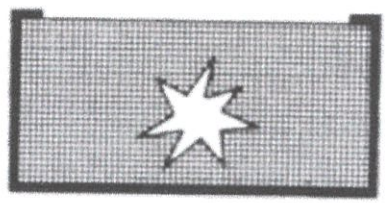


ภาพที่ 2.24 Oil Immersion Type “o” Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้วิธีจุ่มแช่อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนที่มีการอาร์กหรือสปาร์ก บ่อยครั้งและอาจจะรุนแรงด้วยลงไปใน Mineral Oil เพื่อไม่ให้ความร้อนที่เกิดจากประกายไฟสัมผัสกับเชื้อเพลิงโดยตรง นอกจากนี้น้ำมันที่ใช้แช่ซึ่งมีการหมุนเวียนยังช่วยทำหน้าที่ระบายความร้อนในบริเวณที่เกิดอาร์คด้วยอย่างไรก็ตามเมื่อเกิดการอาร์กจะทำให้มีน้ำมันบางส่วนเกิดปฏิกิริยาเคมีและได้แก๊ส Hydrogen และ Acetylene ออกมา นอกจากนี้หากเกิดการลัดวงจรอย่างรุนแรง น้ำมันนี้ก็จากติดไฟและทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้

วิธีการป้องกันแบบนี้จึงไม่นิยมใช้ในพื้นที่อันตราย เพราะมีความเสี่ยงสูงเทคนิคการป้องกันแบบนี้นิยมใช้กับสวิตช์เกียร์และหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่ เป็นต้น

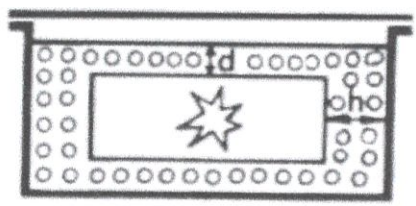
Powder Filled Type "q" Protection



ภาพที่ 2.25 Explosive Atmosphere

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้วิธีเติมผงแก้วลงไปในเปลือกหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนที่มีการอาร์กหรือสปาร์ก เพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนที่เกิดจากประกายไฟสัมผัสกับไอระเหยของสารไวไฟได้ โดยตรงเทคนิคการป้องกันแบบนี้นิยมใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่มีส่วนที่เคลื่อนที่เช่น คาปาซิเตอร์และหม้อแปลงขนาดเล็กเป็นต้น

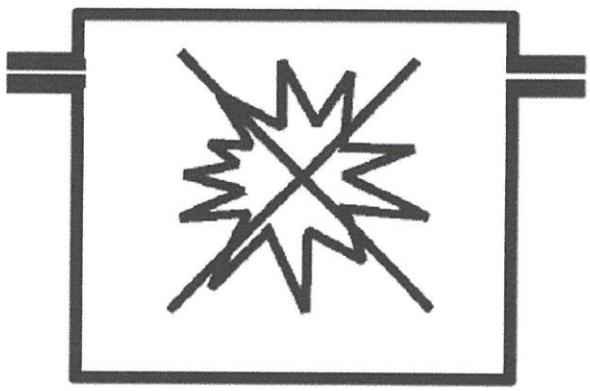
Encapsulation Type "m" Protection



ภาพที่ 2.26 Encapsulation Type "m" Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้วิธีการเคลือบปิดส่วนที่อาจมีการอาร์กหรือสปาร์กไว้ด้วยฉนวนกันความร้อน เพื่อป้องกันมิให้มีไอระเหยของสารไวไฟแทรกเข้าไปสัมผัสกับความร้อนที่อาจจะสามารถเกิดขึ้นได้โดยตรงฉนวนปิดกั้น โดยการอาร์กที่นิยมใช้คือ Epoxy Resin, Thermoplastic, Thermosetting และ Elastrometic Material เป็นต้น เทคนิคการป้องกันแบบนี้มักใช้อุปกรณ์ไฟฟ้ายกตัวอย่างเช่น Solenoid Valve, Rapid Starter, Resistor, Capacitor, Optoisolator และ Diode เป็นต้น

Nonincendive Type “n” Protection



ภาพที่ 2.27 Nonincendive Type “n” Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งตามปกติจะไม่มีการเกิดอาร์กหรือสปาร์กที่รุนแรง รวมทั้งจะไม่เกิดความร้อนที่สิ่งห่อหุ้มอุปกรณ์สูงจนสามารถทำให้เกิดการจุดติดไฟได้โดยใช้เครื่องห่อหุ้มที่ปิดสนิทจนฝุ่นน้ำและแก๊สไม่สามารถผ่านเข้าออกได้ ตามเกณฑ์การทดสอบเทคนิคการป้องกันแบบนี้ยังอาจถูกแบ่งเป็นวิธีการป้องกันได้อีก 3 ชนิดดังนี้

- Non-Sparking “nA” คืออุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดที่จะไม่มีการสปาร์กเกิดขึ้น
- Hermetically Sealed “nC” คืออุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดที่มีเปลือกหุ้มปิดสนิทจนไม่มีอากาศเข้าได้เลย
- Restricted Breathing “nR” คืออุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดที่จะจำกัดอากาศไม่ให้เข้าหรือออกจากเปลือกหุ้มได้ ทำให้ภายในเปลือกหุ้มส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อาจเกิดสปาร์กไม่มีไอระเหยมากพอที่จะเกิดติดไฟได้

2.5.11 การรับรองมาตรฐานอุปกรณ์ป้องกันการระเบิด

อุปกรณ์กันการระเบิดของผู้ผลิตทุกรายจะต้องผ่านการทดสอบและได้รับการรับรองมาตรฐานว่าได้ออกแบบเพื่อป้องกันการระเบิดด้วยวิธีต่างๆตามมาตรฐานอย่างถูกต้อง ซึ่งผู้ที่จะสามารถให้บริการทดสอบและให้การรับรองมีดังนี้

ตารางที่ 2.13 ตัวแทนผู้รับรองมาตรฐาน (Standard Agencies)

ประเทศ	ผู้มีอำนาจในการรับรองมาตรฐาน
Australia	Quality Assurance Services
Australia	Safety in Mines Testing and Research Station (SIMTARS)
Austria	TechnisheUberwachungVerein Product Services (TUV)
Brazil	Centro de Pesquisas de EnergiaEletrica (CEPEL)
Canada	Canada Standards Association (CSA)
Czech Republic	FyzikalneTechnickyZkusebniUstav (FTZU)
Denmark	DEMKO
Finland	Technical Research Centre of Finland (VTT)
France	Institut National de l'EnvironnementIndustriel et des Risques(INERIS)
France	Laboratorie Central des Industries Electriques (LCIE)
Germany	Forschungsgesellshaft fur AngewandteSystemsichereit und ArbeitsmedizinmbH (FSA)
Germany	DMT-Gesellshaft fur forschung und PrufungmbHFachstelle fur SicherheitelektrischerBetriebsmttelBergbau-Versuchsstrecke (BVS)
Germany	Institut fur Sicherheitstechnik GmbH Institutan der Bergakademie Freiberg (IBExU)
Germany	TechnisheUberwachungVerein (TUV)
Germany	Physikalisch-TechnischeBundesanstilt (PTB)
Hungary	Hungarian Testing Authority for Explosion-proof Electrical Apparatus (BKI)
Italy	Centro ElettrotecnicoSperimentaleItaliano (CESI)
Japan	The Technical Institution of Industrial Safety (TIIS)
Luxemburg	Service de l'Energie de l'EtatLuxembourgeois
Netherlands	Keuring van ElektrotechnischeMaterialen (KEMA)
Norway	NEMKO
Poland	GlownyInstitutGornictwaKopalniaDoswiadczalna "BARBARA"
Republic Korea	Korea Industrial Safety Corp. (KISCO)
Republic of South Africa	South African Bureau of Standards (SABS)
Romania	InsemexPetrosani Equipment Ex. Certification Service
Russia	Test Centre for Explosion-proof Electrical Apparatus (VNIIEF)
Slovakia	ElektrotechnickyVyskummy a ProjektovyUstav (EVPU)

Slovenia	Mr Igor Likar Slovenian of Quality and Metrology (SIQ)
Spain	Laboratorio Official Jose Maria Madariage (LOM)
Sweden	Swedish National Testing and Research Institute (SP)
Switzerland	EidgenossischesStarkstrominspektorat (ESTI)
Ukraine	Test and Certification Ventre for Explosion-proof and frameproof Electrical Apparatus (ISZVE)
United Kingdom	Electrical Equipment Certification Services (EECS)
United Kingdom	SIRA Certification Services (SCS)
United States	Factory Mutual Research Corporation (FM)
United States	Underwriters Laboratories, Inc. (UL)
Yugoslavia	SaveznoMinistarstvozaRazvoj, NaukuiZivotnuSredinuSavezniZavodzaStandardizaciju (SZS)

2.5.12 สัญลักษณ์ของมาตรฐานอุปกรณ์ป้องกันการระเบิด (Certification Code)

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถใช้ในงานติดตั้งในพื้นที่อันตรายจะต้องถูกออกแบบให้เหมาะสมในการใช้งานในแต่ละประเภทของพื้นที่อันตราย ซึ่งผู้ผลิตจะแสดงสัญลักษณ์ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐานการออกแบบเพื่อบ่งบอกคุณสมบัติต่างๆ ตามตารางที่ 2.15 - 2.17

ตารางที่ 2.14 สัญลักษณ์สำหรับมาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทป้องกันการระเบิดตามมาตรฐาน NEC 500

Permitted Class	Permitted Division	Permitted Group	Temperature Class (°C)
Class I: Gas	Division 1 Division 2	Group A Group B Group C Group D	T1 : 450 T2 : 300 T2A : 280 T2B : 260 T2C : 230 T2D : 215 T3 : 200 T3A : 180 T3B : 165 T3C : 160 T4 : 135 T4A : 120 T5 : 100

ตารางที่ 2.15 สัญลักษณ์สำหรับมาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทป้องกันการระเบิดตามมาตรฐาน NEC 505

Permitted Class	Permitted Zone	AEx	Protection Method	Gas Group	Temperature Class (°C)
Class I: Gas	Zone 0 Zone 1 Zone 2		e: Increased Safety d: Flameproof m: Encapsulation nA: Nonsparking nR: Restricted Breathing nC: Hermetically Seal [ia]: Intrinsically Safe [ib]: Intrinsically Safe	Group IIC Group IIB + H2 Group IIB Group IIA Group I	T1 : 450 T2 : 300 T3 : 200 T4 : 135 T5 : 100 T6 : 85

ตารางที่ 2.16 สัญลักษณ์สำหรับมาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทป้องกันการระเบิดตามมาตรฐาน IEC และ CENELEC

Standard	Protection Method	Gas Group	Temperature Class (°C)
Ex: IEC EEx: CENELEC	e: Increased Safety d: Flameproof m: Encapsulation p: Pressurized q: Powder-Filled o: Oil Immersion n: Nonincendive ia: Intrinsically Safe ib: Intrinsically Safe s: Special Protection me: Encapsulation and Increased Safety	Group IIC Group IIB Group IIA	T1 : 450 T2 : 300 T3 : 200 T4 : 135 T5 : 100 T6 : 85

2.6 ประโยชน์ที่ได้จากการนำเทคโนโลยี WirelessHART เข้ามาใช้ภายในโรงกลั่นน้ำมัน

ในปัจจุบันอุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่ถูกใช้อยู่ภายในโรงกลั่นน้ำมันจะใช้เทคโนโลยี WireHART ซึ่งไม่สามารถที่จะดึงค่าตัวแปรต่างๆหรือค่าการวินิจฉัยออกมาดูได้ที่ห้องควบคุม ซึ่งค่าทั้งหมดจะถูกฝังติดอยู่ในตัวอุปกรณ์ เราจะสามารถดึงออกมาได้ออกมาแค่เพียงค่าเดียว ซึ่งปกติจะเป็นค่าของตัวแปรกระบวนการที่ถูกดึงออกมาโดยผ่านทางสัญญาณอนาล็อค 4-20mA ซึ่งการที่นำเทคโนโลยี WirelessHART เข้ามาใช้จะเป็นการปรับปรุงทำให้การวัดและควบคุม มีประสิทธิภาพมากขึ้นเนื่องจากสามารถดึงค่าตัวแปรและค่าวิเคราะห์ในขณะนั้นออกมาได้อย่างครบถ้วนซึ่งค่าเหล่านี้ถือว่าสำคัญและเป็นประโยชน์อย่างมาก สำหรับอุปกรณ์การวัดและควบคุมในการที่จะนำไปวางแผนหรือคาดการณ์แผนการณ์ซ่อมบำรุง รวมถึงในกรณีที่เกิดปัญหาขึ้นยังทำให้สามารถสืบหาสาเหตุแท้จริงของปัญหาต่างๆได้อีกด้วย อีกทั้งในด้านของการควบคุมสามารถที่จะนำค่าที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ได้ในหลายๆ กรณีที่มีการใช้อุปกรณ์เพียงหนึ่งตัว เพื่อการวัดมากกว่าหนึ่งอย่างในกรณีเหล่านี้อุปกรณ์จะมีค่าหลายค่าที่สามารถดึงออกมาใช้ได้ แต่มันยากที่จะรู้ได้ว่าค่าที่วัดออกมานั้นมีความเที่ยงตรงแม่นยำและอ่านค่าถูกต้องในขณะนั้น WirelessHART ในหลายๆกรณีที่มีการใช้อุปกรณ์เพื่อการวัดมากกว่าหนึ่งอย่าง เช่นในกรณีของการวัดระดับหรือความดันของอุปกรณ์ระดับสูงหรือความดันสูงในกรณีเหล่านี้อุปกรณ์จะมีค่าหลายค่าที่สามารถดึงออกมาได้ แต่มันยากที่จะรู้ได้ว่าค่าที่วัดออกมานั้นมีความเที่ยงตรงแม่นยำและอ่านค่าถูกต้องตามเวลาในขณะนั้นหรือเปล่า เพราะเราไม่สามารถดึงค่า ตัวแปรที่บ่งบอกว่าอุปกรณ์ชิ้นนั้นๆยัง คงสุขภาพดีอยู่หรือไม่ออกมาพิจารณาได้ แต่ WirelessHART สามารถดึงค่าสุขภาพออกมาได้และทำทุกอย่างที่ฮาร์ททำได้ เพราะ WirelessHART ถูกพัฒนามาจากฮาร์ทซึ่ง WirelessHART เป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูงง่ายต่อการใช้งาน มันทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกและรวดเร็วอีกทั้งยังสามารถนำมาใช้งานร่วมกับสายฮาร์ทที่มีอยู่ได้ ซึ่งเทคโนโลยี WirelessHART ถือว่ามีความสะดวกเชื่อถือได้และปลอดภัยในการที่จะเฝ้าดูและควบคุมกระบวนการให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังมีซอฟแวร์ระบบการจัดการสินทรัพย์ที่จะเข้ามาช่วยในเรื่องของการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์ได้อีกด้วย และยังมีข้อดีต่างๆอีกมากมาย อาทิเช่น

1. การเคลื่อนไหวช่วยเพิ่มผลผลิตและการบริการมีความคล่องตัวสูง ดังนั้นไม่ว่าเราจะเคลื่อนที่ไปที่ไหนหรือเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ไปตำแหน่งใด ก็ยังมีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายตลอดเวลาตราบใดที่ยังอยู่ในระยะการส่งข้อมูล

2. ความเร็วในการติดตั้งและความเรียบง่ายสามารถติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็วเพราะไม่ต้องเสียเวลาติดตั้งสายเคเบิลและไม่รกรุงรัง

3. มีความยืดหยุ่นในการติดตั้งสามารถขยายระบบเครือข่ายได้ง่ายเพราะเพียงแค่ปรับตั้ง JoinKey ให้ตรงกันก็เข้าสู่เครือข่ายได้ทันที

4. ลดค่าใช้จ่ายในการเป็นเจ้าของ ลดค่าใช้จ่ายโดยรวมอาทิเช่นค่าของสายค่าของการติดตั้งที่ผู้ลงทุนต้องลงทุนซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง อีกทั้งในระยะยาวแล้วระบบเครือข่ายไร้สายไม่จำเป็นต้องเสียค่าบำรุงรักษาและในเรื่องของการขยายเครือข่ายก็ลงทุนน้อยกว่าแบบเดิมหลายเท่าเนื่องด้วยความง่ายในการติดตั้ง

5. ขยายขีดความสามารถ (Scalability) เครือข่ายไร้สายทำให้องค์กรสามารถปรับขนาดและความเหมาะ สมได้ง่ายไม่ยุ่งยาก เพราะสามารถโยกย้ายตำแหน่งการใช้งาน

บทที่ 3
การศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมของเทคโนโลยี WirelessHART

3.1 บทนำ

การศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการนำเทคโนโลยี WirelessHART เข้ามาใช้ในโรงกลั่นน้ำมันนั้น ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ การเลือกใช้เทคโนโลยี WirelessHART ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่มีอยู่ในโรงกลั่นน้ำมัน และการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโนโลยี WirelessHART เข้ามาใช้ในโรงกลั่นน้ำมัน โดยโครงงานนี้ได้ทำการเลือกอุปกรณ์ที่มีอยู่ในโรงกลั่นน้ำมันให้เหมาะสมที่สุดกับการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยี WirelessHART จากนั้นจะนำอุปกรณ์เหล่านั้นมาทำการทดลอง เพื่อทำการวิเคราะห์และประเมินความเหมาะสมในการนำมาใช้งานจริง

3.2 การเลือกใช้เทคโนโลยี WirelessHART ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่มีอยู่ในโรงกลั่นน้ำมัน

3.2.1 ประเภทของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในโรงกลั่นน้ำมัน

ในอุตสาหกรรมโรงกลั่นน้ำมันจะมีการจัดเตรียมระบบเครื่องมือวัดและควบคุม เพื่อทำการแสดงค่าและควบคุมตัวแปรของกระบวนการต่างๆให้อยู่ในค่าที่ต้องการ และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณสมบัติตามที่กำหนด ตัวแปรของกระบวนการที่เป็นพื้นฐานในการควบคุมได้แก่ การไหล (Flow) ระดับ (Level) ความดัน (Pressure) และอุณหภูมิ (Temperature) ตัวอย่างการควบคุมตัวแปรต่างๆเป็นดังนี้ การควบคุมอัตราการไหลของไหลในท่อให้อยู่ในค่าที่ต้องการ การควบคุมทิศทางการไหลให้ไหลไปทิศทางที่กำหนด การควบคุมระดับของไหลในถัง การควบคุมอุณภูมิของไหลให้อยู่ในค่าที่กำหนดและการควบคุมความดันของไหล เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการควบคุมตัวแปรต่างๆเหล่านี้ในกระบวนการผลิต จึงต้องจัดเตรียมระบบเครื่องมือวัดและควบคุมที่มีความเหมาะสมกับกระบวนการ

ระบบควบคุมกระบวนการผลิตพื้นฐาน จะเป็นระบบที่ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการผลิตโดยผ่านเครื่องมือวัดและอุปกรณ์อื่นๆในกระบวนการผลิต เพื่อให้กระบวนการผลิตทำงานตามที่ต้องการหรือที่ออกแบบไว้ โดยสามารถแบ่งส่วนประกอบหลักๆที่สำคัญดังต่อไปนี้

3.2.1.1 อุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในอาคารควบคุม

ตู้ต่อสาย (Marshalling Cabinet) เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างสายไฟจากเครื่องมือวัดในกระบวนการผลิตไปยังส่วนอินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุม ในตู้นี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักดังนี้ อุปกรณ์ต่อสายแบบต่างๆ (Terminal) ราวสายไฟ (Wire Ways) แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit) Safety Barrier และ Relay

ตัวควบคุม (Controller) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับประมวลผล ตัวควบคุมจะประกอบด้วยอุปกรณ์หลักๆดังนี้ แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit) ตัวประมวลผลกลาง (Central Processor Unit) ส่วนรับส่งสัญญาณ (Input and Output Card) ส่วนติดต่อสื่อสาร (Communication Port) และโปรแกรมในการควบคุม (Control Function Program) ตัวควบคุมจะถูกติดตั้งอยู่ในตู้ที่แยกออกจากตู้ต่อสาย การทำงานหลักจะเป็นการควบคุมตัวแปรของกระบวนการผลิตให้อยู่ในค่าที่ต้องการ

เครือข่ายสื่อสารสารหลัก (Backbone Network) เป็นระบบสื่อสารหลักที่ใช้การส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆของระบบควบคุม เครือข่ายสื่อสารหลักจะมีความเร็วในการสื่อสารที่มีอัตราความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลสูง โดยจะขึ้นอยู่กับมาตรฐานเครือข่ายที่นำมาใช้ เช่น มาตรฐาน IEEE 802.3, IEEE 802.4, IEEE802.5, Ethernet เป็นต้น

ส่วนที่ติดต่อกับผู้ปฏิบัติการ (Human Machine Interface) ส่วนมากจะใช้เป็นจอภาพ (Monitor) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับแสดงแผนภาพ (Graphic Display) กระบวนการผลิต และแสดงค่าตัวแปรต่างๆ ของกระบวน การผลิต สำหรับใช้เป็นส่วนแสดงสัญญาณเตือนต่างๆที่มาจากหน่วยการควบคุมอื่นๆ เช่น จากระบบวัดคุมนิรภัย และระบบตรวจจับเพลิงไหม้หรือก๊าซรั่ว

3.2.1.2 อุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในกระบวนการ

เครื่องมือวัด (Sensing Element) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนตัวแปรต่างๆในกระบวนการผลิต เช่น อัตราการไหลในกระบวนการ ระดับของไหลในถัง ความดันในกระบวนการและอุณหภูมิในกระบวนการ เป็นต้น ให้เป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน 4~20 mA ที่ 24 Vdc หรือสัญญาณมาตรฐานชนิดอื่นๆ เพื่อส่งข้อมูลของตัวแปรต่างๆไปยังอินพุตของตัวควบคุม และใช้แสดงค่าที่หน่วยแสดงผล เครื่องมือวัดพื้นฐานจะมีดังนี้

- เครื่องมือวัดการไหล (Flow Transmitter)
- เครื่องมือวัดระดับ (Level Transmitter)
- เครื่องมือวัดความดัน (Pressure Transmitter)
- เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Temperature Transmitter)

ทรานส์มิตเตอร์ (Transmitter) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตที่ได้จากทรานส์ดิวเซอร์ให้เป็นสัญญาณมาตรฐาน เนื่องจากระบบควบคุมในอุตสาหกรรมประกอบด้วย อุปกรณ์ควบคุมหลายชนิดต่อพ่วงกันเป็นระบบ และอุปกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีการส่งและรับสัญญาณวัดแบบอนาล็อกระหว่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานสัญญาณวัดแบบอนาล็อกให้เป็นสากล แบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ สัญญาณนิวแมติกส์และสัญญาณทางไฟฟ้า

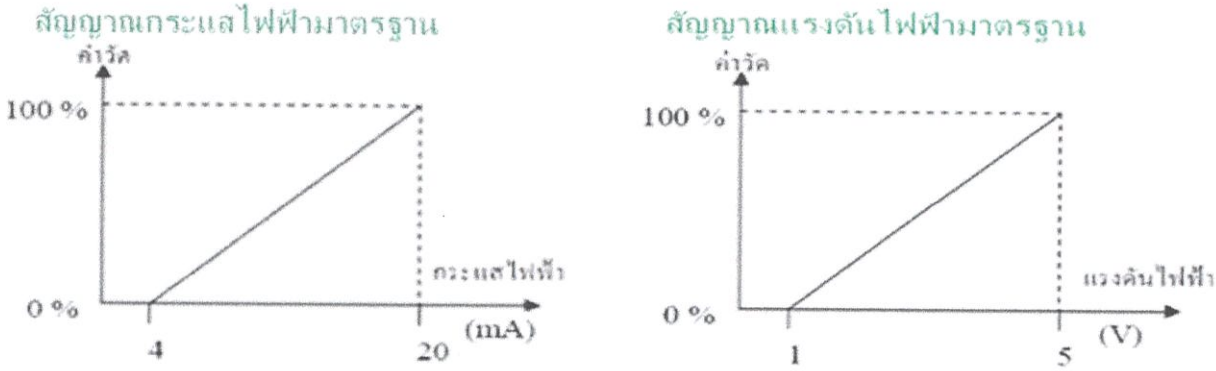
1. สัญญาณนิวแมติกส์ (Pneumatics Signal) เป็นสัญญาณมาตรฐานที่อยู่ในรูปของความดันลม ใช้ความดันของลมในการควบคุมกระบวนการ ตัวอย่างสัญญาณมาตรฐานชนิดนิวแมติกส์ ได้แก่

- 3~15 psi (BS Unit)
- 0.2~1 bar (SI Unit)
- 0.2~1 kg/cm2 (Metric Unit)

2. สัญญาณทางไฟฟ้า (Electrical Signal) เป็นสัญญาณมาตรฐานที่อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

- แรงดันไฟฟ้า 1~5 V กระแสไฟฟ้า 4~20 mA
- แรงดันไฟฟ้า 0~10 V กระแสไฟฟ้า 0~100 mA

เครื่องมือวัดเหล่านี้จะมีให้เลือกใช้ได้หลายชนิด ในการเลือกใช้จึงต้องเลือกให้เหมาะสมกับสถานะและคุณสมบัติของไหลที่ต้องการวัด เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการวัดมีค่าความถูกต้องมากที่สุดและอุปกรณ์เหล่านี้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน



ภาพที่ 3.1 แสดงสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน 4~20 mA และ

อุปกรณ์สุดท้าย (Final Element) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน 4~20 mA จากเอาต์พุตของตัวควบคุมไปเป็นการควบคุมตัวแปรกระบวนการผลิต ตัวอย่างของอุปกรณ์สุดท้ายจะเป็น วาล์วควบคุม (Control Valve) ซึ่งจะทำการปิดเปิดตามสัญญาณเอาต์พุตของตัวควบคุม

อุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่ใช้เป็น Final Control Element ในอุตสาหกรรมโรงกลั่นน้ำมันก็คือ วาล์วควบ คุม (Control Valve) มีหน้าที่ควบคุมการไหลของของไหล เช่น Gas, Steam, Water หรือสารเคมีต่างๆ ส่วนประกอบต่างๆของวาล์วควบคุมจะประกอบไปด้วย

- ชุด Body
- ชุด Trim Set (Plug, Stem, Seat Ring)
- Actuator ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้วาล์วควบคุมเคลื่อนที่หรือขยับ
- Accessories ต่างๆ เช่น Limit Switch, Solenoid Valve, Air Set และอื่นๆ

วาล์วควบคุม (Control Valve) จะรับสัญญาณมาจากตัวควบคุม (Controller) เพื่อควบคุมกระ บวนการผลิตให้ได้ตามค่าที่เราตั้งไว้ (Set Point) ตัวควบคุมจะรับสัญญาณมาจากตัวส่งสัญญาณ (Transmitter) โดยชนิดของเซนเซอร์หรือตัวส่งสัญญาณ ก็ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้วัดอะไร เช่น วัดแรงดันก็ใช้ Pressure Transmitter หรือวัดอุณหภูมิก็ใช้ Temperature Transmitter

ตัวควบคุมตำแหน่งของวาล์ว (Valve Positioner)

การที่จะให้วาล์วควบคุมเปิดปิดได้ตามตำแหน่งที่ต้องการนั้น วาล์วควบคุมจะต้องมีอุปกรณ์ตัวอื่นมาช่วย เช่น Valve Positioner ในการควบคุมตำแหน่งร่วมกับวาล์วควบคุมอีกทีหนึ่ง ซึ่งในอดีตเรามีการใช้ตัวควบ คุมที่เป็นระบบไฟฟ้า (สัญญาณอนาล็อก 4~20 mA) อยู่ แต่วาล์วควบคุมเป็นระบบลม ดังนั้นช่วงแรกๆ จะใช้ตัว แปลงสัญญาณจากสัญญาณอนาล็อกมาเป็นสัญญาณลมก่อน ซึ่งถูกเรียกว่า I/P Converter เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ใกล้กับวาล์วควบคุม ซึ่งเป็นระบบการควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control) ส่วนการทำงานนั้นไม่ทราบว่าวาล์วเปิดตามตำแแหน่งสัญญาณเอาต์พุตของตัวควบคุมจริงหรือไม่ ซึ่งตรงนี้เองวาล์ว

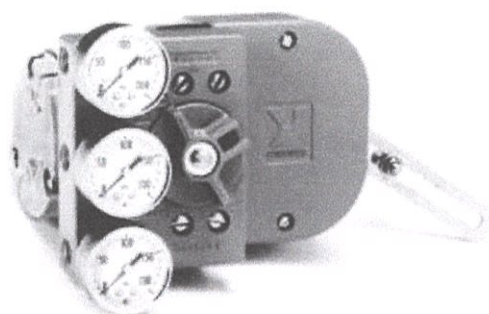
ควบคุมในสมัยใหม่ จึงพัฒนาให้เป็นแบบการควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) โดยมีการตรวจจับค่าของตำแหน่งของก้านวาล์วที่เคลื่อนตัวไป แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย (ได้จากสัญญาณจากตัวควบคุม) ซึ่งถูกเรียกว่า ตัวควบคุมตำแหน่งของวาล์ว (Valve Positioner) (ส่วนใหญ่ติดที่ด้านข้างของ Yoke หรือที่ด้านบนของ Actuator) โดยที่ตัวควบคุมตำแหน่งจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- ทำให้วาล์วควบคุมทำงานตามค่าของสัญญาณควบคุมได้ถูกต้อง
- ทำให้วาล์วควบคุมตอบสนองต่อสัญญาณได้รวดเร็วขึ้น
- ทำให้วาล์วควบคุมรักษาเสถียรภาพของกระบวนการได้
- ทำให้วาล์วควบคุมทำงานตามเงื่อนไขของระบบควบคุม

ตัวควบคุมตำแหน่งของวาล์ว (Valve Positioner) ที่ใช้งานมีอยู่หลายชนิดด้วยกันขึ้นอยู่กับสัญญาณอินพุต เช่น Pneumatic to Pneumatic Positioner (P/P Positioner) หรือ Electro to Pneumatic (E/P Positioner) และในปัจจุบันได้ใช้สัญญาณควบคุมเป็นระบบดิจิตอลแล้ว เช่น Foundation Fieldbus, HART

Pneumatic to Pneumatic Valve Positioner (P/P Positioner)

หลังจากที่ Pneumatic Signal Standard (3~15 psi) ได้รับการยอมรับให้มีการใช้งานในระบบกระบวนการอัตโนมัตินั้น Pneumatic Valve Positioner ก็ได้มีการใช้งานกันอย่างกว้างขวาง เพราะมีความน่าเชื่อ ถือ (Reliability) สูง และการซ่อมบำรุงรักษาที่ทำได้ง่าย โดย Pneumatic Valve Positioner จะรับสัญญาณโดย ตรงมาจาก Pneumatic Controller หรือสัญญาณ 4~20 mA จาก DCS (Distributed Control System) และผ่านตัวแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นลม Electric to Pneumatic Converter



ภาพที่ 3.2 แสดง Pneumatic to Pneumatic Valve Positioner

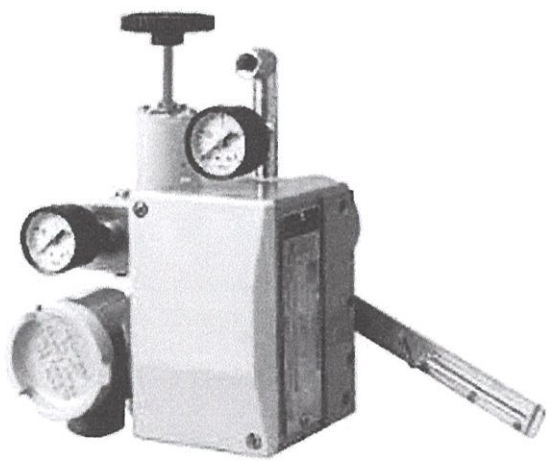
คุณสมบัติ

- มีโครงสร้างการทำงานที่ไม่ซับซ้อน
- มีความไวในการตอบสนองต่อสัญญาณสูงและมีเสถียรภาพ สามารถทำงานได้แม้ว่าหน้างานจะมีการสั่นสะเทือน
- ง่ายในการซ่อมบำรุงรักษา เนื่องจากมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน

- สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานระหว่าง Direct/Reverse action ได้โดยไม่จำเป็นต้องไปยุ่งเกี่ยวกับ Actuator
- สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่อันตรายได้ เนื่องจากอุปกรณ์ทำจากวัสดุที่ทนการกัดกร่อน
- สามารถทำการปรับเปลี่ยน Characteristics ระหว่าง สัญญาณ กับ Valve Travel ได้ง่ายไม่ว่าจะเปลี่ยนเป็น Linear, Equal Percentage หรือ Quick Opening โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนที่ตัววาล์วควบคุม

Analog Electro to Pneumatic Valve Positioner (E/P Positioner)

ในช่วงปี ค.ศ. 1970 สัญญาณไฟฟ้าถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อให้เป็นสัญญาณมาตรฐาน โดยที่สัญญาณ 4 -20 mA เป็นมาตรฐานสากลสำหรับสัญญาณไฟฟ้า ตัวควบคุม (Controller) ส่วนใหญ่ (รวมถึง DCS) จะส่งสัญญาณ 4-20 mA ไปที่วาล์วควบคุม โดยที่ตัว Valve Positioner จะรับสัญญาณมาและแปลงเป็นพลังงานลมที่จะไปขับเคลื่อนตัว Actuator ต่อไป



ภาพที่ 3.3 แสดง Electro to Pneumatic Valve Positioner

Smart Valve Positioners

ในปี ค.ศ. 1984 ตั้งแต่เริ่มมีการพัฒนาอุปกรณ์ Transmitter ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการทำงาน อุปกรณ์ที่อยู่ในระบบควบคุมก็เริ่มมีการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการทำงานเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ รวมถึงตัว Valve Positioner โดยหลักการทำงานจะอยู่ในระบบดิจิตอล ซึ่งมีความสะดวกในการใช้งานเป็นอย่างมากไม่ว่าจะเป็นการปรับเทียบและสอบเทียบ

ส่วนประกอบต่างๆของวาล์ควบคุม(Component Control Valve)

จะแบ่งเป็นส่วนประกอบหลักๆ อยู่สองส่วนคือ

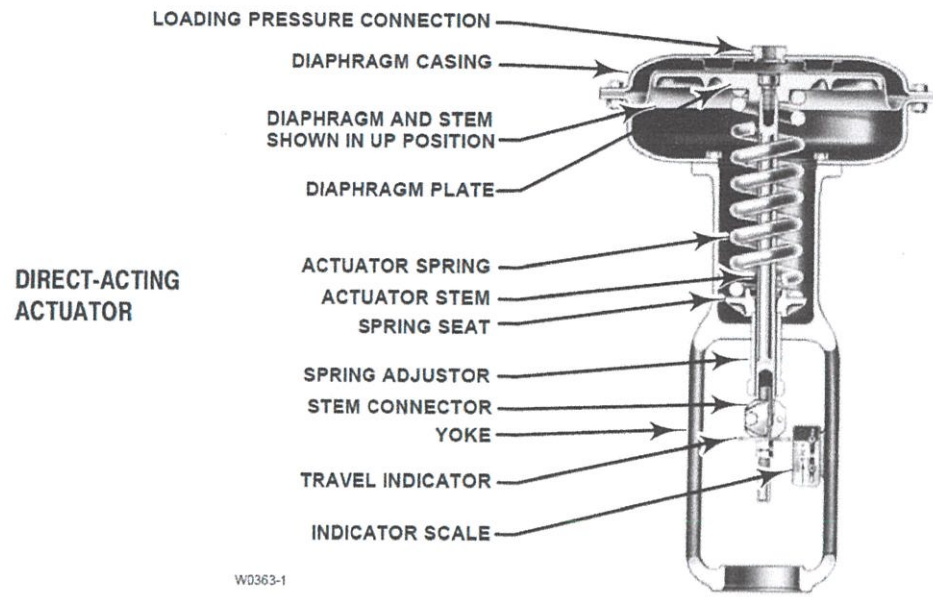
1. Actuator Part
2. Body Part

1. Actuator Part

สำหรับวาล์วควบคุมแบ่งได้เป็นทั้งแบบ Pneumatic, Motorized และ Hydraulics แต่ที่เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรมโรงกลั่นน้ำมันนั้น จะเป็นแบบ Pneumatic Actuator หรือ Actuator ที่ควบคุมด้วยลมนั่นเอง เพราะการบำรุงรักษาทำได้ง่าย โครงสร้างไม่ยุ่งยาก ซึ่ง Actuator นั้นก็จะรวมไปถึงส่วนของ Yoke ด้วยเช่น กัน

ส่วนประกอบต่างๆของ Actuator

- **Rain Cap** เอาไว้สำหรับป้องกันไม่ให้น้ำไหลเข้าตัว Actuator สำหรับกรณีที่ Action ของ Actuator เป็นแบบ Air to Open นั้น ลมจะเข้าจากทางด้านล่างของ Actuator ดังนั้น ข้างบนจะมีรูปล่อยว่างไว้ ก็ต้องหาอะไรไปปิดไว้ เพื่อกันไม่ให้น้ำเข้าเวลาฝนตก และต้องสามารถนำลมออกได้เวลาวาล์วกลับทิศทาง
- **Eye Bolt** ไว้ใช้สำหรับเกี่ยวกับตะขอ เวลาเคลื่อนย้ายวาล์ว
- **Diaphragm** เป็นส่วนที่มีความยืดหยุ่น เพื่อเปลี่ยนพลังงานลมที่รับเข้ามาและส่งต่อพลังงานไปสู่ Diaphragm Plate เพื่อทำให้ Actuator Stem เคลื่อนที่
- **Spring** จะอยู่ใน Actuator Case หรือ ใน Yoke ขึ้นอยู่กับการออกแบบของทางผู้ผลิต โดยจะทำหน้าที่เป็นแรงให้ Actuator Stem เคลื่อนที่และมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงลมที่มาจากแผ่น Diaphragm
- **Actuator Stem** เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่าง Actuator กับ Valve Stem
- **Diaphragm Case** เป็นส่วนที่ไว้ใช้สำหรับบรรจุแผ่น Diaphragm ไว้ ประกอบไปด้วยสองส่วน คือส่วนบนและส่วนล่าง
- **Scale Plate** ไว้ใช้สำหรับบอกตำแหน่งของวาล์ว ระหว่าง 0 – 100 %
- **Stem Connector** เป็นส่วนที่เอาไว้สำหรับเชื่อมติดกันระหว่าง Actuator Stem และ Plug Stem
- **Yoke** เป็นส่วนประกอบที่ไว้ใช้สำหรับเชื่อมติดใน่สวนของ Actuator และส่วนของ Valve Body



ภาพที่ 3.4 แสดงโครงสร้าง Actuator Part ของวาล์ว

2. Body Part

ส่วนของ Body Valve นั้นจะรวมไปถึงในส่วนของ Bonnet ของวาล์วด้วย ซึ่งส่วนนี้จะสัมผัสกับของไหลโดยตรง ดังนั้นการเลือกใช้งานจำเป็นต้องพิจารณาคุณสมบัติวัสดุให้ดีทั้ง ชนิดของของไหล อุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น

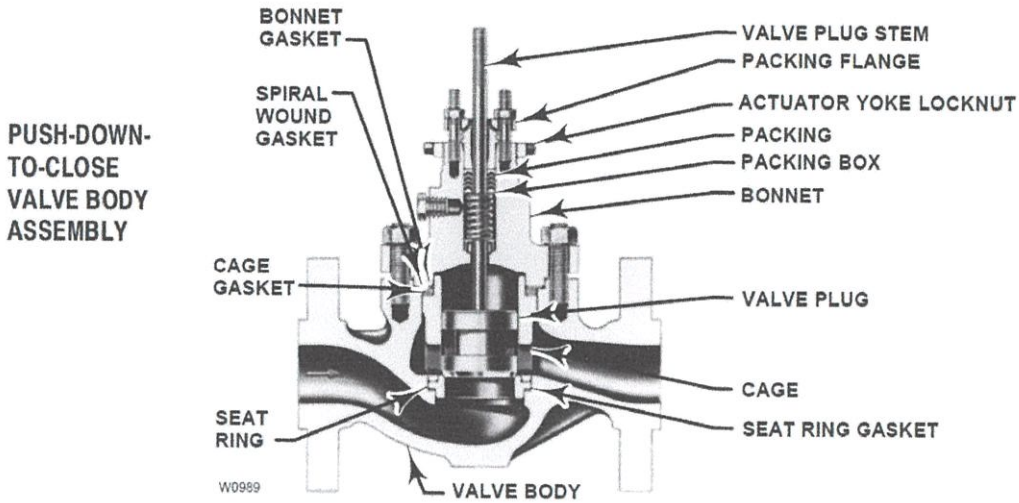
- **Packing Flange** เป็นส่วนที่ใช้สำหรับรับแรงอัดจาก Stud Bolt เพื่อให้ทำให้ในส่วนของ Gland Packing แน่นตลอด และของไหลจะได้ไม่รั่วออกมาตามคอ Bonnet
- **Packing Follower** เป็นส่วนที่รับแรงมาจาก Packing Flange เพื่อขันอัด Gland Packing ให้แน่นอยู่ตลอดเวลา
- **Yoke Claim Nut**
- **Gland Packing** เป็นส่วนสำคัญที่คอยป้องกันการรั่วไหลของของไหลขึ้นมาทางคอ Bonnet และเป็นส่วนที่สัมผัสโดยตรงกับ Plug Stem ซึ่งการเลือกวัสดุและชนิดให้เหมาะสม จึงมีความจำเป็นอย่างมาก ส่วนใหญ่วัสดุที่นำมาใช้จะเป็น PTFE หรือไม่ก็ Graphite และในการซ่อมบำรุงแต่ละครั้งนั้น จำเป็นที่จะต้องเปลี่ยน Gland Packing ทุกครั้ง
- **Valve Stem** เป็นส่วนที่รับแรงมาจาก Actuator และเชื่อมต่อกับ Plug
- **Bonnet** เป็นส่วนที่ใช้สำหรับประคองตำแหน่งของ Plug เวลาเลื่อนขึ้นเลื่อนลงให้ตรงอยู่เสมอไม่ซ้ายทีขวาที แต่ผู้ผลิตบางรายก็ตัดส่วน Bonnet ออกเพื่อลดต้นทุนของการผลิตและจำหน่ายตัววาล์ว ทำให้การซ่อมบำรุงรักษาเป็นไปด้วยความยากลำบาก เพราะไม่มีส่วนที่จะมาประคองและบอกตำแหน่งของ Plug และ Seat ให้ตรงตลอดเวลาทำการ Lapping
- **Stud Bolt and Nut**

- **Gasket** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับป้องกันการรั่วไหลระหว่างส่วนที่ประกอบที่เป็นเหล็กกับเหล็กมาเจอกัน เช่น ระหว่ง Body กับ Bonnet
- **Guide Ring** เป็นส่วนที่อยู่ใน Bonnet เพื่อที่จะจัดตำแหน่ง Plug ให้ตรงอยู่เสมอ อีกสาเหตุหนึ่งที่ต้องมี Guide Ring อยู่ด้วย แทนที่จะทำเป็น Bonnet ทั้งหมด เหตุผลก็เพื่อลด Cost เวลาซ่อมบำรุง เนื่องจากตรงส่วนนี้ต้องสัมผัสกับ Stem Plug อยู่เสมอทำให้บางครั้งเกิดการสึกหรอ ถ้าไม่มี Guide Ring อาจจะต้องเป็น Bonnet ทั้งชุดแทนที่จะเปลี่ยนเฉพาะ Guide Ring
- **Guide Bushing** เป็นส่วนที่ใช้สำหรับประคอง Guide Ring อีกที
- **Valve Plug** เป็นส่วนสำคัญที่ใช้บังคับการไหลของของไหล และเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติการไหลว่าเป็น Linear, Equal Percentage หรือ Quick Opening
- **Seat Ring** เป็นส่วนประกอบที่อยู่ในส่วนของ Valve Body และเป็นส่วนที่กำหนดขนาดของค่า Rated Cv ของตัววาล์ว และรองรับ Plug ซึ่งระหว่าง Plug และ Seat Ring ต้องแนบกันสนิทเพื่อให้สามารถทำตาม Class Leakage ได้ตามต้องการ
- **Valve Body** เป็นส่วนประกอบหลักที่รองรับและสัมผัสกับของไหลโดยตรง รวมถึงเชื่อมต่อกับท่อ ดังนั้นการเลือกขนาดและวัสดุต้องเลือกให้เหมาะสม โครงสร้างของ Valve Body ที่พบบ่อยๆ ก็จะเป็น

  1. Single Ported คือมี 1 Plug กับ 1 Seat
  2. Double Ported คือมี 2 Plug กับ 2 Port
  3. Two Way Valve คือ จะมีสองการเชื่อมต่อ (1 ขาเข้าและ 1 ขาออก)
  4. Three Way Valve คือ จะมีสามการเชื่อมต่อ (1 ขาเข้า และ 2 ขาออก หรือ 2 ขาเข้า และ 1 ขาออก)

Trim Set ของวาล์วควบคุม (Trim Control Valve) เป็นคำพูดรวมของ Plug, Stem, Seat Ring ซึ่งรวมกันเรียกว่าชุดทริม (Trim Set)

Positioner หรืออุปกรณ์บอกตำแหน่งจะเป็นหัวใจหลักในการควบคุมของวาล์วควบคุม โดยเป็นอุกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณมาตรฐาน เช่น 4~20 mA, 3~15 psi มาเป็นพลังงานลมที่จะไปขับเคลื่อนตัว Actuator ให้เคลื่อนที่



ภาพที่ 3.5 แสดงโครงสร้าง Body Part ของวาล์ว

คุณสมบัติการไหลของวาล์ว (Control Valve Flow Characteristics)

คุณสมบัติการไหล (Control Valve Flow Characteristics) ของวาล์วควบคุมเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นการเปิดของวาล์วกับค่าอัตราการไหล ซึ่งการเลือกวาล์วควบคุมให้เหมาะสมกับคุณสมบัติการไหลเป็นสิ่งที่สำคัญเช่นเดียวกับการเลือกขนาดของวาล์ว สำหรับอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กำหนดคุณสมบัติการไหลในแต่ละแบบคือชุด Trim ของวาล์วควบคุม ซึ่งจะขอกล่าวถึงคุณสมบัติการไหลหลักๆ อยู่ 3 รูปแบบ คือ

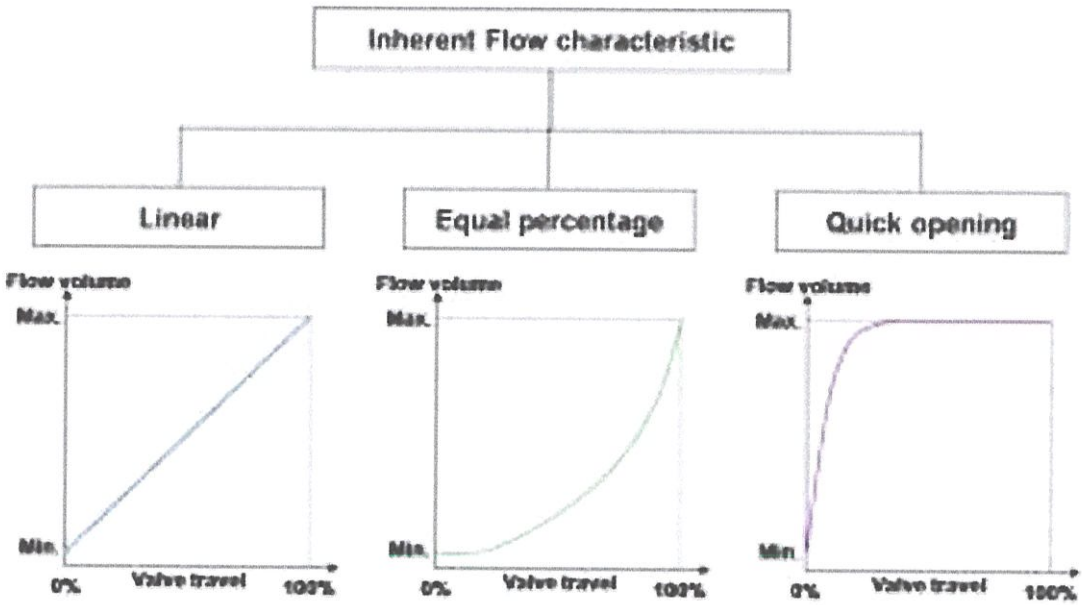
1. Linear Characteristics นิยามของคำว่า Linear หรือเชิงเส้นคือ ค่าอัตราการไหลจะมีการ เปลี่ยนแปลงตรงกับค่าเปอร์เซ็นการเปิดของวาล์วควบคุม เช่น วาล์วเปิด 10% จะทำให้อัตราการไหลเป็น 10%, หรือเปิดวาล์วเพิ่มขึ้นอีก 15% ก็จะทำให้ค่าอัตราการไหลเพิ่มขึ้นเป็น 15% เช่นกัน ซึ่งลักษณะนี้ถูกเรียกว่า Linear Characteristics ซึ่งการเลือกใช้งานเหมาะกับเงื่อนไขต่อไปนี้

- เมื่อ Pressure Loss ส่วนใหญ่ของระบบตกอยู่ที่วาล์วควบคุม
- เมื่อค่าแรงดันตกคร่อมที่ตัววาล์วมีค่าคงที่ โดยไม่คำนึงถึงค่าอัตราการไหล
- ใช้ควบคุมระดับของเหลวในถังกักเก็บ

2. Equal Percentage Characteristics ลักษณะของกราฟจะเหมือนกับกราฟ Exponential การเลือกใช้งานเหมาะกับเงื่อนไขต่อไปนี้

- เมื่อ Pressure Loss ส่วนใหญ่ของระบบไม่ได้อยู่ที่วาล์วควบคุม
- มีการเปลี่ยนแปลงแรงดันตกคร่อมอย่างรวดเร็ว เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซนต์การเปิด
- ควบคุมแรงดันของของเหลว

3. Quick Opening หรือ Fast Opening Characteristics คือการเปิดปิดที่รวดเร็ว หมายถึงว่าวาล์วที่ไม่จำเป็นต้องการคุณลักษณะพิเศษ ต้องการให้เปิดและปิดที่รวดเร็ว ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นวาล์วประเภท On-Off Valve



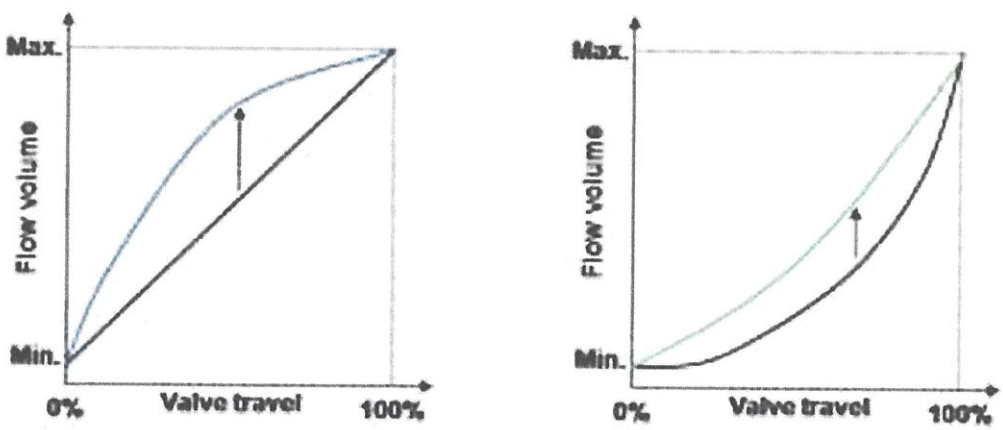
ภาพที่ 3.6 แสดงโครงสร้างคุณสมบัติการไหลของวาล์วควบคุม

ส่วนลักษณะกราฟนั้นจะแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. Inherent Control Valve Flow Characteristics เป็นคุณสมบัติการไหลที่นิยมใช้กันทั่วไป สำหรับการเลือกวาล์วของทางผู้ผลิต รูปแบบกราฟที่ได้เกิดจากเงื่อนไขที่กำหนดให้ค่าแรงดันตกคร่อมที่ตัววาล์วมีค่าคงที่ ในทุกๆช่วงการเปิดของวาล์วและทุกๆ ค่าอัตราการไหล

2. Installed Control Valve Flow Characteristics เป็นคุณสมบัติการไหลที่เกิดขึ้นจริงเมื่อนำวาล์วเข้าไปติดที่ท่อ, ปั๊มต่างๆเรียบร้อยแล้ว ซึ่งลักษณะกราฟที่ได้จะไม่ตรงกับแบบ Inherent Flow Characteristics เนื่องจากแรงดันที่ตกคร่อมตัววาล์วจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปเสมอ เมื่อก้าน Stem ของวาล์วขยับ เมื่อนำค่า Valve Stem Travel แต่ละตำแหน่งมาใส่ค่าลงไปในกราฟ จะได้ว่า

- ค่าที่เป็น Linear Inherent จะมีรูปร่างลักษณะคล้าย Quick Opening
- ค่าที่เป็น Equal Percentage Inherent จะมีรูปร่างลักษณะคล้าย Linear



กราฟที่ 3.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Flow Volume กับการเคลื่อนที่ของ Valve

การพิจารณาเลือกใช้วาล์วควบคุม (Control Valve)

ในการเลือกใช้วาล์วควบคุมจะต้องพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

1. องค์ประกอบต่างๆ เช่น คุณสมบัติของของไหล การผุกร่อนเป็นสนิม อุณหภูมิใช้งาน ความดัน เป็นต้น
2. คุณลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของช่วงปิดเปิดของวาล์วกับการไหลของของไหลที่ผ่านวาล์วตลอดจนคุณลักษณะของกระบวนการและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้
3. เลือกคุณลักษณะของ Valve Plug ควรจะเลือกเป็นแบบใด
4. ขนาดของวาล์วที่เหมาะสมและวัสดุที่ใช้ทำวาล์วควบคุม
5. การเลือกอุปกรณ์ควบคุมตำแหน่งของวาล์วควบคุม
6. การเลือก Actuator ให้มีขนาดที่เหมาะสม
7. ราคาซื้อสำหรับวาล์วควบคุมที่เหมาะสมกับการลงทุน

การเลือกใช้วาล์วผิดแบบและผิดขนาดจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย โดยทั่วไปแล้วถ้าเลือกใช้วาล์วที่มีขนาดเล็กที่สุดยอมให้ค่าสูงสุดของการไหลที่ต้องการไหลผ่านได้แล้ว จะทำให้การควบคุมดีที่สุดและประหยัดได้สูงสุดด้วย แต่ถ้าเลือกแบบเผื่อไว้สำหรับการใช้งานของวาล์วควบคุมในอนาคตอาจเลือกใช้งานอยู่ในช่วงใช้งานที่ 40-60% หรือ 20-80%

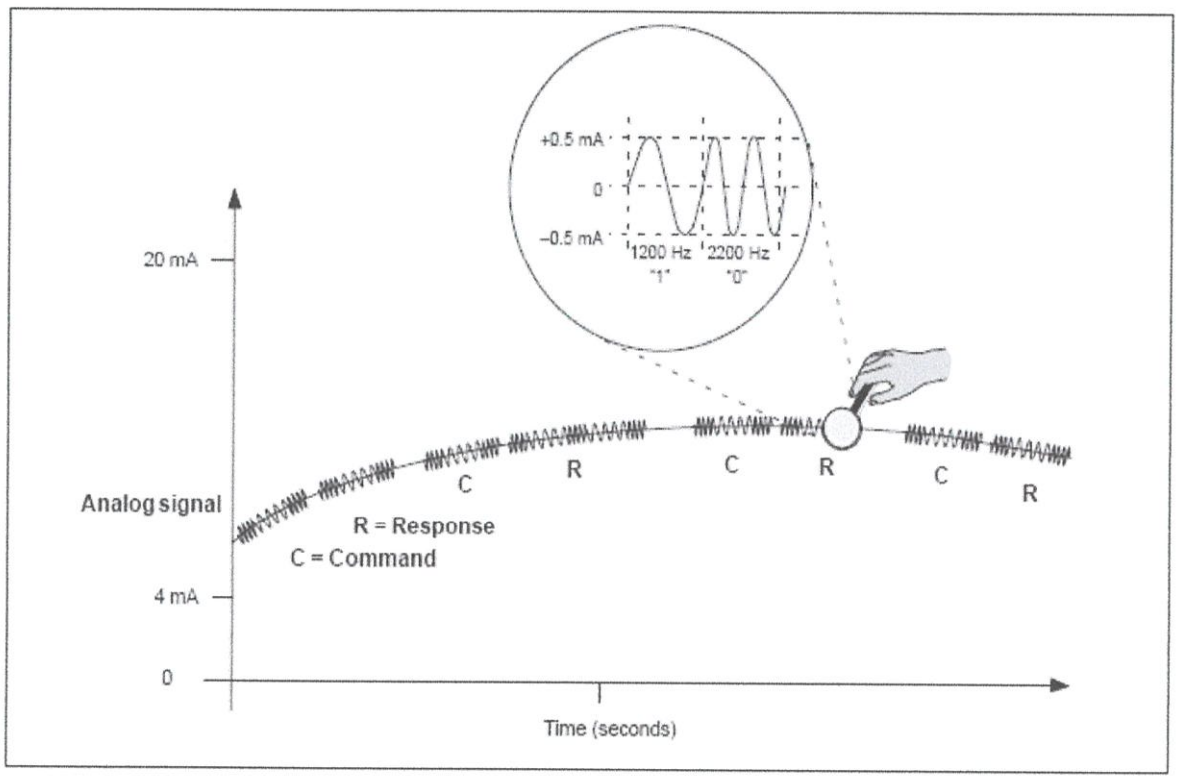
สำหรับการเลือกใช้วาล์วควบคุมนั้น ส่วนใหญ่จะเลือกวาล์วที่มีความสัมพันธ์อย่างเป็นเชิงเส้น (Linear) กับการไหลและให้ค่าอัตราขยาย (Gain) ที่คงที่ ในระบบควบคุมแบบลูปปิด (Close Loop) ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างเอาต์พุตกับอินพุตตลอดทั้งลูปของการควบคุมเป็นเชิงเส้น และถ้าความดันตกคร่อมของวาล์วมีค่าคง ที่แล้ว วาล์วควบ คุมที่เป็นเชิงเส้นจะเป็นวาล์วที่เหมาะสมที่สุด แต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัตินั้นจะเป็นไปไม่ได้ เช่น ถ้าพิจารณาจากสมการหาค่า C_v สำหรับของไหลที่เป็นของเหลว ซึ่งเป็นสมการแสดงการไหลผ่านของวาล์วแล้ว จะเห็นว่าการไหลจะไม่ได้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่วาล์วเปิดเท่านั้น แต่จะขึ้นอยู่กับแรงดันตกคร่อมด้วย และโดยทั่วไปแล้วความดันตกคร่อมจะมีค่าไม่คงที่ กล่าวคือ เมื่อวาล์วเปิดมากขึ้น ความดันตกคร่อมวาล์วก็จะมีค่าลดลง (ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างขนาดของวาล์วกับขนาดของท่อ) ดังนั้นการไหลจึงไม่เป็นเชิงเส้นเมื่อเทียบกับตำแหน่งการเปิดของวาล์ว และเมื่อวาล์วเกือบจะปิดสนิทก็ไม่ต้องการให้การไหลมีการเปลี่ยนแปลงมากด้วย ทั้งนี้เพราะอาจจะทำให้วาล์วสึกหรอและเกิดปัญหาในการควบคุมขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงนิยมเลือกใช้วาล์วแบบ Equal Percentage

โดยทั่วไปจะพบว่าวาล์วควบคุมแบบ Equal Percentage(Exponential) เป็นวาล์วที่ประยุกต์ใช้ได้กับสภาพการควบคุมต่างๆ ได้ดี แต่ในบางกรณีการใช้วาล์วควบคุมแบบอื่นๆ ก็สามารถจะทำให้ผลของการควบคุมดีได้ เช่น ในกรณีที่อุปกรณ์ในระบบบางตัวมีคุณลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้น กรณีเช่นนี้ถ้าใช้วาล์วที่มีคุณลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้นด้วยก็จะทำให้การควบคุมดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม วาล์วแบบ Equal Percentage จะเป็นวาล์วที่เหมาะสมกับระบบควบคุมมากกว่าวาล์วแบบอื่นๆ

สรุปได้ว่าวาล์วควบคุมเป็นอุปกรณ์ส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญมาก ที่จะช่วยให้ตัวแปรของกระบวนการต่างๆ มีค่าคงที่อยู่เสมอ รวมถึงวาล์วควบคุมจะสัมผัสโดยตรงกับของไหลตลอดเวลา ดังนั้นการเลือกวาล์วควบคุมมาใช้งานให้เหมาะสม จึงมีความจำเป็นอย่างมาก

3.2.2 การเลือกลักษณะของอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับเทคโนโลยี WirelessHART

วิธีการเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดสำหรับการนำเทคโนโลยี WirelessHART มาใช้ คือ อุปกรณ์นั้นจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ติดต่อสื่อสารกันด้วย HART โปรโตคอลและเป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำค่า Diagnostic ต่างๆออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้



ภาพที่ 3.8 แสดงสัญญาณอนาลอกกับสัญญาณของ HART

การสื่อสารแบบ HART โปรโตคอล คือ โปรโตคอลที่ใช้สำหรับอุปกรณ์วัดค่า โดยสามารถทำงานบนค่าอนาล็อกที่ 4~20 mA ในรูปแบบส่งค่าแบบดิจิตอล โปรโตคอลจะรักษาค่าสัญญาณไว้ที่ 4~20 mA การใช้งานการสื่อสารดิจิตอลแบบสองทางจะช่วยไม่ให้เกิดการรบกวนความสบูรณ์ของสัญญาณ 4~20 mA HART โปโตคอล มีการส่งข้อมูลรายละเอียดคุณลักษณะทางฟิสิกส์ กระบวนการในการโอนย้ายข้อมูล โครงสร้างของข้อมูล รูปแบบข้อมูล และลักษณะของคำสั่ง รูปแบบของสัญญาณจะเป็น Sine wave ที่ถูกปรับให้มีความถี่ 1200 Hz และ 2200 Hz และมีจุดกึ่งกลางอยู่ที่ศูนย์ และยังสามารถทำการกรองเอาสัญญาณข้อมูลออกโดยไม่มีผลกระทบต่อสัญญาณอนาล็อก

ประโยชน์ของการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีการสื่อสารแบบ HART โปรโตคอล

- ใช้ Current Loop 4~20 mA ร่วมกับ โมดูลอนาล็อก
- HART โปรโตคอลสื่อสารแบบดิจิตอลสามารถใช้ร่วมกับการประมวลผลใน PLC
- ใช้พลังงานต่ำ สิ่งที่สำคัญก็คือสามารถใช้ในสถานที่ที่เป็นอันตรายได้

- ฟังก์ชั่นการทำงานของ HART ส่งผลทำให้อุปกรณ์วัด มีขอบเขตการใช้งานที่กว้างมากขึ้น
- เมื่อทำการติดตั้งของอุปกรณ์วัดโปรโตคอล HART โปรโตคอลเป็นตัวกลางที่ใช้ในการปรับตั้งพารามิเตอร์ของตัวอุปกรณ์วัด
- ทำการแก้ไขพารามิเตอร์ของอุปกรณ์วัดในขณะ On Line ผ่าน Engineering Tool ได้
- แสดงผลข้อมูลในขณะทำการบำรุงรักษาและข้อมูลในการวิเคราะห์ของตัวอุปกรณ์วัดได้ดียิ่งขึ้น
- เป็นเครื่องมือในการตั้งค่าตัวอุปกรณ์วัดโดยอินเตอร์เฟสเพื่อทำการสื่อสารผ่านระบบ HART

การสื่อสารแบบ HART โปรโตคอล เป็นการสื่อสารที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานอุปกรณ์วัดที่ใช้ในกระบวนการอัตโนมัติ ซึ่งง่ายต่อการแก้ไขพารามิเตอร์ของอุปกรณ์วัด การตรวจสอบ และการวิเคราะห์หาสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบ

จากหัวข้อ 3.2.1.2 อุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในกระบวนการ จากการลงพื้นที่สำรวจภายในโรงกลั่นได้ทำการเลือกอุปกรณ์เพื่อมาทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic โดยอุปกรณ์ต้องสามารถติดต่อสื่อสารกันด้วย HART โปร โตคอลและสามารถดึง Diagnostic ออกมาใช้ประโยชน์ได้ค่อนข้างมาก เพื่อหาความเหมาะสมในการนำเทคโนโลยี WirelessHART มาใช้ให้เกิดประประโยชน์ โดยอุปกรณ์ที่เลือกมาจะแบ่งออกเป็น

1. เครื่องมือวัด (Sensing Element)
2. อุปกรณ์สุดท้าย (Final Element)

1. เครื่องมือวัด (Sensing Element)

จากการลงพื้นที่สำรวจภายในโรงกลั่นพบว่าเครื่องมือวัด(Sensing Element) ที่ใช้มากภายในโรงกลั่น คือ เครื่องมือวัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter)

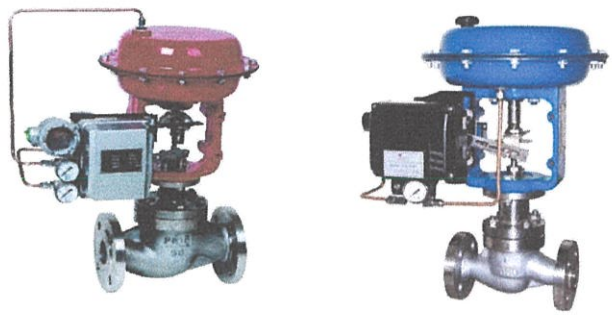
เครื่องมือวัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter) เป็นอุปกรณ์วัดค่าความแตก ต่างของความดัน ระหว่างจุดสองจุด มีค่าเป็นศูนย์เมื่อความดันทั้งสองจุดที่วัดมีค่าเท่ากัน ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน เช่น การวัดความดันแตกต่างเพื่อคำนวณหาค่าอัตราการไหล หรือการวัดความดันแตกต่างที่ด้านหน้าและด้านหลังของตัวกรอง เพื่อประเมินอายุการใช้งาน หากมีค่าความดันแตกต่างมากแสดงว่ามีสิ่งสกปรกติดค้างที่ตัวกรองมาก เป็นต้น

ภาพที่ 3.9 แสดงเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter)

2. อุปกรณ์สุดท้าย (Final Element)

จากการลงพื้นที่สำรวจภายในโรงกลั่นพบว่าอุปกรณ์สุดท้าย (Final Element) ที่ใช้มากภายในโรงกลั่นคือ วาล์วควบคุม (Control Valve)

วาล์วควบคุม (Control Valve) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน 4~20 mA จากเอาต์พุตของตัวควบคุมไปเป็นการควบคุมตัวแปรกระบวนการผลิต เช่น คอยควบคุมการไหลของของไหล



ภาพที่ 3.10 แสดงอปกรณ์วาล์วควบคม (Control Valve)

3.2.3 การเลือก Diagnostic ที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อให้เหมาะสมกับอุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในกระบวนการ บางอุปกรณ์จะมี Diagnostic ที่คล้ายๆกัน บางอุปกรณ์อาจจะสามารถดึง Diagnostic ออกมาได้มากกว่าหรือน้อยกว่าแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์โดย Diagnostic จะถูกส่งมาพร้อมกับสัญญาณ HART โปรโตคอล ก่อนที่จะมีการแปลงและแยกสัญญาณ จากนั้นจึงนำข้อมูลต่างๆออกมาใช้ในการวิเคราะห์

ในโครงงานนี้ผู้จัดทำได้เลือก Diagnostic ของอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่สามารถบ่งบอกตัวแปรที่มีผลต่อความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์เนื่องจากกระบวนการวัดและควบคุม เพื่อที่จะนำ Diagnostic เหล่านี้มาใช้ในการวิเคราะห์ วางแผนการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์ให้กับอุปกรณ์การวัดและควบคุมเพื่อปรับ ปรุงประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ให้มีความเที่ยงตรง แม่นยำและมีเสถียรภาพมากขึ้น

จากหัวข้อ 3.2.2 การเลือกลักษณะของอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับเทคโนโลยี WirelessHART ได้ลงพื้น ที่สำรวจภายในโรงกลั่นและทำการเลือกอุปกรณ์ เพื่อมาทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic โดยอุปกรณ์ต้องสามารถติดต่อสื่อสารกันด้วย HART โปรโตคอลและสามารถดึง Diagnostic ออกมาใช้ประโยชน์ได้ อุปกรณ์สองชนิด คือ

1. เครื่องมือวัดความดัน (Pressure Transmitter)
2. วาล์วควบคุม (Control Valve)

ตารางที่ 3.1 แสดง Diagnostic ของอุปกรณ์วัดความดันรุ่น 3051S

Diagnostic	Description
Pressure Alert	การแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบว่าความดันเกินไปกว่าจุดที่กำหนดไว้
Temperature Alert	การแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบว่าอุณหภูมิเกินไปกว่าจุดที่กำหนดไว้
Analog Output Fixed (mA Output Fixed)	การแจ้งเตือนเมื่อค่ากระแสเอาท์พุทกำลังถูกล็อคให้คงที่เนื่องมาจากการทำ Loop Test
Analog Output Saturated (mA Output Saturated)	การแจ้งเตือนเมื่อค่ากระแสเอาท์พุทเกิดการอิ่มตัวสูงหรือต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม
Temperature beyond sensor limits (Temp Out of Limits)	การแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิในเซ็นเซอร์เกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้
Low Flow Cutoff	การแจ้งเตือนเมื่อค่ากระแสที่เกิดขึ้นจริงต่ำกว่าค่าเอาท์พุทต่ำสุดของ Transmitter ที่ถูกตั้งไว้ หรือต่ำกว่า 4 mA
Pressure Out of Limits (Primary Variable Out of Limits)	การแจ้งเตือนเมื่อค่าความดันไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้
Pressure out of sensor limits (Pressure Out of Limits)	การแจ้งเตือนเมื่อค่าความดันภายในเซนเซอร์ไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้

ตารางที่ 3.2 แสดง Diagnostic ของอุปกรณ์วาล์วควบคุมรุ่น DVC6000 (Control Valve Model DCV6000)

Diagnostic	Description
Drive Current Failure	การแจ้งเตือนเมื่อกระแสที่ใช้สำหรับไดร์ฟกระแส I/P Converter ทำงานผิดปกติ
Drive Signal Alert	การแจ้งเตือนเมื่อสัญญาณที่ใช้สำหรับไดร์ฟสัญญาณทำงานผิดปกติ
Travel Sensor Alert	การแจ้งเตือนเมื่อการคลาดเคลื่อนไปจากช่วงที่ควบคุม คือ 25 ถึง 125 เปอร์เซ็นต์
Temperature Sensor Alert	การแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิภายในเซ็นเซอร์เกิดความคลาดเคลื่อนไปจากช่วงควบคุม คือ 60 ถึง 100 องศาเซลเซียส
Pressure Sensor Alert	การแจ้งเตือนเมื่อค่าความดันคลาดเคลื่อนไปจากช่วงที่ควบคุม เกินกว่า 60 วินาที
Supply Pressure Alert	การแจ้งเตือนเมื่อ Supply Pressure ตกลงไปจนต่ำกว่าค่าต่ำสุดของอุปกรณ์
Travel Deviation Alert	การแจ้งเตือนเมื่อเกิดค่าความแตกต่างระหว่างค่า Travel Target กับค่า Travel
Travel Alert Hi	การแจ้งเตือนเมื่อค่า Travel เกินไปจากค่า Hi Point ที่ตั้งไว้
Travel Alert Hi Hi	การแจ้งเตือนเมื่อค่า Travel เกินไปจากค่า Hi Hi Point ที่ตั้งไว้
Travel Alert Lo	การแจ้งเตือนเมื่อค่า Travel เกินไปจากค่า Lo Point ที่ตั้งไว้
Travel Alert Lo Lo	การแจ้งเตือนเมื่อค่า Travel เกินไปจากค่า Lo Lo Point ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

Diagnostic	Description
Travel Limit/Cutoff Lo Alert	การแจ้งเตือนเมื่อค่า Travel เกินค่า Lo Limit หรือค่า Cutoff Point
Integrator Saturated High Alert	การแจ้งเตือนเมื่อค่าที่สะสมของอุปกรณ์มีค่าสูงกว่าค่าอิ่มตัว
Integrator Saturated Low Alert	การแจ้งเตือนเมื่อค่าที่สะสมของอุปกรณ์มีค่าต่ำกว่าค่าอิ่มตัว
Pressure Fallback Active Alert	การแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ตรวจพบปัญหาที่เกิดมาจาก Pressure ที่ส่งผลทำให้ Travel Feedback เกิดความคลาดเคลื่อน
Travel Accumulator High Alert	การแจ้งเตือนเมื่อ Travel Accumulator ที่เกิดขึ้นมีค่าเกินกว่าค่า Travel Accumulator Alert Point

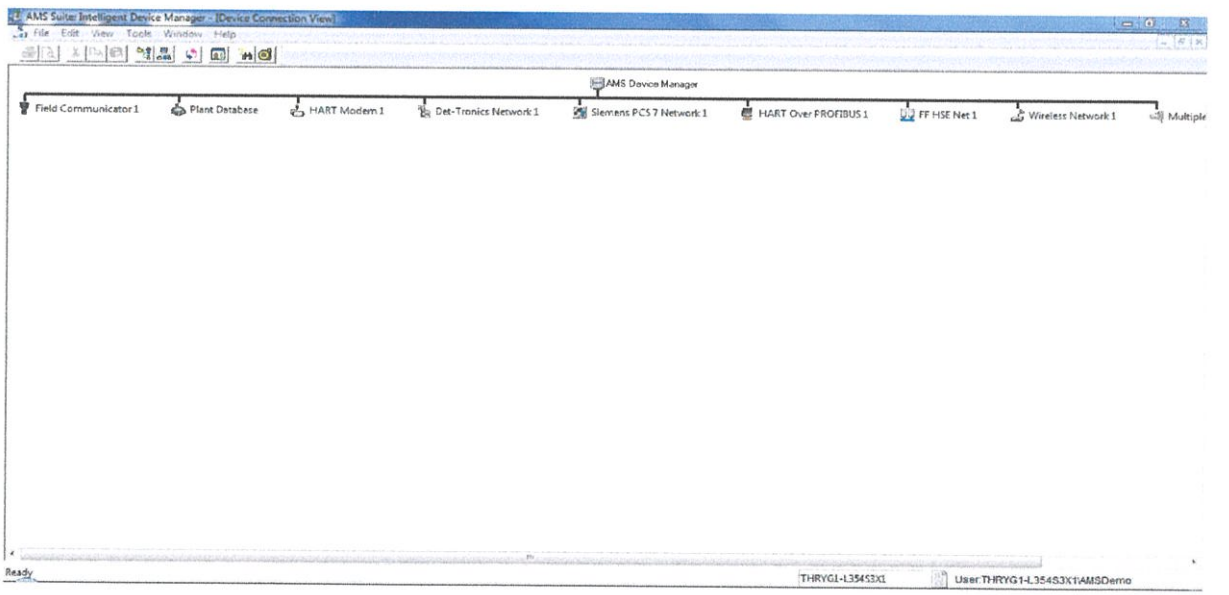
จากตาราง Diagnostic ของอุปกรณ์วัดความดันรุ่น 3051S HART (Pressure Transmitter Model 3051S HART) และอุปกรณ์วาล์วควบคุมรุ่น DVC6000 (Control Valve Model.DCV6000) บ่งบอกตัวแปรที่มีผลต่อความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์เนื่องจากกระบวนการ นอกจากนี้ยังสามารถแจ้งเตือนให้ทราบถึงความผิดปกติของอุปกรณ์ ณ เวลานั้น และนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการวิเคราะห์ความผิดปกติของอุปกรณ์วัดและควบคุมและใช้ในการวางแผนการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ได้

3.3 โครงสร้างโปรแกรมการทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic สำหรับอุปกรณ์

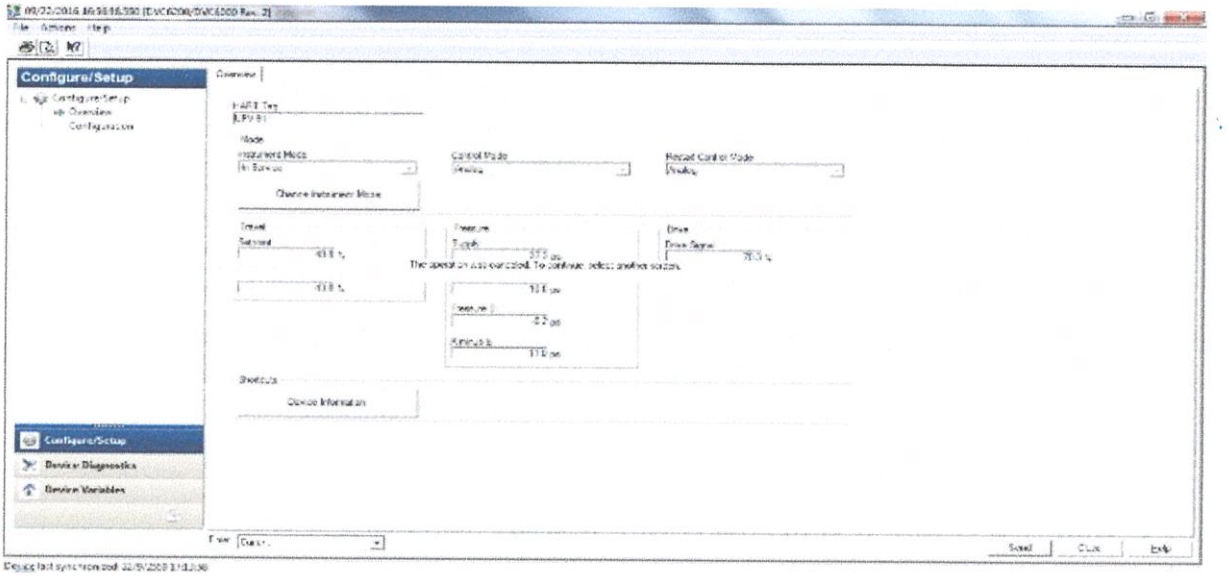
โปรแกรม AMS Device Manager ดังภาพที่ 2.11 เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ การจัดการ การสอบเทียบ และการกำหนดค่าให้กับอุปกรณ์ การใช้โปรแกรม AMS Device Manager จะช่วยให้สามารถสังเกตค่าภายในอุปกรณ์ ณ เวลานั้นได้ ค่าเหล่านี้สามารถที่จะนำไปใช้ในการช่วยวางแผน การซ่อมแซมบำรุงรักษาอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพรวม ทั้งยังมีสัญญานแจ้งเตือนในกรณีที่เกิดความผิดปกติขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่อาจจะตามมาในภายหลัง

- AMS Device Manager เป็นส่วนที่แสดง Plant Database และส่วนประกอบของเครือข่ายที่เชื่อมต่อบน PC
- Field Communicator เป็นส่วนที่กำหนดค่าอุปกรณ์การส่งสัญญาณบน AMS Device Manager
- Plant Database เป็นส่วนที่แสดงโครงสร้างและภาพอุปกรณ์การเชื่อมต่อของ AMS Device Manager

- HART Modem 1 เป็นส่วนที่อนุญาตให้มีการสื่อสารผ่านกันระหว่าง AMS Device Manager และ HART Device
- Det-Tronics Network 1 เป็นส่วนที่แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง Det-Tronics Network กับ AMS Device Manager
- Siemens PCS 7 Network 1 เป็นส่วนที่แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง Siemens Network กับ AMS Device Manager
- HART Over PROFIBUS 1 เป็นส่วนที่แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง HART Over PROFIBUS Network กับ AMS Device Manager
- FF HSE NET 1 เป็นส่วนที่แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง FF HSE Network กับ AMS Device Manager
- Wireless Network 1 เป็นส่วนที่แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง Wireless Network และ AMS Device Manager
- Multiplexer Network 1 เป็นส่วนที่แสดงเครือข่ายหนึ่งหรือมากกว่าของ HART Multiplexers และ Filed Device ที่เชื่อมต่อกัน



ภาพที่ 3.11 แสดงหน้า Interface ของโปรแกรม AMS Device Manager



ภาพที่ 3.12 แสดงหน้า Configure อุปกรณ์ของโปรแกรม AMS Device

นอกจากนี้ยังใช้โปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON ดังภาพที่ 2.13 เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับตรวจ สอบสุขภาพ และวิเคราะห์ Diagnostic ของวาว์ลควบคุม เพื่อใช้ในการวางแผนการซ่อมบำรุงต่างๆ เช่น สามารถตรวจสอบปัญหาเกี่ยวกับการรั่วไหลของลม คุณภาพลมที่ใช้ในการควบคุมวาล์ว แรงเสียดทานในการเปิดและปิดวาล์ว ช่วงเวลาไร้การตอบ สนอง การจำกัดความดัน และความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสอบเทียบวาล์วควบคุม

ภาพที่ 3.13 แสดงหน้า Interface ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON

3.4 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี WirelessHART ให้มีความเหมาะสมในโรงกลั่นน้ำมัน

กระบวนการผลิตน้ำมันปิโตรเลียมหลายวิธี สามารถแบ่งได้ดังนี้

- กระบวนการกลั่นแยก (Physical Separation Processes)
- กระบวนการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ (Quality Improvement)
- กระบวนการเปลี่ยนรูปผลิตภัณฑ์ (Upgrading)

กระบวนการกลั่นแยก (Physical Separation Processes)

เป็นขั้นตอนพื้นฐานในการกลั่นแยกน้ำมันดิบ วิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่ทำให้โครงสร้างของโมเลกุลน้ำมันเปลี่ยนแปลง การแบ่งแยกโดยวิธีนี้อาจแบ่งแยกตามขนาดของโมเลกุลหรือชนิดของโมเลกุล ตัวอย่างกระบวนการกลั่นแยก เช่น หน่วยกลั่นน้ำมันดิบ (Crude Distillation Unit) หน่วยกลั่นสูญญากาศ (Vacuum Distillation Unit)

กระบวนการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ (Quality Improvement)

เป็นกระบวนการกำจัดสารอื่นที่ไม่พึงประสงค์ออกจากน้ำมัน เช่น ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ ตัวอย่างกระบวนการกระบวนการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ เช่น Hydrotreater Unit, Kerosine Merox Treater Unit, Hydro Desulphur Unit

กระบวนการเปลี่ยนรูปผลิตภัณฑ์ (Upgrading)

เนื่องจากความต้องการทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมันเพิ่มขึ้นเรื่อยๆไม่มีสิ้นสุดเป็น ผลให้มีความพยายามเพิ่มการผลิตและหาวิธีการผลิตใหม่ๆ เพื่อให้ได้ตามความต้องการของตลาด กระบวนการนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดและโครงสร้างของโมเลกุลน้ำมัน เช่น Fluid Catalytic Craking Unit, Hydrocraking Unit, Thermal Craking Unit

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 บทนำ

บทนี้จะกล่าวถึงการเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสม การทดลองและการวิเคราะห์เทคโนโลยี WirelessHART โดยจะทำการแบ่งอุปกรณ์ที่มีอยู่ภายในโรงกลั่นน้ำมันออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการวัดค่า (Sensing Element) และ 2) อุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Final Control Element) เพื่อทำการเปรียบเทียบความสำคัญต่อไป เมื่อทราบว่าอุปกรณ์ประเภทใดมีความสำคัญหรือความเหมาะสมมากกว่า จากนั้นจะทำการทดสอบกับอุปกรณ์ชนิดนั้น โดยเนื้อหาในขั้นตอนต่อไปนี้จะประกอบไปด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ ขั้นตอนการติดตั้ง วิธีการเชื่อมต่อ ตลอดจนตัวอย่างของกราฟที่ได้จากการใช้งาน

4.2 เปรียบเทียบความสำคัญระหว่างอุปกรณ์วัดค่าและอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย

ในโครงงานนี้ผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างอุปกรณ์ทั้ง 2 ประเภท โดยใช้เกณฑ์ในการทดสอบ 2 เกณฑ์ คือ 1) การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางด้านการซ่อมบำรุง และ 2) ความสามารถในการดึงค่า Diagnostic Alert และ Alarm

4.2.1 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางด้านการซ่อมบำรุง

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางด้านการซ่อมบำรุงใหญ่รอบล่าสุดของอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ในการวัดค่า พบว่าค่าใช้จ่ายจะอยู่ที่ประมาณ 600,000 บาท ส่วนค่าใช้จ่าของอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายจะอยู่ที่ประมาณ 2,330,000 บาท ซึ่งจะพบว่าค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่หรือมากถึง 75 เปอร์เซ็นต์ นั้นมาจากอุปกรณ์ที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย

4.2.2 ความสามารถในการดึงค่า Diagnostic และความสามารถในการจำลองการทำงานเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของส่วนประกอบต่างๆภายในอุปกรณ์

จากการทดสอบความสามารถในการดึงค่า Diagnostic โดยการนำอุปกรณ์ที่เป็นตัวแทนของอุปกรณ์วัดค่าและอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย ซึ่งตัวแทนของอุปกรณ์วัดค่าคืออุปกรณ์วัดความดันยี่ห้อ Rosemount รุ่น 3051S HART ซึ่งจะสามารถดึงค่า Diagnostic ต่างๆออกมาได้ดังตารางที่ 4.1 พร้อมกับคำอธิบายของแต่ละค่า Diagnostic ที่สามารถดึงออกมาได้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า Diagnostic พร้อมทั้งคำอธิบายต่างๆที่สามารถดึงออกมาได้จาก อุปกรณ์วัดความดันยี่ห้อ Rosemount รุ่น 3051S HART

Diagnostic	Description
Pressure Alert	การแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบว่าความดันเกินไปกว่าจุดที่กำหนดไว้
Temperature Alert	การแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบว่าอุณหภูมิเกินไปกว่าจุดที่กำหนดไว้
Analog Output Fixed (mA Output Fixed)	การแจ้งเตือนเมื่อค่ากระแสเอาท์พุทกำลังถูกล็อคให้คงที่เนื่องมาจากการทำ Loop Test
Analog Output Saturated (mA Output Saturated)	การแจ้งเตือนเมื่อค่ากระแสเอาท์พุทเกิดการอิ่มตัวสูงหรือต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม
Temperature beyond sensor limits (Temp Out of Limits)	การแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิในเซ็นเซอร์เกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้
Low Flow Cutoff	การแจ้งเตือนเมื่อค่ากระแสที่เกิดขึ้นจริงต่ำกว่าค่าเอาท์พุทต่ำสุดของ Transmitter ที่ถูกตั้งไว้ หรือต่ำกว่า 4 mA
Pressure Out of Limits (Primary Variable Out of Limits)	การแจ้งเตือนเมื่อค่าความดันไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้
Pressure out of sensor limits (Pressure Out of Limits)	การแจ้งเตือนเมื่อค่าความดันภายในเซนเซอร์ไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้

และตัวแทนของอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายคืออุปกรณ์วาล์วควบคุมยี่ห้อ Fisher รุ่น DVC6000 จะสามารถดึงค่า Diagnostic ต่างๆออกมาได้ดังตารางที่ 4.2 พร้อมทั้งคำอธิบายของแต่ละค่า Diagnostic ที่สามารถดึงออกมาได้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า Diagnostic พร้อมทั้งคำอธิบายต่างๆที่สามารถดึงออกมาได้จาก วาล์วควบคุมยี่ห้อ Fisher รุ่น DVC6000

Diagnostic	Description
Drive Current Failure	การแจ้งเตือนเมื่อกระแสที่ใช้สำหรับไดร์ฟกระแส I/P Converter ทำงานผิดปกติ
Drive Signal Alert	การแจ้งเตือนเมื่อสัญญาณที่ใช้สำหรับไดร์ฟสัญญาณทำงานผิดปกติ
Travel Sensor Alert	การแจ้งเตือนเมื่อการคลาดเคลื่อนไปจากช่วงที่ควบคุม คือ 25 ถึง 125 เปอร์เซ็นต์
Temperature Sensor Alert	การแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิภายในเซ็นเซอร์เกิดความคลาดเคลื่อนไปจากช่วงควบคุม คือ 60 ถึง 100 องศาเซลเซียส
Pressure Sensor Alert	การแจ้งเตือนเมื่อค่าความดันคลาดเคลื่อนไปจากช่วงที่ควบคุม เกินกว่า 60 วินาที
Supply Pressure Alert	การแจ้งเตือนเมื่อ Supply Pressure ตกลงไปจนต่ำกว่าค่าต่ำสุดของอุปกรณ์
Travel Deviation Alert	การแจ้งเตือนเมื่อเกิดค่าความแตกต่างระหว่างค่า Travel Target กับค่า Travel
Travel Alert Hi	การแจ้งเตือนเมื่อค่า Travel เกินไปจากค่า Hi Point ที่ตั้งไว้
Travel Alert Hi Hi	การแจ้งเตือนเมื่อค่า Travel เกินไปจากค่า Hi Hi Point ที่ตั้งไว้
Travel Alert Lo	การแจ้งเตือนเมื่อค่า Travel เกินไปจากค่า Lo Point ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

Travel Alert Lo Lo	การแจ้งเตือนเมื่อค่า Travel เกินไปจากค่า Lo Lo Point ที่ตั้งไว้
Travel Limit/Cutoff Hi Alert	การแจ้งเตือนเมื่อค่า Travel เกินค่า Hi Limit หรือค่า Cutoff Point
Travel Limit/Cutoff Lo Alert	การแจ้งเตือนเมื่อค่า Travel เกินค่า Lo Limit หรือค่า Cutoff Point
Integrator Saturated High Alert	การแจ้งเตือนเมื่อค่าที่สะสมของอุปกรณ์มีค่าสูงกว่าค่าอิ่มตัว
Integrator Saturated Low Alert	การแจ้งเตือนเมื่อค่าที่สะสมของอุปกรณ์มีค่าต่ำกว่าค่าอิ่มตัว
Pressure Fallback Active Alert	การแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ตรวจพบปัญหาที่เกิดมาจาก Pressure ที่ส่งผลทำให้ Travel Feedback เกิดความคลาดเคลื่อน
Travel Accumulator High Alert	การแจ้งเตือนเมื่อ Travel Accumulator ที่เกิดขึ้นมีค่าเกินกว่าค่า Travel Accumulator Alert Point

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งแสดงค่า Diagnostic และคำอธิบายความหมายของค่า Diagnostic ของทั้งอุปกรณ์วัดและอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย ตามลำดับ จะเห็นว่าอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายนั้นมีความสามารถในการดึงค่า Dianostic ออกมาได้มากกว่าอุปกรณ์วัด ประกอบกับอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายมีโปรแกรมพิเศษที่ชื่อว่า ValveLink Snap-On มารองรับในการทำงาน เพื่อที่จะเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานให้สูงยิ่งขึ้นไป โดยความพิเศษของโปรแกรม ValveLink Snap-On ดังที่กล่าวไปข้างต้น คือ โปรแกรมมีความสามารถในการจำลองการทำงานจริง โดยโปรแกรมจะทำการป้อนค่าจำลองให้กับอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และความสามารถในการตอบสนองของส่วนประกอบต่างๆภายในอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายว่า ส่วนประกอบแต่ละส่วนยังมีประสิทธิภาพและมีความสมบูรณ์พร้อมใช้งานอยู่หรือไม่ ซึ่งโหมดการทำงาน คำสั่งทั้งหมดที่สามารถใช้ได้ รวมถึงคำอธิบายจุดประสงค์ของคำสั่งจะอยู่ในตารางที่ 4.3 ซึ่งการทำงานจะสามารถทำการจำลองการทำงานได้ทั้งในขณะที่อุปกรณ์กำลังทำงาน (In Service) และขณะที่อุปกรณ์หยุดการทำงาน (Out of Service) ซึ่งโปรแกรม ValveLink Snap-On มีประโยชน์มากสำหรับการวางแผนการซ่อมบำรุง เนื่องจากผลของการจำลองจะทำให้ทราบว่า ส่วนประกอบแต่ละส่วนของอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายยังมีประสิทธิภาพ และมี

ความสมบูรณ์พร้อมใช้งานอยู่หรือไม่ รวมถึงข้อมูลหรือผลการจำลองเหล่านี้สามารถที่จะนำไปวิเคราะห์เพื่อที่จะคาดคะเนถึงเหตุการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคตได้อีกด้วย นอกเหนือจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลหรือผลที่ได้จากการจำลองไปเปรียบเทียบกับอดีตเพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุ (Root Cause Analysis) ที่เกิดความผิดปกติได้อีกด้วย

ตารางที่ 4.3 แสดงโหมดการทำงาน คำสั่งทั้งหมดของโปรแกรม ValveLink Snap-On รวมถึงคำอธิบายถึงจุดประสงค์ของแต่ละคำสั่ง

สถานะ	คำสั่ง	ตรวจสอบปัญหา
อุปกรณ์กำลังทำงาน (In Service)	PD One Button	
	Profile	
	Supply Pressure	ลมที่จ่ายไม่เพียงพอ
	Travel Deviation	การสอบเทียบไม่ดี
	I/P and Relay Integrity	ลมที่จ่ายให้กับเครื่องมือไม่สะอาด
	Air Mass Flow	มีการรั่วไหลของลมที่ Actuator หรือท่อ
	Valve Friction	วาล์วอุดตันหรือติด
อุปกรณ์หยุดการทำงาน (Out of Service)	Step Response	ตรวจสอบค่า Dead time, Dead band และ Overshoot ในช่วงเวลาขณะนั้น
	Dynamic Scan	ตรวจสอบค่า Hysteresis Dead band และ Dynamic Travel ในช่วงเวลาขณะนั้น
	Stroke Valve	ตรวจสอบค่า Dead time Dead band และ Overshoot ในช่วงเวลาขณะนั้น

ดังนั้นจากการวิเคราะห์ทั้งหมด เริ่มตั้งแต่ค่าใช้จ่ายทางด้านการซ่อมบำรุง ความสามารถในการดึงค่า Diagnostic และสุดท้ายคือความสามารถในการจำลองการทำงานเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของส่วนประกอบต่างๆ ภายในอุปกรณ์ จากการวิเคราะห์ข้างต้นจะพบว่าอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายมีความเหมาะสมมากกว่าอุปกรณ์วัด อันเนื่องมาจากเหตุผลแรก คือเรื่องของค่าใช้จ่ายทางด้านการซ่อมบำรุงที่อุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายมีค่าใช้จ่ายสูงถึง 75 เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด เหตุผลที่สองคืออุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายมีความสามารถในการดึงค่า Diagnostic ออกมาได้มากกว่าอุปกรณ์วัด และเหตุผลสุดท้ายคืออุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายสามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมพิเศษที่มีชื่อ ValveLink Snap-On เพื่อที่จะทำการจำลองการทำงานเพื่อให้ทราบว่าส่วนประกอบแต่ละส่วนของอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายยังมีประสิทธิภาพและมีความสมบูรณ์พร้อมใช้งานอยู่หรือไม่ รวมถึงวิเคราะห์ถึงปัญหา และคาดคะเนเหตุการณ์ต่างๆที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายมีความเหมาะสมมากกว่าอุปกรณ์วัด ซึ่งส่งผลหัวข้อต่อจากนี้ไปจะพิจารณาเฉพาะอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย

4.3 อุปกรณ์การส่งและรับสัญญาณ WirelessHART ที่ใช้สำหรับการทดสอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบมีอยู่ทั้งหมด 6 อย่าง

1. Calibration Multimeter Fluke Model 789 : เป็นมิเตอร์ที่ทำหน้าที่ได้ทั้งตัววัดและแหล่งจ่ายในเครื่องเดียวกัน ในที่นี่ผู้ทดสอบใช้ทำหน้าที่แหล่งจ่าย 4-20 mA ให้กับอุปกรณ์วาล์วควบคุม
2. Air Regulator : ทำหน้าที่แหล่งจ่ายลมให้กับอุปกรณ์วาล์วควบคุม
3. 475 HART Filed Communicator : ทำหน้าที่ตั้งค่าให้กับวาล์วควบคุมให้สามารถติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้
4. Field Device : อุปกรณ์วัดและควบคุม เช่น วาล์วควบคุม
5. WirelessHART Adapter : อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไร้สายโดยติดตั้งให้กับอุปกรณ์ เพื่อให้อุปกรณ์นั้นสามารถรับ-ส่งสัญญาณแบบไร้สายได้
6. Gateway : อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดการข้อมูลต่างๆจากอุปกรณ์วัดและควบคุมแบบไร้สายก่อนส่งข้อมูลให้กับผู้ใช้งาน
7. Host System : อุปกรณ์ที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน เช่น คอมพิวเตอร์

ภาพที่ 4.1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
(ก) Multimeter, (ข) Air Regulator, (ค) 475 HART Filed Communicator, (ง) Field Device (วาล์วควบคุม), (จ) WirelessHART Adapter, (ฉ) Gateway, (ช) Host System (คอมพิวเตอร์)

4.4 โปรแกรมการทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic สำหรับอุปกรณ์

ในโครงงานนี้ผู้จัดทำได้ทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic สำหรับอุปกรณ์วาล์วควบคุมโดยใช้โปรแกรม AMS Device Manager และ AMS ValveLink SNAP-ON ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีหน้าที่ในการสังเกตการทดสอบและวิเคราะห์ปัญหาของอุปกรณ์วาล์วควบคุม โดยข้อมูลที่ได้จากการทดสอบและวิเคราะห์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการวางแผนการซ่อมบำรุงอุปกรณ์เชิงพยากรณ์ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานให้มีความเหมาะสมและมีเสถียรภาพมากขึ้น

4.5 การทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic สำหรับอุปกรณ์

4.5.1 ขั้นตอนการติดตั้ง

1. ต่อ Calibration Multimeter Fluke Model 789 เข้ากับอุปกรณ์วาล์วควบคุมที่ติดตั้ง WirelessHART Adapter เพื่อจ่ายไฟให้กับวาล์วควบคุม
2. ต่อ Air Regulator เข้ากับ Positioner ของอุปกรณ์วาล์วควบคุม เพื่อจ่ายลมให้กับวาล์วควบคุม โดยตั้งค่าลมไว้ที่ 23 psig
3. เปลี่ยนค่าเปอร์เซนต์การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์วาล์วควบคุม เพื่อทดสอบว่าวาล์วทำงานหรือไม่ โดยเปลี่ยนค่าที่ Calibration Multimeter เนื่องจากมิเตอร์ที่ใช้มีตัวต้านทาน 250 โอห์มอยู่ภายใน ดังนั้นมิเตอร์สามารถจ่ายกระแส 4-20 mA ได้โดยจะมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์วาล์วควบคุม เราจะทำการเปลี่ยนกระแสที่จ่ายให้วาล์วควบคุมเพื่อเปลี่ยนเปอร์เซนต์การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์วาล์วควบคุมโดย

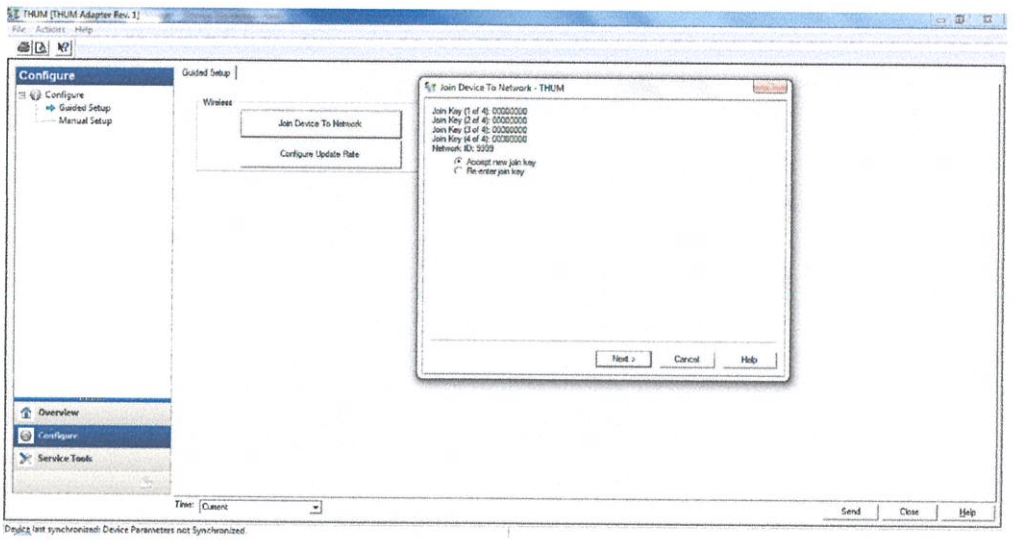
ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบกระแสกับเปอร์เซนต์การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์วาล์วควบคุม

กระแสจาก Calibration Multimeter (mA)	เปอร์เซนต์การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์วาล์วควบคุม
4	0
8	25
12	50
16	75
20	100

4. ต่อ Gateway เข้ากับคอมพิวเตอร์ (Host System) ผ่านสาย Land Link และตั้งค่าการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Gateway และคอมพิวเตอร์ (Host System) โดยตั้งค่าให้ Network ID และ Join Key ของอุปกรณ์ WirelessHART Adapter และ Gateway ใน AMS Device Manager ให้มีเลขเหมือนกัน เพื่อให้อุปกรณ์ทั้งหมดสามารถสื่อสารกันได้ ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

4.5.2 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับ Gateway และ Host System

ก่อนทำการทดสอบจะต้องมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์วาล์วควบคุมที่ติดตั้ง WirelessHART Adapter ให้สามารถสื่อสารผ่าน Gateway และ Host System ได้ โดยตั้งค่าให้ Network ID และ Join Key ของอุปกรณ์ WirelessHART Adapter และ Gateway ใน AMS Device Manager ให้มีเลขเหมือนกัน



ภาพที่ 4.2 แสดงหน้า Network ID และ Join Key ของอุปกรณ์ WirelessHART Adapter และ GateWay โปรแกรม AMS Device Manager

จากภาพที่ 4.2 เป็นการตั้งค่า Network ID และ Join Key ให้อุปกรณ์ WirelessHART Adapter และ GateWay ให้สามารถเชื่อมต่อกันได้ โดยเข้าไปตั้งค่าในโปรแกรม AMS Device Manager จากรูป Network ID คือ 9999 และ Join Key คือ 00000000

4.5.3 การทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic สำหรับอุปกรณ์

ในการทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic สำหรับอุปกรณ์วาล์วควบคุมได้แบ่งการทดสอบและวิเคราะห์ออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

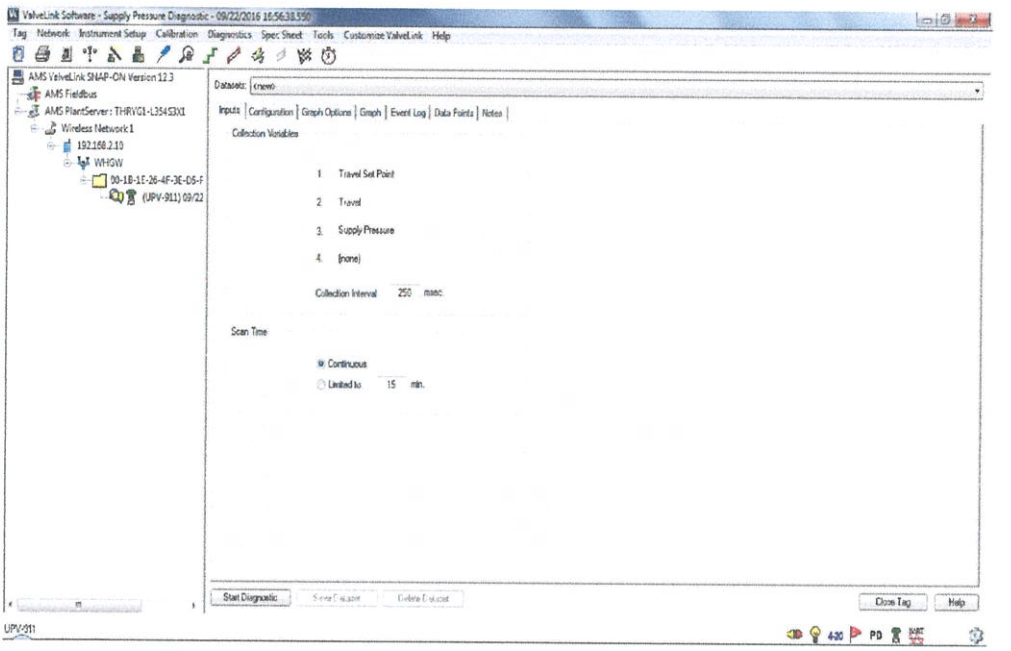
1. ขณะที่อุปกรณ์กำลังทำงาน (In Service)
2. ขณะที่อุปกรณ์หยุดการทำงาน (Out of Service)

การทดสอบขณะที่อุปกรณ์กำลังทำงาน

จากการทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic ของวาว์ลควบคุม โดยใช้โปรแกรม AMS Device Manager และ AMS ValveLink SNAP-ON โดยสามารถทดสอบขณะที่กระบวนการทำงานอยู่ เพื่อการสังเกต วิเคราะห์ปัญหาและประสิทธิภาพของวาล์วควบคุมในขณะนั้น

ขั้นตอนการทดสอบและวิเคราะห์ Diagnostic ขณะอุปกรณ์วาล์วควบคุมกำลังทำงาน

1. เลือก Diagnostic ที่ต้องการจะทดสอบอุปกรณ์วาล์วควบคุม เช่น Supply Pressure Test
2. ตั้งค่าระยะเวลาในการทดสอบ ซึ่งการทดสอบผู้ทดสอบได้ตั้งค่าเวลาทดสอบไว้แบบต่อเนื่อง (Continuous) โดยตั้งค่าได้ที่หน้า Diagnostic Test ที่ต้องการจะทดสอบในโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON ดังภาพที่ 4.3

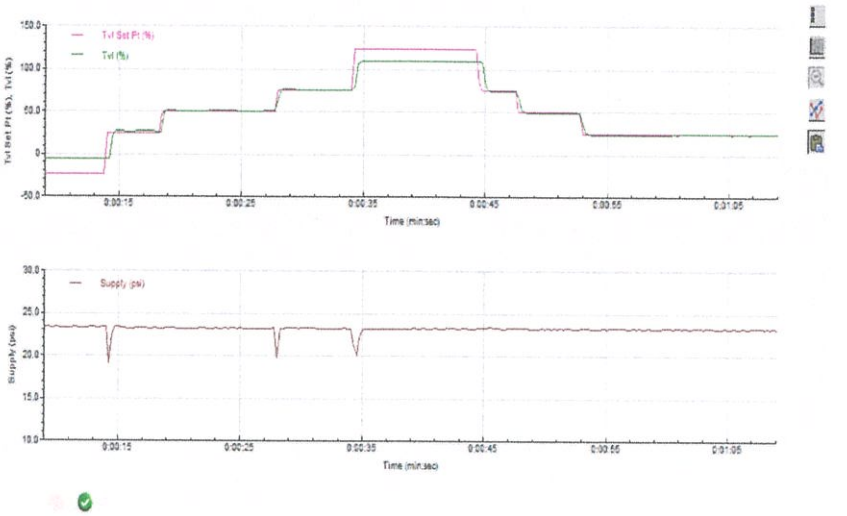


ภาพที่ 4.3 แสดงหน้า Supply Pressure Test ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON

ภาพที่ 4.3 แสดงหน้า Supply Pressure Test ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON โดยแสดงตัวแปรความสัมพันธ์ที่ใช้ในการทดสอบระหว่างเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วที่ตั้งไว้ (Travel Set Point (%)) กับเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วแท้จริง (Travel (%)) และเปอร์เซ็นต์การจ่ายลม (Supply Pressure (%)) Collection Interval 250 msec เป็นค่าเฉพาะที่โปรแกรมกำหนดมาให้ ผู้ทดสอบไม่สามารถกำหนดขึ้นเองได้ผู้ทดสอบสามารถตั้งค่าระยะเวลาในการทดสอบได้ โดยตั้งค่าที่ Scan Time ซึ่งสามารถตั้งค่าแบบทดสอบต่อเนื่องหรือกำหนดระยะเวลาการทดสอบก็สามารถทำได้ จากภาพผู้ทดสอบได้ตั้งค่าไว้ที่การทดสอบแบบต่อเนื่อง (Continuous) เนื่องจากผู้ทดสอบต้องการการทดสอบแบบต่อเนื่องเพื่อดูผลการทดสอบเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง

3. เมื่อตั้งค่าเวลาการทดสอบเสร็จแล้ว กดปุ่ม Start Diagnostic เพื่อเริ่มการทดสอบ

4. เมื่อโปรแกรมเริ่มทำงานจะมีหน้าต่างกราฟปรากฏขึ้นมา ผู้ทดสอบได้ทำการทดสอบโดยเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วที่โดยเปลี่ยนกระแสที่จ่ายให้กับอุปกรณ์วาล์วควบคุมตามตารางที่ 4.4 ตั้งแต่ 0%, 25%, 50%, 75%, 100% และ 100%, 75%, 50%, 25%, 0% ทุกๆ 10 วินาที จะได้ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างกราฟ Supply Pressure Test

ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel Set Point(%), Travel(%), Supply Pressure (%) เทียบกับเวลา ผู้ทดสอบทำการเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วตั้งแต่ 0%, 25%, 50%, 75%, 100% และ 100%, 75%, 50%, 25%, 0% ทุกๆ 10 วินาที สังเกตุกราฟ Travel Set Point(%), Travel(%) กับเวลา (Time(min:sec)) จะเห็นว่าเป็นขั้นบันไดเนื่องจากผู้ทดลองเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์วาล์วควบคุม

5. วิเคราห์กราฟและสรุปผลการทดสอบ

ถ้าอุปกรณ์ทำงานปกติจะแสดงสัญลักษณ์

ถ้าอุปกรณ์เกิดความผิดปกติที่ไม่ร้ายแรง ยังสามารถดำเนินงานต่อไปได้จะแสดงสัญลักษณ์

ถ้าอุปกรณ์เกิดความผิดปกติที่ร้ายแรงจนไม่สามารถดำเนินงานต่อไปได้จะแสดงสัญลักษณ์

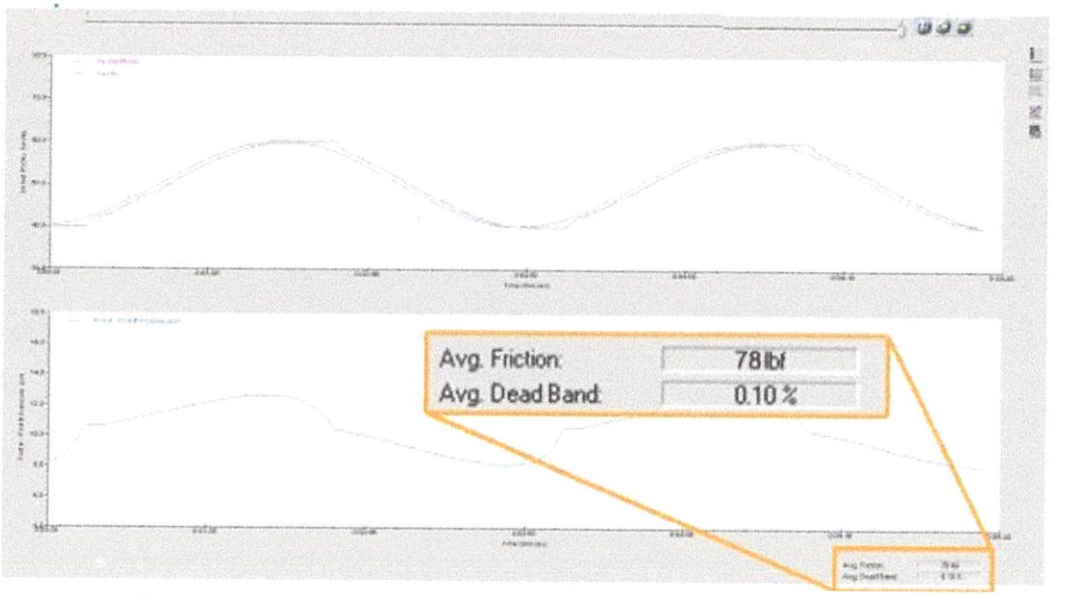
ตัวอย่างปัญหาที่พบในการใช้ Diagnostic Test ขณะอุปกรณ์วาล์วควบคุมกำลังทำงาน (อ้างอิงมาจากเอกสารของผู้ผลิต)

ตัวอย่างที่ 1 กระบวนการเกิดการแกว่ง (Process Oscillating)

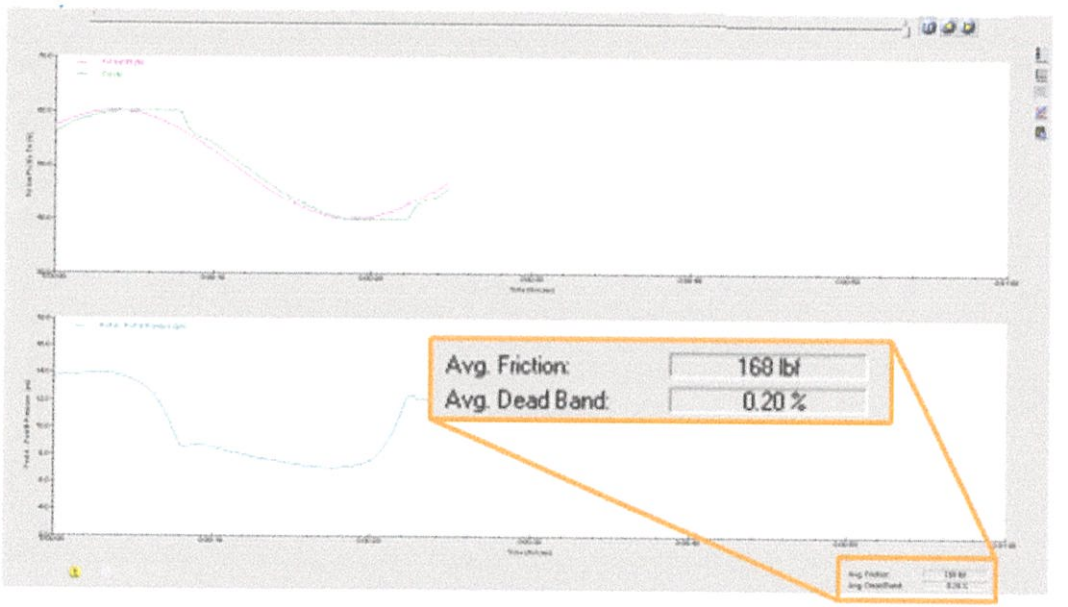
ปัญหา : กระบวนการเกิดการแกว่งหลังจากเริ่มต้นทำงาน

สาเหตุที่เป็นไปได้ : อุปกรณ์วาล์วควบคุมมีแรงเสียดทานมากเกินไป

การทดสอบที่ใช้ : Fiction Test



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงค่าความเสียดทานปกติของอุปกรณ์วาล์วควบคุมก่อนการใช้งาน



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงค่าความเสียดทานของอุปกรณ์วาล์วควบคุมหลังใช้งาน

ภาพที่ 4.5 แสดงค่าความเสียดทานปกติของอุปกรณ์วาล์วควบคุมก่อนการใช้งาน เป็นค่าที่ทดสอบก่อนนำอุปกรณ์วาล์วควบคุมไปใช้งานจริง จากการทดสอบพบว่าค่าความเสียทานของอุปกรณ์วาล์วควบคุมหลังการใช้งานมีค่าสูงกว่าความเสียดทานปกติก่อนการใช้งานอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสาเหตุเกิดจาก Packing ของอุปกรณ์วาล์วควบคุมขันแน่นเกินไป

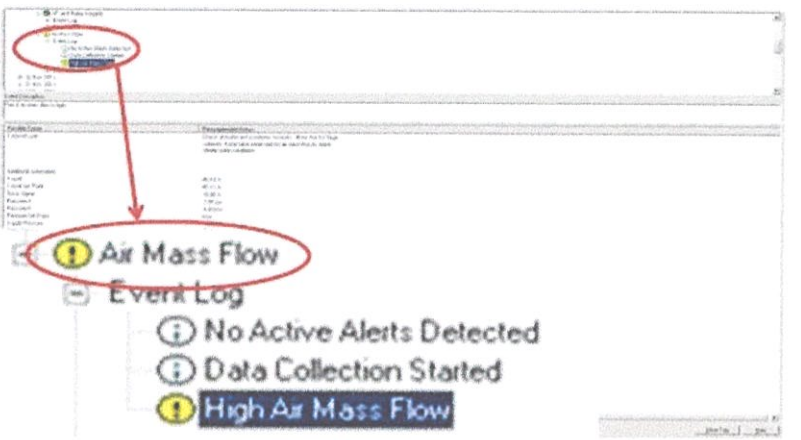
ตัวอย่างที่ 2 อุปกรณ์วาล์วควบคุมเกิดการรั่ว

ปัญหา : อุปกรณ์วาล์วควบคุมเกิดการรั่วที่ Actuator

สาเหตุที่เป็นไปได้ : 1. เงื่อนไขกระบวนการเปลี่ยนไป (อัตราการไหลหรือความดันมีค่าสูงขึ้นกว่าปกติ)

2. Actuator เกิดการรั่วเนื่องอุปกรณ์ภายในเสียหาย

การทดสอบที่ใช้ : Air Mass Flow Test



ภาพที่ 4.7 แสดงหน้าผลการทดสอบ Air Mass Flow

จากการทดสอบใช้กระบวนการแบบปกติ (Normal Condition) จากผลการทดสอบพบว่ามีการใช้ปริมาณลมที่สูงขึ้นกว่าค่าปกติข้อมูลเดิมอย่างมีนัยสำคัญจะมีการแจ้งเตือนให้ทราบถึงผลการทดสอบดังภาพที่ 4.7 สาเหตุเกิดจาก O-ring ใน Actuator ฉีกขาดเนื่องจากได้รับความร้อนต่อเนื่องมาจากการรั่วไหลของไอน้ำ

จากตัวอย่างพบว่าการจะวิเคราะห์ Diagnostic Test ได้นั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลการทดสอบอุปกรณ์วาล์วควบคุมก่อนการใช้งาน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการทดสอบอุปกรณ์วาล์วควบคุมหลังการใช้งาน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และสรุปปัญหาที่เกิดขึ้น

กราฟ Diagnostic Test ขณะอุปกรณ์วาล์วควบคุมกำลังทำงานที่ได้จากการทดสอบด้วยตนเอง

PD One Bottom

PD One Bottom เป็นคำสั่งที่ใช้ในการทดสอบ Diagnostic หลายตัวพร้อมกันในคำสั่งเดียว เช่น Supply Pressure Test, Travel Deviation, I/P and Relay Integrity, Air Mass Flow, Valve Friction แต่ละการทดสอบ Diagnostic สามารถตรวจจับปัญหาได้ดังนี้

ตารางที่ 4.5 การทดสอบ Diagnostic ที่สามารถทดสอบได้พร้อมกันในคำสั่ง PD One Bottom

Performance Diagnostic Test	Detected Problem
Supply Pressure	ลมที่จ่ายไม่เพียงพอ
Travel Deviation	การสอบเทียบไม่ดี
I/P and Relay Integrity	ลมที่จ่ายให้เครื่องมือไม่สะอาด
Air Mass Flow	การรั่วไหลของลมที่ Actuator หรือท่อ
Valve Friction	วาล์วอุดตันหรือติด

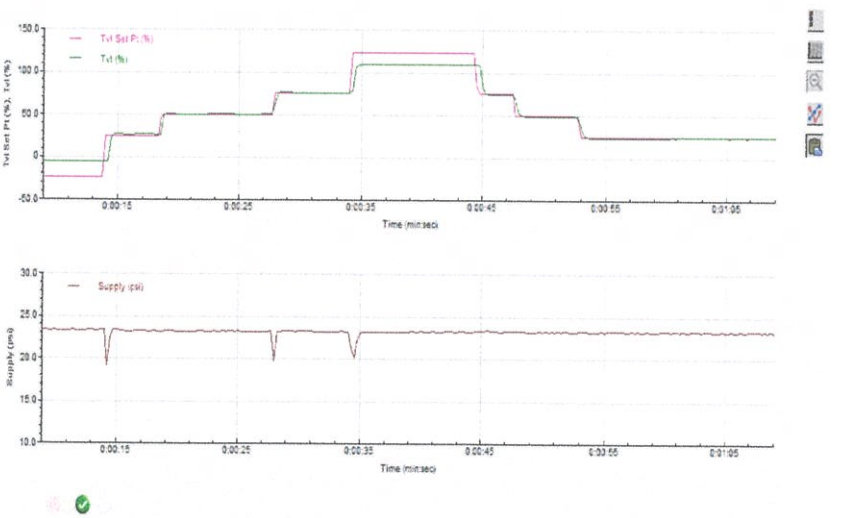
ข้อดีของ PD One Bottom คือสามารถทดสอบ Diagnostic หลายตัวพร้อมกันในคำสั่งเดียว ซึ่งจะสะดวกต่อผู้ใช้งาน และช่วยประหยัดเวลาในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการที่จะทดสอบ Diagnostic หลายตัวพร้อมกันในเวลาเดียวกัน

Profile

Profile เป็นคำสั่งที่ใช้ในการทดสอบที่ผู้ทดสอบสามารถเลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบความสัมพันธ์ได้ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วที่ตั้งไว้ (Travel Set Point (%)) กับเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วแท้จริง (Travel (%)) และเปอร์เซ็นต์สัญญาณในการสั่งให้วาล์วขับเคลื่อน (Drive Signal (%)) เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความยืดหยุ่นในการทดสอบมากกว่าการทดสอบแบบอื่นๆ

Supply Pressure Test

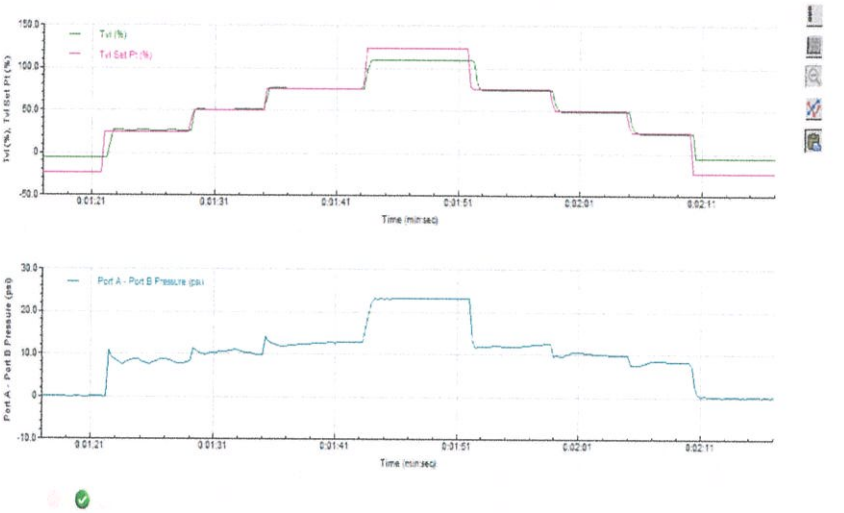
Supply Pressure Test ใช้ในการทดสอบลมที่จ่ายให้กับอุปกรณ์วาล์วควบคุมเพื่อใช้ในการควบคุมการเปิดปิดวาล์วว่ามีปริมาณเพียงพอที่จะไปขับเคลื่อนวาล์วหรือไม่ โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วที่ตั้งไว้ (Travel Set Point (%)) กับเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วแท้จริง (Travel (%)) และเปอร์เซ็นต์การจ่ายลม (Supply Pressure (%)) เทียบกับเวลา (Time (min:sec)) ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel Set Point (%), Travel (%) และ Supply Pressure (psi) เทียบกับเวลา (Time (min:sec))

Travel Deviation

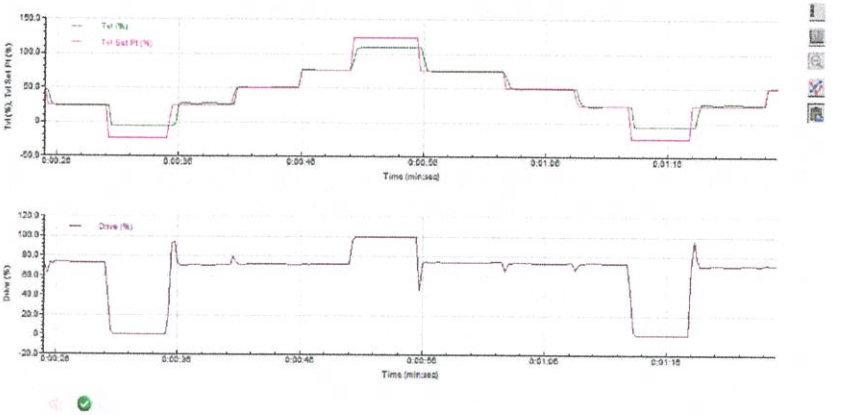
Travel Deviation ใช้ในการทดสอบการสอบเทียบอุปกรณ์วาล์วควบคุมว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วที่ตั้งไว้ (Travel Set Point (%)) กับเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วแท้จริง (Travel (%)) และความแตกต่างของลมที่จ่ายให้วาล์ว (Port A และ Port B (psi)) เทียบกับเวลา (Time(min:sec)) ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel Set Point(%), Travel(%) และความแตกต่างของลมที่เข้า Port A และ Port B (psi) เทียบกับเวลา(Time(min:sec))

I/P and Relay Integrity

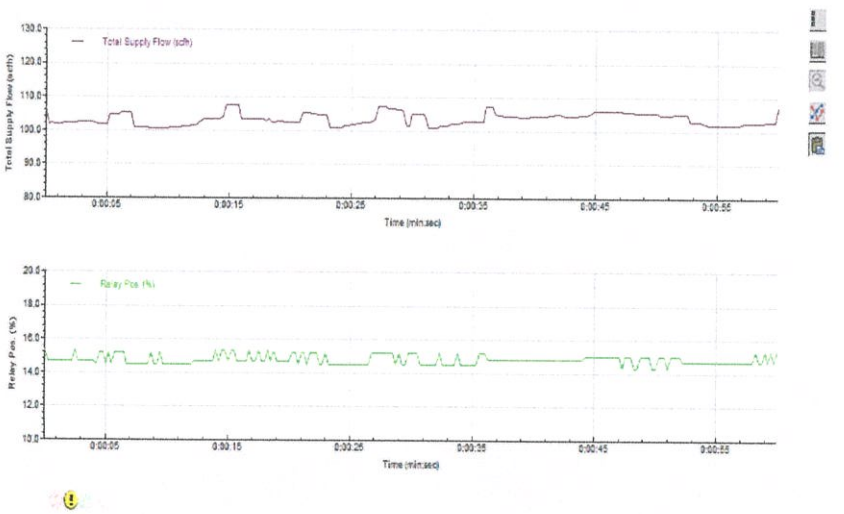
I/P and Relay Integrity ใช้สำหรับการทดสอบลมว่ามีสิ่งสกปรกปะปนมาด้วยหรือไม่ ซึ่งสิ่งสกปรกที่ติดมากับลมมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์วาล์วควบคุม โดยจะใช้ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วที่ตั้งไว้ (Travel Set Point (%)) กับเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วแท้จริง (Travel (%)) และเปอร์เซ็นต์สัญญาณในการสั่งให้วาล์วขับเคลื่อน (Drive Signal (%)) เทียบกับเวลา (Time (min:sec)) ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel Set Point(%), Travel(%) และ Drive Signal(%) เทียบกับเวลา (Time(min:sec))

Air Mass Flow

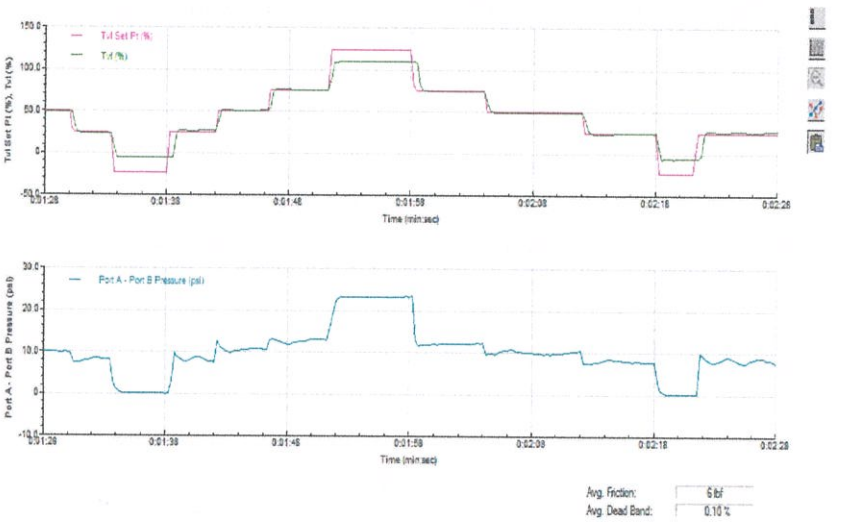
Air Mass Flow ใช้สำหรับการทดสอบการรั่วของตัวขับเคลื่อนวาล์ว (Actuator) และท่อลม โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณลมทั้งหมดที่จ่ายเพื่อขับเคลื่อนวาล์ว (Total Supply Flow (scfh)) และตำแหน่งของรีเลย์ที่ทำหน้าที่ควบคุมลมที่จะจ่ายเพื่อขับเคลื่อนวาล์ว (Relay Position (%)) เทียบกับเวลา (Time (min:sec)) ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Supply Flow (scfh) และ Relay Position(%) เทียบกับเวลา(Time(min:sec))

Valve Friction

Valve Friction ใช้สำหรับการทดสอบแรงเสียดทานในการขับเคลื่อนวาล์ว การทดสอบแรงเสียดทานในการขับเคลื่อนวาล์วเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างมาก เนื่องจากจะบ่งบอกถึงการตอบสนองของวาล์วควบคุม ในกรณีที่มีแรงเสียดทานมากเกิดขึ้นในการขับเคลื่อนวาล์วจะทำให้การขับเคลื่อนวาล์วช้าและอาจมีผลต่อกระบวนการ โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วที่ตั้งไว้ (Travel Set Point (%)) กับเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วแท้จริง (Travel (%)) และความแตกต่างของลมที่จ่ายให้วาล์ว (Port A และ Port B (psi)) เทียบกับเวลา(Time(min:sec)) ดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel Set Point(%), Travel(%) และความแตกต่างของลมที่เข้า Port A และ Port B (psi) เทียบกับเวลา(Time(min:sec))

สรุปการทดสอบ Diagnostic Test ขณะอุปกรณ์วาล์วควบคุมกำลังทำงาน ผู้จัดทำไม่สามารถวิเคราะห์คุณภาพของอุปกรณ์วาล์วควบคุมได้ เนื่องจากการได้รับการอบรมจากผู้ผลิตไม่พียงพอ ประกอบกับในขณะนั้นผู้จัดทำยังไม่เข้าใจการทำงานและการวิเคราะห์กราฟจึงไม่ได้ศึกษาอย่างลึกซึ้ง แต่ในภายหลังผู้ผลิตแจ้งว่าการจะวิเคราะห์กราฟในขณะที่อุปกรณ์วาล์วควบคุมกำลังทำงานได้ จำเป็นต้องมีข้อมูลของอุปกรณ์วาล์วควบคุมก่อนการใช้งาน เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพของวาล์วควบคุมปัจจุบัน ดังนั้นกราฟที่แสดงจึงเป็นเพียงนำเสนอว่าโปรแกรม AMS Device Manager และ AMS ValveLink SNAP-ON มีฟังก์ชั่นอะไรบ้างเท่านั้น

การทดสอบขณะที่อุปกรณ์หยุดการทำงาน

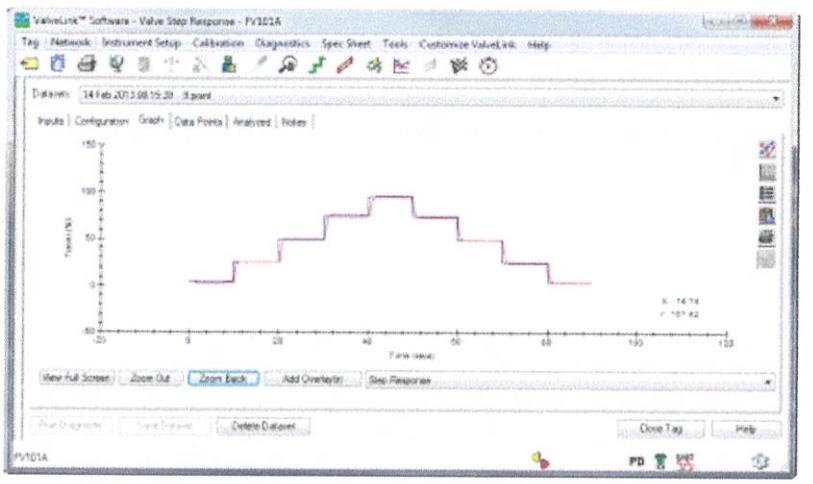
เช่นเดียวกับการทดสอบขณะอุปกรณ์วาล์วควบคุมกำลังทำงาน การทดสอบขณะที่อุปกรณ์หยุดการทำงานจำเป็นต้องมีข้อมูลของอุปกรณ์วาล์วควบคุมก่อนการใช้งานเพื่อมาเปรียบเทียบกับอุปกรณ์หลังการใช้งาน เพื่อวิเคราะห์ถึงปัญหาและสามารถเก็บเป็นข้อมูลไว้อ้างอิงต่อไป

ตัวอย่างปัญหาที่พบในการใช้ Diagnostic Test ขณะอุปกรณ์วาล์วควบคุมหยุดการทำงาน
(อ้างอิงมาจากเอกสารของผู้ผลิต)

ตัวอย่าง อุปกรณ์วาล์วควบคุมที่ทำงานอย่างปกติ

การทดสอบที่ใช้ : การกำหนดตารางเวลาการทดสอบแบบออฟไลน์เพื่อเปรียบเทียบกับพื้นฐาน

- Step Response Test 9 points (0,25, 50 75, 100, 75, 50, 25, 0)



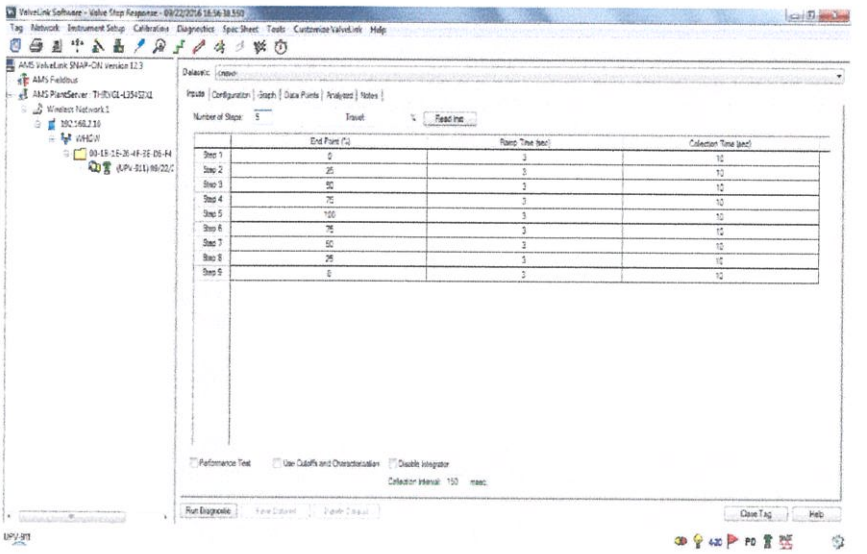
ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงผลการทดสอบ Step Response Test 9 points (0,25, 50 75, 100, 75, 50, 25, 0)

จากการทดสอบพบว่าอุปกรณ์วาล์วควบคุมที่ดีนั้นจะต้องมีกราฟการเคลื่อนที่ที่ใกล้เคียงกับการเคลื่อนที่พื้นฐาน (Base Line) ดังรูปที่ 4.13 จะพบว่าเส้นสีแดงคือกราฟการเคลื่อนที่พื้นฐาน เส้นสีน้ำเงินคือกราฟการเคลื่อนแท้จริงของอุปกรณ์วาล์วควบคุม ซึ่งมีความแตกต่างกันน้อยมากอย่างไม่มีนัยสำคัญ

กราฟ Diagnostic Test ขณะอุปกรณ์วาล์วควบคุมหยุดทำงานที่ได้จากการทดสอบด้วยตนเอง

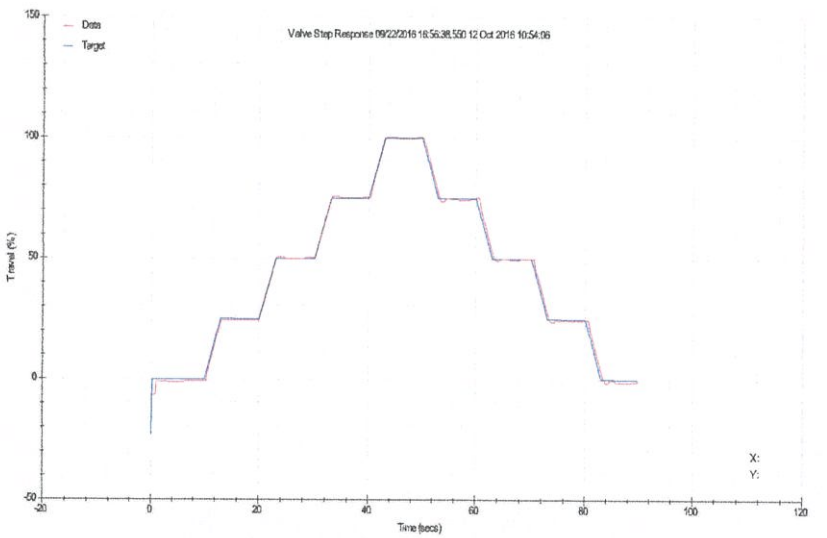
Step Response

Step Response ใช้สำหรับเก็บข้อมูลและทดสอบความสามารถในการตอบสนองของวาล์ว โดยจะสามารถทดสอบค่าต่างๆได้ดังนี้ Dead time, Dead band และ Overshoot ซึ่งค่าต่างๆสามารถที่จะนำไปใช้ในวิเคราะห์หาเสถียรภาพของอุปกรณ์วาล์วควบคุม ในกรณีที่วาล์วควบคุมถูกใช้งานไปเป็นระยะเวลานาน เราสามารถใช้การทดสอบนี้เพื่อทดสอบการตอบสนองของวาล์วในขณะนั้น เพื่อที่จะนำค่าที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับกราฟก่อนใช้งาน เพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ถึงสุขภาพวาล์วในขณะนั้น ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในด้านของการวางแผนการซ่อมบำรุง



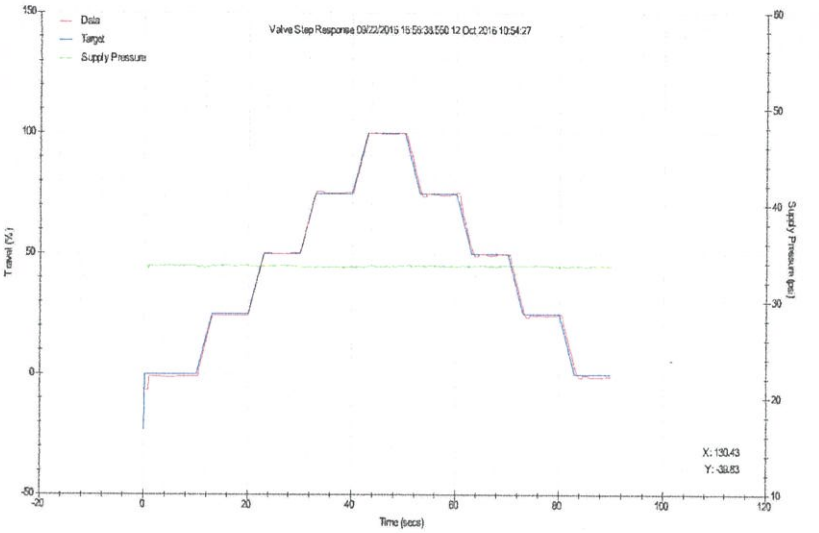
ภาพที่ 4.14 แสดงหน้า Step Response Test ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON

จากภาพที่ 4.14 แสดงหน้า Step Response Test ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON โดยผู้ทดลองสามารถเลือก Step ในการทดสอบได้โดยเลือกที่ Number of Step จากการทดลองผู้ทดลองได้เลือกไว้ที่ 9 Step ในการทดสอบ หลังจากนั้นก็ทำการใส่ข้อมูล Step ที่ต้องการจะทดลองลงไปในช่อง End Points(%) ช่อง Ramp Time (secs) และ Collection Time (secs) โปรแกรมจะกำหนดขึ้นมาให้ โดยผู้ทดสอบให้จุดเริ่มต้นของการทดสอบเริ่มที่ 0,25,50,75,100,75,50,25 และ 0%



ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel(%) กับ Time (Secs)

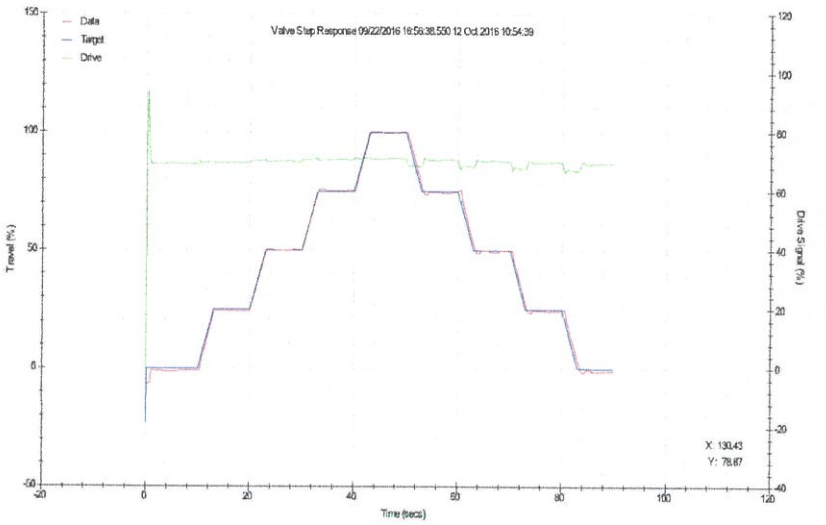
จากภาพที่ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel (%) กับ Time (Secs) เส้นสีแดงแสดงเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วแท้จริง (Data(%)) เส้นสีน้ำเงินแสดงเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของวาล์วที่กำหนดไว้ในตอนแรก (Target(%)) เทียบกับเวลา (secs)



ภาพที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel Set Point(%), Travel(%) และ Supply Pressure(psi) เทียบกับ Time(Secs)

จากภาพที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel Set Point (%), Travel (%) และ Supply Pressure (psi) เทียบกับ Time (Secs) จะเหมือนกับกราฟ 4.14 แต่เพิ่มเส้นสีเขียวแสดงความสัมพันธ์ของลมที่ใช้ในการขับเคลื่อนวาล์วเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เทียบกับเวลา

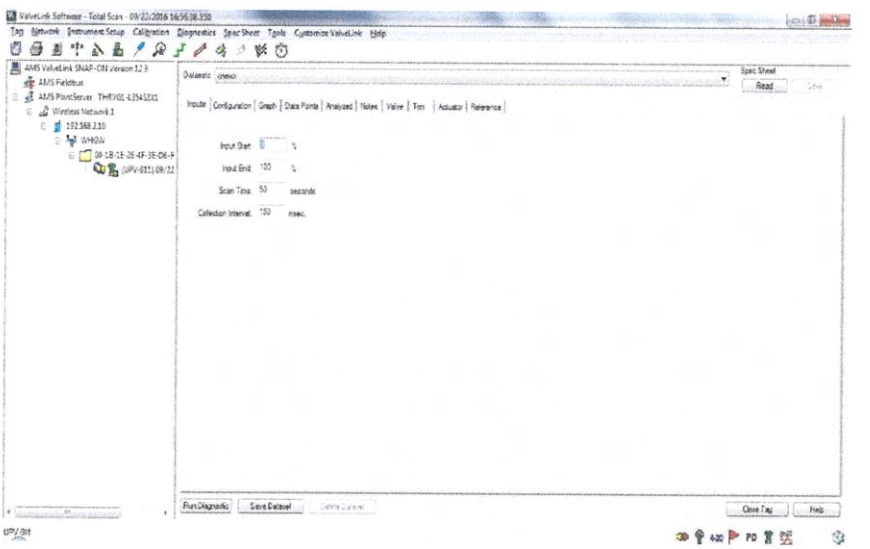
จากภาพที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel Set Point (%), Travel (%) และ Drive Signal (%) เทียบกับ Time (Secs) จะเหมือนกับกราฟ 4.14 แต่เพิ่มเส้นสีเขียวแสดงความสัมพันธ์ของสัญญาณที่เข้าไปควบคุม Positioner เพื่อควบคุมลมที่จ่ายให้กับอุปกรณ์วาล์วควบคุมให้สามารถเคลื่อนที่ได้เทียบกับเวลา Time (Secs)



ภาพที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel(%), Drive Signal(%) เทียบกับ Time(Secs)

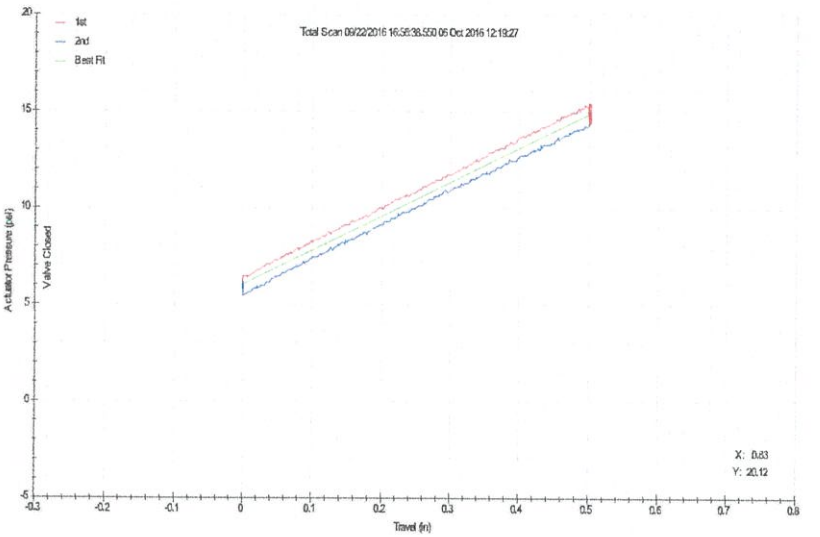
Dynamic Scan

ใช้สำหรับเก็บข้อมูลและทดสอบความสามารถในการตอบสนองของวาล์ว โดยสามารถทดสอบค่าต่างๆได้ดังนี้ Hysteresis, Dead band และ Dynamic Travel สามารถนำไปใช้ในวิเคราะห์หาเสถียรภาพของอุปกรณ์วาล์วควบคุม ในกรณีที่วาล์วควบคุมถูกใช้งานไปเป็นระยะเวลานาน เราสามารถใช้การทดสอบนี้เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบกับกราฟก่อนใช้งานได้เพื่อวิเคราะห์และวางแผนการซ่อมบำรุง



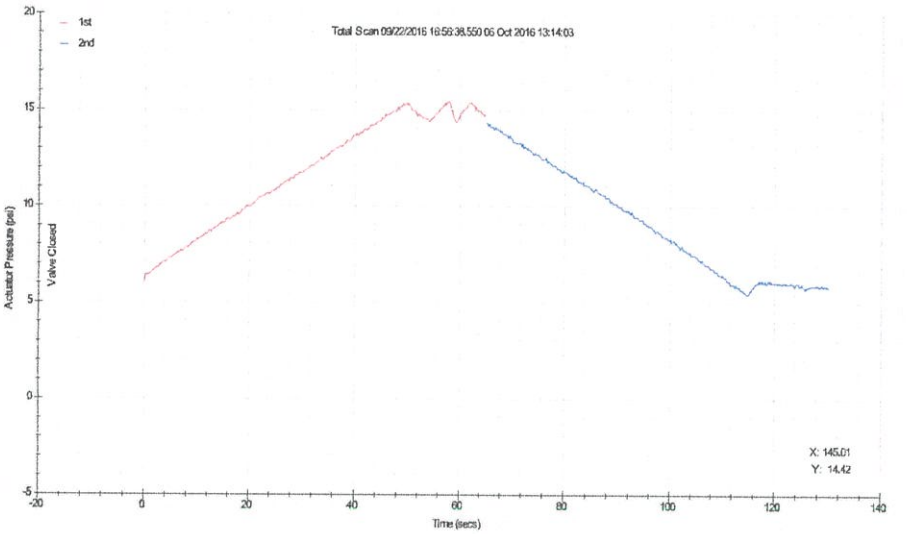
ภาพที่ 4.18 แสดงหน้า Dynamic Scan Test ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON

ภาพที่ 4.18 แสดงหน้า Dynamic Scan Time ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON โดยผู้ทดลองสามารถเลือก Step เริ่มต้น Step สุดท้ายในการทดสอบได้ โดยตั้งค่าที่ Input Start และ Input End สู่ Scan Time มีไว้ตั้งค่าความละเอียดในการทดสอบ Collection Interval โปรแกรมจะกำหนดขึ้นมาให้ จากการทดลองผู้ทดสอบได้ตั้ง Step เริ่มต้นไว้ที่ 0% และ Step สุดท้ายที่ 100% เพื่อให้อุปกรณ์วาล์วควบคุมเคลื่อนที่เปิดปิดได้สุดเต็มที่ จุดประสงค์เพื่อให้เห็นกราฟอุปกรณ์อย่างชัดเจน



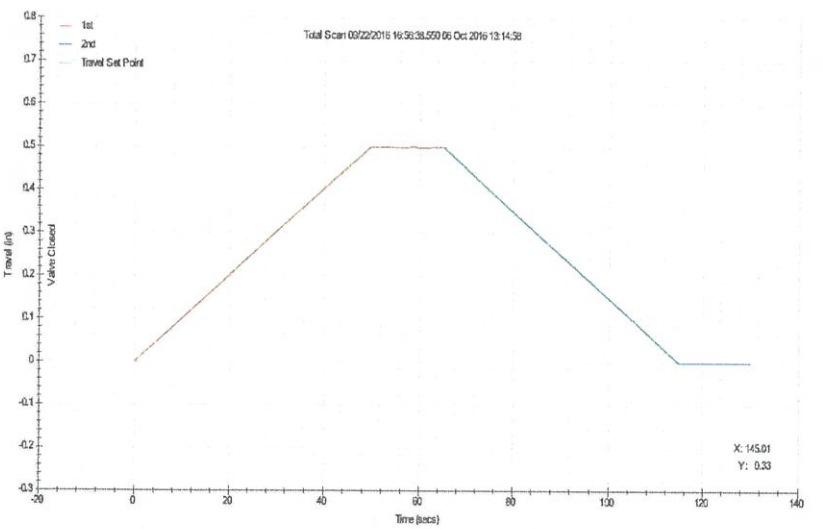
ภาพที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Actuator Pressure(psi) และ Travel(in)

ภาพที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Actuator Pressure (psi) กับ Travel (in) กราฟสีแดงคือช่วงที่วาล์วเริ่มต้นจะเปิดจนกระทั่งเปิดสุด กราฟสีน้ำเงินคือช่วงที่วาล์วเริ่มต้นจะปิดจนถึงปิดสุด กราฟสีเขียวคือค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่ทั้งหมดซึ่งจะอยู่ระหว่างกราฟสีแดงและกราฟสีน้ำเงิน



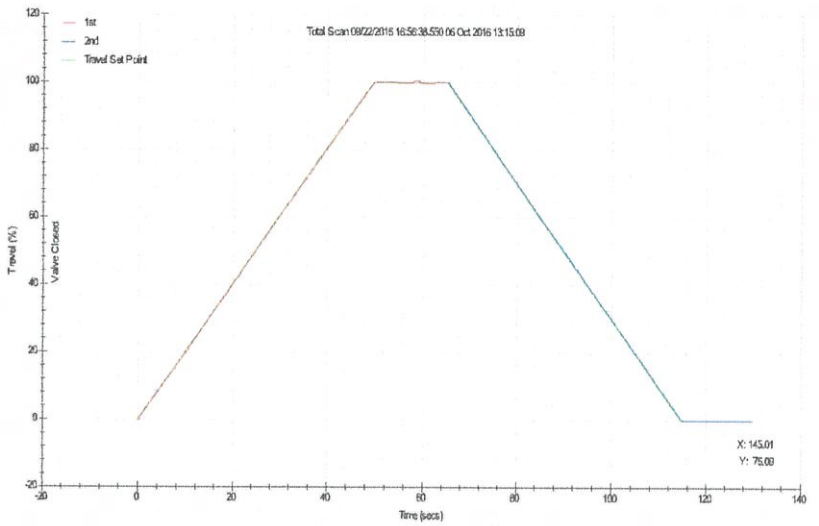
ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Actuator Pressure (psi) กับ Time (secs)

ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Actuator Pressure (psi) กับ Time (secs) กราฟสีแดงคือกราฟแสดงลักษณะที่วาล์วเริ่มต้นจะเปิดจนกระทั่งเปิดสุดในลักษณะของความดันที่จ่ายให้ Actuator เพื่อไปขับวาล์วให้เปิด กราฟสีน้ำเงินคือกราฟแสดงลักษณะที่วาล์วเริ่มต้นจะปิดจนถึงปิดสุดในลักษณะของความดันที่จ่ายให้ Actuator เพื่อไปขับวาล์วให้ปิดโดยทั้งหมดเปรียบกับเวลา จากกราฟทำให้ผู้ทดลองสามารถวิเคราะห์ได้ว่า Actuator หรือลมที่จ่ายให้กับ Actuator ทำงานปกติหรือไม่



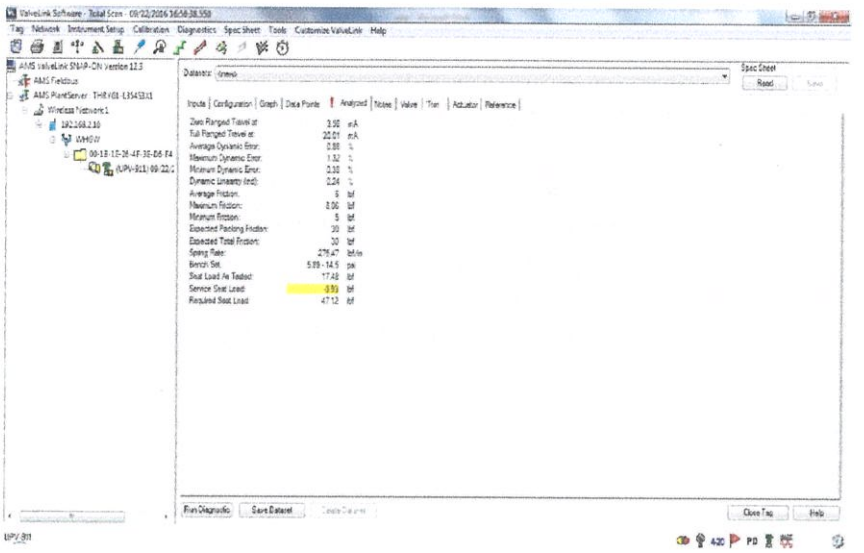
ภาพที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel (in) กับ Time (secs)

ภาพที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel (in) กับ Time (secs) กราฟสีแดงคือกราฟแสดงลักษณะที่วาล์วเริ่มต้นจะเปิดจนกระทั่งเปิดสุด กราฟสีน้ำเงินคือกราฟแสดงลักษณะที่วาล์วเริ่มต้นจะปิดจนถึงปิดสุด กราฟสีเขียวคือกราฟแสดงการเคลื่อนที่แท้จริง (Travel Set Point (in)) ของอุปกรณ์วาล์วควบคุม



ภาพที่ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel (%) กับ Time (secs)

ภาพที่ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Travel (%) กับ Time (secs) กราฟสีแดงคือกราฟแสดงลักษณะที่วาล์วเริ่มต้นจะเปิดจนกระทั่งเปิดสุดในรูปของเปอร์เซนต์ กราฟสีน้ำเงินคือกราฟแสดงลักษณะที่วาล์วเริ่มต้นจะปิดจนถึงปิดสุดในรูปของเปอร์เซน กราฟสีเขียวคือกราฟแสดงการเคลื่อนที่แท้จริง (Travel Set Point (%)) ของอุปกรณ์วาล์วควบคุมในรูปเปอร์เซนต์ ซึ่งทั้งสองกราฟจะให้ผลที่คล้ายคลึงกันคือการทดสอบ Hysteresis, Dead band และ Dynamic Travel ของอุปกรณ์วาล์วควบคุมได้โดยเทียบกับเวลา

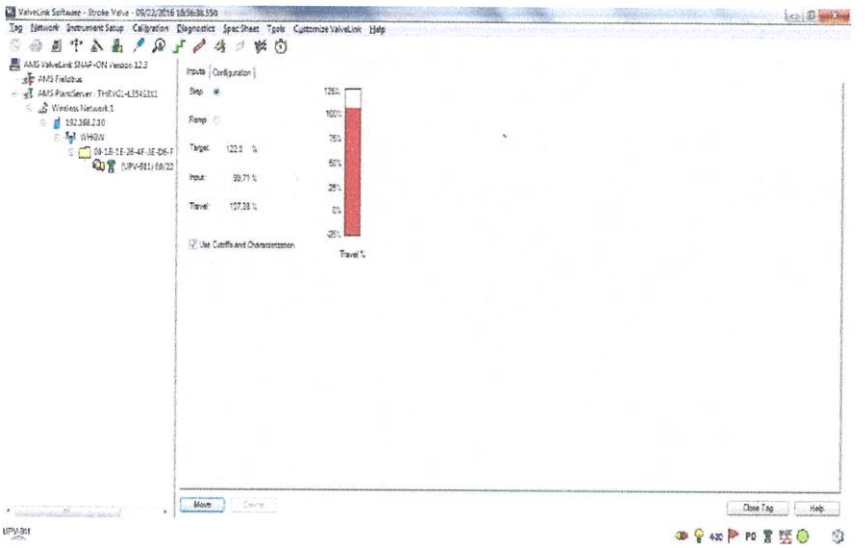


ภาพที่ 4.23 แสดงผลการทดสอบ Dynamic Scan ของอุปกรณ์วาล์วควบคุม

หลังจากทดสอบเสร็จแล้วโปรแกรมจะมีการแจ้งผลการให้เราทราบ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สำคัญในการวิเคราะห์อย่างมาก เมื่อมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นกับอุปกรณ์วาล์วควบคุมโปรแกรมจะแจ้งเตือนดังภาพที่ 4.23 จากรภาพจะเห็นว่า Service Seat Load มีปัญหาบางอย่างเกิดขึ้น โปรแกรมคำสั่ง Dynamic Scan Time จะสามารถแจ้งเตือนและแสดงรายละเอียดข้อมูลของแต่ละพารามิเตอร์ให้ทราบซึ่งจะแตกต่างจากคำสั่งอื่นๆ ที่แสดงเพียงกราฟกับการแจ้งเตือนเมื่อเกิดปัญหาเกิดขึ้น

Stroke Valve

ใช้สำหรับเก็บข้อมูลและทดสอบความสามารถในการตอบสนองของวาล์ว โดยสามารถทดสอบค่าต่างๆ ได้ดังนี้ Dead time, Dead band และ Overshoot เช่นเดียวกับ Step Response Test แต่มีความละเอียดน้อยกว่า ใช้ในกรณีที่ต้องการผลการทดสอบที่รวดเร็วและไม่ต้องการความละเอียดมาก



ภาพที่ 4.24 แสดงหน้า Stroke Valve Test ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON

ภาพที่ 4.24 แสดงการทดสอบ Stroke Valve Test ของโปรแกรม AMS ValveLink SNAP-ON การทดลองผู้ทดสอบไม่ต้องตั้งค่าใดๆทั้งสิ้นเพียงแต่กดคำสั่ง Move โปรแกรมจะทำงานเอง โดยจะแสดงค่า Input (%) ที่โปรแกรมสั่งอุปกรณ์ให้ทำงาน Target (%) คือการเคลื่อนที่ของวาล์ว และ Travel (%) การเคลื่อนที่ของวาล์วแท้จริงที่สามารถเคลื่อนที่ได้

จากการทดลอง Diagnostic Test ขณะอุปกรณ์วาล์วควบคุมหยุดการทำงาน จากการทดลองผู้อ่านอาจจะยังไม่เห็นถึงประโยชน์ของการทดสอบนี้ เนื่องจากการทดลอง Diagnostic Test ขณะอุปกรณ์วาล์วควบคุมหยุดการทำงานจำเป็นต้องมีข้อมูลอุปกรณ์วาล์วควบคุมก่อนการใช้งานเพื่อมาเปรียบเทียบกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหลังอุปกรณ์วาล์วควบคุมถูกใช้งานเช่นเดียวกันกับการทดสอบในขณะที่อุปกรณ์กำลังการทำงาน ประโยชน์ที่แท้จริงของการใช้ Diagnostic Test ขณะอุปกรณ์วาล์วควบคุมหยุดการทำงานคือใช้ในการเก็บข้อมูลและวางแผนในบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ก่อนที่จะมีการปิดซ่อมบำรุงใหญ่ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่าอุปกรณ์วาล์วควบคุมตัวไหนควรที่จะยกออกมาซ่อมบำรุง อุปกรณ์วาล์วควบคุมตัวไหนยังคงสามารถทำงานต่อไปได้ ในช่วงของการปิดซ่อมบำรุงใหญ่ เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่เสียไปอย่างไม่จำเป็นเช่น การยกอุปกรณ์วาล์วควบคุมออกมาซ่อมโดยไม่จำเป็น รวมถึงยังสามารถเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ได้

จากการทดสอบอุปกรณ์วาล์วควบคุมทั้งการทดสอบขณะที่อุปกรณ์กำลังทำงานและการทดสอบขณะที่อุปกรณ์หยุดการทำงาน ไม่สามารถสรุปผลการทดสอบได้ การทดลองนี้มีจุดประสงค์ให้ผู้อ่านเข้าใจฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรม AMS Device Manager และ AMS ValveLink SNAP-ON เท่านั้น

บทที่ 5
สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการศึกษาและวิเคราะห์เทคโนโลยี WirelessHART สำหรับอุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันพบว่ามีประโยชน์หลายด้าน เช่น ความสามารถในการดูสุขภาพและสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดกับอุปกรณ์วาล์วควบคุมเบื่องต้นได้ ในปัจจุบันโรงกลั่นน้ำมันไทยออยล์มีเทคโนโลยีในการปรับปรุงประสิทธิภาพทั้งทางด้านความน่าเชื่อถือและด้านการซ่อมบำรุงที่ยังไม่ถูกนำมาใช้งานเช่น AMS ที่ใช้งานกับอุปกรณ์ที่ใช้สายในการส่งสัญญาณหรือซอฟแวร์ที่มีชื่อว่าพาย (Pi) ที่สามารถที่มีประสิทธิ ภาพไม่แตกต่างกับ WirelessHART ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสรุปว่ายังไม่เหมาะสมในการนำเทคโนโลยี WirelessHART มาใช้ในโรงกลั่นน้ำมันไทยออยล์ในตอนนี้ และผู้ศึกษาอยากให้ผู้ปฏิบัติงานในโรงกลั่นน้ำมันได้ทดลองใช้เทคโน โลยีที่มีอยู่ในโรงกลั่นในการปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ รวมถึงการวางแผนการซ่อมบำรุง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลอ้างอิงต่อไปในอนาคต อีกทั้งยังสามารถนำไปต่อยอดเพื่อรองรับระบบหรือเทคโนโลยีใหม่ๆที่จะเกิดขึ้นได้ต่อไปในอนาคต ในการปฏิบัติสหกิจศึกษาครั้งนี้บริษัทสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาของนักศึกษาไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจที่จะนำเทคโนโลยี WirelessHART เข้ามาใช้ในโรงกลั่น รวมถึงการตัดสินใจที่จะเลือกประยุกต์ใช้อุปกรณ์ภายในโรงกลั่นให้เหมาะสมกับเทคโลยี WirelessHART เพื่อพัฒนาระบบการดำเนินงานภายในองค์กรทั้งในส่วนงานฝ่ายปฏิบัติการและช่างซ่อมบำรุง ให้มีประสิทธิ์ภาพและเสถียรภาพสูงยิ่งขึ้นไป

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ในการปฏิบัติสหกิจศึกษาจำเป็นที่จะต้องมีการติดต่อสื่อสารกับบุคคลต่างๆทั้งภายในและภายนอกองค์กร ซึ่งบางครั้งอาจจะไม่ได้รับความร่วมมือหรือไม่ได้รับการช่วยเหลือที่ดีเท่าที่ควร สาเหตุอาจเกิดจากมีการสื่อสารที่เข้าใจไม่ตรงกัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับตัวให้เข้ากับบุคคลอื่นๆให้ได้และต้องปรับตัวในการสื่อสารให้ชัดเจนและเข้าใจมากยิ่งขึ้น เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติสหกิจศึกษาให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี นอกจากนี้ปัญหาที่เกิดขึ้นคือการที่ผู้นิเทศงานของทางบริษัทมักจะติดภารกิจจำเป็น ทำให้ไม่สามารถขอคำปรึกษาหรือรายงานความคืบหน้าของงานได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องวางแผนการทำงานให้ดีเพื่อไม่ให้เกิดความล้าช้าในการทำงาน และต้องรู้จักปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นให้ได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเทคโนโลยี WirelessHART ผู้ศึกษามีข้อเสนอแนะให้ทางผู้ปฏิบัติงานในโรงกลั่นน้ำมันไทยออยล์นำเทคโนโลยีที่มีอยู่ในโรงกลั่นที่ยังไม่ถูกนำมาใช้งาน เช่น AMS ที่ใช้งานกับอุปกรณ์ที่ใช้สายในการส่งสัญญาณหรือซอฟแวร์ที่มีชื่อว่าพาย (Pi) ที่มีประสิทธิภาพการทำงานไม่แตกต่างกับ WirelessHART นำมาใช้งาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์และวางแผนการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ได้เช่นเดียวกัน

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

คุณสมบัติของอุปกรณ์WirelessHART Adapterยี่ห้อ Emerson

Smart Wireless THUM Adapter

Device specifications

- Approvals: FM, CSA, ATEX, IECEx
- Input: Either 2-, 3-, or 4-wire HART 5.0 device
- SmartPower™: Power scavenging technology (no battery required)
- Minimum load on loop 250 Ohms

Enable enhanced valve capabilities

- Online, in-service valve testing through AMS™ ValveLink SNAP-ON™ Application
- Monitor alerts such as travel deviation with AMS Device Manager, supply pressure, and electronics health
- Trend actual valve position

Gain access to advanced instrument diagnostics

- Rosemount™ 3051S with Advanced Process Diagnostics
- Micro Motion™ Coriolis Meter Verification with optional AMS Meter Verification SNAP-ON
- Rosemount Radar Echo Curve
- Rosemount Magnetic Flow Meter Verification with AMS Device Manager

Efficiently gather data from multivariable devices

- Rosemount 3051S MultiVariable™ Transmitter and Rosemount 3095 Mass Flow Transmitters
- Rosemount 3300 and 5300 Radar Level Transmitters
- Micro Motion Coriolis Meters
- Rosemount TankRadar™ Rex and TankRadar Pro
- Rosemount Magnetic Flowmeter
- Rosemount MultiVariable Vortex Flowmeter

Make any HART device wireless access new measurement information

- Level
- Flow
- Valves
- Liquid and Gas Analytical
- Pressure
- Temperature

Remotely manage devices and monitor health with AMS Device Manager

- Reduce troubleshooting time
- As found, as left data
- Calibration tracking

Specifications

Functional specifications

Input

Any 2-, 3-, or 4-wire HART powered device

Output

IEC 62591 (WirelessHART)

Humidity limits

0–100% relative humidity

Update rate

User selectable, eight seconds to 60 min.

Physical specifications

Material selection

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

Electrical connections

The THUM Adapter is connected into a powered 4–20 mA loop, powering itself by scavenging power. The THUM Adapter causes a voltage drop across the loop. The drop is linear from 2.25 V at 3.5 mA to 1.2 V at 25 mA, but does not effect the 4–20 mA signal on the loop. Under fault conditions, the maximum voltage drop is 2.5 V.

Power supply

Minimum load on loop 250 Ohms

To maintain normal operating functions of the sub-device, the power in the loop must have at least a 2.5 V margin at a 250 Ω load.

Limit power supply to 0.5 Amps maximum.

Limit power supply to 55 Vdc maximum.

Field Communicator connections

Utilize wired device HART connections

Materials of construction

Enclosure

Housing option D - Low-copper aluminum
Housing option E - 316 SST

Paint - Polyurethane

M20 conduit adapter - SST
M20 conduit adapter O-ring - Buna-N

Antenna

Polybutadine terephthalate (PBT)/Polycarbonate (PC) integrated omni directional antenna

Weight

THUM Adapter only AL - 0.65 lb (0.29 kg)

THUM Adapter only SST - 1.1 lb(0.5 kg)

AL THUM Adapter with AL remote kit - 3.2 lb (1.45 kg)

SST THUM Adapter with SST remote kit - 5.8 lb (2.65 kg)

AL THUM Adapter with M20 conduit adapter - 0.85 lb (.038 kg)

SST THUM Adapter with M20 conduit adapter - 1.3 lb (0.59 kg)

Enclosure ratings

Housing option code D and remote mount kits are enclosure Type 4X and IP66.

Mounting

The THUM Adapter may be attached directly to the conduit of any 2- or 4-wire HART device or mounted remotely by using remote mount kit.

ภาคผนวก ข.

คุณสมบัติของอุปกรณ์ Transmitterยี่ห้อ Rosemountรุ่น 3051S

4–20 mA HART

Zero and span adjustment

Zero and span values can be set anywhere within the range. Span must be greater than or equal to the minimum span.

Output

The 2-wire 4–20 mA is user-selectable for linear or square root output. Digital process variable superimposed on 4–20 mA signal is available to any host that conforms to the HART protocol.

Power supply

External power supply required.

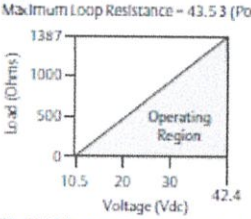
- Rosemount 3051S and 3051SF_D:
  10.5 to 42.4 Vdc with no load
- Rosemount 3051S and 3051SF_D with Advanced HART Diagnostics Suite: 12 to 42.4 Vdc with no load
- Rosemount 3051SMV and 3051SF_1-7:
  12 to 42.4 Vdc with no load
- Rosemount 3051S ERS System:
  16.0 to 42.4 Vdc with no load

Load limitations

Maximum loop resistance is determined by the voltage level of the external power supply, as described by:

Figure 1. Rosemount 3051S and 3051SF_D

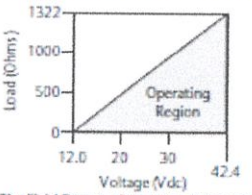
Maximum Loop Resistance = 43.5 3 (Power Supply Voltage – 10.5)



The Field Communicator requires a minimum loop resistance of 250 Ω for communication.

Figure 2. Rosemount 3051SMV and 3051SF_1-7, 3051S and 3051SF_D with HART Diagnostics (option code DA2)

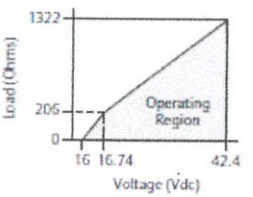
Maximum Loop Resistance = 43.5 3 (Power Supply Voltage – 12.0)



The Field Communicator requires a minimum loop resistance of 250 Ω for communication.

Figure 3. Rosemount 3051S ERS System

If supply voltage ≤ 16.74 Vdc:
Maximum Loop Resistance = 277 3 (Power Supply Voltage – 16.0)
If supply voltage > 16.74 Vdc:
Maximum Loop Resistance = 43.5 3 (Power Supply Voltage – 12.0)



The Field Communicator requires a minimum loop resistance of 250 Ω for communication.

Selectable HART revisions (option code HR7)

The 2-wire 4-20mA is user-selectable for linear or square root output. Digital process variable superimposed on 4-20 mA signal is available to any host that conforms to HART protocol. The Rosemount 3051S with Advanced HART Diagnostics (DA2) comes with Selectable HART revisions. Digital communications based on HART Revision 7 (with option code HR7 selected) or Revision 5 (default) protocol can be selected. The HART revision can be switched in the field using any HART-based configuration. See the Rosemount 3051S Reference Manual for instructions on how to switch HART revision.

ภาคผนวก ค.

คุณสมบัติของอุปกรณ์ Positionerยี่ห้อEmerson รุ่น DVC 6000 Digital Valve Controller

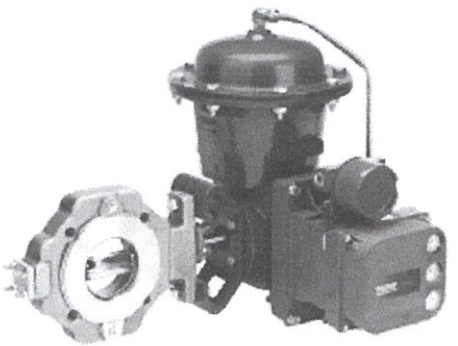


Figure 1-2. Rotary Control Valve with FIELDVUE DVC6020 Digital Valve Controller

Note

475 Field Communicator menu sequences used in this manual are for instrument level HC, AD, PD, and ODV, firmware 7 and above. Refer to the AC menu tree at the beginning of this manual for AC menu sequences.

These menu sequences are also applicable to the 375 Field Communicator.

Description

DVC6000 digital valve controllers (figures 1-1 and 1-2) are communicating, microprocessor-based current-to-pneumatic instruments. In addition to the normal function of converting an input current signal to a pneumatic output pressure, the DVC6000 digital valve controller, using the HART® communications protocol, gives easy access to information critical to process operation. You can gain information from the principal component of the process, the control valve itself, using the Field Communicator at the valve, or at a field junction box, or by using a personal computer or operator's console within the control room.

Using a personal computer and ValveLink software or AMS Suite: Intelligent Device Manager, or a Field Communicator, you can perform several operations with the DVC6000 digital valve controller. You can obtain general information concerning software revision level, messages, tag, descriptor, and date. Diagnostic information is available to aid you when troubleshooting. Input and output configuration parameters can be set, and the digital valve controller can be calibrated. Refer to table 1-1 for details on the capabilities of each diagnostic tier.

Using the HART protocol, information from the field can be integrated into control systems or be received on a single loop basis.

DVC6000 digital valve controllers are designed to directly replace standard pneumatic and electro-pneumatic valve mounted positioners.

Specifications

WARNING

Refer to table 1-2 for specifications. Incorrect configuration of a positioning instrument could result in the malfunction of the product, property damage or personal injury.

Specifications for DVC6000 digital valve controllers are shown in table 1-2. Specifications for the Field Communicator can be found in the product manual for the Field Communicator.

Related Documents

Other documents containing information related to DVC6000 digital valve controllers include:

- Bulletin 62.1:DVC6000—Fisher FIELDVUE DVC6000 Digital Valve Controllers (D102758X012)
- Bulletin 62.1:DVC6000(S1)—Fisher FIELDVUE DVC6000 Digital Valve Controller Dimensions (D103308X012)
- Fisher FIELDVUE DVC6000 Digital Valve Controllers Quick Start Guide (D102762X012)

- FIELDVUE Digital Valve Controller Split Ranging – Supplement to HART Communicating Fisher FIELDVUE Digital Valve Controller Instruction Manuals (D103262X012)
- Using FIELDVUE Instruments with the Smart HART Loop Interface and Monitor (HIM) – Supplement to HART Communicating Fisher FIELDVUE Instrument Instruction Manuals (D103263X012)
- Using FIELDVUE Instruments with the Smart Wireless THUM™ Adapter and a HART Interface Module (HIM) – Supplement to HART Communicating Fisher FIELDVUE Instrument Instruction Manuals
- Audio Monitor for HART Communications – Supplement to HART Communicating Fisher FIELDVUE Instrument Instruction Manuals (D103265X012)
- HART Field Device Specification – Supplement to Fisher FIELDVUE DVC6000 Digital Valve Controller Instruction Manual (D103649X012)
- Using the HART Tri-Loop™ HART-to-Analog Signal Converter with FIELDVUE Digital Valve Controllers – Supplement to HART Communicating Fisher FIELDVUE Instrument Instruction Manuals (D103267X012)
- Hot Swap Procedure – Supplement to HART Communicating Fisher FIELDVUE DVC5000 (Obsolete Product) and DVC6000 Digital Valve Controllers Instruction Manuals (D103264X012)
- Implementation of Lock-in-Last Strategy – Supplement to Fisher FIELDVUE DVC6000 and DVC6200 Digital Valve Controllers Instruction Manual (D103261X012)
- Fisher HF340 Filter Instruction Manual (D102796X012)
- ValveLink software help or documentation
- Field Communicator User's Manual

All documents are available from your Emerson Process Management sales office. Also visit our website at www.FIELDVUE.com.

Educational Services

For information on available courses for DVC6000 digital valve controllers, as well as a variety of other products, contact:

Emerson Process Management
Educational Services, Registration
P.O. Box 190; 301 S. 1st Ave.
Marshalltown, IA 50158-2823
Phone: 800-338-8158 or
Phone: 641-754-3771
FAX: 641-754-3431
e-mail: education@emerson.com

Table 1-2. Specifications

Available Configurations

DVC6010: Sliding-stem applications
DVC6020: Rotary and long-stroke sliding-stem applications (over 102 mm (4 inch) travel)
DVC6030: Quarter-turn rotary applications

Remote-Mounted Instrument[1]

DVC6005: Base unit for 2 inch pipestand or wall mounting
DVC6015: Feedback unit for sliding-stem applications
DVC6025: Feedback unit for rotary or long-stroke sliding-stem applications
DVC6035: Feedback unit for quarter-turn rotary applications

DVC6000 digital valve controllers can be mounted on Fisher and other manufacturers rotary and sliding-stem actuators.

Input Signal

Point-to-Point:
Analog Input Signal: 4-20 mA DC, nominal
Minimum Voltage Available at instrument terminals must be 10.5 volts DC for analog control, 11 volts DC for HART communication
Minimum Control Current: 4.0 mA
Minimum Current w/o Microprocessor Restart: 3.5 mA
Maximum Voltage: 30 volts DC
Overcurrent Protection: Input circuitry limits current to prevent internal damage.
Reverse Polarity Protection: No damage occurs from reversal of loop current.
Multi-drop:
Instrument Power: 11-30 volts DC at approximately 8 mA
Reverse Polarity Protection: No damage occurs from reversal of loop current.

Output Signal

Pneumatic signal as required by the actuator, up to full supply pressure.
Minimum Span: 0.4 bar (6 psig)
Maximum Span: 9.5 bar (140 psig)
Action: Double, Single direct, and Single reverse

Supply Pressure[2]

Recommended: 0.3 bar (5 psi) higher than maximum actuator requirements, up to maximum supply pressure

Maximum: 10 bar (145 psig) or maximum pressure rating of the actuator, whichever is lower

Medium: Air or Natural Gas

Air: Supply pressure must be clean, dry air that meets the requirements of ISA Standard 7.0.01.

Natural Gas: Natural gas must be clean, dry, oil-free, and noncorrosive. H_2S content should not exceed 20 ppm.

A maximum 40 micrometer particle size in the air system is acceptable. Further filtration down to 5 micrometer particle size is recommended. Lubricant content is not to exceed 1 ppm weight (w/w) or volume (v/v) basis. Condensation in the air supply should be minimized

Steady-State Air Consumption[3][4]

Standard Relay:
At 1.4 bar (20 psig) supply pressure: Less than 0.38 normal m^3/hr (14 scfh)
At 5.5 bar (80 psig) supply pressure: Less than 1.3 normal m^3/hr (49 scfh)

Low Bleed Relay:
At 1.4 bar (20 psig) supply pressure: Average value 0.056 normal m^3/hr (2.1 scfh)
At 5.5 bar (80 psig) supply pressure: Average value 0.184 normal m^3/hr (6.9 scfh)

Maximum Output Capacity[3][4]

At 1.4 bar (20 psig) supply pressure: 10.0 normal m^3/hr (375 scfh)
At 5.5 bar (80 psig) supply pressure: 29.5 normal m^3/hr (1100 scfh)

Independent Linearity[5]

±0.50% of output span

Electromagnetic Compatibility

Meets EN 61326-1 (First Edition)
Immunity—Industrial locations per Table 2 of the EN 61326-1 standard. Performance is shown in table 1-3 below.
Emissions—Class A
ISM equipment rating: Group 1, Class A

Lightning and Surge Protection—The degree of immunity to lightning is specified as Surge immunity in table 1-3. For additional surge protection commercially available transient protection devices can be used.

-continued-

ภาคผนวก ง.

คุณสมบัติของอุปกรณ์WirelessHARTSmart Gatewayยี่ห้อ Emerson รุ่น 1420

Specifications

Functional specifications

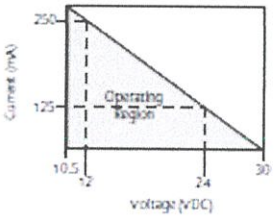
Input power

10.5 - 30 VDC

Current draw

For non-POE enabled Gateways, the operation current draw is based on 3.6 Watts average power consumption.

Momentary startup Current Draw up to twice Operating Current Draw.



Power and Ethernet

PSE mode

50v - 57 vDC Output 9per IEEE 802.3at-2009)
25.5 W maximum

Radio frequency power output from antenna

Maximum of 10 mW (10 dBm) EIRP
Maximum of 40 mW (16 dBm) EIRP for WN2 High Gain option

Environmental

Operating Temperature Range

-40 to 158 °F (-40 to 70 °C)

Operating Humidity Range

10-90% relative humidity

EMC performance

Complies with EN61326-1:2006.

Antenna options

Integrated Omni-directional Antenna
Optional remote mount Omni-directional Antenna

Physical specifications

Material selection

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

Weight

10 lb (4.54 kg)

Material of construction

Housing

Low-copper aluminum, NEMA 4X

Paint

Polyurethane

Cover gasket

Silicone Rubber

Antenna

Integrated Antenna: PBT/PC

Remote Antenna: Fiber Glass

Certifications

Class I Division 2 (U.S.)

Equivalent Worldwide

Communication specifications

Isolated RS485

2-wire communication link for Modbus RTU multi drop connections

Baud rate: 57600, 38400, 19200, or 9600

Protocol: Modbus RTU

Wiring: Single twisted shielded pair, 18 AWG. Wiring distance up to 4,000 ft. (1,524 m)

Ethernet

10/100base-TX Ethernet communication port
Protocols: EtherNet/IP Modbus TCP, OPC, HART-IP, HTTPS (for Web Interface)
Wiring: Cat5E shielded cable. Wiring distance 328 ft. (100 m).

Modbus

Supports Modbus RTU and Modbus TCP with 32-bit floating point values, integers, and scaled integers.
Modbus Registers are user-specified.

OPC

OPC server supports OPC DA v2, v3

EtherNet/IP

Supports EtherNet/IP protocol with 32 bit Floating Point values and Integers.

EtherNet/IP Assembly Input-Output instances are user configurable.

EtherNet/IP specifications are managed and distributed by ODVA.

Self-organizing network specifications

Protocol

IEC 62591 (WirelessHART), 2.4 - 2.5 GHz DSSS.

Maximum network size

100 wireless devices @ 8 sec or higher.

50 wireless devices @ 4 sec.

25 wireless devices @ 2 sec.

12 wireless devices @ 1 sec.

Supported device update rates

1, 2, 4, 8, 16, 32 seconds or 1 - 60 minutes

Network size/latency

100 Devices: less than 10 sec.
50 Devices: less than 5 sec.

Data reliability

>99%

PoE

Supports IEEE 802.11 PoE as a PD or a PSE on either Port; jumper selectable. PSE ratings: IEEE 802.11af for 12VDC input and IEEE 802.11at for 24VDC input

System security specifications

Ethernet

Secure Sockets Layer (SSL)- enabled (default) TCP/IP communications

Smart Wireless Gateway Access

Role-based Access Control (RBAC) including Administrator, Maintenance, Operator, and Executive. Administrator has complete control of the gateway and connections to host systems and the self-organizing network.

Self-organizing network

AES-128 Encrypted WirelessHART, including individual session keys. Drag and drop device provisioning, including unique join keys and white listing.

Internal firewall

User Configurable TCP ports for communications protocols, including Enable/Dissble and user specified port numbers. Inspects both incoming and outgoing packets.

Third party certification

Wurldtech Achilles Level 1 certified for network resiliency.

National Institute of Standards and Technology (NIST): Advanced Encryption Standard (AES) Algorithm conforming to Federal Information Processing Standard Publication 197 (FIPS-197)

Specifications

Functional specifications

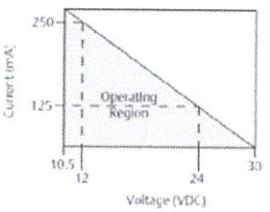
Input power

10.5 - 30 VDC

Current draw

For non-POE enabled Gateways, the operation current draw is based on 3.6 Watts average power consumption.

Momentary startup Current Draw up to twice Operating Current Draw.



Power and Ethernet

PSE mode

50v - 57 vDC Output 9per IEEE 802.3at-2009)
25.5 W maximum

Radio frequency power output from antenna

Maximum of 10 mW (10 dBm) EIRP
Maximum of 40 mW (16 dBm) EIRP for WN2 High Gain option

Environmental

Operating Temperature Range

-40 to 158 °F (-40 to 70 °C)

Operating Humidity Range

10-90% relative humidity

EMC performance

Complies with EN61326-1:2006.

Antenna options

Integrated Omni-directional Antenna
Optional remote mount Omni-directional Antenna

Physical specifications

Material selection

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

Weight

10 lb (4.54 kg)

Material of construction

Housing

Low-copper aluminum, NEMA 4X

Paint

Polyurethane

Cover gasket

Silicone Rubber

Antenna

Integrated Antenna: PBT/PC

Remote Antenna: Fiber Glass

Certifications

Class I Division 2 (U.S.)

Equivalent Worldwide

Product Certifications

Rev 1.1

European Directive Information

A copy of the EC Declaration of Conformity can be found at the end of the Quick Start Guide. The most recent revision of the EC Declaration of Conformity can be found at www.rosemount.com.

Telecommunication Compliance

All wireless devices require certification to ensure that they adhere to regulations regarding the use of the RF spectrum. Nearly every country requires this type of product certification.

Emerson is working with governmental agencies around the world to supply fully compliant products and remove the risk of violating country directives or laws governing wireless device usage.

FCC and IC

This device complies with Part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following conditions: This device may not cause harmful interference. This device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation. This device must be installed to ensure a minimum antenna separation distance of 20 cm from all persons.

Ordinary Location Certification

As standard, the transmitter has been examined and tested to determine that the design meets the basic electrical, mechanical, and fire protection requirements by a nationally recognized test laboratory (NRTL) as accredited by the Federal Occupational Safety and Health Administration (OSHA).

Installing Equipment in North America

The US National Electrical Code (NEC) and the Canadian Electrical Code (CEC) permit the use of Division marked equipment in Zones and Zone marked equipment in Divisions. The markings must be suitable for the area classification, gas, and temperature class. This information is clearly defined in the respective codes.

USA

N5 U.S.A. Division 2
Certificate: CSA 70010780
Standards: FM Class 3600 - 2011, FM Class 3611 - 2004, FM Class 3616 - 2011, UL 50 - 11th Ed, ANSI/ISA 61010-1 - 2012
Markings: NI CL 1, DIV 2, GP A, B, C, D T4; Suitable for use in CL II, III, DIV 2, GP F, G T4; T4(-40 °C ≤ T_a ≤ +60 °C); Nonincendive outputs to remote antenna when connected per Rosemount drawing 01420-1011; Type 4X

Special Condition for Safe Use:

1. Explosion Hazard. Do not disconnect equipment when a flammable or combustible atmosphere is present.

Canada

N6 Canada Division 2
Certificate: CSA 70010780
Standards: CAN/CSA C22.2 No. 0-M91 (R2001), CAN/CSA Std C22.2 No. 94-M91 (R2001), CSA Std C22.2 No. 142-M1987, CSA Std C22.2 No. 213-M1987, CSA C22.2 No. 61010-1 – 2012
Markings: Suitable for Class 1, Division 2, Groups A, B, C, and D, T4; when connected per Rosemount drawing 01420-1011; Type 4X

Special Condition for Safe Use:

1. Explosion Hazard. Do not disconnect equipment when a flammable or combustible atmosphere is present.

Europe

N1 ATEX Type n
Certificate: Baseefa07ATEX0056X
Standards: EN 60079-0: 2012, EN 60079-15: 2010
Markings: Ⓔ II 3 G Ex nA IIC T4 Gc, T4(-40 °C ≤ T_a ≤ +65 °C), V_{MAX} = 28 Vdc

Special Conditions for Safe Use (X):

1. The equipment is not capable of withstanding the 500V insulation test required by clause 6.5.1 of EN 60079-15:2010. This must be taken into account when installing the3 equipment.
2. The surface resistivity of the antenna is greater than 1GΩ. To avoid electrostatic charge build-up, it must not be rubbed with a dry cloth or cleaned with solvents.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นายคณกร อดิโรจนานนท์

วัน เดือน ปีเกิด 7กรกฎาคม 2537

ที่อยู่ 291/16 ถนนสวนผักแขวงตลิ่งชัน เขตตลิ่งชัน กทม. 10170

Email act_win@hotmail.com

โทรศัพท์ 080-0559523

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2553 – 2555 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี
- พ.ศ. 2556 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก ENIM
  บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน)
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก ENIM
  บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นายพลกฤต มังคลาด

วัน เดือน ปีเกิด 19 ธันวาคม 2537

ที่อยู่ 211/25 ถนนเฉลิมพระเกียรติด ร.9 แขวงดอกไม้ เขตประเวศ กทม. 12120

Email phollakit.arm@gmail.com

โทรศัพท์ 097-2182323

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2553 – 2555 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอัสสัมชัญสมุทรปราการ
- พ.ศ. 2556 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Instrument Engineering
  บริษัท Technip Engineering (Thailand) LTD
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก ENIM
  บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน)

บรรณานุกรม

[1] การใช้ WirelessHARTเพื่อการใช้งานระบบไร้สายในวงการ อุตสาหกรรม

Available : http://www.adslthailand.com/post/WirelessHART

[2] Wireless Mesh Network คืออะไร

Available : http://product.south.cattelecom.com/knowledge/WiFi/WhatsWirelessMesh

[3] Remote I/O module: HART Products

Available : http://www.riverplus-automation.com/hart.html

[4] โครงสร้างพื้นฐานของวาล์วควบคุม

Available : http://thaicontrolvalve.com/

[5] SIMATIC S7 HART ANALOG MODULES

Available : http://tgiautonomous.blogspot.com/2012/03/simatic-s7-hart-analogmodules-1-hart.html

[6] หลักการทำงานของ Transmitters แบบต่างๆ

Availablehttp://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=119