



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบ ติดตั้ง และ ทดสอบ Power Supply Junction Box

สำหรับเครื่องมือที่เข้ารับการสอบเทียบอัตราการไหล

The Design Installation and Commissioning of The Power Supply
Junction Box for Meter Under Test

นายปราชญา บุตรศรี

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การออกแบบ ติดตั้ง และ ทดสอบ Power Supply Junction Box
สำหรับเครื่องมือที่เข้ารับการสอบเทียบอัตราการใช้
ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายปราชญา บุตรศรี
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.วิริยะ กองรัตน์ รศ.ดร.สุพรรณ กุลพาณิชย์ และ ดร.นภศูล วงษ์วานิช
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายรักศักดิ์ ศักดิ์หิรัญรัตน์
ชื่อสถานประกอบการ บริษัท ดีมายเออร์ เซอร์วิซ จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษานี้จะกล่าวถึงการวางแผน ออกแบบ และติดตั้ง ตู้ชุดกลางในการเชื่อมต่อ สัญญาณระหว่างเซอร์ฟเวอร์ภายในห้องควบคุมกับอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่เข้ารับการสอบเทียบให้สามารถรองรับ ได้หลากหลายชนิดอุปกรณ์ โดยได้จัดทำแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลายระดับแรงดันไว้รองรับเครื่องมือวัดที่เข้ารับการ สอบเทียบเหล่านั้นด้วย การทดสอบฟังก์ชันการทำงานจะทำในห้องปฏิบัติการเพื่อยืนยันผลการทดสอบว่า ถูกต้องก่อนนำไปใช้งานจริงร่วมกับระบบในภาคสนาม การออกแบบมุ่งเน้นความสะดวกสบาย ประหยัดเวลา และ ลดความผิดพลาด ให้กับผู้ที่ปฏิบัติการสอบเทียบถึงแม้ว่าจะปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องมือวัดไปหลากหลาย ชนิดก็ตาม ในโครงการนี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆเพื่อการออกแบบและใช้งาน ศึกษาข้อมูล เครื่องมือวัดอัตราการใช้แต่ละชนิด การเชื่อมต่อสัญญาณของทรานส์มิเตอร์แต่ละชนิด การ Simulation สัญญาณเพื่อทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างทรานส์มิเตอร์กับส่วนประมวลผล Flow Computer ผ่านตู้ กลาง และ นอกจากนี้ยังได้ ทดสอบการจ่ายไฟให้กับเครื่องมือวัดอัตราการใช้ ทดสอบการอ่านค่าจากทรานส์ มิเตอร์ แสดงอัตราการใช้ของเครื่องมือที่เข้ารับการสอบเทียบเพื่อทำเป็น Report Calibration ให้ ผู้รับบริการ ทั้งหมดนี้เป็นขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดอัตราการใช้ตามวิธี Master Meter Calibration และ Weighing Method ที่ทางบริษัทได้จัดเตรียมไว้รองรับแผนธุรกิจในอนาคต

คำสำคัญ : ตู้ตัวกลาง, ทรานสมิตเตอร์, Flow Meter, การสอบเทียบ, Additel221A, Master Meter Calibration

Research Title The Design Installation and Commissioning of The Power Supply Junction Box for Meter Under Test

Student intern name Mr.Prachaya Bootsri

Faculty Engineering **Department** Instrumentation and Control Engineering

Advisor name Assoc.Prof.Viriya Kongrat, Assoc.Prof.Dr. Suphan Gulpanich,
Dr.Napasool Wongvanich

Mentor Name Mr.Raksak Sakhirunrat

Company Demier Service Company Limited

ABSTRACT

This report details the processes of the design and installation Junction Boxes of these instruments are in an enclosure which protects the connections of wires carrying signal, Providing the communicate between the Flow Meter (Meter under test) and the control room for calibration process to support several types of Flow Meter. Several power supply levels are used to support the client's Flow Meter. Testing function is done in the laboratory to confirm the test result as accurate before use on the field. This calibration procedure is based on the master calibration method, a weighing method is provided to support future business plans. The end product of this development this yields a calibration procedure that is convenient, safe, and featuring the ability to support future business plans.

Keywords : Junction Box, Transmitter, Flow Meter, Calibration, Additel221A, Master Meter Calibration

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์เรื่อง การออกแบบ ติดตั้งและทดสอบ Power Supply Junction Box สำหรับเครื่องมือที่เข้ารับการสอบเทียบอัตราการไหลนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น เนื่องจากความอนุเคราะห์จากบริษัท ดีมายเออร์ เซอร์วิซ จำกัด และพี่ๆทุกคนในบริษัทฝ่ายซ่อมบำรุงและบริการ ที่ให้โอกาสและคำปรึกษาดีๆ ไม่ว่าจะเป็นทั้งเรื่องโครงการสหกิจ การดำเนินชีวิต และการอำนวยความสะดวกทุกสิ่งอย่าง อีกทั้งยังคอยแนะนำแนวทาง ความรู้ประกอบในการทำปฏิญาณนิพนธ์ฉบับนี้ให้บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ได้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ รศ.วิริยะ กองรัตน์ รศ.ดร.สุพรรณ กุลพาณิชย์ และ ดร.นภศุล วงษ์วานิช อาจารย์ที่ปรึกษาปฏิญาณนิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา ชี้แนะ และข้อคิดในการแก้ไขปัญหา รวมถึงช่วยพิจารณา ตรวจสอบ แก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ ของปฏิญาณนิพนธ์ฉบับนี้ ทำให้ปฏิญาณนิพนธ์ฉบับนี้ออกมาได้ดีเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ นายรักษศักดิ์ ศักดิ์หิรัญรัตน์ และ นายสันติ อนุพุท ที่ให้การต้อนรับ และคอยชี้แนะแนวทางในการทำปฏิญาณนิพนธ์ อีกทั้งยังมอบความรู้และประสบการณ์ดีๆ ที่จะติดตัวไปหลังจากที่ปฏิญาณนิพนธ์ฉบับนี้ออกมาสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และ ครอบครัว เป็นอย่างสูง ที่คอยรับฟัง และ ให้กำลังใจ รวมถึงการสนับสนุนในทุกๆด้านเป็นอย่างดี จนทำให้เกิดเป็นแรงผลักดันและขวัญกำลังใจในการทำปฏิญาณนิพนธ์ฉบับนี้ผ่านลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

นายปราชญา บุตรศรี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูปภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ขั้นตอนการตรวจสอบ Master Flow Comparison System PLANT A	5
2.2 ขั้นตอนการตรวจสอบ Master Flow Comparison System PLANT B.....	8
2.3 ขั้นตอนการตรวจสอบ Master Flow Comparison System PLANT C	10
2.4 ขั้นตอนการตรวจสอบ Master Flow Comparison System PLANT D	13
2.5 Transmitters.....	15
2.5.1 อุปกรณ์แปลงสัญญาณมาตรฐาน (Transmitters).....	15
2.5.1.1 แบบ 2-wire Signal Transmitter	17
2.5.1.2 แบบ 4-wire Signal Transmitter	17
2.6 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็ก (Electromagnetic Flow Meter).....	18
2.6.1 หลักการทำงานของเครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็ก	18
2.6.2 ข้อจำกัดการใช้งานเครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็ก.....	21
2.7 Circuit Breaker (เบรกเกอร์).....	21
2.7.1 ประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์	21
2.7.2 หลักการทำงานของเบรกเกอร์.....	22
2.7.2.1 Thermomagnetic.....	22

2.7.2.2 Electronic.....	23
2.7.3 ข้อเปรียบเทียบระหว่างเบรกเกอร์แบบ Thermomagnetic และ เบรกเกอร์แบบ Electronic.....	23
2.7.3.1 ข้อดีข้อเสีย ของเบรกเกอร์แบบ Thermomagnetic.....	23
2.7.3.2 ข้อดีข้อเสีย ของเบรกเกอร์แบบ Electronic.....	23
2.8 Current Loop Supply (Isolator).....	24
2.9 Key Switch.....	25
2.10 General Relay.....	25
2.11 Pilot Lamp.....	28
2.12 ระบบควบคุมวงปิด.....	29
2.13 ControlMaestro.....	32
2.14 YOKOGAWA YS1700.....	33
2.15 Flow Computer (Flow-X ABB).....	34
2.16 B&R Automation.....	35
2.17 Additel 221A.....	36
2.17.1 การเชื่อมต่อสายในการวัดต่างๆ.....	40
2.16.1.1 การวัดแรงดันไฟฟ้า.....	41
2.16.1.2 การวัดความถี่และสัญญาณพัลส์.....	41
2.16.1.3 การวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า.....	42
2.16.1.4 การวัดค่ากระแสไฟฟ้า (External Power Supply).....	42
2.16.1.5 การ Simulation กระแสไฟฟ้า (Internal 24V DC Power Supply).....	43
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ.....	47
3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลโครงการ.....	47
3.2 การสำรวจพื้นที่ที่หน้างาน.....	48
3.3 ออกแบบฟังก์ชันการใช้งาน และ Panel การใช้งานของตู้.....	49
3.3.1 ศึกษาและออกแบบตู้ภายนอกและภายใน.....	50
3.3.2 ศึกษาและออกวงจรไฟฟ้าที่ใช้ในตู้.....	52
3.3.3 ศึกษาและออกแบบหน้าจอการสั่งงานบน SCADA.....	54
3.4 การตรวจสอบและแก้ไข.....	62
3.5 การติดตั้งตู้ ที่หน้างาน.....	68
3.5.1 ทำการเคลื่อนย้ายตู้จากห้องที่ทำการตรวจสอบมายังชั้น 2 บริเวณที่ดำเนินการโปรเซส.....	69

3.5.2	ทำการติดตั้งตู้พร้อมขาตั้ง และเดินสายไฟที่จัดเตรียมไว้	69
3.5.3	ทดสอบสัญญาณที่สั่งการผ่านหน้าจอ SCADA	69
3.5.4	ติดตั้ง ตู้ Power Supply และ Junction Box ครบทั้ง 10 ตู้	73
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ		74
4.1	ตรวจสอบการทำงานของตู้ตามเงื่อนไขและรับงานจาก Supplier	74
4.2	ทดสอบการใช้งานจริงของตู้ Junction Box.....	78
4.2.1	ทดสอบกับ Flow Meter ที่มีการส่งสัญญาณแบบ 4-wire.....	78
4.2.1.1	ติดตั้ง Flow Meter ของลูกค้าที่รอเข้ารับบริการการสอบเทียบ	78
4.2.1.2	ทดสอบสัญญาณที่สั่งการผ่านหน้าจอ SCADA.....	78
4.2.1.3	เชื่อมต่อสายสัญญาณและสาย Power ของ Magnetic Flow เข้ากับตู้ C-MUT2	81
4.2.1.4	การอ่านค่าและเก็บข้อมูล	82
4.2.1.5	ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือของลูกค้า.....	83
4.2.2	ทดสอบกับ Flow Meter ที่มีการส่งสัญญาณแบบ 2-wire.....	84
4.2.2.1	ติดตั้ง Flow Meter ของลูกค้าที่รอเข้ารับบริการการสอบเทียบ	84
4.2.2.2	ทดสอบสัญญาณที่สั่งการผ่านหน้าจอ SCADA.....	85
4.2.2.3	เชื่อมต่อสายสัญญาณและสาย Power ของ Flow Meter เข้ากับตู้ B-MUT-3.....	88
4.2.2.4	การอ่านค่าและเก็บข้อมูล	88
4.2.2.5	ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือของลูกค้า.....	88
4.3	เอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	90
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหา และ ข้อเสนอแนะ		97
5.1	สรุปผล	97
5.2	ปัญหาและอุปสรรค.....	97
5.3	แนวทางการแก้ไข.....	98
5.4	ข้อเสนอแนะ	98
บรรณานุกรม.....		99
ภาคผนวก		100
ประวัติผู้เขียน.....		103

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติแต่ละรุ่นของ YS1700	33
ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทั่วไปของ Additel 221A.....	37
ตารางที่ 2.3 ย่านการป้อนที่ใช้งานได้ ความละเอียด และความแม่นยำในการรป้อน ของ Additel 221A.....	38
ตารางที่ 2.4 แนะนำช่องเสียบการใช้งาน Additel 221A.....	39
ตารางที่ 2.5 ปุ่มสั่งการฟังก์ชันต่างๆ ของ Additel 221A.....	39
ตารางที่ 2.6 ย่านการวัดที่ใช้งานได้ ความละเอียด และความแม่นยำในการวัด ของ Additel 221A.....	43
ตารางที่ 2.7 ย่านการวัดและความแม่นยำในการอ่านค่าอุณหภูมิจาก Thermocouple ผ่าน Additel 221A.....	44
ตารางที่ 2.8 ย่านการวัดและความแม่นยำในการอ่านค่าอุณหภูมิจาก RTD ผ่าน Additel 221A.....	45



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แผนภาพ P&id PLANT-A.....	5
รูปที่ 2.2 แผนภาพ P&id PLANT-B.....	8
รูปที่ 2.3 แผนภาพ P&id PLANT-C.....	10
รูปที่ 2.4 แผนภาพ P&id PLANT-D	13
รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดและสัญญาณกระแสมาตรฐาน.....	15
รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดและแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน.....	16
รูปที่ 2.7 อุปกรณ์แปลงสัญญาณมาตรฐาน (Transmitters).....	16
รูปที่ 2.8 แสดงส่วนต่าง ๆ ของ Signal Transmitter	17
รูปที่ 2.9 การต่อวงจร 2-wire Signal Transmitter	18
รูปที่ 2.10 การต่อวงจร 4-wire Signal Transmitter ที่ Output เป็นกระแสไฟฟ้า	18
รูปที่ 2.11 การต่อวงจร 4-wire Signal Transmitter ที่ Output เป็นแรงดันไฟฟ้า.....	18
รูปที่ 2.12 โครงสร้างของเครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็ก	19
รูปที่ 2.13 เครื่องมือวัดการไหลแบบสนามแม่เหล็กในรูปแบบต่างๆ	20
รูปที่ 2.14 ประเภทของเบรกเกอร์ทั้ง 3 ประเภทตามขนาด	22
รูปที่ 2.15 ภายในของเบรกเกอร์ Thermomagnetic.....	23
รูปที่ 2.16 Current Loop Supply.....	24
รูปที่ 2.17 สวิตช์กัญแจ	25
รูปที่ 2.18 รีเลย์ชนิดต่างๆ.....	26
รูปที่ 2.19 โครงสร้างการทำงานของรีเลย์	26
รูปที่ 2.20 ขดลวดที่อยู่ในตัวของรีเลย์.....	27
รูปที่ 2.21 หน้าสัมผัสของรีเลย์	27
รูปที่ 2.22 Indicator แสดงการทำงานของ Relay.....	28
รูปที่ 2.23 ปุ่มทดสอบการทำงานของ Relay	28
รูปที่ 2.24 ตัวอย่างการใช้งาน Pilot Lamp.....	29
รูปที่ 2.25 ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control Systems)	29
รูปที่ 2.26 ตัวสั่งงานแบบแอนาล็อก.....	31
รูปที่ 2.27 ตัวสั่งงานแบบดิจิทัล.....	31
รูปที่ 2.28 โปรแกรม Control Maestro	32

รูปที่ 2.29 YOKOGAWA YS1700 Controller.....	33
รูปที่ 2.30 Flow Computer ของ ABB.....	34
รูปที่ 2.31 PLC ของ B&R Automation	35
รูปที่ 2.32 Additel 221A.....	36
รูปที่ 2.33 อุปกรณ์ในชุดของ Additel 221A.....	37
รูปที่ 2.34 ลักษณะและฟังก์ชันต่างๆของ Additel 221A.....	38
รูปที่ 2.35 หน้าจอแสดงผลของ Additel221A.....	40
รูปที่ 2.36 การต่อสายวัดแรงดันไฟฟ้าจาก Additel.....	41
รูปที่ 2.37 การต่อสายวัดความถี่จาก Additel.....	41
รูปที่ 2.38 การต่อสายวัดสัญญาณพัลส์ไฟฟ้าจาก Additel	41
รูปที่ 2.39 การต่อสายวัดความความต้านทานไฟฟ้า (2สาย,3สายและ4สาย).....	42
รูปที่ 2.40 การต่อสายทดสอบหน้าคอนแทค NO,NC.....	42
รูปที่ 2.41 การต่อสายการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Additel	42
รูปที่ 2.42 การต่อสายการ Simulation กระแสไฟฟ้าจาก Additel.....	43
รูปที่ 3.1 สายไฟจากห้อง Control Room	48
รูปที่ 3.2 เดินสายไฟใน Tray	49
รูปที่ 3.3 ท่อ Conduit , Flexible และ Cable Grand.....	49
รูปที่ 3.4 โครงสร้างภายนอกตู้	50
รูปที่ 3.5 โครงสร้างภายในตู้.....	50
รูปที่ 3.6 รูปแบบและโครงสร้างตู้.....	51
รูปที่ 3.7 Panel ที่ใช้งานโดยผู้ควบคุมหน้างาน.....	51
รูปที่ 3.8 วงจรไฟฟ้าของตู้.....	52
รูปที่ 3.9 วงจรไฟฟ้าของตู้ (ต่อ).....	53
รูปที่ 3.10 วงจรไฟฟ้าของตู้ (ต่อ).....	53
รูปที่ 3.11 System Architecture ของ Lab Flow Calibration.....	54
รูปที่ 3.12 แผนภาพรวมแสดงหน้าจอ SCADA ของ PLANT-A.....	55
รูปที่ 3.13 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DI สถานะ Ready จากตู้ มายัง PLC ของ PLANT-A.....	55
รูปที่ 3.14 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DO สถานะ Command จาก PLC ไปยังตู้ ของ PLANT-A	56
รูปที่ 3.15 แสดงกราฟการเลือกตู้ และแอดเดรสที่ใช้ในการสื่อสารของ PLANT-A.....	56
รูปที่ 3.16 แผนภาพรวมแสดงหน้าจอ SCADA ของ PLANT-B.....	57

รูปที่ 3.17 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DI สถานะ Ready จากตู้ มายิ่ง PLC ของ PLANT-B.....	57
รูปที่ 3.18 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DO สถานะ Command จาก PLC ไปยังตู้ ของ PLANT-B.....	58
รูปที่ 3.19 แสดงกราฟการเลือกตู้ และแอตเตรสที่ใช้ในการสื่อสารของ PLANT-B.....	58
รูปที่ 3.20 แผนภาพรวมแสดงหน้าจอ SCADA ของ PLANT-C.....	59
รูปที่ 3.21 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DI สถานะ Ready จากตู้ มายิ่ง PLC ของ PLANT-C.....	59
รูปที่ 3.22 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DO สถานะ Command จาก PLC ไปยังตู้ ของ PLANT-C.....	60
รูปที่ 3.23 แสดงกราฟการเลือกตู้ และแอตเตรสที่ใช้ในการสื่อสารของ PLANT-C.....	60
รูปที่ 3.24 แผนภาพรวมแสดงหน้าจอ SCADA ของ PLANT-D.....	61
รูปที่ 3.25 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DI สถานะ Ready จากตู้ มายิ่ง PLC ของ PLANT-D.....	61
รูปที่ 3.26 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DO สถานะ Command จาก PLC ไปยังตู้ ของ PLANT-D.....	62
รูปที่ 3.27 แสดงกราฟการเลือกตู้ และแอตเตรสที่ใช้ในการสื่อสารของ PLANT-D.....	62
รูปที่ 3.28 ส่วนสั่งการขณะเริ่มต้น.....	63
รูปที่ 3.29 ส่วนสั่งการเมื่อทำการสั่งเลือกตู้จาก SCADA.....	63
รูปที่ 3.30 ส่วนสั่งการเมื่อผู้ใช้เลือกไฟ 24 V DC แบบ 2-wire และการวัดไฟ 24 V DC แบบ 2-wire.....	64
รูปที่ 3.31 ส่วนสั่งการเมื่อผู้ใช้เลือกไฟ 110 V AC แบบ 2-wire และการวัดไฟ 110 V AC แบบ 2-wire.....	64
รูปที่ 3.32 ส่วนสั่งการเมื่อผู้ใช้เลือกไฟ 220 V AC แบบ 2-wire และการวัดไฟ 220 V AC แบบ 2-wire.....	65
รูปที่ 3.33 ส่วนสั่งการเมื่อผู้ใช้เลือกไฟ 24 V DC แบบ 4-wire และการวัดไฟ 24 V DC แบบ 4-wire.....	65
รูปที่ 3.34 ส่วนสั่งการเมื่อผู้ใช้เลือกไฟ 110 V AC แบบ 4-wire และการวัดไฟ 110 V AC แบบ 4-wire.....	66
รูปที่ 3.35 ส่วนสั่งการเมื่อผู้ใช้เลือกไฟ 220 V AC แบบ 4-wire และการวัดไฟ 220 V AC แบบ 4-wire.....	66
รูปที่ 3.36 การต่อสายการ Simulation กระแสไฟฟ้าจาก Additel.....	67
รูปที่ 3.37 การเลือกป้อนสัญญาณ mA จาก Additel 221A แบบ 2-wire และ 4-wire.....	67
รูปที่ 3.38 การ Simulation สัญญาณ 4-20 mA เพื่อทดสอบการส่งค่าไปยัง PLC.....	67
รูปที่ 3.39 การต่อสายในการ Source pulse จาก Additel.....	68
รูปที่ 3.40 การ Simulation สัญญาณพัลส์เพื่อทดสอบการส่งค่าไปยัง PLC.....	68
รูปที่ 3.41 ทำการขนย้ายตู้ขึ้นติดตั้งหน้างาน.....	69
รูปที่ 3.42 การเชื่อมต่อสายไฟที่เดินไว้กับตู้ Junction Box.....	69
รูปที่ 3.43 หน้าจอใช้งานเพื่อตรวจสอบสถานะและสั่งงานเครื่องมือต่างๆ.....	70
รูปที่ 3.44 หน้าจอแสดงการเลือกใช้งานตู้ Junction Box No.2 PLANT-C.....	70
รูปที่ 3.45 หน้าใช้งานของตู้เมื่อถูกเลือกใช้งาน.....	71
รูปที่ 3.46 หน้าใช้งานของตู้เมื่อทำการเลือกไฟและพร้อมใช้งาน.....	71

รูปที่ 3.47 หน้าจอแสดงการใช้งานบน SCADA แสดงตู้ Junction Box No.2 PLANT-C พร้อมใช้งาน.....	72
รูปที่ 3.48 การติดตั้งตู้ Power Supply และ Junction Box ทั้ง 10 ตู้ที่หน้างาน.....	73
รูปที่ 4.1 เอกสารตรวจสอบ Supplier Inspection Punch List.....	75
รูปที่ 4.2 เอกสารตรวจสอบ Panel Testing Checklist.....	76
รูปที่ 4.3 เอกสารตรวจสอบ Power On Test Report.....	77
รูปที่ 4.4 ติดตั้ง Endress + Hauser Promag50 ขนาด 6 นิ้ว.....	78
รูปที่ 4.5 กราฟฟิก HMI แสดงสถานะการทำงานของเครื่องมือต่างๆใน PLANT-C.....	79
รูปที่ 4.6 หน้าจอใช้งานแสดงการเลือกตู้ MUT-2 ของ PLANT-C.....	79
รูปที่ 4.7 Panel ใช้งานของตู้เมื่อถูกเลือกใช้งาน.....	80
รูปที่ 4.8 Panel ใช้งานของตู้เมื่อเลือกใช้ไฟ 220 VAC 4-wire.....	80
รูปที่ 4.9 หน้าจอใช้งานแสดงสถานะพร้อมใช้งาน ของไลน์ MUT-2 PLANT-C.....	81
รูปที่ 4.10 การเชื่อมต่อสาย Power และสายสัญญาณเข้ากับตู้ Junction Box.....	81
รูปที่ 4.11 ผู้ปฏิบัติการประจำจุดในการทดสอบการสอบเทียบ.....	82
รูปที่ 4.12 แสดงอัตราการไหลของเครื่องมือที่สอบเทียบ เทียบกับ Master Flow Meter ที่ จุด 60 m ³ /h....	83
รูปที่ 4.13 แสดงอัตราการไหลของเครื่องมือที่สอบเทียบ เทียบกับ Master Flow Meter ที่ จุด 90 m ³ /h....	83
รูปที่ 4.14 แสดงอัตราการไหลของเครื่องมือที่สอบเทียบ เทียบกับ Master Flow Meter ที่ จุด 120 m ³ /h..	84
รูปที่ 4.15 ติดตั้ง YOKOGAWA Vortex YP 110 ขนาด 4 นิ้ว.....	84
รูปที่ 4.16 กราฟฟิก HMI แสดงสถานะการทำงานของเครื่องมือต่างๆใน PLANT-B.....	85
รูปที่ 4.17 หน้าจอใช้งานแสดงการเลือกตู้ MUT-3 ของ PLANT-B.....	86
รูปที่ 4.18 Panel ใช้งานของตู้เมื่อถูกเลือกใช้งาน.....	86
รูปที่ 4.19 Panel ใช้งานของตู้เมื่อเลือกใช้ไฟ 24 VDC 2-wire.....	87
รูปที่ 4.20 หน้าจอใช้งานแสดงสถานะพร้อมใช้งาน ของไลน์ MUT-3 PLANT-B.....	87
รูปที่ 4.21 การเชื่อมต่อสาย Power และสายสัญญาณเข้ากับตู้ Junction Box.....	88
รูปที่ 4.22 แสดงอัตราการไหลของเครื่องมือที่สอบเทียบ เทียบกับ Master Flow Meter ที่ จุด 60 m ³ /h....	88
รูปที่ 4.23 แสดงอัตราการไหลของเครื่องมือที่สอบเทียบ เทียบกับ Master Flow Meter ที่ จุด 80 m ³ /h....	89
รูปที่ 4.24 แสดงอัตราการไหลของเครื่องมือที่สอบเทียบ เทียบกับ Master Flow Meter ที่ จุด 100 m ³ /h..	89
รูปที่ 4.25 Loop Diagram DI ของตู้ JB PLANT-A.....	90
รูปที่ 4.26 Loop Diagram DO ของตู้ JB PLANT-A.....	91
รูปที่ 4.27 Loop Diagram DI ของตู้ JB PLANT-B.....	91
รูปที่ 4.28 Loop Diagram DO ของตู้ JB PLANT-B.....	92

รูปที่ 4.29 Loop Diagram DI ของตู้ JB PLANT-C.....	92
รูปที่ 4.30 Loop Diagram DO ของตู้ JB PLANT-C.....	93
รูปที่ 4.31 Loop Diagram DI ของตู้ JB PLANT-D.....	93
รูปที่ 4.32 Loop Diagram DO ของตู้ JB PLANT-D.....	94
รูปที่ 4.33 ตู้ Junction Box PLANT-A.....	94
รูปที่ 4.34 ตู้ Junction Box PLANT-B.....	95
รูปที่ 4.35 ตู้ Junction Box PLANT-C.....	95
รูปที่ 4.36 ตู้ Junction Box PLANT-D.....	96



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท ดีมายเออร์ จำกัด ก่อตั้งในปี พ.ศ.2539 โดยเป็นการรวมกันของกลุ่มวิศวกรเครื่องมือวัด เริ่มต้นรับทำงานเกี่ยวกับด้านเครื่องมือวัดและไฟฟ้า ปัจจุบันได้ขยายงานไปทาง Mechanic ในส่วนของงาน Pressure Part ในอุตสาหกรรม เช่น หม้อต้มน้ำตาลและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตน้ำตาลตลอดจนหม้อไอน้ำที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม โครงสร้างองค์กรประกอบด้วย ดีมายเออร์ กรุ๊ป ให้บริการด้านวิศวกรรม การจัดซื้อและการก่อสร้างงานโยธา เครื่องกล ไฟฟ้า เครื่องมือวัด และ ระบบควบคุม เป็นบริษัทใหญ่ ต่อมาบริษัทในเครือ คือ ดีมายเออร์ ออโต้ซิสเต็มส์ จำกัด ให้บริการด้านโปรแกรมควบคุมระบบอุตสาหกรรม โดยวิศวกรที่มีประสบการณ์ บริษัท ดีมายเออร์ แพลบ จำกัด บริการผลิต หม้อเคียวน้ำตาลแบบต่อเนื่อง หม้อเคียวน้ำตาลแนวตั้ง Pressure vessel ติดตั้งท่อในกระบวนการผลิต ติดตั้งระบบหัวจ่ายเอทานอล พร้อมให้บริการด้วยฝีมือและประสบการณ์ บริษัท ดีมายเออร์ เซอร์วิส จำกัด บริการ Check Impulse Line, Calibrate Field Instrument, วัด O₂ ใน Boiler เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด ตรวจสอบการรั่วของ Air preheater, Loop Test, Function Test ด้วยช่างผู้มีความชำนาญโดยตรง

บริการใหม่ของ บริษัท ดีมายเออร์ เซอร์วิส จำกัด จัดตั้งศูนย์กลางในการสอบเทียบเครื่องมือวัดอัตราการไหล โดยการสอบเทียบ 2 รูปแบบคือ การสอบเทียบกับ Master Flow Meter และ วิธี Weighing Method ซึ่งมีไลน์บริการลูกค้าแบ่งเป็น 4 PLANT คือ PLANT-A, PLANT-B, PLANT-C, และ PLANT-D ตามลำดับ ขนาดท่อเส้นผ่านศูนย์กลางของเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่รับบริการสอบเทียบรองรับได้ตั้งแต่ 0.5 นิ้ว – 16 นิ้ว แต่เนื่องจากเครื่องมือวัดอัตราการไหลในปัจจุบันที่ใช้งานมีหลากหลายชนิด มีการใช้แรงดันไฟฟ้าที่ต่างกันหลายระดับแรงดัน อีกทั้งสัญญาณเอาต์พุตจากทรานสมิตเตอร์ที่แสดงผลออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานยังมีการเชื่อมต่อในลักษณะที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นการต่อแบบ 2 สาย และ 4 สาย

ดังนั้น เพื่อความสะดวกสบาย และรองรับการเข้ารับบริการของลูกค้าที่จะเข้ามาใช้บริการสอบเทียบได้หลายชนิด ทางบริษัทจึงมอบหมายให้นักศึกษาและพนักงานในฝ่ายซ่อมบำรุงและบริการ วางแผนออกแบบระบบไฟฟ้า และ ตู้อุปกรณ์เป็นตัวกลางในการรับส่งสัญญาณระหว่างเครื่องมือวัดอัตราการไหลของลูกค้ากับห้องปฏิบัติการควบคุมสอบเทียบ เพื่อให้ได้ตู้ Junction Box ที่สามารถเป็น Power supply ให้กับเครื่องมือวัดอัตราการไหลของผู้ที่จะมาเข้ารับการสอบเทียบ และ เป็นตัวกลางเชื่อมต่อรับสัญญาณเอาต์พุตจากทรานสมิตเตอร์ไปเข้าที่ส่วนประมวลผลที่จะทำเป็น Calibration Report ให้ลูกค้า ในห้อง Control Room นักศึกษายังได้เรียนรู้ทดสอบ Simulation สัญญาณเพื่อตรวจสอบตู้ Junction Box ดังกล่าว และได้เรียนรู้ขั้นตอน วิธีการ

ทดสอบระบบการสอบเทียบเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่ใช้ของเหลวเป็นน้ำบริสุทธิ์ควบคุมอุณหภูมิที่อยู่ระหว่าง 20-40°C ในการสอบเทียบของทางบริษัทอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้า การจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ภายในตู้ควบคุม
2. เพื่อศึกษาขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดอัตราการไหลโดยวิธีการเทียบกับ Master Flow Meter
3. เพื่อศึกษาอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ใช้ในตู้ควบคุม เรียนรู้การอ่านแบบไฟฟ้า และการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า
4. เพื่อศึกษาสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์เครื่องมือวัดและส่วนประมวลผล PLC
5. เพื่อศึกษาการวางแผนติดตั้ง อุปกรณ์หน้างาน และการเดินสาย wiring ต่างๆ
6. ศึกษาการใช้งาน Multifunction Process Calibrator เพื่อจำลองสัญญาณระหว่างทรานสมิตเตอร์ไปยังห้องควบคุม

1.3 ขอบเขตของโครงการ

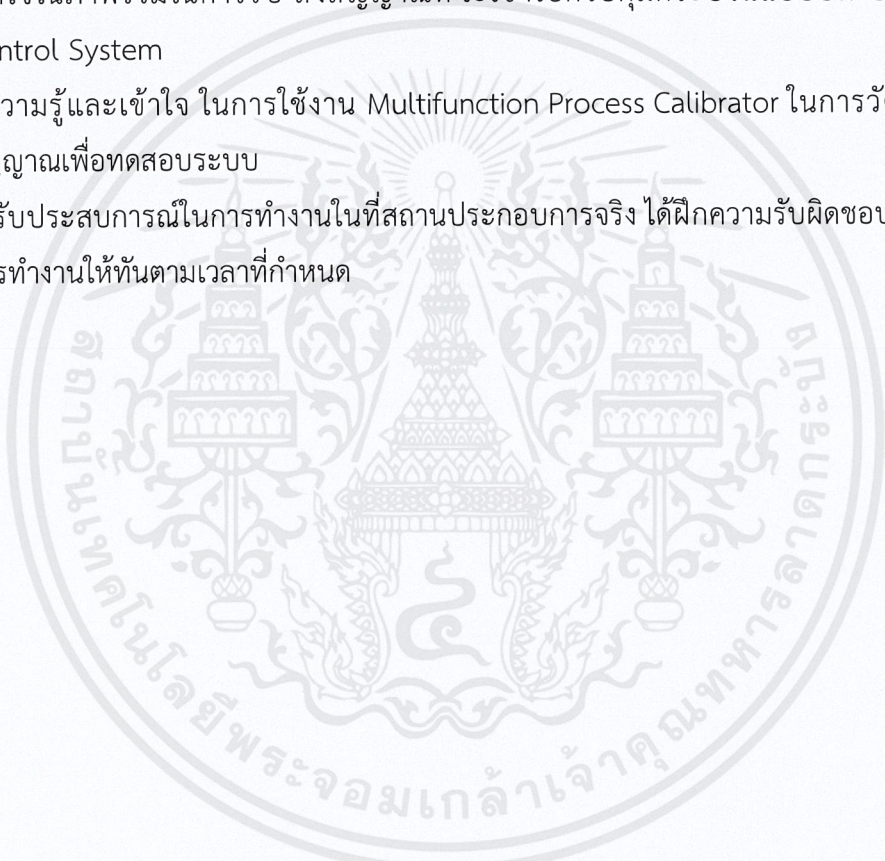
โครงการนี้เป็นการออกแบบระบบไฟฟ้า ตู้จ่ายไฟให้กับเครื่องมือที่เข้ามารับการสอบเทียบ (MUT) และออกแบบส่วนติดต่อใช้งานหน้าตู้ โดยสามารถเลือกใช้งานได้ทั้งหน้าตู้หรือคำสั่งเลือกตู้ใช้งานจาก PLC และสามารถเป็นตัวกลางในการรับสัญญาณจากทรานสมิตเตอร์ได้ทั้งแบบ 2 สาย และ 4 สาย ตรวจสอบฟังก์ชันในการรับสัญญาณเอาท์พุตจากเครื่องมือวัดคือสัญญาณมาตรฐาน 4-20 mA และ Pulse

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ

1. ศึกษาขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดอัตราการไหล วิธี Master Flow Meter ของบริษัท
2. ศึกษาการใช้งานเครื่องมือวัดอัตราการไหล และ แรงดันไฟฟ้าที่ใช้
3. ศึกษาสัญญาณเอาท์พุตของทรานสมิตเตอร์เครื่องมือวัดอัตราการไหล
4. ศึกษาอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแปลงแรงดันไฟฟ้า อุปกรณ์ตัดต่อระบบไฟฟ้า
5. ศึกษาการออกแบบวงจรไฟฟ้า การเลือกใช้แรงดันไฟฟ้า และ ระบบ Interlock ที่ใช้ในตู้ JB
6. ศึกษาการเชื่อมต่อที่อยู่ของตัวแปรที่ใช้สื่อสารระหว่าง PLC และ HMI บนหน้าจอ SCADA
7. ศึกษาการใช้งาน Additel 221A ในการ Simulation ทดสอบฟังก์ชันของตู้ Junction Box

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานเพิ่มขึ้น เช่น หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า และอุปกรณ์ ตัดต่อไฟฟ้า สวิตช์ รีเลย์ และอื่นๆ สามารถอ่านแบบ Wiring Diagram ได้
2. ทราบถึงกระบวนการสอบเทียบเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่ใช้ของเหลวเป็นตัวกลางในการสอบเทียบ โดยวิธีการเทียบ MUT กับ Mater Flow Meter
3. เรียนรู้การ Simulation ในการ Loop check สัญญาณอินพุตเอาท์พุต
4. เข้าใจการติดตั้งระบบไฟฟ้าและการเดินสายรวมถึงการทดสอบระบบ
5. เข้าใจในภาพรวมในการรับ-ส่งสัญญาณที่จะเข้าไปควบคุมระบบแบบปิด Closed Loop Control System
6. มีความรู้และเข้าใจ ในการใช้งาน Multifunction Process Calibrator ในการวัดและจำลอง สัญญาณเพื่อทดสอบระบบ
7. ได้รับประสบการณ์ในการทำงานในที่สถานประกอบการจริง ได้ฝึกความรับผิดชอบ และ เรียนรู้ การทำงานให้ทันตามเวลาที่กำหนด



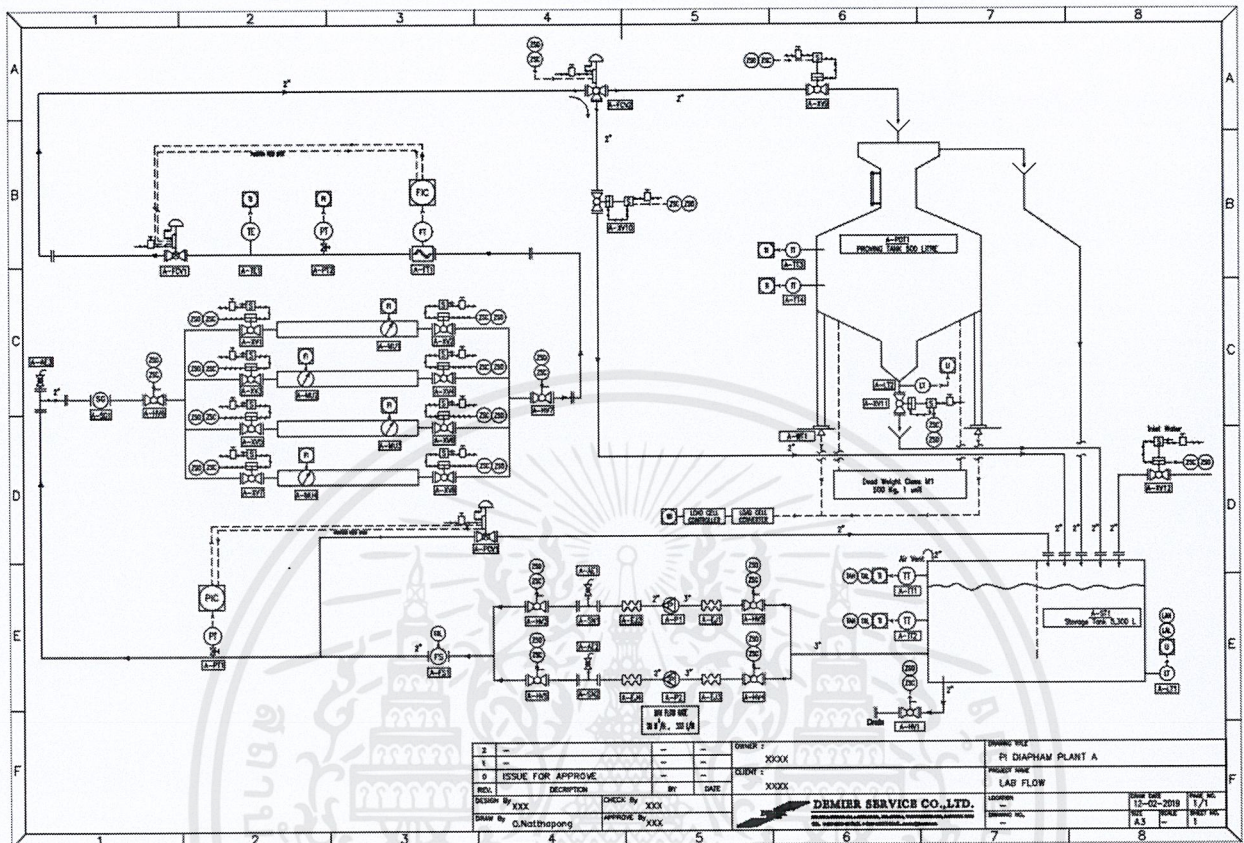
บทที่ 2

ข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิธีการสอบเทียบแบบ Master Flow Meter และ Weighing Method เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสอบเทียบเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่เข้ารับบริการของทางบริษัท ดีมายเออร์ เซอร์วิซ โดยทำการทำการศึกษาระบวนการสอบเทียบและเครื่องมือที่ใช้ประกอบในการสอบเทียบ จาก P&id ของแต่ละ PLANT เพื่อศึกษาระบวนการสอบเทียบเบื้องต้นทำให้เข้าใจภาพรวมในการทำและติดตั้งตู้ Junction Box มากยิ่งขึ้น ซึ่งองค์ประกอบที่ใช้ในการสอบเทียบต้องใช้ FT-1 ซึ่งเป็น Master Flow Meter ในการอ่านค่าอัตราการไหลอ้างอิงขณะทำการสอบเทียบที่อัตราการไหลใด ๆ ใช้เป็นเครื่องมือวัดอัตราการไหลชนิด Coriolis ของบริษัท Krohne รุ่น Optimass 6000 ซึ่งสามารถวัดได้ทั้ง Mass Flow และ Volumetric Flow ส่วน PT-2 จะเป็นเครื่องมือวัดความดัน และ TE-1 จะเป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิของน้ำขณะทำการสอบเทียบ เพื่อประกอบใน Calibration Report ให้กับผู้เข้าใช้บริการ ในส่วนของการปรับอัตราการไหลที่ใช้ในการสอบเทียบแต่ละจุด จะใช้เป็นวาล์ว FCV-1 และ PCV-1 ในการปรับ Flow rate ที่ทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด ในส่วนของ FCV-2 จะเป็นวาล์ว 3 ทาง เพื่อทำการเลือกวิธีการสอบเทียบตามที่ให้บริการของบริษัท ถ้า FCV-2 มีสถานะปิด จะเลือกใช้วิธีการสอบเทียบแบบ Master Flow Meter คือวิธีการเปรียบเทียบอัตราการไหลระหว่างเครื่องมือที่เข้ารับบริการ (MUT) กับ Master Flow Meter และ ถ้า FCV-2 มีสถานะเปิด จะเลือกใช้วิธีการสอบเทียบแบบ Weighing Method ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้การวัดน้ำหนักของน้ำใน Prover Tank โดย Loadcell เทียบกับ Totalizer ของเครื่องมือที่เข้ารับบริการ

โปรเซสที่ให้บริการแบ่งเป็น 4 โปรเซสคือ PLANT A, PLANT B, PLANT C และ PLANT D ซึ่ง PLANT A สามารถรองรับบริการการสอบเทียบของเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่มีขนาด ตั้งแต่ 0.5-3 นิ้ว ย่าน Flow rate อยู่ในช่วง 0-20 m³/h ให้บริการสอบเทียบได้ 4 line คือ A-MU1, AMU2, AMU3 และ AMU4 PLANT B สามารถรองรับขนาดเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่จะเข้ารับการสอบเทียบตั้งแต่ 2-6 นิ้ว ย่าน Flow rate อยู่ในช่วง 0-130 m³/h บริการการสอบเทียบได้ 3 line คือ B-MU1, B-MU2 และ B-MU3 PLANT C สามารถรองรับขนาดเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่จะเข้ารับการสอบเทียบตั้งแต่ 4-8 นิ้ว ย่าน Flow rate อยู่ในช่วง 0-380 m³/h บริการการสอบเทียบได้ 2 line คือ C-MU1 และ C-MU2 PLANT D สามารถรองรับขนาดเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่จะเข้ารับการสอบเทียบตั้งแต่ 6-16 นิ้ว ย่าน Flow rate อยู่ในช่วง 0-600 m³/h บริการการสอบเทียบได้ 1 line คือ D-MU1 ซึ่งกระบวนการใช้งานของแต่ละ PLANT จะอธิบายเป็น Work Instruction ดังต่อไปนี้

2.1 ขั้นตอนการตรวจสอบ Master Flow Comparison System PLANT A



รูปที่ 2.1 แผนภาพ P&id PLANT-A

1. เริ่มต้นระบบ Master Flow Comparison โดยการเปิดระบบไฟฟ้าของอุปกรณ์ทั้งหมด
2. ทำการตรวจสอบระดับของน้ำในถัง A-ST1 ให้อยู่มากกว่า 40% ของย่านวัด หากระดับระดับของน้ำในถัง A-ST1 มีน้อยกว่า 40% ของย่านวัด ให้ทำการเปิดวาล์ว A-XV12 เพื่อเติมน้ำในถังให้อยู่มากกว่า 40% ของย่านวัด
3. ทำการตรวจสอบ และวัดอุณหภูมิของน้ำในถัง A-ST1 ทั้ง 2 จุดวัดให้อยู่ระหว่าง 20-40°C
4. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-HV1 (Drain Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด
5. เลือกการทำงานของปั๊มหน้า A-P1 หรือ ปั๊มหน้า A-P2

กรณีเลือกการทำงานของปั๊มหน้า A-P1

- 1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-HV2 (Pump No.1 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-HV3 (Pump No.1 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

3) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-HV4 (Pump No.2 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

4) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-HV5 (Pump No.2 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

กรณีเลือกการทำงานของปั๊มพีน้ำ A-P2

1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-HV4 (Pump No.2 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-HV5 (Pump No.2 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

3) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-HV2 (Pump No.1 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

4) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-HV3 (Pump No.1 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

6. หลังจากเลือกการทำงานของปั๊มพีน้ำแล้ว ทำการตรวจสอบสถานะ และปรับสถานะของ A-PCV1 (Pressure Return Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด มากกว่า 50% ของวาล์ว

7. ทำการตรวจสอบสถานะ และปรับสถานะของ A-HV6 (UUT Inlet Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

8. ทำการตรวจสอบสถานะ และปรับสถานะของ A-HV7 (UUT Outlet Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

9. เลือกการทำงาน Command Run of UUT (UUT Run1 หรือ UUT Run2 หรือ UUT Run3 หรือ UUT Run4)

กรณีเลือกการทำงานของ UUT Run1

1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-XV1 และ A-XV2 ให้อยู่ในสถานะเปิด

2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-XV3, A-XV4, A-XV5, A-XV6, A-XV7 และ A-XV8 ให้อยู่ในสถานะปิด

กรณีเลือกการทำงานของ UUT Run2

1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-XV3 และ A-XV4 ให้อยู่ในสถานะเปิด

2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-XV1, A-XV2, A-XV5, A-XV6, A-XV7 และ

A-XV8 ให้อยู่ในสถานะปิด

กรณีเลือกการทำงานของ UUT Run3

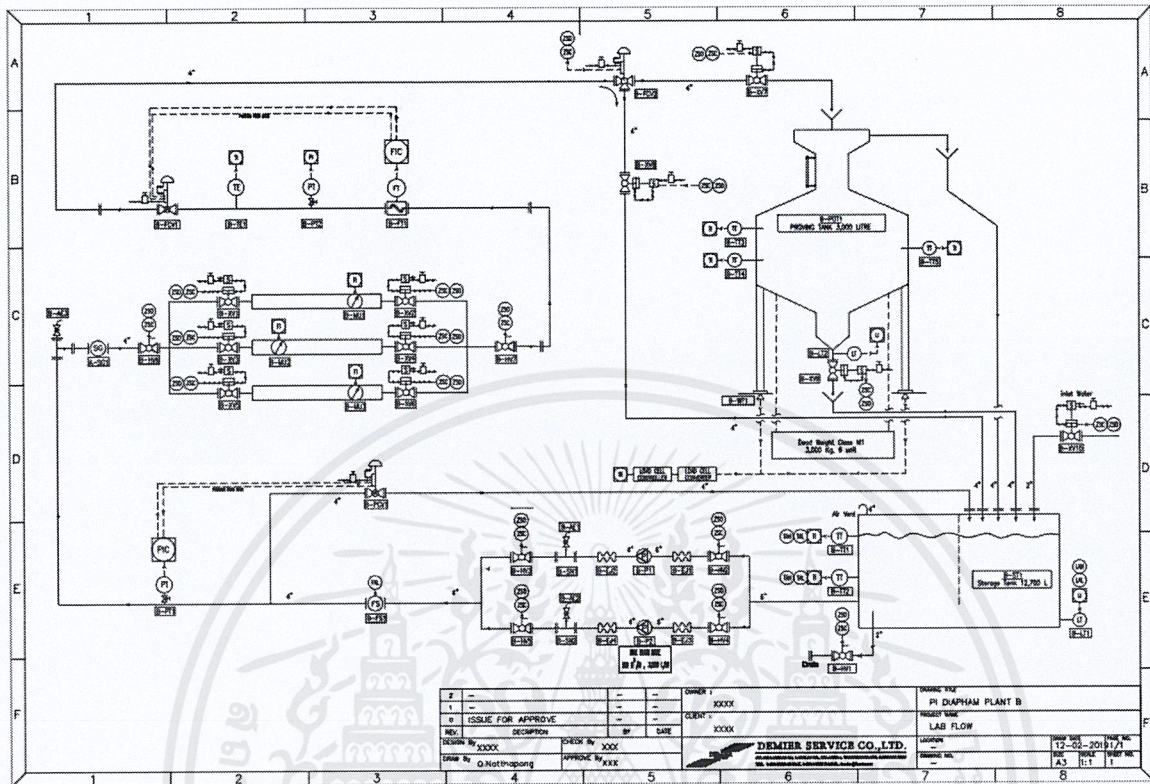
- 1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-XV5 และ A-XV6 ให้อยู่ในสถานะเปิด
- 2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-XV1, A-XV2, A-XV3, A-XV4, A-XV7 และ A-XV8 ให้อยู่ในสถานะปิด

กรณีเลือกการทำงานของ UUT Run4

- 1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-XV7 และ A-XV8 ให้อยู่ในสถานะเปิด
- 2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-XV1, A-XV2, A-XV3, A-XV4, A-XV5 และ A-XV6 ให้อยู่ในสถานะปิด

10. หลังจากเลือกการทำงาน Command Run of UUT แล้ว ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ วาล์ว A-FCV1 (Flow Control Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิดมากกว่า 50% ของวาล์ว
11. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-FCV2 (Three Way Valve) ให้อยู่ในสถานะ Bypass
12. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-XV10 ให้อยู่ในสถานะเปิด
13. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ A-XV9 ให้อยู่ในสถานะปิด
14. เสร็จสิ้นการตรวจสอบสถานะของระบบพร้อมที่จะใช้งานในระดับถัดไป

2.2 ขั้นตอนการตรวจสอบ Master Flow Comparison System PLANT B



รูปที่ 2.2 แผนภาพ P&id PLANT-B

1. เริ่มต้นระบบ Master Flow Comparison PLANT B โดยการเปิดระบบไฟฟ้าของอุปกรณ์ทั้งหมด
2. ทำการตรวจสอบระดับของน้ำในถัง B-ST1 ให้อยู่มากกว่า 40% ของย่านวัด หากระดับระดับของน้ำในถัง B-ST1 มีน้อยกว่า 40% ของย่านวัด ให้ทำการเปิดวาล์ว B-XV10 เพื่อเติมน้ำในถังให้อยู่มากกว่า 40% ของย่านวัด
3. ทำการตรวจสอบ และวัดอุณหภูมิของน้ำในถัง B-ST1 ทั้ง 2 จุดวัดให้อยู่ระหว่าง 20-40°C
4. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-HV1 (Drain Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด
5. เลือกการทำงานของปั๊มน้ำ B-P1 หรือ ปั๊มน้ำ B-P2

กรณีเลือกการทำงานของปั๊มน้ำ B-P1

- 1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-HV2 (Pump No.1 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด
- 2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-HV3 (Pump No.1 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

3) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-HV4 (Pump No.2 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

4) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-HV5 (Pump No.2 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

กรณีเลือกการทำงานของปั๊มน้ำ B-P2

1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-HV4 (Pump No.2 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-HV5 (Pump No.2 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

3) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-HV2 (Pump No.1 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

4) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-HV3 (Pump No.1 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

6. หลังจากเลือกการทำงานของปั๊มน้ำแล้ว ทำการตรวจสอบสถานะ และปรับสถานะของ B-PCV1 (Pressure Return Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด มากกว่า 50% ของวาล์ว

7. ทำการตรวจสอบสถานะ และปรับสถานะของ B-HV6 (UUT Inlet Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

8. ทำการตรวจสอบสถานะ และปรับสถานะของ B-HV7 (UUT Outlet Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

9. เลือกการทำงาน Command Run of UUT (UUT Run1 หรือ UUT Run2 หรือ UUT Run3)

กรณีเลือกการทำงานของ UUT Run1

1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-XV1 และ B-XV2 ให้อยู่ในสถานะเปิด

2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของวาล์ว B-XV3, B-XV4, B-XV5 และ B-XV6 ให้อยู่ในสถานะปิด

กรณีเลือกการทำงานของ UUT Run2

1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-XV3 และ B-XV4 ให้อยู่ในสถานะเปิด

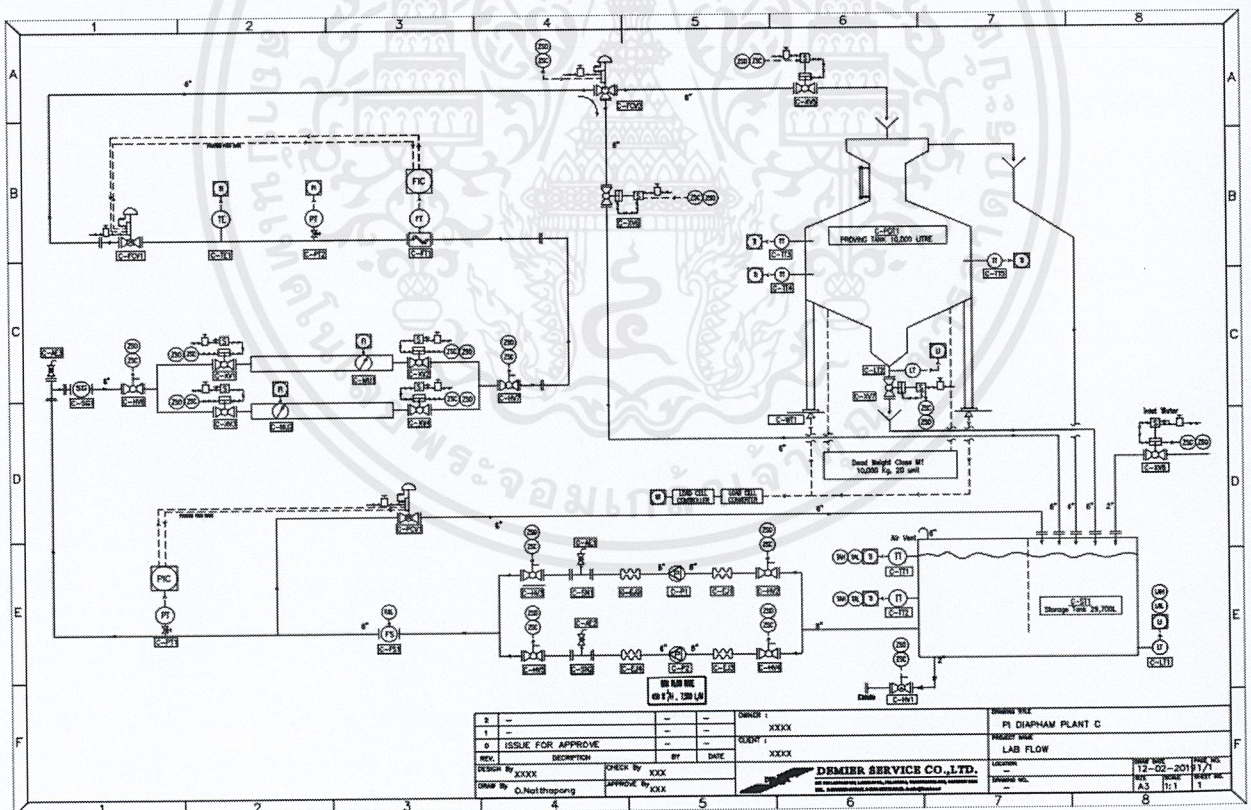
2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของวาล์ว B-XV1, B-XV2, B-XV5 และ B-XV6 ให้อยู่ในสถานะปิด

กรณีเลือกการทำงานของ UUT Run3

- 1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-XV5 และ B-XV6 ให้อยู่ในสถานะเปิด
- 2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของวาล์ว B-XV1, B-XV2, B-XV3 และ B-XV4 ให้อยู่ในสถานะปิด

10. หลังจากเลือกการทำงาน Command Run of UUT แล้ว ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของวาล์ว B-FCV1 (Flow Control Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิดมากกว่า 50% ของวาล์ว
11. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-FCV2 (Three Way Valve) ให้อยู่ในสถานะ Bypass
12. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-XV8 ให้อยู่ในสถานะเปิด
13. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ B-XV7 ให้อยู่ในสถานะปิด
14. เสร็จสิ้นการตรวจสอบสถานะของระบบพร้อมที่ใช้งานในระดับถัดไป

2.3 ขั้นตอนการตรวจสอบ Master Flow Comparison System PLANT C



รูปที่ 2.3 แผนภาพ P&id PLANT-C

1. เริ่มต้นระบบ Master Flow Comparison PLANT C โดยการเปิดระบบไฟฟ้าของอุปกรณ์ทั้งหมด
2. ทำการตรวจสอบระดับของน้ำในถัง C-ST1 ให้อยู่มากกว่า 40% ของย่านวัด หากระดับระดับของน้ำในถัง C-ST1 มีน้อยกว่า 40% ของย่านวัด ให้ทำการเปิดวาล์ว C-XV8 เพื่อเติมน้ำในถังให้อยู่มากกว่า 40% ของย่านวัด
3. ทำการตรวจสอบ และวัดอุณหภูมิของน้ำในถัง C-ST1 ทั้ง 2 จุดวัดให้อยู่ระหว่าง 20-40°C
4. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-HV1 (Drain Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด
5. เลือกการทำงานของปั๊มพ่นน้ำ C-P1 หรือ ปั๊มพ่นน้ำ C-P2

กรณีเลือกการทำงานของปั๊มพ่นน้ำ C-P1

- 1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-HV2 (Pump No.1 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด
- 2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-HV3 (Pump No.1 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด
- 3) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-HV4 (Pump No.2 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด
- 4) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-HV5 (Pump No.2 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

กรณีเลือกการทำงานของปั๊มพ่นน้ำ C-P2

- 1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-HV4 (Pump No.2 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด
- 2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-HV5 (Pump No.2 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด
- 3) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-HV2 (Pump No.1 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด
- 4) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-HV3 (Pump No.1 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

6. หลังจากเลือกการทำงานของปั๊มพ่นน้ำแล้ว ทำการตรวจสอบสถานะ และปรับสถานะของ C-PCV1 (Pressure Return Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด มากกว่า 50% ของวาล์ว
7. ทำการตรวจสอบสถานะ และปรับสถานะของ C-HV6 (UUT Inlet Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

8. ทำการตรวจสอบสถานะ และปรับสถานะของ C-HV7 (UUT Outlet Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด
9. เลือกการทำงาน Command Run of UUT (UUT Run1 หรือ UUT Run2)

กรณีเลือกการทำงานของ UUT Run1

- 1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-XV1 และ C-XV2 ให้อยู่ในสถานะเปิด
- 2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของวาล์ว C-XV3 และ C-XV4 ให้อยู่ในสถานะปิด

กรณีเลือกการทำงานของ UUT Run2

- 1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-XV3 และ C-XV4 ให้อยู่ในสถานะเปิด
- 2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของวาล์ว C-XV1 และ C-XV2 ให้อยู่ในสถานะปิด

10. หลังจากเลือกการทำงาน Command Run of UUT แล้ว ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของวาล์ว C-FCV1 (Flow Control Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิดมากกว่า 50% ของวาล์ว
11. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-FCV2 (Three Way Valve) ให้อยู่ในสถานะ Bypass
12. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-FCV10 (Flow Control Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด
13. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ C-FCV9 (Flow Control Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด
14. เสร็จสิ้นการตรวจสอบสถานะของระบบพร้อมที่ใช้งานในระดับถัดไป

2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ D-HV3 (Pump No.1 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

3) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ D-HV4 (Pump No.2 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

4) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ D-HV5 (Pump No.2 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

กรณีเลือกการทำงานของปั๊มน้ำ D-P2

1) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ D-HV4 (Pump No.2 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

2) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ D-HV5 (Pump No.2 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

3) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ D-HV2 (Pump No.1 Suction Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

4) ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ D-HV3 (Pump No.1 Discharge Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

6. หลังจากเลือกการทำงานของปั๊มน้ำแล้ว ทำการตรวจสอบสถานะ และปรับสถานะของ D-PCV1 (Pressure Return Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด มากกว่า 50% ของวาล์ว

7. ทำการตรวจสอบสถานะ และปรับสถานะของ D-HV6 (UUT Inlet Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

8. ทำการตรวจสอบสถานะ และปรับสถานะของ D-HV7 (UUT Outlet Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

9. ทดสอบการทำงานของ Command Run of UUT โดยทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ D-XV1 และ D-XV2 ให้อยู่ในสถานะเปิด

10. หลังจากทดสอบการทำงานของ Command Run of UUT แล้ว ให้ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของวาล์ว D-FCV1 (Flow Control Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิดมากกว่า 50% ของวาล์ว

11. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ D-FCV2 (Three Way Valve) ให้อยู่ในสถานะ Bypass

12. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ D-FCV10 (Flow Control Valve) ให้อยู่ในสถานะเปิด

13. ทำการตรวจสอบ และปรับสถานะของ D-FCV9 (Flow Control Valve) ให้อยู่ในสถานะปิด

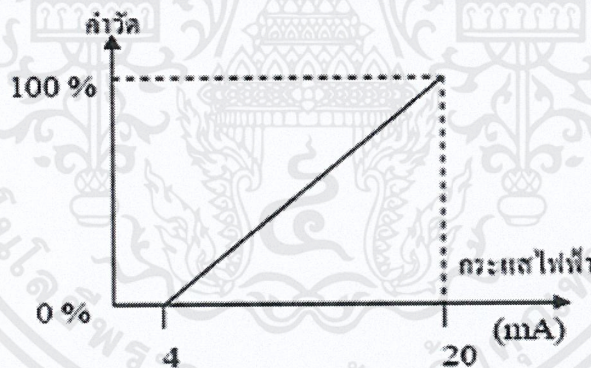
14. เสร็จสิ้นการตรวจสอบสถานะของระบบพร้อมที่ใช้งานในระดับถัดไป

2.5 Transmitters

2.5.1 อุปกรณ์แปลงสัญญาณมาตรฐาน (Transmitters)

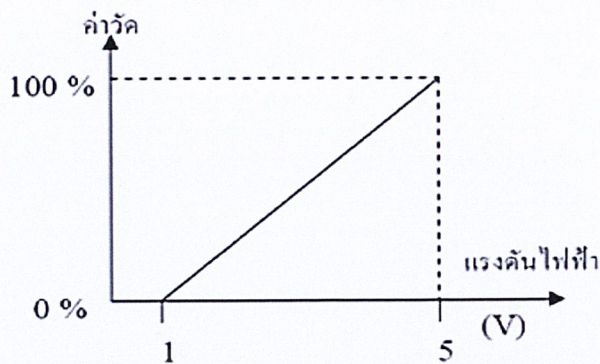
เนื่องจากระบบควบคุมในอุตสาหกรรมประกอบด้วย อุปกรณ์ควบคุมหลายชนิดต่อพ่วงสายสัญญาณกันเป็นระบบ และอุปกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีการส่งและรับสัญญาณวัดแบบ Analog ระหว่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานของสัญญาณวัดแบบ Analog ให้เป็นสากล เพื่อที่บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ควบคุมจะได้ยึดถือเป็นมาตรฐาน ภายใต้เครื่องหมายการค้าของตน และเพื่อลดอุปสรรคในการต่อพ่วงสัญญาณร่วมกันแม้ว่าจะมีเครื่องหมายการค้าที่แตกต่างกัน เช่น ทรานสมิตเตอร์ (transmitter) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณทางไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตที่ได้จากทรานสดิวเซอร์ให้เป็นสัญญาณมาตรฐาน แบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ สัญญาณนิวแมติกส์และสัญญาณทางไฟฟ้า

1. สัญญาณนิวแมติกส์ (pneumatics signal) เป็นสัญญาณมาตรฐานที่อยู่ในรูปของความดันลม ใช้ความดันของลมในการควบคุมกระบวนการ ตัวอย่างสัญญาณมาตรฐานชนิดนิวแมติกส์ ที่มีย่านความดันใช้งานระหว่าง 3-15 psi (BS), 0.2-1 bar (SI) และ 0.2-1 kg/cm² (Metric) เป็นต้น
2. สัญญาณทางไฟฟ้า (electrical signal) เป็นสัญญาณมาตรฐานที่อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า 1-5 V กระแสไฟฟ้า 4-20 mA และ แรงดันไฟฟ้า 0-10 V กระแสไฟฟ้า 0-100 mA



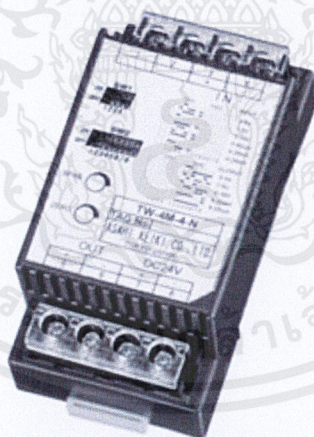
รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดและสัญญาณกระแสมาตรฐาน

เป็นการส่งสัญญาณในรูปของกระแสตรง (DC Current) มาตรฐานที่นิยมใช้คือ 4-20 mA หมายความว่าเมื่อค่าที่วัดได้เป็น 0% ก็จะเท่ากับกระแส 4 mA และหากค่าที่วัดได้เป็น 100% เท่ากับ 20 mA โดยค่าวัดได้จะอยู่ในย่าน 0-100% จะสัมพันธ์เชิงเส้นกับค่ากระแส 4-20 mA ข้อดีของการส่งสัญญาณเป็นกระแส คือ สามารถส่งสัญญาณไปได้ระยะไกล ๆ ความต้านทานของสายส่งสัญญาณ จะไม่ทำให้ค่าที่วัดผิดพลาด และการถูกสัญญาณรบกวนจะน้อยกว่าการส่งเป็นแรงดันไฟฟ้า นอกจากมาตรฐาน 4-20 mA แล้วยังมีมาตรฐานแบบอื่น ๆ อีก เช่น 0-20 mA, 10-50 mA, 0-1 mA แต่ไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่าที่ควร



รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดและแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน

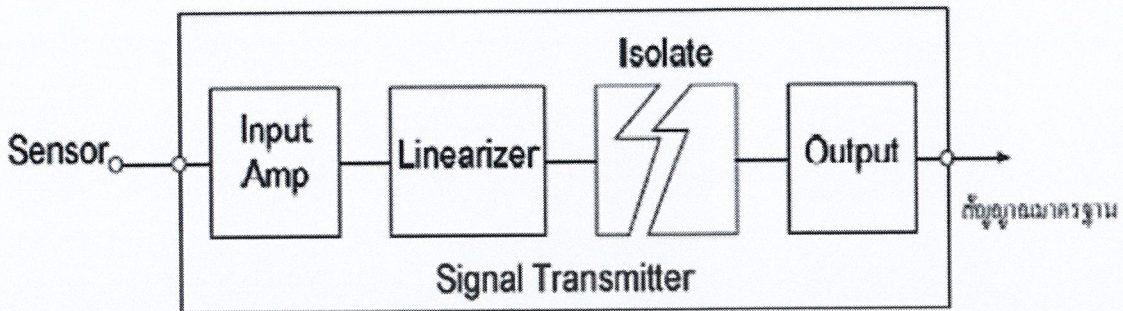
เป็นการส่งสัญญาณในรูปของแรงดันไฟฟ้า (DC Voltage) มาตรฐานที่นิยมใช้คือ 1-5 V DC หมายความว่าเมื่อค่าที่วัดได้เป็น 0% จะเท่ากับแรงดันที่ 1 V DC และค่าที่วัดได้เป็น 100% ก็เท่ากับแรงดัน 5 V DC การใช้สัญญาณมาตรฐานแบบแรงดันนี้ไม่เหมาะกับการที่ต้องส่งสัญญาณระยะไกล เนื่องจากความต้านทานของสายสัญญาณจะทำให้ค่าที่วัดผิดไปและถูกสัญญาณรบกวนได้ง่าย สัญญาณแบบแรงดันนี้เหมาะกับการส่งสัญญาณระยะใกล้ และมีการต่อเข้าอุปกรณ์รับสัญญาณแบบขนานหลายชุด เนื่องจากสะดวกในการติดตั้ง นอกจากมาตรฐาน 1-5 V DC แล้วยังมีมาตรฐานอื่นๆ แต่นิยมใช้น้อยเช่น 0-10V DC, 0-5V DC, 0-10 V DC เป็นต้น



รูปที่ 2.7 อุปกรณ์แปลงสัญญาณมาตรฐาน (Transmitters)

อุปกรณ์แปลงสัญญาณมาตรฐาน (Transmitter) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณวัดจากเซ็นเซอร์แบบต่าง ๆ มาเป็นสัญญาณมาตรฐาน ชนิดของ Transmitters มีหลายชนิดและเรียกตามชื่อของเซ็นเซอร์ที่ Transmitters ใช้แปลงสัญญาณ เช่น สัญญาณมาตรฐานจาก RTD Transmitter ใช้แปลงสัญญาณ

อุณหภูมิจาก RTD Sensor มาเป็นสัญญาณมาตรฐาน pH Transmitter ใช้แปลงสัญญาณค่า pH จาก pH Sensor มาเป็นสัญญาณมาตรฐาน จากรูปที่ 2.8 แสดงส่วนต่าง ๆ ของ Signal Transmitter ซึ่งมีหน้าที่ดังนี้



รูปที่ 2.8 แสดงส่วนต่าง ๆ ของ Signal Transmitter

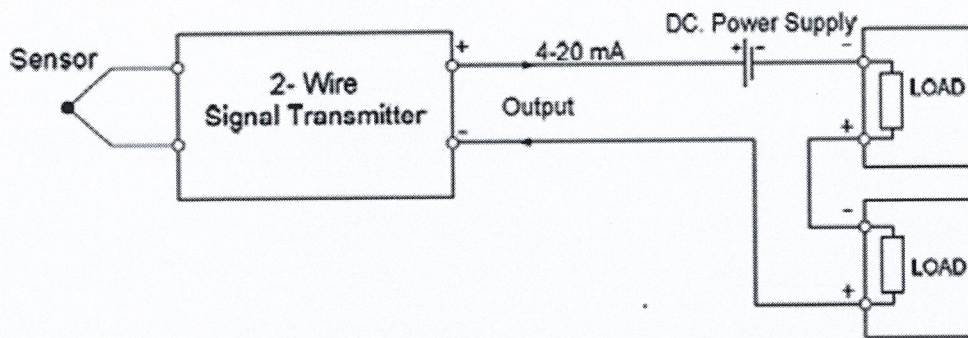
Input Amplifier เป็นส่วนที่ขยายสัญญาณจาก Sensor ซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าค่าต่ำ ๆ ให้มีระดับสัญญาณแรงขึ้น Linearizer เนื่องจากคุณสมบัติของ Sensor เช่น เซอร์แต่ละชนิดมีความไม่เชิงเส้น (Nonlinear) กับค่าวัดเช่น Thermocouple จะ Nonlinear กับค่าอุณหภูมิ ดังนั้นถ้าต้องการให้ค่าวัด Output ถูกต้องจึงต้องมีส่วน Linearizer ทำหน้าที่แก้ไข Nonlinear ของ Sensor แต่ละชนิด Isolate ทำหน้าที่แยกสัญญาณไฟฟ้าระหว่างด้าน Sensor Input และสัญญาณไฟฟ้านด้าน Output Isolate นี้มีหน้าที่ป้องกันสัญญาณรบกวนจาก Sensor ไม่ให้ออกไปทาง Output ป้องกันสัญญาณรบกวนอันเนื่องมาจากการเกิด Ground Loop และป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงทางด้าน Output ในกรณีที่เกิดความผิดปกติขึ้นทางด้าน Sensor เช่น เกิดฟ้าผ่าหรือมี Transient High Voltage เข้าที่ Sensor Output เป็นส่วนที่แปลงสัญญาณจาก Isolate มาเป็นสัญญาณมาตรฐานโดยทั่วไป Signal Transmitter มีอยู่ 2 ชนิดตามจำนวนสายที่ต่อกับ Signal Transmitter คือ

2.5.1.1 แบบ 2-Wire Signal Transmitter

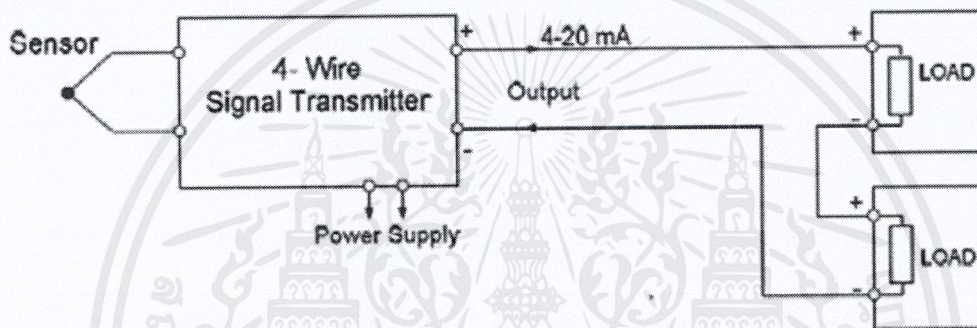
Signal Transmitter 2 wire ดังรูปที่ 2.9 ใช้สายเพียง 2 เส้น ซึ่งสายนี้เป็นสัญญาณ Output ของ Transmitter และเป็นสายของ Power Supply สำหรับจ่ายไฟฟ้าเลี้ยงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายใน สัญญาณของ Transmitter ชนิดนี้เป็นสัญญาณ 4-20mA เท่านั้น ข้อดีของ Transmitter แบบนี้คือประหยัดสายในการติดตั้ง

2.5.1.2 แบบ 4-Wire Signal Transmitter

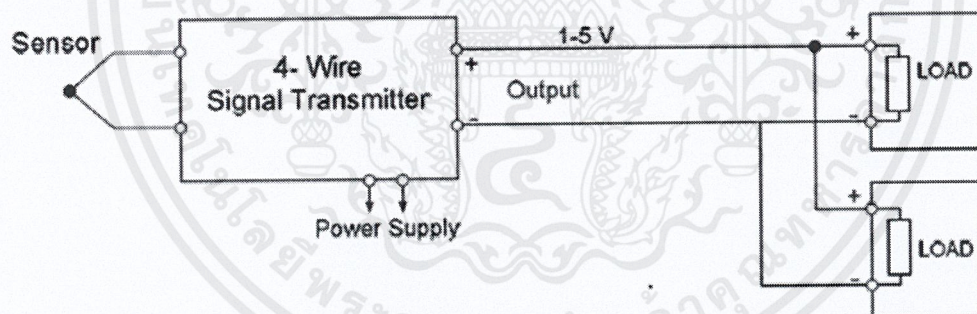
Signal Transmitter 4 wire จะใช้สายสัญญาณ 2 เส้น และสาย Power Supply อีก 2 เส้นแยกกัน สัญญาณ Output ของ 4-Wire Signal Transmitter มีทั้งที่เป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน และสัญญาณแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน ดังรูปที่ 2.10 และ 2.11



รูปที่ 2.9 การต่อวงจร 2-wire Signal Transmitter



รูปที่ 2.10 การต่อวงจร 4-wire Signal Transmitter ที่ output เป็นกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 2.11 การต่อวงจร 4-wire Signal Transmitter ที่ output เป็นแรงดันไฟฟ้า

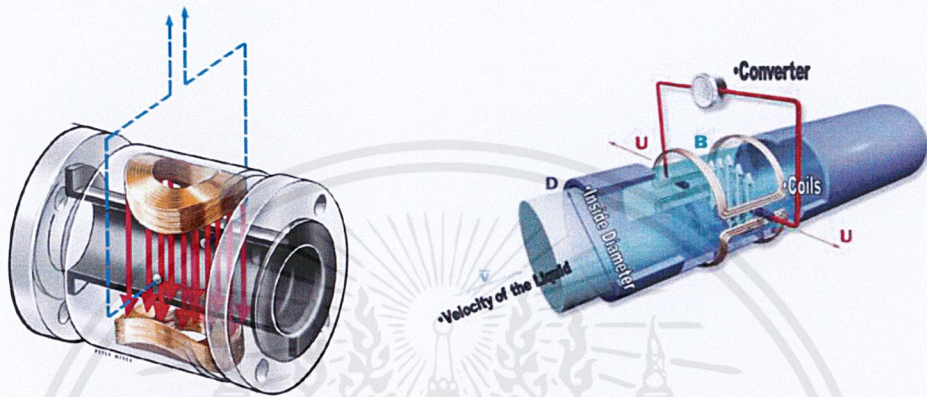
2.6 เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็ก (Electromagnetic Flow Meter)

2.6.1 หลักการทำงานของเครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็ก

เครื่องมือวัดอัตราการไหลชนิดนี้ทำงานโดยใช้หลักการเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจากสนามแม่เหล็ก เมื่อของเหลวที่เป็นตัวนำไฟฟ้าไหลผ่านสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นในแนวตั้งฉากกับทิศทางของสนามแม่เหล็กตามกฎของฟาราเดย์ (Faraday's law) ดังรูป 2.12 (a) โครงสร้างโดยทั่วไปของเครื่องมือวัดชนิดนี้ประกอบด้วย ท่อที่มีลักษณะเป็นฉนวนไฟฟ้า วางตัวอยู่ในทิศทางตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มของ

เส้นแรงแม่เหล็กคงที่ และติดตั้งขั้วไฟฟ้า 2 ขั้วให้สัมผัสกับของเหลวที่ไหลอยู่ภายในท่อ โดยปลายของขั้วไฟฟ้า ทั้ง 2 ด้านใช้เป็นจุดวัดแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการไหลของของเหลว ดังรูป 2.12 (b)

วัสดุที่ใช้ทำท่อต้องมีคุณสมบัติไม่เป็นสารแม่เหล็ก โดยทั่วไปทำด้วยพลาสติก หรือถ้าเป็นท่อ สแตนเลสต้องเคลือบด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า ได้แก่ โพลีเอทิลีน หรือนีโอพรีลีน เพื่อป้องกันการ ลัดวงจรกับขั้วไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้น



(a) โครงสร้างทั่วไปของ Magnetic Flow

(b) การไหลของความต่างศักย์ที่เกิดขึ้น

รูปที่ 2.12 โครงสร้างของเครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็ก

การนำกฎ "Faraday" มาใช้เมื่อของเหลวที่นำไฟฟ้าได้ไหลผ่าน สนามแม่เหล็กจะเหนี่ยวนำให้เกิด แรงเคลื่อนไฟฟ้าในแนวตั้งฉากกับทิศทางของสนามแม่เหล็ก โดยค่า EMF (Electromagnetic Flow Rate หรือ Q) จะแปรผันตรงกับความเร็วของการไหลของของเหลวโดยที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นขณะมี ของเหลวไหลผ่านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถหาได้จากสมการ

สมการแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดจากของไหลไหลตัดผ่านสนามแม่เหล็ก

$$e = kB_f D \bar{V}_f \quad (1)$$

โดยที่

e = แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

B_f = ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก

L = ระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรด

D = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ; $L=D$

\bar{V}_f = ความเร็วเฉลี่ยของของเหลว

สมการอัตราการไหลเชิงปริมาตร

$$q_{cms} = A \cdot \bar{V}_f \quad (2)$$

เนื่องจากท่อเป็นทรงกลม $A = \frac{\pi D^2}{4}$

จะได้
$$q_{cms} = \frac{\pi D^2 \bar{V}_f}{4} = \frac{\pi D e}{4 k B_f} \quad (3)$$

จะเห็นได้ว่าอัตราการไหลที่ได้แปรผันตรงกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้จาก Magnetic Flow

$$q_{cms} \propto e$$

การสร้างสนามแม่เหล็กที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอ มี 3 วิธี คือ 1.แม่เหล็กถาวรหรือกระตุ้นด้วยไฟดีซี (DC Excitation) 2.กระตุ้นด้วยไฟเอซี (AC Excitation) 3. กระตุ้นด้วยพัลส์ที่มีความถี่ใดๆ (Pulsed Excitation) Coil Drive โดยการสร้างพลังงานให้ Magnetic Coil โครงสร้างทำจากโลหะที่มีกรวดฉนวนบุอยู่ภายใน ขั้ว Electrode จะติดตั้งอยู่ด้านในของท่อ Flow Meter ติดตั้งทำมุม 180° ต่อกัน ทำหน้าที่ตรวจจับ Induce Voltage ที่เกิดขึ้นจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็ก Converter หรือ transmitter และ Display ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจาก Electrode เป็นค่าอัตราการไหล - ปริมาณการไหล และส่งสัญญาณเอาต์พุต 4 - 20mA DC และ Pulse ออกมาให้เอาไปใช้งานต่อ กรณีจะติดตั้ง Flow Meter ในแนวตั้งควรติดตั้งบนท่อแนวนอนที่มีการไหลไหลขึ้นเท่านั้น ส่วนหากต้องการติดตั้งแนวนอนสามารถติดตั้งได้โดยไม่มีข้อจำกัดใดๆเลย Flow Meter ชนิดนี้ ไม่มีชิ้นส่วนเคลื่อนที่ใดๆภายใน ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา มีความแม่นยำ Accuracy ตั้งแต่ 0.25 - 0.5% Full Scale ซึ่งสูงมากและแม่นยำ สามารถวัดโดยการนำของเหลวมาวัดได้เลย



รูปที่ 2.13 เครื่องมือวัดการไหลแบบสนามแม่เหล็กในรูปแบบต่างๆ

การใช้เครื่องมือวัดการไหลชนิดนี้ต้องมีปริมาณของของการไหลที่เต็มท่อ สามารถวัดการไหลของของไหลได้สองทิศทางโดยการกลับขั้วไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตที่ได้ขึ้นอยู่กับอัตราเร็วการไหลของของไหล และความเข้มข้นของสนามแม่เหล็ก ส่วนคุณสมบัติอื่น ของของเหลว เช่น ความหนืด (Viscosity) และความหนาแน่น (Density) สภาพะการใช้งาน ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) และความดัน (Pressure) และลักษณะการไหลทั้งแบบราบเรียบ (Laminar Flow) และแบบปั่นป่วน (Turbulent Flow) ไม่ส่งผลต่อเอาต์พุตที่ได้

2.6.2. ข้อจำกัดการใช้งานเครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็ก

การใช้เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็กมีข้อจำกัดดังต่อไปนี้

1. ใช้วัดการไหลได้เฉพาะของเหลวที่มีค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างสูง (ค่าการนำไฟฟ้า $> 1 \mu\text{S cm}^{-1}$) ไม่สามารถใช้งานได้กับของเหลวที่ไม่มีค่าความนำไฟฟ้า หรือ Low Conductivity เช่น สารประกอบไฮโดรคาร์บอน น้ำมัน น้ำกลั่น น้ำ RO. ดังนั้น เครื่องวัดนี้จึงไม่สามารถวัดค่าการไหลของก๊าซได้
2. ของไหลที่ต้องการวัดต้องไหลเต็มท่อ หากไหลไม่เต็มท่อหรือมีฟองอากาศเกิดขึ้นส่งผลให้ค่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตที่วัดได้คลาดเคลื่อน (Error) และเพื่อความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) ของค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ต้องหมั่นทำความสะอาดขั้วไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ
3. ท่อต้องไม่ทำด้วยสารแม่เหล็กและต้องไม่มีสมบัติการนำไฟฟ้า
4. ตำแหน่งของการติดตั้งควรอยู่ในตำแหน่งด้าน Discharge ของบีมและควรติดตั้งในแนวท่อตรง ซึ่งปราศจากวาล์วหรือข้ออ้อย อย่างน้อย 5 เท่าของขนาดท่อ ก่อนนำของเหลวไหลเข้า Flow Meter และทางด้านหลัง 3 เท่าของขนาดท่อ (5D/3D)

2.7 Circuit Breaker (เบรกเกอร์)

เบรกเกอร์เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ในการตัดวงจรไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเมื่อเกิดความผิดปกติในระบบถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสเกินหรือลัดวงจรเช่นเดียวกับฟิวส์ แต่จะแตกต่างกันตรงที่เมื่อตัดวงจรแล้วสามารถที่จะปิดหรือต่อวงจรได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหาแล้ว เพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายไฟ โหลด Load (เช่น มอเตอร์, Generator หรือ อุปกรณ์ไฟฟ้า)

2.7.1 ประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์

เบรกเกอร์จะถูกแบ่งออกเป็นแต่ละประเภทตามพิกัดแรงดันไฟฟ้าหรือการออกแบบ หากแบ่งตามพิกัดแรงดันไฟฟ้าจะแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ Low Voltage เบรกเกอร์, Medium Voltage เบรกเกอร์ และ High Voltage เบรกเกอร์ เบรกเกอร์ส่วนใหญ่ที่นิยมใช้กันคือ Low Voltage เบรกเกอร์ เบรกเกอร์กลุ่ม Low Voltage คือพวก MCB, MCCB และ ACB เบรกเกอร์เหล่านี้จะมีลักษณะที่แตกต่างกันตามการออกแบบ ทั้งขนาด รูปร่างที่ถูกออกแบบมาให้เข้ากับการใช้งานหลากหลายประเภท เป็นเบรกเกอร์แบบที่ใช้งานทั่วไป ใช้

งานเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม ติดตั้งในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิท ตู้ DB หรือตู้โหลดเซ็นเตอร์ เบรกเกอร์ชนิดนี้ได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากล เช่น มาตรฐาน IEC 947 เบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำมักถูกติดตั้งในตู้ที่เปิดออกได้ ซึ่งสามารถถอดและเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องถอดสวิตช์ออก ตัวอย่างเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ มีดังนี้ MCB, MCCB และ ACB ซึ่ง Low Voltage Circuit Breaker (น้อยกว่า 1000 VAC) ประกอบด้วยเบรกเกอร์ 3 ประเภท คือ

1.1 MCB : Miniature Circuit Breaker (เบรกเกอร์ลูกย่อย) มีค่ากระแสต่ำกว่าหรือเท่ากับ 100A ส่วนใหญ่ใช้ภายในบ้านพักอาศัย ติดตั้งภายในตู้ Consumer หรือ ตู้ Load Center

1.2 MCCB : Moulded Case Circuit Breaker(โมลด์เคสเซอร์กิตเบรกเกอร์) มีค่ากระแสต่ำกว่าหรือเท่ากับ 1600A

1.3 ACB : Air Circuit Breaker(แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์) มีค่ากระแสต่ำกว่าหรือเท่ากับ 6300A

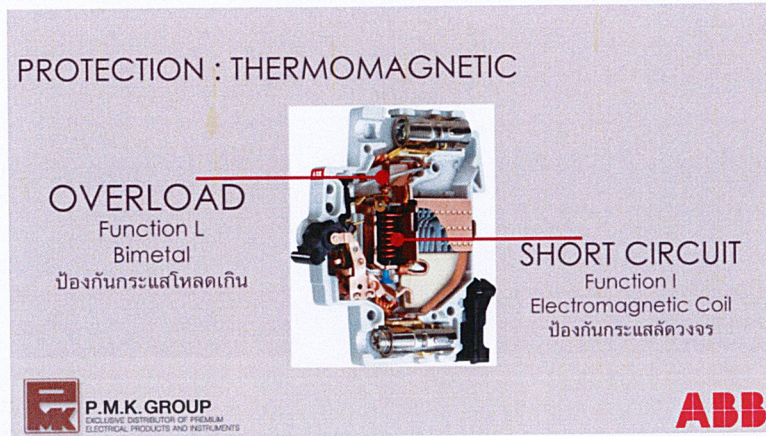


รูปที่ 2.14 ประเภทของเบรกเกอร์ทั้ง 3 ประเภทตามขนาด

2.7.2 หลักการทำงานของเบรกเกอร์ แบ่งออกเป็น 2 แบบ Thermomagnetic และ Electronic

2.7.2.1 Thermomagnetic

เบรกเกอร์แบบ Thermomagnetic ใช้หลักการทำงานทางความร้อน โดยการแปลงกระแสไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน



รูปที่ 2.15 ภายในของเบรกเกอร์ Thermomagnetic

เบรกเกอร์แบบ Thermomagnetic มีฟังก์ชันการป้องกัน 2 แบบ

- a) การป้องกันกระแสไหลเกิน (Overload) หรือที่เรียกว่า Function L ใช้หลักการป้องกัน แบบ Bimetal
- b) การป้องกันกระแสลัดวงจร (Short Circuit) หรือที่เรียกว่า Function I ใช้หลักการป้องกันแบบ Electromagnetic coil

2.7.2.2 Electronic

เบรกเกอร์แบบ Electronic ใช้การวัดค่ากระแสใช้งานจริงด้วย CT และส่งค่าที่วัดได้ไปทำการคำนวณด้วยระบบ Microcontroller

2.7.3 ข้อเปรียบเทียบระหว่างเบรกเกอร์แบบ Thermomagnetic และ เบรกเกอร์แบบ Electronic

2.7.3.1 ข้อดีข้อเสีย ของเบรกเกอร์แบบ Thermomagnetic

ข้อดี

- a) เบรกเกอร์ Thermomagnetic สามารถใช้งานได้ทั้งระบบไฟแบบ AC และ DC
- b) เบรกเกอร์ Thermomagnetic มีราคาถูกกว่าเบรกเกอร์ Electronic

ข้อเสีย

- a) เนื่องจากเป็นเบรกเกอร์ที่ต้องเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าเป็นความร้อน ออณหภูมิภายนอกจึงส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการวัดค่ากระแสของเบรกเกอร์

2.7.3.2 ข้อดีข้อเสีย ของเบรกเกอร์แบบ Electronic

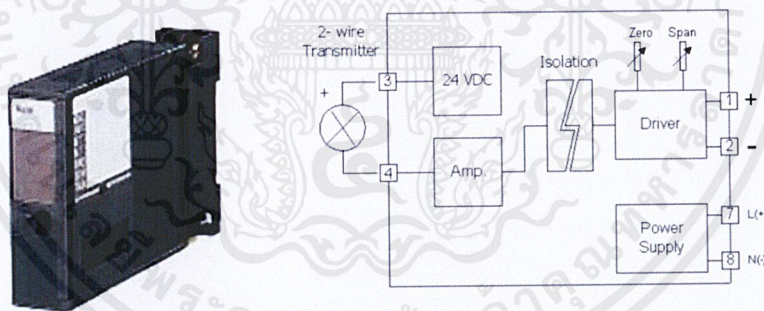
ข้อดี

- a) เบรกเกอร์แบบ Electronic สามารถวัดค่ากระแสได้แม่นยำ

- b) เบรกเกอร์แบบ Electronic มีความสามารถในการตั้งค่าเวลาและกระแสทำงานได้
- c) เบรกเกอร์แบบ Electronic บางรุ่นสามารถเรียกดูประวัติการทริปของเบรกเกอร์ได้
ข้อเสีย
- a) เบรกเกอร์แบบ Electronic สามารถใช้ได้กับระบบไฟฟ้า AC เท่านั้น
- b) เบรกเกอร์ Electronic มีราคาแพงกว่า เบรกเกอร์ Thermomagnetic

ในสภาวะการทำงานที่ผิดปกติหรือไฟฟ้าลัดวงจรนั้นจะทำให้มีกระแสไหลผ่านวงจรมากกว่าที่ได้ ออกแบบไว้ หากวงจรที่ได้ออกแบบมานั้นมีกระแสสูงสุด 20A ถ้าเกิดกระแสลัดวงจรแล้วมันอาจจะไหลเป็น หลักร้อยจนถึงหลักพันแอมป์ก็ได้ ถ้าเกิดเหตุการณ์แบบนี้เบรกเกอร์ก็จะทริป อย่างไรก็ตาม จะเกิดอันตราย เมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจร ทำให้มีกระแสไหลผ่านวงจรมากกว่าค่า kA ของเบรกเกอร์ ในกรณีนี้ ที่เจอบ่อยๆจะมี 2 ลักษณะการทำงานผิดพลาดของเบรกเกอร์ อย่างแรกที่จะเกิดขึ้นคือ หน้าคอนแทคของเบรกเกอร์จะหลอม ละลายติดกัน ทำให้เบรกเกอร์ไม่ทริป ในกรณีนี้ดีที่สุดมันจะทำให้สายไฟที่เสียหาย แต่ถ้าเลวร้ายสุดก็จะเริ่มมีไฟ ใหม่ขึ้น อย่างที่สองที่จะเกิดขึ้นคือ เบรกเกอร์จะระเบิดเลย เนื่องจากความร้อนที่สูงมากภายในเบรกเกอร์นั้น ทำให้ทองแดงระเหยและเปลี่ยนเป็นพลาสมาที่อันตราย ซึ่งกรณีนี้อันตรายมากสำหรับคนที่อยู่ใกล้บริเวณนั้น เช่น ช่างเทคนิคที่ไปทำการ on Breaker หลังจากที่มันทริป

2.8 Current loop supply (isolator)



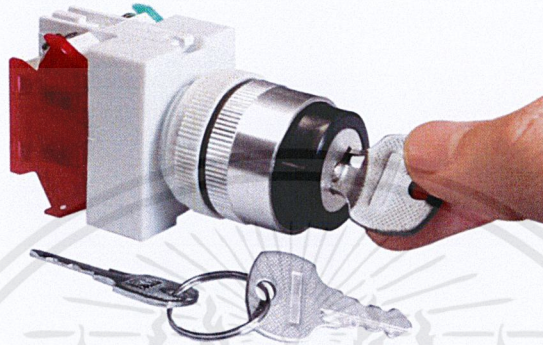
รูปที่ 2. 16 Current Loop supply

Signal Isolator เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แยกการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า ระหว่าง Input และ Output ออก จากกัน โดยส่งผ่านเฉพาะค่าสัญญาณ Analog เช่น 4-20 mA(24 VDC),1-5 VDC Signal Isolator มีประโยชน์ ในการป้องกันสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์หนึ่งแล้วไม่ส่งต่อไปรบกวนอุปกรณ์อื่นที่ต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ นี้ จ่ายพลังงานให้กับตัวส่งสัญญาณแบบ 2 สายและสร้างสัญญาณขาออก 4-20 mA หรือ 1-5 VDC มีการแยก ระหว่างแต่ละลูบปัจจุบันและแหล่งจ่ายไฟ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แผงวงจรที่อยู่ในตัวกล่องพลาสติกซึ่งเหมาะ สำหรับการติดตั้งบนรางมาตรฐานขนาด 35 มม.

1) ป้องกันความเสียหายของ Analog Input ของ PLC เมื่อเกิดฟ้าผ่าลัดวงจรเข้าทาง Transmitter ที่ต่อพ่วงอยู่กับ PLC

2) ป้องกันการรบกวนกันระหว่างอุปกรณ์ เนื่องจากเกิด Ground Loop

2.9 Key switch

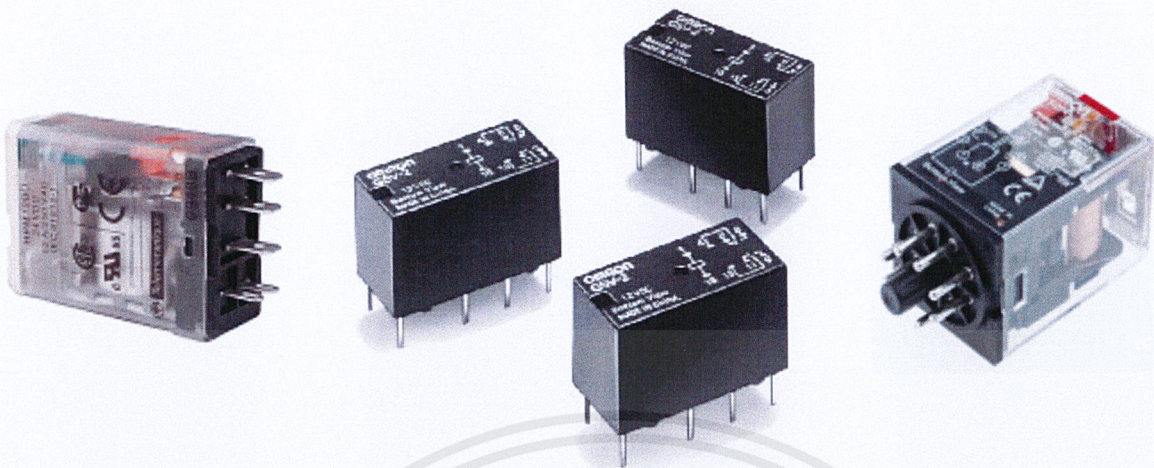


รูปที่ 2.17 สวิตช์กุญแจ

สวิตช์กุญแจ (key switch) เป็นสวิตช์ไฟฟ้าซึ่งออกแบบไว้ให้ใช้ลูกกุญแจในการไขเปิดหรือปิด เพื่อจำกัดให้เฉพาะผู้ได้รับอนุญาต หรือผู้เป็นเจ้าของอุปกรณ์เท่านั้นที่จะสามารถควบคุมการเปิดปิดได้ โดยสวิตช์ประเภทนี้มักจะพบทั่วไปในงานที่ต้องการควบคุมการเข้าถึงหรือความปลอดภัยเป็นพิเศษ นอกจากนี้สวิตช์ประเภทนี้ยังถูกนำมาใช้ ในกรณีที่จุดควบคุมหรืออุปกรณ์อยู่ในพื้นที่กึ่งสาธารณะ แต่ไม่ต้องการให้ผู้ไม่เกี่ยวข้องมาเปิด-ปิดเล่น

2.10 General Relay

General Relay เป็นประเภทหนึ่งของ Relay ซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีใช้ในวงการอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ไฟ ตัด-ต่อวงจร โดยการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ รีเลย์จะทำงานได้โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่างๆได้ หลักๆ แล้ว General Relay ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายถ้าแบ่งตามลักษณะของขา แบ่งได้ 3 ประเภท แบบ Blade Terminal (ขาแบน) รูป (a), PCB (ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์) รูป (b) และ Pin Terminal (ขากลม) รูป (c)



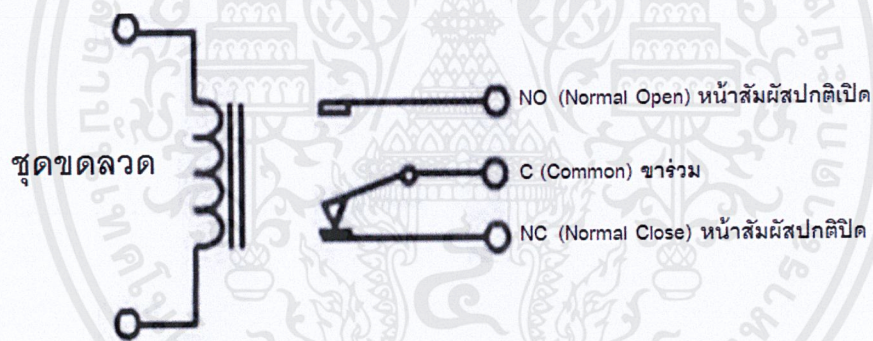
(a) Blade Terminal (ชาแบน)

(b) PCB (ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์)

(c) Pin Terminal (ชากลม)

รูปที่ 2.18 รีเลย์ชนิดต่างๆ

โครงสร้างของรีเลย์



รูปที่ 2.19 โครงสร้างการทำงานของรีเลย์

ส่วนประกอบของรีเลย์มีดังนี้

1. จุดต่อ NC ย่อมาจาก Normal Close หมายความว่า ปกติปิดหรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำ หน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา
2. จุดต่อ NO ย่อมาจาก Normal Open หมายความว่า ปกติเปิดหรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำ หน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด
3. จุดต่อ C ย่อมาจาก Common หมายถึง จุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

- ขดลวด (Coil) ทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้าจากวงจรที่ต้องการมาควบคุมหรือ Controller เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระตุ้นให้หน้าสัมผัส Contact ให้ต่อกัน (ซึ่งค่าแรงดันไฟฟ้าที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่คุณผลิตกำหนด โดยปกติถ้าเป็น Coil AC ก็จะมี 220-240V แต่ถ้าเป็น DC ก็จะมี 24V)



Coil

รูปที่ 2.20 ขดลวดที่อยู่ในตัวของรีเลย์

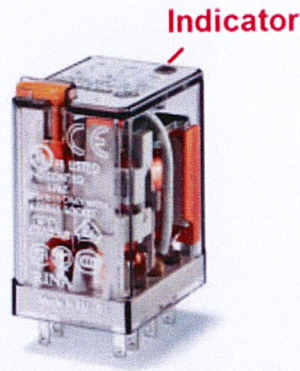
- หน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการ ซึ่งจะมีวงจรไฟฟ้าแบบ 1PDT, 2PDT, 3PDT และ 4PDT จากในรูปข้างล่างจะเป็นแบบ 3PDT คือมีวงจรไฟฟ้า 3 วงจร นอกจากนี้ต้องเลือกขนาดของกระแส และชนิดของวัสดุที่ใช้ทำหน้าที่ Contact ด้วยว่าต้องการเท่าใด



Contact

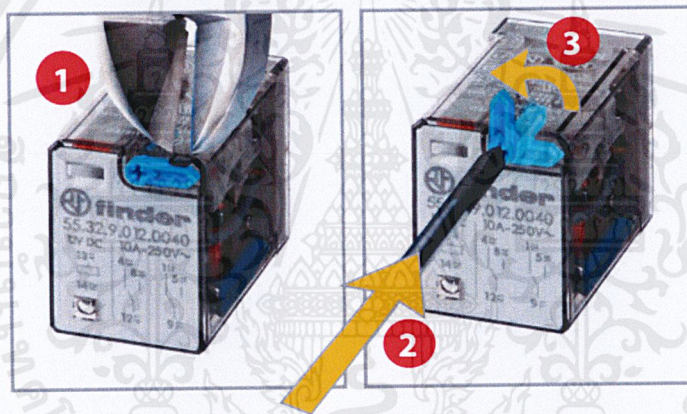
รูปที่ 2.21 หน้าสัมผัสของรีเลย์

- แสดงสถานะ (Indicator) ทำหน้าที่แสดงสถานะการทำงานของหน้า Contact รีเลย์ว่าทำงานอยู่หรือไม่ โดยปกติจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบ LED ซึ่งจะติดเมื่อมีการจ่ายไฟเลี้ยงที่ Coil และแบบกลไกซึ่งจะทำงานให้เห็นเมื่อ contact ทำงาน



รูปที่ 2.22 Indicator แสดงการทำงานของ Relay

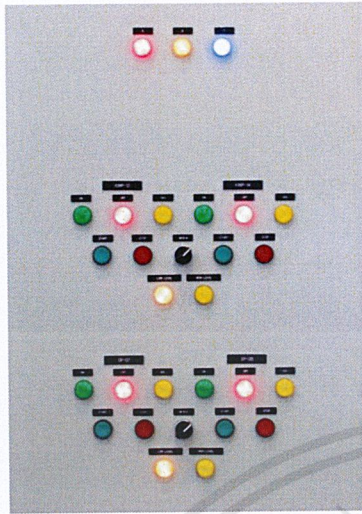
7. ปุ่มทดสอบ (Tester) ทำหน้าที่ใช้ทดสอบการทำงานของ Relay แบบ Manual ซึ่งจะช่วยทำให้การทดสอบวงจรง่ายขึ้น ไม่จำเป็นต้องจ่ายไฟเลี้ยงที่ Coil



รูปที่ 2.23 ปุ่มทดสอบการทำงานของ Relay

2.11 Pilot Lamp

หลอดไฟแสดงสถานะหน้าตู้ควบคุม (Status or Pilot Lamp) ซึ่งตู้ควบคุมนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีสถานะบอกให้ผู้ใช้งานระบบทราบการทำงานของระบบ ดังนั้นอุปกรณ์ที่บอกสถานะ คือ Pilot Lamp โดยที่สถานะที่ใช้ในทั่วไป เช่น แสดงการทำงาน , การหยุดทำงาน ,การเกิด Alarm ,การเกิด Over load , การเปิดหรือ ปิด ระบบ, ไฟแสดงเฟสระบบไฟฟ้า,และอื่นๆ Pilot Lamp ไฟหลอดแลมพ์แบบนี้จะมีหลอดไฟ LED พร้อมปุ่มกด การแจ้งเตือนจะถูกแสดงด้วยหลอดไฟ LED สามารถควบคุมการทำงานด้วยการกดปุ่ม เปิด-ปิด การทำงาน เหมาะกับงานที่ต้องการควบคุมการทำงาน



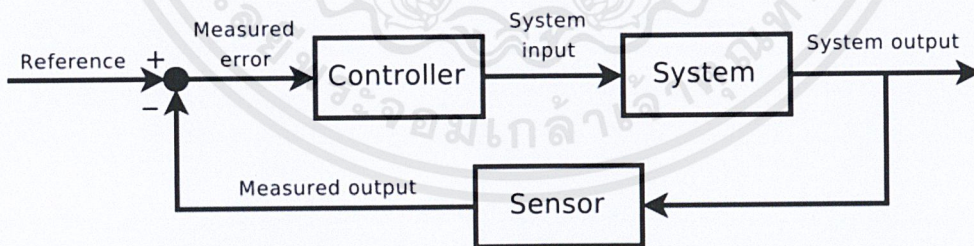
(a) Pilot Lamp ที่ใช้งานหน้าตู้คอนโทรล

(b) Pilot Lamp

รูปที่ 2.24 ตัวอย่างการใช้งาน Pilot Lamp

2.12 ระบบควบคุมวงปิด

เนื่องจากระบบควบคุมแบบวงเปิดมีปัญหาด้านเสถียรภาพของระบบเพราะไม่มีการป้อนกลับของสัญญาณขาออก ซึ่งไม่เหมาะกับการใช้งานหลายอย่าง จึงมีความต้องการที่จะออกแบบระบบควบคุมที่สามารถตรวจจับความคลาดเคลื่อนระหว่างสัญญาณขาออกและสัญญาณอ้างอิงได้ จึงได้มีการคิดค้นระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control Systems) หรือระบบควบคุมแบบวงปิด (Closed loop control Systems) ขึ้นมาเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบควบคุมแบบวงเปิด โดยมีโครงสร้างดังในรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control Systems)

หลักการควบคุมป้อนกลับ (Feedback Control Systems) เป็นหลักการพื้นฐานที่ใช้ในการควบคุมระบบพลวัตอย่างแพร่หลาย ในภาพเป็นการป้อนกลับแบบลบ (Negative Feedback) เพราะสัญญาณจากเซนเซอร์ (Measured Error) จะถูกนำไปหักล้างจากสัญญาณอ้างอิง (Reference Input) เพื่อที่จะทำไปสร้างสัญญาณความคลาดเคลื่อน (Measured Error) (ผลต่างระหว่างค่าที่ผู้ออกแบบต้องการและสัญญาณจากตัว

ตรวจจับ (Sensor) ซึ่งจะนำไปป้อนสู่ตัวควบคุม (Controller) และตัวควบคุมจะสร้างสัญญาณควบคุม (System input หรือ Control signal) ป้อนสู่ระบบพลวัต (PLANT, Dynamic Systems) หลังจากนั้นจะนำสัญญาณขาออกของระบบพลวัต (ที่วัดได้จากตัวตรวจจับ) มาป้อนสู่ระบบป้อนกลับต่อไปเช่นนี้เรื่อย ๆ ระบบควบคุมแบบป้อนกลับมีความได้เปรียบเหนือกว่าระบบควบคุมแบบวงเปิด ดังต่อไปนี้

1. สามารถกำจัดการรบกวนได้ (อาทิ เช่น ผลจากแรงเสียดทานที่ไม่ได้รวมอยู่ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบ)
2. สามารถรับประกันสมรรถนะได้มากขึ้นแม้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีตัวแปรที่มีความไม่แน่นอนอยู่ด้วย (อาทิ เช่น กรณีที่ผลจากการที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถอธิบายระบบได้อย่างสมบูรณ์แบบ)
3. ระบบที่ไม่มีเสถียรภาพโดยธรรมชาติอยู่แล้วสามารถทำให้มีเสถียรภาพได้หากติดตั้งตัวควบคุมที่เหมาะสม
4. ระบบมีความคงทนต่อความเปลี่ยนแปลงมากขึ้นแม้ในกรณีที่พารามิเตอร์ของระบบมีการเปลี่ยนแปลง
5. ระบบสามารถปรับค่าสัญญาณขาออกตามสัญญาณอ้างอิงได้ดีมากขึ้น ในปัญหาระบบปรับค่าตามในบางระบบ ระบบควบคุมแบบวงปิดและวงเปิดจะใช้ควบคู่กัน โดยที่ในกรณีนี้ระบบวงเปิดจะเรียกว่า Feedforward

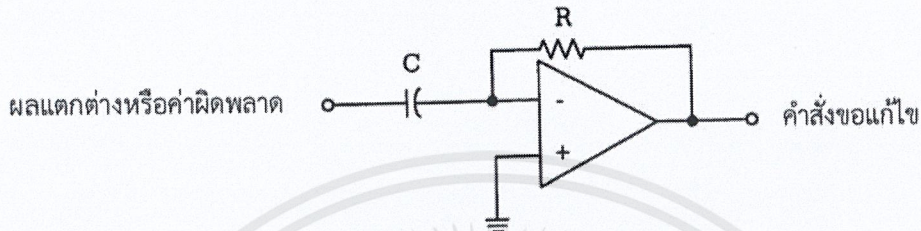
ตัวตรวจจับหรือเซนเซอร์ (Sensors) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับผล การเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุต ที่ได้จริงในกระบวนการ เช่น ค่าอุณหภูมิของระบบ, ค่าความดันของ ระบบ, ค่าอัตราการไหลในระบบ ฯลฯ แล้วเอาผลของเอาต์พุตที่ได้นั้น มาแปรเปลี่ยนเป็น สัญญาณไฟฟ้าในรูปของแรงดันไฟฟ้า หรือกระแสไฟฟ้า เพื่อส่งสัญญาณนี้กลับไปยังตัวปรับตั้ง

ตัวอย่างของอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับในระบบควบคุมได้แก่ เทอร์โมคัปเปิล สำหรับวัดค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในระบบ โดยวัดออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า เซนเซอร์วัดความดัน สำหรับวัดความดันของของเหลวหรือก๊าซในถังให้เป็นแรงดันไฟฟ้า ลูกลอยวัดระดับ สำหรับวัดค่าระดับความสูงของของเหลว, น้ำมัน หรือสารเคมีในภาชนะบรรจุ ที่มีรูปร่างต่าง ๆ ให้เป็น แรงดันไฟฟ้า เป็นต้น

ปรับตั้งหรือเปรียบเทียบ (Comparator) ตัวปรับตั้งจะรับสัญญาณสองชุด คือชุดคำสั่งซึ่งตั้งขึ้นเป็นค่าเป้าหมายและค่าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากระบบที่ตัวตรวจจับป้อนกลับมาเพื่อ เปรียบเทียบค่าทั้งสอง และหาผลแตกต่าง (Different) หรือค่าผิดพลาด (Error) ที่เกิดขึ้นว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด ซึ่งหมายความว่าค่าที่ส่งไป กับค่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นตรงกันหรือไม่

สั่งงานหรือตัวควบคุม (Controllers) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของกระบวนการ เช่น โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์, เครื่องคอมพิวเตอร์, ชุดกลไกนิวเมติกส์ หรืออาจจะเป็นแค่กลไกเพื่อองกลธรรมดา ซึ่งอุปกรณ์ที่ยกตัวอย่างมานี้ จะทำหน้าที่ตรวจสอบผลความ แตกต่างหรือค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการ

ปฏิบัติงานของระบบ และออกคำสั่งแก้ไขความผิดพลาด ด้วยการสร้างสัญญาณที่เหมาะสม ซึ่งตัวสั่งงานได้จัดเงื่อนไขของความผิดพลาดต่าง ๆ และชุดคำสั่งแก้ไขที่จะต้องส่งออกไปไว้ว่าเป็นระบบ และมีกฎเกณฑ์ในการสั่งงานที่มีประสิทธิภาพ ตัวอย่างของ ระบบสั่งงานได้แก่ ตัวสั่งงานแบบพี (P) ตัวสั่งงานแบบไอ (I) ตัวสั่งงานแบบดี (D) ตัวสั่งงานแบบพีไอ (PI) ตัวสั่งงานแบบพีไอดี (PID) ตัวสั่งงานแบบฟัซซีลอจิก (Fuzzy logic) ประเภทของตัวสั่งงาน สามารถแบ่งได้เป็น สองประเภทคือ



รูปที่ 2.26 ตัวสั่งงานแบบแอนาล็อก

1) ตัวสั่งงานแบบแอนาล็อก (Analog controller) ตัวสั่งงานชนิดนี้มีทั้งที่เป็นกลไกทางกลและกลไกทางไฟฟ้า เช่น วงจรออปแอมป์ที่มีอุปกรณ์ประกอบเป็นตัวต้านทาน R และตัวเก็บประจุ C แสดงดังภาพที่ 2.30



รูปที่ 2.27 ตัวสั่งงานแบบดิจิทัล

2) ตัวสั่งงานแบบดิจิทัล (Digital controller) จากภาพที่ 2.27 ตัวสั่งงาน ชนิดนี้ ประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญคือ ก) ภาคตัวแปลงค่าเอาต์ดี (A/D converter) ทำหน้าที่แปลง สัญญาณไฟฟ้าแบบแอนาล็อกที่ส่งมาจากอุปกรณ์ปรับตั้งให้เป็นข้อมูลแบบดิจิทัล สำหรับส่งให้กับ คอมพิวเตอร์ไปประมวลผล ข) ภาคไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) หรือชุดพีซี ทำหน้าที่ รับข้อมูลดิจิทัลจากภาคเอาต์ดีมาทำการประมวลผลตามกฎเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (ซึ่งได้โปรแกรมไว้ในหน่วยความจำล่วงหน้าแล้ว) ผลการประมวลผลเป็นอย่างไรก็จะออกคำสั่งขอแก้ไขเป็นข้อมูลดิจิทัลกลับ ออกไปยังภาคดีทูเอ ภาคตัวแปลงค่าดีทูเอ (A/D converter) ทำหน้าที่ทำการแปลง ข้อมูลดิจิทัลจากคอมพิวเตอร์ให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าแอนาล็อกให้กับอุปกรณ์ขับเคลื่อน

2.13 ControlMaestro



ControlMaestro™
รูปที่ 2. 28โปรแกรม Control Maestro

เป็นชุดโปรแกรมที่นำมาใช้ในการทำ HMI และ ควบคุม SCADA ของการควบคุมนี้ ซึ่ง ControlMaestro เป็นแพลตฟอร์มการพัฒนาซอฟต์แวร์ชั้นสูงโดยเน้นการควบคุมทั้งระบบอัตโนมัติและการควบคุมกระบวนการ ซอฟต์แวร์ระบบอัตโนมัติ ControlMaestro ของบริษัท ELUTIONS อำนวยความสะดวกสบายขั้นสูงแบบครบวงจรสำหรับธุรกิจทางระบบอัตโนมัติ ด้วยการนำประสิทธิภาพของการทำงานที่เหนือชั้นมารวมกันสำหรับบริการระยะไกลและแอปพลิเคชันที่จำเป็นต่อการใช้งานที่เป็นประโยชน์กับผู้ใช้ทั้งในเรื่องของ ประสิทธิภาพทางวิศวกรรม ความปลอดภัย และการขับเคลื่อนกระบวนการแบบไร้สายนอกจากการแสดงผลข้อมูลควบคุม SCADA การกำกับดูแลการสื่อสารและการควบคุมแล้ว ControlMaestro ยังมอบประสิทธิภาพขั้นสูงในการเข้าถึงและควบคุมจากระยะไกลผ่านเว็บ, โครงสร้างการทำงานขององค์กรที่มีความปลอดภัย, เพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนาทางวิศวกรรม, และการควบคุมไร้สายที่ครอบคลุมบริการในบริเวณกว้างเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงบริการงานซ่อมบำรุงเครื่องมือซอฟต์แวร์ทั้งหมดที่ใช้ในการสร้างการทำงานอัตโนมัติที่สมบูรณ์รวมถึงการทำให้งานมีประสิทธิภาพตามที่คาดหวัง

ข้อมูลทั่วไปสำหรับการควบคุม HMI และ SCADA :

- การควบคุมและกระบวนการแบบไม่ต่อเนื่อง
- การเก็บข้อมูล
- การ Alarm
- การแสดงผลข้อมูลแผนภาพ
- การรวมศูนย์การควบคุมและการกระจายข้อมูล
- การรายงานความสมบูรณ์ของการทำงาน
- Local HMI
- การเข้าถึงข้อมูลและการควบคุมจากระยะไกลผ่านเว็บเต็มรูปแบบทุกที่ทุกเวลา

2.14 YOKOGAWA YS1700



รูปที่ 2.29 YOKOGAWA YS1700 Controller

Controller ที่นำมาใช้ในการอ่านค่าเอาต์พุตของ Flow Transmitter เพื่อเช็คการรับส่งสัญญาณจากเครื่องมือมายังห้องปฏิบัติการประมวลผล YS1700 Programmable Indicating Controller เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน สามารถปรับแต่งให้เหมาะกับการใช้งานต่าง ๆ โดยการทำงานโปรแกรมจากผู้ใช้และมีความน่าเชื่อถือสูงด้วยเทคโนโลยีที่เป็นกรรมสิทธิ์ของ Yokogawa ความเป็นมิตรกับผู้ใช้ ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยกว่า และสอดคล้องกับมาตรฐานความปลอดภัยสากลซึ่งมีฟังก์ชันกราฟฟิกแสดงผล ค่า Process variable ทำการตั้งค่า Set point ของกระบวนการ อีกทั้งยังสามารถตั้งการควบคุม ค่า PID ได้อีกด้วย สามารถรับส่ง สัญญาณทั้ง Digital และ Analog สามารถใช้งานในการควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติแต่ละรุ่นของ YS1700

Type	Model and Suffix Codes (x: Depending on specifications)	Analog Inputs		Analog Outputs		Digital Inputs and Outputs (*2)
		1-5 V	Direct inputs (*3)	1-5 V (*1)	4-20 mA	
Basic type	YS1700-x0x	5	-	2 (1)	1 (2)	6
Basic type with expandable I/O	YS1700-x1x	8	-	3 (2)	1 (2)	14
Compatible type for YS100	YS1700-x2x (/Ax)	5 (4)	(1)	2 (1)	1 (2)	6
Compatible type for YS80 internal unit	YS1700-x3x	5	-	2 (1)	1 (2)	6
Compatible type for EBS and I	YS1700-x3x	5	-	2 (1)	1 (2)	6
Compatible type for EK and HOMAC	YS1700-x3x	5	-	2 (1)	1 (2)	6
Compatible type for YS80(Compatible size for YS80 with YS100 terminal)	YS1700-x4x (/Ax)	5 (4)	(1)	2 (1)	1 (2)	6
Compatible type for 100 line(with YS100 terminal)	YS1700-x5x (/Ax)	5 (4)	(1)	2 (1)	1 (2)	6

- *1: One point can be changed to 4-20 mA DC by a parameter setting.
- *2: For only six points, each can be used as either a DI or DO by a parameter setting.
- *3: One from among five analog inputs can be used for a direct input (Option/Ax where x = 01 to 08).
- *4: An interface for the additional Expandable I/O cannot be added after delivery. If there is a possibility that extra input/outputs will be needed, we recommend that you start with the basic type (with expandable I/O)

2.15 Flow Computer (Flow-X ABB)



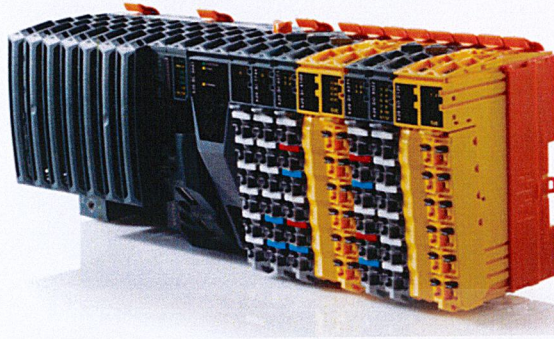
รูปที่ 2. 30 Flow Computer ของ ABB

Flow-X เป็นคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับการควบคุมอัตราการไหลที่แม่นยำและปลอดภัยที่สุดในตลาดปัจจุบันด้วยการออกแบบที่ทันสมัยและส่วนผู้ใช้งานที่สะดวก สามารถใช้สำหรับก๊าซ ของเหลวและไอน้ำ มีฟังก์ชันที่กำหนดค่าได้เพื่อควบคุมระบบการวัดการไหลต่าง ๆ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบยังได้รับการรับรองมาตรฐานทางมาตรวิทยาอีกด้วย ซึ่งแต่ละโมดูลเป็นคอมพิวเตอร์แบบสแตนด์อโลนที่มีจอแสดงผล LCD ของตัวเองสามารถควบคุมการทำงานสูงสุดได้ถึง 4 กระบวนการ/ 1 โมดูล และให้สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตเพียงพอที่จะควบคุมกระบวนการวัดการไหลของก๊าซหรือของเหลวใดๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การกำหนดค่าและการทำงานของมันสามารถทำผ่านหน้าจอสัมผัสที่สามารถใช้หน้าจอเดียวเพื่อเข้าถึงคอมพิวเตอร์หลายเครื่อง การเข้าถึงระยะไกลสามารถทำได้จากเว็บ Client ใด ๆ ผ่านการเชื่อมต่อ HTTPS

คุณสมบัติที่สำคัญ

- มีระดับความสามารถในการวัดและความแม่นยำในการคำนวณสูง
- สามารถใช้ควบคุมการไหลได้ทั้งก๊าซและของเหลวได้อย่างสมบูรณ์ในหน่วย เมตริกและ US
- รองรับ อินพุต เอาท์พุตและอินเตอร์เฟซการสื่อสารที่หลากหลาย
- อินเตอร์เฟซหน้าจอสัมผัสและเนื้อที่เก็บข้อมูลขนาดใหญ่ (1 GB ต่อโมดูล)
- เว็บเซิร์ฟเวอร์ในตัวที่มีความปลอดภัยสูง
- ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านสำหรับการตรวจสอบย้อนกลับไปยังค่าที่สอบเทียบที่แท้จริง
- ชีตความสามารถซอฟต์แวร์ที่เหนือชั้นทั้ง ความยืดหยุ่น ความปลอดภัยและความโปร่งใส

2.16 B&R Automation



รูปที่ 2. 31 PLC ของ B&R Automation

คอนโทรลเลอร์ที่ใช้ คือ B&R automation มีระบบ I / O ที่แตกต่างกันมากมาย ด้วยระบบ X20 B&R เกิดจากประสบการณ์ที่ได้รับจากแอปพลิเคชันทั่วโลกการสนทนากับลูกค้าจำนวนมากและมีจุดประสงค์เพื่อการใช้งานที่ง่ายขึ้น ประหยัด และปลอดภัยยิ่งขึ้นระบบ X20 เป็นวิธียุคใหม่ที่เป็นรูปแบบใหม่สำหรับงานอัตโนมัติในการผลิตเครื่องจักรและระบบ

Specification ของ CPU ที่ใช้งานคือ

X20CP3584 : X20 CPU, Atom 0.6 GHz, 256 MB DDR2 RAM, 1 MB SRAM, removable application memory: CompactFlash, 3 insert slots for X20 interface modules, 2 USB interfaces, 1 RS232 interface, 1 Ethernet interface 10/100/1000BASE-T, 1 POWERLINK interface, including power supply module, 1x terminal block X20TB12, slot covers and X20 end cover plate X20AC0SR1 (right) included, order application memory separately

ซีพียูซีรี่ X20 ที่ได้มีการปรับขนาดได้เหมาะสม รองรับความต้องการที่หลากหลาย สามารถใช้งานได้ทุกที่ ตั้งแต่ฟังก์ชันมาตรฐานไปจนถึงฟังก์ชันขั้นสูงที่ได้รับความนิยมหรือต้องการมากที่สุดพร้อมกับความต้องการประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่ง time cycle ในการประมวลผลรวดเร็วถึง 100 μ s. B&R ที่ประกอบด้วยการเชื่อมต่อแบบ RS232, Ethernet และ USB ซึ่งเป็นอุปกรณ์มาตรฐานอยู่แล้วทำให้ความสามารถของเครือข่ายและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ USB ต่างๆ เป็นไปได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมที่จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เสริมอื่นๆ นอกจากนี้ CPU ทุกตัวยังมีการเชื่อมต่อ POWERLINK เพื่อการสื่อสารแบบเรียลไทม์ ถึงแม้ว่าคุณสมบัติมาตรฐานของซีพียูสามารถรองรับแอปพลิเคชันส่วนใหญ่ได้ แต่ก็มีช่องโมดูลเสริมอีก 3 ช่องสำหรับโมดูลอินเตอร์เฟซเพิ่มเติม เนื่องจากซีพียู X20 ได้รับการออกแบบมาสำหรับการติดตั้งรางในตู้ควบคุมทำให้สามารถเชื่อมต่อโมดูล I / O ได้มากถึง 250-X20 (3000 แชนเนล) ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุดรวมถึงข้อดีของ backplane

ในการควบคุมเครื่องมือต่างๆระยะไกล แหล่งจ่ายไฟที่รวมอยู่ในชุด CPU พร้อมด้วยช่องจ่ายไฟ I / O ให้พลังงานแก่เซ็นเซอร์ backplane และ I / O ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้ส่วนประกอบในการติดตั้ง power supply เพิ่มเติม การเชื่อมต่อ I / O โดยตรงกับ CPU X20 จะได้รับข้อดีในการควบคุมระยะไกลซึ่งสามารถติดตั้งโมดูลต่างๆได้มากมาย

2.17 Additel 221A

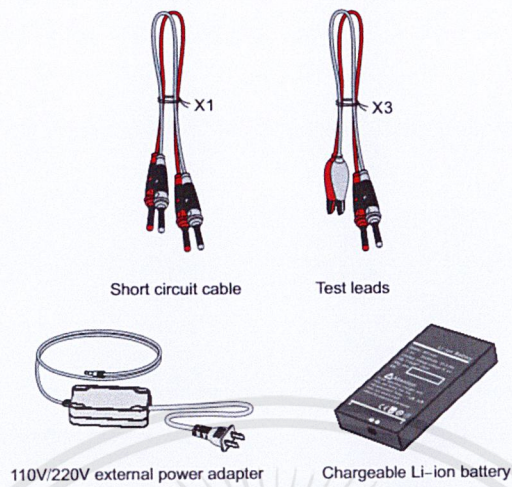


รูปที่ 2.32 Additel 221A

เครื่องสอบเทียบมัลติฟังก์ชันที่มีเทคโนโลยีการใช้งานได้หลากหลาย Additel 221A เป็นอุปกรณ์พกพาขนาดกะทัดรัดทนทานและใช้งานง่าย สำหรับการใช้เป็นแหล่งจ่าย การจำลอง และการวัด ความดัน อุณหภูมิ และสัญญาณไฟฟ้าต่างๆ นอกจากนี้ยังมีเมนูอินเทอร์เฟซที่เหมือนกับสมาร์ทโฟนทำให้การใช้งานง่ายขึ้น 221A เหมาะอย่างยิ่งสำหรับการสอบเทียบ การบำรุงรักษาและการแก้ไขปัญหาเครื่องมือวัดที่ไม่สามารถตรวจสอบขณะอยู่ในกระบวนการได้ จึงใช้ตัว Additel 221A ในการสร้างและจำลองสัญญาณเพื่อตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือ

ในหนึ่งชุดประกอบด้วย

- Additel 221A Calibrator 1 ชิ้น
- สายชาร์จและอะแดปเตอร์ 1 ชิ้น
- แบตเตอรี่ 1 ชิ้น
- Test lead 3 ชุด (6 หัว)
- สาย Short circuit 1 ชุด (2 สาย)
- คู่มือการใช้งาน 1 ชิ้น
- ใบรับรองการสอบเทียบของเครื่องมือ 1 ชิ้น



รูปที่ 2.33 อุปกรณ์ในชุดของ Additel 221A

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทั่วไปของ Additel 221A

General Specifications	
Operating Temperature	-10°C to 50°C
Storage Temperature	-20°C to 60°C
Humidity	<90%, non-condensing
European Compliance	CE Mark
Protection Level	IP30
Display	3.5 inch TFT color screen
Electrical Connection	Ø4mm sockets and flat mini-jack thermocouple socket
RS232 Interface	Standard RS232-DB9 socket
Size	3.9" x 7.6" x 2.0" (100mm x 192mm x 52mm)
Weight	1.6 lb (0.7 kg)
Power Supply	Polymer Li-ion rechargeable battery, or 10V DC adaptor
Battery	Rechargeable Li-ion battery (included)
Battery Life	15 hours uninterrupted use
	Battery life will be reduced when 24V is applied
Battery Charge	110V/220V external power adapter (included)

ตารางที่ 2.3 ย่านการป้อนที่ใช้งานได้ ความละเอียด และความแม่นยำในการรป้อน ของ Additel 221A

Source Accuracy			
Voltage DC	-10.000 to 75.000mV	1 μ V	0.02%RD + 4.25 μ V
	0 to 12.0000 V	0.1mV	0.02%RD + 0.6 mV
Current DC	0 to 22.000 mA	1 μ A	0.02%RD + 1.1 μ A
Resistance	1 to 400.00 Ω	10m Ω	0.02%RD + 0.02 Ω
	1 to 4000.0 Ω	100m Ω	0.03%RD + 0.4 Ω
Frequency	0 to 50000.0 Hz	0.1Hz	0.005%RD + 1 Hz
Pulse	0 to 999999	1	N/A
DC24V	N/A	N/A	0.5V
















รูปที่ 2.34 ลักษณะและฟังก์ชันต่างๆของ Additel 221A

ตารางที่ 2.4 แนะนำช่องเสียบการใช้งาน Additel 221A

ช่อง	อธิบาย
2 และ 9	วัดกระแสไฟฟ้า, วัดแรงดันไฟฟ้า, วัดความต้านทานไฟฟ้า(2สาย), สวิตช์, วัดพัลส์ และ วัดความถี่
2 9 และ 10	วัดความต้านทานไฟฟ้าชนิด 3 สาย
1 2 9 และ 10	วัดความต้านทานไฟฟ้าชนิด 4 สาย
4 และ 7	แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า, แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า(แรงดันภายนอก), แหล่งจ่ายสัญญาณพัลส์ และ แหล่งจ่ายความถี่
4 และ 5	แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าลูปแรงดัน 24 V DC
3 และ 8	แหล่งจ่ายความต้านทานไฟฟ้า
5 และ 6	แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 24 V DC
11	วัดและสอบเทียบอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิล
12	จำลองอุณหภูมิในการสอบเทียบเทอร์โมคัปเปิล
Rs232 interface	การสื่อสารกับคอมพิวเตอร์
charger	ชาร์จแบตเตอรี่

ตารางที่ 2.5 ปุ่มสั่งการฟังก์ชันต่างๆ ของ Additel 221A

ปุ่ม	อธิบาย
	เปิด/ปิด เครื่อง
	การสื่อสารแบบ HART
	เลือกการวัดหรือแหล่งจ่ายเป็น มิลลิวอลต์, โวลต์, พัลส์หรือความถี่
	เลือกการวัดหรือแหล่งจ่ายเป็นความต้านทานไฟฟ้า หรือการทดสอบสวิตช์
	เลือกการวัดหรือแหล่งจ่ายเป็น RTD หรือ เทอร์โมคัปเปิล
	เลือกการวัดหรือแหล่งจ่ายเป็นกระแสไฟฟ้า
	เลือกการวัดหรือแหล่งจ่ายเป็นค่าความดัน
	หมวดเมนูหลัก
	เมนูตั้งค่า
	การบันทึกหน้าจอแสดงผล
	กลับสู่รายการก่อนหน้า
	ยืนยัน ตกลง หรือ เลือกคำสั่งที่ต้องการ
	เลือกทิศทางตัวชี้ ซ้าย ขวา บน ล่าง

เครื่องสอบเทียบ ADT 221A ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการวัด เป็นแหล่งจ่าย และการจำลองสัญญาณต่างๆไม่ว่าจะเป็น กระแส(mA) แรงดัน (mV,V) RTDs Thermocouple ความต้านทานไฟฟ้า ความถี่ และสัญญาณพัลส์ ตรวจสอบสวิตช์หน้าคอนแทค และ ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้า 24 V DC ในวงจรรับ-ส่งสัญญาณมาตรฐาน

ฟังก์ชันทางด้านไฟฟ้า

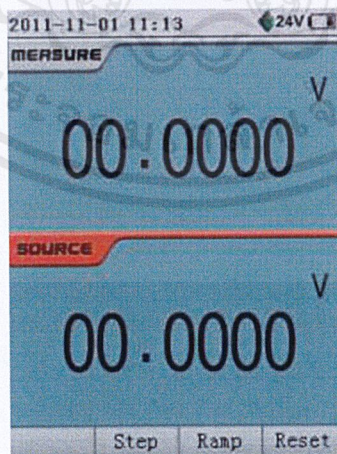
- การวัด/Simulation ค่าความต้านทาน
- การวัด/แหล่งจ่าย แรงดันไฟฟ้า
- การวัด/แหล่งจ่าย กระแสไฟฟ้า
- การวัด/แหล่งจ่าย ความถี่
- การวัด/แหล่งจ่าย สัญญาณพัลส์
- 24 V DC Loop supply
- การตรวจสอบสวิตช์หน้าคอนแทค

ฟังก์ชันทางด้านอุณหภูมิ

- การวัด / Simulation เครื่องมือวัดอุณหภูมิ Thermocouple
- การวัด / Simulation เครื่องมือวัดอุณหภูมิ RTD

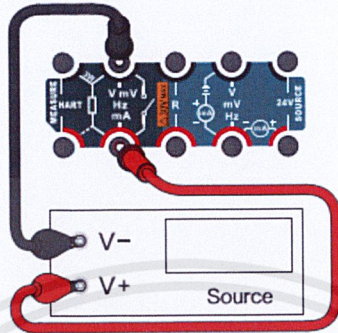
2.17.1 การเชื่อมต่อสายในการวัดต่างๆ

หน้าจอแสดงผลเมื่อเริ่มทำงาน จะแบ่งเป็นส่วนบนแสดงผลการวัด และส่วนล่างแสดงข้อมูลแหล่งจ่ายที่ป้อนให้กับอุปกรณ์ แสดงปริมาณแบตเตอรี่ และวันเวลาปัจจุบัน



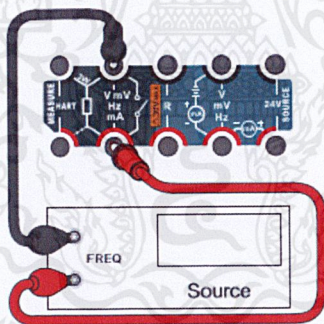
รูปที่ 2.35 หน้าจอแสดงผลของ Additel221A

2.17.1.1 การวัดแรงดันไฟฟ้า **V/Hz** โดยการเลื่อนเคอร์เซอร์ไปที่บริเวณการแสดงผลการวัด กดปุ่มเลือกการวัดเป็น มิลลิโวลต์ หรือ โวลต์ให้ตรงตามปริมาณที่ต้องการวัด แล้วต่อสายไปยังเครื่องมือที่ต้องการวัดดังรูปข้างล่าง

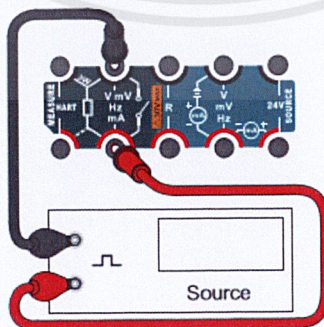


รูปที่ 2.36 การต่อสายวัดแรงดันไฟฟ้าจาก Additel


2.17.1.2 การวัดความถี่และสัญญาณพัลส์ **V/Hz** โดยการเลื่อนเคอร์เซอร์ไปที่บริเวณการแสดงผลการวัด กดปุ่มเลือกการวัดเป็น ความถี่ (Hz) หรือ สัญญาณพัลส์ให้ตรงตามชนิดที่ต้องการวัด แล้วต่อสายไปยังเครื่องมือที่ต้องการวัดดังรูปข้างล่าง

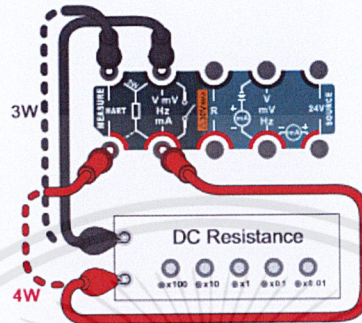


รูปที่ 2.37 การต่อสายวัดความถี่จาก Additel

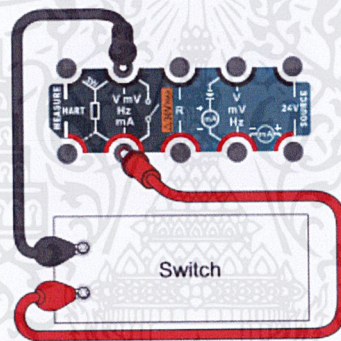


รูปที่ 2.38 การต่อสายวัดสัญญาณพัลส์ไฟฟ้าจาก Additel


2.17.1.3 การวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าและการทดสอบสวิตช์หน้าคอนแทก NO, NC อุปกรณ์  โดยการเลื่อนคอร์เซอร์ไปที่บริเวณการแสดงผลการวัด กดปุ่มเลือกการวัดเป็นค่าความต้านทานไฟฟ้า หรือ การทดสอบสวิตช์ โดยเลือกให้ตรงตามชนิดที่ต้องการวัด แล้วต่อสายไปยังเครื่องมือที่ต้องการวัดดังรูปข้างล่าง

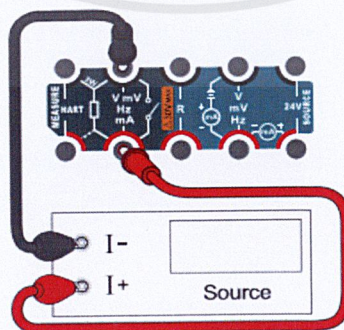


รูปที่ 2.39 การต่อสายวัดความต้านทานไฟฟ้า (2สาย,3สายและ4สาย)



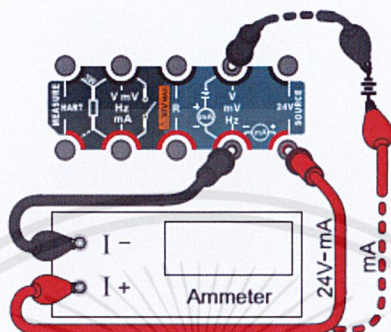
รูปที่ 2.40 การต่อสายทดสอบหน้าคอนแทก NO,NC

2.17.1.4 การวัดค่ากระแสไฟฟ้า (External power supply)  โดยการเลื่อนคอร์เซอร์ไปที่บริเวณการแสดงผลการวัด กดปุ่มเลือกการวัดเป็น มิลลิแอมป์ แล้วต่อสายไปยังเครื่องมือที่ต้องการวัดดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 2.41 การต่อสายการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Additel

2.17.1.5 การ Simulation กระแสไฟฟ้าในการ Calibrate Transmitter (Internal 24V DC power supply) **mA** โดยการเลื่อนเคอร์เซอร์ไปที่บริเวณการแสดงผลการป้อนค่าทางไฟฟ้า กดปุ่มเลือกการป้อนเป็น มิลลิแอมป์แบบ มีลูป 24 V DC แล้วต่อสายไปยังเครื่องมือที่ต้องการป้อนดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 2.42 การต่อสายการ Simulation กระแสไฟฟ้าจาก Additel

ตารางที่ 2.6 ย่านการวัดที่ใช้งานได้ ความละเอียด และความแม่นยำในการวัด ของ Additel 221A

Measurement Accuracy				
	Range	Resolution	Accuracy	
Voltage DC	± 75.0000 mV	0.1 μ V	0.01%RD + 3.75 μ V	
	± 30.0000 V	0.1 mV	0.01%RD + 1.5 mV	
Current DC	± 30.0000 mA	0.1 μ A	0.01%RD + 1.5 μ A	
Resistance	Two-wire	0 to 400.000 Ω	1m Ω	0.02%RD + 0.02 Ω
	Three-wire	0 to 400.000 Ω	1m Ω	0.02%RD + 0.02 Ω
	Four-wire	0 to 400.000 Ω	1m Ω	0.01%RD + 0.02 Ω
	Two-wire	0 to 4000.00 Ω	10m Ω	0.02%RD + 0.2 Ω
	Three-wire	0 to 4000.00 Ω	10m Ω	0.02%RD + 0.2 Ω
	Four-wire	0 to 4000.00 Ω	10m Ω	0.01%RD + 0.2 Ω
Frequency	1 to 50000.0 Hz	0.1Hz	0.005%RD + 1 Hz	
Pulse	0 to 999999	1	N/A	
Limit Switch	For the contact with potential, the voltage within the range 3V to 24V.			

ตารางที่ 2.7 ย่านการวัดและความแม่นยำในการอ่านค่าอุณหภูมิจาก Thermocouple ผ่าน Additel 221A

Thermocouple Measurement and Source Accuracy					
Measure and Simulate	Standard	Temperature Range (°C)		Accuracy (°C)	
				Measure	Source
S	IEC 584	-50 to 1768	-50 to 400	1	1.1
			400 to 1000	0.6	0.6
			1000 to 1768	0.7	0.8
R	IEC 584	-50 to 1768	-50 to 200	1.4	1.4
			200 to 500	0.6	0.6
			500 to 1768	0.6	0.7
B	IEC 584	0 to 1820	50 to 450	3.8	3.8
			450 to 800	0.9	0.9
			800 to 1820	0.6	0.7
K	IEC 584	-270 to 1372	-250 to -200	1	1.1
			-200 to -100	0.4	0.5
			-100 to 600	0.3	0.3
			600 to 1372	0.4	0.5
N	IEC 584	-270 to 1300	-250 to -200	1.5	1.6
			-200 to -100	0.5	0.6
			-100 to 1300	0.4	0.5
E	IEC 584	-270 to 1000	-250 to -200	0.6	0.7
			-200 to -100	0.3	0.3
			-100 to 0	0.2	0.2
			0 to 700	0.2	0.3
J	IEC 584	-270 to 1200	700 to 1000	0.2	0.4
			-210 to -100	0.3	0.3
T	IEC 584	-270 to 400	-100 to 1200	0.3	0.4
			-250 to -200	0.8	0.9
			-200 to 0	0.4	0.4

			0 to 400	0.2	0.2
C	ASTM E988	0 to 2315	0 to 1000	0.5	0.5
			1000 to 1800	0.7	0.9
			1800 to 2315	1	1.4
D	ASTM E988	0 to 2320	0 to 100	0.5	0.5
			100 to 1100	0.4	0.5
			1100 to 2000	0.6	0.9
			2000 to 2320	0.9	1.3
G	ASTM E1751	0 to 2315	0 to 200	2.4	2.4
			200 to 400	0.5	0.5
			400 to 1400	0.4	0.5
			1400 to 2315	0.7	1
L	DIN43710	-200 to 900	-200 to -100	0.2	0.3
			-100 to 400	0.2	0.2
			400 to 900	0.2	0.3
U	DIN43710	-200 to 600	-200 to 0	0.4	0.4
			0 to 600	0.2	0.3
*Accuracy with external cold junction; for internal cold junction add 0.1°C (k=2)					

ตารางที่ 2.8 ย่านการวัดและความแม่นยำในการอ่านค่าอุณหภูมิจาก RTD ผ่าน Additel 221A

Measurement Accuracy						
Measure and Simulate	Standard	Temperature Range (°C)		Accuracy (°C)		
				Measure (2W/3W)	Measure (4W)	Source
Pt10(385)	IEC 751	-200 to 850	-100 to 200	0.65	0.6	0.65
			200 to 600	0.82	0.72	0.82
			600 to 850	0.96	0.82	0.96

Pt100(385)	IEC 751	-200 to 850	-100 to 200	0.15	0.1	0.15
			200 to 600	0.26	0.16	0.26
			600 to 850	0.34	0.2	0.34
Pt100(3916)	JIS 1604	-200 to 850	-100 to 200	0.15	0.1	0.15
			200 to 600	0.26	0.16	0.26
			600 to 850	0.33	0.2	0.33
Pt100(3926)	Minco Application Aid #18	-200 to 850	-100 to 200	0.15	0.1	0.15
			200 to 600	0.26	0.16	0.26
			600 to 850	0.33	0.2	0.33
Pt500(385)	IEC 751	-200 to 850	-100 to 200	0.2	0.16	0.36
			200 to 600	0.32	0.22	0.54
			600 to 850	0.4	0.27	0.67
Pt1000(385)	IEC 751	-200 to 850	-100 to 200	0.1	0.05	0.25
			200 to 600	0.2	0.1	0.42
			600 to 850	0.27	0.14	0.54
Cu10(427)	Minco Application Aid #18	-100 to 260	-100 to 260	0.61	0.56	0.61
Cu50(428)	GOST 6651-94	-50 to 150	-50 to 150	0.17	0.13	0.17
Cu100(428)	GOST 6651-94	-50 to 150	-50 to 150	0.12	0.09	0.12
Ni120(672)	Edison curve #7	-100 to 260	-100 to 260	0.07	0.05	0.07
Ni100(618)	DIN 43760	-100 to 260	-100 to 260	0.08	0.06	0.08

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ

ขั้นตอนการดำเนินการในการออกแบบตู้ power supply ให้กับ Flow Meter ของลูกค้าที่เข้าจะมารับบริการสอบเทียบ และตู้ Junction Box ในการรับส่งสัญญาณระหว่างเครื่องมือวัดและห้อง Control Room โดยจะแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนใหญ่คือ 1. การศึกษาระบบการสอบเทียบและขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดอัตโนมัติการไหลของทางบริษัท 2. สำรวจพื้นที่หน้างานเพื่อวางแผนระบบการเดินสายไฟ 3. ออกแบบฟังก์ชันการใช้งานและ Panel การใช้งานของตู้ 4. ตรวจสอบการทำงานของตู้และแก้ไขปัญหา 5. ติดตั้งตู้และทดสอบการสั่งงานจาก HMI บน SCADA

ตารางที่ 3.1 แผนปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

แผนปฏิบัติงานสหกิจศึกษา																		
ลำดับ	รายละเอียดการทำงาน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1.	การศึกษาระบบการสอบเทียบและขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดอัตโนมัติการไหลของทางบริษัท	←→																
2.	สำรวจพื้นที่หน้างานเพื่อวางแผนระบบการเดินสายไฟ		←→															
3.	ออกแบบฟังก์ชัน และ Panel การใช้งาน					←→												
4.	ตรวจสอบการทำงานของตู้และแก้ไขปัญหา									←→								
5.	ติดตั้งตู้และทดสอบการสั่งงานจาก HMI บน SCADA													←→				

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลโครงการ

เริ่มแรกในการศึกษากระบวนการสอบเทียบของทางบริษัท ทางบริษัทให้บริการการสอบเทียบซึ่งแบ่งเป็น 2 วิธี คือ 1. การเทียบเครื่องมือวัดอัตโนมัติการไหลของลูกค้า (MUT) เทียบกับ Master Flow Meter 2.

การสอบเทียบโดยวิธี Weighing Method ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบ MUT กับมวลน้ำหนักที่อ่านได้จากน้ำที่ตวงผ่าน Prover Tank ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 4 PLANT คือ PLANT A สามารถรองรับขนาดเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่จะเข้ารับการสอบเทียบตั้งแต่ 0.5-3 นิ้ว ย่าน Flow rate อยู่ในช่วง 0-20 m³/h บริการสอบเทียบได้ 4 line , PLANT B สามารถรองรับขนาดเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่จะเข้ารับการสอบเทียบตั้งแต่ 2-6 นิ้ว ย่าน Flow rate อยู่ในช่วง 0-130 m³/h บริการการสอบเทียบได้ 3 line, PLANT C สามารถรองรับขนาดเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่จะเข้ารับการสอบเทียบตั้งแต่ 4-8 นิ้ว ย่าน Flow rate อยู่ในช่วง 0-380 m³/h บริการการสอบเทียบได้ 2 line, PLANT D สามารถรองรับขนาดเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่จะเข้ารับการสอบเทียบตั้งแต่ 6-16 นิ้ว ย่าน Flow rate อยู่ในช่วง 0-600 m³/h บริการการสอบเทียบได้ 1 line, ดังนั้นในการสอบเทียบสามารถรับเครื่องมือวัดอัตราการไหล MUT ได้สูงสุดใน 1 รอบ คือ 10 ตัว ตู้ Junction Box และ Power Supply ที่ต้องทำการติดตั้งคือ จำนวน 10 ตู้ เพื่อให้รองรับการสอบเทียบอย่างต่อเนื่อง และสูงสุดต่อรอบ

3.2 การสำรวจพื้นที่หน้างาน

การไปสำรวจหน้างานมีจุดประสงค์หลักคือ ดูพื้นที่การติดตั้งของตู้ Junction Box และ Power Supply การจัดวางเพื่อความสะดวกสบาย ความปลอดภัยในการใช้งาน อีกทั้งยังเป็นการวางแผนการเดินสายไฟสำหรับการเชื่อมต่อ จุดที่ติดตั้ง และ ความยาวของสายไฟของแต่ละ PLANT ซึ่งในแต่ละตู้ จะใช้ไฟฟ้าที่จ่ายให้กับตู้คือไฟ 220 V AC 1 สาย สัญญาณที่ส่งจากเครื่องมือที่เข้ารับการสอบเทียบ 2 สัญญาณ คือ Milli Amp, Pulse และสาย Spare อีก 1 สาย รวมเป็น 3 สาย คำสั่งเลือกตู้และสัญญาณส่งกลับจาก SCADA คือ DI,DO อีก 2 สาย รวมเป็นหนึ่งตู้จะต้องเดินสายไฟในรางสายไฟ 6 เส้น โดยทำการเข้าสายที่เทอมินอลในตู้ควบคุมและลากไปยังหน้างาน



(a) เข้าสายที่เทอมินอลในตู้คอนโทรล



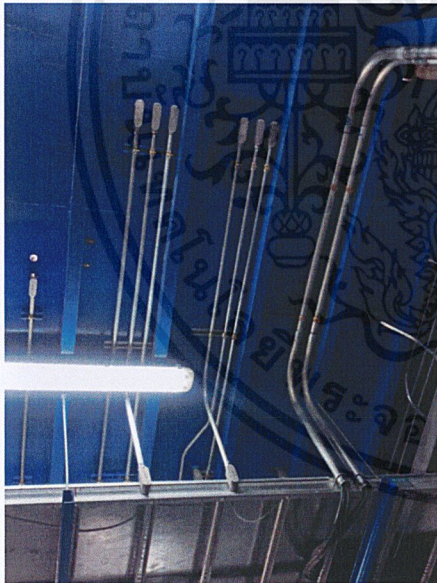
(b) ลากสายไปยังหน้างาน

รูปที่ 3.1 สายไฟจากห้อง Control Room



(a) เดินสายไฟจากตู้คอนโทรลไปตามรางท่อ (b) สายไฟต่างๆควรรอยู่ใน tray ตามรูป
รูปที่ 3.2 เดินสายไฟใน tray

ติดตั้งและเดินสายไฟในท่อ Conduit cable , Flexible cable และ Cable grand เพื่อความปลอดภัยของ
สายไฟในราง ป้องกันการชำรุดและเลือกชนิดที่มีฉนวนหนาแน่นน้ำ



(a) ท่อ Conduit (b) Flexible และ Cable grand
รูปที่ 3.3 ท่อ Conduit , Flexible และ Cable grand

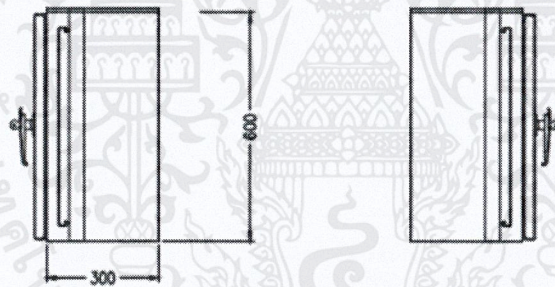
3.3 ออกแบบฟังก์ชันการใช้งาน และ Panel การใช้งานของตู้

ตู้ Power Supply และ Junction Box นี้มีมีจุดประสงค์ในการทำคือ เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับ
เครื่องมือที่เข้ารับการสอบเทียบของลูกค้า โดยเครื่องมือวัดอัตราแต่ละชนิดต้องการไฟฟ้ามาเป็นพลังงานในการ

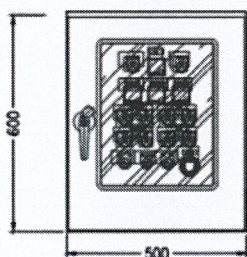
ใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้นี้สามารถเลือกไฟฟ้าที่จ่ายกับเครื่องมือที่ลูกค้านำมาสอบเทียบได้ 3 รูปแบบ คือ 220V AC , 110 V AC และ 24V DC อีกทั้งยังสามารถเลือกการรับส่งสัญญาณที่ส่งจากทรานสมิตเตอร์ไปยัง Control Room ได้ 2 แบบคือ 2-wire และ 4-wire ซึ่ง ถ้าเลือกแบบ 2-wire ก็จะมีปุ่มไฟฟ้าที่สามารถเลือกจ่ายให้กับ Flow Meter ได้ 3 ขนาดแรงดันตามที่ระบุไว้ข้างต้น จากนั้น ในตัวยังมีระบบที่สามารถเลือกใช้งานได้จากการควบคุมเลือกตู้ผ่านจากห้อง Control Room หรือ เลือกจากหน้าจอ SCADA ถ้าไม่มีคำสั่งเลือกตู้มาจาก SCADA ผู้ปฏิบัติงานหน้างานก็ไม่สามารถเลือกไฟฟ้าที่จ่ายให้กับ Flow Meter ของลูกค้าได้ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการทำงานและเป็นการคอนเฟิร์มเพื่อใช้งานในไลน์ที่ถูกต้อง จากนั้นมีมิเตอร์วัดที่หน้าตู้เพื่อเช็คความปกติของแรงดันที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ของลูกค้า การใช้งานจะใช้สวิตช์ชนิดกุญแจเพื่อป้องกันความปลอดภัยและให้สิทธิ์การเลือกใช้งานได้เฉพาะผู้ที่ได้รับมอบหมายเท่านั้นป้องกันการไปกดเล่นหรือใช้งานจากบุคคลอื่น

3.3.1 ศึกษาและออกแบบตู้ภายนอกและภายใน

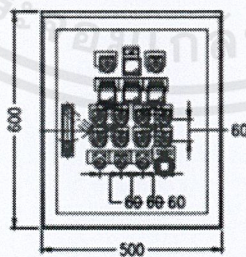
เนื่องพื้นที่การติดตั้งอยู่บริเวณติดกับโปรเซสที่ทำการสอบเทียบให้ลูกค้า เพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือ เกิดการช็อตของไฟฟ้า เนื่องจากโปรเซสมีความชื้นซึ่งทำให้ท่อแตก จึงมีการออกแบบใช้ตู้ที่มีแผ่นเหล็กปิดสนิทบริเวณด้านบนและด้านข้าง อีกทั้งยังมียางซีลเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำอีกด้วย



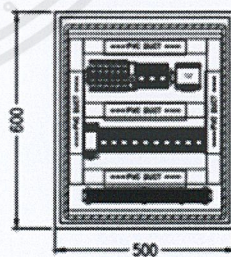
รูปที่ 3.4 โครงสร้างภายนอกตู้



(a) FRONT VIEW

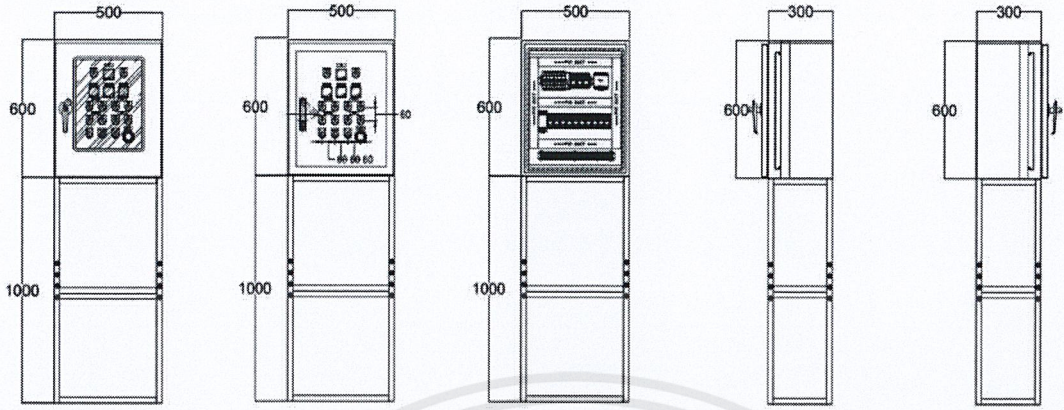


(b) INNER VIEW 1



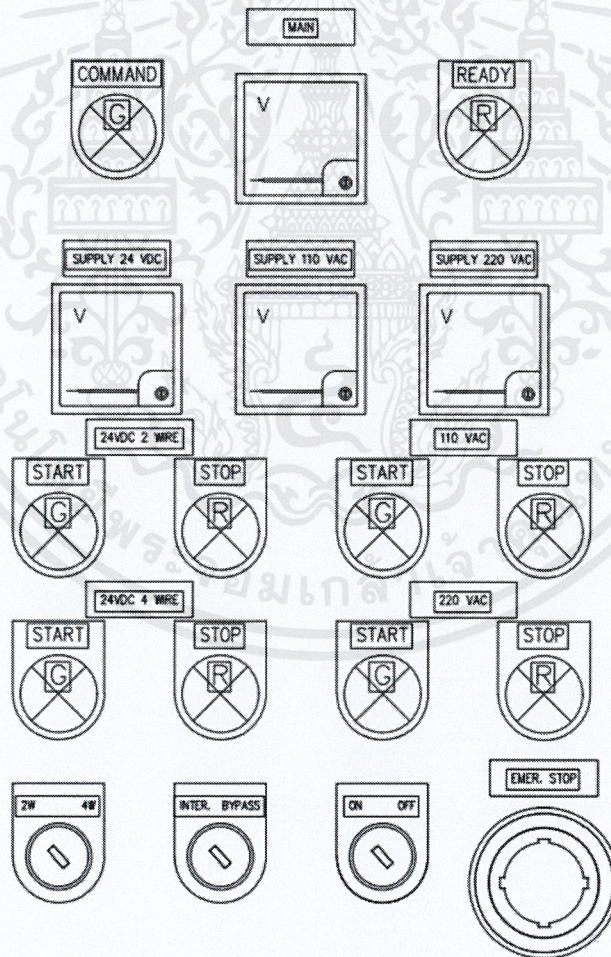
(c) INNER VIEW 2

รูปที่ 3.5 โครงสร้างภายในตู้



(a) FRONT VIEW (b) INNER VIEW 1 (c) INNER VIEW 2 (d) SIDE RIGHT VIEW (e) SIDE LEFT VIEW

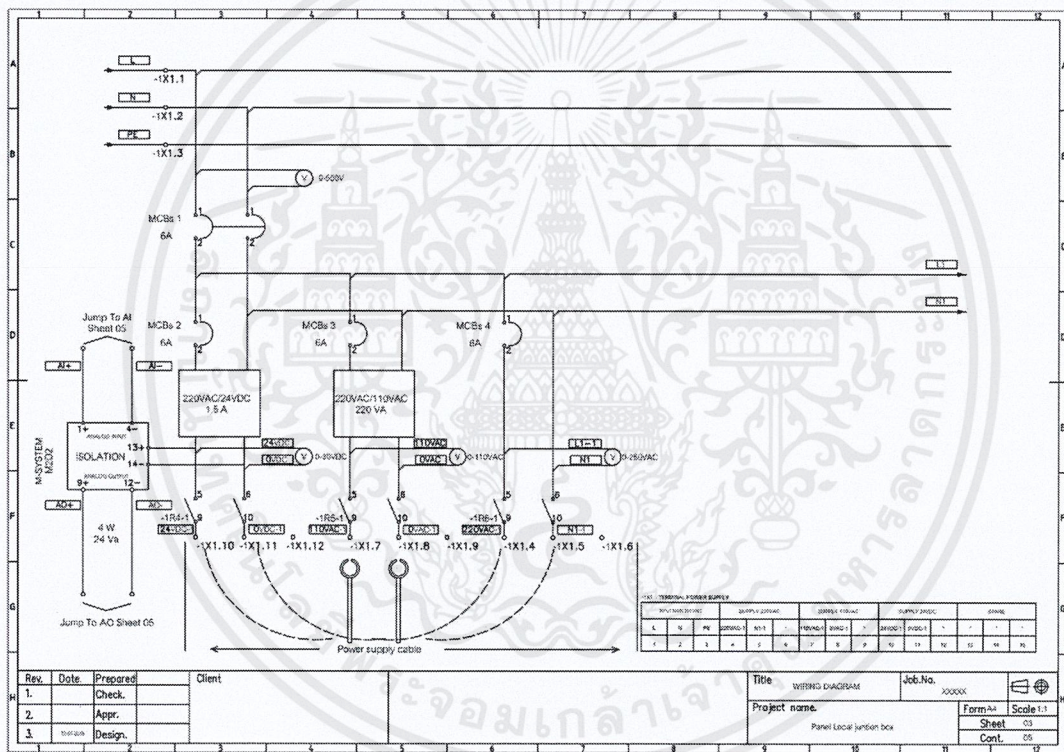
รูปที่ 3.6 รูปแบบและโครงสร้างตู้



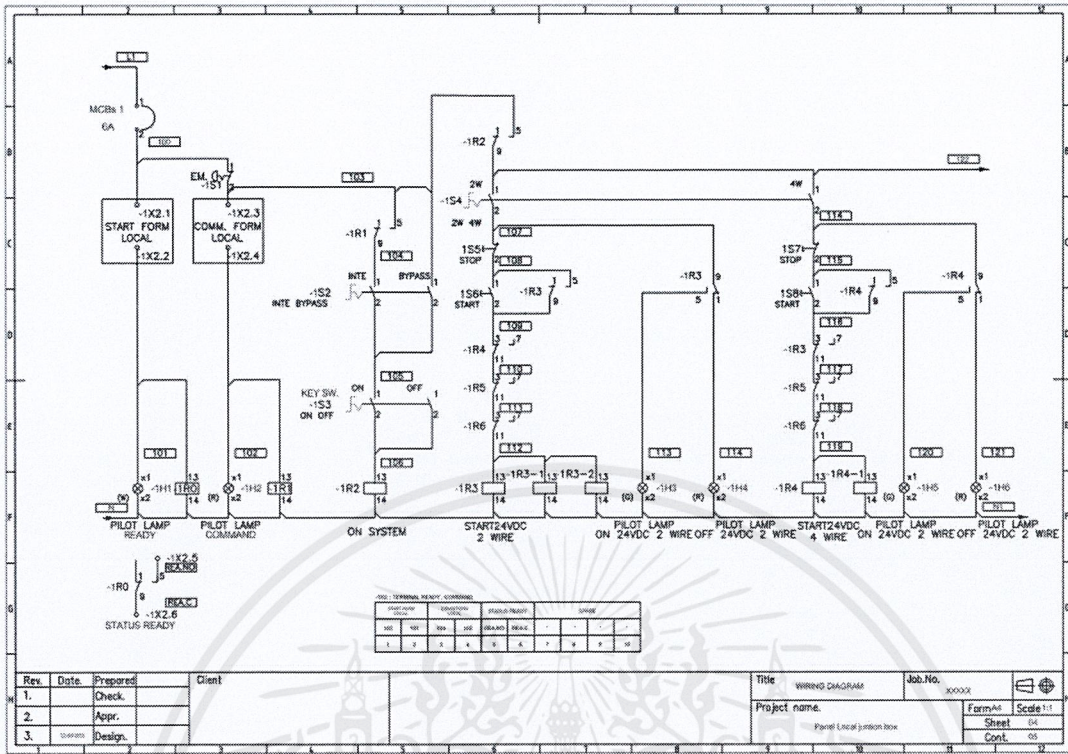
รูปที่ 3.7 Panel ที่ใช้งานโดยผู้ควบคุมพนักงาน

3.3.2 ศึกษาและออกแบบวงจรไฟฟ้าที่ใช้ในตัว

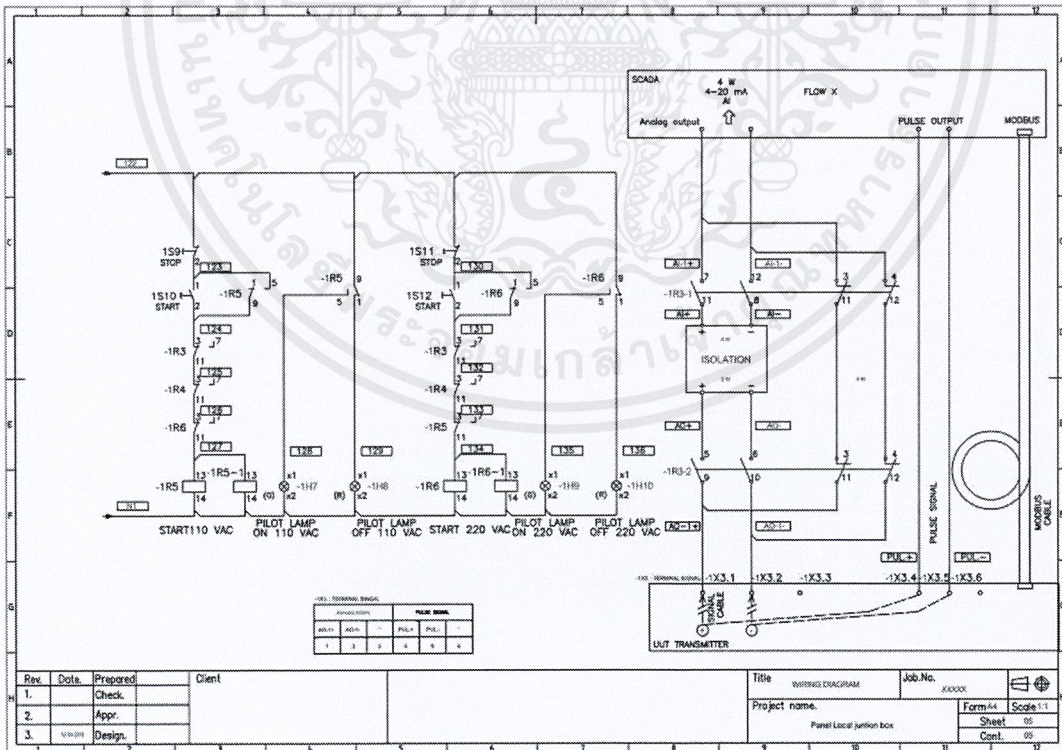
เป็นการรับไฟฟ้าจากตัวอาคารมาเป็น ไฟ 220 V AC แล้วทำการแปลงเป็น ไฟฟ้าที่ใช้ให้กับเครื่องมือที่ลูกค้าเข้ามาสอบเทียบอีก 2 ชนิดคือ 110V AC และ 24V DC ส่วน 220V AC ก็เดินสายไปเทอมินอลใหม่เพื่อจัมป์ไปใช้ได้โดยไม่ต้องทำการแปลง นอกจากนี้ยังมีการใช้ ISOLATION ในการทำสัญญาณ 2-wire จากทรานสมิตเตอร์ ให้เป็น Loop ที่มี ไฟ 24V DC ในลูปด้วย เนื่องจาก Flow X ที่รับสัญญาณจากเครื่องมือที่เข้ารับการสอบเทียบ (UUT) ของลูกค้าเป็นโมดูล Analog Input ที่รับสัญญาณได้แค่รูปแบบ 4-wire หรือที่มีทั้ง ไฟ 24 V DC และ สัญญาณมาตรฐาน 4-20 mA ในลูป ดังนั้นจึงนำสัญญาณมาตรฐานที่ออกจากทรานสมิตเตอร์มาผ่าน ISOLATION เพื่อเพิ่มแรงดัน 24 V DC ในลูปให้ Flow X ได้อ่านค่าเอาท์พุทที่วัด Flow rate จากเครื่องมือที่เข้ารับการสอบเทียบของลูกค้ามาเปรียบเทียบกับ Master Flow Meter หรือ Weighing Method



รูปที่ 3.8 วงจรไฟฟ้าของตู้



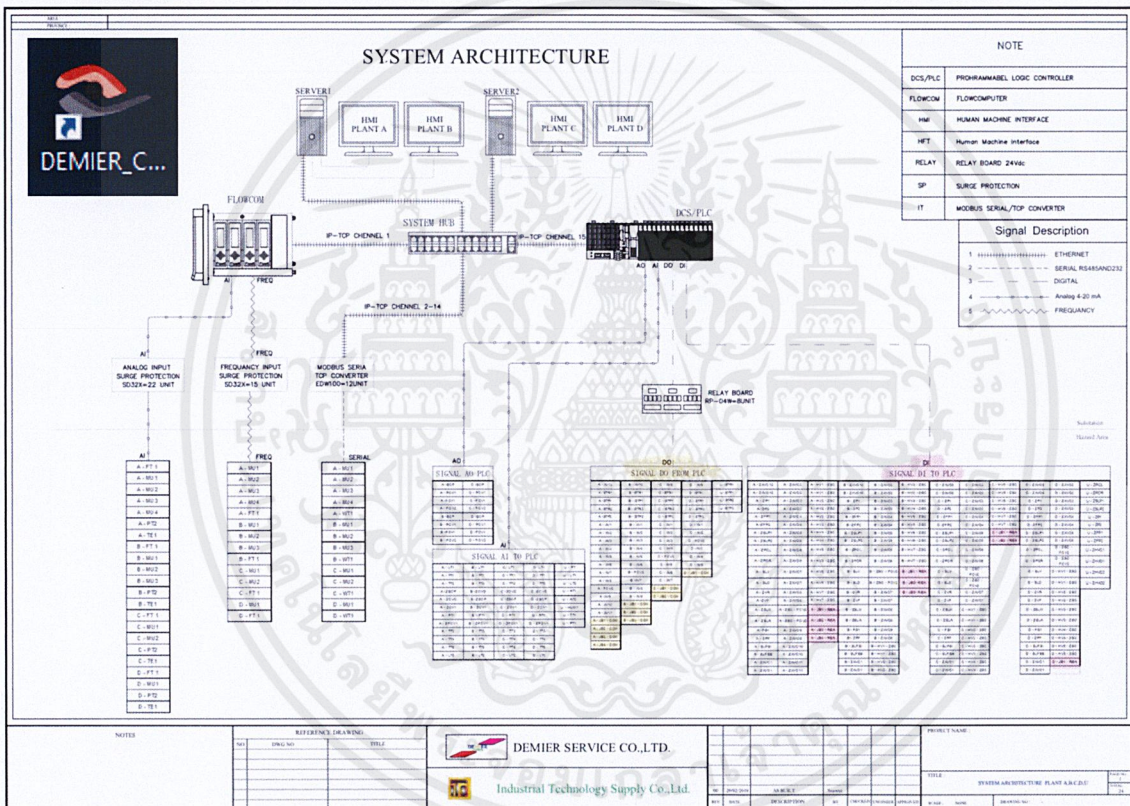
รูปที่ 3.9 วงจรไฟฟ้าของตู้ (ต่อ)



รูปที่ 3.10 วงจรไฟฟ้าของตู้ (ต่อ)

3.3.3 ศึกษาและออกแบบหน้าจอการสั่งงานบน SCADA

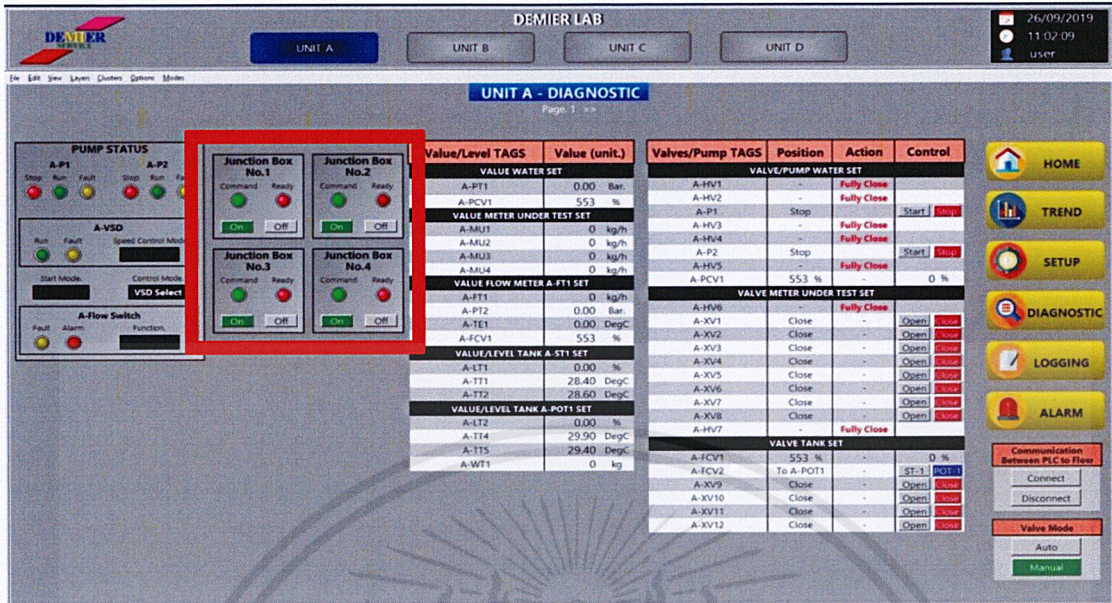
ฟังก์ชันหนึ่งของตัว คือสามารถเลือกใช้งานตู้ได้โดยการสั่งงานผ่าน SCADA โดยการแก้ไขโปรแกรมเพิ่มเติม HMI ในชุดคำสั่งโปรแกรม Control Maestro 2015 จาก Control Room เพื่อเป็นการยืนยันไลน์ที่ใช้ในการสอบเทียบ โดยการวาดกราฟฟิค และเชื่อมโยงแอดเดรสของตัวแปร ที่มาจาก PLC เพื่อให้แสดงสถานะการเลือกใช้ของแต่ละตู้ ขณะที่ตู้ที่ไม่ได้ถูกใช้งาน ไฟแสดงสถานะCommand จะไม่มีไฟแสดงผล เมื่อต้องการเลือกตู้ให้กดไปที่ปุ่ม on ไฟ Command จะแสดงสีเขียว จากนั้นเมื่อผู้ปฏิบัติหน้างานเลือกไฟที่จ่ายให้กับ Flow Meter ของลูกค้ำที่เข้ารับการสอบเทียบ เซลล์จะส่งสัญญาณกลับมาแสดงที่ SCADA แสดงผลไฟสีแดงที่ Ready แสดงถึงความพร้อมที่จะทำการสอบเทียบเครื่องมือของลูกค้ำในไลน์ที่เลือก



รูปที่ 3. 11 System Architecture ของ Lab Flow Calibration

PLANT-A ประกอบด้วย 4 ท่อ ใช้ 4 ตู้

ทำการออกแบบสร้างหน้าผู้ใช้งานเพื่อให้เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน และมีลจิกที่ตรงกับฟังก์ชันการใช้งานจริง ใน 1 กล่องจะประกอบปุ่มเลือกตู้ 2 ปุ่ม คือ สั่งเปิด (On) และปิด (Off) มีไฟแสดงสถานะการทำงานของตู้ 2 สถานะ คือ Command - แสดงสถานะว่าตู้ถูกเลือกให้ทำงานอยู่ Ready - แสดงสถานะว่าตู้กำลังใช้งานในโปรเซส



รูปที่ 3.12 แผนภาพรวมแสดงหน้าจอ SCADA ของ PLANT-A

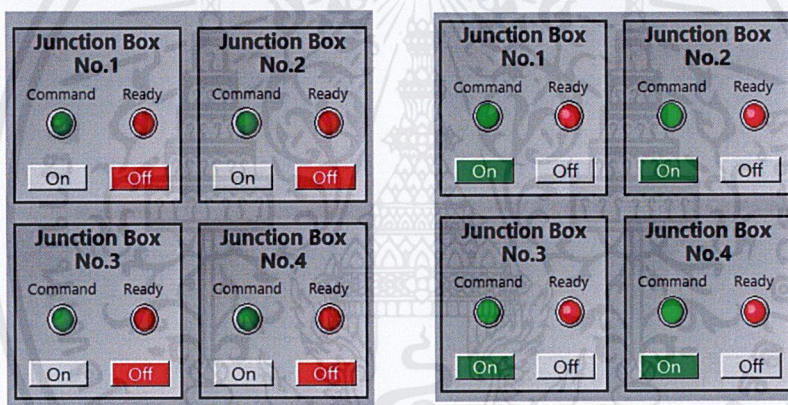
จากนั้นทำการเชื่อมต่อระหว่างปั๊มที่ใช้งานบนหน้าจอกอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุม โดยการใช้แอดเดรสของตัวแปร ที่สั่งการสั่งเลือกดูจาก PLC มา Mapping บนปั๊มหรือสถานะของปั๊มที่เราต้องการใช้งานตามที่แจ้งไว้ข้างต้น โดยสถานะที่ทำการสั่งเลือกดูคือ Digital Output (DO) และสถานะที่ทำการแสดงกลับมายัง PLC ว่าตัวนี้พร้อมใช้งาน คือ Digital Input (DI) ซึ่งดูข้อมูล ต่างๆได้จากใน I/O List ที่ทางบริษัท PLC จัดทำมา ไม่ว่าจะ เป็นชื่อแท็ก ชนิดของ I/O และคำอธิบายการทำงานของ I/O ตัวแปรนั้นๆ

Idx	Model	PLC	Type no	Ch.	PV I/O	I/O nam	I/O tag	Description	Group
84	X20DIF371	027		DigitalInput09	diA_ZXVC10	DI041	A - ZXVC10	Circulation Valve Status_Close	A-DI
85	X20DIF371	027		DigitalInput10	diA_ZXVO10	DI042	A - ZXVO10	Circulation Valve Status_Open	A-DI
86	X20DIF371	027		DigitalInput11	diA_ZXVC11	DI043	A - ZXVC11	Status Of Prover Tank Drain Valve_Close	A-DI
87	X20DIF371	027		DigitalInput12	diA_ZXVO11	DI044	A - ZXVO11	Status Of Prover Tank Drain Valve_Open	A-DI
88	X20DIF371	027		DigitalInput13	diA_HV1_ZSC	DI045	A - HV1 - ZSC	Status Fully Close of Valve A - HV1	A-DI
89	X20DIF371	027		DigitalInput14	diA_HV1_ZSO	DI046	A - HV1 - ZSO	Status Fully Open of Valve A - HV1	A-DI
90	X20DIF371	027		DigitalInput15	diA_HV2_ZSC	DI047	A - HV2 - ZSC	Status Fully Close of Valve A - HV2	A-DI
91	X20DIF371	027		DigitalInput16	diA_HV2_ZSO	DI048	A - HV2 - ZSO	Status Fully Open of Valve A - HV2	A-DI
92	X20DIF371	028	4	DigitalInput01	diA_HV3_ZSC	DI049	A - HV3 - ZSC	Status Fully Close of Valve A - HV3	A-DI
93	X20DIF371	028		DigitalInput02	diA_HV3_ZSO	DI050	A - HV3 - ZSO	Status Fully Open of Valve A - HV3	A-DI
94	X20DIF371	028		DigitalInput03	diA_HV4_ZSC	DI051	A - HV4 - ZSC	Status Fully Close of Valve A - HV4	A-DI
95	X20DIF371	028		DigitalInput04	diA_HV4_ZSO	DI052	A - HV4 - ZSO	Status Fully Open of Valve A - HV4	A-DI
96	X20DIF371	028		DigitalInput05	diA_HV5_ZSC	DI053	A - HV5 - ZSC	Status Fully Close of Valve A - HV5	A-DI
97	X20DIF371	028		DigitalInput06	diA_HV5_ZSO	DI054	A - HV5 - ZSO	Status Fully Open of Valve A - HV5	A-DI
98	X20DIF371	028		DigitalInput07	diA_HV6_ZSC	DI055	A - HV6 - ZSC	Status Fully Close of Valve A - HV6	A-DI
99	X20DIF371	028		DigitalInput08	diA_HV6_ZSO	DI056	A - HV6 - ZSO	Status Fully Open of Valve A - HV6	A-DI
100	X20DIF371	028		DigitalInput09	diA_HV7_ZSC	DI057	A - HV7 - ZSC	Status Fully Close of Valve A - HV7	A-DI
102	X20DIF371	028		DigitalInput11	diA_JB1_REA	DI059	A - JB1 - REA	Status Feedback Junction Box 1 Ready	A-DI
103	X20DIF371	028		DigitalInput12	diA_JB2_REA	DI060	A - JB2 - REA	Status Feedback Junction Box 2 Ready	A-DI
104	X20DIF371	028		DigitalInput13	diA_JB3_REA	DI061	A - JB3 - REA	Status Feedback Junction Box 3 Ready	A-DI
105	X20DIF371	028		DigitalInput14	diA_JB4_REA	DI062	A - JB4 - REA	Status Feedback Junction Box 4 Ready	A-DI
109	X20DIF371	029		DigitalInput02	diB_ZXVO10	DI066	B - ZXVO10	Valve Status_Open	B-DI
110	X20DIF371	029		DigitalInput03	diB_ZP1	DI067	B - ZP1	Pump 1 Run Status (DCS Indicator)	B-DI
111	X20DIF371	029		DigitalInput04	diB_ZP2	DI068	B - ZP2	Pump 2 Run Status (DCS Indicator)	B-DI

รูปที่ 3.13 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DI สถานะ Ready จากตัวมายัง PLC ของ PLANT-A

Idx.	Model	PLC	Type no	Ch.	PV I/O	I/O name	I/O tag	Description	Group
441	X20DOF322	060		DigitalOutput10	doA_XV5	DO010	A - XV5	Inlet Valve Run #3 (DCS Open Command)	A-DO
442	X20DOF322	060		DigitalOutput11	doA_XV6	DO011	A - XV6	Outlet Valve Run #3 (DCS Open Command)	A-DO
443	X20DOF322	060		DigitalOutput12	doA_XV7	DO012	A - XV7	Inlet Valve Run #4 (DCS Open Command)	A-DO
444	X20DOF322	060		DigitalOutput13	doA_XV8	DO013	A - XV8	Outlet Valve Run #4 (DCS Open Command)	A-DO
445	X20DOF322	060		DigitalOutput14	doA_FCV2	DO014	A - FCV2	Diverter Valve(DCS Open Command To Prover Tank)	A-AO
446	X20DOF322	060		DigitalOutput15	doA_XV9	DO015	A - XV9	Batch End On-Off Valve (DCS Open Command)	A-DO
447	X20DOF322	060		DigitalOutput16	doA_XV10	DO016	A - XV10	Circulation On-Off Valve (DCS Open Command)	A-DO
449	X20DOF322	061		DigitalOutput02	doA_JB1_COM	DO018	A - JB1 - COM	DCS command signal to Junction Box 1	A-DO
450	X20DOF322	061		DigitalOutput03	doA_JB2_COM	DO019	A - JB2 - COM	DCS command signal to Junction Box 2	A-DO
451	X20DOF322	061		DigitalOutput04	doA_JB2_COM	DO020	A - JB2 - COM	DCS command signal to Junction Box 3	A-DO
452	X20DOF322	061		DigitalOutput05	doA_JB4_COM	DO021	A - JB4 - COM	DCS command signal to Junction Box 4	A-DO
454	X20DOF322	061		DigitalOutput07	doB_STR1	DO023	B - STR1	Pump 1 Start Mode (DCS Start Command)	B-DO
455	X20DOF322	061		DigitalOutput08	doB_STP1	DO024	B - STP1	Pump 1 Start Mode (DCS Stop Command)	B-DO
456	X20DOF322	061		DigitalOutput09	doB_STR2	DO025	B - STR2	Pump 2 Start Mode (DCS Start Command)	B-DO
457	X20DOF322	061		DigitalOutput10	doB_STP2	DO026	B - STP2	Pump 2 Start Mode (DCS Stop Command)	B-DO
458	X20DOF322	061		DigitalOutput11	doB_XV1	DO027	B - XV1	Inlet Valve Run #1 (DCS Comand Open)	B-DO
459	X20DOF322	061		DigitalOutput12	doB_XV2	DO028	B - XV2	Outlet Valve Run #1 (DCS Comand Open)	B-DO
460	X20DOF322	061		DigitalOutput13	doB_XV3	DO029	B - XV3	Inlet Valve Run #2 (DCS Comand Open)	B-DO
461	X20DOF322	061		DigitalOutput14	doB_XV4	DO030	B - XV4	Outlet Valve Run #2 (DCS Comand Open)	B-DO
462	X20DOF322	061		DigitalOutput15	doB_XV5	DO031	B - XV5	Inlet Valve Run #3 (DCS Comand Open)	B-DO
463	X20DOF322	061		DigitalOutput16	doB_XV6	DO032	B - XV6	Outlet Valve Run #3 (DCS Comand Open)	B-DO
464	X20DOF322	062	3	DigitalOutput01	doB_FCV2	DO033	B - FCV2	Diverter Valve(DCS Command To Prover Tank)	B-AO
466	X20DOF322	062		DigitalOutput02	doB_XV7	DO034	B - XV7	Batch End On-Off Valve (DCS Open Command)	B-DO
466	X20DOF322	062		DigitalOutput03	doB_XV8	DO035	B - XV8	Circulation On-Off Valve (DCS Open Command)	B-DO

รูปที่ 3.14 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DO สถานะ Command จาก PLC ไปยังตู้ ของ PLANT-A



- A - Junction Box No.1 Command Status Address PLC : 431018 (Status OFF=0, ON = 1)
- A - Junction Box No.2 Command Status Address PLC : 431019 (Status OFF=0, ON = 1)
- A - Junction Box No.3 Command Status Address PLC : 431020 (Status OFF=0, ON = 1)
- A - Junction Box No.4 Command Status Address PLC : 431021 (Status OFF=0, ON = 1)
- A - Junction Box No.1 Ready Status Address PLC : 430059 (Status OFF=0, ON = 1)
- A - Junction Box No.2 Ready Status Address PLC : 430060 (Status OFF=0, ON = 1)
- A - Junction Box No.3 Ready Status Address PLC : 430061 (Status OFF=0, ON = 1)
- A - Junction Box No.4 Ready Status Address PLC : 430062 (Status OFF=0, ON = 1)

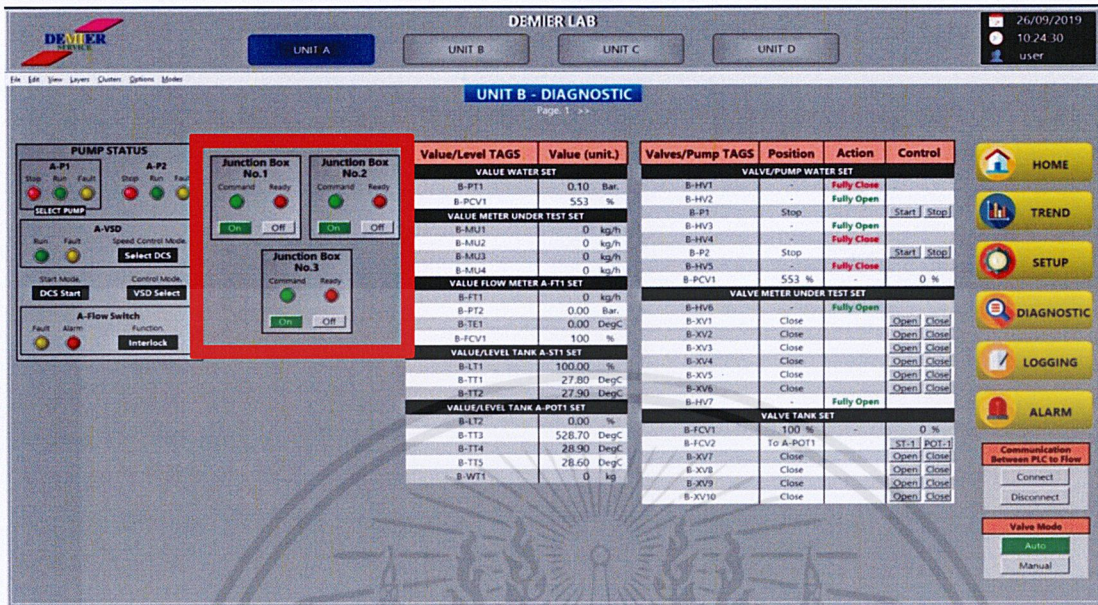
MODBUS Address of UNIT-A Junction Box communication between PLC - HMI.

(a) HMI ก่อนมีการใช้งาน (b) HMI เมื่อเลือกตู้และมีสถานะพร้อมใช้งาน

รูปที่ 3.15 แสดงกราฟิกการเลือกตู้ และแอตเตรสที่ใช้ในการสื่อสารของ PLANT-A

เป็นการจบขั้นตอนในการเชื่อมโยงการสื่อสารระหว่าง SCADA และ PLC ในการสั่งงานผ่านจากระบบ SCADA เพื่อควบคุมการใช้งานตู้ Power Supply และ Junction Box ในการรับส่งสัญญาณจากเครื่องมือวัด อัตราการไหลของลูกค้าไปยัง Flow X

PLANT-B ประกอบด้วย 3 ท่อ ใช้ 3 ตู้



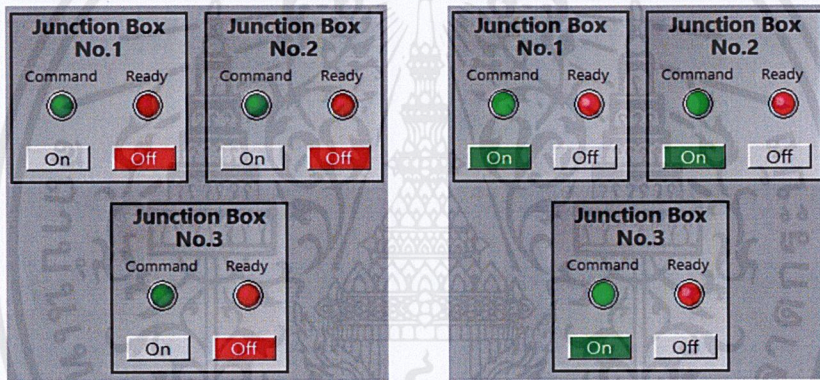
รูปที่ 3.16 แผนภาพรวมแสดงหน้าจอ SCADA ของ PLANT-B

Idx.	Model	PLC	Type no	Ch.	PV I/O	I/O nam	I/O tag	Description	Group
150	X20DIF371	031		DigitalInput11	diB_HV2_ZSC	DI107	B - HV2 - ZSC	Status Fully Close of Valve B - HV2	B-DI
151	X20DIF371	031		DigitalInput12	diB_HV2_ZSO	DI108	B - HV2 - ZSO	Status Fully Open of Valve B - HV2	B-DI
152	X20DIF371	031		DigitalInput13	diB_HV3_ZSC	DI109	B - HV3 - ZSC	Status Fully Close of Valve B - HV3	B-DI
153	X20DIF371	031		DigitalInput14	diB_HV3_ZSO	DI110	B - HV3 - ZSO	Status Fully Open of Valve B - HV3	B-DI
154	X20DIF371	031		DigitalInput15	diB_HV4_ZSC	DI111	B - HV4 - ZSC	Status Fully Close of Valve B - HV4	B-DI
155	X20DIF371	031		DigitalInput16	diB_HV4_ZSO	DI112	B - HV4 - ZSO	Status Fully Open of Valve B - HV4	B-DI
156	X20DIF371	032	8	DigitalInput01	diB_HV5_ZSC	DI113	B - HV5 - ZSC	Status Fully Close of Valve B - HV5	B-DI
157	X20DIF371	032		DigitalInput02	diB_HV5_ZSO	DI114	B - HV5 - ZSO	Status Fully Open of Valve B - HV5	B-DI
158	X20DIF371	032		DigitalInput03	diB_HV6_ZSC	DI115	B - HV6 - ZSC	Status Fully Close of Valve B - HV6	B-DI
159	X20DIF371	032		DigitalInput04	diB_HV6_ZSO	DI116	B - HV6 - ZSO	Status Fully Open of Valve B - HV6	B-DI
160	X20DIF371	032		DigitalInput05	diB_HV7_ZSC	DI117	B - HV7 - ZSC	Status Fully Close of Valve B - HV7	B-DI
161	X20DIF371	032		DigitalInput06	diB_HV7_ZSO	DI118	B - HV7 - ZSO	Status Fully Open of Valve B - HV7	B-DI
162	X20DIF371	032		DigitalInput07	diB_JB1_REA	DI119	B - JB1 - REA	Status Feedback Junction Box 1	B-DI
163	X20DIF371	032		DigitalInput08	diB_JB2_REA	DI120	B - JB2 - REA	Status Feedback Junction Box 2	B-DI
164	X20DIF371	032		DigitalInput09	diB_JB3_REA	DI121	B - JB3 - REA	Status Feedback Junction Box 3	B-DI
172	X20DIF371	033		DigitalInput01	diC_ZXV08	DI122	C - ZXV08	Valve Status Close	C-DI
173	X20DIF371	033		DigitalInput02	diC_ZXV08	DI130	C - ZXV08	Valve Status Open	C-DI
174	X20DIF371	033		DigitalInput03	diC_ZP1	DI131	C - ZP1	Pump 1 Run Status (DCS Indicator)	C-DI
175	X20DIF371	033		DigitalInput04	diC_ZP2	DI132	C - ZP2	Pump 2 Run Status (DCS Indicator)	C-DI
176	X20DIF371	033		DigitalInput05	diC_ZFP1	DI133	C - ZFP1	Pump 1 Fault (Overload Indicator)	C-DI
177	X20DIF371	033		DigitalInput06	diC_ZFP2	DI134	C - ZFP2	Pump 2 Fault (Overload Indicator)	C-DI
178	X20DIF371	033		DigitalInput07	diC_ZSLP1	DI135	C - ZSLP1	Pump Selection (P1 Select)	C-DI
179	X20DIF371	033		DigitalInput08	diC_ZSLP2	DI136	C - ZSLP2	Pump Selection (P2 Select)	C-DI
180	X20DIF371	033		DigitalInput09	diC_ZPCL	DI137	C - ZPCL	Pump Start Mode (Panel Start Command)	C-DI
181	X20DIF371	033		DigitalInput10	diC_ZPCR	DI138	C - ZPCR	Pump Start Mode (DCS Start Command)	C-DI
182	X20DIF371	033		DigitalInput11	diC_SIV	DI139	C - SIV	Pump Control Mode (VSD Select)	C-DI

รูปที่ 3.17 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DI สถานะ Ready จากตู้มายัง PLC ของ PLANT-B

Idx.	Model	PLC	Type no	Ch.	PV I/O	I/O nam	I/O tag	Description	Group
456	X20DOF322	061		DigitalOutput09	doB_STR2	D0025	B - STR2	Pump 2 Start Mode (DCS Start Command)	B-DO
457	X20DOF322	061		DigitalOutput10	doB_STP2	D0026	B - STP2	Pump 2 Start Mode (DCS Stop Command)	B-DO
458	X20DOF322	061		DigitalOutput11	doB_XV1	D0027	B - XV1	Inlet Valve Run #1 (DCS Command Open)	B-DO
459	X20DOF322	061		DigitalOutput12	doB_XV2	D0028	B - XV2	Outlet Valve Run #1 (DCS Command Open)	B-DO
460	X20DOF322	061		DigitalOutput13	doB_XV3	D0029	B - XV3	Inlet Valve Run #2 (DCS Command Open)	B-DO
461	X20DOF322	061		DigitalOutput14	doB_XV4	D0030	B - XV4	Outlet Valve Run #2 (DCS Command Open)	B-DO
462	X20DOF322	061		DigitalOutput15	doB_XV5	D0031	B - XV5	Inlet Valve Run #3 (DCS Command Open)	B-DO
463	X20DOF322	061		DigitalOutput16	doB_XV6	D0032	B - XV6	Outlet Valve Run #3 (DCS Command Open)	B-DO
464	X20DOF322	062	3	DigitalOutput01	doB_FCV2	D0033	B - FCV2	Diverter Valve(DCS Command To Prover Tank)	B-AO
465	X20DOF322	062		DigitalOutput02	doB_XV7	D0034	B - XV7	Batch End On-Off Valve (DCS Open Command)	B-DO
466	X20DOF322	062		DigitalOutput03	doB_XV8	D0035	B - XV8	Circulation On-Off Valve (DCS Open Command)	B-DO
467	X20DOF322	062		DigitalOutput04	doB_XV9	D0036	B - XV9	Drum Tank Drain Valve (DCS Open Command)	B-DO
468	X20DOF322	062		DigitalOutput05	doB_JB1_COM	D0037	B - JB1 - COM	DCS command signal to Junction Box 1	B-DO
469	X20DOF322	062		DigitalOutput06	doB_JB2_COM	D0038	B - JB2 - COM	DCS command signal to Junction Box 2	B-DO
470	X20DOF322	062		DigitalOutput07	doB_JB3_COM	D0039	B - JB3 - COM	DCS command signal to Junction Box 3	B-DO
471	X20DOF322	062		DigitalOutput08	doC_XV0	D0040	C - XV0	Water supply inlet Valve	C-DO
472	X20DOF322	062		DigitalOutput09	doC_STR1	D0041	C - STR1	Pump 1 Start Mode (DCS Start Command)	C-DO
473	X20DOF322	062		DigitalOutput10	doC_STP1	D0042	C - STP1	Pump 1 Start Mode (DCS Stop Command)	C-DO
474	X20DOF322	062		DigitalOutput11	doC_STR2	D0043	C - STR2	Pump 2 Start Mode (DCS Start Command)	C-DO
475	X20DOF322	062		DigitalOutput12	doC_STP2	D0044	C - STP2	Pump 2 Start Mode (DCS Stop Command)	C-DO
476	X20DOF322	062		DigitalOutput13	doC_XV1	D0045	C - XV1	Inlet Valve Run #1 (DCS Command Open)	C-DO
477	X20DOF322	062		DigitalOutput14	doC_XV2	D0046	C - XV2	Outlet Valve Run #1 (DCS Command Open)	C-DO
478	X20DOF322	062		DigitalOutput15	doC_XV3	D0047	C - XV3	Inlet Valve Run #2 (DCS Command Open)	C-DO
479	X20DOF322	062		DigitalOutput16	doC_XV4	D0048	C - XV4	Outlet Valve Run #2 (DCS Command Open)	C-DO
480	X20DOF322	063	4	DigitalOutput01	doC_FCV2	D0049	C - FCV2	Diverter Valve(DCS Command To Prover Tank)	C-AO
481	X20DOF322	063		DigitalOutput02	doC_XV5	D0050	C - XV5	Batch End On-Off Valve (DCS Open Command)	C-DO

รูปที่ 3.18 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DO สถานะ Command จาก PLC ไปยังตู้ ของ PLANT-B



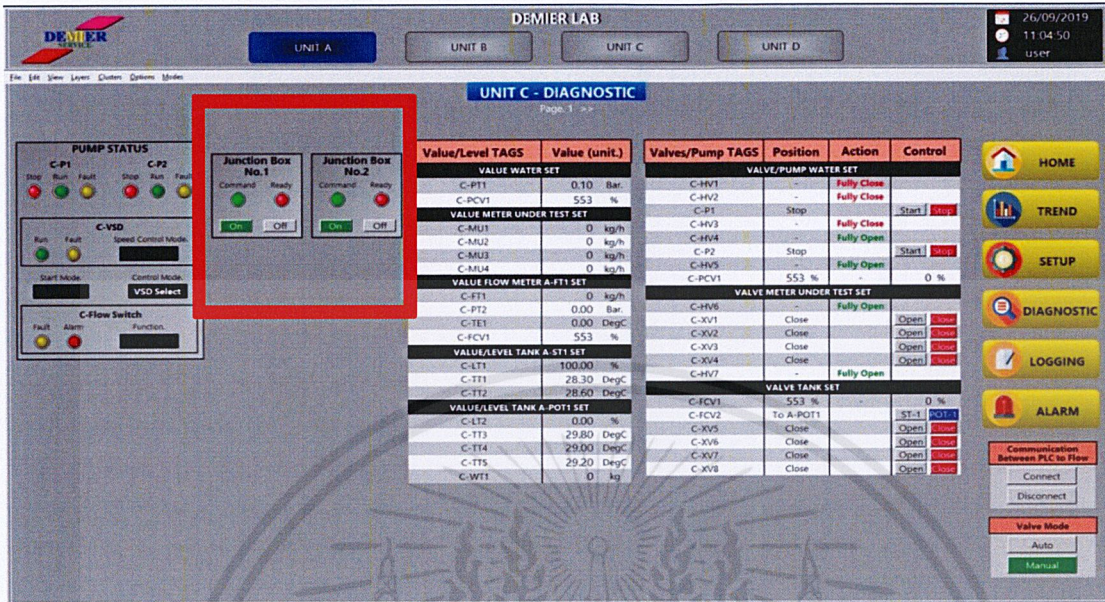
- B - Junction Box No.1 Command Status Address PLC : 431037 (Status OFF=0, ON=1)
- B - Junction Box No.2 Command Status Address PLC : 431038 (Status OFF=0, ON=1)
- B - Junction Box No.3 Command Status Address PLC : 431039 (Status OFF=0, ON=1)
- B - Junction Box No.1 Ready Status Address PLC : 430119 (Status OFF=0, ON=1)
- B - Junction Box No.2 Ready Status Address PLC : 430120 (Status OFF=0, ON=1)
- B - Junction Box No.3 Ready Status Address PLC : 430121 (Status OFF=0, ON=1)

MODBUS Address of UNIT-B Junction Box communication between PLC - HMI.

(a) HMI ก่อนมีการใช้งาน (b) HMI เมื่อเลือกตู้และมีสถานะพร้อมใช้งาน

รูปที่ 3.19 แสดงกราฟิกการเลือกตู้ และแอดเดรสที่ใช้ในการสื่อสารของ PLANT-B

PLANT-C ประกอบด้วย 2 ท่อ ใช้ 2 ตู้



รูปที่ 3.20 แผนภาพรวมแสดงหน้าจอ SCADA ของ PLANT-C

Idx.	Model	PLC	Type no	Ch.	PV I/O	I/O name	I/O tag	columns into the sheet or table, or to add a sheet to the workbook.	Group
208	X20DF371	035		DigitalInput05	diC_HV1_ZSC	DI165	C - HV1 - ZSC	Status Fully Close of Valve C - HV1	C-DI
209	X20DF371	035		DigitalInput06	diC_HV1_ZSO	DI166	C - HV1 - ZSO	Status Fully Open of Valve C - HV1	C-DI
210	X20DF371	035		DigitalInput07	diC_HV2_ZSC	DI167	C - HV2 - ZSC	Status Fully Close of Valve C - HV2	C-DI
211	X20DF371	035		DigitalInput08	diC_HV2_ZSO	DI168	C - HV2 - ZSO	Status Fully Open of Valve C - HV2	C-DI
212	X20DF371	035		DigitalInput09	diC_HV3_ZSC	DI169	C - HV3 - ZSC	Status Fully Close of Valve C - HV3	C-DI
213	X20DF371	035		DigitalInput10	diC_HV3_ZSO	DI170	C - HV3 - ZSO	Status Fully Open of Valve C - HV3	C-DI
214	X20DF371	035		DigitalInput11	diC_HV4_ZSC	DI171	C - HV4 - ZSC	Status Fully Close of Valve C - HV4	C-DI
215	X20DF371	035		DigitalInput12	diC_HV4_ZSO	DI172	C - HV4 - ZSO	Status Fully Open of Valve C - HV4	C-DI
216	X20DF371	035		DigitalInput13	diC_HV5_ZSC	DI173	C - HV5 - ZSC	Status Fully Close of Valve C - HV5	C-DI
217	X20DF371	035		DigitalInput14	diC_HV5_ZSO	DI174	C - HV5 - ZSO	Status Fully Open of Valve C - HV5	C-DI
218	X20DF371	035		DigitalInput15	diC_HV6_ZSC	DI175	C - HV6 - ZSC	Status Fully Close of Valve C - HV6	C-DI
219	X20DF371	035		DigitalInput16	diC_HV6_ZSO	DI176	C - HV6 - ZSO	Status Fully Open of Valve C - HV6	C-DI
220	X20DF371	036	12	DigitalInput01	diC_HV7_ZSC	DI177	C - HV7 - ZSC	Status Fully Close of Valve C - HV7	C-DI
222	X20DF371	036		DigitalInput03	diC_JB1_REA	DI179	C - JB1 - REA	Status Feedback Junction Box 1	C-DI
223	X20DF371	036		DigitalInput04	diC_JB2_REA	DI180	C - JB2 - REA	Status Feedback Junction Box 2	C-DI
230	X20DF371	037		DigitalInput01	diD_ZXV06	DI192	D - ZXV06	Valve Status Close	D-DI
237	X20DF371	037		DigitalInput02	diD_ZXV06	DI194	D - ZXV06	Valve Status Open	D-DI
238	X20DF371	037		DigitalInput03	diD_ZP1	DI195	D - ZP1	Pump 1 Run Status (DCS Indicator)	D-DI
239	X20DF371	037		DigitalInput04	diD_ZP2	DI196	D - ZP2	Pump 2 Run Status (DCS Indicator)	D-DI
240	X20DF371	037		DigitalInput05	diD_ZFP1	DI197	D - ZFP1	Pump 1 Fault (Overload Indicator)	D-DI
241	X20DF371	037		DigitalInput06	diD_ZFP2	DI198	D - ZFP2	Pump 2 Fault (Overload Indicator)	D-DI
242	X20DF371	037		DigitalInput07	diD_ZSLP1	DI199	D - ZSLP1	Pump Selection (P1 Select)	D-DI
243	X20DF371	037		DigitalInput08	diD_ZSLP2	DI200	D - ZSLP2	Pump Selection (P2 Select)	D-DI
244	X20DF371	037		DigitalInput09	diD_ZPCL	DI201	D - ZPCL	Pump Start Mode (Panel Start Command)	D-DI
245	X20DF371	037		DigitalInput10	diD_ZPCR	DI202	D - ZPCR	Pump Start Mode (DCS Start Command)	D-DI

รูปที่ 3.21 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DI สถานะ Ready จากตู้ มายัง PLC ของ PLANT-C

Idx.	Model	PLC	Type no	Ch.	PV I/O	I/O name	I/O tag	Description	Group
468	X20DOF322	.062		DigitalOutput05	doB_JB1_COM	D0037	B - JB1 - COM	DCS command signal to Junction Box 1	B-DO
469	X20DOF322	.062		DigitalOutput06	doB_JB2_COM	D0038	B - JB2 - COM	DCS command signal to Junction Box 2	B-DO
470	X20DOF322	.062		DigitalOutput07	doB_JB3_COM	D0039	B - JB3 - COM	DCS command signal to Junction Box 3	B-DO
471	X20DOF322	.062		DigitalOutput08	doC_XV8	D0040	C - XV8	Water Supply Inlet Valve	C-DO
472	X20DOF322	.062		DigitalOutput09	doC_STR1	D0041	C - STR1	Pump 1 Start Mode (DCS Start Command)	C-DO
473	X20DOF322	.062		DigitalOutput10	doC_STP1	D0042	C - STP1	Pump 1 Start Mode (DCS Stop Command)	C-DO
474	X20DOF322	.062		DigitalOutput11	doC_STR2	D0043	C - STR2	Pump 2 Start Mode (DCS Start Command)	C-DO
475	X20DOF322	.062		DigitalOutput12	doC_STP2	D0044	C - STP2	Pump 2 Start Mode (DCS Stop Command)	C-DO
476	X20DOF322	.062		DigitalOutput13	doC_XV1	D0045	C - XV1	Inlet Valve Run #1 (DCS Comand Open)	C-DO
477	X20DOF322	.062		DigitalOutput14	doC_XV2	D0046	C - XV2	Outlet Valve Run #1 (DCS Comand Open)	C-DO
478	X20DOF322	.062		DigitalOutput15	doC_XV3	D0047	C - XV3	Inlet Valve Run #2 (DCS Comand Open)	C-DO
479	X20DOF322	.062		DigitalOutput16	doC_XV4	D0048	C - XV4	Outlet Valve Run #2 (DCS Comand Open)	C-DO
480	X20DOF322	.063	4	DigitalOutput01	doC_FCV2	D0049	C - FCV2	Diverter Valve(DCS Command To Prover Tank)	C-AO
481	X20DOF322	.063		DigitalOutput02	doC_XV5	D0050	C - XV5	Batch End On-Off Valve (DCS Open Command)	C-DO
482	X20DOF322	.063		DigitalOutput03	doC_XV6	D0051	C - XV6	Circulation On-Off Valve (DCS Open Command)	C-DO
484	X20DOF322	.063		DigitalOutput05	doC_JB1_COM	D0053	C - JB1 - COM	DCS command signal to Junction Box 1	C-DO
485	X20DOF322	.063		DigitalOutput06	doC_JB2_COM	D0054	C - JB2 - COM	DCS command signal to Junction Box 2	C-DO
486	X20DOF322	.063		DigitalOutput07	doD_XV6	D0055	D - XV6	Water Supply Inlet Valve	D-DO
487	X20DOF322	.063		DigitalOutput08	doD_STR1	D0056	D - STR1	Pump 1 Start Mode (DCS Start Command)	D-DO
488	X20DOF322	.063		DigitalOutput09	doD_STP1	D0057	D - STP1	Pump 1 Start Mode (DCS Stop Command)	D-DO
489	X20DOF322	.063		DigitalOutput10	doD_STR2	D0058	D - STR2	Pump 2 Start Mode (DCS Start Command)	D-DO
490	X20DOF322	.063		DigitalOutput11	doD_STP2	D0059	D - STP2	Pump 2 Start Mode (DCS Stop Command)	D-DO
491	X20DOF322	.063		DigitalOutput12	doD_XV1	D0060	D - XV1	Inlet Valve Run #1 (DCS Comand Open)	D-DO
492	X20DOF322	.063		DigitalOutput13	doD_XV2	D0061	D - XV2	Outlet Valve Run #1 (DCS Comand Open)	D-DO
493	X20DOF322	.063		DigitalOutput14	doD_FCV2	D0062	D - FCV2	Diverter Valve(DCS Command To Prover Tank)	D-AO

รูปที่ 3.22 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DO สถานะ Command จาก PLC ไปยังตู้ ของ PLANT-C



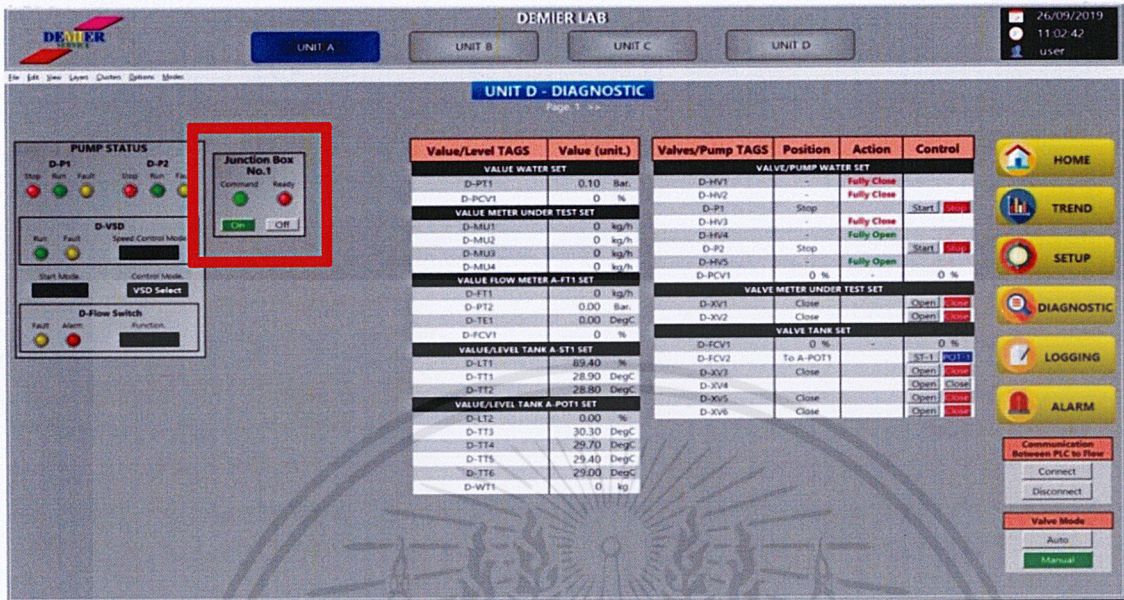
C - Junction Box No.1 Command Status Address PLC : 431053 (Status OFF=0, ON=1) C - Junction Box No.1 Ready Status Address PLC : 430179 (Status OFF=0, ON=1)
 C - Junction Box No.2 Command Status Address PLC : 431054 (Status OFF=0, ON=1) C - Junction Box No.2 Ready Status Address PLC : 430180 (Status OFF=0, ON=1)

MODBUS Address of UNIT-C Junction Box communication between PLC - HMI.

(a) HMI ก่อนมีการใช้งาน (b) HMI เมื่อเลือกตู้และมีสถานะพร้อมใช้งาน

รูปที่ 3.23 แสดงกราฟิการเลือกตู้ และแอตเตรสที่ใช้ในการสื่อสารของ PLANT-C

PLANT-D ประกอบด้วย 1 ท่อ ใช้ 1 ตู้



รูปที่ 3.24 แผนภาพรวมแสดงหน้าจอ SCADA ของ PLANT-D

Idx.	Model	PLC	Type no	Ch.	PV I/O	I/O name	I/O tag	Description	Group
263	X20DF371	038		DigitalInput12	diD_ZXV04	DI220	D - ZXV04	Circulation Valve Status_Open	D-DI
264	X20DF371	038		DigitalInput13	diD_ZXV05	DI221	D - ZXV05	Status Of Prover Tank Drain Valve_Close	D-DI
265	X20DF371	038		DigitalInput14	diD_ZXV05	DI222	D - ZXV05	Status Of Prover Tank Drain Valve_Open	D-DI
266	X20DF371	038		DigitalInput15	diD_ZSC_FCV2	DI223	D - ZSD - FCV2	Status of Diverter Valve To Prover Tank	D-DI
267	X20DF371	038		DigitalInput16	diD_ZSO_FCV2	DI224	D - ZSD - FCV2	Status of Diverter Valve To Storage Tank	D-DI
268	X20DF371	039	15	DigitalInput01	diD_HV1_ZSC	DI225	D - HV1 - ZSC	Status Fully Close of Valve D - HV1	D-DI
269	X20DF371	039		DigitalInput02	diD_HV1_ZSO	DI226	D - HV1 - ZSO	Status Fully Open of Valve D - HV1	D-DI
270	X20DF371	039		DigitalInput03	diD_HV2_ZSC	DI227	D - HV2 - ZSC	Status Fully Close of Valve D - HV2	D-DI
271	X20DF371	039		DigitalInput04	diD_HV2_ZSO	DI228	D - HV2 - ZSO	Status Fully Open of Valve D - HV2	D-DI
272	X20DF371	039		DigitalInput05	diD_HV3_ZSC	DI229	D - HV3 - ZSC	Status Fully Close of Valve D - HV3	D-DI
273	X20DF371	039		DigitalInput06	diD_HV3_ZSO	DI230	D - HV3 - ZSO	Status Fully Open of Valve D - HV3	D-DI
274	X20DF371	039		DigitalInput07	diD_HV4_ZSC	DI231	D - HV4 - ZSC	Status Fully Close of Valve D - HV4	D-DI
275	X20DF371	039		DigitalInput08	diD_HV4_ZSO	DI232	D - HV4 - ZSO	Status Fully Open of Valve D - HV4	D-DI
276	X20DF371	039		DigitalInput09	diD_HV5_ZSC	DI233	D - HV5 - ZSC	Status Fully Close of Valve D - HV5	D-DI
277	X20DF371	039		DigitalInput10	diD_HV5_ZSO	DI234	D - HV5 - ZSO	Status Fully Open of Valve D - HV5	D-DI
278	X20DF371	039		DigitalInput11	diD_IB1_REA	DI235	D - IB1 - REA	Status Feedback Junction Box 1	D-DI
284	X20DF371	040	16	DigitalInput01	diU_ZPCL	DI241	U - ZPCL	Supply water pond pump local start command	U-DI
285	X20DF371	040		DigitalInput02	diU_ZPCR	DI242	U - ZPCR	Supply water pond pump Remote start command	U-DI
286	X20DF371	040		DigitalInput03	diU_ZSLP1	DI243	U - ZSLP1	Supply water pond pump 1 select	U-DI
287	X20DF371	040		DigitalInput04	diU_ZSLP2	DI244	U - ZSLP2	Supply water pond pump 2 select	U-DI
288	X20DF371	040		DigitalInput05	diU_ZP1	DI245	U - ZP1	Supply water pond pump 1 run/stop status	U-DI
289	X20DF371	040		DigitalInput06	diU_ZP2	DI246	U - ZP2	Supply water pond pump 2 run/stop status	U-DI
290	X20DF371	040		DigitalInput07	diU_ZFP1	DI247	U - ZFP1	Supply water pond pump 1 fault status	U-DI
291	X20DF371	040		DigitalInput08	diU_ZFP2	DI248	U - ZFP2	Supply water pond pump 2 fault status	U-DI
292	X20DF371	040		DigitalInput09	diU_ZHVC1	DI249	U - ZHVC1	Supply water pump 1 Discharge valve status close	U-DI
293	X20DF371	040		DigitalInput10	diU_ZHVO1	DI250	U - ZHVO1	Supply water pump 1 Discharge valve status open	U-DI

รูปที่ 3.25 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DI สถานะ Ready จากตู้ มายิ่ง PLC ของ PLANT-D

Idx.	Model	PLC	Type no	Ch.	PV I/O	I/O nam	I/O tag	Description	Group
480	X20DOF322	.063	4	DigitalOutput01	doC_FC2	DO049	C - FC2	Diverter Valve(DCS Command To Prover Tank)	C-AO
481	X20DOF322	.063		DigitalOutput02	doC_XV5	DO050	C -XV5	Batch End On-Off Valve (DCS Open Command)	C-DO
482	X20DOF322	.063		DigitalOutput03	doC_XV6	DO051	C -XV6	Circulation On-Off Valve (DCS Open Command)	C-DO
483	X20DOF322	.063		DigitalOutput04	doC_XV7	DO052	C -XV7	Prover Tank Drain Valve (DCS Open Command)	C-DO
484	X20DOF322	.063		DigitalOutput05	doC_JB1_COM	DO053	C - JB1 - COM	DCS command signal to Junction Box 1	C-DO
485	X20DOF322	.063		DigitalOutput06	doC_JB2_COM	DO054	C - JB2 - COM	DCS command signal to Junction Box 2	C-DO
486	X20DOF322	.063		DigitalOutput07	doD_XV6	DO055	D - XV6	Water Supply Inlet Valve	D-DO
487	X20DOF322	.063		DigitalOutput08	doD_STR1	DO056	D -STR1	Pump 1 Start Mode (DCS Start Command)	D-DO
488	X20DOF322	.063		DigitalOutput09	doD_STP1	DO057	D - STP1	Pump 1 Start Mode (DCS Stop Command)	D-DO
489	X20DOF322	.063		DigitalOutput10	doD_STR2	DO058	D - STR2	Pump 2 Start Mode (DCS Start Command)	D-DO
490	X20DOF322	.063		DigitalOutput11	doD_STP2	DO059	D - STP2	Pump 2 Start Mode (DCS Stop Command)	D-DO
491	X20DOF322	.063		DigitalOutput12	doD_XV1	DO060	D - XV1	Inlet Valve Run #1 (DCS Comand Open)	D-DO
492	X20DOF322	.063		DigitalOutput13	doD_XV2	DO061	D - XV2	Outlet Valve Run #1 (DCS Comand Open)	D-DO
493	X20DOF322	.063		DigitalOutput14	doD_FC2	DO062	D - FC2	Diverter Valve(DCS Command To Prover Tank)	D-AO
494	X20DOF322	.063		DigitalOutput15	doD_XV3	DO063	D -XV3	Batch End On-Off Valve (DCS Open Command)	D-DO
495	X20DOF322	.063		DigitalOutput16	doD_XV4	DO064	D - XV4	Circulation On-Off Valve (DCS Open Command)	D-DO
496	X20DOF322	.064		DigitalOutput01	doD_XV5	DO065	D - XV5	Prover Tank Drain Valve (DCS Open Command)	D-DO
497	X20DOF322	.064		DigitalOutput02	doD_JB1_COM	DO066	D - JB1 - COM	DCS command signal to Junction Box 1	D-DO
498	X20DOF322	.064		DigitalOutput03	doU_STR1	DO067	U -STR1	Pump 1 Start Mode (DCS Start Command)	U-MB
499	X20DOF322	.064		DigitalOutput04	doU_STP1	DO068	U -STP1	Pump 1 Start Mode (DCS Stop Command)	U-MB
500	X20DOF322	.064		DigitalOutput05	doU_STR2	DO069	U -STR2	Pump 2 Start Mode (DCS Start Command)	U-MB
501	X20DOF322	.064		DigitalOutput06	doU_STP2	DO070	U -STP2	Pump 2 Start Mode (DCS Stop Command)	U-MB

รูปที่ 3.26 ตารางแสดง I/O list ที่มีตัวแปร DO สถานะ Command จาก PLC ไปยังตู้ ของ PLANT-D



D - Junction Box No.1 Command Status Address PLC : 431066 (Status OFF=0, ON=1)

D - Junction Box No.1 Ready Status Address PLC : 430235 (Status OFF=0, ON=1)

MODBUS Address of UNIT-D Junction Box communication between PLC - HMI.

(a) HMI ก่อนมีการใช้งาน

(b) HMI เมื่อเลือกตู้และมีสถานะพร้อมใช้งาน

รูปที่ 3.27 แสดงกราฟการเลือกตู้ และแอดเดรสที่ใช้ในการสื่อสารของ PLANT-D

3.4 การตรวจสอบและแก้ไข

ในการตรวจสอบการทำงานของตู้ตามฟังก์ชันการทำงานในเงื่อนไขต่างๆ โดยเริ่มจากการตรวจสอบการทำงานตามขั้นตอนใช้งานโดย

1. เมื่อเริ่มจ่ายไฟให้กับตู้ ที่หน้าตู้จะมีมิเตอร์เพื่อวัดไฟที่จ่ายให้กับตู้คือ 220V AC เข็มจะแสดงว่าไฟเข้าปกติ



รูปที่ 3.28 ส่วนสั่งการขณะเริ่มต้น

2. ทำการเลือกตู้จาก SCADA เซ็คสัญญาณ Command ที่แสดงผล



รูปที่ 3.29 ส่วนสั่งการเมื่อทำการสั่งเลือกตู้จาก SCADA

3. เลือกสวิตช์กุญแจไปที่ 2-wire เพื่อทำการตรวจสอบการจ่ายไฟของตู้แบบ 2-wire

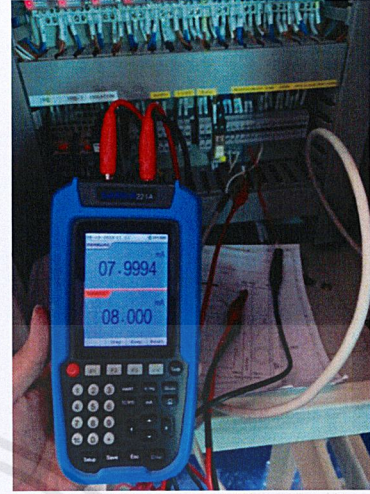
3.1 เลือกใช้แหล่งจ่ายไฟ 24.V DC (ต้องทำการจำลองสัญญาณ 2-wire ให้ครบ loop โดยการใส่ Additel 221A ป้อนสัญญาณ mA และ ทำการ Short circuit จึงจะวัดโวลต์ในวงจร 2-wire ได้)



(a) เลือกไฟ 24 VDC แบบ 2-wire



(b) มิเตอร์วัดแรงดันเมื่อตู้จ่าย 24VDC



(c) Additel 221A ในการจำลองสัญญาณ

รูปที่ 3.30 ส่วนสั่งการเมื่อผู้ใช้เลือกไฟ 24 V DC แบบ 2-wire และการวัดไฟ 24 V DC แบบ 2-wire

3.2 เลือกใช้แหล่งจ่ายไฟ 110V AC



(a) หน้า Panel เลือกไฟ 110 VAC



(b) มิเตอร์วัดแรงดันเมื่อตู้จ่าย 110 VAC

รูปที่ 3.31 ส่วนสั่งการเมื่อผู้ใช้เลือกไฟ 110 V AC แบบ 2-wire และการวัดไฟ 110 V AC แบบ 2-wire

3.3 เลือกใช้แหล่งจ่ายไฟ 220VAC



(a) หน้า Panel เลือกไฟ 220 VAC



(b) มิเตอร์วัดแรงดันเมื่อตู้จ่าย 220 VAC

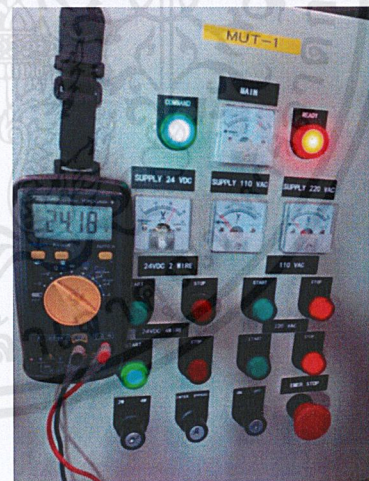
รูปที่ 3.32 ส่วนสั่งการเมื่อผู้ใช้เลือกไฟ 220 V AC แบบ 2-wire และการวัดไฟ 220 V AC แบบ 2-wire

4. ทำการตรวจสอบการจ่ายไฟของตู้แบบ 4-wire โดยกดสวิทช์กุญแจไปที่ 4-wire

4.1 เลือกใช้แหล่งจ่ายไฟ 24V DC



(a) หน้า Panel เลือกไฟ 24 VDC



(b) มิเตอร์วัดแรงดันเมื่อตู้จ่าย 24 VDC

รูปที่ 3.33 ส่วนสั่งการเมื่อผู้ใช้เลือกไฟ 24 V DC แบบ 4-wire และการวัดไฟ 24 V DC แบบ 4-wire

4.2 เลือกใช้แหล่งจ่ายไฟ 110V AC



(a) หน้า Panel เลือกไฟ 110 VAC

(b) มิเตอร์วัดแรงดันเมื่อตู้จ่าย 110 VAC

รูปที่ 3.34 ส่วนสั่งการเมื่อผู้ใช้เลือกไฟ 110 V AC แบบ 4-wire และการวัดไฟ 110 V AC แบบ 4-wire

4.3 เลือกใช้แหล่งจ่ายไฟ 220V AC



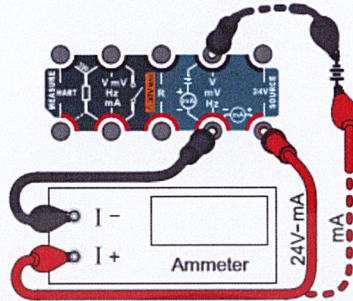
(a) หน้า Panel เลือกไฟ 220 VAC

(b) มิเตอร์วัดแรงดันเมื่อตู้จ่าย 220 VAC

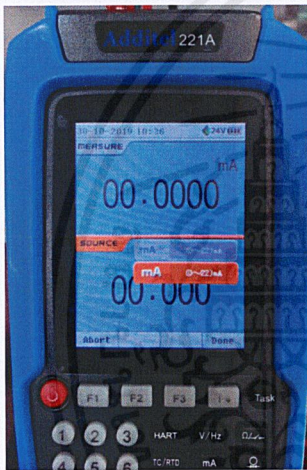
รูปที่ 3. 35 ส่วนสั่งการเมื่อผู้ใช้เลือกไฟ 220 V AC แบบ 4-wire และการวัดไฟ 220 V AC แบบ 4-wire

5. จากนั้นทดลอง Simulation สัญญาณจากทรานสมิตเตอร์เพื่อตรวจสอบการรับ-ส่งสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA จากทรานสมิตเตอร์ โดยจะ Simulation ผ่าน Additel 221A ทำการต่อสาย Additel ในการ source current ตามรูปข้างล่างโดยการเลื่อนคอร์เซอร์ไปที่บริเวณการแสดงผลการป้อนค่าทางไฟฟ้า กด

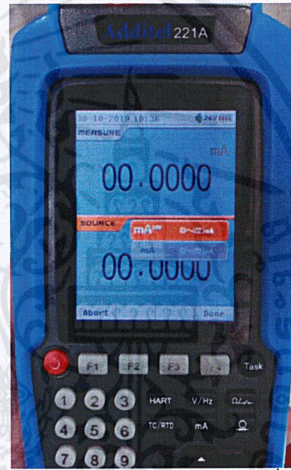
ปุ่มเลือกการป้อนเป็น **mA** มิลลิแอมป์ แล้วต่อสายไปยังเครื่องมือที่ต้องการป้อนตั้งรูปข้างล่าง โดยการ Simulation สัญญาณมาตรากระแส 4-20 mA จะมีทั้ง 2-wire และ 4-wire



รูปที่ 3.36 การต่อสายการ Simulation กระแสไฟฟ้าจาก Additel

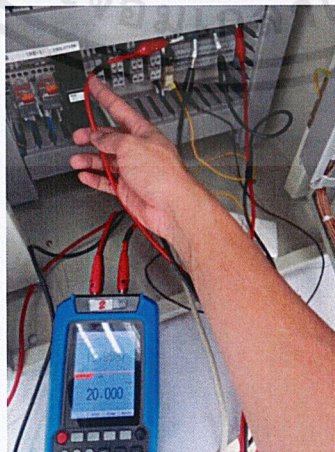


(a) หน้าจอ Additel 221A เพื่อ source กระแส แบบ external voltage



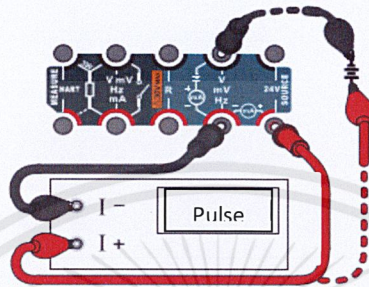
(b) หน้าจอ Additel 221A เพื่อ source กระแส แบบ internal voltage

รูปที่ 3.37 การเลือกป้อนสัญญาณ mA จาก Additel 221A แบบ 2-wire และ 4-wire

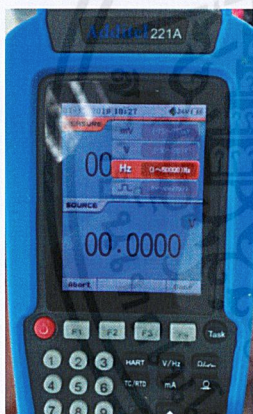


รูปที่ 3.38 การ Simulation สัญญาณ 4-20 mA เพื่อทดสอบการส่งค่าไปยัง PLC

ทำการ Simulation สัญญาณแบบพัลส์ เพื่อทดสอบการอ่านค่าจากเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่เข้ามา
 สอบเทียบแล้วมีเอาท์พุทเป็นสัญญาณพัลส์ ทำการต่อสาย Additel ในการ source pulse ตามรูปข้างล่างโดย
 การเลื่อนเคอร์เซอร์ไปที่บริเวณการแสดงผลการป้อนค่าทางไฟฟ้า กดปุ่มเลือกการป้อนเป็น **V/Hz** พัลส์
 แล้วต่อสายไปยังเครื่องมือที่ต้องการป้อนดังรูป



รูปที่ 3.39 การต่อสายในการ Source pulse จาก Additel



(a) หน้าจอ Additel 221A เพื่อ source พัลส์



(b) ทำการ loop signal จากหน้างานไปยังห้องควบคุม

รูปที่ 3.40 การ Simulation สัญญาณพัลส์เพื่อทดสอบการส่งค่าไปยัง PLC

3.5 การติดตั้งตู้ ที่หน้างาน

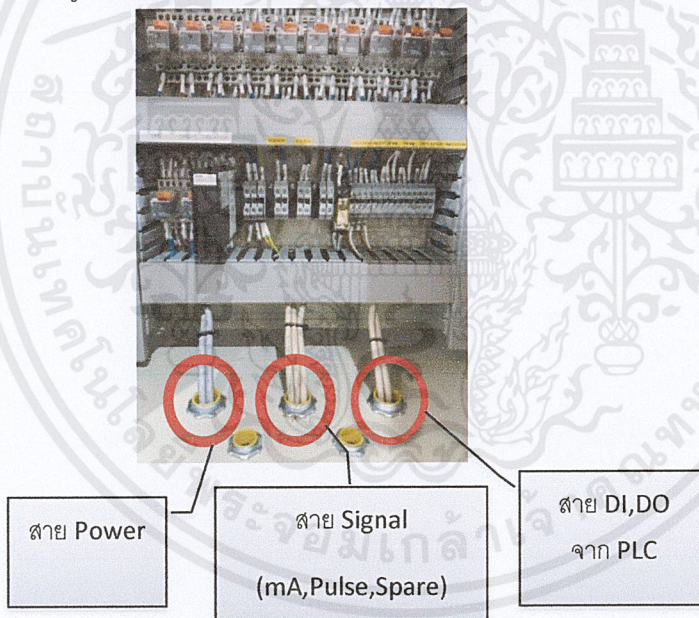
เนื่องจากในขั้นตอนการดำเนินการที่ 3.1 ทางเราได้ wiring สาย Power และ สายสัญญาณทั้งหมด
 แล้ว ระหว่างที่ทำการออกแบบ และประกอบตู้ ในขั้นตอนการติดตั้ง จึงเป็นการจัดวางในพื้นที่ที่เตรียมไว้ เช่น
 การทำการเลือกตู้จากหน้าจอ SCADA เพื่อเลือกตู้ และดูสถานะตอบกลับว่าตู้ไหนใช้งานอยู่ และทดสอบ
 การสอบเทียบในการจ่ายไฟฟ้าให้กับ Flow Meter ของลูกค้าที่มารับเข้าบริการการสอบเทียบคือ Enndress
 + Hauser Promag50 Magnetic Flow ขนาด 6 นิ้ว ในบทที่ 4

3.5.1 ทำการเคลื่อนย้ายตู้จากห้องที่ทำการตรวจสอบมายังชั้น 2 บริเวณที่ดำเนินการโปรเซส



รูปที่ 3.41 ทำการขนย้ายตู้ขึ้นติดตั้งหน้างาน

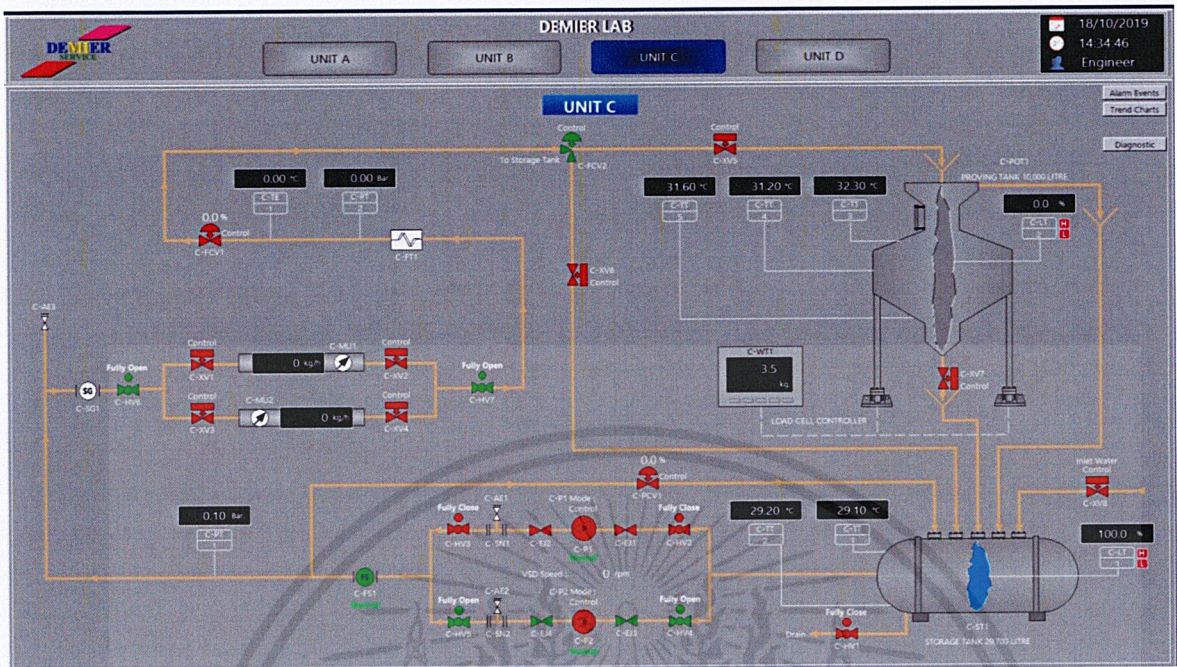
3.5.2 ทำการติดตั้งตู้พร้อมขาตั้ง และเดินสายไฟที่จัดเตรียมไว้



รูปที่ 3.42 การเชื่อมต่อสายไฟที่เดินไว้กับตู้ Junction Box

3.5.3 ทดสอบสัญญาณที่สั่งการผ่านหน้าจอ SCADA

ทำการตรวจสอบเงื่อนไขการดำเนินการตามที่ระบุในบทที่ 2 หัวข้อ 2.3 เพื่อตรวจสอบระบบก่อนดำเนินการโปรเซสเพื่อทดสอบว่าระบบสามารถดำเนินการใช้งานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย สัญญาณจาก Manual Valve ว่าอยู่ในสถานะเปิดตามไลน์ท่อที่เลือกปั๊ม โดยการเช็คสัญญาณจากหน้าจอและเช็คหน้างานจริงว่าตรงกัน และเช็คสัญญาณส่งกลับของ Control Valve ต่างๆ ว่าใช้งานได้ปกติ



รูปที่ 3.43 หน้าจอใช้งานเพื่อตรวจสอบสถานะและสั่งงานเครื่องมือต่างๆ

ทำการเลือกตู้ Junction Box ตามไลน์ท่อที่จะทำการทดสอบระบบในการสอบเทียบ ในที่นี้ใช้เป็นไลน์ที่ C-MUT2 ของ PLANT-C เลือก Junction No.2 ทำการเลือกตู้ที่หน้าจากสั่งงาน กดที่ปุ่ม On เพื่อทำการเลือกตู้ แล้วสถานะของ Command ที่หน้าจอ HMI จะขึ้นสีเขียว

Value/Level TAGS	Value (unit.)
VALUE WATER SET	
C-PT1	0.10 Bar
C-PCV1	0.0 %
VALVE METER UNDER TEST SET	
C-MU1	0 kg/h
C-MU2	0 kg/h
C-MU3	0 kg/h
C-MU4	0 kg/h
VALUE FLOW METER A-FT1 SET	
C-FT1	0 kg/h
C-PT2	0.00 Bar
C-TE1	0.0 DegC
C-FCV1	0.0 %
VALUE/LEVEL TANK A-ST1 SET	
C-LT1	100.0 %
C-TT1	29.0 DegC
C-TT2	29.2 DegC
VALUE/LEVEL TANK A-POT1 SET	
C-LT2	0.0 %
C-TT3	32.0 °C
C-TT4	31.6 °C
C-TT5	31.6 DegC
C-WT1	3.5 kg

Valves/Pump TAGS	Position	Action	Control
VALVE/PUMP WATER SET			
C-HV1	-	Fully Close	-
C-HV2	-	Fully Close	-
C-P1	Stop	Normal	[Start] [Stop]
C-HV3	-	Fully Close	-
C-HV4	-	Fully Open	-
C-P2	Stop	Normal	[Start] [Stop]
C-HV5	-	Fully Open	-
C-PCV1	0.0 %	-	0.0 %
C-SCP	0 rpm	-	0 rpm
VALVE METER UNDER TEST SET			
C-HV6	-	Fully Open	-
C-XV1	Close	-	[Open] [Close]
C-XV2	Close	-	[Open] [Close]
C-XV3	Close	-	[Open] [Close]
C-XV4	Close	-	[Open] [Close]
C-HV7	-	Fully Open	-
VALVE TANK SET			
C-FCV1	0.0 %	-	0.0 %
C-ST1	To C-ST1	-	[ST-1] [POT-1]
C-XV5	Close	-	[Open] [Close]
C-XV6	Close	-	[Open] [Close]
C-XV7	Close	-	[Open] [Close]
C-XV8	Close	-	[Open] [Close]

รูปที่ 3.44 หน้าจอแสดงการเลือกใช้งานตู้ Junction Box No.2 PLANT-C

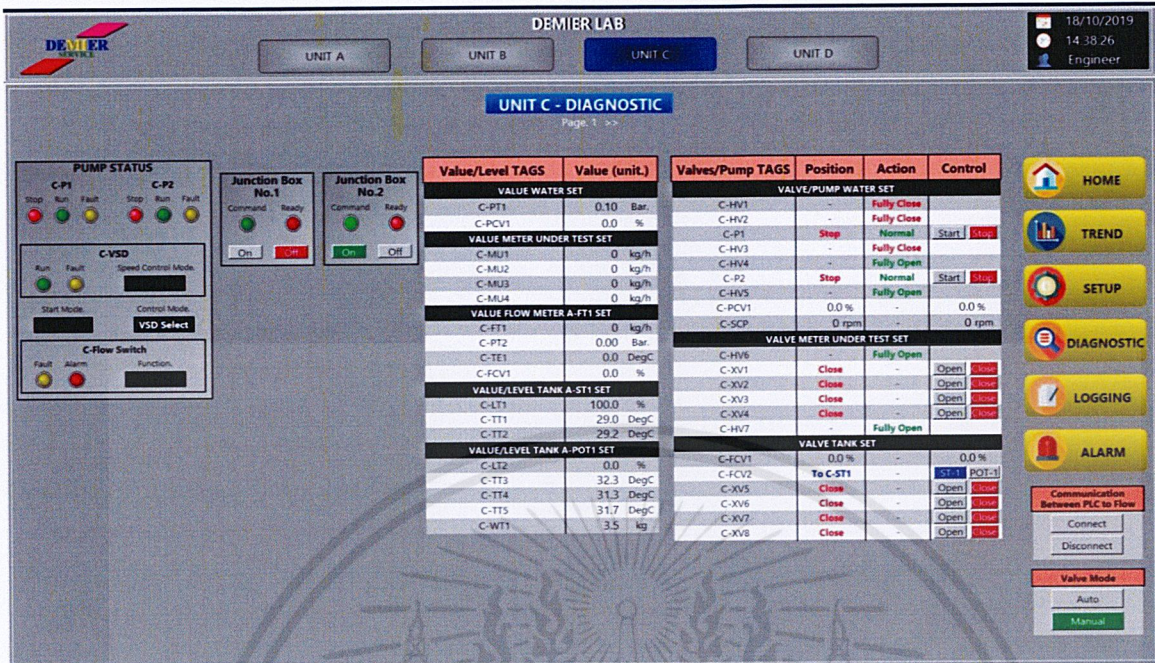


รูปที่ 3.45 หน้าใช้งานของตู้เมื่อถูกเลือกใช้งาน

กดเลือกไฟที่จ่ายให้กับเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบโดยเช็คความถูกต้องจากแผ่นข้อมูลที่ติดอยู่ข้างอุปกรณ์ในที่นี้ Promag50 ใช้ไฟฟ้า 220VAC จากนั้นจะมีสัญญาณไฟ Ready ส่งกลับไป PLC เพื่อสถานะพร้อมใช้งาน



รูปที่ 3.46 หน้าใช้งานของตู้เมื่อทำการเลือกไฟและพร้อมใช้งาน



รูปที่ 3.47 หน้าจอแสดงการใช้งานบน SCADA แสดงตู้ Junction Box No.2 PLANT-C พร้อมใช้งาน

3.5.4 ติดตั้ง ตู้ power supply และ Junction Box ครบทั้ง 10 ตู้



(a) ตู้ Junction Box PLANT-A



(b) ตู้ Junction Box PLANT-B



(c) ตู้ Junction Box PLANT-C



(d) ตู้ Junction Box PLANT-D

รูปที่ 3.48 การติดตั้งตู้ Power Supply และ Junction Box ทั้ง 10 ตู้ที่หน้างาน

บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

บทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินงาน ตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ทุกครั้งที่มีการทดสอบตู้ Junction Box จะทำการบันทึกเป็นเอกสารประกอบไปด้วย ข้อมูลสำหรับใช้ในการตรวจสอบการทำงานของตู้ Junction Box ให้ตรงตามเงื่อนไขก่อนรับงานจาก Supplier โดยขั้นตอนแรกจะเป็นการตรวจสอบการทำงานตามฟังก์ชันและเงื่อนไขรอบที่ 1 แล้วบันทึกเอกสารแนบคือ ผลการตรวจสอบข้อบกพร่องรายการแก้ไขที่ได้ดำเนินการไป จากนั้นจึงค่อยทำการทดลองใช้งานตู้ Junction Box อีกครั้ง เพื่อยืนยันว่าสามารถใช้เป็นตัวกลางในการรับ-ส่ง สัญญาณจากอุปกรณ์ที่เข้ารับการสอบเทียบส่งผ่านไปยัง server ในห้องควบคุมตรวจสอบระบบจ่ายไฟฟ้า และอื่นๆ จนครบถ้วนสมบูรณ์แล้วค่อยจึงดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

4.1 ตรวจสอบการทำงานของตู้ตามเงื่อนไขและรับงานจาก Supplier

ทำการเช็คระบบการทำงานเบื้องต้น เพื่อตรวจสอบการทำงานของสถานะการแสดงของหลอดไฟ โวลต์ มิเตอร์ และ ระบบความปลอดภัยในการตัดต่อไฟเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง ทดลอง Simulation การรับส่งสัญญาณจาก Additel เพื่อทดสอบการรับสัญญาณจาก Transmitter แบบ 2-wire ตรวจสอบแรงดันที่จ่ายออกมาให้กับเครื่องมือที่เข้าทำการสอบเทียบ และตรวจสอบเงื่อนไขการทำงานตามวงจรที่เขียนเพื่อเช็คว่าถูกต้องหรือไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่ตกลงหรือไม่ ในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.4



DEMIER SERVICE CO.,LTD

32 Moo. 13 Bueng Kham Piroi, Lam Luk Ka, Pathum Thani 12150

Tel. 02-934-3229,30 Fax. 02-934-3228

SUPPLIER INSPECTION PUNCH LIST

DATE 19/8/62

Project Name: Local Junction Box

Panel Name:

Supplier Name: T.G. Control Co., Ltd

Job No: 61.SAS-03

ITEM	COMMENT	VERIFIED BY	DATE COMPLETED	NOTE
1.	สถานะการทำงานไม่ถูกต้อง (ไฟแสดง Ready ขึ้นพร้อม Command)	ปราศญา		
2.	ตู้ไฟ 24 Vdc ไม่ล็อก	ปราศญา		ตู้ No. 2,3,7,8
3.	มีวงจรสำรองแสดงการทำงานไม่ถูกต้อง ต้องเลือกไฟสถานะแล้วกับแสดงปริมาณไฟที่จ่าย.	ปราศญา		
4.	จัด Relay เพื่อการป้องกันไฟฟ้าที่จะย้อนกลับเข้า PLC	ปราศญา		
5.	ตู้ไฟ 110 Vac, 220 Vac ขว 2 wire ลว: 4 wire ไม่ล็อก.	ปราศญา		ตู้ No. 5.
6.	อัปเกรดแบบตามรายการแก้ไข.	ปราศญา		

SUPPLIER

SIGN: [Signature]

DATE: 20/8/62

DEMIER SERVICE

SIGN: [Signature]

DATE: 19/8/62

รูปที่ 4.1 เอกสารตรวจสอบ Supplier inspection punch list

จากนั้น Supplier จะนำตู้กลับไปแก้ไขตามรายการแก้ไขข้างต้น หลังจากที่ Supplier นำตู้กลับไปแก้ไขตามรายการที่แก้ไขเสร็จแล้ว ผู้จัดทำได้ทำการตรวจสอบการแก้ไขอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบการทำงานก่อนนำไปใช้งานจริง จึงแนบเอกสาร รายการทดสอบ ดังรูปที่ 4.2



DEMIER SERVICE CO.,LTD

32 Moo. 13 Bueang Kham Phroi, Lam Luk Ka, Pathum Thani 12150

Tel. 02-934-3229,30 Fax. 02-934-3228

PANEL TESTING CHECKLIST

DATE 18/9/62

Project Name: Local Junction Box

Panel Name:

Supplier Name: T.G. Control Co.,Ltd

Job No: 61SAS-03

CHECKLIST	
1. ขนาด,โครงสร้าง,สีตู้ (Dimension, structure and color)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน (Internal hardware)	
2.1 เบรกเกอร์ (MCCB)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
2.2 แม่เหล็ก ลอนแกตเตอร์ (Magnetic Contactor)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
2.3 เบรกเกอร์และฟิวส์ (CB and Fuse)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
2.4 รีเลย์ (Relay)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
2.5 สวิตช์กุญแจ (Key switch)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
2.6 หลอดไฟแสดงสถานะ (Lamp display)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
2.7 โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
2.8 ไอโซเลเตอร์ (Isolator)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
2.9 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
2.10	<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
3. ตรวจสอบแบบและการเข้าสาย (Drawing and Wiring)	
3.1 ชื่อย่ออุปกรณ์ (Name Plate Lettering)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
3.2 การทำเครื่องหมาย (Marking and label)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
3.3 การขันหางปลา (Lug Crimping)	<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input checked="" type="checkbox"/> N/A
3.4 ระบบสายดิน (Grounding system)	<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input checked="" type="checkbox"/> N/A
3.5 ปุ่มฉุกเฉิน (Emergency)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
3.6 ขนาดสายไฟ (Wire size)	<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input checked="" type="checkbox"/> N/A
3.7 มาร์คสายไฟ (Marking Tube)	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
3.8	<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
4. ตรวจสอบระบบการทำงานและคุณภาพของอุปกรณ์ (Function test and Equipment Quality)	
4.1	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A
5. ความสะอาด (Cleaning)	
5.1	<input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A

Remarks :

SUPPLIER
SIGN: [Signature]
DATE:

DEMIER SERVICE
SIGN: [Signature]
DATE: 18/10/62

รูปที่ 4.2 เอกสารตรวจสอบ Panel Testing Checklist

จากการตรวจสอบการแก้ไขของ Supplier พบว่าเรียบร้อย และตรงตามฟังก์ชันเงื่อนไขที่ตกลง ออกแบบกันไว้ จากนั้น ทำการติดตั้งตู้ที่หน้างานจริง ตามขั้นตอนการดำเนินงานในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.5 และทำการทดลอง Test Run ทดลองการใช้งานตู้จริงกับเครื่องมือที่เข้ารับการสอบเทียบ



DEMIER SERVICE CO.,LTD
 32 Moo. 13 Bueng Kham Phroi, Lam Luk Ka, Pathum Thani 12150
 Tol. 02-934-3229,30 Fax. 02-934-3228

POWER ON TEST REPORT

DATE 8 / 10 / 62

Project Name : Local Junction Box

Panel Name :


Supplier Name : T.G. Control Co., Ltd

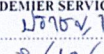
Job No : 61SAS-03

NO.	LIST	COMMENT
1.	เซอร์กิต เบรกเกอร์ MCCB <input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A	.....
2.	เบรกเกอร์ และ ฟิวส์ CB AND FUSE <input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A	.....
3.	หลอดไฟแสดงสถานะ LAMP DISPLAY <input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A	.....
4.	สวิทช์กุญแจ KEY SWITCH <input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A	.....
5.	รีเลย์ RELAY <input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A	.....
6.	โวลต์มิเตอร์ VOLTMETER <input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A	.....
7.	ไอโซเลเตอร์ ISOLATOR <input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A	.....
8.	หม้อแปลงไฟฟ้า TRANSFORMER <input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A	.....
9.	ปุ่มฉุกเฉิน EMERGENCY <input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A	.....
10.	การเลือกตู้จาก PLC SELECTION FROM PLC <input checked="" type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A	.....
11.	อื่นๆ OTHER <input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> FAIL <input type="checkbox"/> N/A	.....

Result : OK. RE-WORK

Remarks :

SUPPLIER SIGN:  DATE:

DEMIER SERVICE SIGN:  DATE: 8 / 10 / 62

รูปที่ 4.3 เอกสารตรวจสอบ Power On Test Report

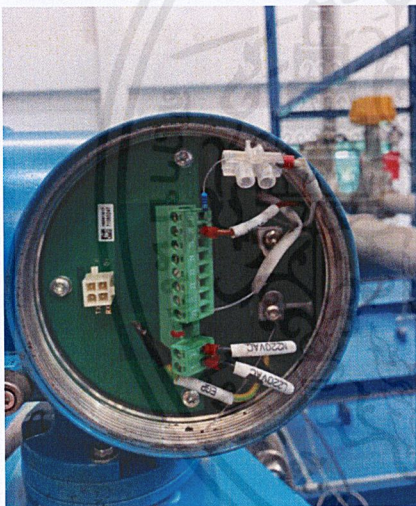
4.2 ทดสอบการใช้งานจริงของตู้ Junction Box

ทำการทดสอบในการจ่ายไฟให้กับเครื่องมือที่เข้ามาสอบเทียบ และการอ่านค่าสัญญาณจากเอาต์พุตจากทรานส์มิเตอร์ของลูกค้ำที่หน้างานส่งมายังห้อง Control Room เพื่อจะเข้า Flow Computer เพื่อตรวจสอบการรับ-ส่งข้อมูลสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องมือที่เข้าทำการสอบเทียบว่าปกติ และสามารถรับส่งข้อมูลได้ ประกอบการทำรายงานการสอบเทียบให้ลูกค้ำเทียบกับผลการอ่านค่าจาก Master Flow Meter โดยจะทดสอบกับเครื่องมือลูกค้ำทั้งสองชนิด คือ การรับ-ส่งสัญญาณ มาตรฐาน 4-20 mA แบบ 2-wire และ 4-wire

4.2.1 ทดสอบกับ Flow Meter ที่มีการส่งสัญญาณแบบ 4-wire

4.2.1.1 ติดตั้ง Flow Meter ของลูกค้ำที่รอเข้ารับบริการการสอบเทียบ

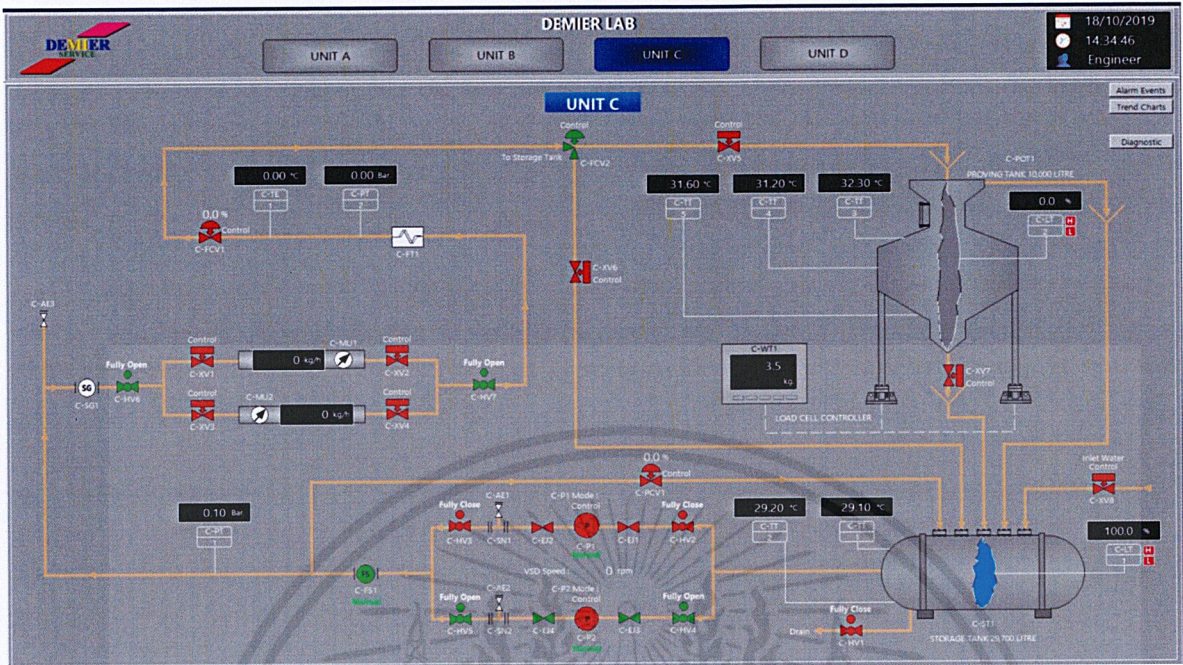
คือ Endress + Hauser Promag50 ขนาด 6 นิ้ว ที่ ช่วงวัดอัตราการไหลคือ 0-150 m³/h เข้ากับไลน์ท่อ C-MUT2 ของ PLANT-C และทำการเข้าสาย Power และสายส่งสัญญาณเอาต์พุตแบบ 4-wire จากอุปกรณ์ไปยังตู้ Junction Box C-MUT2



(a) ทำการเข้าสาย Endress + Hauser Promag50 (b) Endress + Hauser Promag50 ขนาด 6 นิ้ว
รูปที่ 4.4 ติดตั้ง Endress + Hauser Promag50 ขนาด 6 นิ้ว

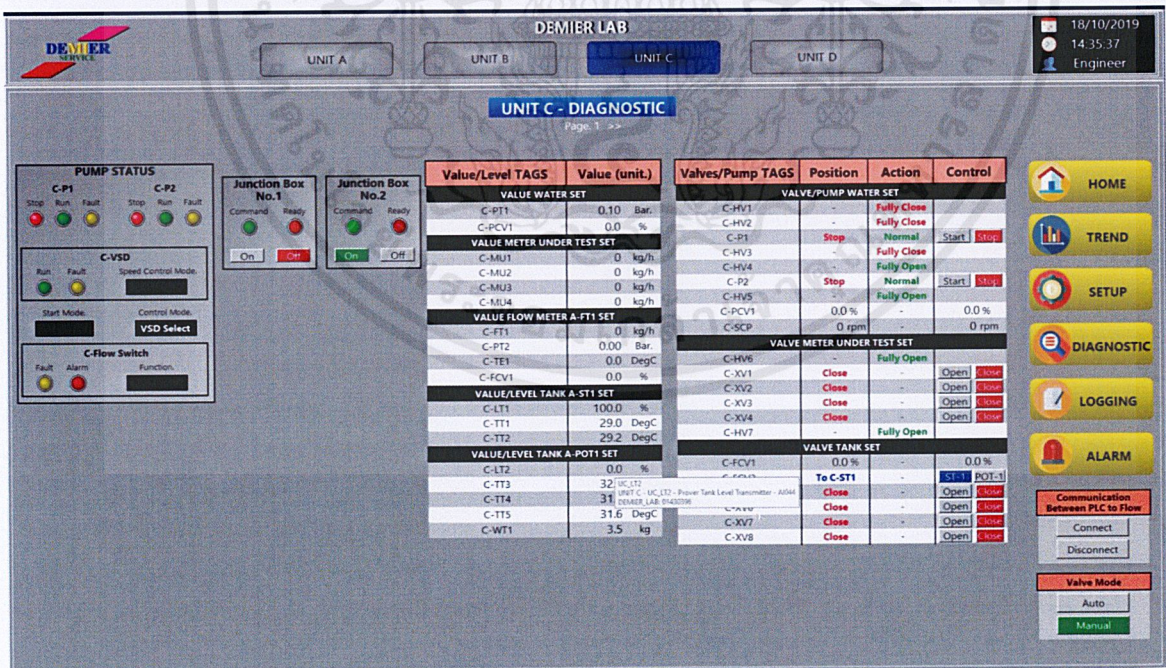
4.2.1.2 ทดสอบสัญญาณที่สั่งการผ่านหน้าจอ SCADA

ทำการตรวจสอบเงื่อนไขการดำเนินการตามที่ระบุในบทที่ 2 หัวข้อ 2.3 เพื่อตรวจสอบระบบก่อนดำเนินการโปรเซส เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถดำเนินการใช้งานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย เช็คสัญญาณจาก Manual Valve ว่าอยู่ในสถานะเปิดตามไลน์ท่อที่เลือกปั๊ม โดยการเช็คสัญญาณจากหน้าจอและเช็คหน้างานจริงว่าตรงกัน และเช็คสัญญาณส่งกลับของ Control Valve ต่างๆ ว่าใช้งานได้ปกติ

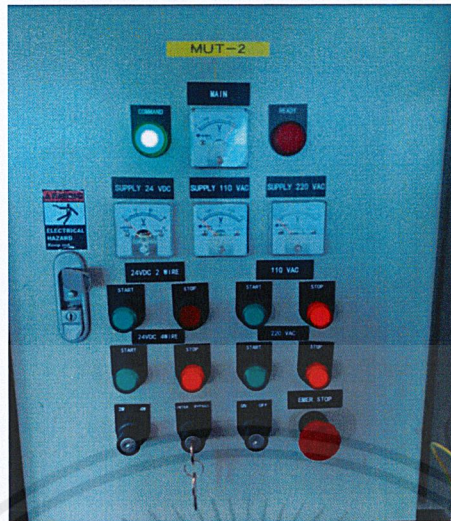


รูปที่ 4.5 กราฟฟิก HMI แสดงสถานะการทำงานของเครื่องมือต่างๆใน PLANT-C

ทำการเลือกตู้ Junction Box ตามไลน์ท่อที่จะทำการทดสอบระบบในการสอบเทียบ ในที่นี้ใช้เป็นไลน์ที่ C-MUT2 ของ PLANT-C เลือก Junction No.2 ทำการเลือกตู้ที่หน้าจากสั่งงาน



รูปที่ 4.6 หน้าจอใช้งานแสดงการเลือกตู้ MUT-2 ของ PLANT-C

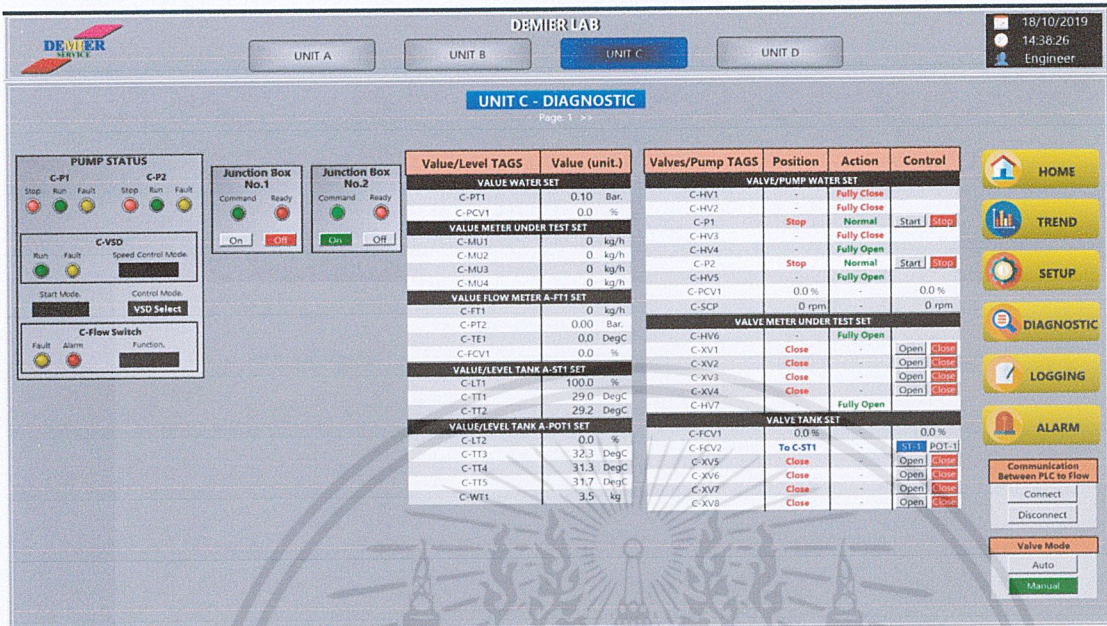


รูปที่ 4.7 Panel ใช้งานของตู้เมื่อถูกเลือกใช้งาน

กดเลือกไฟที่จ่ายให้กับเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบโดยเช็คความถูกต้องจากแผ่นข้อมูลที่ติดอยู่กับอุปกรณ์ ในที่คือ Endress + Hauser Promag50 ใช้ไฟฟ้า 220VAC

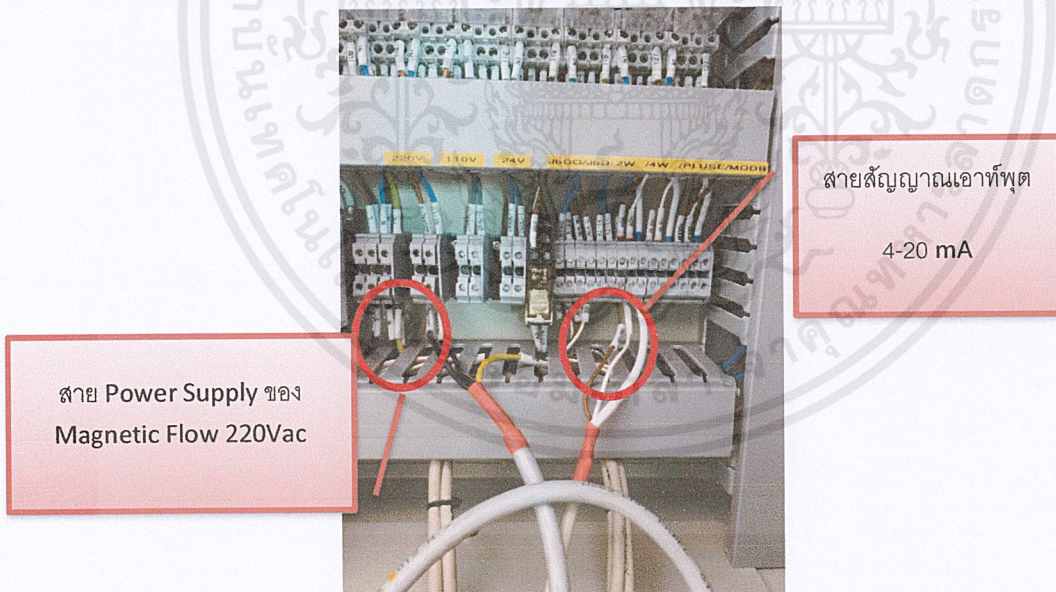


รูปที่ 4.8 Panel ใช้งานของตู้เมื่อเลือกใช้ไฟ 220 VAC 4-wire



รูปที่ 4.9 หน้าจอใช้งานแสดงสถานะพร้อมใช้งาน ของไลน์ MUT-2 PLANT-C

4.2.1.3 เชื่อมต่อสายสัญญาณและสาย Power ของ Magnetic Flow เข้ากับตู้ C-MUT2



รูปที่ 4.10 การเชื่อมต่อสาย Power และสายสัญญาณเข้ากับตู้ Junction Box

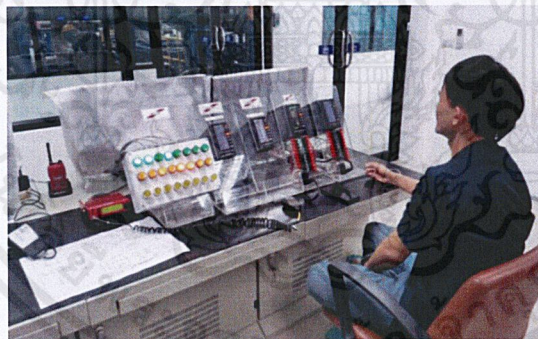
4.2.1.4 การอ่านค่าและเก็บข้อมูล

จากการทดสอบจะใช้ผู้ปฏิบัติการ 3 คนเพื่อตรวจสอบการอ่านค่าจาก เครื่องมือของลูกค้ำว่าค่าที่อ่านได้จากห้องปฏิบัติการตรงกันหรือไม่และเป็นการสอบเทียบเครื่องมือของลูกค้ำเทียบกับ Master Flow Meter เบื้องต้น โดยคนหนึ่งจะดูอยู่ที่หน้าจอแสดงผลของลูกค้ำ อีกคนจะอยู่ที่หน้าจอแสดงผลของ Master Flow Meter และคนสุดท้ายจะอยู่ที่ห้องควบคุมเพื่อทำการปรับ Flow rate ในการสอบเทียบ และอ่านค่าที่ส่งจากเครื่องมือที่รับการสอบเทียบของลูกค้ำ โดยทั้งหมดจะสื่อสารและเก็บข้อมูลที่แสดงผล ณ จุดทดสอบเดียวกัน



(a) ผู้ปฏิบัติการอ่านค่าจาก Master Flow Meter

(b) ผู้ปฏิบัติการอ่านค่าจากอุปกรณ์ที่เข้าสอบเทียบ

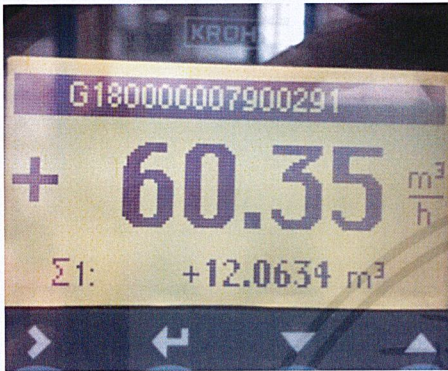


(c) ผู้ปฏิบัติการที่ทำการปรับ Flow rate และอ่านค่าจากอุปกรณ์ที่สอบเทียบ

รูปที่ 4.11 ผู้ปฏิบัติการประจำจุดในการทดสอบการสอบเทียบ

4.2.1.5 ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือของลูกค้า

ในที่นี้ช่วงการใช้งานของเครื่องมือวัดอัตราการไหลนี้คือ 0-150 m³/h จึงทำการสอบเทียบที่ 3 จุดทดสอบ คือ 60 , 90 และ 120 m³/h

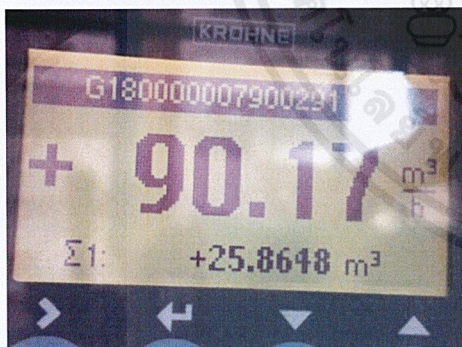


(a) อัตราการไหลที่อ่านได้จาก Master Flow Meter

(b) อัตราการไหลและสัญญาณเอาต์พุตที่อ่านได้จากอุปกรณ์ที่เข้าสอบเทียบ

(c) อัตราการไหลที่อ่านได้จากอุปกรณ์ที่เข้าสอบเทียบในห้องควบคุม

รูปที่ 4.12 แสดงอัตราการไหลของเครื่องมือที่สอบเทียบ เทียบกับ Master Flow Meter ที่ 60 m³/h



(a) อัตราการไหลที่อ่านได้จาก Master Flow Meter

(b) อัตราการไหลและสัญญาณเอาต์พุตที่อ่านได้จากอุปกรณ์ที่เข้าสอบเทียบ

(c) อัตราการไหลที่อ่านได้จากอุปกรณ์ที่เข้าสอบเทียบในห้องควบคุม

รูปที่ 4.13 แสดงอัตราการไหลของเครื่องมือที่สอบเทียบ เทียบกับ Master Flow Meter ที่ 90 m³/h



(a) อัตราการไหลที่อ่านได้จาก Master Flow Meter

(b) อัตราการไหลและสัญญาณเอาต์พุตที่อ่านได้จากอุปกรณ์ที่เข้าสอบเทียบ

(c) อัตราการไหลที่อ่านได้จากอุปกรณ์ที่เข้าสอบเทียบในห้องควบคุม

รูปที่ 4.14 แสดงอัตราการไหลของเครื่องมือที่สอบเทียบ เทียบกับ Master Flow Meter ที่ 120 m³/h

4.2.2 ทดสอบกับ Flow Meter ที่มีการส่งสัญญาณแบบ 2-wire

4.2.2.1 ติดตั้ง Flow Meter ของลูกค้าที่รอเข้ารับบริการการสอบเทียบ

คือ YOKOGAWA Vortex YP 110 ขนาด 4 นิ้ว ที่ ช่วงวัดอัตราการไหลคือ 0-100 m³/h เข้ากับไลน์ท่อ B-MUT3 ของ PLANT-B ทำการเข้าสาย Power และสายส่งสัญญาณเอาต์พุตแบบ 2-wire



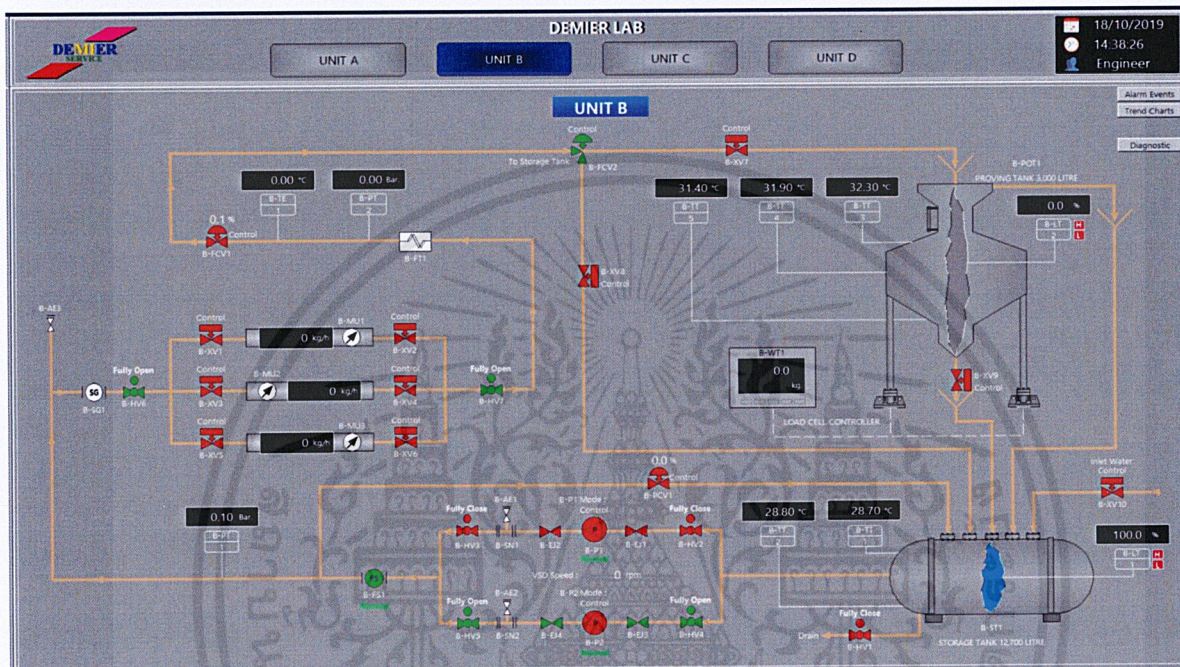
(a) เทอมินอลของ YOKOGAWA Vortex YP110

(b) YOKOGAWA Vortex YP 110

รูปที่ 4.15 ติดตั้ง YOKOGAWA Vortex YP 110 ขนาด 4 นิ้ว

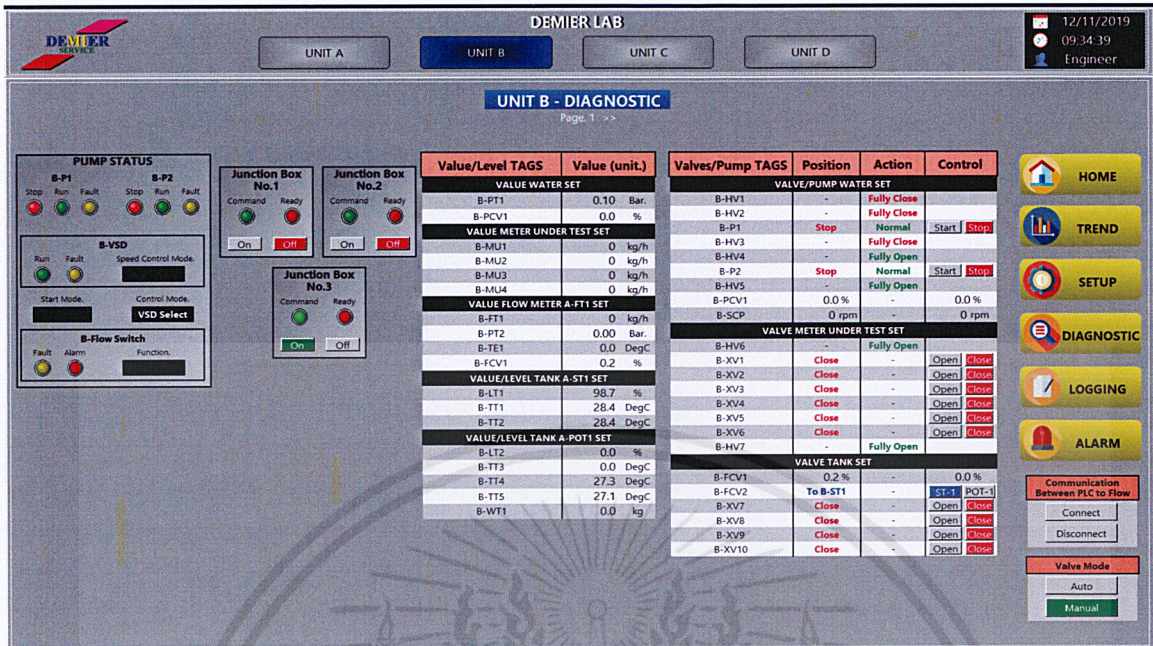
4.2.2.2 ทดสอบสัญญาณที่สั่งการผ่านหน้าจอ SCADA

ตรวจสอบเงื่อนไขการดำเนินการตามที่ระบุในบทที่ 2 หัวข้อ 2.3 เพื่อตรวจสอบระบบก่อนดำเนินการโปรเซส เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถดำเนินการใช้งานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย สัญญาณจาก Manual Valve ว่าอยู่ในสถานะเปิดตามไลน์ท่อที่เลือกปั๊ม โดยการเช็คสัญญาณจากหน้าจอและเช็คหน้างานจริงว่าตรงกัน และเช็คสัญญาณส่งกลับของ Control Valve ต่างๆ ว่าใช้งานได้ปกติ

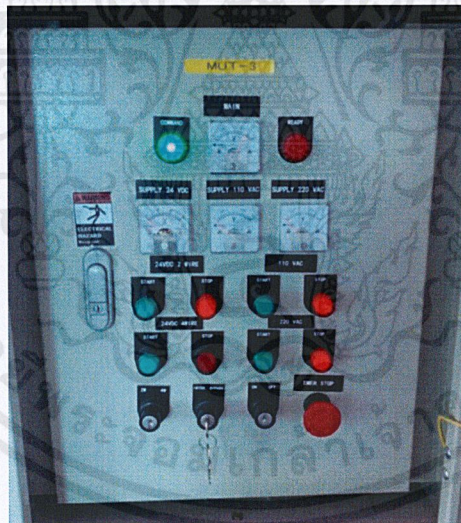


รูปที่ 4.16 กราฟิก HMI แสดงสถานะการทำงานของเครื่องมือต่างๆใน PLANT-B

ทำการเลือกตู้ Junction Box ตามไลน์ท่อที่จะทำการทดสอบระบบในการสอบเทียบ ในที่นี้ใช้เป็นไลน์ที่ MUT-3 ของ PLANT-B เลือก Junction No.3 ทำการเลือกตู้ที่หน้าจากสั่งงาน



รูปที่ 4.17 หน้าจอใช้งานแสดงการเลือกตู้ MUT-3 ของ PLANT-B



รูปที่ 4.18 Panel ใช้งานของตู้เมื่อถูกเลือกใช้งาน

กดเลือกไฟที่จ่ายให้กับเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบโดยเช็คความถูกต้องจากแผ่นข้อมูลที่ติดอยู่กับอุปกรณ์ ในที่คือ YOKOGAWA Vortex YP 110 ใช้ไฟ 24 VDC ที่มาจาก Current loop supply ในวงจร 2-wire ได้เลย



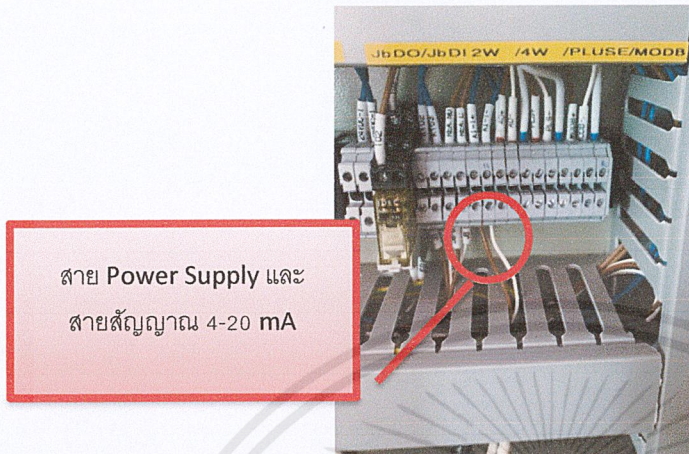
รูปที่ 4.19 Panel ใช้งานของตู้เมื่อเลือกใช้ไฟ 24 VDC 2-wire

Value/Level TAGS	Value (unit.)
VALUE WATER SET	
B-PT1	0.10 Bar.
B-PCV1	0.0 %
VALUE METER UNDER TEST SET	
B-MU1	0 kg/h
B-MU2	0 kg/h
B-MU3	0 kg/h
B-MU4	0 kg/h
VALUE FLOW METER A-FT1 SET	
B-TT1	0 kg/h
B-PT2	0.00 Bar.
B-TE1	0.0 DegC
B-FCV1	0.2 %
VALUE/LEVEL TANK A-ST1 SET	
B-LT1	98.7 %
B-TT1	28.4 DegC
B-TT2	28.4 DegC
VALUE/LEVEL TANK A-POT1 SET	
B-LT2	0.0 %
B-TT3	0.0 DegC
B-TT4	27.3 DegC
B-TT5	27.2 DegC
B-WT1	0.2 kg

Valves/Pump TAGS	Position	Action	Control
VALVE/PUMP WATER SET			
B-HV1	-	Fully Close	
B-HV2	-	Fully Close	
B-PCV1	Stop	Normal	Start Stop
B-HV3	-	Fully Close	
B-HV4	-	Fully Open	
B-P2	Stop	Normal	Start Stop
B-HV5	-	Fully Open	
B-PCV1	0.0 %	-	0.0 %
B-SCP	0 rpm	-	0 rpm
VALVE METER UNDER TEST SET			
B-HV6	-	Fully Open	
B-XV1	Close	-	Open Close
B-XV2	Close	-	Open Close
B-XV3	Close	-	Open Close
B-XV4	Close	-	Open Close
B-XV5	Close	-	Open Close
B-XV6	Close	-	Open Close
B-HV7	-	Fully Open	
VALVE TANK SET			
B-FCV1	0.2 %	-	0.0 %
B-FCV2	To B-ST1	-	ST-1 POT-1
B-XV7	Close	-	Open Close
B-XV8	Close	-	Open Close
B-XV9	Close	-	Open Close
B-XV10	Close	-	Open Close

รูปที่ 4.20 หน้าจอใช้งานแสดงสถานะพร้อมใช้งาน ของไลน์ MUT-3 PLANT-B

4.2.2.3 เชื่อมต่อสายสัญญาณและสาย Power ของ Flow Meter เข้ากับตู้ B-MUT-3



สาย Power Supply และ
สายสัญญาณ 4-20 mA

รูปที่ 4.21 การเชื่อมต่อสาย Power และสายสัญญาณเข้ากับตู้ Junction Box

4.2.2.4 การอ่านค่าและเก็บข้อมูล

ผู้ปฏิบัติการ 3 คนเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 4.2.1.4 ในการอ่านค่า Flow Meter ของลูกค้า เทียบกับ Master Flow Meter

4.2.2.5 ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือของลูกค้า

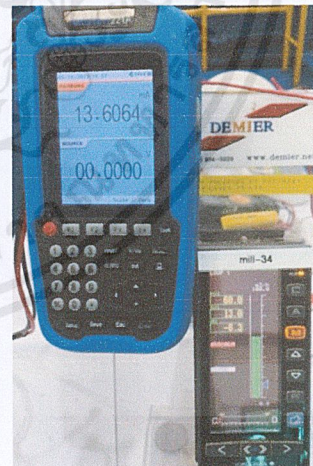
ในที่นี้ช่วงการใช้งานของเครื่องมือวัดอัตราการไหลนี้คือ 0-150 m³/h จึงทำการสอบเทียบที่ 3 จุดทดสอบ คือ 60 , 80 และ 100 m³/h



(a) อัตราการไหลที่อ่านได้จาก
Master Flow Meter

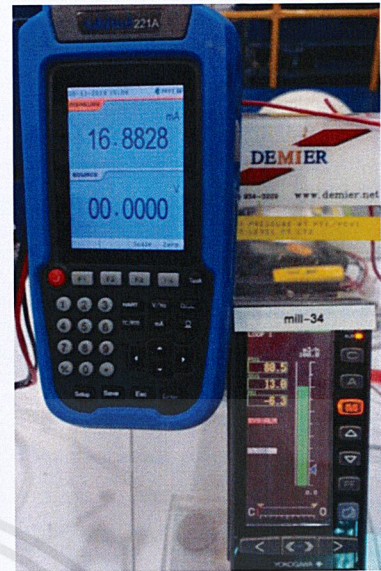


(b) อัตราการไหลและสัญญาณ
เอาต์พุตที่อ่านได้จากอุปกรณ์ที่เข้า
สอบเทียบ



(c) อัตราการไหลที่อ่านได้
จากอุปกรณ์ที่เข้าสอบเทียบ
ในห้องควบคุม

รูปที่ 4.22 แสดงอัตราการไหลของเครื่องมือที่สอบเทียบ เทียบกับ Master Flow Meter ที่ 60 m³/h



(a) อัตราการไหลที่อ่านได้จาก Master Flow Meter

(b) อัตราการไหลและสัญญาณเอาต์พุตที่อ่านได้จากอุปกรณ์ที่เข้าสอบเทียบ

(c) อัตราการไหลที่อ่านได้จากอุปกรณ์ที่เข้าสอบเทียบในห้องควบคุม

รูปที่ 4.23 แสดงอัตราการไหลของเครื่องมือที่สอบเทียบ เทียบกับ Master Flow Meter ที่ $80 \text{ m}^3/\text{h}$



(a) อัตราการไหลที่อ่านได้จาก Master Flow Meter

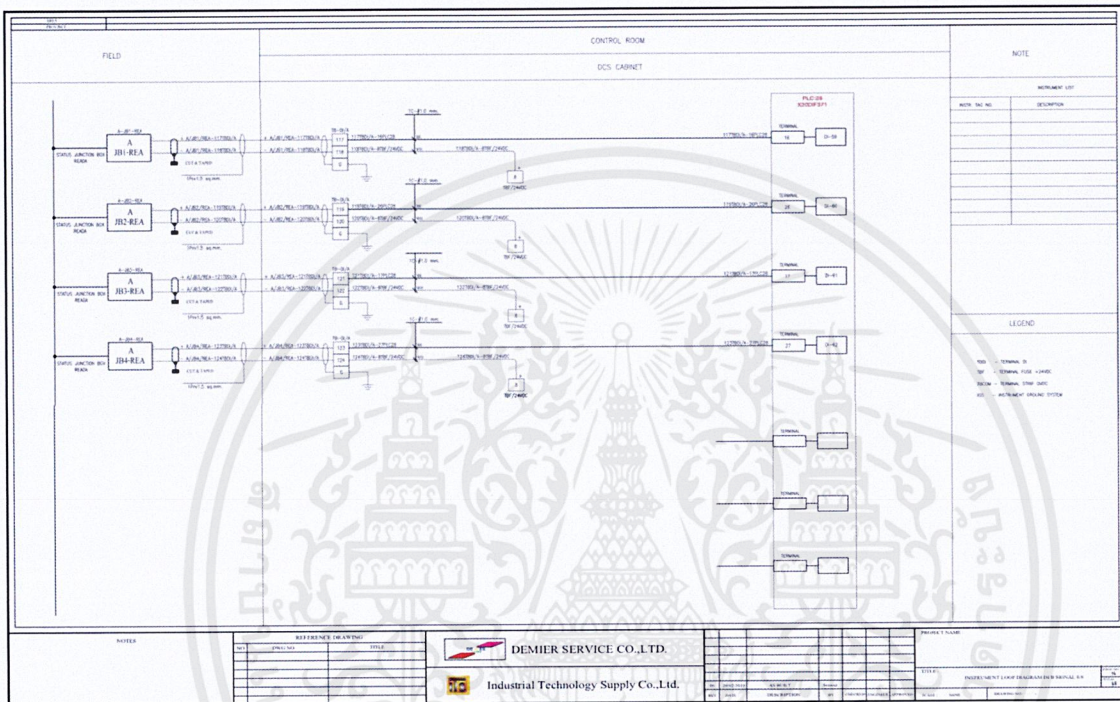
(b) อัตราการไหลและสัญญาณเอาต์พุตที่อ่านได้จากอุปกรณ์ที่เข้าสอบเทียบ

(c) อัตราการไหลที่อ่านได้จากอุปกรณ์ที่เข้าสอบเทียบในห้องควบคุม

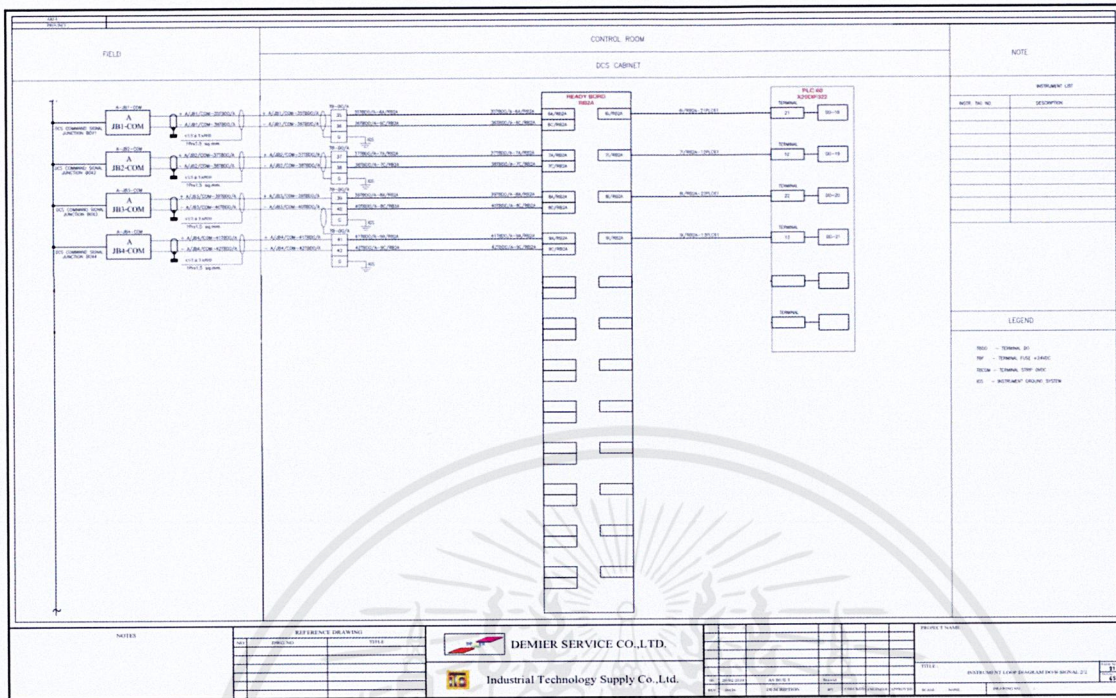
รูปที่ 4.24 แสดงอัตราการไหลของเครื่องมือที่สอบเทียบ เทียบกับ Master Flow Meter ที่ $100 \text{ m}^3/\text{h}$

4.3 เอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ทำอพเทเอกสารในการติดตั้งตู้ Power supply Junction Box เพื่อให้ผู้ที่มาศึกษาหรือแก้ไขคนอื่นเข้าใจการใช้เทอร์มินอล DI/DO ของ PLC และเป็นการอพเทข้อมูลเทอร์มินอลที่ว่างสามารถใช้งานได้โดยประกอบไปด้วยเอกสาร Loop Diagram DI/DO ของ PLC ที่ทำการสั่งงานเลือกตู้ PLANT-A

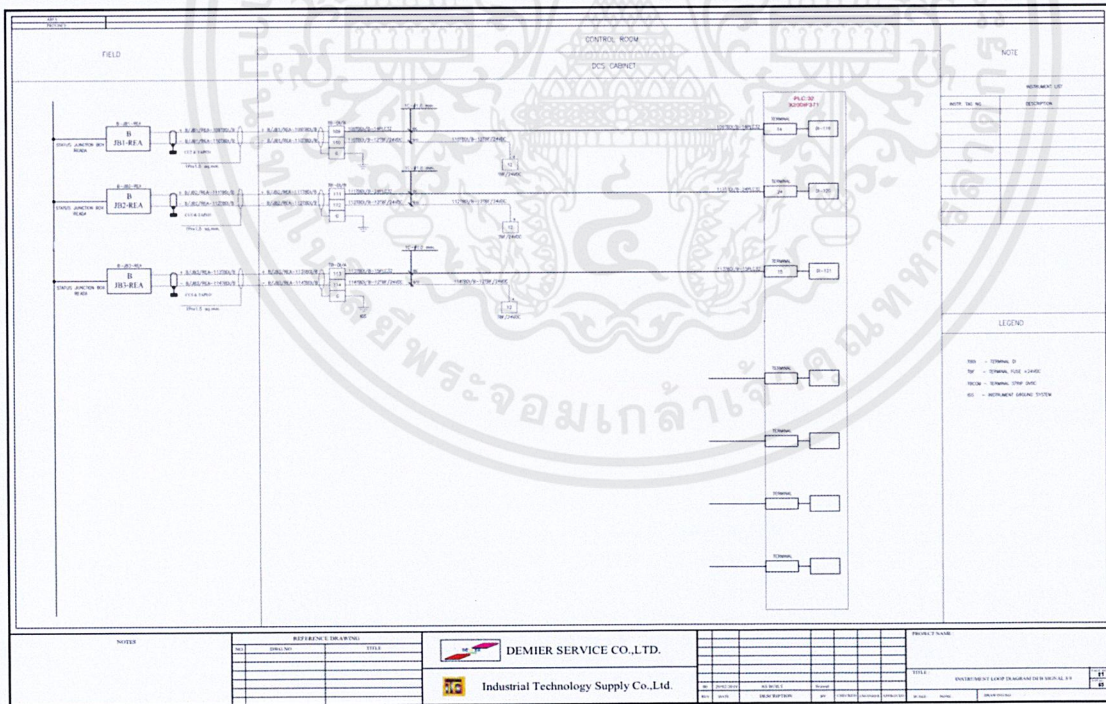


รูปที่ 4.25 Loop Diagram DI ของตู้ JB PLANT-A

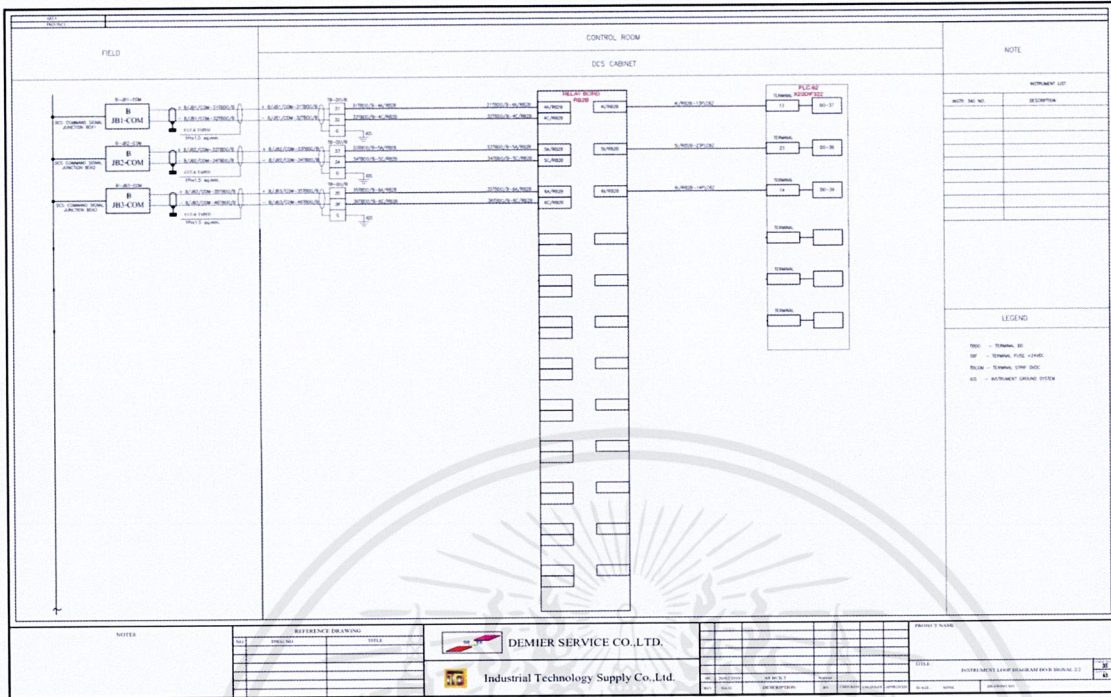


รูปที่ 4.26 Loop Diagram DO ของตู้ JB PLANT-A

PLANT-B

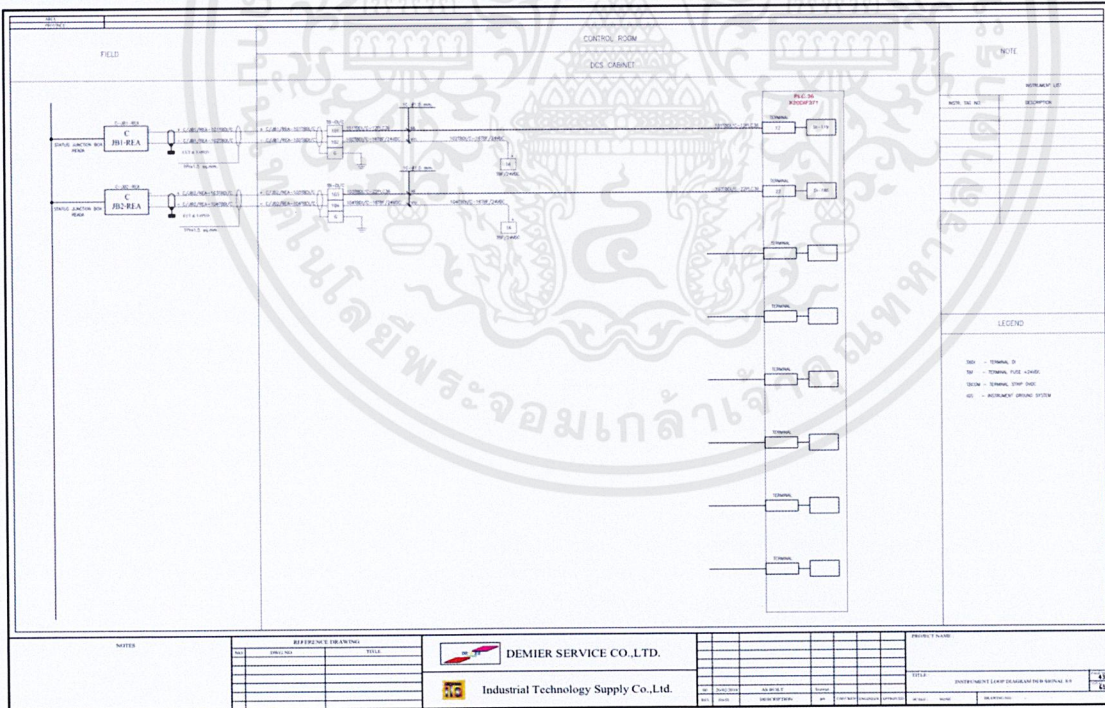


รูปที่ 4.27 Loop Diagram DI ของตู้ JB PLANT-B

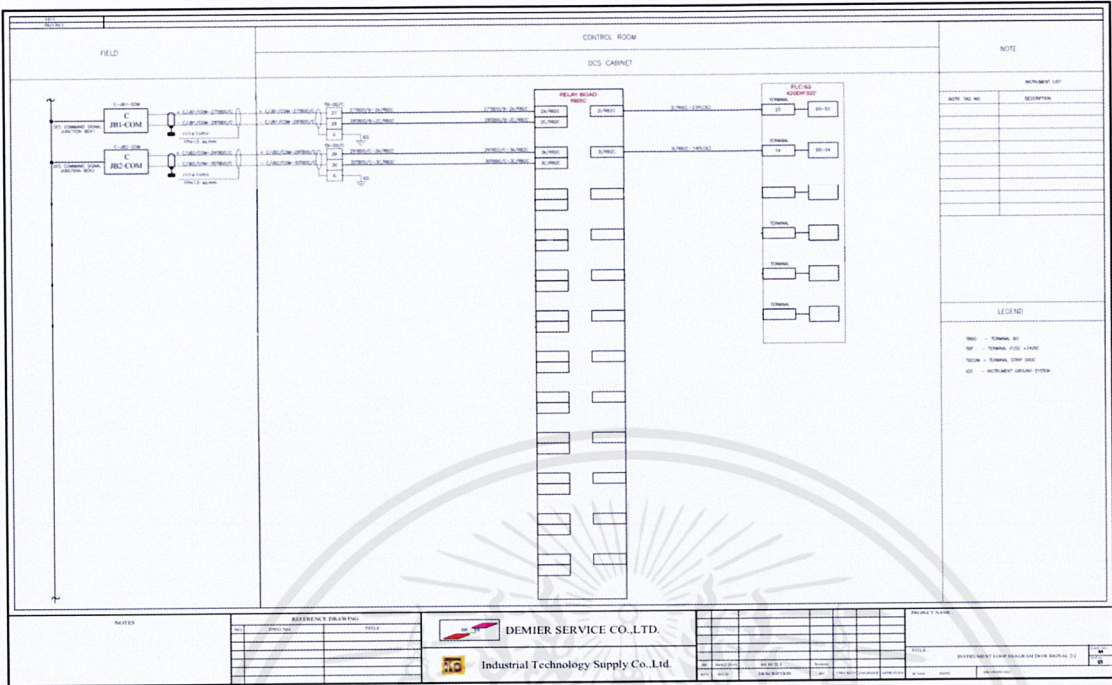


รูปที่ 4.28 Loop Diagram DO ของตู้ JB PLANT-B

PLANT-C

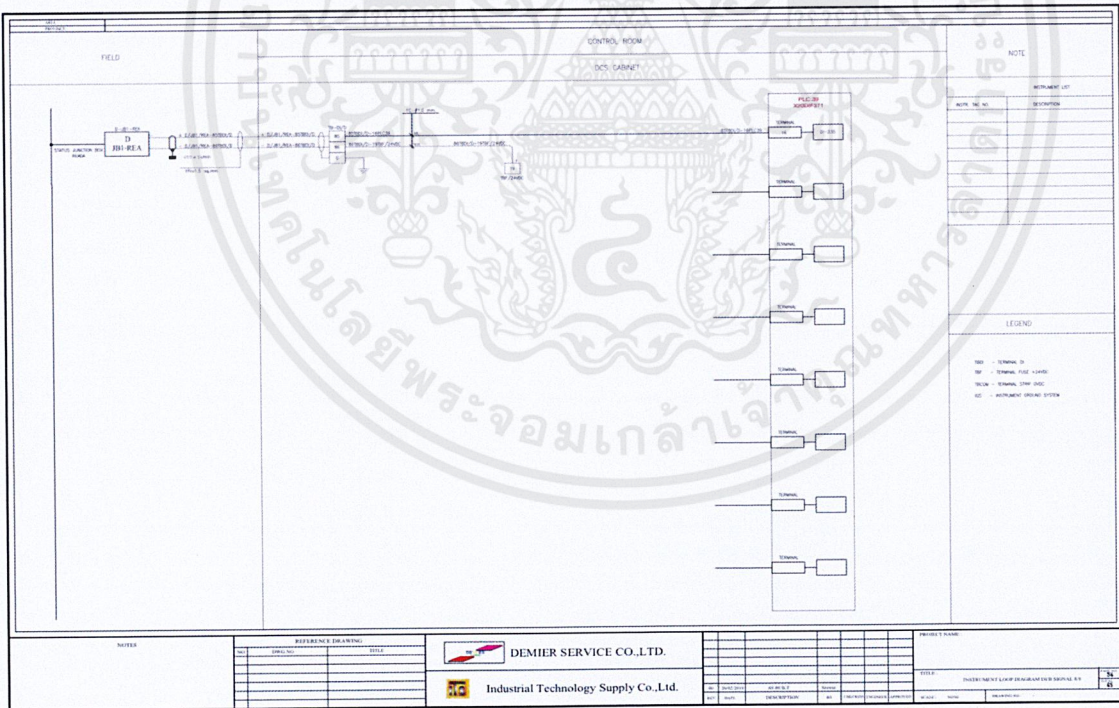


รูปที่ 4.29 Loop Diagram DI ของตู้ JB PLANT-C

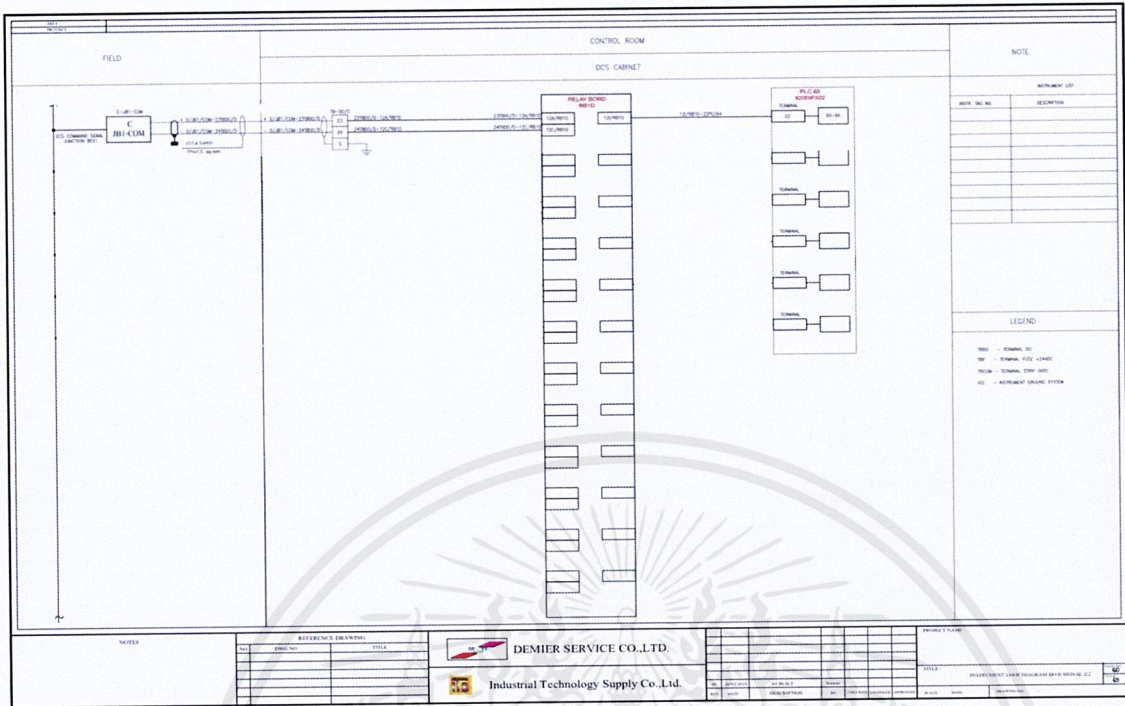


รูปที่ 4.30 Loop Diagram DO ของตู้ JB PLANT-C

PLANT-D



รูปที่ 4.31 Loop Diagram DI ของตู้ JB PLANT-D



รูปที่ 4.32 Loop Diagram DO ของตู้ JB PLANT-D

ได้ตู้ Power Supply และ Junction Box ที่สามารถใช้งานจริง และตรงตามเงื่อนไขการใช้งานตามที่ได้วางแผนออกแบบ



รูปที่ 4.33 ตู้ Junction Box PLANT-A



รูปที่ 4.34 ตู้ Junction Box PLANT-B



รูปที่ 4.35 ตู้ Junction Box PLANT-C



รูปที่ 4.36 ตู้ Junction Box PLANT-D



บทที่ 5

สรุปผล ปัญหา และ ข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปจากการดำเนินงานทั้งหมด ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานรวมไปถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆที่พบ เพื่อให้การดำเนินงานเสร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินงานทั้งหมดในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา โครงการนี้เป็นการทำรายละเอียดข้อมูลการออกแบบเบื้องต้นทางด้านวิศวกรรมในส่วนของระบบไฟฟ้า ทางด้านวิศวกรรมในส่วนของระบบควบคุมซึ่งโครงการที่ได้รับมอบหมายเป็นโครงการที่จัดขึ้นเพื่อ ออกแบบ ติดตั้ง และทดสอบ ตู้ตัวกลางในการเชื่อมต่อสัญญาณรับ-ส่งระหว่างเครื่องมือวัดอัตราการไหลของลูกค้าและ server ภายในห้องควบคุม และเป็น Power Supply ให้กับเครื่องมือวัดอัตราการไหลที่เข้ารับการสอบเทียบ ของบริษัทแห่งหนึ่ง

การดำเนินการได้แบ่งขั้นตอนเป็น 1.การสำรวจพื้นที่หน้างาน 2.ออกแบบเงื่อนไขและฟังก์ชันการทำงานของตู้ตัวกลาง 3.ติดตั้งเดินสายไฟที่หน้างาน 4.ตรวจสอบการใช้งานในห้องปฏิบัติการก่อนใช้งานจริง 5. ติดตั้งตู้หน้างานและทดลองใช้งานจริงกับเครื่องมือที่ลูกค้าเข้ามารับบริการสอบเทียบ จากการดำเนินการข้างต้นและรายละเอียดการทำงานตามบทที่อธิบายที่ผ่านมา ทำให้ได้ตู้ตัวกลางที่สามารถใช้งานได้จริง ครบทั้ง 10 ตู้ จากการตรวจสอบฟังก์ชันการทำงานของตู้ตัวกลางผลของการตรวจสอบเป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้

โครงการนี้ได้ทำให้ผู้จัดทำ ได้เรียนรู้ทั้งกระบวนการสอบเทียบที่ใช้ในการสอบเทียบให้กับลูกค้าของเครื่องมือวัดอัตราการไหล ได้เรียนรู้เครื่องมือวัดอัตราการไหลชนิดต่างๆ ที่มีคุณสมบัติในการวัดและการเชื่อมต่อติดตั้งที่แตกต่างกัน ได้หยาบจับและใช้งานจริง ได้เรียนรู้การออกแบบ อ่านแบบระบบไฟฟ้า การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ช่างในการติดตั้งเดินสายไฟต่างๆอีกด้วย ประการสำคัญยังได้ใช้งาน Multifunction Calibrator ซึ่งเป็นเครื่องมือสนับสนุนวัดอัตราการไหล ในห้องปฏิบัติการควบคุมที่ทันสมัยที่ใช้เงินทุนสูง ขณะที่ห้องปฏิบัติการอื่นยังไม่มี ซึ่งใช้ในการใช้งานวัดค่ากระแส แรงดัน และ ทดลอง Simulation สัญญาณเพื่อทดสอบการ รับ-ส่ง ค่าเอาท์พุทจากทรานส์มิเตอร์อัตราการไหล

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

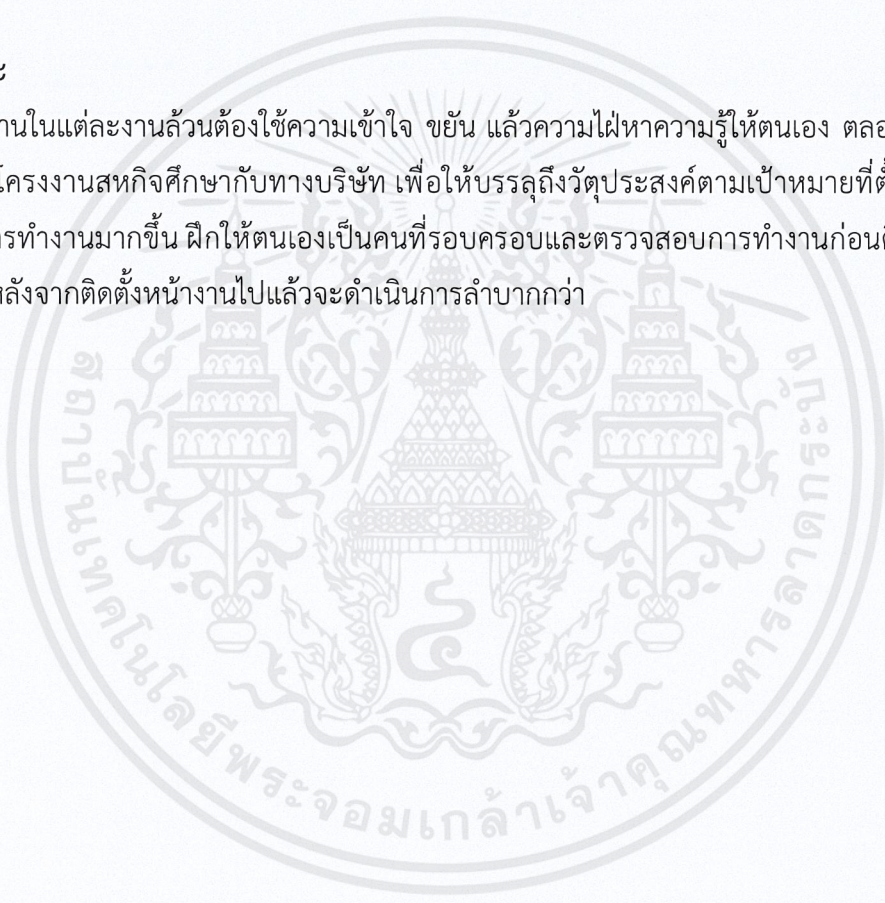
1. มีความรู้ความเข้าใจในด้านเครื่องมือการวัดเกี่ยวกับการส่งสัญญาณเอาท์พุทไม่เพียงพอ
2. ขาดประสบการณ์ในการเดินสายหรือการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเข้าสายต่างๆ
3. ไม่มีประสบการณ์ในการออกแบบไฟฟ้า หรือการอ่านแบบ Wiring Diagram มากพอ
4. ขาดทักษะในการใช้ซอฟต์แวร์ เขียนโปรแกรม การเชื่อมต่อ ในการปฏิบัติประกอบกับโครงการฉบับนี้

5.3 แนวทางการแก้ไข

1. ศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการทำงาน และทฤษฎีที่ใช้ประกอบในการทำงาน
2. สอบถามผู้นิเทศงานให้เข้าใจถึงกระบวนการทำงานต่างให้เข้าใจอย่างถ่องแท้
3. มีความมุ่งมั่น ขยัน อดทน ในการทำงานตลอดระยะเวลาช่วงสหกิจศึกษา
4. พุดคุย และแลกเปลี่ยนความเข้าใจกับพี่ๆ ในบริษัท ในสิ่งที่เราเข้าใจเพื่อเป็นการเพิ่มความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

5.4 ข้อเสนอแนะ

การทำงานในแต่ละงานล้วนต้องใช้ความเข้าใจ ขยัน แล้วความไม่หาความรู้ให้ตนเอง ตลอดระยะเวลาที่ได้มาศึกษาทำโครงการสหกิจศึกษากับทางบริษัท เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้และเพิ่มความเข้าใจในการทำงานมากขึ้น ฝึกให้ตนเองเป็นคนที่รอบรอบและตรวจสอบการทำงานก่อนติดตั้งทุกครั้ง เพราะการแก้ไขหลังจากติดตั้งหน้างานไปแล้วจะดำเนินการลำบากกว่า



บรรณานุกรม

- [1] สุพัฒชัย สัจจาลวงค์ Product Manager WATANABE, สัญญาณทรานส์มิเตอร์, แหล่งที่มา : <http://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=119> (สืบค้นวันที่ 27 สิงหาคม 2562)
- [2] ทฤษฎี Flow Meter, แหล่งที่มา : <https://www.supremelines.co.th/สาระน่ารู้/2087-เครื่องวัดอัตราการไหลแบบสนามแม่เหล็กไฟฟ้า-Flow-Meter.html> (สืบค้นวันที่ 5 กันยายน 2562)
- [3] ผศ.ดร.นวกัทธา หนูนาท, เครื่องมือวัดการไหลแบบสนามแม่เหล็ก, แหล่งที่มา : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/7243/electromagnetic-Flow-Meter-> (สืบค้นวันที่ 5 กันยายน 2562)
- [4] เบรกเกอร์และประเภทของเบรกเกอร์, แหล่งที่มา : (สืบค้นวันที่ 19 กันยายน 2562) <https://mall.factomart.com/circuit-breaker/type-of-circuit-breaker/>
- [5] โครงสร้างและการทำงานของรีเลย์, แหล่งที่มา : (สืบค้นวันที่ 19 กันยายน 2562) <https://mall.factomart.com/structure-and-principle-of-general-relay/>
- [6] ADDITEL 221A, แหล่งที่มา : <https://www.additel.com/product-detail.html/32> (สืบค้นวันที่ 26 กันยายน 2562)
- [7] PLC B&R X20series, แหล่งที่มา : <https://www.br-automation.com/en/products/control-Systems/x20-System/> (สืบค้นวันที่ 22 ตุลาคม 2562)
- [8] Controller YS1700, แหล่งที่มา : <https://www.yokogawa.com/th/solutions/products-platforms/control-System/controllers-indicators/single-loop-controllers/ys1700/> (สืบค้นวันที่ 22 ตุลาคม 2562)
- [9] Advanced SCADA Controlmaestro, แหล่งที่มา : <http://www.getcontrolmaestro.com/SCADA-solutions.html> (สืบค้นวันที่ 29 ตุลาคม 2562)
- [10] Flow-X Series ABB, แหล่งที่มา : <https://new.abb.com/products/measurement-products/Flow-computers/spirit-it-Flow-x-series> (สืบค้นวันที่ 29 ตุลาคม 2562)





UNIT A (FOOD GRADE) PLANT SPECIFICATION

SIZE OF FLOWMETER		MASTER FLOW COMPARISON METHOD				STANDARD WEIGHT COMPARISON METHOD			
SI UNIT	ENGLISH UNIT	MAXIMUM VOLUME		MAXIMUM MASS	MPE	MAXIMUM VOLUME		MAXIMUM MASS	MPE
(DN,mm)	(INCH)	FLOW RATE		FLOW RATE		FLOW RATE		FLOW RATE	
		(m ³ /hr)	(liter/minute)	(kg/hr)		(m ³ /hr)	(liter/minute)	(kg/hr)	
DN15	1/2"	6	100	6,000	±0.5%	6	100	6,000	±0.2%
DN20	3/4"	10	167	10,000		10	167	10,000	
DN25	1"	15	250	15,000		15	250	15,000	
DN32	1 1/4"	20	333	20,000		20	333	20,000	
DN40	1 1/2"	20	333	20,000		20	333	20,000	
DN50	2"	20	333	20,000		20	333	20,000	
DN65	2 1/2"	20	333	20,000		20	333	20,000	
DN80	3"	20	333	20,000		20	333	20,000	



UNIT B PLANT SPECIFICATION

SIZE OF FLOWMETER		MASTER FLOW COMPARISON METHOD				STANDARD WEIGHT COMPARISON METHOD			
SI UNIT	ENGLISH UNIT	MAXIMUM VOLUME		MAXIMUM MASS	MPE	MAXIMUM VOLUME		MAXIMUM MASS	MPE
(DN,mm)	(INCH)	FLOW RATE		FLOW RATE		FLOW RATE		FLOW RATE	
		(m ³ /hr)	(liter/minute)	(kg/hr)		(m ³ /hr)	(liter/minute)	(kg/hr)	
DN50	2"	70	1,167	70,000	±0.5%	70	1,167	70,000	±0.2%
DN65	2 1/2"	120	2,000	120,000		120	2,000	120,000	
DN80	3"	130	2,167	130,000		130	2,167	130,000	
DN100	4"	130	2,167	130,000		130	2,167	130,000	
DN125	5"	130	2,167	130,000		130	2,167	130,000	
DN150	6"	130	2,167	130,000		130	2,167	130,000	



UNIT C PLANT SPECIFICATION

SIZE OF FLOWMETER		MASTER FLOW COMPARISON METHOD				STANDARD WEIGHT COMPARISON METHOD			
SI UNIT	ENGLISH UNIT	MAXIMUM VOLUME		MAXIMUM MASS	MPE	MAXIMUM VOLUME		MAXIMUM MASS	MPE
(DN,mm)	(INCH)	FLOW RATE		FLOW RATE		FLOW RATE		FLOW RATE	
		(m ³ /hr)	(liter/minute)	(kg/hr)		(m ³ /hr)	(liter/minute)	(kg/hr)	
DN100	4"	280	4,667	280,000	±0.5%	280	4,667	280,000	±0.2%
DN125	5"	380	6,333	380,000		380	6,333	380,000	
DN150	6"	380	6,333	380,000		380	6,333	380,000	
DN200	8"	380	6,333	380,000		380	6,333	380,000	



UNIT D PLANT SPECIFICATION

SIZE OF FLOWMETER		MASTER FLOW COMPARISON METHOD				STANDARD WEIGHT COMPARISON METHOD			
SI UNIT	ENGLISH UNIT	MAXIMUM VOLUME		MAXIMUM MASS	MPE	MAXIMUM VOLUME FLOW RATE		MAXIMUM MASS	MPE
(DN,mm)	(INCH)	FLOW RATE		FLOW RATE		FLOW RATE		FLOW RATE	
		(m ³ /hr)	(liter/minute)	(kg/hr)		(m ³ /hr)	(liter/minute)	(kg/hr)	
DN150	6"	700	11,667	700,000	±0.5%	700	11,667	700,000	±0.2%
DN200	8"	700	11,667	700,000		700	11,667	700,000	
DN250	10"	700	11,667	700,000		700	11,667	700,000	
DN300	12"	700	11,667	700,000		700	11,667	700,000	
DN350	14"	700	11,667	700,000		700	11,667	700,000	
DN400	16"	700	11,667	700,000		700	11,667	700,000	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล : นายปราชญา บุตรศรี
วัน เดือน ปีเกิด : 24 เมษายน 2540
ที่อยู่ : 144/11 ม.2 ต.ตะเคียนนเดี้ย อ.บางละมุง จ.ชลบุรี 20150
E-mail : nnewprachaya@gmail.com
โทรศัพท์ : 091-795-6810

ประวัติการศึกษา : พ.ศ.2557-2559 ระดับมัธยมปลาย โรงเรียนชลราษฎรอำรุง
จังหวัดชลบุรี
: พ.ศ.2559-ปัจจุบัน ระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมการวัดคุม

ประสบการณ์การทำงาน : มิ.ย.-ส.ค พ.ศ. 2562 นักศึกษาฝึกงาน ฝ่าย Maintenance
Service แผนก Instrument บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น
จำกัด (มหาชน)
: ส.ค.-พ.ย. พ.ศ. 2562 นักศึกษาสหกิจศึกษา ฝ่าย ซ่อมบำรุง
และบริการ บริษัท ดีมายเออร์ เซอร์วิซ จำกัด