

ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการ ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์สำหรับกระบวนการวัดในงานอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด

1. ความเป็นมา/วัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง จัดตั้งอยู่ในเขตพื้นที่โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจตะวันออก (EEC) และการสร้างอุตสาหกรรมใหม่ (New S-curve) ดังนั้นเพื่อตอบสนองแผนยุทธศาสตร์ของประเทศ ภายใต้นโยบายไทยแลนด์ 4.0 คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือวิทยาเขตระยอง

2. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

2.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

2.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

2.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

2.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราวเนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

2.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

2.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

2.7 เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

2.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

2.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งสละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

2.10 ผู้ยื่นข้อเสนอยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำกำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมคำหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมคำหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมคำรายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำกำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมคำหลัก กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมคำหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดเป็นผู้เข้าร่วมคำหลัก ผู้เข้าร่วมคำทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน



กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำกำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอผู้เข้าร่วมคำทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

2.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

2.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิ ที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า 1 ล้านบาท

(3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000.00 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณที่ยื่นข้อเสนอในครั้งนั้น (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน 90 วัน)

(5) กรณีตาม (1) - (4) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

(5.1) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

3. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)

รายละเอียดตามเอกสารที่แนบ

4. ระยะเวลาส่งมอบพัสดุ

ส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 150 วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญา

5. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอครั้งนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาตัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคา

6. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร

ภายในวงเงิน 3,615,000.00 บาท (สามล้านหกแสนหนึ่งหมื่นห้าพันบาทถ้วน)

  

7. งานและการจ่ายเงิน

การจ่ายเงินเป็นไปตามเงื่อนไขที่มหาวิทยาลัยกำหนด

8. อัตราค่าปรับ

ค่าปรับคิดในอัตราร้อยละ 0.20 ของราคาส่งของที่ยังไม่ได้รับมอบต่อวัน

9. การกำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)

ระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่องไม่น้อยกว่า 1 ปี

ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการ ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์สำหรับกระบวนการวัดในงานอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด

1. คุณลักษณะทั่วไป

ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์แต่ละชุดมีลักษณะเป็นเครื่องประกอบสำเร็จแบบตั้งพื้น อุปกรณ์ต่างๆ ติดตั้งบนโครงสร้างที่แข็งแรงทำจากอลูมิเนียมโพรไฟล์มีล้อเลื่อนเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย มีส่วนประกอบหลัก ประกอบด้วย ส่วนของกระบวนการที่ควบคุม (Process) เครื่องมือวัดค่ากระบวนการ (Measuring Instrument) อุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย (Final control element) เครื่องควบคุมกระบวนการแบบ PID ระบบแสดงผลและบันทึกผลอัตโนมัติพร้อมจอทัชสกรีน (Touch screen)

ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์สำหรับกระบวนการวัดในงานอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์สำหรับกระบวนการต่างๆ จำนวน 6 ชุด และ ชุดอุปกรณ์สอบเทียบ จำนวน 1 ชุด ได้แก่

1. ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดความดัน แบบ Gauge pressure transmitter สำหรับกระบวนการควบคุมความดันอากาศ จำนวน 1 ชุด
2. ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดระดับแบบ Differential pressure transmitter สำหรับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ จำนวน 1 ชุด
3. ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดระดับแบบ Reed contact chain transmitter สำหรับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ จำนวน 1 ชุด
4. ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดอัตราการไหลแบบ Orifice plate และ Differential pressure transmitter สำหรับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ จำนวน 1 ชุด
5. ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดอัตราการไหลแบบ Magnetic induction flow meter สำหรับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ จำนวน 1 ชุด
6. ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดอัตราการไหลแบบ Thermal flow sensor สำหรับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของอากาศ จำนวน 1 ชุด
7. ชุดอุปกรณ์สอบเทียบ จำนวน 1 ชุด ได้แก่ ดิจิตอลมัลติมิเตอร์พร้อมฟังก์ชันสอบเทียบ ลูปมิลลิแอมป์ และเครื่องสอบเทียบกระบวนการแบบมัลติฟังก์ชัน จำนวนอย่างละ 1 เครื่อง

2. คุณลักษณะทางเทคนิค

ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์สำหรับกระบวนการวัดในงานอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะทางเทคนิค ดังนี้

2.1. ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดความดันแบบ Gauge pressure transmitter สำหรับกระบวนการควบคุมความดันอากาศ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะทางเทคนิค ดังนี้

- ##### 2.1.1. ลักษณะการทำงาน
- เป็นการประยุกต์ใช้ Gauge pressure transmitter สำหรับกระบวนการควบคุมความดัน โดยวัดความดันของอากาศในถังความดัน (Pressure tank) ซึ่งติดตั้งโรตารี่ที่มีวาล์วสำหรับระบายอากาศออก โดยมีปั๊มลม (Air compressor) ป้อนอากาศเข้าถังความดันตลอดเวลา เครื่องควบคุมกระบวนการ (Process controller) จะควบคุมความดันโดยส่งปรับอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย ได้แก่ วาล์วควบคุม (Control valve) ปรับปริมาณอากาศเข้าเพื่อรักษาความดันในถังให้ได้ตามค่าเป้าหมาย



- 2.1.2. ถังความดัน (Pressure tank) มีความจุไม่ต่ำกว่า 20 ลิตร ทำจากสแตนเลสสตีล พร้อม safety valve สำหรับระบายความดันเพื่อป้องกันความดันเกินกว่าย่านของเครื่องวัด จำนวน 1 ใบ
- 2.1.3. โรตารีมิเตอร์ที่มีวาล์วติดตั้งในตัว สำหรับระบายอากาศ มีย่านการวัดครอบคลุมช่วง 0.5-5 L /min หรือกว้างกว่า จำนวน 1 อัน
- 2.1.4. มีโซลินอยด์วาล์ว ทำจากสแตนเลสสตีล จำนวน 2 ตัว ขนาด 1/4 นิ้ว ติดตั้งไว้ที่ท่อทางเข้า และ ทางออกของถังความดัน
- 2.1.5. ระบบท่อในกระบวนการความดัน ทำจากสแตนเลสสตีล ใช้ข้อต่อแบบ Tube fitting ที่มีตาไก่ 2 ชั้น (two-ferrule / double ferrule tube fitting)
- 2.1.6. อุปกรณ์วัดความดันแบบ Gauge Pressure transmitter มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.1.6.1. เป็น Microprocessor based transmitter มีตัวเซนเซอร์เป็นชนิด piezo-resistive
 - 2.1.6.2. ย่านการวัดครอบคลุมช่วง -1 ถึง 15 บาร์ หรือกว้างกว่า มีค่าความแม่นยำ (Accuracy) $\pm 0.075\%$ of span
 - 2.1.6.3. มีจอแสดงผล แบบ LCD แสดงผลแบบดิจิตอล แสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 5 digits
 - 2.1.6.4. มีปุ่มกดสำหรับปรับตั้ง ย่านการวัด, หน่วยวัด, ZERO, SPAN
 - 2.1.6.5. สัญญาณเอาต์พุต: Analog 4-20 mA และรองรับการสื่อสารแบบ HART Protocol
 - 2.1.6.6. ตัวเรือนทำด้วย Aluminium เคลือบสี epoxy-polyester กันน้ำระดับ IP67
 - 2.1.6.7. มีมาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC)
 - 2.1.6.8. Wetted part ได้แก่ diaphragm ทำจากวัสดุ stainless steel 316L, connection thread ทำจาก stainless steel 316
 - 2.1.6.9. มีระบบตรวจสอบการทำงานต่อเนื่อง continuous self-diagnostic
 - 2.1.6.10. มีระบบชดเชยอุณหภูมิอัตโนมัติ
 - 2.1.6.11. มีหน่วยความจำ EEPROM สำหรับเก็บข้อมูลของ sensor พร้อมระบบ write protection
- 2.1.7. มีเกจวัดความดันขนาดหน้าปัด 4 นิ้ว ตัวเรือนทำจากสแตนเลสสตีล ย่านการวัดครอบคลุมช่วง 0 ถึง 2.0 บาร์ หรือกว้างกว่า จำนวน 1 อัน
- 2.1.8. เครื่องควบคุมกระบวนการ (Process controller) สำหรับควบคุมความดัน จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.1.8.1. มีจอแสดงผลเป็นชนิด Color LCD มีการแสดงผลตัวเลขแบบ 5 Digit, สามารถแสดงผล PV display 14 segment เปลี่ยนสีได้, Data display 11 segment และ Bar-graph Display 12 segment.
 - 2.1.8.2. สามารถทำการปรับจูนค่าพารามิเตอร์ของการควบคุมได้แก่ Proportional band 0.1 ถึง 999.9%, Integral time 1 ถึง 6,000 วินาที, Derivative time 1 ถึง 6,000 วินาที
 - 2.1.8.3. มีช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุตแบบ Universal 1 ช่อง ความแม่นยำ (Accuracy) ± 0.1 of instrument range สำหรับ DC current
 - 2.1.8.4. ช่องสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุตสำหรับควบคุม 1 ช่อง

- 2.1.8.5. ฟังก์ชันปรับจูนค่าพารามิเตอร์อัตโนมัติ (Auto tuning) สามารถเลือกแบบ Normal หรือ Stable ได้
- 2.1.8.6. มี Overshoot-suppressing และ Hunting-suppressing function
- 2.1.8.7. มีช่องสื่อสารแบบ RS485 หรือ Ethernet
- 2.1.8.8. มาตรฐานการป้องกันเฉพาะที่หน้าเครื่องเท่ากับ IP66
- 2.1.8.9. มาตรฐานด้านความปลอดภัย และ ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) เป็นไปตามมาตรฐาน CE, CSA และ UL
- 2.1.9. วาล์วควบคุม (Control Valve) มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.1.9.1. ตัววาล์ว (Valve body) ทำจากวัสดุสแตนเลสสตีล CF8M
 - 2.1.9.2. Trim ทำจาก SS316
 - 2.1.9.3. หัวขับ Actuator แบบ Rolling diaphragm ทำงานแบบ Reverse, Air-to-open action
 - 2.1.9.4. Operating Signal 3-15 psig
 - 2.1.9.5. มี Electro-pneumatic Positioner แบบ digital ที่มี microprocessor ในตัว มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.1.9.5.1. มีจอแสดงผลแบบดิจิทัล 2 บรรทัด
 - 2.1.9.5.2. มี Operating mode ไม่น้อยกว่า 5 โหมด
 - 2.1.9.5.3. มีปุ่มกดสำหรับปรับตั้งการทำงานไม่น้อยกว่า 3 ปุ่ม
 - 2.1.9.5.4. มีระบบ automatic commissioning (self-adjustment zero and span)
 - 2.1.9.5.5. มี Tight shut-off function เพื่อให้เกิดแรงกดสูงสุดบนบ่าวาล์ว
 - 2.1.9.5.6. มี Monitoring function ที่หลากหลาย ซึ่งสามารถตรวจจับและส่งสัญญาณการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับ actuator และ valve ได้ เมื่อค่าที่กำหนดไว้เกินขีดจำกัดที่เลือกไว้
 - 2.1.9.5.7. มีฟังก์ชันการตรวจวิเคราะห์สภาพการทำงาน Diagnostic function สำหรับวาล์ว และ หัวขับ
 - 2.1.9.5.8. มีระบบแจ้งเตือนความบกพร่อง 3 ระดับ (Three-stages alarm) แสดงระดับความต้องการของการซ่อมบำรุง และ แหล่งที่มาของความบกพร่อง
 - 2.1.9.5.9. ใช้เทคโนโลยี piezoelectric ที่ทันสมัยทำให้อัตราการสิ้นเปลืองอากาศ (air consumption) ต่ำ
 - 2.1.9.5.10. รับสัญญาณ 4- 20 mA และมีระบบสื่อสารแบบ HART Communication
 - 2.1.9.5.11. โครงสร้างทำจากอลูมิเนียม มาตรฐานการป้องกันฝุ่นและน้ำ ระดับ IP66 + NEMA 4X
- 2.1.10. ระบบแสดงผลและบันทึกผลอัตโนมัติพร้อมจอทัชสกรีน มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.1.10.1. มีหน้าจอขนาดไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว (800 x 480 pixels) หรือ ดีกว่า แสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 65,000 สี
 - 2.1.10.2. มีช่องเสียบ USB สำหรับ บันทึกข้อมูล

- 2.1.10.3. สามารถแสดงค่า Process value, Set point, % Control Output และค่า PID parameter ของเครื่องควบคุมได้
- 2.1.10.4. สามารถปรับตั้งค่า Set point และ PID parameter ของเครื่องควบคุมได้
- 2.1.10.5. สามารถบันทึกข้อมูลและแสดงกราฟการตอบสนองของกระบวนการเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย พร้อมค่าของเปอร์เซ็นต์สัญญาณควบคุม
- 2.1.10.6. สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ Tablet หรือ Smart phone ได้ผ่าน WIFI
- 2.1.11. ตู้ควบคุม แบบ (IP55) เคลือบ Polyester powder สำหรับติดตั้งเครื่องควบคุม (Process controller), Touch screen, สวิตช์ปิดเปิดเครื่อง, สวิตช์ปิดเปิดปั๊ม พร้อมแผนภาพแสดงการไหลของกระบวนการ
- 2.1.12. มีช่องต่อสัญญาณสำหรับการควบคุมจากภายนอก (External control) ได้แก่ ช่องต่อสัญญาณอนาล็อกที่ออกจาก Pressure transmitter, ช่องสัญญาณอนาล็อกขาเข้าสำหรับ Control valve, ช่องสัญญาณดิจิตอลขาเข้าสำหรับสั่งงานโซลินอยด์วาล์ว และช่องสัญญาณขาออกจาก Controller Alarm
- 2.1.13. Air compressor แบบ Silent Oil-free ให้อัตราไหล ไม่น้อยกว่า 180 L/min กำลังมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 1.5 KW ทำความดันได้ไม่น้อยกว่า 7 บาร์ พร้อมถังลมความจุไม่น้อยกว่า 90 ลิตร จำนวน 1 เครื่อง
- 2.1.14. มี Pressure regulator สำหรับปรับความดันขาเข้าระบบ จำนวน 1 อัน
- 2.1.15. สามารถทำการทดลองในหัวข้อดังต่อไปนี้
 - 2.1.15.1. การปรับตั้ง range ของเครื่องวัดความดันให้สัมพันธ์การช่วงใช้งานของกระบวนการ
 - 2.1.15.2. ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณควบคุมและการเปิดของวาล์ว
 - 2.1.15.3. การหาค่าพารามิเตอร์สำหรับเครื่องควบคุมแบบ PID ด้วยวิธีของ (Ziegler & Nichols) ด้วยวิธี Open-loop และ Closed loop
 - 2.1.15.4. การปรับตั้งแบบ Trial & Error
- 2.1.16. ชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับการควบคุมแบบ Programmable logic control พร้อมหน้าจอ Human interface แบบ Touch screen ติดตั้งบนแผงบรรจุในกล่องที่มีความแข็งแรง มีรายละเอียดดังนี้ จำนวน 1 ชุด
 - 2.1.16.1. CPU แบบ compact มีช่องสัญญาณดิจิตอลอินพุต 24 V DC ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง ช่องสัญญาณดิจิตอลเอาต์พุต รีเลย์ 2 A ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง, ช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุต 0-10 V DC ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง รองรับแหล่งจ่ายไฟในช่วงแรงดัน 20.4-28.8V DC มีหน่วยความจำ (Program/data memory) ไม่ต่ำกว่า 75 KB
 - 2.1.16.2. หน้าจอ Human interface ขนาดไม่ต่ำกว่า 4 นิ้วแสดงผลเป็นสี
 - 2.1.16.3. มีแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 VDC
 - 2.1.16.4. มีจุดจ่ายแรงดัน 0-10 VDC แบบปรับค่าได้ เป็น safety socket พร้อมจอแสดงผลแบบดิจิตอล
 - 2.1.16.5. มีจุดต่อสัญญาณดิจิตอลอินพุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 6 จุด
 - 2.1.16.6. มีจุดต่อสัญญาณดิจิตอลเอาต์พุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 4 จุด

- 2.1.16.7. มีจุดต่อจ่ายไฟกระแสตรง 24 VDC เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 4 จุด
- 2.1.16.8. มีจุดต่อสัญญาณอนาล็อกอินพุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 1 จุด
- 2.1.16.9. มีจุดต่อแบบ Ethernet หรือ USB อย่างน้อย 1 ช่อง
- 2.1.16.10. มี Socket เสียบสาย AC ไฟเข้าเครื่องพร้อมสวิตช์ปิดเปิด

2.2. ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดระดับแบบ Differential pressure transmitter สำหรับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะทางเทคนิคดังนี้

- 2.2.1. ลักษณะการทำงาน เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องวัดระดับแบบ Differential pressure transmitter สำหรับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ ใช้การวัดระดับโดยอาศัยความดันแตกต่างเนื่องจากระดับความสูงของน้ำในถังควบคุมระดับน้ำ (Level control tank) ซึ่งมีวาล์วสำหรับระบายน้ำออกทางด้านล่าง โดยมีปั๊มสูบน้ำจากถังสำรองน้ำป้อนน้ำเข้าถังควบคุมระดับตลอดเวลา เครื่องควบคุมกระบวนการ (Process controller) จะควบคุมระดับน้ำโดยส่งสัญญาณควบคุมตัวสุดท้าย ได้แก่ วาล์วควบคุม (Control valve) ปรับปริมาณน้ำเข้าเพื่อรักษาระดับของน้ำในถังให้ได้ตามค่าเป้าหมาย
- 2.2.2. ถังควบคุมระดับของเหลว (Level control tank) เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร สูงไม่น้อยกว่า 800 มิลลิเมตร ทำจากแก้วโบโรซิลิเกต มีฝาปิดด้านล่างและด้านบนทำจากสแตนเลสสตีล ซีลโอริงทำจาก PTFE เป็นแบบมีปลอกครอบปากแก้ว ด้านข้างมีสเกลบอกระดับเป็นเปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 ใบ
- 2.2.3. มีวาล์วสำหรับปรับการระบายน้ำออกจากถังควบคุมระดับ แบบปิดเปิดด้วยมือ อย่างน้อยจำนวน 1 อัน และมีโซลินอยด์วาล์ว จำนวน 1 อัน
- 2.2.4. โรตารีเมเตอร์สำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำ สามารถวัดอัตราการไหลได้สูงสุด 18L /min หรือมากกว่า พร้อมวาล์วปรับอัตราการไหลแบบ Globe valve
- 2.2.5. ระบบท่อน้ำเป็นท่อ PVC Schedule 80 มาตรฐานวัสดุ ASTM D-1784 หรือดีกว่า
- 2.2.6. ถังสำรองน้ำทำจากวัสดุสแตนเลสสตีล มีความจุไม่ต่ำกว่า 50 ลิตร จำนวน 1 ใบ
- 2.2.7. ปั๊มสูบน้ำ ที่ส่วนหัวของปั๊มทำจากวัสดุไม่เป็นสนิม ทำอัตราการไหลได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 30 ลิตร ต่อนาที ขนาดมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 300 วัตต์
- 2.2.8. อุปกรณ์วัดระดับน้ำ แบบ Differential Pressure transmitter มีคุณสมบัติดังนี้ จำนวน 1 เครื่อง
 - 2.2.8.1. เป็น Microprocessor based transmitter เซนเซอร์วัดความดันเป็นชนิด capacitance
 - 2.2.8.2. สามารถปรับตั้ง span ได้ตั้ง 3.73 ถึง 373 mbar หรือ มากกว่า
 - 2.2.8.3. Turn down ration = 100:1 และ มีค่า Accuracy $\pm 0.075\%$ of span
 - 2.2.8.4. ให้สัญญาณเอาต์พุตชนิด Analog 4-20 mA รองรับการสื่อสารแบบ HART protocol
 - 2.2.8.5. Wetted part ได้แก่ diaphragm ทำจากวัสดุ stainless steel 316L, body ทำจาก stainless steel 316
 - 2.2.8.6. ตัวเรือนของทรานสมิตเตอร์ทำด้วย Aluminium เคลือบสี epoxy-polyester กันน้ำระดับ IP67
 - 2.2.8.7. มีมาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC)

- 2.2.8.8. มีจอแสดงผล แบบ LCD แสดงผลแบบดิจิตอล แสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 5 digits
- 2.2.8.9. มีปุ่มกดสำหรับปรับตั้ง ย่านการวัด, หน่วยวัด, ZERO, SPAN
- 2.2.8.10. มีระบบตรวจสอบการทำงานต่อเนื่อง continuous self-diagnostic
- 2.2.8.11. มีระบบชดเชยอุณหภูมิอัตโนมัติ
- 2.2.8.12. มีหน่วยความจำ EEPROM สำหรับเก็บข้อมูลของ sensor พร้อมระบบ write protection
- 2.2.9. เครื่องควบคุมกระบวนการ (Process controller) สำหรับควบคุมระดับของน้ำ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.2.9.1. มีจอแสดงผลเป็นชนิด Color LCD มีการแสดงผลตัวเลขแบบ 5 Digit, สามารถแสดงผล PV display 14 segment เปลี่ยนสีได้, Data display 11 segment และ Bar-graph Display 12 segment.
 - 2.2.9.2. สามารถทำการปรับจูนค่าพารามิเตอร์ของการควบคุมได้แก่ Proportional band 0.1 ถึง 999.9%, Integral time 1 ถึง 6,000 วินาที, Derivative time 1 ถึง 6,000 วินาที
 - 2.2.9.3. มีช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุตแบบ Universal 1 ช่อง ความแม่นยำ (Accuracy) ± 0.1 of instrument range สำหรับ DC current
 - 2.2.9.4. ช่องสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุตสำหรับควบคุม 1 ช่อง
 - 2.2.9.5. ฟังก์ชันปรับจูนค่าพารามิเตอร์อัตโนมัติ (Auto tuning) สามารถเลือกแบบ Normal หรือ Stable ได้
 - 2.2.9.6. มี Overshoot-suppressing และ Hunting-suppressing function
 - 2.2.9.7. มีช่องสื่อสารแบบ RS485 หรือ Ethernet
 - 2.2.9.8. มาตรฐานการป้องกันเฉพาะที่หน้าเครื่องเท่ากับ IP66
 - 2.2.9.9. มาตรฐานด้านความปลอดภัย และ ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) เป็นไปตามมาตรฐาน CE, CSA และ UL
- 2.2.10. วาล์วควบคุม (Control Valve) มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.2.10.1. ตัววาล์ว (Valve body) ทำจากวัสดุสแตนเลสสตีล CF8M
 - 2.2.10.2. Trim ทำจาก SS316
 - 2.2.10.3. หัวขับ Actuator แบบ Rolling diaphragm ทำงานแบบ Reverse, Air-to-open action
 - 2.2.10.4. Operating Signal 3-15 psig
 - 2.2.10.5. มี Electro-pneumatic Positioner แบบ digital ที่มี microprocessor ในตัว มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.2.10.5.1. มีจอแสดงผลแบบดิจิตอล 2 บรรทัด
 - 2.2.10.5.2. มี Operating mode ไม่น้อยกว่า 5 โหมด
 - 2.2.10.5.3. มีปุ่มกดสำหรับปรับตั้งการทำงาน 3 ปุ่ม
 - 2.2.10.5.4. มีระบบ automatic commissioning (self-adjustment zero and span)
 - 2.2.10.5.5. มี Tight shut-off function เพื่อให้เกิดแรงกดสูงสุดบนบ่าวาล์ว

 ส.ก. ม.ค.

- 2.2.10.5.6. มี Monitoring function ที่หลากหลาย ซึ่งสามารถตรวจจับและส่งสัญญาณการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับ actuator และ valve ได้ เมื่อค่าที่กำหนดไว้เกินขีดจำกัดที่เลือกไว้
- 2.2.10.5.7. มีฟังก์ชันการตรวจวิเคราะห์สภาพการทำงาน Diagnostic function สำหรับวาล์ว และ หัวขับ
- 2.2.10.5.8. มีระบบแจ้งเตือนความบกพร่อง 3 ระดับ (Three-stages alarm) แสดงระดับความต้องการของการซ่อมบำรุง และ แหล่งที่มาของความบกพร่อง
- 2.2.10.5.9. ใช้เทคโนโลยี piezoelectric ที่ทันสมัยทำให้อัตราการสิ้นเปลืองอากาศ (air consumption) ต่ำ
- 2.2.10.5.10. รับสัญญาณ 4- 20 mA และมีระบบสื่อสารแบบ HART Communication
- 2.2.10.5.11. โครงสร้างทำจากอลูมิเนียม มาตรฐานการป้องกันฝุ่นและน้ำ ระดับ IP66 + NEMA 4X
- 2.2.11. ระบบแสดงผลและบันทึกผลอัตโนมัติพร้อมจอทัชสกรีน มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.2.11.1. มีหน้าจอขนาดไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว (800 x 480 pixels) หรือดีกว่า แสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 65,000 สี
 - 2.2.11.2. มีช่องเสียบ USB สำหรับบันทึกข้อมูล
 - 2.2.11.3. สามารถแสดงค่า Process value, Set point, % Control Output และค่า PID parameter ของเครื่องควบคุมได้
 - 2.2.11.4. สามารถปรับตั้งค่า Set point และ PID parameter ของเครื่องควบคุมได้
 - 2.2.11.5. สามารถบันทึกข้อมูลและแสดงกราฟการตอบสนองของกระบวนการเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย พร้อมค่าของเปอร์เซ็นต์สัญญาณควบคุม
 - 2.2.11.6. สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ Tablet หรือ Smart phone ได้ผ่าน WIFI
- 2.2.12. ตู้ควบคุม แบบ (IP55) เคลือบ Polyester powder สำหรับติดตั้งเครื่องควบคุม (Process controller), Touch screen, สวิตช์ปิดเปิดเครื่อง, สวิตช์ปิดเปิดปั๊ม พร้อมแผนภาพแสดงการไหลของกระบวนการ
- 2.2.13. มีช่องต่อสัญญาณสำหรับการควบคุมจากภายนอก (External control) ได้แก่ ช่องต่อสัญญาณอนาล็อกที่ออกจาก Differential pressure transmitter, ช่องสัญญาณอนาล็อกขาเข้าสำหรับ Control valve, ช่องสัญญาณดิจิทัลขาเข้าสำหรับสั่งงานโซลินอยด์วาล์ว และ ช่องสัญญาณขาออกจาก Controller Alarm
- 2.2.14. สามารถทำการทดลองในหัวข้อดังต่อไปนี้
 - 2.2.14.1. การปรับตั้ง range ของเครื่องวัดระดับน้ำแบบ Differential pressure transmitter ให้สัมพันธ์กับช่วงใช้งานของกระบวนการ
 - 2.2.14.2. ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณควบคุมและการเปิดของวาล์ว
 - 2.2.14.3. การหาค่าพารามิเตอร์สำหรับเครื่องควบคุมแบบ PID ด้วยวิธีของ (Ziegler & Nichols) ด้วยวิธี Open-loop และ Closed loop
 - 2.2.14.4. การปรับตั้งแบบ Trial & Error

  

- 2.2.15. ชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับการควบคุมแบบ Programmable logic control พร้อมหน้าจอ Human interface แบบ Touch screen ติดตั้งบนแผงบรรจุในกล่องที่มีความแข็งแรง มีรายละเอียดดังนี้ จำนวน 1 ชุด
- 2.2.15.1. CPU แบบ compact มีช่องสัญญาณดิจิตอลอินพุต 24 V DC ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง ช่องสัญญาณดิจิตอลเอาต์พุต รีเลย์ 2 A ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง, ช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุต 0-10 V DC ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง รองรับแหล่งจ่ายไฟในช่วงแรงดัน 20.4-28.8V DC มีหน่วยความจำ (Program/data memory) ไม่น้อยกว่า 75 KB
 - 2.2.15.2. หน้าจอ Human interface ขนาดไม่ต่ำกว่า 4 นิ้วแสดงผลเป็นสี
 - 2.2.15.3. มีแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 VDC
 - 2.2.15.4. มีจุดจ่ายแรงดัน 0-10 VDC แบบปรับค่าได้ เป็น safety socket พร้อมจอแสดงผลแบบดิจิตอล
 - 2.2.15.5. มีจุดต่อสัญญาณดิจิตอลอินพุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 6 จุด
 - 2.2.15.6. มีจุดต่อสัญญาณดิจิตอลเอาต์พุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 4 จุด
 - 2.2.15.7. มีจุดต่อจ่ายไฟกระแสตรง 24 VDC เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 4 จุด
 - 2.2.15.8. มีจุดต่อสัญญาณอนาล็อกอินพุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 1 จุด
 - 2.2.15.9. มีจุดต่อแบบ Ethernet หรือ USB อย่างน้อย 1 ช่อง
 - 2.2.15.10. มี Socket เสียบสาย AC ไฟเข้าเครื่องพร้อมสวิตช์ปิดเปิด
- 2.3. ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดระดับแบบ Reed contact chain transmitter สำหรับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะทางเทคนิคดังนี้
- 2.3.1. ลักษณะการทำงาน เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องวัดระดับน้ำแบบ Reed contact chain transmitter สำหรับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ ใช้การวัดระดับน้ำโดยอาศัยการลอยตัวของลูกลอยตามแกนที่มี Reed contact chain เนื่องจากระดับความสูงของน้ำในถังควบคุมระดับน้ำ (Level control tank) ซึ่งมีวาล์วสำหรับระบายน้ำออกทางด้านล่าง โดยมีปั๊มสูบน้ำจากถังสำรองน้ำป้อนน้ำเข้าถังควบคุมระดับตลอดเวลา เครื่องควบคุมกระบวนการ (Process controller) จะควบคุมระดับน้ำโดยสั่งปรับอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย ได้แก่ ปั๊มน้ำซึ่งสามารถแปรผันความเร็วรอบของมอเตอร์ด้วยอุปกรณ์ variable frequency drive ปรับปริมาณน้ำเข้าเพื่อรักษาระดับของน้ำในถังให้ได้ตามค่าเป้าหมาย
 - 2.3.2. ถังควบคุมระดับของเหลว (Level control tank) เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร สูงไม่น้อยกว่า 800 มิลลิเมตร ทำจากแก้วโบโรซิลิเกต มีฝาปิดด้านล่างและด้านบนทำจากสแตนเลสสตีล ซีลโอริงทำจาก PTFE เป็นแบบมีปลอกครอบปากแก้ว ด้านข้างมีสเกลบอกระดับเป็นเปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 ใบ
 - 2.3.3. มีวาล์วสำหรับปรับการระบายน้ำออกจากถังควบคุมระดับ แบบปิดเปิดด้วยมือ อย่างน้อยจำนวน 1 อัน และมีโซลินอยด์วาล์ว จำนวน 1 อัน
 - 2.3.4. โรตารีมิเตอร์สำหรับวัดอัตราการไหลได้สูงสุด 18L /min หรือมากกว่า พร้อมวาล์วปรับอัตราการไหลแบบ Globe valve
 - 2.3.5. ระบบท่อน้ำเป็นท่อ PVC Schedule 80 มาตรฐานวัสดุ ASTM D-1784 หรือ ดีกว่า
 - 2.3.6. ถังสำรองน้ำทำจากวัสดุสแตนเลสสตีล มีความจุไม่ต่ำกว่า 50 ลิตร จำนวน 1 ใบ

- 2.3.7. มีปั๊มสำหรับสูบน้ำ ที่ส่วนหัวของปั๊มทำจากวัสดุไม่เป็นสนิม ทำอัตราไหลได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 30 ลิตรต่อนาที ขนาดมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 300 วัตต์ สามารถปรับความเร็วรอบได้
- 2.3.8. มีอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบปั๊มแบบ Variable frequency drive หรือ Inverter รองรับสัญญาณควบคุมแบบอนาล็อก 4-20 mA จากเครื่องควบคุม และมีช่องสื่อสารแบบ RS485 สำหรับเชื่อมต่อกับระบบแสดงผลและบันทึกผลอัตโนมัติ
- 2.3.9. เครื่องวัดระดับน้ำ (Level transmitter) แบบ Reed contact chain transmitter จำนวน 1 เครื่อง
- 2.3.9.1. ใช้หลักการลอยตัวของลูกลอย (Float) ที่มีแม่เหล็ก เคลื่อนที่ขึ้นลงตาม แกนกลาง (Guide tube) ที่มี Reed contact chain อยู่ภายใน
- 2.3.9.2. ลูกลอย (Float) และ แกนกลาง (Guide tube) ทำจากสแตนเลสสตีล 1.4404 แกนกลางมีความยาวไม่น้อยกว่า 800 mm รองรับอุณหภูมิสูงสุดถึง 130°C
- 2.3.9.3. ค่า Accuracy 0.5% (เมื่อความยาวช่วงวัดเท่ากับ 2,000 มิลลิเมตร)
- 2.3.9.4. มีจอแสดงผล แบบ LCD หรือ LED แสดงผลแบบดิจิทัล แสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 3 digits
- 2.3.9.5. สัญญาณเอาต์พุต: Analog 4-20 mA มีระบบสื่อสารแบบ HART communication
- 2.3.9.6. มีหน่วยความจำ EEPROM สำหรับเก็บข้อมูล
- 2.3.9.7. Housing ทำจากอลูมิเนียม ระดับ IP65 หรือ ดีกว่า
- 2.3.9.8. มีมาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC)
- 2.3.10. เครื่องควบคุมกระบวนการ (Process controller) สำหรับควบคุมระดับของน้ำ จำนวน 1 เครื่อง
- 2.3.10.1. มีจอแสดงผลเป็นชนิด Color LCD มีการแสดงผลตัวเลขแบบ 5 Digit, สามารถแสดงผล PV display 14 segment เปลี่ยนสีได้, Data display 11 segment และ Bar-graph Display 12 segment.
- 2.3.10.2. สามารถทำการปรับจูนค่าพารามิเตอร์ของการควบคุมได้แก่ Proportional band 0.1 ถึง 999.9%, Integral time 1 ถึง 6,000 วินาที, Derivative time 1 ถึง 6,000 วินาที
- 2.3.10.3. มีช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุตแบบ Universal 1 ช่อง ความแม่นยำ (Accuracy) ± 0.1 of instrument range สำหรับ DC current
- 2.3.10.4. ช่องสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุตสำหรับควบคุม 1 ช่อง
- 2.3.10.5. ฟังก์ชันปรับจูนค่าพารามิเตอร์อัตโนมัติ (Auto tuning) สามารถเลือกแบบ Normal หรือ Stable ได้
- 2.3.10.6. มี Overshoot-suppressing และ Hunting-suppressing function
- 2.3.10.7. มีช่องสื่อสารแบบ RS485 หรือ Ethernet
- 2.3.10.8. มาตรฐานการป้องกันเฉพาะที่หน้าเครื่องเท่ากับ IP66
- 2.3.10.9. มาตรฐานด้านความปลอดภัย และ ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) เป็นไปตามมาตรฐาน CE, CSA และ UL
- 2.3.11. ระบบแสดงผลและบันทึกผลอัตโนมัติพร้อมจอทัชสกรีน มีคุณสมบัติดังนี้

- 2.3.11.1. มีหน้าจอขนาดไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว (800 x 480 pixels) หรือ ดีกว่า แสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 65,000 สี
- 2.3.11.2. มีช่องเสียบ USB สำหรับ บันทึกข้อมูล
- 2.3.11.3. สามารถแสดงค่า Process value, Set point, % Control Output และค่า PID parameter ของเครื่องควบคุมได้
- 2.3.11.4. สามารถปรับตั้งค่า Set point และ PID parameter ของเครื่องควบคุมได้
- 2.3.11.5. สามารถบันทึกข้อมูลและแสดงกราฟการตอบสนองของกระบวนการเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย พร้อมค่าของเปอร์เซ็นต์สัญญาณควบคุม
- 2.3.11.6. สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ Tablet หรือ Smart phone ได้ผ่าน WIFI
- 2.3.12. ตู้ควบคุม แบบ (IP55) เคลือบ Polyester powder สำหรับติดตั้งเครื่องควบคุม (Process controller), Touch screen, สวิตช์ปิดเปิดเครื่อง, สวิตช์ปิดเปิดปั๊ม พร้อมแผนภาพแสดงการไหลของกระบวนการ
- 2.3.13. มีช่องต่อสัญญาณสำหรับการควบคุมจากภายนอก (External control) ได้แก่ ช่องต่อสัญญาณอนาล็อกที่ออกจาก Level transmitter, ช่องสัญญาณอนาล็อกขาเข้าสำหรับ Variable frequency drive, ช่องสัญญาณดิจิทัลขาเข้าสำหรับสั่งงานโซลินอยด์วาล์ว และ ช่องสัญญาณขาออกจาก Controller Alarm
- 2.3.14. สามารถทำการทดลองในหัวข้อดังต่อไปนี้
 - 2.3.14.1. การปรับตั้ง range ของเครื่องวัดระดับให้สัมพันธ์กับช่วงใช้งานของกระบวนการ
 - 2.3.14.2. ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณควบคุมและค่าความถี่ของ Variable frequency drive
 - 2.3.14.3. การหาค่าพารามิเตอร์สำหรับเครื่องควบคุมแบบ PID ด้วยวิธีของ (Ziegler & Nichols) ด้วยวิธี Open-loop และ Closed loop
 - 2.3.14.4. การปรับตั้งแบบ Trial & Error
- 2.3.15. ชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับการควบคุมแบบ Programmable logic control พร้อมหน้าจอ Human interface แบบ Touch screen ติดตั้งบนแผงบรรจุในกล่องที่มีความแข็งแรง มีรายละเอียดดังนี้ จำนวน 1 ชุด
 - 2.3.15.1. CPU แบบ compact มีช่องสัญญาณดิจิทัลอินพุต 24 V DC ไม่น้อยกว่า 8 ช่องช่องสัญญาณดิจิทัลเอาต์พุต รีเลย์ 2 A ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง, ช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุต 0-10 V DC ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง รองรับแหล่งจ่ายไฟในช่วงแรงดัน 20.4-28.8V DC มีหน่วยความจำ (Program/data memory) ไม่ต่ำกว่า 75 KB
 - 2.3.15.2. หน้าจอ Human interface ขนาดไม่ต่ำกว่า 4 นิ้วแสดงผลเป็นสี
 - 2.3.15.3. มีแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 VDC
 - 2.3.15.4. มีจุดจ่ายแรงดัน 0-10 VDC แบบปรับค่าได้ เป็น safety socket พร้อมจอแสดงผลแบบดิจิทัล
 - 2.3.15.5. มีจุดต่อสัญญาณดิจิทัลอินพุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 6 จุด

- 2.3.15.6. มีจุดต่อสัญญาณดิจิตอลเอาต์พุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 4 จุด
- 2.3.15.7. มีจุดต่อจ่ายไฟกระแสตรง 24 VDC เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 4 จุด
- 2.3.15.8. มีจุดต่อสัญญาณอนาล็อกอินพุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 1 จุด
- 2.3.15.9. มีจุดต่อแบบ Ethernet หรือ USB อย่างน้อย 1 ช่อง
- 2.3.15.10. มี Socket เสียบสาย AC ไฟเข้าเครื่องพร้อมสวิตช์ปิดเปิด

2.4. ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดอัตราการไหลแบบ Orifice plate และ Differential pressure transmitter สำหรับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะทางเทคนิคดังนี้

- 2.4.1. ลักษณะการทำงาน เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องวัดอัตราการไหล แบบอาศัยความดันแตกต่าง (Differential pressure) เมื่อน้ำไหลผ่านแผ่นออริฟิส (Orifice plate) สำหรับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ ใช้การวัดโดยอาศัยความดันแตกต่างความดันแตกต่างเมื่อน้ำไหลผ่านแผ่นออริฟิส (Orifice plate) ซึ่งสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลของน้ำในท่อ โดยมีปั๊มสูบน้ำจากถังสำรองน้ำป้อนน้ำเข้าในท่อซึ่งมีวาล์วสำหรับปรับความต้านทานการไหล เครื่องควบคุมกระบวนการ (Process controller) จะควบคุมอัตราการไหลโดยสั่งปรับอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย ได้แก่ วาล์วควบคุม (Control valve) ปรับปริมาณน้ำเข้าเพื่อรักษาอัตราการไหลในท่อให้ได้ตามค่าเป้าหมาย
- 2.4.2. ถังสำรองน้ำทำจากสแตนเลสสตีล มีความจุไม่ต่ำกว่า 50 ลิตร จำนวน 1 ใบ
- 2.4.3. ปั๊มสำหรับสูบน้ำ ที่ส่วนหัวของปั๊มทำจากวัสดุไม่เป็นสนิม ทำอัตราไหลได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 30 ลิตรต่อนาที ขนาดมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 300 วัตต์
- 2.4.4. โรตาริเตอร์สำหรับวัดอัตราไหลได้สูงสุด 18L /min หรือมากกว่า
- 2.4.5. โกลบวาล์วสำหรับปรับความต้านทานการไหล จำนวน 1 อัน
- 2.4.6. มีโซลินอยด์วาล์ว จำนวน 1 อัน สำหรับบายพาสน้ำขาออกจากปั๊ม
- 2.4.7. ระบบท่อน้ำเป็นท่อ PVC Schedule 80 มาตรฐานวัสดุ ASTM D-1784 หรือ ดีกว่า
- 2.4.8. ชุดแผ่นออริฟิส (Orifice plate) ทำจากสแตนเลสสตีล จำนวน 1 ชุด
- 2.4.9. Differential Pressure transmitter ที่มีคุณสมบัติดังนี้ จำนวน 1 เครื่อง
 - 2.4.9.1. เป็น Microprocessor based transmitter เซนเซอร์วัดความดันเป็นชนิด capacitance
 - 2.4.9.2. ปรับตั้ง span ได้ตั้งแต่ 18.65 mbar 1.865 bar
 - 2.4.9.3. Turn down ration = 100:1 และ มีค่า Accuracy $\pm 0.075\%$ of span
 - 2.4.9.4. ให้สัญญาณเอาต์พุตชนิด Analog 4-20 mA รองรับการสื่อสารแบบ HART protocol
 - 2.4.9.5. Wetted part ได้แก่ diaphragm ทำจากวัสดุ stainless steel 316L, body ทำจาก stainless steel 316
 - 2.4.9.6. ตัวเรือนของทรานสมิตเตอร์ทำด้วย Aluminium เคลือบสี epoxy-polyester กันน้ำระดับ IP67
 - 2.4.9.7. มีมาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC)
 - 2.4.9.8. มีจอแสดงผล แบบ LCD แสดงผลแบบดิจิตอล แสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 5 digits
 - 2.4.9.9. มีปุ่มกดสำหรับปรับตั้ง สเกล, หน่วยวัด, ZERO, SPAN
 - 2.4.9.10. มีระบบตรวจสอบการทำงาน continuous self-diagnostic

- 2.4.9.11. มีระบบชดเชยอุณหภูมิอัตโนมัติ
- 2.4.9.12. มีหน่วยความจำ EEPROM สำหรับเก็บข้อมูลของ sensor พร้อมระบบ write protection
- 2.4.9.13. ติดตั้งพร้อม Manifold valve ทำจากสแตนเลสสตีล จำนวน 1 อัน
- 2.4.10. เครื่องควบคุมกระบวนการ (Process controller) สำหรับควบคุมอัตราไหลของน้ำ จำนวน 1 เครื่อง
 - 2.4.10.1. มีจอแสดงผลเป็นชนิด Color LCD มีการแสดงผลตัวเลขแบบ 5 Digit, สามารถแสดงผล PV display 14 segment เปลี่ยนสีได้, Data display 11 segment และ Bar-graph Display 12 segment.
 - 2.4.10.2. สามารถทำการปรับจูนค่าพารามิเตอร์ของการควบคุมได้แก่ Proportional band 0.1 ถึง 999.9%, Integral time 1 ถึง 6,000 วินาที, Derivative time 1 ถึง 6,000 วินาที
 - 2.4.10.3. มีช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุตแบบ Universal 1 ช่อง ความแม่นยำ (Accuracy) ± 0.1 of instrument range สำหรับ DC current
 - 2.4.10.4. ช่องสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุตสำหรับควบคุม 1 ช่อง
 - 2.4.10.5. ฟังก์ชันปรับจูนค่าพารามิเตอร์อัตโนมัติ (Auto tuning) สามารถเลือกแบบ Normal หรือ Stable ได้
 - 2.4.10.6. มี Overshoot-suppressing และ Hunting-suppressing function
 - 2.4.10.7. มีช่องสื่อสารแบบ RS485 หรือ Ethernet
 - 2.4.10.8. มาตรฐานการป้องกันเฉพาะที่หน้าเครื่องเท่ากับ IP66
 - 2.4.10.9. มาตรฐานด้านความปลอดภัย และ ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) เป็นไปตามมาตรฐาน CE, CSA และ UL
- 2.4.11. วาล์วควบคุม (Control Valve) มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.4.11.1. ตัววาล์ว (Valve body) ทำจากวัสดุสแตนเลสสตีล CF8M
 - 2.4.11.2. Trim ทำจาก SS316
 - 2.4.11.3. หัวขับ Actuator แบบ Rolling diaphragm ทำงานแบบ Reverse, Air-to-open action
 - 2.4.11.4. Operating Signal 3-15 psig
 - 2.4.11.5. มี Electro-pneumatic Positioner แบบ digital ที่มี microprocessor ในตัว มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.4.11.5.1. มีจอแสดงผลแบบดิจิตอล 2 บรรทัด
 - 2.4.11.5.2. มี Operating mode ไม่น้อยกว่า 5 โหมด
 - 2.4.11.5.3. มีปุ่มกดสำหรับปรับตั้งการทำงาน 3 ปุ่ม
 - 2.4.11.5.4. มีระบบ automatic commissioning (self-adjustment zero and span)
 - 2.4.11.5.5. มี Tight shut-off function เพื่อให้เกิดแรงกดสูงสุดบนบ่าวาล์ว
 - 2.4.11.5.6. มี Monitoring function ที่หลากหลาย ซึ่งสามารถตรวจจับและส่งสัญญาณการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับ actuator และ valve ได้ เมื่อค่าที่กำหนดไว้เกินขีดจำกัดที่เลือกไว้



- 2.4.11.5.7. มีฟังก์ชันการตรวจวิเคราะห์สภาพการทำงาน Diagnostic function สำหรับวาล์ว และ หัวขับ
- 2.4.11.5.8. มีระบบแจ้งเตือนความบกพร่อง 3 ระดับ (Three-stages alarm) แสดงระดับความต้องการของการซ่อมบำรุง และ แหล่งที่มาของความบกพร่อง
- 2.4.11.5.9. ใช้เทคโนโลยี piezoelectric ที่ทันสมัยทำให้อัตราการสิ้นเปลืองอากาศ (air consumption) ต่ำ
- 2.4.11.5.10. รับสัญญาณ 4- 20 mA และมีระบบสื่อสารแบบ HART Communication
- 2.4.11.5.11. โครงสร้างทำจากอลูมิเนียม มาตรฐานการป้องกันฝุ่นและน้ำ ระดับ IP66 + NEMA 4X
- 2.4.12. ระบบแสดงผลและบันทึกผลอัตโนมัติพร้อมจอทัชสกรีน มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.4.12.1. มีหน้าจอขนาดไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว (800 x 480 pixels) หรือ ดีกว่า แสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 65,000 สี
 - 2.4.12.2. มีช่องเสียบ USB สำหรับ บันทึกข้อมูล
 - 2.4.12.3. สามารถแสดงค่า Process value, Set point, % Control Output และค่า PID parameter ของเครื่องควบคุมได้
 - 2.4.12.4. สามารถปรับตั้งค่า Set point และ PID parameter ของเครื่องควบคุมได้
 - 2.4.12.5. สามารถบันทึกข้อมูลและแสดงกราฟการตอบสนองของกระบวนการเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย พร้อมค่าของเปอร์เซ็นต์สัญญาณควบคุม
 - 2.4.12.6. สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ Tablet หรือ Smart phone ได้ผ่าน WIFI
- 2.4.13. ตู้ควบคุม แบบ (IP55) เคลือบ Polyester powder สำหรับติดตั้งเครื่องควบคุม (Process controller), Touch screen, สวิตช์ปิดเปิดเครื่อง, สวิตช์ปิดเปิดปั๊ม พร้อมแผนภาพแสดงการไหลของกระบวนการ
- 2.4.14. มีช่องต่อสัญญาณสำหรับการควบคุมจากภายนอก (External control) ได้แก่ ช่องต่อสัญญาณอนาล็อกที่ออกจาก Differential pressure transmitter, ช่องสัญญาณอนาล็อกขาเข้าสำหรับ Control valve, ช่องสัญญาณดิจิทัลขาเข้าสำหรับส่งงานโซลินอยด์วาล์ว และ ช่องสัญญาณขาออกจาก Controller Alarm
- 2.4.15. สามารถทำการทดลองในหัวข้อดังต่อไปนี้
 - 2.4.15.1. การปรับตั้ง range ของเครื่องวัดอัตราการไหลให้สัมพันธ์การช่วงใช้งานของกระบวนการ
 - 2.4.15.2. ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณควบคุมและการเปิดของวาล์ว
 - 2.4.15.3. การหาค่าพารามิเตอร์สำหรับเครื่องควบคุมแบบ PID ด้วยวิธีของ (Ziegler & Nichols) ด้วยวิธี Open-loop และ Closed loop
 - 2.4.15.4. การปรับตั้งแบบ Trial & Error
- 2.4.16. ชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับการควบคุมแบบ Programmable logic control พร้อมหน้าจอ Human interface แบบ Touch screen ติดตั้งบนแผงบรรจุในกล่องที่มีความแข็งแรง มีรายละเอียดดังนี้ จำนวน 1 ชุด

  

- 2.4.16.1. CPU แบบ compact มีช่องสัญญาณดิจิทัลอินพุต 24 V DC ไม่น้อยกว่า 8 ช่องช่องสัญญาณดิจิทัลเอาต์พุต รีเลย์ 2 A ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง, ช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุต 0-10 V DC ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง รองรับแหล่งจ่ายไฟในช่วงแรงดัน 20.4-28.8V DC มีหน่วยความจำ (Program/data memory) ไม่น้อยกว่า 75 KB
- 2.4.16.2. หน้าจอ Human interface ขนาดไม่ต่ำกว่า 4 นิ้วแสดงผลเป็นสี
- 2.4.16.3. มีแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 VDC
- 2.4.16.4. มีจุดจ่ายแรงดัน 0-10 VDC แบบปรับค่าได้ เป็น safety socket พร้อมจอแสดงผลแบบดิจิทัล
- 2.4.16.5. มีจุดต่อสัญญาณดิจิทัลอินพุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 6 จุด
- 2.4.16.6. มีจุดต่อสัญญาณดิจิทัลเอาต์พุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 4 จุด
- 2.4.16.7. มีจุดต่อจ่ายไฟกระแสตรง 24 VDC เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 4 จุด
- 2.4.16.8. มีจุดต่อสัญญาณอนาล็อกอินพุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 1 จุด
- 2.4.16.9. มีจุดต่อแบบ Ethernet หรือ USB อย่างน้อย 1 ช่อง
- 2.4.16.10. มี Socket เสียบสาย AC ไฟเข้าเครื่องพร้อมสวิตช์ปิดเปิด

2.5. ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดอัตราการไหลแบบ Magnetic inductive flow meter สำหรับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะทางเทคนิคดังนี้

- 2.5.1. ลักษณะการทำงาน เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องวัดอัตราการไหล แบบอาศัยการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็ก หรือ Magnetic inductive สำหรับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ โดยมีปั๊มสูบน้ำจากถังสำรองน้ำป้อนน้ำเข้าในท่อซึ่งมีวาล์วสำหรับปรับความต้านทานการไหล เครื่องควบคุมกระบวนการ (Process controller) จะควบคุมอัตราการไหลโดยสั่งปรับอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย ได้แก่ วาล์วควบคุม (Control valve) ปรับปริมาณน้ำเข้าเพื่อรักษาอัตราการไหลในท่อให้ได้ตามค่าเป้าหมาย
- 2.5.2. ถังน้ำทำจากวัสดุสแตนเลสสตีล มีความจุไม่ต่ำกว่า 50 ลิตร จำนวน 1 ใบ
- 2.5.3. มีปั๊มสำหรับสูบน้ำ ที่ส่วนหัวของปั๊มทำจากวัสดุไม่เป็นสนิม ทำอัตราไหลได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 30 ลิตรต่อนาที ขนาดมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 300 วัตต์
- 2.5.4. โรตารีมิเตอร์สำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำ ที่สามารถวัดอัตราการไหลได้สูงสุด 18 L /min หรือ มากกว่า จำนวน 1 อัน
- 2.5.5. โกลบวาล์วสำหรับปรับความต้านทานการไหล จำนวน 1 อัน
- 2.5.6. มีโซลินอยด์วาล์ว จำนวน 1 อัน สำหรับบายพาสน้ำขาออกจากปั๊ม
- 2.5.7. ระบบท่อน้ำเป็นท่อ PVC Schedule 80 มาตรฐานวัสดุ ASTM D-1784 หรือ ดีกว่า
- 2.5.8. เครื่องวัดอัตราการไหล แบบ Magnetic Inductive flow transmitter มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.5.8.1. วัดอัตราไหลได้ในช่วง 55 ถึง 1,000 L/h (0.055 ถึง 1.00 m³/h) หรือกว้างกว่า หรือ รองรับย่านความเร็ว 0.5 ถึง 10 m/s
 - 2.5.8.2. ค่า Accuracy $\pm 0.3\%$ ของค่าวัด, ค่า repeatability $\pm 0.15\%$ ของค่าวัด
 - 2.5.8.3. ส่วนที่สัมผัสของเหลว ได้แก่ process connection ทำด้วยสแตนเลสสตีล, electrode ทำด้วย platinum ภายในท่อเคลือบ (Lining) ด้วย ceramic

- 2.5.8.4. ทนอุณหภูมิสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 70°C
- 2.5.8.5. ทรานสมิตเตอร์เป็นแบบ compact ตัวเรือน (housing) ทำจาก die-cast aluminium
- 2.5.8.6. ตัวทรานสมิตเตอร์มีระดับการป้องกัน IP67 หรือดีกว่า
- 2.5.8.7. มีจอแสดงผล แบบ LCD – 2 lines 16 digits มีไฟส่องสว่างพื้นหลังเพื่อให้มองเห็นชัดเจน
- 2.5.8.8. สัญญาณเอาต์พุต : Analog 0/4-20 mA, active, galvanically isolated และมีระบบสื่อสารแบบ HART communication
- 2.5.8.9. มีมาตรฐานทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC)
- 2.5.9. เครื่องควบคุมกระบวนการ (Process controller) สำหรับควบคุมอัตราไหลของน้ำ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.5.9.1. มีจอแสดงผลเป็นชนิด Color LCD มีการแสดงผลตัวเลขแบบ 5 Digit, สามารถแสดงผล PV display 14 segment เปลี่ยนสีได้, Data display 11 segment และ Bar-graph Display 12 segment.
 - 2.5.9.2. สามารถทำการปรับจูนค่าพารามิเตอร์ของการควบคุมได้แก่ Proportional band 0.1 ถึง 999.9%, Integral time 1 ถึง 6,000 วินาที, Derivative time 1 ถึง 6,000 วินาที
 - 2.5.9.3. มีช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุตแบบ Universal 1 ช่อง ความแม่นยำ (Accuracy) ± 0.1 of instrument range สำหรับ DC current
 - 2.5.9.4. ช่องสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุตสำหรับควบคุม 1 ช่อง
 - 2.5.9.5. ฟังก์ชันปรับจูนค่าพารามิเตอร์อัตโนมัติ (Auto tuning) สามารถเลือกแบบ Normal หรือ Stable ได้
 - 2.5.9.6. มี Overshoot-suppressing และ Hunting-suppressing function
 - 2.5.9.7. มีช่องสื่อสารแบบ RS485 หรือ Ethernet
 - 2.5.9.8. มาตรฐานการป้องกันเฉพาะที่หน้าเครื่องเท่ากับ IP66
 - 2.5.9.9. มาตรฐานด้านความปลอดภัย และ ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) เป็นไปตามมาตรฐาน CE, CSA และ UL
- 2.5.10. วาล์วควบคุม (Control Valve) มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.5.10.1. ตัววาล์ว (Valve body) ทำจากวัสดุสแตนเลสสตีล CF8M
 - 2.5.10.2. Trim ทำจาก SS316
 - 2.5.10.3. หัวขับ Actuator แบบ Rolling diaphragm ทำงานแบบ Reverse, Air-to-open action
 - 2.5.10.4. Operating Signal 3-15 psig
 - 2.5.10.5. มี Electro-pneumatic Positioner แบบ digital ที่มี microprocessor ในตัว มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.5.10.5.1. มีจอแสดงผลแบบดิจิตอล 2 บรรทัด
 - 2.5.10.5.2. มี Operating mode ไม่น้อยกว่า 5 โหมด
 - 2.5.10.5.3. มีปุ่มกดสำหรับปรับตั้งการทำงาน 3 ปุ่ม

- 2.5.10.5.4. มีระบบ automatic commissioning (self-adjustment zero and span)
- 2.5.10.5.5. มี Tight shut-off function เพื่อให้เกิดแรงกดสูงสุดบนบ่าวาล์ว
- 2.5.10.5.6. มี Monitoring function ที่หลากหลาย ซึ่งสามารถตรวจจับและส่งสัญญาณการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับ actuator และ valve ได้ เมื่อค่าที่กำหนดไว้เกินขีดจำกัดที่เลือกไว้
- 2.5.10.5.7. มีฟังก์ชันการตรวจวิเคราะห์สภาพการทำงาน Diagnostic function สำหรับวาล์ว และ หัวขับ
- 2.5.10.5.8. มีระบบแจ้งเตือนความบกพร่อง 3 ระดับ (Three-stages alarm) แสดงระดับความต้องการของการซ่อมบำรุง และ แหล่งที่มาของความบกพร่อง
- 2.5.10.5.9. ใช้เทคโนโลยี piezoelectric ที่ทันสมัยทำให้อัตราการสิ้นเปลืองอากาศ (air consumption) ต่ำ
- 2.5.10.5.10. รับสัญญาณ 4- 20 mA และมีระบบสื่อสารแบบ HART Communication
- 2.5.10.5.11. โครงสร้างทำจากอลูมิเนียม มาตรฐานการป้องกันฝุ่นและน้ำ ระดับ IP66 + NEMA 4X
- 2.5.11. ระบบแสดงผลและบันทึกผลอัตโนมัติพร้อมจอทัชสกรีน มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.5.11.1. มีหน้าจอขนาดไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว (800 x 480 pixels) หรือ ดีกว่า แสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 65,000 สี
 - 2.5.11.2. มีช่องเสียบ USB สำหรับ บันทึกข้อมูล
 - 2.5.11.3. สามารถแสดงค่า Process value, Set point, % Control Output และค่า PID parameter ของเครื่องควบคุมได้
 - 2.5.11.4. สามารถปรับตั้งค่า Set point และ PID parameter ของเครื่องควบคุมได้
 - 2.5.11.5. สามารถบันทึกข้อมูลและแสดงกราฟการตอบสนองของกระบวนการ เปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย พร้อมค่าของเปอร์เซ็นต์สัญญาณควบคุม
 - 2.5.11.6. สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ Tablet หรือ Smart phone ได้ผ่าน WIFI
- 2.5.12. ตู้ควบคุม แบบ (IP55) เคลือบ Polyester powder สำหรับติดตั้งเครื่องควบคุม (Process controller), Touch screen, สวิตช์ปิดเปิดเครื่อง, สวิตช์ปิดเปิดปั๊ม พร้อมแผนภาพแสดงการไหลของกระบวนการ
- 2.5.13. มีช่องต่อสัญญาณสำหรับการควบคุมจากภายนอก (External control) ได้แก่ ช่องต่อสัญญาณอนาล็อกที่ออกจาก Magnetic Inductive flow transmitter, ช่องสัญญาณอนาล็อกขาเข้าสำหรับ Control valve, ช่องสัญญาณดิจิทัลขาเข้าสำหรับสั่งงานโซลินอยด์วาล์ว และ ช่องสัญญาณขาออกจาก Controller Alarm
- 2.5.14. สามารถทำการทดลองในหัวข้อดังต่อไปนี้
 - 2.5.14.1. การปรับตั้ง range ของเครื่องวัดอัตราการไหลให้สัมพันธ์กับช่วงใช้งานของกระบวนการ

- 2.5.14.2. ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณควบคุมและการเปิดของวาล์ว
- 2.5.14.3. การหาค่าพารามิเตอร์สำหรับเครื่องควบคุมแบบ PID ด้วยวิธีของ (Ziegler & Nichols) ด้วยวิธี Open-loop และ Closed loop
- 2.5.14.4. การปรับตั้งแบบ Trial & Error
- 2.5.15. ชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับการควบคุมแบบ Programmable logic control พร้อมหน้าจอ Human interface แบบ Touch screen ติดตั้งบนแผงบรรจุในกล่องที่มีความแข็งแรง มีรายละเอียดดังนี้ จำนวน 1 ชุด
 - 2.5.15.1. CPU แบบ compact มีช่องสัญญาณดิจิตอลอินพุต 24 V DC ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง ช่องสัญญาณดิจิตอลเอาต์พุต รีเลย์ 2 A ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง, ช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุต 0-10 V DC ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง รองรับแหล่งจ่ายไฟในช่วงแรงดัน 20.4-28.8V DC มีหน่วยความจำ (Program/data memory) ไม่ต่ำกว่า 75 KB
 - 2.5.15.2. หน้าจอ Human interface ขนาดไม่ต่ำกว่า 4 นิ้วแสดงผลเป็นสี
 - 2.5.15.3. มีแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 VDC
 - 2.5.15.4. มีจุดจ่ายแรงดัน 0-10 VDC แบบปรับค่าได้ เป็น safety socket พร้อมจอแสดงผลแบบดิจิตอล
 - 2.5.15.5. มีจุดต่อสัญญาณดิจิตอลอินพุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 6 จุด
 - 2.5.15.6. มีจุดต่อสัญญาณดิจิตอลเอาต์พุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 4 จุด
 - 2.5.15.7. มีจุดต่อจ่ายไฟกระแสตรง 24 VDC เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 4 จุด
 - 2.5.15.8. มีจุดต่อสัญญาณอนาล็อกอินพุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 1 จุด
 - 2.5.15.9. มีจุดต่อแบบ Ethernet หรือ USB อย่างน้อย 1 ช่อง
 - 2.5.15.10. มี Socket เสียบสาย AC ไฟเข้าเครื่องพร้อมสวิตช์ปิดเปิด
- 2.6. ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดอัตราการไหลแบบ Thermal flow sensor สำหรับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของอากาศ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะทางเทคนิคดังนี้
 - 2.6.1. ลักษณะการทำงาน เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศแบบ Thermal flow sensor สำหรับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของอากาศ ใช้หลักการพาความร้อนของอากาศซึ่งสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลของอากาศในท่อ โดยมีใบเวอร์ดูอากาศผ่านท่อที่มีวาล์วปรับความต้านทานการไหล เครื่องควบคุมกระบวนการ (Process controller) จะควบคุมอัตราการไหลโดยส่งสัญญาณควบคุมตัวสุดท้าย ได้แก่ ใบเวอร์ซึ่งสามารถแปรผันความเร็วรอบของมอเตอร์ด้วยอุปกรณ์ variable frequency drive ปรับปริมาณอากาศเข้าเพื่อรักษาระดับของน้ำในถังให้ได้ตามค่าเป้าหมาย
 - 2.6.2. ใบเวอร์ ทำอัตราไหลได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 70 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ขนาดมอเตอร์ ไม่น้อยกว่า 350 วัตต์ ความดันสถิตไม่น้อยกว่า 120 มิลลิบาร์
 - 2.6.3. วาล์วสำหรับปรับความต้านทานการไหล แบบเปิดปิดด้วยมือ จำนวน 1 อัน และแบบเปิดปิดด้วยไฟฟ้า
 - 2.6.4. โรตาริเตอร์สำหรับวัดอัตราไหลของอากาศ ที่สามารถวัดอัตราการไหลได้สูงสุด 20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง หรือ มากกว่า จำนวน 1 อัน
 - 2.6.5. ระบุท่อเป็นท่อ PVC Schedule 80 มาตรฐานวัสดุ ASTM D-1784 หรือ ดีกว่า
 - 2.6.6. เครื่องวัดอัตราการไหล (Air flow meter) แบบ Thermal Flow มีคุณสมบัติดังนี้

- 2.6.6.1. เซนเซอร์เป็นแบบ Thermal mass flow
- 2.6.6.2. วัดอัตราไหลได้สูงสุด 85 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง หรือมากกว่า
- 2.6.6.3. ค่า Accuracy $\pm 1.5\%$ of reading หรือ $\pm 0.3\%$ of full scale
- 2.6.6.4. ส่วนแสดงผลตัวเรือนทำจากวัสดุ Polycarbonate ระดับ IP65
- 2.6.6.5. ส่วนของ Measuring section ทำจาก อลูมิเนียม และ สแตนเลสสตีล 316L
- 2.6.6.6. ทนอุณหภูมิได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 80°C
- 2.6.6.7. มี Flow straightener ติดตั้งในตัวเพื่อลดการไหลแบบปั่นป่วน
- 2.6.6.8. มีจอแสดงผล สามารถปรับมุมมองได้ 180° สามารถแสดงค่าอัตราการไหล หรือ ความเร็วของการไหล ปริมาณสะสม หรือ อุณหภูมิได้ สามารถปรับเปลี่ยน หน่วยอัตราการไหล หรือ ความเร็วของการไหล ได้ไม่น้อยกว่า 6 แบบ มีปุ่ม ควบคุมแบบ capacitive key 2 ปุ่ม สำหรับปรับตั้งการทำงาน และ การ แสดงผล
- 2.6.6.9. สัญญาณเอาต์พุต : Analog 4-20 mA และ สัญญาณแบบ Pulse
- 2.6.6.10. มีระบบสื่อสารแบบ Modbus RTU
- 2.6.6.11. อินเทอร์เฟซทั้งหมดสามารถตั้งโปรแกรมได้อย่างอิสระผ่านหน้าจอแสดงผล
- 2.6.6.12. มีมาตรฐานทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC)
- 2.6.7. เครื่องควบคุมกระบวนการ (Process controller) สำหรับควบคุมอัตราไหลของอากาศ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.6.7.1. มีจอแสดงผลเป็นชนิด Color LCD มีการแสดงผลตัวเลขแบบ 5 Digit, สามารถ แสดงผล PV display 14 segment เปลี่ยนสีได้, Data display 11 segment และ Bar-graph Display 12 segment.
 - 2.6.7.2. สามารถทำการปรับจูนค่าพารามิเตอร์ของการควบคุมได้แก่ Proportional band 0.1 ถึง 999.9%, Integral time 1 ถึง 6,000 วินาที, Derivative time 1 ถึง 6,000 วินาที
 - 2.6.7.3. มีช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุตแบบ Universal 1 ช่อง ความแม่นยำ (Accuracy) ± 0.1 of instrument range สำหรับ DC current
 - 2.6.7.4. ช่องสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุตสำหรับควบคุม 1 ช่อง
 - 2.6.7.5. ฟังก์ชันปรับจูนค่าพารามิเตอร์อัตโนมัติ (Auto tuning) สามารถเลือกแบบ Normal หรือ Stable ได้
 - 2.6.7.6. มี Overshoot-suppressing และ Hunting-suppressing function
 - 2.6.7.7. มีช่องสื่อสารแบบ RS485 หรือ Ethernet
 - 2.6.7.8. มาตรฐานการป้องกันเฉพาะที่หน้าเครื่องเท่ากับ IP66
 - 2.6.7.9. มาตรฐานด้านความปลอดภัย และ ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) เป็นไปตามมาตรฐาน CE, CSA และ UL
- 2.6.8. มีอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบปั๊มแบบ Variable frequency drive หรือ Inverter รองรับ สัญญาณควบคุมแบบอนาล็อก 4-20 mA จากเครื่องควบคุม และมีช่องสื่อสารแบบ RS485 สำหรับเชื่อมต่อกับระบบแสดงผลและบันทึกผลอัตโนมัติ
- 2.6.9. ระบบแสดงผลและบันทึกผลอัตโนมัติพร้อมจอทัชสกรีน มีคุณสมบัติดังนี้

  

- 2.6.9.1. มีหน้าจอขนาดไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว (800 x 480 pixels) หรือ ดีกว่า แสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 65,000 สี
- 2.6.9.2. มีช่องเสียบ USB สำหรับ บันทึกข้อมูล
- 2.6.9.3. สามารถแสดงค่า Process value, Set point, % Control Output และค่า PID parameter ของเครื่องควบคุมได้
- 2.6.9.4. สามารถปรับตั้งค่า Set point และ PID parameter ของเครื่องควบคุมได้
- 2.6.9.5. สามารถบันทึกข้อมูลและแสดงกราฟการตอบสนองของกระบวนการเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย พร้อมค่าของเปอร์เซ็นต์สัญญาณควบคุม
- 2.6.9.6. สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ Tablet หรือ Smart phone ได้ผ่าน WIFI
- 2.6.10. ตัวควบคุม แบบ (IP55) เคลือบ Polyester powder สำหรับติดตั้งเครื่องควบคุม (Process controller), Touch screen, สวิตช์ปิดเปิดเครื่อง, สวิตช์ปิดเปิดปั๊ม พร้อมแผนภาพแสดงการไหลของกระบวนการ
- 2.6.11. ช่องต่อสัญญาณสำหรับการควบคุมจากภายนอก (External control) ได้แก่ ช่องต่อสัญญาณอนาล็อกที่ออกจาก Air flow meter, ช่องสัญญาณอนาล็อกขาเข้าสำหรับ Variable frequency drive, ช่องสัญญาณดิจิทัลขาเข้าสำหรับสั่งงานวาล์ว และช่องสัญญาณขาออกจาก Controller Alarm
- 2.6.12. สามารถทำการทดลองในหัวข้อดังต่อไปนี้
 - 2.6.12.1. การปรับตั้ง range ของเครื่องวัดอัตราการไหลให้สัมพันธ์กับช่วงใช้งานของกระบวนการ
 - 2.6.12.2. ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณควบคุมและค่าความถี่ ของ Variable frequency drive
 - 2.6.12.3. การหาค่าพารามิเตอร์สำหรับเครื่องควบคุมแบบ PID ด้วยวิธีของ (Ziegler & Nichols) ด้วยวิธี Open-loop และ Closed loop
 - 2.6.12.4. การปรับตั้งแบบ Trial & Error
- 2.6.13. ชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับการควบคุมแบบ Programmable logic control พร้อมหน้าจอ Human interface แบบ Touch screen ติดตั้งบนแผงบรรจุในกล่องที่มีความแข็งแรง มีรายละเอียดดังนี้ จำนวน 1 ชุด
 - 2.6.13.1. CPU แบบ compact มีช่องสัญญาณดิจิทัลอินพุต 24 V DC ไม่น้อยกว่า 8 ช่องช่องสัญญาณดิจิทัลเอาต์พุต รีเลย์ 2 A ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง, ช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุต 0-10 V DC ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง รองรับแหล่งจ่ายไฟในช่วงแรงดัน 20.4-28.8V DC มีหน่วยความจำ (Program/data memory) ไม่ต่ำกว่า 75 KB
 - 2.6.13.2. หน้าจอ Human interface ขนาดไม่ต่ำกว่า 4 นิ้วแสดงผลเป็นสี
 - 2.6.13.3. มีแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 VDC
 - 2.6.13.4. มีจุดจ่ายแรงดัน 0-10 VDC แบบปรับค่าได้ เป็น safety socket พร้อมจอแสดงผลแบบดิจิทัล
 - 2.6.13.5. มีจุดต่อสัญญาณดิจิทัลอินพุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 6 จุด
 - 2.6.13.6. มีจุดต่อสัญญาณดิจิทัลเอาต์พุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 4 จุด

Handwritten signature and initials

- 2.6.13.7. มีจุดต่อจ่ายไฟกระแสตรง 24 VDC เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 4 จุด
- 2.6.13.8. มีจุดต่อสัญญาณอนาล็อกอินพุต เป็น safety socket ไม่น้อยกว่า 1 จุด
- 2.6.13.9. มีจุดต่อแบบ Ethernet หรือ USB อย่างน้อย 1 ช่อง
- 2.6.13.10. มี Socket เสียบสาย AC ไฟเข้าเครื่องพร้อมสวิตช์ปิดเปิด

2.7. ชุดอุปกรณ์สอบเทียบ จำนวน 1 ชุด ได้แก่

2.7.1. เครื่องมัลติมิเตอร์และสอบเทียบลูปมิลลิแอมป์ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- 2.7.1.1. เป็นดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ที่มีความปลอดภัยในระดับ CAT III 1000 V, CAT IV 600 V
- 2.7.1.2. สามารถใช้เป็นเครื่องสอบเทียบลูปมิลลิแอมป์ โดยมีตัวต้านทานค่า 250 โอห์ม สำหรับ HART และแหล่งจ่ายแรงดันขนาด 24V ในตัว
- 2.7.1.3. ขั้วโพลได้ถึง 1,200 โอห์ม (ในโหมดจ่ายกระแส)
- 2.7.1.4. มีสวิตช์จ่ายกระแสสลับไปมาระหว่าง 0 กับ 100%
- 2.7.1.5. มีโหมดการปรับกระแสแบบ Manual ปรับได้ ทั้งแบบหยาบ และ แบบละเอียด , ปรับแบบเป็นขั้นบันได (Step) ขั้นละ 25% ได้ และปรับแบบ 100% ได้
- 2.7.1.6. มีโหมดการปรับกระแสแบบอัตโนมัติ Automatic ปรับแบบต่อเนื่อง (Ramp) ได้ทั้ง Slow ramp, Fast ramp และปรับแบบเป็นขั้นบันได (Step) ได้ขั้นละ 25%
- 2.7.1.7. แสดงค่า mA และ % พร้อมกันบนจอ
- 2.7.1.8. ช่วงวัดแรงดันไฟฟ้า DC และ AC (True rms) มี 5 ช่วง ได้แก่ 400.0 mV, 4.000 V, 40.00 V, 400.0 V และ 1,000 V
- 2.7.1.9. ช่วงวัดกระแสในหน่วย mA DC วัดได้สูงสุด 30.000 mA
- 2.7.1.10. ช่วงวัดกระแสในหน่วย A ทั้ง DC และ AC วัดได้สูงสุด 1 A (ต่อเนื่อง 0.44A)
- 2.7.1.11. ช่วงวัดความต้านทาน มี 6 ช่วง ได้แก่ 400.0 Ohm, 4.000 KOhm, 40.00 KOhm, 400.0 KOhm, 4.0 MOhm และ 40 MOhm
- 2.7.1.12. ช่วงวัดความถี่ตั้งแต่ 0.5 Hz ขึ้นไปถึง 20 KHz มี 3 ช่วง ได้แก่ 199.99 Hz, 1,999.9 Hz และ 19.999 KHz
- 2.7.1.13. ช่วงเอาต์พุตกระแส DC (ใช้แบตเตอรี่ภายใน) สามารถเลือกได้ 2 แบบ ได้แก่ 0.000 ถึง 20.00 mA หรือ 4.000 ถึง 20.00 mA
- 2.7.1.14. จำลองกระแส DC (จ่ายไฟลูปภายนอก 15 ถึง 48 VDC) สามารถเลือกได้ 2 แบบ ได้แก่ 0.000 ถึง 20.00 mA หรือ 4.000 ถึง 20.00 mA
- 2.7.1.15. อุปกรณ์ประกอบ ได้แก่ ชุดสายวัด พร้อม Alligator clips, แบตเตอรี่ AA 4 ก้อน และ เอกสารแนะนำการใช้งานอย่างย่อ (Quick reference guide)

2.7.2. เครื่องสอบเทียบกระบวนการแบบมัลติฟังก์ชัน จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- 2.7.2.1. เป็นเครื่องมือสอบเทียบกระบวนการแบบมัลติฟังก์ชัน ใช้สอบเทียบ อุณหภูมิ, ความดัน, แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน และความถี่ เนื่องจากสามารถทั้งวัดและจ่ายค่าได้ ในเครื่องเดียว

  

- 2.7.2.2. หน้าจอที่ใช้งานง่ายแบบ เมนูขับเคลื่อนนำทางการใช้งาน ขั้นตอนการสอบเทียบที่ตั้งโปรแกรมได้ ช่วยให้สามารถสร้างและเรียกใช้ขั้นตอนแบบอัตโนมัติ เพื่อให้การสอบเทียบทำได้อย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ
- 2.7.2.3. อัตราเร็วการอ่านในฟังก์ชันการบันทึกข้อมูล 1, 2, 5, 10, 20, 30 หรือ 60 ค่าต่อนาที
- 2.7.2.4. โหมดการทำงานสามโหมด ได้แก่ วัด (Measure), จ่ายค่า (Source), หรือ วัด/จ่ายค่าพร้อมกัน (simultaneous Measure/Source) ช่วยให้สามารถแก้ไข ปัญหา, สอบเทียบ, หรือบำรุงรักษาเครื่องมือวัดได้ด้วยเครื่องมือเพียงชิ้นเดียว
- 2.7.2.5. ความสามารถขั้นสูง เช่น auto step, custom units, user entered values, ทดสอบสวิตช์แบบ one-point และ two-point, ทดสอบ square root DP flow, หน่วงเวลาการวัดค่าโดยโปรแกรมได้ เป็นต้น
- 2.7.2.6. มี Ramp function สำหรับการจ่าย แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน ความถี่ และ อุณหภูมิ โดยมีอัตราเร็วสูงสุด 4 Steps/sec
- 2.7.2.7. มีระบบสื่อสาร HART สำหรับการทดสอบและปรับแต่งสมาร์ตทรานส์มิเตอร์
- 2.7.2.8. ช่วงวัดแรงดันไฟฟ้า DC มี 4 ช่วง ได้แก่ 100.000 mV, 3.00000 V, 30.0000 V และ 300.000 V
- 2.7.2.9. ช่วงวัดแรงดันไฟฟ้า AC มี 3 ช่วง ได้แก่ 3.000 V, 30.00 V และ 300.0 V
- 2.7.2.10. ช่วงวัดกระแสไฟฟ้า DC มี 2 ช่วง ได้แก่ 30.000 mA และ 100.00 mA
- 2.7.2.11. ช่วงวัดความต้านทาน มี 4 ช่วง 10.000 Ohm, 100.00 Ohm, 1.0000 Kohm และ 10.000 Kohm
- 2.7.2.12. ช่วงวัดความถี่ มี 4 ช่วง ได้แก่ 1.00 - 110.00 Hz, 110.10 - 1,100.0 Hz, 1.101 - 11.000 KHz และ 11.010 - 50.00 KHz
- 2.7.2.13. การจ่าย (Source) แรงดันไฟฟ้า มี 3 ช่วง ได้แก่ 100.000 mV, 1.00000 V และ 15.0000 V
- 2.7.2.14. การจ่าย (Source) กระแส DC สูงสุดไม่น้อยกว่า 22.000 mA
- 2.7.2.15. การจ่าย (Source) ความต้านทาน มี 4 ช่วง 10.000 Ohm 100.00 Ohm 1.0000 KOhm และ 10.000 Kohm
- 2.7.2.16. การจ่าย (Source) ความถี่ 0.1 ถึง 10.99 Hz, 0.01 ถึง 10.99 Hz, 11.00 ถึง 109.99 Hz, 110.0 ถึง 1099.9 Hz, 1.100 ถึง 21.999 kHz, 0.002 kHz และ 22.000 ถึง 50.000 kHz
- 2.7.2.17. ระดับการป้องกัน IP 52
- 2.7.2.18. ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ Li-ion ขนาดไม่ต่ำกว่า 4,000 mAh
- 2.7.2.19. มีช่องต่อ Pressure module ซึ่งเป็นอุปกรณ์เสริม
- 2.7.2.20. มีช่องต่อแบบ USB สำหรับใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์
- 2.7.2.21. อุปกรณ์ที่มาพร้อมกับเครื่องอย่างน้อย ประกอบด้วย Stackable test lead 3 ชุด, Test probe พร้อม Extended tooth Alligator clip 3 ชุด, Hook clip 2 ชุด, แบตเตอรี่ Li-ion พร้อมที่ชาร์จ 1 ชุด, สาย USB, สายเชื่อมต่อสำหรับ HART communication, CD ROM ภายในมีคู่มือการใช้งาน วิดีโอแนะนำการ





ใช้งาน, ซอฟต์แวร์สำหรับ Upload และ พิมพ์ผลการสอบเทียบ และ

ใบรับรองการสอบเทียบ ,Soft case 1 ใบ

- 2.7.2.22. ตู้สำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ เป็นตู้เหล็กบานทึบ ขนาดตู้ กว้าง x ยาว x สูง ไม่น้อยกว่า 90 x 40 x 180 เซนติเมตร มีบานเปิด 2 บาน ภายในมีชั้นวาง ไม่น้อยกว่า 4 ชั้น จำนวน 2 ตู้

3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 3.1. ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์ที่ตรงหรือดีกว่าตามที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้โดยต้องแนบแคตตาล็อก (catalog) ที่แสดงรูปภาพและรายละเอียดของผลิตภัณฑ์พร้อมระบุยี่ห้อ และรุ่นที่เสนอราคาอย่างชัดเจนครบทุกรายการ ประกอบการเสนอราคา
- 3.2. ในการเสนอราคาผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดตามรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ ระหว่างของมหาวิทยาลัยและของครุภัณฑ์ที่เสนอ โดยอ้างอิงถึงหัวข้อและหน้าของเอกสารผลิตภัณฑ์พร้อมทั้งระบุหน้าที่ปรากฏใน catalog/รายละเอียดคุณลักษณะด้วย หากผู้เสนอราคาไม่จัดทำเอกสารตารางเปรียบเทียบมาให้คณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาในวันเสนอราคามหาวิทยาลัยขอสงวนสิทธิ์ไม่พิจารณา
- 3.3. ชุดการประยุกต์ใช้เซนเซอร์สำหรับกระบวนการต่างๆ ในข้อ 2.1 ถึง 2.6 ต้องผลิตโดยบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
- 3.4. ผู้เสนอราคาต้องแสดงเอกสารการได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศ พร้อมกับหนังสือแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายประกอบการเสนอราคาในชุดอุปกรณ์สอบเทียบข้อ 2.7
- 3.5. หากครุภัณฑ์ต้องใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ ผู้เสนอราคาต้องจัดหาซอฟต์แวร์จากผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่ายซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย ไม่เป็นเวอร์ชันทดลอง พร้อมมอบเอกสารและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับลิขสิทธิ์ให้กับทางมหาวิทยาลัย
- 3.6. มีการรับประกันอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์จากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับจากวันที่ผู้ซื้อได้รับมอบสิ่งของทั้งหมดไว้โดยถูกต้องครบถ้วนตามสัญญา และมีการ Maintenance Service ปีละไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆเพิ่มเติม
- 3.7. ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบสินค้า ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง และรับผิดชอบดำเนินการติดตั้งครุภัณฑ์และอุปกรณ์ประกอบ รวมถึงระบบประกอบต่างๆ เพื่อให้ครุภัณฑ์ทำงานได้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมและให้แล้วเสร็จก่อนการส่งมอบสินค้า
- 3.8. มีคู่มือภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด พร้อมจัดทำในรูปแบบ USB DRIVE จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.9. มีการฝึกอบรมการใช้งานให้กับผู้ใช้งานจนมีความชำนาญ ณ สถานที่ติดตั้ง และมีการอบรมการใช้เครื่องมือใหม่ (Re-training) อย่างน้อยปีละ 1 ครั้งหรือมากกว่า โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายในระยะเวลารับประกัน
- 3.10. ในการตรวจรับต้องแสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องและอุปกรณ์ประกอบให้ครบถ้วนด้วยการปฏิบัติงานจริง หากจำเป็นต้องมีการเตรียมตัวอย่างหรืออุปกรณ์ เพื่อประกอบการตรวจรับ ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดเตรียมโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆเพิ่มเติมกับทางมหาวิทยาลัย
- 3.11. ในการส่งมอบครุภัณฑ์ ถ้าสินค้าเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อส่งมอบให้กับมหาวิทยาลัย ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบเอกสารการนำเข้าสินค้า (การขนส่งทางอากาศ ทางรถยนต์ ทางเรือและ

วิธีการอื่นๆ) ให้กับคณะกรรมการตรวจรับครุภัณฑ์ และถ้าเป็นการขนส่งด้วยเรือต่างประเทศ จะต้องมีส่วนเอกสารยืนยันจากกรมเจ้าท่าถึงการยกเว้นไม่ต้องใช้เรือไทย และถ้าใช้การขนส่งด้วยเรือต่างประเทศไปแล้วในขณะที่เส้นทางเดินเรือนั้นมีบริการการขนส่งด้วยเรือไทย จะต้องมีส่วนเอกสารแสดงการชำระค่าธรรมเนียมพิเศษการกระทำผิด พระราชบัญญัติขนส่ง

3.12. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 150 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามสัญญาซื้อขาย

3.13. เงินค่าพัสดุสำหรับการซื้อครั้งนี้ได้มาจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569 การจัดซื้อครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569 มีผลบังคับใช้ และได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569 จากสำนักงบประมาณแล้ว สำหรับกรณีที่ไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณรายจ่ายเพื่อการจัดหาในครั้งดังกล่าว ส่วนราชการสามารถยกเลิกการจัดหาได้

