

## ชุดทดลองปฏิบัติการระบบแมคคาทรอนิกส์ตามหลักสูตรไมซ์สเตอร์

แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร

จำนวน ๑ ชุด

### ประกอบด้วย

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. ชุดทดลองระบบควบคุมอัตโนมัติทำงานด้วยระบบนิวเมติกส์ในงานอุตสาหกรรม | จำนวน 4 ชุด  |
| 2. ชุดฝึกปฏิบัติการวางระบบสายไฟตู้แบบควบคุมระบบอินเวอร์เตอร์         | จำนวน 3 ชุด  |
| 3. ชุดฝึกปฏิบัติการวางระบบสายไฟตู้แบบควบคุมตำแหน่งมอเตอร์ชนิดเซอร์โว | จำนวน 3 ชุด  |
| 4. ชุดฝึกปฏิบัติการพัฒนาทักษะวางระบบสายไฟตู้ควบคุมไฟฟ้าทักษะระดับสูง | จำนวน 2 ชุด  |
| 5. ชุดอุปกรณ์แสดงผลภาพและเสียงระบบสัมผัส                             | จำนวน 1 ชุด  |
| 6. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผลแบบพกพา                        | จำนวน 10 ชุด |
| 7. ชุดปฏิบัติการแขนกลอุตสาหกรรม                                      | จำนวน 1 ชุด  |
| 8. โปรแกรมควบคุมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ด้วยปัญญาประดิษฐ์            | จำนวน 1 ชุด  |
| 9. อุปกรณ์ประกอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพชุดฝึก                          | จำนวน 1 ชุด  |

### คุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

มีรายละเอียดดังนี้

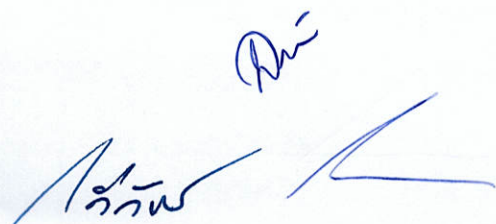
1. ชุดทดลองระบบควบคุมอัตโนมัติทำงานด้วยระบบนิวเมติกส์ในงานอุตสาหกรรม จำนวน 4 ชุด
 

แต่ละชุด มีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า

  - 1.1 รายละเอียดทั่วไป
 

เป็นชุดฝึกที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้สำหรับเรียนรู้ระบบการทำงาน และการควบคุม ชุดฝึกทดลองนิวเมติกส์ไฟฟ้า ซึ่งต้องมีการออกแบบระบบป้องกันอันตราย จากการเรียนรู้ทั้งในส่วนของตัวเครื่องจักร และผู้ปฏิบัติการ
  - 1.2 รายละเอียดทางเทคนิค
    - 1.2.1 แผงติดตั้งอุปกรณ์ทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 แผง
      - 1.2.1.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า (ยาว) 700 มิลลิเมตร x (สูง) 1100 มิลลิเมตร x (กว้าง) 30 มิลลิเมตร
      - 1.2.1.2 มีจำนวนร่องยึดอุปกรณ์ จำนวนไม่น้อยกว่า 27 ร่อง
    - 1.2.2 ตู้หรือลิ้นชักสำหรับเก็บอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า 2 ลิ้นชัก จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตู้
    - 1.2.3 ชุดกรองและปรับระดับแรงดัน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
      - 1.2.3.1 มีย่านการทำงาน 0.5 – 8 kgf/cm<sup>2</sup> หรือดีกว่า

- 1.2.3.2 มีระดับการกรอง 10 ไมครอนหรือดีกว่า
- 1.2.3.3 มีอุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น (Lubricator)
- 1.2.4 ชุดแบ่งจ่ายลม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 1.2.4.1 มีจำนวนช่องแบ่งจ่ายลม ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
  - 1.2.4.2 มีวาล์วเปิด-ปิดแบบ 3/2
  - 1.2.4.3 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.5 ระบายอกสูบลำงานทางเดียว จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 1.2.5.1 ระบายอกสูบลำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
  - 1.2.5.2 มีระยะการเคลื่อนที่ของก้านสูบไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตร
  - 1.2.5.3 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.6 ระบายอกสูบลำงานสองทางพร้อมสวิตช์แม่เหล็ก จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
  - 1.2.6.1 ระบายอกสูบลำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
  - 1.2.6.2 มีระยะการเคลื่อนที่ของก้านสูบไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร
  - 1.2.6.3 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
  - 1.2.6.4 มีสวิตช์แม่เหล็กติดตั้งที่ระบายอกสูบลำพร้อมปลั๊กเสียบสาย จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 1.2.7 วาล์ว 3/2 ปกติปิด แบบสั่งงานด้วยไฟฟ้าด้านเดียว จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 1.2.7.1 มีย่านความดันในการทำงาน 1.5 – 7 kgf/cm<sup>2</sup> หรือดีกว่า
  - 1.2.7.2 มีปุ่มกดสั่งงานที่ตัววาล์ว
  - 1.2.7.3 สั่งลีนวาล์วทำงานด้วยขดลวดโซลินอยด์ ขนาด 24 VDC
  - 1.2.7.4 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.8 วาล์ว 5/2 แบบสั่งงานด้วยไฟฟ้าด้านเดียว จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 1.2.8.1 มีย่านความดันในการทำงาน 1.5 – 7 kgf/cm<sup>2</sup> หรือดีกว่า
  - 1.2.8.2 มีปุ่มกดสั่งงานที่ตัววาล์ว
  - 1.2.8.3 สั่งลีนวาล์วทำงานด้วยขดลวดโซลินอยด์ขนาด 24 VDC
  - 1.2.8.4 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.9 วาล์ว 5/2 คู่ แบบสั่งงานด้วยไฟฟ้าด้านเดียว จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 1.2.9.1 มีวาล์ว 5/2 จำนวน 2 ตัว วางอยู่บนฐานเดียวกัน
  - 1.2.9.2 มีย่านความดันในการทำงาน 1.5 – 7 kgf/cm<sup>2</sup> หรือดีกว่า



- 1.2.9.3 มีปุ่มกดสั่งงานที่ตัววาล์ว
- 1.2.9.4 สั่งลีนวาล์วทำงานด้วยขดลวดโซลินอยด์ขนาด 24 VDC
- 1.2.9.5 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.10 วาล์ว 5/2 แบบสั่งงานด้วยไฟฟ้าทั้งสองด้าน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 1.2.10.1 มีปุ่มกดสั่งงานที่ตัววาล์ว
  - 1.2.10.2 สั่งลีนวาล์วทำงานด้วยขดลวดโซลินอยด์ขนาด 24 VDC ทั้งสองด้าน
  - 1.2.10.3 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.11 สวิตช์แรงดันแบบปรับค่าได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 1.2.11.1 มีย่านความดันในการทำงาน 0.5 – 7 kgf/cm<sup>2</sup>หรือดีกว่า
  - 1.2.11.2 สามารถปรับย่านการทำงานได้
  - 1.2.11.3 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.12 ชุดกล่องรีเลย์ไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 1.2.12.1 ภายในกล่องประกอบด้วยรีเลย์ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว
  - 1.2.12.2 รีเลย์แต่ละตัวมีจำนวนหน้าสัมผัสแบบ NO/NC ไม่น้อยกว่า 4 ชุด
  - 1.2.12.3 หน้าสัมผัสของรีเลย์ สามารถทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 1 แอมป์
  - 1.2.12.4 ระดับสัญญาณไฟเลี้ยงที่ขดลวดรีเลย์ 24 VDC
  - 1.2.12.5 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.13 ชุดกล่องรีเลย์หน่วงเวลา จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 1.2.13.1 ภายในกล่องประกอบด้วยรีเลย์หน่วงเวลา แบบหน่วงเวลาเปิด จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว และแบบหน่วงเวลาปิด จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 1.2.13.2 มีระบบการทำงานและแสดงผลเป็นแบบดิจิทัลที่รีเลย์หน่วงเวลาแต่ละตัวมีจำนวนหน้าสัมผัสแบบ NO ไม่น้อยกว่า 2 ชุด และจำนวนหน้าสัมผัสแบบ NC ไม่น้อยกว่า 2 ชุด
  - 1.2.13.3 มีย่านการปรับตั้งเวลาได้ไม่น้อยกว่า 0.1 – 9 วินาที
  - 1.2.13.4 ระดับสัญญาณไฟเลี้ยงที่ขดลวดรีเลย์ 24 VDC
  - 1.2.13.5 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.14 ชุดกล่องรีเลย์กำหนดจำนวน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 1.2.14.1 มีระบบการทำงานและแสดงผลเป็นแบบดิจิทัล





- 1.2.14.2 มีจำนวนหน้าสัมผัสแบบ NO/NC จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 1.2.14.3 มีย่านการนับ ไม่น้อยกว่า 0 – 99
- 1.2.14.4 ระดับสัญญาณไฟเลี้ยง 24 VDC
- 1.2.14.5 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.15 ชุดกล่องสวิตช์กด จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 1.2.15.1 ภายในกล่องประกอบด้วยสวิตช์แบบกดค้างตำแหน่ง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัวและ  
แบบกดไม่ค้างตำแหน่ง จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
  - 1.2.15.2 มีหลอดไฟแสดงผลที่สวิตช์แต่ละตัว
  - 1.2.15.3 สวิตช์แต่ละตัวมีจำนวนหน้าสัมผัสแบบ NO/NC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
  - 1.2.15.4 มีสีแตกต่างกันอย่างน้อย 3 สี
  - 1.2.15.5 ที่หน้าสัมผัสสามารถทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 1.5 แอมป์
  - 1.2.15.6 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.16 ชุดกล่องสวิตช์กด จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 1.2.16.1 ภายในกล่องประกอบด้วยสวิตช์แบบกดค้างตำแหน่ง จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัวและ  
แบบกดไม่ค้างตำแหน่ง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 1.2.16.2 มีหลอดไฟแสดงผลที่สวิตช์แต่ละตัว
  - 1.2.16.3 ที่สวิตช์แต่ละตัวมีจำนวนหน้าสัมผัสแบบ NO/NC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
  - 1.2.16.4 มีสีแตกต่างกันอย่างน้อย 3 สี
  - 1.2.16.5 ที่หน้าสัมผัสสามารถทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 1.5 แอมป์
  - 1.2.16.6 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.17 อุปกรณ์ตรวจจับแบบแสง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 1.2.17.1 มีระยะการตรวจจับ ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร
  - 1.2.17.2 สามารถจ่ายกระแสได้ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิแอมป์
  - 1.2.17.3 มีความไวในการตรวจจับไม่น้อยกว่า 3 มิลลิวินาที
  - 1.2.17.4 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.18 อุปกรณ์ตรวจจับแบบคาปาซิเตอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 1.2.18.1 มีระยะการตรวจจับ ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร
  - 1.2.18.2 มีความถี่ในการตรวจจับไม่น้อยกว่า 50 Hz

Am  
A

- 1.2.18.3 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.19 อุปกรณ์ตรวจจับแบบเหนี่ยวนำ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 1.2.19.1 มีระยะการตรวจจับ ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร
  - 1.2.19.2 โครงสร้างของเอาต์พุตเป็นแบบ NPN
  - 1.2.19.3 มีความถี่ในการตรวจจับไม่น้อยกว่า 100 Hz
  - 1.2.19.4 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.20 อุปกรณ์ตรวจจับแบบเหนี่ยวนำ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 1.2.20.1 มีระยะการตรวจจับ ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร
  - 1.2.20.2 โครงสร้างของเอาต์พุตเป็นแบบ PNP
  - 1.2.20.3 มีความถี่ในการตรวจจับไม่น้อยกว่า 100 Hz
  - 1.2.20.4 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.21 สวิตช์จำกัดตำแหน่งแบบทำงานด้านซ้าย จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
  - 1.2.21.1 มีชุดหน้าสัมผัสแบบ NO/NC จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 1.2.21.2 หน้าสัมผัสสามารถทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 5 แอมป์
  - 1.2.21.3 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.22 สวิตช์จำกัดตำแหน่งแบบทำงานด้านขวา จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
  - 1.2.22.1 มีชุดหน้าสัมผัสแบบ NO/NC จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 1.2.22.2 หน้าสัมผัสสามารถทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 5 แอมป์
  - 1.2.22.3 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.23 ชุดไฟฟ้าหลักที่ใช้กับชุดฝึกปฏิบัติการ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 1.2.23.1 ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 1 เฟส 220 VAC
  - 1.2.23.2 สามารถจ่ายกระแสเอาต์พุตได้ไม่น้อยกว่า 5 แอมป์
  - 1.2.23.3 สามารถติดตั้งบนแผงทดลองได้ทั้งแนวแกน X และ Y
- 1.2.24 ชุดสายต่อสัญญาณไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 1.2.24.1 มีสายไฟต่างสีกันไม่น้อยกว่า 3 สี
  - 1.2.24.2 แต่ละสีมีขนาดความยาวของสายแตกต่างกันไม่น้อยกว่า 4 ขนาด
  - 1.2.24.3 สายไฟจำนวนไม่น้อยกว่า 40 เส้น
- 1.2.25 ข้อต่อสามทาง ขนาด 6 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ตัว
- 1.2.26 สายลมขนาดความ 6 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 25 เมตร

Am  
Am

- 1.2.27 ปั๊มลมและถังเก็บลม ขนาด 1/4 HP จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 1.2.27.1 มีกำลังไม่น้อยกว่า 580 W
  - 1.2.27.2 ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 V/50 Hz
  - 1.2.27.3 สามารถผลิตลมได้ไม่น้อยกว่า 110 ลิตร/นาที
  - 1.2.27.4 ถังบรรจุลมได้ไม่น้อยกว่า 20 ลิตร
- 1.2.28 โปรแกรมซอฟต์แวร์ออกแบบจำลองการทำงานระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ จำนวน 1 ชุด
- 1.2.28.1 เป็นโปรแกรมที่สามารถออกแบบและจำลองการทำงานของวงจรนิวเมติกส์
  - 1.2.28.2 ในแต่ละโปรเจ็คสามารถสร้างหน้าต่าง ในการเขียนวงจรทำงานได้ไม่น้อยกว่า 9 หน้าต่าง
  - 1.2.28.3 สามารถกำหนดให้หน้าต่างที่เขียนวงจรทำงานพร้อมกันหมดทุกหน้าต่างหรือเลือกให้ทำงานเฉพาะหน้าต่างที่ต้องการได้
  - 1.2.28.4 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ได้ ด้วยสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน ISO 1219-1 และ 1219-2
  - 1.2.28.5 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรนิวเมติกส์ได้
  - 1.2.28.6 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของโปรแกรมพีแอลซี มาตรฐาน IEC ได้
  - 1.2.28.7 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของโปรแกรมพีแอลซี ได้ไม่น้อยกว่า 2 ยี่ห้อ
  - 1.2.28.8 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรดิจิทัลได้ โดยต้องมี Library ของสัญลักษณ์ เพื่อช่วยในการออกแบบไม่น้อยกว่าดังนี้ Logic Gates, Flip Flops, Counters, Shift Registers, Comparators, Switches, LEDs, 7-bar Display, Decoders, Multiplexers
  - 1.2.28.9 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าควบคุมได้ ด้วยสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน IEC และ JIC
  - 1.2.28.10 สามารถสร้างและจำลองการทำงานของ HMI ในรูปแบบ 2D ได้
  - 1.2.28.11 สามารถสร้างและแก้ไขสัญลักษณ์ของวาล์วและกระบอกสูบได้
  - 1.2.28.12 สามารถเก็บบันทึกสัญลักษณ์ที่สร้างขึ้นไว้ใน Libraries ได้
  - 1.2.28.13 สามารถสร้าง Libraries ขึ้นมาใหม่ได้
  - 1.2.28.14 โปรแกรมมีฟังก์ชันที่ช่วยในการคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์ (Component Sizing)



- 1.2.28.15 โปรแกรมสามารถแสดงการทำงานของวงจรและอุปกรณ์ในรูปแบบภาพตัด (Cross-Section) ได้
- 1.2.28.16 ภายในโปรแกรมประกอบด้วย Libraries หรือ Modules ต่าง ๆ ให้เลือกใช้ ได้แก่ Hydraulics, Mobile Hydraulic, Pneumatics, Electrical Control( IEC, Electrical Control (JIC), Digital, PLC (Siemens), PLC (ABB), PLC (IEC) เป็นต้น
- 1.2.28.17 โปรแกรมสามารถปฏิบัติการบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ได้
- 1.2.28.18 มี VCD สอนการใช้งานโปรแกรม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 1.2.28.19 มีเอกสารคู่มือประกอบการเรียนรู้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 1.2.28.20 เป็นโปรแกรมที่ผลิตจากบริษัท ที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO โดยแนบมาพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์
- 1.2.28.21 ผู้นำเสนอต้องเป็นผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่าย ซึ่งมีหนังสือตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง โดยแนบมาพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

**2. ชุดฝึกปฏิบัติการวางระบบสายไฟตู้แบบควบคุมระบบอินเวอร์เตอร์ จำนวน 3 ชุด**

แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า

**2.1 รายละเอียดทั่วไป**

เป็นชุดฝึกปฏิบัติการสำหรับฝึกประกอบ และวางระบบสายไฟตู้ควบคุมไฟฟ้า ซึ่งเป็นชุดสำหรับการฝึกทักษะฝีมือระดับกลาง และพัฒนาองค์ความรู้ด้านการทำงาน เช่น การอ่านแบบไฟฟ้า การเขียนแบบไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบควบคุมอัตโนมัติ ตลอดจนการฝึกทักษะในการทำงาน โดยชุดฝึกจะออกแบบให้ทำการฝึกโดยใช้การฝึกแบบทำยื่น (Stand Type)

**2.2 รายละเอียดทางเทคนิค**

**2.2.1 วัสดุสำหรับการทำโครงสร้างของชุดฝึกปฏิบัติการ**

2.2.1.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างชุดฝึก เป็นเหล็กพ่นสี

2.2.1.2 มีล้อเลื่อน 4 ล้อ สำหรับการเคลื่อนย้ายและสะดวกต่อการจัดเก็บ

2.2.1.3 มีขนาดโครงสร้าง สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร กว้างไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร

2.2.1.4 มีแผงโลหะสำหรับการฝึกวางระบบสายไฟติดตั้งบนโครงสร้าง และสามารถถอดออกจากโครงสร้างได้

- 2.2.1.5 มีแผงโลหะสำหรับติดตั้งอุปกรณ์สวิตช์และหลอดไฟติดตั้งบนโครงสร้าง และสามารถถอดออกจากโครงสร้างได้
- 2.2.1.6 ชุดฝีกออกแบบให้มีช่องสำหรับเก็บเอกสารคู่มือและแบบไฟฟ้า
- 2.2.1.7 ชุดฝีกออกแบบให้มีชั้นวางเครื่องมือหรือสายไฟที่ใช้ในการฝีกปฏิบัติการ
- 2.2.2 ชุดไฟฟ้าหลักที่ใช้กับชุดฝีกปฏิบัติการ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 2.2.2.1 ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 1 เฟส 220 VAC
  - 2.2.2.2 มีระบบตัดต่อไฟและการป้องกันวงจรไฟฟ้าภาคกำลัง ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ ชนิด มีปุ่มกดทดสอบ
  - 2.2.2.3 มีระบบตัดต่อไฟและการป้องกันวงจรไฟฟ้าภาคควบคุม
  - 2.2.2.4 มีระบบกรองสัญญาณรบกวนของภาคแหล่งจ่ายไฟในภาคควบคุม
  - 2.2.2.5 มีระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้สวิตซ์ชิงเพาเวอร์ซัพพลาย 24 VDC
- 2.2.3 ชุดควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์หรืออินเวอร์เตอร์ ไม่น้อยกว่าจำนวน 1 ชุด
  - 2.2.3.1 มีระบบป้องกันทางภาคกำลังด้วยเมกเนติก
  - 2.2.3.2 อินเวอร์เตอร์พิกัดไม่น้อยกว่า 0.37 kW (1/2 Hp) จำนวน 1 ตัว
  - 2.2.3.3 อินเวอร์เตอร์สามารถเชื่อมต่อหรือส่งถ่ายข้อมูลผ่าน USB Port ได้ หรือดีกว่า
  - 2.2.3.4 มีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถต่อใช้งานได้ทั้งระบบไฟฟ้า 220/380 VAC 3 เฟส โดยมีขนาดพิกัดกำลัง ไม่น้อยกว่า 0.37 kW (1/2 Hp) เพื่อต่อใช้งานร่วมกับอินเวอร์เตอร์ จำนวน 1 ตัว
  - 2.2.3.5 มีการติดตั้งแผ่นจานวงกลมพร้อมแถบสีไว้ที่ปลายเพลลาของมอเตอร์ไฟฟ้า
  - 2.2.3.6 มอเตอร์ไฟฟ้ามีการติดตั้งเครื่องป้องกัน
  - 2.2.3.7 มีมอเตอร์วัดค่าเร็วรอบจำนวน 1 ตัว
- 2.2.4 ชุดควบคุมการการทำงานด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 2.2.4.1 มีช่องต่อสัญญาณควบคุมภาคอินพุต 16 ช่อง และภาคเอาต์พุต 16 ช่อง
  - 2.2.4.2 มีช่องต่อสายสัญญาณในการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย Ethernet ได้ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 2.2.4.3 มีช่องต่อสายสัญญาณในการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านระบบ RS-485 รองรับการสื่อสารแบบ Modbus ได้ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 2.2.4.4 มีซอฟต์แวร์สำหรับการเขียนโปรแกรม
  - 2.2.4.5 บริษัทผู้เสนอราคาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ต้องมีเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง โดยแนบมาพร้อมกับการยื่นเอกสาร E-Bidding



- 2.2.4.6 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่นำเสนอต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO โดยแนบมาพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์
- 2.2.4.7 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่นำเสนอต้องมีเอกสารการรับประกันการใช้งานจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง โดยแนบมาพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์
- 2.2.5 อุปกรณ์ไฟฟ้าควบคุม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 2.2.5.1 มีชุดรีเลย์ควบคุม 24 VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 2.2.5.2 มีแมกเนติกส์คอนแทคเตอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 2.2.5.3 มี Selector Switch 2 ทางแบบมือหมุน จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 2.2.5.4 มี Selector Switch 3 ทางแบบมือหมุน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 2.2.5.5 มี Selector Switch แบบกุญแจ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 2.2.5.6 มีสวิทช์ปุ่มกด (Push button Switch) จำนวน 2 ตัว
- 2.2.5.7 มีหลอดแสดงสถานะ (Pilot Lamp) จำนวน 4 หลอด
- 2.2.5.8 มีปุ่มกดหมุนรีเซ็ต เพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน (Emergency Switch) จำนวน 1 ตัว
- 2.2.5.9 มีอุปกรณ์สัญญาณเสียง แบบมีไฟแสดงสถานะในตัว และสามารถทำการปรับระดับเสียงสัญญาณได้ จำนวน 1 ตัว
- 2.2.5.10 สายไฟสำหรับเชื่อมต่อ จำนวนไม่น้อยกว่า 10 เส้น
- 2.2.6 มีหลักสูตรที่ใช้ในการฝึกร่วมกับชุดฝึกปฏิบัติการ และมีการอบรมให้กับผู้ใช้งาน
- 2.2.6.1 เป็นหลักสูตรที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติการด้านการประกอบ และการวางระบบสายไฟตู้ควบคุมไฟฟ้า (Assembly and Wiring Control Panel) ที่มีเนื้อหาทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ
- 2.2.6.2 มีหลักสูตรการประกอบ และการวางระบบสายไฟตู้ควบคุมไฟฟ้า ที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติการ เป็นหลักสูตรที่มีการใช้ในศูนย์ฝึกอบรมภาคอุตสาหกรรม
- 2.2.6.3 มีคู่มือประกอบการบรรยายภาคทฤษฎี หรือภาคความรู้ โดยมีเนื้อหาด้านความปลอดภัยในการทำงาน การใช้งานเครื่องมือ การประกอบ การอ่านแบบไฟฟ้า การวางระบบสายไฟ การตรวจสอบคุณภาพ เทคนิคการปฏิบัติงาน ที่เกี่ยวข้องกับการฝึกปฏิบัติการ โดยมีการอ้างอิงจากมาตรฐานสากล
- 2.2.6.4 มีคู่มือประกอบการบรรยายภาคทฤษฎี หรือภาคความรู้ มีรูปภาพเพื่อใช้ประกอบการสื่อการสอน เพื่อให้ผู้สอนหรือผู้ควบคุมการฝึก ใช้เป็นสื่อการสอน และภาพตัวอย่างให้ผู้ฟังบรรยาย หรือผู้ฝึกอบรมมีความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

- 2.2.6.5 คู่มือการฝึกปฏิบัติการตามขั้นตอนคุณภาพ โดยมีเนื้อหาด้านการวางแผนงาน การตรวจสอบรายการอุปกรณ์เครื่องมือ และวัสดุฝึก ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การตรวจสอบก่อนการจ่ายไฟ ขั้นตอนการตรวจสอบความปลอดภัยและคุณภาพ และแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน
- 2.2.6.6 มีแบบไฟฟ้าสำหรับฝึกการประกอบและการวางระบบสายไฟ โดยใช้รูปแบบหรือใช้หลักการเขียนแบบที่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรม และมีรายละเอียดของแบบไฟฟ้าที่สอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนการสอนแบบไฟฟ้า ที่อยู่ในภาคทฤษฎีหรือภาคความรู้
- 2.2.6.7 คู่มือการฝึกปฏิบัติการและพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม จะต้องมียोजनाที่สอดคล้องกับชุดฝึกปฏิบัติการ และมีใบงานไม่น้อยกว่า 10 ใบงาน พร้อมแสดงโปรแกรมตัวอย่างไว้ในแต่ละใบงาน
- 2.2.7 มีชุดเครื่องมือช่างประจำชุดฝึกปฏิบัติการ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 2.2.8 มีสายสื่อสารชนิด Ethernet Port หัวสาย RJ-45 ความยาวไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น
- 2.2.9 มีกล่องบรรจุภัณฑ์แบบพลาสติกโปร่งแสงเนื้อแข็ง ทนทาน มีฝาปิด สำหรับเก็บอุปกรณ์ไฟฟ้า ในระหว่างการฝึกปฏิบัติการ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ใบ
- 2.2.10 มีชุดสายไฟ AC ที่ใช้เป็นแหล่งจ่ายให้กับชุดปฏิบัติการ มีความยาวไม่น้อย 2.0 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น

### 3. ชุดฝึกปฏิบัติการวางระบบสายไฟตู้แบบควบคุมตำแหน่งมอเตอร์ชนิดเซอร์โว จำนวน 3 ชุด

แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า

#### 3.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดฝึกปฏิบัติการสำหรับฝึกประกอบและการวางระบบสายไฟตู้ควบคุมไฟฟ้า ถือเป็นชุดฝึกสำหรับการฝึกทักษะฝีมือระดับพื้นฐาน และพัฒนาองค์ความรู้ด้านการทำงาน เช่น การอ่านแบบไฟฟ้า การเขียนแบบไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าระบบควบคุมอัตโนมัติ ตลอดจนการฝึกทักษะในการทำงาน โดยชุดฝึกจะออกแบบให้ทำการฝึกโดยใช้การฝึกแบบทำยืน (Stand Type)

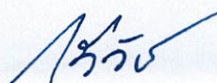
#### 3.2 รายละเอียดทางเทคนิค

##### 3.2.1 วัสดุสำหรับการทำโครงสร้างของชุดฝึกปฏิบัติการ

###### 3.2.1.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างชุดฝึกเป็นเหล็กพ่นสี

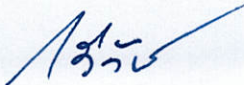
###### 3.2.1.2 มีล้อเลื่อน 4 ล้อ สำหรับการเคลื่อนย้ายและสะดวกต่อการจัดเก็บ

- 3.2.1.3 มีขนาดโครงสร้าง สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร กว้างไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร
- 3.2.1.4 มีแผงโลหะสำหรับการฝึกวางระบบสายไฟติดตั้งบนโครงสร้าง และสามารถถอดออกจากรูปร่างได้
- 3.2.1.5 มีแผงโลหะสำหรับติดตั้งอุปกรณ์สวิทช์และหลอดไฟ ติดตั้งบนโครงสร้าง และสามารถถอดออกจากโครงสร้างได้
- 3.2.1.6 ชุดฝึกออกแบบให้มีช่องสำหรับเก็บเอกสารคู่มือและแบบไฟฟ้า
- 3.2.1.7 ชุดฝึกออกแบบให้มีชั้นวางเครื่องมือหรือสายไฟที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติการ
- 3.2.2 ชุดไฟฟ้าหลักที่ใช้กับชุดฝึกปฏิบัติการ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 3.2.2.1 ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 1 เฟส 220 VAC
  - 3.2.2.2 มีระบบตัดต่อไฟและการป้องกันวงจรไฟฟ้าภาคกำลัง ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดมีปุ่มกดทดสอบ
  - 3.2.2.3 มีระบบตัดต่อไฟ และการป้องกันวงจรไฟฟ้าภาคควบคุม
  - 3.2.2.4 มีระบบกรองสัญญาณรบกวนของแหล่งจ่ายไฟในภาคควบคุม
  - 3.2.2.5 มีระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้สวิทช์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 24 VDC
- 3.2.3 ชุดขับเคลื่อนและควบคุมการคุมตำแหน่งมอเตอร์แบบเซอร์โว จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 3.2.3.1 มีระบบป้องกันทางภาคกำลังด้วยแมกเนติกส์คอนแทคเตอร์
  - 3.2.3.2 เซอร์โวไดรฟ์ (Servo Amplifier) มีพิกัดไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ จำนวน 1 ตัว
  - 3.2.3.3 เซอร์โวไดรฟ์มีอุปกรณ์เชื่อมต่อเพื่อเข้าสายและการวางระบบสายไฟโดยใช้ระบบเทอร์มินัลเข้าสายแบบหางปลา
  - 3.2.3.4 เซอร์โวไดรฟ์เชื่อมต่อหรือส่งถ่ายข้อมูลพารามิเตอร์ผ่าน USB Port
  - 3.2.3.5 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) ที่ใช้ร่วมกับชุดไดรฟ์มีพิกัดไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ จำนวน 1 ตัว
- 3.2.4 ชุดกลไกขับเคลื่อนและควบคุมการคุมตำแหน่งแบบหมุนควบคุมองศา (Indexing Table) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 3.2.4.1 ใช้ระบบการเคลื่อนที่เป็นองศาตามการควบคุม
  - 3.2.4.2 มีเส้นผ่านศูนย์กลางของชุดจาน (Indexing) ไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร
  - 3.2.4.3 มีการติดตั้งระบบเซนเซอร์ 1 ตำแหน่ง



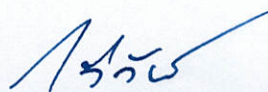



- 3.2.4.4 มีการติดตั้งเครื่องป้องกันความปลอดภัย
- 3.2.5 ชุดควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.2.5.1 มีช่องต่อสัญญาณควบคุมภาคอินพุต 16 ช่อง และภาคเอาต์พุต 16 ช่อง
- 3.2.5.2 มีช่องต่อสายสัญญาณในการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 3.2.5.3 มีช่องต่อสายสัญญาณในการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านระบบ RS-485 รองรับการสื่อสารแบบ Modbus จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 3.2.5.4 มีซอฟต์แวร์สำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรม
- 3.2.5.5 บริษัทผู้เสนอราคาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ต้องมีเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง โดยแนบมาพร้อมกับการยื่นเอกสาร E-Bidding
- 3.2.5.6 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่นำเสนอต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO โดยแนบมาพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์
- 3.2.5.7 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่นำเสนอต้องมีเอกสารการรับประกันการใช้งานจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง โดยแนบมาพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์
- 3.2.6 อุปกรณ์ไฟฟ้าควบคุม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.2.6.1 มีชุดรีเลย์ควบคุม 24 VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 3.2.6.2 มีแมกเนติกส์คอนแทคเตอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 3.2.6.3 มี Selector Switch 2 ทางแบบมือหมุน จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 3.2.6.4 มี Selector Switch 3 ทางแบบมือหมุน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 3.2.6.5 มี Selector Switch แบบกุญแจ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 3.2.6.6 มีสวิตช์ปุ่มกด (Pushbutton Switch) จำนวน 2 ตัว
- 3.2.6.7 มีหลอดแสดงสถานะ 24VDC (Pilot Lamp) จำนวน 4 ตัว
- 3.2.6.8 มีปุ่มกดหมุนรีเซ็ต เพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน (Emergency Switch) จำนวน 1 ตัว
- 3.2.6.9 มีอุปกรณ์สัญญาณเสียง แบบมีไฟแสดงสถานะในตัว และสามารถทำการปรับระดับเสียงสัญญาณได้ จำนวน 1 ตัว





- 3.2.7 มีหลักสูตรที่ใช้งานร่วมกับชุดฝึกปฏิบัติการ
- 3.2.7.1 เป็นหลักสูตรที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติการด้าน การประกอบและการวางระบบสายไฟ ตู้ควบคุมไฟฟ้า (Assembly and Wiring Control Panel) ที่มีเนื้อหาทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ
- 3.2.7.2 มีหลักสูตรการประกอบและการวางระบบสายไฟตู้ควบคุมไฟฟ้า ที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติการที่มีการใช้งานในศูนย์ฝึกอบรมภาคอุตสาหกรรม
- 3.2.7.3 มีคู่มือประกอบการบรรยายภาคทฤษฎีหรือภาคความรู้ โดยมีเนื้อหาด้านความปลอดภัยในการทำงาน การใช้งานเครื่องมือ การประกอบ การอ่านแบบไฟฟ้า การวางระบบสายไฟ การตรวจสอบคุณภาพ เทคนิคการปฏิบัติงาน ที่เกี่ยวข้องกับการฝึกปฏิบัติการ โดยมีการอ้างอิงจากมาตรฐานสากล
- 3.2.7.4 มีคู่มือประกอบการบรรยายภาคทฤษฎีหรือภาคความรู้ มีรูปภาพเพื่อใช้ประกอบเป็นสื่อการสอน เพื่อให้ผู้สอนหรือผู้ควบคุมการฝึกใช้เป็นสื่อการสอน และภาพตัวอย่างให้ผู้ฟังบรรยายหรือผู้ฝึกอบรมมีความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
- 3.2.7.5 คู่มือการฝึกปฏิบัติการตามขั้นตอนคุณภาพ โดยมีเนื้อหาด้านการวางแผนงาน การตรวจสอบรายการอุปกรณ์เครื่องมือ และวัสดุฝึก ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การตรวจสอบก่อนการจ่ายไฟ ขั้นตอนการตรวจสอบความปลอดภัยและคุณภาพ และแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน
- 3.2.7.6 มีแบบไฟฟ้าสำหรับฝึกการประกอบและการวางระบบสายไฟ โดยใช้รูปแบบหรือใช้หลักการเขียนแบบที่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรม และมีรายละเอียดของแบบไฟฟ้าที่สอดคล้องกับเนื้อหาด้านการอ่านแบบไฟฟ้า ที่อยู่ในภาคทฤษฎีหรือภาคความรู้
- 3.2.7.7 คู่มือการฝึกปฏิบัติการและพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม จะต้องมียोजनाที่สอดคล้องกับชุดฝึกปฏิบัติการ และมีใบงานไม่น้อยกว่า 10 ใบงาน พร้อมแสดงโปรแกรมตัวอย่างไว้ในแต่ละใบงาน
- 3.2.8 มีชุดเครื่องมือช่างประจำชุดฝึกปฏิบัติการ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.2.9 มีสายสื่อสารชนิด Ethernet Port หัวสาย RJ-45 ความยาวไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น



- 3.2.10 มีกล่องบรรจุภัณฑ์แบบพลาสติกโปร่งแสงเนื้อแข็ง ทนทาน มีฝาปิด สำหรับเก็บอุปกรณ์ไฟฟ้า ในระหว่างการฝึกปฏิบัติการ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ใบ
- 3.2.11 มีชุดสายไฟ AC ที่ใช้เป็นแหล่งจ่ายให้กับชุดปฏิบัติการ มีความยาวไม่น้อย 2.0 เมตร จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 เส้น

#### 4. ชุดฝึกปฏิบัติการพัฒนาทักษะการวางระบบสายไฟตู้ควบคุมไฟฟ้าทักษะระดับสูง จำนวน 2 ชุด

มีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า

##### 4.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดฝึกปฏิบัติการสำหรับฝึกประกอบและการวางระบบสายไฟตู้ควบคุมไฟฟ้า ซึ่งเป็นชุดฝึก สำหรับการฝึกทักษะฝีมือระดับสูง และพัฒนาองค์ความรู้ด้านการทำงาน เช่น การอ่านแบบไฟฟ้า การเขียนแบบไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบควบคุมอัตโนมัติ ตลอดจนการฝึกทักษะในการทำงาน โดยชุดฝึกจะ ออกแบบให้ทำการฝึกโดยใช้การฝึกแบบทำยืน (Stand Type)

##### 4.2 รายละเอียดทางเทคนิค

##### 4.2.1 วัสดุสำหรับการทำโครงสร้างของชุดฝึกปฏิบัติการ

4.2.1.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างชุดฝึก เป็นเหล็กพ่นสี

4.2.1.2 มีล้อเลื่อน 4 ล้อ สำหรับการเคลื่อนย้ายและสะดวกต่อการจัดเก็บ

4.2.1.3 มีขนาดโครงสร้าง สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร กว้างไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร

4.2.1.4 มีแผงโลหะสำหรับการฝึกวางระบบสายไฟติดตั้งบนโครงสร้าง และสามารถ ถอดออกจากโครงสร้างได้

4.2.1.5 มีแผงโลหะสำหรับติดตั้งอุปกรณ์สวิตซ์และหลอดไฟติดตั้งบนโครงสร้าง และสามารถถอดออกจากโครงสร้างได้

4.2.1.6 ชุดฝึกออกแบบให้มีช่องสำหรับเก็บเอกสารคู่มือและแบบไฟฟ้า

4.2.1.7 ชุดฝึกออกแบบให้มีชั้นวางเครื่องมือหรือสายไฟที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติการ

##### 4.2.2 ชุดไฟฟ้าหลักที่ใช้กับชุดฝึกปฏิบัติการ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

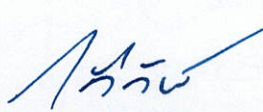


4.2.2.1 ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 1 เฟส 220 VAC

4.2.2.2 มีระบบตัดต่อไฟและการป้องกันวงจรไฟฟ้าภาคกำลัง ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ ชนิดมีปุ่มกดทดสอบ

4.2.2.3 มีระบบตัดต่อไฟและการป้องกันวงจรไฟฟ้าภาคควบคุม

4.2.2.4 มีระบบกรองสัญญาณรบกวนของภาคแหล่งจ่ายไฟในภาคควบคุม

4.2.2.5 มีระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้สวิตซ์ชิงเพาเวอร์ซัพพลาย 24 VDC

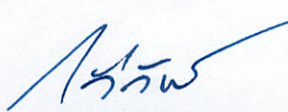




- 4.2.3 ชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าแบบแมกเนติกส์
  - 4.2.3.1 มีชุดแมกเนติกส์คอนแทคเตอร์ชนิด Shock-absorbing Contact จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว
  - 4.2.3.2 มีชุดป้องกันโอเวอร์โวลต์รีเลย์สำหรับป้องกันมอเตอร์ จำนวน 1 ตัว
  - 4.2.3.3 มีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 VAC พิกัดไม่น้อยกว่า 0.75kW (1 Hp) จำนวน 1 ตัว
- 4.2.4 ชุดควบคุมมอเตอร์ต่อตรงด้วยแมกเนติกส์คอนแทคเตอร์ (Direct On line : DOL)
  - 4.2.4.1 มีชุดแมกเนติกส์คอนแทคเตอร์ชนิด Shock-absorbing Contact จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 4.2.4.2 มีชุดป้องกันโอเวอร์โวลต์รีเลย์สำหรับป้องกันมอเตอร์ จำนวน 1 ตัว
  - 4.2.4.3 มีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 VAC พิกัดไม่น้อยกว่า 0.37kW (1/2 Hp) จำนวน 1 ตัว
- 4.2.5 ชุดควบคุมมอเตอร์แบบอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์หรืออินเวอร์เตอร์
  - 4.2.5.1 มีอินเวอร์เตอร์พิกัดไม่น้อยกว่า 0.37 kW (1/2 Hp) จำนวน 1 ตัว
  - 4.2.5.2 อินเวอร์เตอร์เชื่อมต่อหรือส่งถ่ายข้อมูลพารามิเตอร์ผ่าน USB Port
  - 4.2.5.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถต่อใช้งานได้ทั้งระบบไฟฟ้า 220/380 VAC 3 เฟส โดยมีขนาดพิกัดกำลังไม่น้อยกว่า 0.37 kW (1/2 Hp) จำนวน 1 ตัว
  - 4.2.5.4 มีชุดตัวต้านทานสำหรับป้องกัน (Re-Generative Power) จำนวน 1 ตัว
  - 4.2.5.5 มีการติดตั้งแผ่นงานวงกลมพร้อมแถบสีไว้ที่ปลายเพลลาของมอเตอร์ไฟฟ้า
  - 4.2.5.6 มอเตอร์ไฟฟ้ามีการติดตั้งเครื่องป้องกันความปลอดภัย (Machine Guarding)
- 4.2.6 ชุดควบคุมการการทำงานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 4.2.6.1 มีช่องต่อสัญญาณควบคุมภาคอินพุต 16 ช่อง และภาคเอาต์พุต 16 ช่อง
  - 4.2.6.2 มีช่องต่อสายสัญญาณในการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 4.2.6.3 มีช่องต่อสายสัญญาณในการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านระบบ RS-485 รองรับการสื่อสารแบบ Modbus จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 4.2.6.4 มีซอฟต์แวร์สำหรับการเขียนโปรแกรม
  - 4.2.6.5 บริษัทผู้เสนอราคาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ต้องมีเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง โดยแนบมาพร้อมกับการยื่นเอกสาร e-Bidding

APW

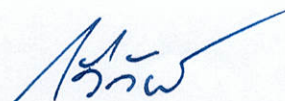


APW

- 4.2.6.6 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่นำเสนอต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO โดยแนบมาพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์
- 4.2.6.7 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่นำเสนอต้องมีเอกสารการรับประกันการใช้งานจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง โดยแนบมาพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์
- 4.2.7 ชุดหน้าจอแบบสัมผัส (HMI) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.2.7.1 มีหน้าจอแบบ TFT Color LCD 8.4" VGA 640x480 Dot 65,536 Colors หรือดีกว่า
- 4.2.7.2 ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC
- 4.2.7.3 มีช่องต่อสายสัญญาณในการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านระบบ USB
- 4.2.7.4 มีช่องต่อสำหรับรับ-ส่งข้อมูล ผ่าน SD Card
- 4.2.7.5 มีช่องต่อสายสัญญาณในการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.2.7.6 มีช่องต่อสายสัญญาณในการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านระบบ RS232 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.2.7.7 มีช่องต่อสายสัญญาณในการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านระบบ RS-422/485 / Modbus Function จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.2.7.8 มีช่องต่อสายสัญญาณในการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย CC Link Network จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.2.7.9 ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันกับชุดควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เพื่อการทำงานที่เข้าร่วมกันได้
- 4.2.7.10 บริษัทผู้เสนอราคาหน้าจอสัมผัส ต้องมีเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง โดยแนบมาพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์
- 4.2.8 อุปกรณ์ไฟฟ้าควบคุม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.2.8.1 มีชุดรีเลย์ควบคุม 24VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 4.2.8.2 มี Selector Switch 2 ทางแบบมือหมุน จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 4.2.8.3 มี Selector Switch 3 ทางแบบมือหมุน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 4.2.8.4 มี Selector Switch แบบกุญแจ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 4.2.8.5 มีสวิตช์ปุ่มกด (Pushbutton Switch) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 4.2.8.6 มีหลอดแสดงสถานะ 24VDC (Pilot Lamp) จำนวน 4 ตัว



- 4.2.8.7 มีปุ่มกดหมุนรีเซ็ตเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน (Emergency Switch) จำนวน 1 ตัว
- 4.2.8.8 มีอุปกรณ์สัญญาณเสียง แบบมีไฟแสดงสถานะในตัว และสามารถทำการปรับระดับเสียงสัญญาณได้ จำนวน 1 ตัว
- 4.2.9 มีหลักสูตรที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติการใช้งานร่วมกับชุดฝึกปฏิบัติการและมีการอบรมให้  
ผู้ใช้งาน
- 4.2.9.1 เป็นหลักสูตรที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติการด้าน การประกอบและการวางระบบ  
สายไฟตู้ควบคุมไฟฟ้า (Assembly and Wiring Control Panel) ที่มีเนื้อหา  
ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ
- 4.2.9.2 มีหลักสูตรการประกอบและการวางระบบสายไฟตู้ควบคุมไฟฟ้า ที่ใช้ในการ  
ฝึกปฏิบัติการ เป็นหลักสูตรที่มีการใช้งานในศูนย์ฝึกอบรมภาคอุตสาหกรรม
- 4.2.9.3 มีคู่มือประกอบการบรรยายภาคทฤษฎีหรือภาคความรู้ โดยมีเนื้อหาด้าน  
ความปลอดภัยในการทำงาน การใช้งานเครื่องมือ การประกอบ การอ่านแบบ  
ไฟฟ้า การวางระบบสายไฟ การตรวจสอบคุณภาพ เทคนิคการปฏิบัติงาน ที่  
เกี่ยวข้องกับการฝึกปฏิบัติการ โดยมีการอ้างอิงตามมาตรฐานสากล
- 4.2.9.4 มีคู่มือประกอบการบรรยายภาคทฤษฎีหรือภาคความรู้ จะมีรูปภาพเพื่อใช้  
ประกอบเป็นสื่อการสอน เพื่อให้ผู้สอนหรือผู้ควบคุมการฝึก ใช้เป็นสื่อการ  
สอน และภาพตัวอย่างให้ผู้ฟังหรือผู้ฝึกอบรมมีความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
- 4.2.9.5 คู่มือการฝึกปฏิบัติการตามขั้นตอนคุณภาพ โดยมีเนื้อหาด้านการวางแผนงาน  
การตรวจสอบรายการอุปกรณ์เครื่องมือ และวัสดุฝึก ขั้นตอนการปฏิบัติงาน  
การตรวจสอบก่อนการจ่ายไฟ ขั้นตอนการตรวจสอบความปลอดภัยและ  
คุณภาพ และแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน
- 4.2.9.6 มีแบบไฟฟ้าสำหรับฝึกการประกอบและการวางระบบสายไฟ โดยใช้รูปแบบ  
หรือใช้หลักการเขียนแบบที่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรม และมี  
รายละเอียดของแบบไฟฟ้าที่สอดคล้องกับเนื้อหาด้านการอ่านแบบไฟฟ้า ที่  
อยู่ในภาคทฤษฎีหรือภาคความรู้
- 4.2.9.7 คู่มือการฝึกปฏิบัติการและพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม จะต้องมึใบงานที่  
สอดคล้องกับชุดฝึกปฏิบัติการ และมีใบงานไม่น้อยกว่า 10 ใบงาน พร้อม  
แสดงโปรแกรมตัวอย่างไว้ในแต่ละใบงาน
- 4.2.10 มีชุดเครื่องมือช่างประจำชุดฝึกปฏิบัติการ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.2.11 มีสายสื่อสารชนิด Ethernet Port หัวสาย RJ-45 ความยาวไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร  
จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น



- 4.2.12 มีกล่องบรรจุภัณฑ์แบบพลาสติกโปร่งแสงเนื้อแข็ง ทนทาน มีฝาปิด สำหรับเก็บอุปกรณ์ไฟฟ้าในระหว่างการฝึกปฏิบัติการ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ใบ
- 4.2.13 มีชุดสายไฟ AC ที่ใช้เป็นแหล่งจ่ายให้กับชุดปฏิบัติการ มีความยาวไม่น้อย 2.0 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น

**5. ชุดอุปกรณ์แสดงผลภาพและเสียงระบบสัมผัส จำนวน 1 ชุด**

มีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า

- 5.1 หน้าจอมีขนาดไม่น้อยกว่า 65 นิ้ว โดยวัดตามแนวทแยงมุม
- 5.2 มีระบบของแผงจอภาพประเภท TFT LCD (Direct LED Backlight) หรือดีกว่า
- 5.3 พื้นผิวหน้าจอลดผลจาก Heat-tempered, Anti-glare
- 5.4 พื้นที่ในการแสดงผล 1429 มิลลิเมตร x 804 มิลลิเมตร (56.3 นิ้ว x 31.7 นิ้ว)
- 5.5 มีค่าความละเอียดของจอภาพแบบ 4K UHD (3840 x 2160 @ 60Hz) หรือดีกว่า
- 5.6 อัตราการตอบสนองของจอภาพ (Response time) 8 ms
- 5.7 สามารถแสดงสีได้สูงสุด 1.07 พันล้านสี
- 5.8 มีมุมมองภาพ 178 องศา
- 5.9 Contrast Ratio 4000:1
- 5.10 มีเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงโดยรอบ
- 5.11 มีปุ่มสั่งงานบนแผงควบคุมดังนี้ Power, Volume Control, Menu, Source Selection
- 5.12 ใช้เทคโนโลยี Vellum ในการทำงาน
- 5.13 รองรับการสัมผัสสูงสุดได้ 15 จุดพร้อมกัน
- 5.14 มีปากกาควบคุมการทำงาน จำนวน 1 ด้าม
- 5.15 มีอัตราการตอบสนองของระบบสัมผัส 10 ms
- 5.16 มีช่องต่อสัญญาณเข้า HDMI, ช่องต่อ USB, และ VGA
- 5.17 มีลำโพง 1 คู่ กำลังขับข้างละ 15 Watt โดยติดตั้งมาพร้อมกับจอภาพจากโรงงานผู้ผลิต
- 5.18 สามารถใช้งาน Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n, ac) ได้
- 5.19 มีระบบปฏิบัติการ Android Oreo8 มาพร้อมกับตัวเครื่อง
- 5.20 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 5.21 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลภายในเครื่องขนาดความจุไม่น้อยกว่า 16 GB
- 5.22 มีหน่วยประมวลผลแบบ Quad Core: 2x ARM Cortex A73, 2x ARM Cortex A53 หรือดีกว่า
- 5.23 รองรับการทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการดังนี้ Windows , OS X 10.8-10.11, macOS Sierra 10.12.1 ขึ้นไป, Linux Ubuntu 18.04 LTS และ Chrome OS
- 5.24 มีชุดขาตั้งพื้นแบบล้อเลื่อน

วิวัฒน์

ดี

- 5.25 ผู้เสนอราคาจอภาพระบบสัมผัส ต้องมีเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงหรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ โดยยื่นเสนอมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์
- 5.26 ซอฟต์แวร์เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของจอภาพระบบสัมผัส
- 5.26.1 มีเมนูการใช้งานภาษาไทยและภาษาอื่นๆ ไม่น้อยกว่า 30 ภาษา
- 5.26.2 สามารถนำเสนอรูปแบบ กราฟฟิค ภาพนิ่ง วีดีโอ เสียง และสามารถเขียน ไฮไลท์ข้อความบนซอฟต์แวร์อื่นได้
- 5.26.3 สามารถดึงข้อมูล ไฟล์วีดีโอ ลงหน้ากระดาน (Flipchart) ได้
- 5.26.4 มีฟังก์ชันปากกา และไฮไลท์โดยสามารถเลือกขนาดได้ตั้งแต่ 0 – 100
- 5.26.5 มีเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ทั้งไม้บรรทัด ไม้โปรแทรกเตอร์ ไม้ฉาก วงเวียน ลูกเต๋า ที่สามารถใช้งานได้เสมือนจริง และเครื่องคิดเลขสามารถตั้งโจทย์ และผลการคำนวณออกมาเป็นข้อความในหน้ากระดานได้
- 5.26.6 มีเครื่องมือตัวเปิดแสดง และสปอตไลท์ซึ่งสามารถเลือกรูปแบบสปอตไลท์ได้ทั้งแบบวงกลม และสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ในการนำเสนอสื่อการเรียนการสอน และสามารถตั้งค่าให้ทำงานไวลัวงหน้าได้
- 5.26.7 มีเครื่องมือกล้องถ่ายรูปที่สามารถถ่ายภาพได้ไม่น้อยกว่า 5 รูปแบบ
- 5.26.8 มีเครื่องมือ Equation สำหรับสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ทั้งเศษส่วน ราก LIMIT และตัวแปรชนิดต่างๆ ได้
- 5.26.9 มีเครื่องมือหมึกล่องหน (Magic Ink) สำหรับมองทะลุผ่านรูปภาพในตำแหน่งที่ต้องการ คำสั่ง Container เพื่อสร้างสื่อในลักษณะการจับคู่คำถามและคำตอบได้
- 5.26.10 มีคำสั่งแถบเลื่อนฝ้าแสง (More Translucent) เพื่อกำหนดให้วัตถุค่อยๆ จางหายไป และคำสั่ง Less Translucent เพื่อให้วัตถุค่อยๆ ปรากฏขึ้นมา
- 5.26.11 ซอฟต์แวร์มีแอคชั่น (Action) ในการสร้างสื่อมากกว่า 200 แอคชั่น (Action)
- 5.26.12 สามารถบันทึกข้อมูลในรูปแบบ .Flipchart, .PDF, .BMP, .JPEG รวมทั้ง Video File ได้
- 5.26.13 มีเครื่องมือบันทึกวีดีโอที่สามารถเลือกรูปแบบการบันทึกได้ทั้งแบบเต็มหน้าจอ หรือบางส่วนได้
- 5.26.14 มีคลังข้อมูล ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว เพื่อใช้ประกอบการสอนหรือสร้างสื่อมากกว่า 33,000 ข้อมูล พร้อมฟังก์ชันปริ๊วและฟังก์ชันค้นหา เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

6. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผลแบบพกพา จำนวน 10 ชุด

แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า

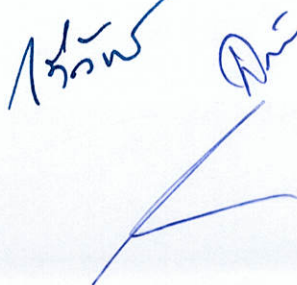




- 6.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) จำนวน 1 หน่วย โดยมีคุณลักษณะ  
 อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
- 6.1.1 ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่  
 น้อยกว่า 4 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.0 GHz
- 6.1.2 ในกรณีที่มีหน่วยความจำ แบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่  
 น้อยกว่า 6 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 1.6 GHz
- 6.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 6.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State  
 Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 120 GB จำนวน 1 หน่วย
- 6.4 มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,366 x 768 Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว
- 6.5 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 6.6 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 6.7 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน  
 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 6.8 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n, ac) และ Bluetooth
7. **ชุดปฏิบัติการแขนกลอุตสาหกรรม** จำนวน 1 ชุด  
 มีรายละเอียดดังนี้
- 7.1 หุ่นยนต์เป็นชนิดตั้งโต๊ะ ใช้งานได้ง่าย และมีความปลอดภัยในการใช้งานสูง
- 7.2 มีจำนวนแกนในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 4 แกน
- 7.3 แขนกลสามารถยกน้ำหนักได้สูงสุด 750 กรัม
- 7.4 แขนกลมีระยะเอื้อม (Reach) ไม่น้อยกว่า 440 มิลลิเมตร
- 7.5 มีความแม่นยำในการทำงาน (Repeatability) +/- 0.05 มิลลิเมตร
- 7.6 แกนที่ 1 มีระยะการเคลื่อนที่ ในช่วง -160 ถึง +160 องศา
- 7.7 แกนที่ 2 มีระยะการเคลื่อนที่ ในช่วง -25 ถึง +85 องศา
- 7.8 แกนที่ 3 มีระยะการเคลื่อนที่ ในช่วง -25 ถึง +105 องศา
- 7.9 แกนที่ 4 มีระยะการเคลื่อนที่ ในช่วง -180 ถึง +180 องศา
- 7.10 แกนที่ 1 มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 300 องศาต่อวินาที
- 7.11 แกนที่ 2 มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 300 องศาต่อวินาที
- 7.12 แกนที่ 3 มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 300 องศาต่อวินาที



- 7.13 แกนที่ 4 มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 300 องศาต่อวินาที
- 7.14 รองรับ Power supply ขนาด 100 – 240 VAC, 50 – 60 Hz
- 7.15 รองรับการสื่อสารแบบ TCP/IP และ Modbus TCP
- 7.16 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณอินพุต จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ช่อง
- 7.17 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณเอาต์พุต จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ช่อง
- 7.18 ช่อง I/O รองรับสัญญาณไฟฟ้าขนาด 24 VDC
- 7.19 มีช่องเชื่อมต่อแบบ Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 7.20 มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB 2.0 จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 7.21 มีช่องเชื่อมต่อ Encoder Input จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 7.22 มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณลม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 จุด
- 7.23 มีช่องเชื่อมต่อกับสวิตช์ฉุกเฉิน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 7.24 มีสวิตช์ฉุกเฉินพร้อมสายเชื่อมต่อ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 7.25 มีหัวดูดจับชิ้นงาน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หัว
- 7.26 ที่แขนหุ่นยนต์มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณไฟฟ้าและสัญญาณลม รองรับการใช้งานของอุปกรณ์ End Effector
- 7.27 มีโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกลซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows
- 7.28 ชุดฝึกแขนกลถูกผลิตจากบริษัทที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO หรือเทียบเท่า
- 7.29 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเข้าเสนอราคา เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อทางราชการในการรับบริการหลังการขาย ที่มีคุณภาพ
- 8. โปรแกรมควบคุมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ด้วยปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 1 ชุด**
- 8.1 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ลิขสิทธิ์
- 8.2 เป็นแพลตฟอร์มที่สามารถควบคุมระบบหุ่นยนต์ ระบบอัตโนมัติ และปัญญาประดิษฐ์เข้าด้วยกัน
- 8.3 การเขียนโปรแกรมเป็นลักษณะ การลาก และวางโมดูลโหนดไปยังหน้าต่างการทำงาน
- 8.4 เป็นโปรแกรมทางด้านปัญญาประดิษฐ์ที่ทำงานด้านการมองเห็นและรับรู้วัตถุอัจฉริยะที่ความแม่นยำสูง มีความรวดเร็วในการประมวลผล มีอัลกอริทึมอัจฉริยะที่หลากหลายสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้
- 8.5 โปรแกรมสามารถนำไปใช้ในการศึกษาพื้นฐานหุ่นยนต์ เพื่อเรียนรู้การควบคุมหุ่นยนต์ พร้อมทั้งสามารถเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ได้ในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานจนถึงระดับสูง
- 8.6 โปรแกรมสามารถใช้งานร่วมกับระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมจริง

1/2/25  


8.7 เป็นโปรแกรมด้านปัญญาประดิษฐ์ด้านการมองเห็นและรับรู้วัตถุอัจฉริยะ โดยสามารถใช้งานควบคุมระบบหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมได้ในแพลตฟอร์มเดียวกัน

8.8 โปรแกรมมีโมดูลชุดคำสั่งทั่วไปไม่น้อยดังนี้

- 8.8.1 โมดูลการเปิดการทำงานของชุดคำสั่งที่เชื่อมต่ออัตโนมัติ
- 8.8.2 โมดูลการเปิดการทำงานของชุดคำสั่งที่เชื่อมต่อ
- 8.8.3 โมดูลการแสดงผลข้อมูล สถานะเวลา รูปภาพจากการประมวลผลของชุดคำสั่ง
- 8.8.4 โมดูลการหยุดรอก่อนทำงานชุดคำสั่งถัดไปที่เชื่อมต่อ (หน่วยเป็นมิลลิวินาที)
- 8.8.5 โมดูลการตรวจสอบสถานะของข้อมูล
- 8.8.6 โมดูลการรวมข้อมูลหรือ การทำงานของชุดคำสั่ง
- 8.8.7 โมดูลแสดงผลข้อความที่ตั้งค่าไว้ หรือข้อความจากตัวแปรของชุดคำสั่ง
- 8.8.8 โมดูลกำหนดค่าข้อมูล ให้เป็น ตัวเลข ข้อความ หรือตรรกะจริงเท็จ
- 8.8.9 โมดูลตรวจสอบสถานะของข้อมูล หรือตัวแปรว่าตรงกับที่กำหนดไว้ใช่หรือไม่
- 8.8.10 โมดูลรอให้ชุดคำสั่ง 2 ทาง ออกมาพร้อมกัน
- 8.8.11 โมดูลเปิดหรือปิดการเชื่อมต่อของเส้นข้อมูลโดยอาศัยสัญญาณที่เข้ามาอย่างถ่วง
- 8.8.12 โมดูลสำหรับเล่นไฟล์เสียง
- 8.8.13 โมดูลสำหรับอ่านข้อความเป็นเสียงพูด

8.9 โปรแกรมมีโมดูลชุดคำสั่งที่ทำงานด้านปัญญาประดิษฐ์ ไม่น้อยกว่าดังนี้

- 8.9.1 โมดูลคำสั่งที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการตรวจหา ตรวจสอบ หรือจัดหมวดหมู่ รูปภาพที่เข้ามามายังชุดคำสั่ง
- 8.9.2 โมดูลสอนปัญญาประดิษฐ์ให้รู้จักวัตถุที่ต้องการ โดยสามารถวาดกรอบบนภาพรอบวัตถุนั้น ๆ และสร้างกรอบที่มีป้ายกำกับว่าสิ่งนั้นคืออะไร

8.10 โปรแกรมมีโมดูลให้ปัญญาประดิษฐ์รู้จักวัตถุที่ต้องการได้หลากหลายรูปแบบ

8.11 โปรแกรมมีโมดูลชุดคำสั่งในการจัดการข้อมูล ไม่น้อยกว่าดังนี้

- 8.11.1 โมดูลที่สามารถเขียนคำสั่งด้วย Java Script
- 8.11.2 โมดูลที่สามารถเขียนคำสั่งด้วย Python Script
- 8.11.3 โมดูลที่สามารถคำนวณค่าทางคณิตศาสตร์
- 8.11.4 โมดูลที่สามารถเปรียบเทียบค่า

8.12 โปรแกรมมีโมดูลที่สามารถแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Line ได้

8.13 โปรแกรมมีโมดูลที่สามารถจัดการกับสัญญาณ I/O ได้ โดยสามารถอ่านและเขียน I/O เพื่อให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้

15/5/2565



- 8.14 โปรแกรมสามารถสื่อสารผ่านโพรโตคอล MQTT ได้
- 8.15 โปรแกรมมีโมดูลเพื่อให้สามารถติดต่อกับผู้ใช้งานได้ไม่น้อยกว่าดังนี้
- 8.15.1 โมดูลปุ่มกด
  - 8.15.2 โมดูลแสดงผลรูปภาพ
  - 8.15.3 โมดูล LED
  - 8.15.4 โมดูลแสดงผลข้อความ
- 8.16 โปรแกรมมีโมดูลชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับ รูปภาพ และวิดีโอ ได้ไม่น้อยกว่าดังนี้
- 8.16.1 โมดูลคำสั่งในการนำเข้าไฟล์รูปภาพในคอมพิวเตอร์
  - 8.16.2 โมดูลคำสั่งในการนำเข้าไฟล์วิดีโอในคอมพิวเตอร์
  - 8.16.3 โมดูลคำสั่งในการนำเข้ารูปภาพจากอุปกรณ์ webcam หรือกล้องต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์
  - 8.16.4 โมดูลคำสั่งในการเชื่อมต่อภาพจากกล้อง IP Camera
- 8.17 โปรแกรมมีชุดโมดูลในการประมวลผลด้านภาพ ไม่น้อยกว่าดังนี้
- 8.17.1 โมดูล Avg Color
  - 8.17.2 โมดูล Bg Subtract
  - 8.17.3 โมดูล Binary
  - 8.17.4 โมดูล Image Crop
  - 8.17.5 โมดูล QrBar code
  - 8.17.6 โมดูล Record Video
- 8.18 โปรแกรมมีชุดโมดูลในการแปลงไฟล์รูปภาพให้เป็นข้อความได้
- 8.19 โปรแกรมมีชุดโมดูลในการเรียนรู้จดจำใบหน้าของมนุษย์ได้
- 8.20 โปรแกรมมีโมดูลสั่งงานอุปกรณ์ได้ไม่น้อยกว่าดังนี้ Buzzer, OLED, Motor, Servo
- 8.21 โปรแกรมมีชุดโมดูลที่สามารถอ่านและเขียนข้อมูลผ่านการสื่อสารแบบอนุกรมได้
- 8.22 โปรแกรมสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมด้วยโพรโตคอล Modbus TCP
- 8.23 บริษัทผู้เสนอราคาซอฟต์แวร์ ต้องมีเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงหรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ โดยแนบมาพร้อมกับการยื่นเอกสาร E-Bidding
9. อุปกรณ์ประกอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพชุดฝึก จำนวน 1 ชุด
- แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
- 9.1 ชุดเครื่องพิมพ์พล็อตมาร์คสายไฟและป้าย จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด



- 9.1.1 ระบบหัวพิมพ์บล็อกสายไฟ และหัวพิมพ์ป้าย แยกส่วนกันเพื่อความคล่องตัวในการใช้งาน
  - 9.1.2 มีแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนแบบชาร์จได้ในตัว เพื่อช่วยในการใช้งานในพื้นที่ ๆ ไม่มีกระแสไฟฟ้า
  - 9.1.3 การพิมพ์ป้าย จะใช้ป้ายชนิดฉลากเคลือบลามิเนตสำหรับงานอุตสาหกรรม
  - 9.1.4 ใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC
  - 9.1.5 มีแป้นพิมพ์ที่มีตำแหน่งและรูปแบบที่เหมือนแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์
  - 9.1.6 สามารถพิมพ์รูป บาร์โค้ด (Barcode) คิวอาร์โค้ด (QR Code) ลงบนป้ายได้
  - 9.1.7 สามารถเชื่อมต่อและสั่งงานพิมพ์ผ่านระบบซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์ผ่าน USB
  - 9.1.8 มีระบบชุดทำความสะอาดสายไฟก่อนแบบพิมพ์ และสามารถถอดเปลี่ยนเพื่อบำรุงรักษาได้ง่าย
  - 9.1.9 มีระบบชุดตัดท่อปลอกสายไฟที่สามารถถอดเปลี่ยนเพื่อบำรุงรักษาได้ง่าย
  - 9.1.10 ขนาดเครื่องพิมพ์มีขนาดกว้างไม่เกิน 340 มิลลิเมตร ลึกไม่เกิน 200 มิลลิเมตร สูงไม่เกิน 180 มิลลิเมตร
  - 9.1.11 สามารถใช้กับท่อปลอกสายไฟแบบ PVC ขนาดตั้งแต่ 2.5 มิลลิเมตร ถึง 6.5 มิลลิเมตร
  - 9.1.12 สามารถใช้กับป้ายแบบเคลือบด้วยลามิเนต ขนาดสูงสุด 36 มิลลิเมตร
  - 9.1.13 กระจายบรรจุเครื่องพิมพ์บล็อกสายไฟและป้าย ชนิดมีสายสะพายข้าง
- 9.2 ชุดโต๊ะสำหรับการเรียนการสอน จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ชุด
- 9.2.1 เป็นโต๊ะที่ใช้ในการรองรับการสอน หรือการอบรม
  - 9.2.2 โครงสร้างขาทำจากเหล็กกล่อง เคลือบสี
  - 9.2.3 ติดตั้งเต้ารับบนพื้นโต๊ะ อย่างน้อย 1 ชุด
  - 9.2.4 ขาโต๊ะปรับระดับได้
  - 9.2.5 มีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 1500 มิลลิเมตร x ลึก 550 มิลลิเมตร x สูง 750 มิลลิเมตร
- 9.3 ชุดเก้าอี้สำหรับการเรียนการสอน จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ชุด
- 9.3.1 พนักพิงสูงถึงกลางหลัง
  - 9.3.2 มีเท้าแขนทั้งด้านซ้ายและขวา
  - 9.3.3 มีล้อสำหรับการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 4 ล้อ
  - 9.3.4 สามารถปรับระดับสูงต่ำได้
  - 9.3.5 มีขนาดไม่น้อยกว่า (กว้างxลึกxสูง) 50\*60\*90 เซนติเมตร
- 9.4 ชุดโต๊ะสำหรับอาจารย์ผู้สอน จำนวน 1 ชุด
- 9.4.1 โต๊ะทำงานไม้ขาเหล็กทรงตัวแอล
  - 9.4.2 สามารถเลือกให้โต๊ะโค้งต่อไปทางด้านซ้าย (L) หรือด้านขวา (R) ได้



- 9.4.3 มีขนาดไม่น้อยกว่า (กว้างxลึกxสูง) 150x140x70 เซนติเมตร
- 9.5 ชุดเก้าอี้สำหรับอาจารย์ผู้สอน จำนวน 1 ชุด
- 9.5.1 เป็นเก้าอี้หนัง มีพนักพิง
- 9.5.2 โครงขาเหล็กชุบโครเมียม
- 9.5.3 สามารถปรับสูงต่ำได้
- 9.5.4 มีขนาดไม่น้อยกว่า (กว้างxลึกxสูง) 60x70x100 เซนติเมตร
- 9.6 ตู้เก็บอุปกรณ์ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 9.6.1 เป็นตู้แบบบานเลื่อนหรือแบบเปิดหน้า
- 9.6.2 มีชั้นวางของภายในไม่ต่ำกว่า 3 ชั้น
- 9.6.3 ชั้นวางของสามารถปรับระดับได้
- 9.6.4 มีกุญแจสำหรับล็อกตู้เพื่อความปลอดภัย
- 9.7 ชุดเครื่องอัดอากาศ จำนวน 1 ชุด
- 9.7.1 มีกำลังไม่น้อยกว่า 580 W.
- 9.7.2 ใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC 50Hz
- 9.7.3 สามารถผลิตลมได้ไม่น้อยกว่า 110 ลิตร/นาที
- 9.7.4 ถังบรรจุลม ไม่น้อยกว่า 20 ลิตร

#### รายละเอียดอื่น ๆ

1. ผู้เสนอราคาต้องมีเอกสารแคตตาล็อกในวันยื่นซองเสนอราคาเพื่อประกอบการพิจารณาตามความถูกต้องของรายละเอียดของครุภัณฑ์ที่นำเสนอ และทำตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยกำหนด กับคุณสมบัติเฉพาะสินค้าที่เสนอราคา โดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนด หรือดีกว่า ทั้งนี้จะต้องทำเครื่องหมาย หรือส่วนแสดงข้อกำหนดในแคตตาล็อก หรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน
2. เอกสารที่บริษัทโพลดเข้าระบบ e-GP ต้องระบุเลขหน้าในเอกสารทุกแผ่นที่ทำการโพลดให้ชัดเจน โดยระบุเลขหน้าเรียงจากน้อยไปหามาก
3. สินค้าต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยถูกใช้งานมาก่อน
4. ต้องส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 150 วัน นับจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
5. มีการรับประกันคุณภาพสินค้าภายใต้การใช้งานปกติ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับจากวันที่ส่งมอบพัสดุ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายทั้งค่าแรงและค่าอะไหล่
6. ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการจัดส่งของถึง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพมหานคร
7. ผู้เสนอราคาต้องแยกราคาต่อหน่วยครุภัณฑ์ในใบส่งสินค้า เพื่อแสดงต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

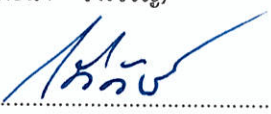


8. ต้องมีการฝึกอบรมให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้อง จำนวนอย่างน้อย 3 วัน หลังจากการส่งมอบ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ

ลงชื่อ.....  ..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนันต์ ไสภิน)

ลงชื่อ.....  ..... กรรมการ  
(นายยุทธนา จงเจริญ)

ลงชื่อ.....  ..... กรรมการและเลขานุการ  
(นายกีวีวัชร ทัตตวงษ์)