



## แผนการจัดการเรียนรู้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม

กลุ่มอาชีพ ปิโตรเลียมและปิโตรเคมี

สาขาวิชา ปิโตรเคมี

รหัสวิชา 30124-2003 วิชา ระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

จัดทำโดย

นายสยาม จงสุขเกษม

วิทยาลัยเทคนิคมาบตาพุด

---

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา  
กระทรวงศึกษาธิการ

## คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสอน วิชา ระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี รหัสวิชา 30124-2003 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 ประเภทวิชา อุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ ปิโตรเลียมและปิโตรเคมี สาขาวิชา ปิโตรเคมี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เนื้อหาภายในเล่มประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการจัดการศึกษาด้านวิชาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และเพื่อยกระดับการศึกษาวิชาชีพของผู้เรียนให้สูงขึ้น สอดคล้องกับ ยุทธศาสตร์ชาติ แผนพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนการศึกษาแห่งชาติ เป็นไปตามกรอบคุณวุฒิแห่งชาติ มาตรฐานการศึกษาของชาติ กรอบคุณวุฒิอาชีวศึกษาแห่งชาติ นอกจากนี้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา โดยมีผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชาคือ ควบคุมกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ด้วยโปรแกรม DCS ที่ความสัญญาณแจ้งเตือนของอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต ในการปฏิบัติงานอาชีพตามมาตรฐานอาชีพช่างเทคนิคปฏิบัติการ ระดับ 4 ด้วยความรอบคอบ และความปลอดภัย โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1. ตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิต
2. ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของวาล์วควบคุมในระบบกระบวนการผลิต
3. ควบคุมกระบวนการผลิตผ่านหน้าจอ HMI และปรับจูน PID Controller ในระบบ DCS
4. วิเคราะห์กราฟแนวโน้มข้อมูลและจัดทำรายงานการผลิตในระบบ DCS
5. จัดการสัญญาณแจ้งเตือนและสถานะฉุกเฉินในระบบป้อน ถังจัดเก็บ และเครื่องอัดแก๊ส
6. ควบคุมการเดินเครื่อง หยุดเครื่อง และปรับสภาวะหอกลั่นปิโตรเคมีจำลอง

ข้าพเจ้า หวังเป็นอย่างยิ่งว่า แผนการจัดการเรียนรู้ ฉบับนี้ คงจะมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา ระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ไม่นานก็น้อย

นายสยาม จงสุขเกษม

# สารบัญ

|                                                                | หน้า |
|----------------------------------------------------------------|------|
| คำนำ                                                           | x    |
| สารบัญ                                                         | x    |
| ลักษณะรายวิชา                                                  | x    |
| มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)                                           | x    |
| หน่วยการเรียนรู้                                               | x    |
| การวางแผนการจัดการเรียนรู้                                     | x    |
| หน่วยที่ 1 งาน                                                 | x    |
| แผนการจัดการเรียนรู้                                           | x    |
| ใบความรู้                                                      | x    |
| ใบกิจกรรม                                                      | x    |
| ใบงาน                                                          | x    |
| ใบมอบหมายงาน                                                   | x    |
| แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ | x    |
| หน่วยที่ 2 งาน                                                 | x    |
| แผนการจัดการเรียนรู้                                           | x    |
| ใบความรู้                                                      | x    |
| ใบกิจกรรม                                                      | x    |
| ใบงาน                                                          | x    |
| ใบมอบหมายงาน                                                   | x    |
| แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ | x    |
| หน่วยที่ 3 งาน                                                 | x    |
| หน่วยที่ 4 งาน                                                 | x    |
| บรรณานุกรม                                                     | x    |
| ภาคผนวก                                                        | x    |

## หลักสูตรรายวิชา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ ปิโตรเลียมและปิโตรเคมี สาขาวิชา ปิโตรเคมี

รหัส 30124-2003 ชื่อวิชา ระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

### อ้างอิงมาตรฐาน

1. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส PPC4/1-4(3), PPO4/2-4,5,6 อาชีพช่างเทคนิคปฏิบัติการ (Operation Technician) ระดับ 4

### ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

ควบคุมกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ด้วยโปรแกรม DCS ตีความสัญญาณแจ้งเตือนของอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต ในการปฏิบัติงานอาชีพตามมาตรฐานอาชีพช่างเทคนิคปฏิบัติการ ระดับ 4 ด้วยความรอบคอบ และความปลอดภัย

### จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. รู้และเข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ในระบบการวัด การควบคุมตัวแปรกระบวนการ และการใช้งานระบบคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตเบื้องต้น
2. มีทักษะการควบคุมกระบวนการผลิตปิโตรเคมีด้วยโปรแกรม DCS จำแนกและตีความสัญญาณแจ้งเตือนของอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ รอบคอบ มีวินัย ขยัน ประหยัดอดทน และสามารถทำงานร่วมกัน
4. มีความสามารถในการควบคุมกระบวนการผลิต ควบคุมค่าตัวแปรต่างๆของกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่มีผลต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยของกระบวนการผลิต

### สมรรถนะรายวิชา

1. ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์ในระบบการวัดและควบคุม การควบคุม ตัวแปรกระบวนการ การใช้งานระบบคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตพื้นฐาน
2. ใช้งาน ตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบการวัดและควบคุมตามคู่มือ
3. ปฏิบัติการควบคุมกระบวนการผลิตปิโตรเคมีด้วยโปรแกรม DCS
4. จำแนกและตีความสัญญาณแจ้งเตือนของอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต
5. บันทึกและรายงานผลการปฏิบัติงาน

### คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับตัวแปรกระบวนการผลิตในงานอุตสาหกรรม ลักษณะสมบัติ ของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวัดและควบคุม การควบคุมตัวแปรกระบวนการที่เกี่ยวข้อง ของกระบวนการผลิต ความดัน อุณหภูมิ อัตราการไหลและระดับ วิธีการติดตั้งและบำรุงรักษาอุปกรณ์การวัดและควบคุม การนำอุปกรณ์เครื่องมือวัดและควบคุมมาใช้ในกระบวนการผลิต ความหมาย หลักการทำงานของระบบ Distributed Control System (DCS) การใช้โปรแกรมที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม ปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จำแนกและตีความ สัญญาณแจ้งเตือนของ compressor pump Tank Vessel

## ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

รหัส 30124-2003 ชื่อวิชา ระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

| หน่วยการเรียนรู้                                                                        | ความสามารถที่คาดหวัง |            |            |              |               |               |                |              |                 | รวม | จำนวน<br>ชั่วโมง<br>ท/ป |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------|------------|--------------|---------------|---------------|----------------|--------------|-----------------|-----|-------------------------|
|                                                                                         | พุทธิพิสัย           |            |            |              |               |               | ทักษะ<br>พิสัย | จิต<br>พิสัย | ประยุกต์<br>ใช้ |     |                         |
|                                                                                         | ความรู้              | ความเข้าใจ | การนำไปใช้ | การวิเคราะห์ | การประเมินค่า | การสร้างสรรค์ |                |              |                 |     |                         |
| ตรวจสอบและสอบเทียบ<br>อุปกรณ์วัดตัวแปร<br>กระบวนการผลิต                                 | -                    | 1          | 2          | -            | -             | -             | 5              | 2            | 1               | 11  | 2/8                     |
| ตรวจสอบและทดสอบการ<br>ทำงานของวาล์วควบคุมใน<br>ระบบกระบวนการผลิต                        | 1                    | 1          | 1          | -            | -             | -             | 5              | 2            | 1               | 11  | 2/8                     |
| ควบคุมกระบวนการผลิต<br>ผ่านหน้าจอ HMI และปรับ<br>จูน PID Controller ใน<br>ระบบ DCS      | 2                    | 2          | 2          | -            | -             | -             | 9              | 5            | 3               | 23  | 3/12                    |
| วิเคราะห์กราฟแนวโน้ม<br>ข้อมูลและจัดทำรายงานการ<br>ผลิตในระบบ DCS                       | -                    | 1          | 2          | -            | -             | -             | 5              | 2            | 1               | 11  | 2/8                     |
| จัดการสัญญาณแจ้งเตือน<br>และสถานะฉุกเฉินในระบบ<br>ปั๊ม ถังจัดเก็บ และเครื่องอัด<br>แก๊ส | -                    | 3          | 3          | -            | -             | -             | 9              | 5            | 3               | 23  | 3/12                    |
| ควบคุมการเดินเครื่อง หยุด<br>เครื่อง และปรับสภาวะหอ<br>กลั่นปิโตรเคมีจำลอง              | -                    | 3          | 3          | -            | -             | -             | 9              | 4            | 2               | 21  | 3/12                    |
| <b>รวม</b>                                                                              | 3                    | 11         | 13         | -            | -             | -             | 42             | 20           | 11              | 100 | 15/60                   |
| ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (เมื่อเรียนรายวิชานี้สำเร็จแล้วทำอะไรได้)         |                      |            |            |              |               |               |                |              |                 |     |                         |
| รวมทั้งรายวิชา                                                                          |                      |            |            |              |               |               |                |              |                 | 100 |                         |



## หน่วยการเรียนรู้

รหัส 30124-2003 ชื่อวิชา ระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี  
ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

| หน่วย<br>ที่ | หน่วยการเรียนรู้                                                            | เวลาเรียน (ชม.) |         |     |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------|-----|
|              |                                                                             | ทฤษฎี           | ปฏิบัติ | รวม |
| 1            | ตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิต                             | 2               | 8       | 10  |
| 2            | ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของวาล์วควบคุมในระบบกระบวนการผลิต                    | 2               | 8       | 10  |
| 3            | ควบคุมกระบวนการผลิตผ่านหน้าจอ HMI และปรับจูน PID Controller ในระบบ DCS      | 3               | 12      | 15  |
| 4            | วิเคราะห์กราฟแนวโน้มข้อมูลและจัดทำรายงานการผลิตในระบบ DCS                   | 2               | 8       | 10  |
| 5            | จัดการสัญญาณแจ้งเตือนและสถานะฉุกเฉินในระบบป้อน ถึงจัดเก็บ และเครื่องอัดแก๊ส | 3               | 12      | 15  |
| 6            | ควบคุมการเดินเครื่อง หยุดเครื่อง และปรับสภาวะหอกลั่นปิโตรเคมีจำลอง          | 3               | 12      | 15  |
|              | ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา                                       | 1               | 4       | 5   |
| รวม          |                                                                             | 16              | 64      | 80  |

|                                                                                   |                                                                      |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|  | แผนการจัดการเรียนรู้                                                 | หน่วยที่ 1                   |
|                                                                                   | รหัสวิชา 30124-2003 วิชา ระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี      | สอนครั้งที่ 1                |
|                                                                                   | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิต | ทฤษฎี 1 ชม.<br>ปฏิบัติ 4 ชม. |
| ชื่อเรื่อง/งาน รายงานการตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและบันทึกผลการสอบเทียบเครื่องมือวัด   |                                                                      |                              |

### 1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเครื่องมือวัดเพื่ออ่านสัญลักษณ์มาตรฐาน ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณ และสอบเทียบค่า Zero/Span ของอุปกรณ์วัดความดัน อุณหภูมิ ระดับ และอัตราการไหลในงานอุตสาหกรรม พร้อมจัดทำรายงานผลการสอบเทียบตามมาตรฐานสากล

### 2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส PPC4/1-4(3), PPO4/2-4,5,6 อาชีพช่างเทคนิคปฏิบัติการ (Operation Technician) ระดับ 4

### 3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิต
- 3.2 ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและอ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 ตามขั้นตอน
- 3.3 สอบเทียบค่า Zero และ Span ของเครื่องมือวัดความดัน อุณหภูมิ ระดับ และอัตราการไหลตามคู่มือ
- 3.4 คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดและทำความสะอาดระบบท่อสัญญาณตามแบบที่กำหนด

### 4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายสัญลักษณ์และระบบสัญญาณเครื่องมือวัดได้
- 4.2 จำแนกการอ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 และตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA ได้
- 4.3 อธิบายการตรวจสอบและสอบเทียบ Zero/Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple ได้
- 4.4 เลือกใช้หลักการและขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดได้
- 4.5 อ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 และตรวจสอบสภาพสายสัญญาณตามขั้นตอนที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.6 ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA ตามคู่มือได้ถูกต้องกิจนิสัยที่ดี

4.7 ตรวจสอบและสอบเทียบ Zero และ Span ของเครื่องมือวัดความดันและอุณหภูมิตามคู่มือได้ถูกต้อง

4.8 สอบเทียบ Zero และ Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิตามขั้นตอนได้ถูกต้อง

4.9 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับการตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิตด้วยความรอบคอบและความปลอดภัย

4.10 ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเครื่องมือวัดเพื่ออ่านสัญลักษณ์มาตรฐาน ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและสอบเทียบค่า Zero/Span ของอุปกรณ์วัดในงานอุตสาหกรรม

## 5. สารการเรียนรู้

### 1. สัญลักษณ์และระบบสัญญาณเครื่องมือวัด

#### 1.1 มาตรฐานสัญลักษณ์เครื่องมือวัด

##### 1.1.1 สัญลักษณ์อุปกรณ์ตามมาตรฐาน ISA-5.1

##### 1.1.2 การอ่านแผน P&ID และผังวงจรเครื่องมือวัด

#### 1.2 ระบบสายสัญญาณมาตรฐาน

##### 1.2.1 ลักษณะและคุณสมบัติของสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA

##### 1.2.2 การตรวจสอบความต่อเนื่องและสภาพของสายสัญญาณ

### 2. หลักการและขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัด

#### 2.1 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความดัน

##### 2.1.1 หลักการทำงานและโครงสร้างของ Pressure Transmitter

##### 2.1.2 ขั้นตอนการตรวจสอบและปรับตั้งค่า Zero และ Span

#### 2.2 การสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

##### 2.2.1 ชนิดและลักษณะสมบัติของ RTD และ Thermocouple

##### 2.2.2 ขั้นตอนการสอบเทียบอุปกรณ์วัดอุณหภูมิด้วย Temperature Bath

### 3. การสอบเทียบอุปกรณ์วัดความต่างดัน ระดับ และอัตราการไหล

#### 3.1 อุปกรณ์วัดความต่างดัน

##### 3.1.1 หลักการทำงานของ Differential Pressure Transmitter

##### 3.1.2 การใช้งาน HART Communicator ในการตั้งค่าพารามิเตอร์

#### 3.2 การสอบเทียบระดับและอัตราการไหล

##### 3.2.1 ขั้นตอนการสอบเทียบอุปกรณ์วัดระดับและอัตราการไหล

##### 3.2.2 การตรวจสอบความถูกต้องของช่วงการวัด Range และ Span

### 4. การคำนวณความผิดพลาดและการบำรุงรักษาท่อสัญญาณ

#### 4.1 การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน

- 4.1.1 การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด Percentage Error
- 4.1.2 การจัดทำใบรับรองการสอบเทียบ Calibration Certificate
- 4.2 การบำรุงรักษาท่อสัญญาณ
  - 4.2.1 ขั้นตอนการทำ Venting และ Flushing สำหรับ impulse line
  - 4.2.2 การจัดทำรายงานผลการสอบเทียบเครื่องมือวัดตัวแปรกระบวนการผลิต
- 5. อ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 และตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA
  - 5.1.1 อ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1
  - 5.1.2 ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA
- 6. ตรวจสอบและสอบเทียบ Zero/Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple
  - 6.1.1 ตรวจสอบ
  - 6.1.2 สอบเทียบ Zero
- 7. ตรวจสอบและสอบเทียบ Differential Pressure Level & Flow Transmitter ด้วย HART Communicator
  - 7.1.1 ตรวจสอบ
  - 7.1.2 สอบเทียบ Differential Pressure Level & Flow Transmitter ด้วย HART Communicator
- 8. คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (Percentage Error) และทำ Venting/Flushing impulse line — ชิ้นงาน: ใบรับรองการสอบเทียบ (Calibration Certificate) และรายงานผลการสอบเทียบเครื่องมือวัดตัวแปรกระบวนการผลิต
  - 8.1.1 คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (Percentage Error)
  - 8.1.2 ทำ Venting

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. สำนวณสถานการณ์จริงและกำหนดหัวข้อโครงการสอบเทียบอุปกรณ์ [การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน — ชั้น 1: กำหนดหัวข้อโครงการ] (ทฤษฎีและปฏิบัติ, กลุ่มย่อย 3-5 คน, 25 นาที)

ครู:

1) (10 นาที) ครูฉายวิดีโอ 'ปัญหาแรงดันและอุณหภูมิผิดปกติในกระบวนการผลิตปิโตรเคมี' จากสื่อวีดิทัศน์ชุดที่ 1 แล้วใช้คำถามนำ 'หากอุปกรณ์วัดแสดงค่าผิดพลาด ช่างเทคนิคจะมีวิธีตรวจสอบและแก้ไขอย่างไร' (ถาม-ตอบ)

2) (15 นาที) ครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย 4 คน มอบหมายให้แต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดหัวข้อโครงการย่อยเรื่อง 'การตรวจสอบสัญลักษณ์ ISA-5.1 และการสอบเทียบ Pressure/Temperature Transmitter' พร้อมบันทึกลงในใบงานที่ 1

นักเรียน:

- 1) (10 นาที) ผู้เรียนรับชมวิดีโอสถานการณ์จริง ร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามของครูรายบุคคลเกี่ยวกับผลกระทบของความผิดพลาดในระบบวัด
- 2) (15 นาที) ผู้เรียนรวมกลุ่มย่อย 4 คน ระดมสมองวิเคราะห์ปัญหา และกำหนดขอบเขตหัวข้อโครงการย่อยของกลุ่ม พร้อมเขียนบันทึกหัวข้อลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 1 ส่งครูตรวจ
2. ศึกษามาตรฐาน ISA-5.1 สายสัญญาณ และออกแบบแผนการสอบเทียบ [การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน — ชั้น 2: วางแผนและออกแบบ] (ทฤษฎีและปฏิบัติ, กลุ่มย่อย 3-5 คน, 60 นาที)

ครู:

- 1) (20 นาที) ครูแจกใบความรู้ที่ 1 เรื่อง 'สัญลักษณ์ ISA-5.1 สายสัญญาณ 4-20mA และหลักการสอบเทียบ Pressure/Temperature' อธิบายเนื้อหาและใช้สื่อสไลด์ประกอบ พร้อมสาธิตการอ่านสัญลักษณ์บนผัง P&ID
- 2) (15 นาที) ครูใช้เทคนิคสาธิตและฝึกปฏิบัติ โดยสาธิตวิธีการตรวจสอบความต่อเนื่องของสายสัญญาณ 4-20mA และขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือสอบเทียบ (Pressure Calibrator และ Temperature Bath)
- 3) (25 นาที) ครูมอบหมายให้แต่ละกลุ่มจัดทำแผนการปฏิบัติงาน (Project Plan) และออกแบบขั้นตอนการตรวจสอบสภาพสายสัญญาณพร้อมขั้นตอนการสอบเทียบ Zero/Span ลงในใบงานที่ 2 โดยครูเดินให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

นักเรียน:

- 1) (20 นาที) ผู้เรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 และสไลด์ประกอบ บันทึกสาระสำคัญลงในสมุด พร้อมร่วมซักถามข้อสงสัยกับครู
- 2) (15 นาที) ผู้เรียนสังเกตการสาธิตของครู บันทึกขั้นตอนการตรวจสอบสายสัญญาณและการใช้เครื่องมือวัด
- 3) (25 นาที) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบขั้นตอนการปฏิบัติงาน เขียนแผนผังขั้นตอนการสอบเทียบลงในใบงานที่ 2 พร้อมส่งให้ครูตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ
3. ปฏิบัติการตรวจสอบสายสัญญาณ 4-20mA และสอบเทียบ Zero/Span อุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิ [การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน — ชั้น 2: วางแผนและออกแบบ (ปฏิบัติการจำลอง)] (ปฏิบัติ, กลุ่มย่อย 3-5 คน, 215 นาที)

ครู:

- 1) (40 นาที) ครูแจกใบปฏิบัติงานที่ 1 เรื่อง 'การตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA' กำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ โดยครูคอยสังเกตการณ์ความปลอดภัยและการใช้มัลติมิเตอร์วัดสัญญาณ
- 2) (120 นาที) ครูควบคุมดูแลการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเครื่องมือวัด มอบหมายให้แต่ละกลุ่มปฏิบัติการสอบเทียบ Zero และ Span ของ Pressure Transmitter ด้วย Pressure

Calibrator และตรวจสอบอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple ด้วย Temperature Bath ตามใบปฏิบัติงานที่ 2 พร้อมตรวจให้คำแนะนำรายกลุ่ม

3) (55 นาที) ครูให้แต่ละกลุ่มคำนวณค่าความผิดพลาดเบื้องต้น บันทึกผลการทดสอบลงในแบบบันทึกผลการปฏิบัติงาน และให้ความช่วยเหลือกลุ่มที่ปฏิบัติล่าช้า

นักเรียน:

1) (40 นาที) ผู้เรียนปฏิบัติตามใบปฏิบัติงานที่ 1 ใช้ Multimeter ตรวจสอบความต่อเนื่อง และระดับแรงดัน/กระแสของสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA บันทึกผลลงในใบปฏิบัติงาน

2) (120 นาที) ผู้เรียนในกลุ่มแบ่งหน้าที่กันปฏิบัติงาน ใช้ Pressure Calibrator สอบเทียบค่า Zero และ Span ของ Pressure Transmitter และใช้ Temperature Bath สอบเทียบ RTD/Thermocouple ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ พร้อมปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด

3) (55 นาที) ผู้เรียนร่วมกันคำนวณค่าสัญญาณที่อ่านได้ บันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการปฏิบัติงาน และจัดเตรียมข้อมูลสำหรับสรุปผลงานของกลุ่ม (สำหรับผู้เรียนที่ทำเสร็จเร็ว ให้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการตั้งค่า HART เบื้องต้น ส่วนผู้เรียนที่ช้าจะได้รับคำแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดจากครู)

#### 4. สรุปผลการเรียนรู้ สะท้อนการปฏิบัติ และประเมินผลสัปดาห์ที่ 1 (ทฤษฎี, เดียว, 30 นาที)

ครู:

1) (10 นาที) ครูสุ่มตัวอย่างผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการตรวจสอบสายสัญญาณ และการสอบเทียบ Pressure/Temperature พร้อมตั้งคำถามสะท้อนคิด 'อุปสรรคที่พบในการสอบเทียบ Zero/Span คืออะไร และแก้ไขอย่างไร'

2) (10 นาที) ครูให้ผู้เรียนทำแบบประเมินตนเอง (Self-Assessment) และประเมินเพื่อนร่วมกลุ่ม พร้อมให้ข้อมูลสะท้อนกลับ (Feedback) รายกลุ่ม

3) (10 นาที) ครูแจกแบบทดสอบย่อยท้ายสัปดาห์ที่ 1 เรื่อง การอ่านสัญลักษณ์ ISA-5.1 และการสอบเทียบความดันและอุณหภูมิ จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนทำในเวลาที่กำหนด

นักเรียน:

1) (10 นาที) ตัวแทนผู้เรียนนำเสนอผลการปฏิบัติงานของกลุ่ม และร่วมสะท้อนการเรียนรู้ (Reflection) อธิบายปัญหาและวิธีแก้ไขที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติงาน

2) (10 นาที) ผู้เรียนทำแบบประเมินตนเองและประเมินเพื่อนร่วมกลุ่มในใบประเมิน พร้อมรับฟังข้อเสนอแนะจากครูเพื่อนำไปปรับปรุงในสัปดาห์ถัดไป

3) (10 นาที) ผู้เรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายสัปดาห์ที่ 1 ส่งกระดาษคำตอบให้ครูตรวจ

## 7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อวีดิทัศน์ชุดที่ 1 เรื่อง ปัญหาในกระบวนการผลิตปิโตรเคมี (สื่อการสอน) — วิดีโอจำลองสถานการณ์ความผิดพลาดของระบบวัดในโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

7.2 ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สัญลักษณ์ ISA-5.1 และการสอบเทียบ Pressure/Temperature Transmitter (สื่อการสอน) — เอกสารเนื้อหาเกี่ยวกับสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน ISA-5.1 สายสัญญาณ 4-20mA และขั้นตอนสอบเทียบ

7.3 ใบปฏิบัติงานที่ 1 และ 2 (เรื่อง สายสัญญาณและการสอบเทียบความดัน/อุณหภูมิ) (สื่อการสอน) — ใบงานและใบปฏิบัติงานสำหรับการตรวจสอบสายสัญญาณ 4-20mA และสอบเทียบอุปกรณ์วัด

7.4 ชุดทดสอบ Pressure Calibrator และ Temperature Bath พร้อมมัลติมิเตอร์ (แหล่งการเรียนรู้) — ชุดเครื่องมือวัดและสอบเทียบมาตรฐานอุตสาหกรรม

7.5 แบบทดสอบย่อยท้ายสัปดาห์ที่ 1 (สื่อการสอน) — แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอ่านสัญลักษณ์ ISA-5.1 และการสอบเทียบ

## 8. หลักฐานการเรียนรู้

### 8.1 หลักฐานความรู้

1. ระบุหรืออธิบายเกี่ยวกับสัญลักษณ์อุปกรณ์ตามมาตรฐาน ISA-5.1 และผังวงจรเครื่องมือวัดในกระบวนการผลิตปิโตรเคมีผ่านใบงานที่ 1
2. ระบุหรืออธิบายเกี่ยวกับลักษณะคุณสมบัติของสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA และขั้นตอนการตรวจสอบความต่อเนื่องผ่านใบปฏิบัติงานที่ 1
3. ระบุหรืออธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงานและขั้นตอนการสอบเทียบ Zero/Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple ผ่านแบบทดสอบย่อยท้ายสัปดาห์ที่ 1

### 8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แสดงการใช้เครื่องมือในการตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA และบันทึกผลการปฏิบัติงานในใบปฏิบัติงานที่ 1 พร้อมแสดงหลักฐานภาพถ่ายการปฏิบัติงานจริง
2. แสดงการเตรียมชิ้นงานก่อนการสอบเทียบและการทดสอบปรับตั้งค่า Zero/Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิด้วยเครื่องมือมาตรฐาน พร้อมแสดงผลงานบันทึกข้อมูล
3. แสดงผลงานการจัดทำรายงานสรุปผลการตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิประจำสัปดาห์ที่ 1 พร้อมแสดงหลักฐานเอกสารและภาพถ่ายการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

## 9. การวัดและประเมินผล

### 9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอ่านสัญลักษณ์ ISA-5.1 และหลักการสอบเทียบ ผ่านเกณฑ์การประเมินไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
2. ผู้เรียนมีทักษะในการตรวจสอบสายสัญญาณ 4-20mA และสอบเทียบ Pressure/Temperature Transmitter ถูกต้องตามขั้นตอน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
3. ผู้เรียนมีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบและปลอดภัย ผ่านเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 90

### 9.2 วิธีการประเมิน

1. ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางความรู้จากการทำใบงานและแบบทดสอบย่อยท้ายสัปดาห์
2. ประเมินทักษะการปฏิบัติงานผ่านใบปฏิบัติงานและการสังเกตการณ์ปฏิบัติงานจริงในห้องปฏิบัติการ
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และเจตคติผ่านแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน

### 9.3 เครื่องมือประเมิน

1. แบบทดสอบย่อยท้ายสัปดาห์ที่ 1 และใบงานที่ 1-2
2. แบบประเมินการปฏิบัติงาน (Rubric) การตรวจสอบสายสัญญาณและการสอบเทียบอุปกรณ์
3. แบบสังเกตพฤติกรรมและเจตคติในการทำงาน (Affective Assessment Form)

#### ตารางการวัดและประเมินผล

| เครื่องมือประเมิน                                                         | วิธีการประเมิน                                                                           | เกณฑ์การปฏิบัติงาน                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| แบบทดสอบย่อยท้ายสัปดาห์ที่ 1 และใบงานที่ 1-2                              | ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางความรู้จากการทำใบงานและแบบทดสอบย่อยท้ายสัปดาห์                       | ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอ่านสัญลักษณ์ ISA-5.1 และหลักการสอบเทียบ ผ่านเกณฑ์การประเมินไม่น้อยกว่าร้อยละ 80      |
| แบบประเมินการปฏิบัติงาน (Rubric) การตรวจสอบสายสัญญาณและการสอบเทียบอุปกรณ์ | ประเมินทักษะการปฏิบัติงานผ่านใบปฏิบัติงานและการสังเกตการณ์ปฏิบัติงานจริงในห้องปฏิบัติการ | ผู้เรียนมีทักษะในการตรวจสอบสายสัญญาณ 4-20mA และสอบเทียบ Pressure/Temperature Transmitter ถูกต้องตามขั้นตอนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 |
| แบบสังเกตพฤติกรรมและเจตคติในการทำงาน (Affective Assessment Form)          | ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และเจตคติผ่านแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน                  | ผู้เรียนมีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบและปลอดภัย ผ่านเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 90      |

## 10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

### 10.2 ปัญหาที่พบ

.....

.....

### 10.3 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

|                                                                                                                                                                                                                       |                                                                      |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                                                                                                                                      | ใบความรู้ที่ 1                                                       | หน่วยที่ 1                   |
|                                                                                                                                                                                                                       | รหัสวิชา 30124-2003 วิชา ระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี      | สัปดาห์ที่ 1                 |
|                                                                                                                                                                                                                       | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิต | ทฤษฎี 1 ชม.<br>ปฏิบัติ 4 ชม. |
| <b>ชื่อเรื่อง/งาน</b> จัดทำรายงานการตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA และบันทึกผลการสอบเทียบค่า Zero/Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple พร้อมภาพถ่ายการปฏิบัติงาน ความยาว 2-3 หน้า |                                                                      |                              |

### 1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเครื่องมือวัดเพื่ออ่านสัญลักษณ์มาตรฐาน ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณ และสอบเทียบค่า Zero/Span ของอุปกรณ์วัดความดัน อุณหภูมิ ระดับ และอัตราการไหลในงานอุตสาหกรรม พร้อมจัดทำรายงานผลการสอบเทียบตามมาตรฐานสากล

### 2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส PPC4/1-4(3), PPO4/2-4,5,6 อาชีพช่างเทคนิคปฏิบัติการ (Operation Technician) ระดับ 4

### 3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิต
- 3.2 ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและอ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 ตามขั้นตอน
- 3.3 สอบเทียบค่า Zero และ Span ของเครื่องมือวัดความดัน อุณหภูมิ ระดับ และอัตราการไหลตามคู่มือ
- 3.4 คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดและทำความสะอาดระบบท่อสัญญาณตามแบบที่กำหนด

### 4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายสัญลักษณ์และระบบสัญญาณเครื่องมือวัดได้
- 4.2 จำแนกการอ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 และตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA ได้
- 4.3 อธิบายการตรวจสอบและสอบเทียบ Zero/Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple ได้
- 4.4 เลือกใช้หลักการและขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดได้
- 4.5 อ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 และตรวจสอบสภาพสายสัญญาณตามขั้นตอนที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.6 ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA ตามคู่มือได้ถูกต้องกิจนิสัยที่ดี

4.7 ตรวจสอบและสอบเทียบ Zero และ Span ของเครื่องมือวัดความดันและอุณหภูมิตามคู่มือได้ถูกต้อง

4.8 สอบเทียบ Zero และ Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิตามขั้นตอนได้ถูกต้อง

4.9 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับการตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิตด้วยความรอบคอบและความปลอดภัย

4.10 ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเครื่องมือวัดเพื่ออ่านสัญลักษณ์มาตรฐาน ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและสอบเทียบค่า Zero/Span ของอุปกรณ์วัดในงานอุตสาหกรรม

## 5. สารการเรียนรู้

สารการเรียนรู้สัปดาห์ที่ 1 มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับช่างเทคนิคปฏิบัติการในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ประกอบด้วย 4 หัวข้อหลัก ดังนี้:

1. มาตรฐานสัญลักษณ์เครื่องมือวัด (ISA-5.1) และผัง P&ID:
  - การอ่านสัญลักษณ์และรหัสตัวย่อ (Identification Letters) ตามมาตรฐาน ISA-5.1 เช่น ตัวอักษรแรก (First Letter) ระบุตัวแปรที่วัด เช่น P (Pressure), T (Temperature) และตัวอักษรตามหลัง (Successive Letters) ระบุหน้าที่ เช่น I (Indicator), T (Transmitter)
  - การอ่านแผนผังกระบวนการและ instrumentation (P&ID) เพื่อระบุตำแหน่งและการเชื่อมต่อของเครื่องมือวัดในระบบผลิตปิโตรเคมี
2. ระบบสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA และการตรวจสอบ:
  - ลักษณะและคุณสมบัติของสายสัญญาณอนาล็อกมาตรฐาน 4-20mA ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าในการส่งสัญญาณเพื่อความเสถียรในระยะไกลและลดสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า (4mA แทนค่าต่ำสุด 0% และ 20mA แทนค่าสูงสุด 100%)
  - ขั้นตอนการใช้ดีจิทัลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) ตรวจสอบความต่อเนื่องของสายสัญญาณ (Continuity Check) และวัดระดับกระแสไฟฟ้าในลูปสัญญาณ
3. หลักการและขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดความดัน (Pressure Transmitter):
  - โครงสร้างและหลักการทำงานของ Pressure Transmitter แบบ piezoresistive หรือ capacitive
  - ขั้นตอนการสอบเทียบค่า Zero (ปรับแต่งจุดเริ่มต้น 0% หรือ 4mA) และ Span (ปรับแต่งจุดสิ้นสุด 100% หรือ 20mA) โดยใช้ Pressure Calibrator เป็นแหล่งจ่ายแรงดันอ้างอิง
4. การสอบเทียบอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (RTD และ Thermocouple):
  - ชนิดและคุณสมบัติของ RTD (Pt100) และ Thermocouple (Type K, J) ที่นิยมใช้ในกระบวนการผลิตปิโตรเคมี
  - ขั้นตอนการสอบเทียบอุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้ Temperature Bath หรือ Dry-Block Calibrator เปรียบเทียบอุณหภูมิอ้างอิงกับค่าที่แสดงผล

## 6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบย่อยท้ายสัปดาห์ที่ 1:

1. จงอธิบายความหมายของรหัสตัวย่อ 'PIT' ตามมาตรฐาน ISA-5.1 ว่าประกอบด้วยอุปกรณ์ใดบ้าง
2. เพราะเหตุใดอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจึงนิยมใช้ระบบสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA มากกว่าสัญญาณแรงดัน 0-10V
3. จงอธิบายขั้นตอนการปรับตั้งค่า Zero และ Span ของ Pressure Transmitter ด้วย Pressure Calibrator มาพอสังเขป
4. ในการตรวจสอบสายสัญญาณ 4-20mA หากมัลติมิเตอร์อ่านค่ากระแสได้ 12mA แสดงว่าตัวแปรกระบวนการผลิตมีค่าประมาณกี่เปอร์เซ็นต์ของช่วงการวัด (Span)

## 7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี หน่วยที่ 1
2. มาตรฐานสัญลักษณ์เครื่องมือวัด ISA-5.1 (Instrumentation, Systems, and Automation Society)
3. คู่มือปฏิบัติการเครื่องมือวัดและสอบเทียบอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

## 8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบย่อยท้ายสัปดาห์ที่ 1:

1. PIT หมายถึง Pressure Indicator Transmitter คือ เครื่องมือวัดและแสดงผลความดันพร้อมทั้งส่งสัญญาณออกไป
2. เนื่องจากสัญญาณกระแส 4-20mA มีความทนทานต่อสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม และสามารถตรวจสอบสายขาดในระบบ (Live Zero ที่ 4mA) ได้
3. ขั้นตอนการสอบเทียบ: จ่ายความดันที่จุดต่ำสุด 0% อ่านค่ากระแสปรับแต่ง Zero ให้ได้ 4mA จากนั้นจ่ายความดันสูงสุด 100% อ่านค่ากระแสและปรับแต่ง Span ให้ได้ 20mA ทำซ้ำจนได้ค่าที่แม่นยำ
4. คำนวณจากสูตรเปอร์เซ็นต์ =  $[(12-4)/(20-4)] * 100 = 50\%$  ของช่วงการวัด

|                                                                                   |                                                                      |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|  | ใบงานที่ 1                                                           | หน่วยที่ 1                   |
|                                                                                   | รหัสวิชา 30124-2003 วิชา ระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี      | สอนครั้งที่ 1                |
|                                                                                   | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิต | ทฤษฎี 1 ชม.<br>ปฏิบัติ 4 ชม. |
| ชื่อเรื่อง/งาน รายงานการตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและบันทึกผลการสอบเทียบเครื่องมือวัด   |                                                                      |                              |

### 1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

ผู้เรียนสามารถตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA และสอบเทียบค่า Zero และ Span ของเครื่องมือวัดความดันและอุณหภูมิได้อย่างถูกต้อง พร้อมจัดทำรายงานผลการตรวจสอบตามแบบฟอร์มมาตรฐานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน ISA-5.1 เพื่ออ่านผังวงจรเครื่องมือวัดและบันทึกข้อมูลการสอบเทียบได้อย่างเป็นระบบ

### 2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส PPC4/1-4(3), PPO4/2-4,5,6 อาชีพช่างเทคนิคปฏิบัติการ (Operation Technician) ระดับ 4

### 3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

- 3.1 ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิต
- 3.2 ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและอ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 ตามขั้นตอน
- 3.3 สอบเทียบค่า Zero และ Span ของเครื่องมือวัดความดัน อุณหภูมิ ระดับ และอัตราการไหลตามคู่มือ
- 3.4 คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดและทำความสะอาดระบบท่อสัญญาณตามแบบที่กำหนด

### 4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายสัญลักษณ์และระบบสัญญาณเครื่องมือวัดได้
- 4.2 จำแนกการอ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 และตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA ได้
- 4.3 อธิบายการตรวจสอบและสอบเทียบ Zero/Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple ได้
- 4.4 เลือกใช้หลักการและขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดได้
- 4.5 อ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 และตรวจสอบสภาพสายสัญญาณตามขั้นตอนที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.6 ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA ตามคู่มือได้ถูกต้องกิจนิสัยที่ดี
- 4.7 ตรวจสอบและสอบเทียบ Zero และ Span ของเครื่องมือวัดความดันและอุณหภูมิตามคู่มือได้ถูกต้อง

4.8 สอบเทียบ Zero และ Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิตามขั้นตอนได้ถูกต้อง

4.9 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับการตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิตด้วยความรอบคอบและความปลอดภัย

4.10 ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเครื่องมือวัดเพื่ออ่านสัญลักษณ์มาตรฐาน ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและสอบเทียบค่า Zero/Span ของอุปกรณ์วัดในงานอุตสาหกรรม

## 5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 ดิจิทัลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) จำนวน 1 เครื่อง

5.2 ชุดเครื่องมือสอบเทียบความดัน (Pressure Calibrator) จำนวน 1 ชุด

5.3 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Bath) จำนวน 1 เครื่อง

5.4 Pressure Transmitter และ RTD/Thermocouple จำนวน 1 ชุด

5.5 สายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA และสายปากคีบ จำนวน 1 ชุด

5.6 แบบฟอร์มบันทึกผลการตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและผลการสอบเทียบ จำนวน 1 ชุด

5.7 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ได้แก่ แว่นตานิรภัยและถุงมือ จำนวน 1 ชุด

## 6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ให้ผู้เรียนจัดทำรายงานการตรวจสอบสายสัญญาณ 4-20mA และบันทึกข้อมูลการสอบเทียบค่า Zero/Span ของ Pressure Transmitter และ RTD/Thermocouple ตามแบบฟอร์มมาตรฐาน พร้อมส่งมอบบันทึกผลการตรวจสอบสายสัญญาณและตารางบันทึกผลการสอบเทียบเครื่องมือวัดความดันและอุณหภูมิให้ครบถ้วน ผู้เรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของค่าที่วัดได้ ความสมบูรณ์ของตารางบันทึกข้อมูล และความเรียบร้อยของรายงานก่อนส่งมอบงานทุกครั้ง ศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติงานและการประเมินชิ้นงานจากแบบประเมินที่กำหนดไว้ในท้ายหน่วยการเรียนรู้ ข้อควรระวังในการปฏิบัติงานคือต้องตรวจสอบการต่อขั้วสายไฟฟ้าให้ถูกต้องเพื่อป้องกันการลัดวงจร ระวังกระแสไฟฟ้าแรงดันและอุณหภูมิในเครื่องมือทดสอบเกินขีดจำกัดสูงสุดที่กำหนด และต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลตลอดเวลาขณะปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

## 7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.1 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือวัดและสายสัญญาณ

7.2 ศึกษาและทำความเข้าใจแบบฟอร์มรายงานการตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและบันทึกผลการสอบเทียบ

7.3 ใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบความต่อเนื่องและระดับแรงดันหรือกระแสของสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA

7.4 บันทึกผลการตรวจสอบสภาพสายสัญญาณลงในแบบฟอร์มที่กำหนด

7.5 ติดตั้ง Pressure Transmitter เข้ากับ Pressure Calibrator และเตรียมอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple กับ Temperature Bath

7.6 ทำการสอบเทียบค่า Zero และ Span ของ Pressure Transmitter และบันทึกค่าที่อ่านได้ลงในตาราง

7.7 ทำการสอบเทียบค่า Zero และ Span ของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple และบันทึกข้อมูลการสอบเทียบ

7.8 ตรวจสอบความถูกต้องและสมบูรณ์ของข้อมูลในรายงานการตรวจสอบและบันทึกผลการสอบเทียบ

7.9 จัดเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือวัด และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานให้เรียบร้อยหลังเสร็จสิ้นภาระงาน

## 8. สรุปและวิจารณ์ผล

สรุปผลการตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการสอบเทียบ Zero และ Span ของเครื่องมือวัดความดันและอุณหภูมิเทียบกับค่ามาตรฐาน พร้อมระบุอุปสรรคและแนวทางแก้ไขปัญหาที่พบระหว่างการปฏิบัติงาน

## 9. การประเมินผล

ประเมินสมรรถนะการตรวจสอบสายสัญญาณและการสอบเทียบเครื่องมือวัดความดันและอุณหภูมิให้ถูกต้องตามมาตรฐาน

- 1) การเตรียมการและปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัย (PPE และความพร้อมของเครื่องมือ)
- 2) การตรวจสอบสภาพสายสัญญาณ 4-20mA
- 3) การสอบเทียบค่า Zero และ Span ของ Pressure Transmitter
- 4) การสอบเทียบอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple
- 5) การจัดทำรายงานบันทึกผลการตรวจสอบและสอบเทียบ
- 6) การสรุปผล วิเคราะห์ และการจัดเก็บเครื่องมือ

คะแนนเต็ม 30 คะแนน · เกณฑ์ผ่าน 24 คะแนน

เกณฑ์การตัดสิน: ผ่านเกณฑ์ที่ 24 คะแนนขึ้นไป (ร้อยละ 80)

## 10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- 1) เอกสารประกอบการสอนวิชาการระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี หน่วยที่ 1
- 2) มาตรฐานสัญลักษณ์เครื่องมือวัด ISA-5.1 และคู่มือการใช้งานเครื่องมือสอบเทียบ
- 3) คู่มือปฏิบัติการตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิต

|                                                                                   |                                                                      |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|  | ใบมอบหมายงานที่ 1                                                    | หน่วยที่ 1                   |
|                                                                                   | รหัสวิชา 30124-2003 วิชา ระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี      | สอนครั้งที่ 1                |
|                                                                                   | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิต | ทฤษฎี 1 ชม.<br>ปฏิบัติ 4 ชม. |
| ชื่อเรื่อง/งาน รายงานการตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและบันทึกผลการสอบเทียบเครื่องมือวัด   |                                                                      |                              |

### 1. ผลงานหรือผลการปฏิบัติงาน

บันทึกผลการตรวจสอบสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA และตารางบันทึกผลการสอบเทียบค่า Zero/Span ของ Pressure Transmitter และ RTD/Thermocouple พร้อมสรุปผลการปฏิบัติงาน

### 2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส PPC4/1-4(3), PPO4/2-4,5,6 อาชีพช่างเทคนิคปฏิบัติการ (Operation Technician) ระดับ 4

### 3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

- 3.1 ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิต
- 3.2 ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและอ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 ตามขั้นตอน
- 3.3 สอบเทียบค่า Zero และ Span ของเครื่องมือวัดความดัน อุณหภูมิ ระดับ และอัตราการไหลตามคู่มือ
- 3.4 คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดและทำความสะอาดระบบท่อสัญญาณตามแบบที่กำหนด

### 4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายสัญลักษณ์และระบบสัญญาณเครื่องมือวัดได้
- 4.2 จำแนกการอ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 และตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA ได้
- 4.3 อธิบายการตรวจสอบและสอบเทียบ Zero/Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple ได้
- 4.4 เลือกใช้หลักการและขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดได้
- 4.5 อ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 และตรวจสอบสภาพสายสัญญาณตามขั้นตอนที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.6 ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA ตามคู่มือได้ถูกต้องกินนัยที่ดี
- 4.7 ตรวจสอบและสอบเทียบ Zero และ Span ของเครื่องมือวัดความดันและอุณหภูมิตามคู่มือได้ถูกต้อง

4.8 สอบเทียบ Zero และ Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิตามขั้นตอนได้ถูกต้อง

4.9 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับการตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิตด้วยความรอบคอบและความปลอดภัย

4.10 ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเครื่องมือวัดเพื่ออ่านสัญลักษณ์มาตรฐาน ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและสอบเทียบค่า Zero/Span ของอุปกรณ์วัดในงานอุตสาหกรรม

## 5. รายละเอียดของงาน

ให้ผู้เรียนปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเครื่องมือวัด โดยดำเนินการ 1) ศึกษาและอ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 บนผัง P&ID 2) ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ตรวจสอบความต่อเนื่องและสภาพของสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA 3) ปฏิบัติการสอบเทียบค่า Zero และ Span ของ Pressure Transmitter ด้วย Pressure Calibrator และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple ด้วย Temperature Bath ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมบันทึกข้อมูลและคำนวณค่าความผิดพลาดเบื้องต้นอย่างปลอดภัยและรอบคอบ

(อาจมีแบบ รูปภาพ หรืออื่น ๆ ประกอบ)

6. กำหนดเวลาส่งงาน สิ้นสุดสัปดาห์ที่ 1 (ส่งพร้อมรายงานประจำสัปดาห์)

## 7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องสัญลักษณ์ ISA-5.1 และหลักการสอบเทียบ Pressure/Temperature Transmitter

2. รวมกลุ่มย่อย 4 คน จัดทำแผนการปฏิบัติงาน (Project Plan) และออกแบบขั้นตอนการตรวจสอบลงในใบงานที่ 2

3. ดำเนินการตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA ด้วยมัลติมิเตอร์ตามใบปฏิบัติงานที่ 1

4. ปฏิบัติการสอบเทียบ Zero และ Span ของ Pressure Transmitter และอุณหภูมิด้วยเครื่องมือมาตรฐานตามใบปฏิบัติงานที่ 2 พร้อมปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด

5. บันทึกผลการทดลอง คำนวณค่าที่อ่านได้ และจัดทำรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานส่งครูผู้สอน

## 8. แหล่งค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม

1. สื่อวีดิทัศน์ชุดที่ 1 เรื่อง ปัญหาในกระบวนการผลิตปิโตรเคมี
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สัญลักษณ์ ISA-5.1 และการสอบเทียบ Pressure/Temperature Transmitter
3. ใบปฏิบัติงานที่ 1 และ 2
4. ชุดทดสอบ Pressure Calibrator, Temperature Bath และดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter)

## 9. การประเมินผล

เพื่อประเมินความถูกต้องแม่นยำในการบันทึกข้อมูลการตรวจสอบสายสัญญาณและการสอบเทียบเครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1

- 1) ความถูกต้องของการบันทึกผลการตรวจสอบสายสัญญาณและตารางสอบเทียบ

- 2) การปฏิบัติตามแผนการปฏิบัติงาน (Project Plan) และความปลอดภัย
- 3) การวิเคราะห์และสรุปผลการปฏิบัติงาน
- 4) การตรงต่อเวลา

คะแนนเต็ม 20 คะแนน · เกณฑ์ผ่าน 16 คะแนน

เกณฑ์การตัดสิน: ผ่านเกณฑ์ที่ 16 คะแนนขึ้นไป (ร้อยละ 80)

|                                                                                   |                                                                      |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|  | ใบกิจกรรมที่ 1                                                       | หน่วยที่ 1                   |
|                                                                                   | รหัสวิชา 30124-2003 วิชา ระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี      | สอนครั้งที่ 1                |
|                                                                                   | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิต | ทฤษฎี 1 ชม.<br>ปฏิบัติ 4 ชม. |
| ชื่อเรื่อง/งาน รายงานการตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและบันทึกผลการสอบเทียบเครื่องมือวัด   |                                                                      |                              |

### 1. ผลลัพธ์การเรียนรู้การปฏิบัติกิจกรรม

ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเครื่องมือวัดเพื่ออ่านสัญลักษณ์มาตรฐาน ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณ และสอบเทียบค่า Zero/Span ของอุปกรณ์วัดความดัน อุณหภูมิ ระดับ และอัตราการไหลในงานอุตสาหกรรม พร้อมจัดทำรายงานผลการสอบเทียบตามมาตรฐานสากล

### 2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส PPC4/1-4(3), PPO4/2-4,5,6 อาชีพช่างเทคนิคปฏิบัติการ (Operation Technician) ระดับ 4

### 3. สมรรถนะประจำกิจกรรม

- 3.1 ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิต
- 3.2 ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณและอ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 ตามขั้นตอน
- 3.3 สอบเทียบค่า Zero และ Span ของเครื่องมือวัดความดัน อุณหภูมิ ระดับ และอัตราการไหลตามคู่มือ
- 3.4 คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดและทำความสะอาดระบบท่อสัญญาณตามแบบที่กำหนด

### 4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายสัญลักษณ์และระบบสัญญาณเครื่องมือวัดได้
- 4.2 จำแนกการอ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 และตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA ได้
- 4.3 อธิบายการตรวจสอบและสอบเทียบ Zero/Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple ได้
- 4.4 เลือกใช้หลักการและขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดได้
- 4.5 อ่านสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 และตรวจสอบสภาพสายสัญญาณตามขั้นตอนที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.6 ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA ตามคู่มือได้ถูกต้องกินนัยที่ดี
- 4.7 ตรวจสอบและสอบเทียบ Zero และ Span ของเครื่องมือวัดความดันและอุณหภูมิตามคู่มือได้ถูกต้อง
- 4.8 สอบเทียบ Zero และ Span ของ Pressure Transmitter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิตามขั้นตอนได้ถูกต้อง

4.9 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับการตรวจสอบและสอบเทียบอุปกรณ์วัดตัวแปรกระบวนการผลิตด้วยความรอบคอบและความปลอดภัย

4.10 ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเครื่องมือวัดเพื่ออ่านสัญลักษณ์มาตรฐาน ตรวจสอบสภาพสายสัญญาณ และสอบเทียบค่า Zero/Span ของอุปกรณ์วัดในงานอุตสาหกรรม

## 5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 Pressure Calibrator

5.2 Temperature Bath

5.3 Digital Multimeter

5.4 Pressure & Temperature Transmitter

## 6. ขั้นตอนการทำงาน

1. ศึกษาและทบทวนสัญลักษณ์เครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ISA-5.1 จากผัง P&ID และเตรียมแผนการปฏิบัติงานลงในใบงาน

2. ตรวจสอบความต่อเนื่องและระดับแรงดัน/กระแสของสายสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA ด้วย Digital Multimeter บันทึกผลลงในใบปฏิบัติงานที่ 1

3. ติดตั้ง Pressure Transmitter เข้ากับชุด Pressure Calibrator และดำเนินการตรวจสอบพร้อมปรับตั้งค่า Zero และ Span ตามขั้นตอนในคู่มือ

4. นำอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ RTD/Thermocouple จุ่มลงใน Temperature Bath เพื่อสอบเทียบค่าอุณหภูมิที่จุดอ้างอิง

5. บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในตารางบันทึกผลการสอบเทียบ คำนวณค่าความผิดพลาดเบื้องต้น และจัดทำรายงานผลการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

## 7. สรุปและอภิปราย

สรุปผลการตรวจสอบสภาพสายสัญญาณ 4-20mA และการสอบเทียบค่า Zero/Span ของอุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิ พร้อมอภิปรายปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไขที่พบระหว่างการปฏิบัติงานร่วมกันภายในกลุ่ม

## 8. การประเมินผล

ประเมินผลจากความถูกต้องในการตรวจสอบสายสัญญาณ การปฏิบัติงานสอบเทียบตามขั้นตอน ความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือ และความสมบูรณ์ของรายงานบันทึกผลการสอบเทียบ

## 9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

เอกสารประกอบการสอนวิชาการระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี หน่วยที่ 1, มาตรฐานสัญลักษณ์เครื่องมือวัด ISA-5.1, คู่มือการใช้งาน Pressure Calibrator และ Temperature Bath

