

## รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. **ชื่อครุภัณฑ์** ชุดปฏิบัติการระบบอัตโนมัติต้นแบบมาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน
2. **จำนวนที่ต้องการ** 1 ชุด
3. **เหตุผลความจำเป็น**

ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม 4.0 เป็นที่สำคัญและมีความสำคัญมากในการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอุตสาหกรรมในยุคปัจจุบัน และต้องยอมรับว่าโลกของเรา กำลังเข้าสู่สมัยที่เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในการเกิดการเปลี่ยนแปลงและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและการบริการ ระบบนี้เน้นการปรับปรุงกระบวนการผลิตและระบบการบริการให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการและความหลากหลายของตลาดอย่างมีความยืดหยุ่น นอกจากนี้ ระบบอัตโนมัติต้นแบบมาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0 ยังเพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน ลดค่าใช้จ่ายในการผลิต และเสริมความสามารถในการลงทุนในการพัฒนานวัตกรรมที่มีคุณค่าในอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะมองในมุมมองใดก็ตาม ระบบอัตโนมัติมาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0 เป็นแรงขับเคลื่อนที่สำคัญที่สนับสนุนความเจริญของธุรกิจและพัฒนาเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนในยุคที่เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในทุกด้าน ดังนั้นไม่สามารถละเลยความสำคัญและความจำเป็นของระบบอัตโนมัติมาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0 ในการทำให้ธุรกิจทุกขนาดเหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมที่กำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและยั่งยืนในยุคดิจิทัลและเทคโนโลยีสูงในปัจจุบันและอนาคตที่เป็นระยะยาวของอุตสาหกรรมที่กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็วในทศวรรษที่ 21.

ดังนั้นการมีชุดปฏิบัติการระบบอัตโนมัติต้นแบบมาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0 เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เกี่ยวกับระบบอัตโนมัติมาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0 จะได้มีความพร้อมเมื่อเข้าสู่อุตสาหกรรมจริง นอกจากความรู้ทางทฤษฎีและทักษะทางการทำงานที่พร้อมสำหรับงานวิศวกรรมเครื่องกลยังช่วยให้นักศึกษาสามารถทำงานในสถานการณ์ที่ใช้เทคโนโลยี 4.0 อย่างราบรื่น เป็นการพัฒนาความรู้และทักษะในการออกแบบและบำรุงรักษาระบบอัตโนมัติต้นแบบมาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0 เป็นเหตุผลสำคัญที่นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลควรเรียนรู้และมีความเข้าใจในเรื่องนี้เพื่อเตรียมตัวให้พร้อมสำหรับการทำงานในอุตสาหกรรม 4.0 และออกสู่วิชาชีพได้อย่างมีคุณภาพและประสบความสำเร็จ

### 4. รายละเอียด

-ตั้งรายละเอียดที่แนบ-

### 5. ราคามาตรฐานหรือราคาที่เคยซื้อครุภัณฑ์ครั้งสุดท้ายในระยะเวลา 2 ปีงบประมาณ

-ไม่มี-

### 6. วงเงินที่ได้รับอนุมัติ 23,663,000.- บาท (ยี่สิบสามล้านหกแสนหกหมื่นสามพันบาทถ้วน)

### 7. คณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1. นายนพพร เปรมใจ                       | ประธานกรรมการ       |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ แยมแพง    | กรรมการ             |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ หาซานนท์ | กรรมการและเลขานุการ |

### 8. คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนูศักดิ์ จานทอง     | ประธานกรรมการ       |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภาพร ประเสริฐพงศ์ | กรรมการ             |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย จันทรเพ็ง      | กรรมการและเลขานุการ |

9. บริษัท/ห้าง/ร้าน/ที่จำหน่าย พร้อมเบอร์โทรศัพท์และเบอร์โทรสาร

1. บริษัท ออโต ไดแด้กติก จำกัด  
ที่อยู่ 111 ซ.สุขุมวิท 62/1 ถ.สุขุมวิท แขวงพระโขนงใต้ เขตพระโขนง กทม. 10620  
โทรศัพท์ 0-2311-2717 โทรสาร 0-2332-9372
2. บริษัท เอสซีเค ซีสเต็มส์ จำกัด  
ที่อยู่ 187/197 ซ.สรงประภา 24 ถ.สรงประภา แขวงสีกัน เขตดอนเมือง กทม. 10210  
โทรศัพท์ 0-2566-3875-6 โทรสาร -
3. บริษัท พรี่วาเลนจ์ เทคโนโลยี จำกัด  
ที่อยู่ 19/19 ม.3 แขวงฉิมพรี เขตตลิ่งชัน กทม. 10170  
โทรศัพท์ 0-2448-6448 โทรสาร 0-2448-6800

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้กำหนดรายละเอียด  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนูศักดิ์ จานทอง)  
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้กำหนดรายละเอียด  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภาพร ประเสริฐพงศ์)  
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้กำหนดรายละเอียด  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย จันทร์เพ็ง)  
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ \_\_\_\_\_  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาสุปรีย์)  
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

## รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. **ชื่อครุภัณฑ์** ชุดปฏิบัติการระบบอัตโนมัติต้นแบบมาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน

2. **จำนวนที่ต้องการ** 1 ชุด

3. **รายละเอียดทั่วไป**

ชุดปฏิบัติการระบบอัตโนมัติต้นแบบมาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน จะต้องประกอบด้วยครุภัณฑ์รายการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1 ชุดฝึกปฏิบัติการส่งถ่ายพลังงานลม	จำนวน 6 ชุด
3.2 ชุดฝึกปฏิบัติการส่งถ่ายพลังงานน้ำมัน	จำนวน 6 ชุด
3.3 ชุดทดสอบระบบโครงสร้างการซ่อมบำรุงรักษาหุ่นยนต์อุตสาหกรรม	จำนวน 1 ชุด
3.4 ชุดหุ่นยนต์ขนส่งพร้อมแขนกลอัตโนมัติ	จำนวน 1 ชุด
3.5 โปรแกรมออกแบบการทำงานระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	จำนวน 1 ชุด
3.6 เครื่องตัดไฟเบอร์เลเซอร์	จำนวน 1 เครื่อง
3.7 เครื่องออกแบบและสร้างชิ้นงาน 3 มิติ	จำนวน 10 เครื่อง
3.8 เครื่องแสดงภาพระบบสัมผัสสำหรับการเรียนการสอน	จำนวน 1 เครื่อง
3.9 เครื่องประมวลผลแบบพกพาสำหรับการเขียนโปรแกรม	จำนวน 12 เครื่อง
3.10 ชุดโต๊ะวางเครื่องประมวลผลพร้อมเก้าอี้	จำนวน 12 ชุด

4. **รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ**

4.1 ชุดฝึกปฏิบัติการส่งถ่ายพลังงานลม จำนวน 6 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 4.1.1 แผงติดตั้งอุปกรณ์ทำจากอลูมิเนียมโพรไฟล์ จำนวน 2 แผง
  - 4.1.1.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า 700 x 1100 มม.
  - 4.1.1.2 มีร่องยึดอุปกรณ์ ไม่น้อยกว่า 27 ร่อง
- 4.1.2 ชุดกรองและปรับระดับแรงดัน จำนวน 2 ตัว
  - 4.1.2.1 มีย่านการทำงาน 0.5 – 7 kgf/cm<sup>2</sup> หรือดีกว่า
- 4.1.3 ชุดแบ่งจ่ายลม จำนวน 2 ชุด
  - 4.1.3.1 มีช่องแบ่งจ่ายลม ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
  - 4.1.3.2 มีวาล์วเปิด-ปิดแบบ 3/2
- 4.1.4 กระจบokusทำงานทางเดียว จำนวน 2 ตัว
  - 4.1.4.1 กระจบokusมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม.
  - 4.1.4.2 มีระยะการเคลื่อนที่ของก้านสูบไม่น้อยกว่า 50 มม.
- 4.1.5 กระจบokusทำงานสองทางพร้อมสวิตช์แม่เหล็ก จำนวน 4 ตัว
  - 4.1.5.1 กระจบokusมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม.
  - 4.1.5.2 มีระยะการเคลื่อนที่ของก้านสูบไม่น้อยกว่า 100 มม.
  - 4.1.5.3 มีสวิตช์แม่เหล็กติดยึดที่กระจบokusพร้อมปลั๊กเสียบสาย จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 4.1.6 วาล์ว 3/2 ปกติปิด แบบสั่งงานด้วยไฟฟ้าด้านเดียว จำนวน 2 ตัว
  - 4.1.6.1 มีย่านความดันในการทำงาน 1.5 – 7 kgf/cm<sup>2</sup> หรือดีกว่า
  - 4.1.6.2 สั่งวาล์วทำงานด้วยขดลวดโซลินอยด์ ขนาด 24 โวลต์
- 4.1.7 วาล์ว 5/2 แบบสั่งงานด้วยไฟฟ้าด้านเดียว จำนวน 2 ตัว

- 4.1.7.1 มีย่านความดันในการทำงาน 1.5 – 7 kgf/cm<sup>2</sup> หรือดีกว่า
- 4.1.7.2 สั่งวาล์วทำงานด้วยขดลวดโซลินอยขนาด 24 โวลท์
- 4.1.8 วาล์ว 5/2 คู่ แบบสั่งงานด้วยไฟฟ้าด้านเดียว จำนวน 2 ตัว
  - 4.1.8.1 มีวาล์ว 5/2 จำนวน 2 ตัว วางอยู่บนฐานเดียวกัน
  - 4.1.8.2 มีย่านความดันในการทำงาน 1.5 – 7 kgf/cm<sup>2</sup> หรือดีกว่า
  - 4.1.8.3 สั่งวาล์วทำงานด้วยขดลวดโซลินอยขนาด 24 โวลท์
- 4.1.9 วาล์ว 5/2 แบบสั่งงานด้วยไฟฟ้าทั้งสองด้าน จำนวน 4 ตัว
  - 4.1.9.1 สั่งวาล์วทำงานด้วยขดลวดโซลินอยขนาด 24 โวลท์ ทั้งสองด้าน
- 4.1.10 สวิตช์แรงดัน แบบปรับค่าได้ จำนวน 2 ตัว
  - 4.1.10.1 มีย่านความดันในการทำงาน 1 – 7 kgf/cm<sup>2</sup> หรือดีกว่า
  - 4.1.10.2 สามารถปรับย่านการทำงานได้
- 4.1.11 กล่องรีเลย์ไฟฟ้า จำนวน 2 ชุด
  - 4.1.11.1 ภายในกล่องประกอบด้วยรีเลย์ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว
  - 4.1.11.2 รีเลย์แต่ละตัวมีจำนวนหน้าคอนแทรกแบบ NO/NC ไม่น้อยกว่า 4 ชุด
  - 4.1.11.3 หน้าคอนแทรกของรีเลย์ สามารถทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 1 แอมป์
  - 4.1.11.4 ระดับสัญญาณไฟเลี้ยงที่ขดลวดรีเลย์ 24 โวลท์ ดีซี
- 4.1.12 กล่องรีเลย์หน่วงเวลา จำนวน 2 ชุด
  - 4.1.12.1 ภายในกล่องประกอบด้วยรีเลย์หน่วงเวลา แบบหน่วงเวลาเปิด จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว และแบบหน่วงเวลาปิด จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 4.1.12.2 มีระบบการทำงานและแสดงผลเป็นแบบดิจิตอล ที่รีเลย์หน่วงเวลาแต่ละตัวมีจำนวนหน้าคอนแทรกแบบ NO ไม่น้อยกว่า 2 ชุด และจำนวนหน้าคอนแทรกแบบ NC ไม่น้อยกว่า 2 ชุด
  - 4.1.12.3 มีย่านการปรับตั้งเวลาได้ไม่น้อยกว่า 1 – 90 วินาที
  - 4.1.12.4 ระดับสัญญาณไฟเลี้ยงที่ขดลวดรีเลย์ 24 โวลท์ ดีซี
- 4.1.13 กล่องรีเลย์กำหนดจำนวน จำนวน 2 ชุด
  - 4.1.13.1 มีระบบการทำงานและแสดงผลเป็นแบบดิจิตอล
  - 4.1.13.2 มีจำนวนหน้าคอนแทรกแบบ NO/NC ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 4.1.13.3 มีย่านการนับ ตั้งแต่ 0 – 99
  - 4.1.13.4 ระดับสัญญาณไฟเลี้ยง 24 โวลท์ ดีซี
- 4.1.14 กล่องสวิตช์กด จำนวน 2 ชุด
  - 4.1.14.1 ภายในกล่องประกอบด้วยสวิตช์แบบกดค้างตำแหน่ง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว และแบบกดไม่ค้างตำแหน่ง จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
  - 4.1.14.2 มีหลอดไฟแสดงผลที่สวิตช์แต่ละตัว
  - 4.1.14.3 สวิตช์แต่ละตัวมีจำนวนหน้าคอนแทรกแบบ NO/NC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
  - 4.1.14.4 มีสีแตกต่างกันอย่างน้อย 3 สี
- 4.1.15 กล่องสวิตช์กด จำนวน 2 ชุด
  - 4.1.15.1 ภายในกล่องประกอบด้วยสวิตช์แบบกดค้างตำแหน่ง จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว และแบบกดไม่ค้างตำแหน่ง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 4.1.15.2 มีหลอดไฟแสดงผลที่สวิตช์แต่ละตัว

- 4.1.15.3 ที่สวิตช์แต่ละตัวมีจำนวนหน้าคอนแทรกแบบ NO/NC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 4.1.15.4 มีสีแตกต่างกันอย่างน้อย 3 สี
- 4.1.16 อุปกรณ์ตรวจจذبแบบแสง จำนวน 2 ตัว
  - 4.1.16.1 มีระยะการตรวจจذب ไม่น้อยกว่า 10 มม.
- 4.1.17 อุปกรณ์ตรวจจذب แบบคาปาซิเตอร์ จำนวน 2 ตัว
  - 4.1.17.1 มีระยะการตรวจจذب ไม่น้อยกว่า 10 มม.
- 4.1.18 อุปกรณ์ตรวจจذب แบบเหนี่ยวนำ จำนวน 2 ตัว
  - 4.1.18.1 มีระยะการตรวจจذب ไม่น้อยกว่า 10 มม.
  - 4.1.18.2 โครงสร้างของเอาต์พุตเป็นแบบ NPN
- 4.1.19 อุปกรณ์ตรวจจذب แบบเหนี่ยวนำ จำนวน 2 ตัว
  - 4.1.19.1 มีระยะการตรวจจذب ไม่น้อยกว่า 10 มม.
  - 4.1.19.2 โครงสร้างของเอาต์พุตเป็นแบบ PNP
- 4.1.20 สวิตช์จำกัดตำแหน่ง แบบทำงานด้านซ้าย จำนวน 4 ตัว
  - 4.1.20.1 มีชุดหน้าสัมผัสแบบ NO/NC จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.1.21 สวิตช์จำกัดตำแหน่ง แบบทำงานด้านขวา จำนวน 2 ตัว
  - 4.1.21.1 มีชุดหน้าสัมผัสแบบ NO/NC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 4.1.22 ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบกระแสตรง จำนวน 2 ชุด
  - 4.1.22.1 มีขนาดแรงดันไฟอินพุต AC 220 V. 50 Hz
  - 4.1.22.2 สามารถจ่ายแรงดันเอาต์พุต 24 VDC
- 4.1.23 ชุดสายไฟต่อวงจรแบบสวมไว (Connection Cable Set) จำนวน 200 เส้น
  - 4.1.23.1 มีหัวต่อแบบปลั๊กกล้วย (Banana Plug) ขนาด 4 mm. ความยาวสายไฟไม่น้อยกว่า 50 ซม.
  - 4.1.23.2 สายต่อสัญญาณมีสีกันไม่น้อยกว่า 2 สี
- 4.1.24 ข้อต่อสามทางขนาดไม่น้อยกว่า 4 มม. จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ตัว
- 4.1.25 สายลมขนาดไม่น้อยกว่า 4 มม. จำนวน 50 เมตร
- 4.1.26 ปัมลมและถังเก็บลม ขนาดไม่น้อยกว่า ¼ HP จำนวน 2 ชุด
  - 4.1.26.1 มีขนาดถังลมไม่น้อยกว่า 24 ลิตร
  - 4.1.26.2 แรงดันไฟฟ้าใช้งาน 220 โวลท์ เอซี
- 4.1.27 ตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์ จำนวน 2 ตู้
  - 4.1.27.1 เป็นตู้แบบบานเลื่อนทึบหรือกระจก ผลิตจากเหล็กแผ่นเคลือบสี
  - 4.1.27.2 มีขนาดไม่น้อยกว่า 85 x 35 x 80 ซม.
  - 4.1.27.3 มีแผ่นชั้นปรับระดับ 2 แผ่น สามารถแบ่งชั้นเป็น 3 ชั้นได้
  - 4.1.27.4 มีกุญแจสำหรับล็อกกันเปิดได้
- 4.1.28 ชุดควบคุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวน 2 ชุด
  - 4.1.28.1 มีจำนวนจุดต่อภาคอินพุตไม่น้อยกว่า 16 จุด
  - 4.1.28.2 มีจำนวนจุดต่อภาคเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 16 จุด
  - 4.1.28.3 มีเอาต์พุตแบบรีเลย์หรือแบบทรานซิสเตอร์
  - 4.1.28.4 มีช่องต่อสัญญาณอินพุตแบบอนาล็อกจำนวน 2 ช่องสัญญาณ
  - 4.1.28.5 มีช่องต่อสัญญาณเอาต์พุตแบบอนาล็อกจำนวน 1 ช่องสัญญาณ

- 4.1.28.6 มีขนาดหน่วยความจำของโปรแกรมไม่น้อยกว่า 64K step
- 4.1.28.7 รองรับสัญญาณ High Speed Pulse อินพุต ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- 4.1.28.8 มีช่องสำหรับใส่ SD Memory Card อย่างน้อย 1 ช่อง
- 4.1.28.9 มีสวิตช์สำหรับเลือกการทำงานให้อยู่ในโหมด RUN/STOP/RESET
- 4.1.28.10 รับสัญญาณไฟเลี้ยงขนาดตั้งแต่ 100 - 240 โวลต์
- 4.1.28.11 มีช่องสื่อสารข้อมูลแบบ RS485 พร้อมรองรับการสื่อสารแบบ Modbus RTU
- 4.1.28.12 มีสายโหนดข้อมูล จำนวน 1 เส้น
- 4.1.28.13 มีโปรแกรมใช้งานร่วม
  - 1) เป็นโปรแกรมที่ใช้งานร่วมกับโปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์
  - 2) โปรแกรมรองรับมาตรฐาน IEC 61131-3
  - 3) สามารถตั้งค่าโมดูลเสริมโดยการลากโมดูลมาวางและทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ได้โดยตรง
  - 4) โปรแกรมมีเครื่องมือในตั้งค่าพารามิเตอร์โมดูลควบคุมการเคลื่อนที่เช่น โมดูลพารามิเตอร์และตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์ได้
  - 5) โปรแกรมมีไลบรารีของ FB (Function block) ที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ เช่น RFID และ Vision sensor เป็นต้น
  - 6) โปรแกรมมีโมดูล FB ที่สามารถนำมาใช้งานบนแลตเตอร์ได้
  - 7) สามารถลดความซ้ำซ้อนในการทำงานของโปรแกรมโดยการกำหนดตัวแปร (Labels) แบบ Global เพื่อใช้งานในการเขียนโปรแกรมหรือประยุกต์ใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่น ๆ เช่น โปรแกรม SCADA โดยสามารถกำหนดรูปแบบชนิดของตัวแปรแบบต่าง ๆ ได้
  - 8) สามารถเรียกดูการทำงานของโปรแกรมแบบออนไลน์เพื่อตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมได้รวมถึงสามารถดูสถานะตำแหน่งหน่วยความจำต่าง ๆ ได้
  - 9) สามารถจำลองการทำงานของโปรแกรมแบบออฟไลน์ได้ในโปรแกรมโดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์จริง
  - 10) โปรแกรมสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นผ่านหน้าต่างโปรแกรมสำหรับระบบ CC-Link IE Field ได้

#### 4.2 ชุดฝึกปฏิบัติการส่งถ่ายพลังงานน้ำมัน จำนวน 6 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 4.2.1 แผงติดตั้งอุปกรณ์ทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ จำนวน 2 แผง
  - 4.2.1.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า 700 x 1100 มม.
  - 4.2.1.2 มีร่องยึดอุปกรณ์ ไม่น้อยกว่า 27 ร่อง
- 4.2.2 ชุดปั๊มจ่ายน้ำมันไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Pump Unit) จำนวน 2 ชุด
  - 4.2.2.1 มอเตอร์มีจำนวนแรงม้าไม่น้อยกว่า 1 HP หรือ 0.75 kW
  - 4.2.2.2 แรงดันไฟฟ้าใช้งาน 220 V. 50 Hz
  - 4.2.2.3 สามารถสร้างแรงดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 100 kgf/cm<sup>2</sup>
  - 4.2.2.4 แรงดันใช้งาน 40 – 60 kgf/cm<sup>2</sup> หรือดีกว่า
- 4.2.3 ชุดสายต่อวงจรไฮดรอลิกส์ (Piping Hose Set) จำนวน 2 ชุด ภายใน 1 ชุดประกอบด้วย
  - 4.2.3.1 สายต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ขนาดความยาวสาย 600 mm. จำนวน 5 เส้น
  - 4.2.3.2 สายต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ขนาดความยาวสาย 1000 mm. จำนวน 5 เส้น

- 4.2.3.3 สายต่อวงจรไฮดรอลิกส์ ขนาดความยาวสาย 1200 mm. จำนวน 5 เส้น
- 4.2.4 กระบอกลูกสูบทำงานสอง จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.4.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกลูกสูบไม่น้อยกว่า 25 mm.
  - 4.2.4.2 ระยะชักของก้านสูบไม่น้อยกว่า 190 mm.
  - 4.2.4.3 ทนแรงดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 60 kgf/cm<sup>2</sup>
- 4.2.5 กระบอกลูกสูบทำงานทางเดียว จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.5.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกลูกสูบไม่น้อยกว่า 25 mm.
  - 4.2.5.2 ระยะชักของก้านสูบไม่น้อยกว่า 100 mm.
  - 4.2.5.3 ทนแรงดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 60 kgf/cm<sup>2</sup>
- 4.2.6 วาล์ว 4/2 สั่งงานด้วยคั่นโยก ดันกลับด้วยสปริง จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.6.1 ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 80 kgf/cm<sup>2</sup>
- 4.2.7 วาล์ว 4/3 สั่งงานด้วยคั่นโยก แบบค้างตำแหน่ง จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.7.1 ที่ตำแหน่งกลางของวาล์ว A, B, P, T ปิด
  - 4.2.7.2 ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 80 kgf/cm<sup>2</sup>
- 4.2.8 วาล์วจำกัดแรงดันแบบปรับค่าได้ จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.8.1 สามารถปรับระดับแรงดันทำงานได้ด้วยมือ
  - 4.2.8.2 ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 80 kgf/cm<sup>2</sup>
- 4.2.9 วาล์วจำกัดแรงดันแบบปรับค่าได้ แบบควบคุมจากภายนอก จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.9.1 สามารถปรับระดับแรงดันทำงานได้ด้วยมือ
  - 4.2.9.2 ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 80 kgf/cm<sup>2</sup>
- 4.2.10 วาล์วทำงานตามระดับแรงดัน Sequence Valve จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.10.1 สามารถปรับระดับแรงดันทำงานได้ด้วยมือ
  - 4.2.10.2 ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 80 kgf/cm<sup>2</sup>
  - 4.2.10.3 มีอัตราการไหลไม่น้อยกว่า 2 ลิตรต่อนาที
- 4.2.11 มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Motor) ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 80 kgf/cm<sup>2</sup> จำนวน 2 ตัว
- 4.2.12 วาล์วควบคุมอัตราการไหลทางเดียว ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 80 kgf/cm<sup>2</sup> จำนวน 2 ตัว
- 4.2.13 วาล์วควบคุมอัตราการไหลสองทาง ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 80 kgf/cm<sup>2</sup> จำนวน 2 ตัว
- 4.2.14 วาล์ว เปิด- ปิด ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 80 kgf/cm<sup>2</sup> จำนวน 4 ตัว
- 4.2.15 วาล์วควบคุมความดัน จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.15.1 สามารถปรับระดับแรงดันทำงานได้ด้วยมือ
  - 4.2.15.2 ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 80 kgf/cm<sup>2</sup>
- 4.2.16 ชุดแบ่งจ่ายน้ำมัน พร้อมมาตรวัดแรงดัน จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.16.1 มีหัวจ่ายน้ำมัน ไม่น้อยกว่า 3 หัว
  - 4.2.16.2 มาตรวัดแรงดันสามารถวัดระดับแรงดันได้ตั้งแต่ 0 - 100 kgf/cm<sup>2</sup>
- 4.2.17 ชุดแบ่งจ่ายน้ำมัน แบบ 6 หัวจ่าย จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.17.1 ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 120 kgf/cm<sup>2</sup>
  - 4.2.17.2 มีจำนวนหัวจ่ายไม่น้อยกว่า 6 หัว
- 4.2.18 ชุดแบ่งจ่ายน้ำมัน แบบ 3 หัวจ่าย 2 แฉก ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 80 kgf/cm<sup>2</sup> จำนวน 2 ตัว
- 4.2.19 วาล์วกำหนดทิศทาง จำนวน 4 ตัว

- 4.2.19.1 ระดับแรงดันเริ่มต้นในการทำงาน 5 kgf/cm<sup>2</sup> หรือดีกว่า
- 4.2.20 ข้อต่อสามทาง จำนวน 4 ตัว
- 4.2.21 วาล์ว 4/2 สั่งงานด้วยไฟฟ้า ดันกลับด้วยสปริง จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.21.1 สามารถทนแรงดันสูงสุดขณะทำงานได้ไม่น้อยกว่า 100 kgf/cm<sup>2</sup>
- 4.2.22 วาล์ว 4/3 สั่งงานด้วยไฟฟ้า จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.22.1 ที่ตำแหน่งกลางของวาล์ว A, B, P, T ปิด
  - 4.2.22.2 สามารถทนแรงดันสูงสุดขณะทำงานได้ไม่น้อยกว่า 80 kgf/cm<sup>2</sup>
- 4.2.23 วาล์ว 4/3 สั่งงานด้วยไฟฟ้า จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.23.1 ที่ตำแหน่งกลางของวาล์ว A, B ปิด P, T ต่อถึงกัน
  - 4.2.23.2 สามารถทนแรงดันสูงสุดขณะทำงานได้ไม่น้อยกว่า 80 kgf/cm<sup>2</sup>
- 4.2.24 สวิตช์ความดัน แบบปรับค่าได้ จำนวน 2 ตัว
  - 4.2.24.1 สามารถปรับย่านการทำงานได้ไม่น้อยกว่า 10 – 60 kgf/cm<sup>2</sup>
- 4.2.25 กล่องรีเลย์ไฟฟ้า จำนวน 2 ชุด
  - 4.2.25.1 ในกล่องประกอบด้วยรีเลย์ไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว
  - 4.2.25.2 รีเลย์แต่ละตัวมีชุดหน้าสัมผัสแบบ ปกติเปิด-ปิด ไม่น้อยกว่า 4 ชุด
  - 4.2.25.3 มีระดับสัญญาณไฟเลี้ยงแบบ DC 24 V.
- 4.2.26 กล่องรีเลย์หน่วงเวลา จำนวน 2 ชุด
  - 4.2.26.1 ในกล่องประกอบด้วยรีเลย์หน่วงเวลาเปิด จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว และรีเลย์หน่วงเวลาปิด จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 4.2.26.2 รีเลย์หน่วงเวลาแต่ละตัวมีชุดหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด ไม่น้อยกว่า 2 ชุด และชุดหน้าสัมผัสแบบปกติปิด ไม่น้อยกว่า 2 ชุด
  - 4.2.26.3 มีระบบการทำงานและแสดงผลเป็นแบบดิจิทัล
  - 4.2.26.4 มีระดับสัญญาณไฟเลี้ยงแบบ DC 24 V.
- 4.2.27 ชุดกล่องสวิตช์ไฟฟ้า จำนวน 2 ชุด
  - 4.2.27.1 ในกล่องประกอบด้วยสวิตช์ไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว
  - 4.2.27.2 มีสวิตช์แบบกดล็อก จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 4.2.27.3 มีสวิตช์แบบไม่ล็อก จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
  - 4.2.27.4 สวิตช์แต่ละตัวมีหลอดไฟ ขนาด DC 24 V.
- 4.2.28 สวิตช์จำกัดระยะ ด้านซ้าย มีหน้าสัมผัส แบบปกติ เปิด-ปิด จำนวน 2 ตัว
- 4.2.29 สวิตช์จำกัดระยะ ด้านขวา มีหน้าสัมผัส แบบปกติ เปิด-ปิด จำนวน 2 ตัว
- 4.2.30 ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบกระแสตรง จำนวน 2 ชุด
  - 4.2.30.1 มีขนาดแรงดันไฟอินพุท AC 220 V. 50 Hz
  - 4.2.30.2 มีขนาดแรงดันไฟเอาต์พุท 24 VDC
- 4.2.31 ชุดสายไฟต่อวงจรแบบสวมหัว (Connection Cable Set) จำนวน 200 เส้น
  - 4.2.31.1 มีหัวต่อแบบปลั๊กกล้วย (Banana Plug) ขนาด 4 mm. ความยาวสายไฟไม่น้อยกว่า 50 ซม.
  - 4.2.31.2 มีสายไฟต่างสีกันไม่น้อยกว่า 2 สี
- 4.2.32 ตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์ จำนวน 2 ตู้
  - 4.2.32.1 เป็นตู้แบบบานเลื่อนทึบหรือกระจก ผลิตจากเหล็กแผ่นเคลือบสี

- 4.2.32.2 มีขนาดไม่น้อยกว่า 85 x 35 x 80 ซม.
- 4.2.32.3 มีแผ่นชั้นปรับระดับ 2 แผ่น สามารถแบ่งชั้นเป็น 3 ชั้นได้
- 4.2.32.4 มีกุญแจสำหรับล็อกกันเปิดได้
- 4.2.33 ชุดควบคุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวน 2 ชุด
  - 4.2.33.1 มีจำนวนจุดต่อภาคอินพุทไม่น้อยกว่า 16 จุด
  - 4.2.33.2 มีจำนวนจุดต่อภาคเอาต์พุทไม่น้อยกว่า 16 จุด
  - 4.2.33.3 มีเอาต์พุทแบบรีเลย์หรือแบบทรานซิสเตอร์
  - 4.2.33.4 มีช่องต่อสัญญาณอินพุตแบบอนาล็อกจำนวน 2 ช่องสัญญาณ
  - 4.2.33.5 มีช่องต่อสัญญาณเอาต์พุตแบบอนาล็อกจำนวน 1 ช่องสัญญาณ
  - 4.2.33.6 มีขนาดหน่วยความจำของโปรแกรมไม่น้อยกว่า 64K step
  - 4.2.33.7 รองรับสัญญาณ High Speed Pulse อินพุท ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
  - 4.2.33.8 มีช่องสำหรับใส่ SD Memory Card อย่างน้อย 1 ช่อง
  - 4.2.33.9 มีสวิตช์สำหรับเลือกการทำงานให้อยู่ในโหมด RUN/STOP/RESET
  - 4.2.33.10 รับสัญญาณไฟเลี้ยงขนาดตั้งแต่ 100 - 240 โวลต์
  - 4.2.33.11 มีช่องสื่อสารข้อมูลแบบ RS485 พร้อมรองรับการสื่อสารแบบ Modbus RTU
  - 4.2.33.12 มีสายโหดข้อมูล จำนวน 1 เส้น
  - 4.2.33.13 มีโปรแกรมใช้งานร่วม
    - 1) เป็นโปรแกรมที่ใช้งานร่วมกับโปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์
    - 2) โปรแกรมรองรับมาตรฐาน IEC 61131-3
    - 3) สามารถตั้งค่าโมดูลเสริมโดยการลากโมดูลมาวางและทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ได้โดยตรง
    - 4) โปรแกรมมีเครื่องมือในตั้งค่าพารามิเตอร์โมดูลควบคุมการเคลื่อนที่เช่น โมดูลพารามิเตอร์และตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์ได้
    - 5) โปรแกรมมีไลบรารีของ FB (Function block) ที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ เช่น RFID และ Vision sensor เป็นต้น
    - 6) โปรแกรมมีโมดูล FB ที่สามารถนำมาใช้งานบนแลตเตอร์ได้
    - 7) สามารถลดความซ้ำซ้อนในการทำงานของโปรแกรมโดยการกำหนดตัวแปร (Labels) แบบ Global เพื่อใช้งานในการเขียนโปรแกรมหรือประยุกต์ใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่น ๆ เช่น โปรแกรม SCADA โดยสามารถกำหนดรูปแบบชนิดของตัวแปรแบบต่าง ๆ ได้
    - 8) สามารถเรียกดูการทำงานของโปรแกรมแบบออนไลน์เพื่อตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมได้รวมถึงสามารถดูสถานะตำแหน่งหน่วยความจำต่าง ๆ ได้
    - 9) สามารถจำลองการทำงานของโปรแกรมแบบออฟไลน์ได้ในโปรแกรมโดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์จริง
    - 10) โปรแกรมสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นผ่านหน้าต่างโปรแกรมสำหรับระบบ CC-Link IE Field ได้

4.3 ชุดทดสอบระบบโครงสร้างการซ่อมบำรุงรักษาหุ่นยนต์อุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 4.3.1 แขนกลหุ่นยนต์ จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้
- 4.3.1.1 มีโครงสร้างระบบกลไกของแขนกลหุ่นยนต์และหลักการทำงานของแขนกลหุ่นยนต์อุตสาหกรรม
- 4.3.1.2 เป็นแขนกลแบบ Articulated Robot จำนวนไม่น้อยกว่า 6 แกน
- 4.3.1.3 มีส่วนประกอบของเกียร์ทดกำลัง (Gear Drive Unit) และเซอร์โวมอเตอร์ขับเคลื่อน (Servo Motor) จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ชุด
- 4.3.1.4 มีชุดสายไฟสำหรับเซอร์โวมอเตอร์ เช่น ชุดสายไฟจ่ายมอเตอร์ ชุดสายไฟจ่ายเบรกมอเตอร์ และชุดสายสัญญาณ Encoder ของมอเตอร์
- 4.3.1.5 มีแผงวงจรเบตเตอรี่จ่ายไฟเลี้ยงรักษาตำแหน่งสัญญาณ Encoder ของเซอร์โวมอเตอร์ทั้ง 6 ตัว
- 4.3.1.6 มีจุดเปลี่ยนถ่ายของเหลว (จารบี) ในห้องเกียร์ ได้อย่างน้อย 3 ตำแหน่งของแขนกล
- 4.3.1.7 สามารถมองเห็นการทำงานของชุดเกียร์ขณะเคลื่อนที่ได้ อย่างน้อย 2 ตำแหน่งของแขนกล
- 4.3.1.8 สามารถมองเห็นการทำงานของชุดลูกกรอกเฟืองขับและเฟืองตาม และสายพานขับ ขณะเคลื่อนที่ได้ อย่างน้อย 3 ตำแหน่งของแขนกล
- 4.3.1.9 สามารถรับน้ำหนักที่ปลายแขนกลอย่างน้อย 6 กิโลกรัม หรือมากกว่า
- 4.3.1.10 มีตำแหน่งมาร์คทั้ง 6 จุดของแขนกลหุ่นยนต์สำหรับตั้งค่าตำแหน่ง Home Position
- 4.3.1.11 ระยะยืดแขนยาวสุดจากปลาย (Maximum Reach) ไม่น้อยกว่า 1,400 มม.
- 4.3.1.12 โครงสร้างทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast Iron) หรือโลหะอื่นที่แข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน
- 4.3.1.13 เป็นหุ่นยนต์อุตสาหกรรมชนิดตั้งพื้น
- 4.3.1.14 การทำซ้ำ Position Repeatability (RP) ได้ที่  $+0.08$  มม. หรือน้อยกว่า
- 4.3.1.15 ความสามารถในการทำมุมแต่ละแกน
- 1) แกนที่ (1) สามารถหมุนทำมุมได้ไม่น้อยกว่า  $+170$  องศา ถึง  $-170$  องศา หรือดีกว่า
  - 2) แกนที่ (2) สามารถหมุนทำมุมได้ไม่น้อยกว่า  $+85$  องศา ถึง  $-125$  องศา หรือดีกว่า
  - 3) แกนที่ (3) สามารถหมุนทำมุมได้ไม่น้อยกว่า  $+85$  องศา ถึง  $-78$  องศา หรือดีกว่า
  - 4) แกนที่ (4) สามารถหมุนทำมุมได้ไม่น้อยกว่า  $+170$  องศา ถึง  $-170$  องศา หรือดีกว่า
  - 5) แกนที่ (5) สามารถหมุนทำมุมได้ไม่น้อยกว่า  $+115$  องศา ถึง  $-140$  องศา หรือดีกว่า
  - 6) แกนที่ (6) สามารถหมุนทำมุมได้ไม่น้อยกว่า  $+360$  องศา ถึง  $-360$  องศา หรือดีกว่า
- 4.3.1.16 ระดับการป้องกัน IP23 หรือดีกว่า
- 4.3.1.17 มีฐานตั้งสำหรับแขนกลหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้
- 1) เป็นฐานสำหรับยึดแขนกลหุ่นยนต์
  - 2) โครงสร้างทำจากโลหะ และมีขนาดไม่น้อยกว่า  $800 \times 800 \times 100$  มม. (กxยxส)
  - 3) มีล้อสามารถเคลื่อนที่ได้ และขาตั้งสำหรับปรับระดับสูงต่ำได้
- 4.3.2 ชุดตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Cabinet) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้
- 4.3.2.1 แผงควบคุมขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง x ยาว x สูง = 800 มม. x 600 มม. x 1800 มม. มีล้อเคลื่อนที่ได้
- 4.3.2.2 ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 VAC หรือดีกว่า
- 4.3.2.3 เป็นชุดควบคุมทางไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมการทำงานของแขนกลหุ่นยนต์ไม่น้อยกว่า 6 แกน และสามารถต่ออุปกรณ์ควบคุมการทำงานแกนเพิ่มอีกอย่างน้อย 2 แกน

- 4.3.2.4 อุปกรณ์ขยายสัญญาณเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Drive Motor) จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ตัว
- 4.3.2.5 ตัวต้านทานที่ใช้สำหรับชุดขยายสัญญาณเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Drive Motor) ไม่น้อยกว่า 6 ตัว
- 4.3.2.6 จุดต่อกระแสไฟฟ้าแบบเพาเวอร์ปลั๊ก 1 จุด
- 4.3.2.7 อุปกรณ์จ่ายกระแสไฟฟ้าแบบหม้อแปลง (Isolator Transformer) ขนาดไม่น้อยกว่า 3 KVA มีกระแสไฟขาเข้า Input 380 / 3P / E หรือดีกว่า และกระแสไฟขาออก Output 380 / 3P + N หรือดีกว่า จำนวน 1 ตัว
- 4.3.2.8 มีจอแสดงผลระบบสัมผัส โดยสามารถสั่งการทำงานและตั้งค่าแกนกลหุ่นยนต์ผ่านจอได้ มีขนาดจอไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว มีระบบปฏิบัติการ WINDOWS 10 ขึ้นไป สามารถเชื่อมต่อ Internet ได้
- 4.3.2.9 มีแผงสวิตช์เปิด - ปิด แบบโยก สำหรับกำหนดปัญหาเสีย 22 จุด จำนวน 1 แผง โดยแบ่งเป็นฝั่งผู้ฝึกสอนและฝั่งผู้รับการฝึกสอน
- 4.3.2.10 รองรับการเชื่อมต่อสัญญาณแบบ I/O หรือ Profibus หรือ DeviceNet หรือ RS-232C หรือ RS-485 หรือ Interbus หรือ Fieldbus ได้
- 4.3.2.11 มีไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง แบบ Tower Light 2 สี ไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 4.3.2.12 มีปุ่มฉุกเฉิน สำหรับหยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop) ไม่น้อยกว่า 1 ปุ่ม
- 4.3.2.13 มีปุ่มสำหรับสั่งการทำงานอัตโนมัติ (Start) ไม่น้อยกว่า 2 ปุ่ม
- 4.3.2.14 มีปุ่มสำหรับสั่งหยุดการทำงานอัตโนมัติ (Stop) ไม่น้อยกว่า 2 ปุ่ม
- 4.3.2.15 สามารถต่ออุปกรณ์ควบคุมการทำงานระยะไกล ผ่านระบบเครือข่าย (Network) แบบ Ethernet ได้
- 4.3.2.16 มีปุ่มสวิตช์สำหรับ ปิด - เปิด การใช้งานระบบการทำงานของชุดอาการเสียเครื่อง (Trouble Shooting)
- 4.3.2.17 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ เช่น ชุดควบคุมหุ่นยนต์แบบมือถือ (Pendant)
- 4.3.2.18 สามารถบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของแกนกลหุ่นยนต์ผ่านทาง USB Port
- 4.3.2.19 มีไฟโชว์แสดงสถานะกระแสไฟขาเข้า (Input) โดยการวัดแรงดันไฟฟ้า (Voltage) และวัดกระแสไฟฟ้า (Current) ทั้ง 3 เฟส
- 4.3.2.20 สามารถตั้งค่า TCP (Tool Center Point) และค่าตำแหน่ง HOME Position ของหุ่นยนต์ได้
- 4.3.2.21 สามารถตั้งค่า Digital Input และ Digital Output ได้
- 4.3.2.22 สามารถตั้งค่า WORK Limit เพื่อกำหนดองศาการเคลื่อนที่ของแกนกลแต่ละแกน
- 4.3.2.23 สามารถแสดงการทำงานรูปแบบ 3D Simulation ได้
- 4.3.2.24 แสดงรหัสการเคลื่อนที่แกนกลเป็นแบบ G - Code ได้
- 4.3.2.25 มีชุดควบคุมหุ่นยนต์แบบมือถือพร้อมสาย (Teach Pendant) จำนวน 1 ชุด
  - 1) แบบหน้าจอสัมผัส ขนาดจอภาพไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว มีระบบสัมผัส (Color Touch Screen)
  - 2) สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของแกนกลหุ่นยนต์ได้ทุกแกน
  - 3) มีสายเชื่อมต่อกับตู้ควบคุม ยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร
  - 4) มีสวิตช์ปุ่มแบบหัวเห็ดหยุดฉุกเฉิน (Emergency stop)
  - 5) มีสวิตช์แบบหมุน (Hand Wheel) ช่วยควบคุมการเคลื่อนที่ของแกนกลหุ่นยนต์ได้ดี

- 6) มีสวิตช์รองรับการควบคุมการเคลื่อนที่ของแต่ละแกนได้อย่างน้อย 9 แกน
- 7) มีระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP65
- 4.3.3 ชุดจอแสดงผลแบบสัมผัสตั้งพื้นขนาด 55 นิ้ว จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้
  - 4.3.3.1 เป็นจอ LCD Screen + IR Touch 6 Points หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 55 นิ้ว
  - 4.3.3.2 โครงสร้างเป็นกรอบโลหะขนาด กว้าง x สูง ไม่น้อยกว่า 650 มม. x 1200 มม. เป็นทรงแนวตั้งมีฐานและล้อเคลื่อนที่ได้
  - 4.3.3.3 ขนาดความละเอียดภาพ ไม่น้อยกว่า 1920 x 1080 พิกเซล
  - 4.3.3.4 สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network) แบบ Ethernet หรือ USB ได้ รองรับระบบ Wi-Fi / LAN
  - 4.3.3.5 เชื่อมต่อการทำงานผ่านโปรแกรมควบคุมแขนกลหุ่นยนต์ กับชุดตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Cabinet) ได้
- 4.3.4 หัวข้อการเรียนรู้ชุดฝึกซ่อมแขนกลหุ่นยนต์ มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้
  - 4.3.4.1 การเรียนรู้หน้าที่การทำงานของอุปกรณ์และชิ้นส่วนแขนกลหุ่นยนต์ เช่น ระบบขับเคลื่อนของแขนกลหุ่นยนต์ เซอร์โวมอเตอร์ เบรก Encoder เกียร์ และอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน
  - 4.3.4.2 การเรียนรู้หน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าของแขนกลหุ่นยนต์
  - 4.3.4.3 การเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ การเคลื่อนที่ การบันทึกค่า และการ SET ตำแหน่ง
  - 4.3.4.4 การเรียนรู้การตั้งค่าพารามิเตอร์ตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ (Servo Motor Drive)
  - 4.3.4.5 การเรียนรู้ขั้นตอนการซ่อมบำรุงพื้นฐาน Robot Preventive Maintenance เช่น การเปลี่ยนถ่ายจารบี การเปลี่ยนแบตเตอรี่ การตั้งค่า Encoder ของแขนกลหุ่นยนต์ อุปกรณ์เครื่องมือและอะไหล่ที่ใช้
  - 4.3.4.6 การเรียนรู้วิเคราะห์ปัญหาข้อผิดพลาดของแขนกล (Error) และวิธีการแก้ไขปัญหา
- 4.4 ชุดหุ่นยนต์ขนส่งพร้อมแขนกลอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
  - 4.4.1 ชุดฝึกสำหรับเรียนรู้และพัฒนารถลำเลียงสินค้าอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
    - 4.4.1.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า 30 ซม.x 40 ซม.x 25 ซม. (กว้างxยาวxสูง)
    - 4.4.1.2 ใช้เทคโนโลยี LIDAR เป็นระบบนำร่องของชุดอุปกรณ์
    - 4.4.1.3 โครงสร้างของอุปกรณ์ทำมาจากเหล็ก หรือ อลูมิเนียม หรือดีกว่า
    - 4.4.1.4 โครงสร้างของอุปกรณ์ต้องเชื่อมต่อได้อย่างแข็งแรง
    - 4.4.1.5 โครงสร้างของอุปกรณ์ต้องสามารถปรับเปลี่ยนได้ไม่น้อยกว่า 2 รูปแบบ
    - 4.4.1.6 โครงสร้างของหุ่นยนต์ต้องสามารถถอดประกอบได้โดยใช้ไขควง หรือดีกว่า และสามารถใช้ซ้ำได้
    - 4.4.1.7 ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนพร้อมเกียร์ทดกำลังในตัว รองรับไฟ 12V. DC และมี Encoder ในตัว ไม่น้อยกว่า 3 ตัว
    - 4.4.1.8 ล้อขับเคลื่อนแบบแม็คคานัม วิว (Omni Mecanum) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 90 มม.
    - 4.4.1.9 มีจอ LCD ขนาดไม่ต่ำกว่า 6 นิ้ว หน้าจอสัมผัส ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1024x600 PIXEL และมีพอร์ตรับสัญญาณแสดงผล

- 4.4.1.10 ชุดอุปกรณ์มีหน้าจอบอกระดับแบตเตอรี่และระดับแรงดันไฟฟ้า (Voltage)
- 4.4.1.11 ส่วนประมวลผลกลางของอุปกรณ์จะต้องเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการ LINUX หรือดีกว่า ได้
- 4.4.1.12 สามารถรองรับการพัฒนาระบบการทำงานของหุ่นยนต์ด้วยระบบ Robot Operating System (ROS) ได้
- 4.4.1.13 ซอฟต์แวร์ต้องรองรับการเชื่อมต่อกับเทคโนโลยี LIDAR
- 4.4.1.14 มีกล้องในการตรวจจับ หรือดีกว่า
- 4.4.1.15 ซอฟต์แวร์ต้องอยู่ในโครงการโอเพ่นซอร์ส สามารถเข้าถึงซอฟต์แวร์ได้ง่าย และไม่มีข้อผูกมัดเชิงพาณิชย์
- 4.4.1.16 ระบบต้องสามารถรองรับการทำงานแบบมัลติแทสซิ่ง โดยสามารถเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายในรูปแบบต่างๆ ได้
- 4.4.1.17 มีบทเรียนออนไลน์เกี่ยวกับระบบ ROS
- 4.4.1.18 ขับเคลื่อนด้วยระบบ Omni directional drive (4 ล้อ)
- 4.4.1.19 โครงสร้างของหุ่นยนต์สามารถยึดติดกับวัสดุอื่น ๆ นอกเหนือจากวัสดุในชุดได้
- 4.4.1.20 รองรับการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการพัฒนาหุ่นยนต์ได้ไม่น้อยกว่า 2 ภาษา
- 4.4.1.21 มีชุดแบตเตอรี่และชุดชาร์จ จำนวน 1 ชุด
  - 1) เป็นแบตเตอรี่ LiFiPo4 ขนาด 12V 5A หรือดีกว่า
  - 2) สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมงต่อการชาร์จ 1 ครั้ง
  - 3) แบตเตอรี่มี Enclosure เพื่อความปลอดภัยและสะดวกต่อผู้ใช้
  - 4) Adapter ชาร์จแบตเตอรี่ รองรับไฟ 220 โวลต์
- 4.4.2 แขนกลอุตสาหกรรม จำนวน 4 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
  - 4.4.2.1 เป็นแขนหุ่นยนต์ชนิด 6 แกน
  - 4.4.2.2 แกนที่ 1 มีรัศมีการทำงาน -220 ถึง +220 องศา หรือดีกว่า สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 420 องศาต่อวินาที
  - 4.4.2.3 แกนที่ 2 มีรัศมีการทำงาน -110 ถึง +110 องศา หรือดีกว่า สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 320 องศาต่อวินาที
  - 4.4.2.4 แกนที่ 3 ระยะการทำงาน -180 ถึง +45 องศา หรือดีกว่า สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 260 มิลลิเมตรต่อวินาที
  - 4.4.2.5 แกนที่ 4 มีรัศมีการทำงาน -220 ถึง +220 องศา หรือดีกว่า สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 500 องศาต่อวินาที
  - 4.4.2.6 แกนที่ 5 มีรัศมีการทำงาน -110 ถึง +110 องศา หรือดีกว่าสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 360 องศาต่อวินาที
  - 4.4.2.7 แกนที่ 6 มีรัศมีการทำงาน -360 ถึง +360 องศา หรือดีกว่า สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 700 องศาต่อวินาที
  - 4.4.2.8 แขนกลสามารถยกน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 3 กิโลกรัม
  - 4.4.2.9 มีรัศมีการทำงานไม่น้อยกว่า 550 มิลลิเมตร
  - 4.4.2.10 มีระดับการป้องกันเป็น IP40 หรือดีกว่า
  - 4.4.2.11 ความคลาดเคลื่อนในการทำซ้ำที่ตำแหน่งเดิม (RP) ไม่เกิน 0.1 มม.
  - 4.4.2.12 ความสามารถในการทำซ้ำของการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง (RT) ไม่เกิน 0.5 มม.

- 4.4.2.13 มีกล่องควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (Controller)
  - 1) เป็นตู้ควบคุมที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับตัวหุ่นยนต์
  - 2) มี Inputs/Outputs เป็นแบบ Standard 16/16, 24VDC
  - 3) มีระดับการป้องกันเป็น IP20 หรือดีกว่า
  - 4) รองรับระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟอยู่ระหว่าง 220/230V, 50-60 Hz
- 4.4.2.14 มีรีโมทสำหรับควบคุมแขนกล
  - 1) แผงควบคุมแสดงผลแบบสัมผัสและแสดงผลแบบสี มีขนาดหน้าจอน้อยกว่า 7 นิ้ว
  - 2) รองรับการเชื่อมต่อแบบ USB เพื่อทำการโหลดโปรแกรมได้
  - 3) การบังคับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เป็นแบบ Joystick ที่สามารถควบคุมความเร็วในการ Jogging โดยปรับความเร็วตามน้ำหนักมือที่ใช้ในการโยก
  - 4) แผงควบคุมต้องมีระบบสวิตช์การป้องกัน 3 ระดับ (3-Position Enabling Switch)
- 4.4.3 เครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้า จำนวน 2 เครื่อง
  - 4.4.3.1 มีอินพุตไม่น้อยกว่า 20 อินพุต
  - 4.4.3.2 มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว แบบ LCD TFT หรือดีกว่า
  - 4.4.3.3 แรงดันไฟฟ้าใช้งาน 100 – 240 VAC
  - 4.4.3.4 รองรับอินพุตเพิ่มได้สูงสุดถึง 200 อินพุต และขยายหน่วยความจำได้โดยใช้ USB
  - 4.4.3.5 รองรับการต่ออินพุตได้หลากหลาย ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า, หัววัดอุณหภูมิ, ความชื้น หรือดีกว่า
  - 4.4.3.6 รองรับสัญญาณ Universal Input- Thermocouple (TC) : K, J, E, T, R, S, B, N, W (WRe5-26) หรือดีกว่า
  - 4.4.3.7 รองรับการวัดค่าความชื้น Humidity : 0 – 100 %RH
  - 4.4.3.8 รองรับการสื่อสารเข้ากับ Smartphone ผ่านแอปพลิเคชัน
  - 4.4.3.9 แสดงผลได้ 4 รูปแบบ 1. กราฟเส้น 2. กราฟแท่ง 3. ตัวเลข 4. แสดงผลแบบผสม
  - 4.4.3.10 เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ได้โดยใช้ช่อง Ethernet หรือ USB
- 4.4.4 เครื่องสำหรับช่วยขนย้าย จำนวน 1 เครื่อง
  - 4.4.4.1 รับน้ำหนักได้ถึง 2.5 ตัน หรือดีกว่า
  - 4.4.4.2 ยกได้สูงไม่น้อยกว่า 3 เมตร
  - 4.4.4.3 มีล้อสำหรับเคลื่อนย้าย จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ล้อ
  - 4.4.4.4 ระบบการทำงานแบบเครื่องยนต์ หรือไฟฟ้า มีกำลัง (Power) ไม่น้อยกว่า 40 kW
  - 4.4.4.5 มีสัญญาณไฟเตือนขณะทำงานแบบ LED
  - 4.4.4.6 มีแบตเตอรี่ชนิด ขนาดไม่น้อยกว่า 12V/60Ah
- 4.5 โปรแกรมออกแบบการทำงานระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
  - 4.5.1 สามารถจำลองการทำงานในรูปแบบ Interactive ได้

- 4.5.2 สามารถสร้างและ Import ไฟล์รูปภาพ 3D จากภายนอก เพื่อนำมาจำลองการทำงานร่วมกับวงจรที่ออกแบบขึ้นมา ได้
- 4.5.3 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ได้ ด้วยสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน ISO 1219-1
- 4.5.4 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ได้
- 4.5.5 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของโปรแกรมพีแอลซีตามมาตรฐาน IEC ได้
- 4.5.6 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของโปรแกรมพีแอลซี ยี่ห้อ Allen Bradley, Siemens ได้
- 4.5.7 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรดิจิทัลได้ โดยต้องมี Library ของสัญลักษณ์เพื่อช่วยในการออกแบบไม่น้อยกว่าดังนี้ Logic Gates, Flip Flops, Counters, Shift Registers, Comparators, Switches, LEDs, 7-bar Display, Decoders, Multiplexers
- 4.5.8 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าแบบ One-line ได้
- 4.5.9 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้า AC และ DC ด้วยสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน IEC และ NEMA ได้
- 4.5.10 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าควบคุมได้ ด้วยสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน IEC และ JIC
- 4.5.11 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของโปรแกรม SFC หรือ GRAFCET ได้
- 4.5.12 สามารถสร้างและจำลองการทำงานของ HMI ในรูปแบบ 2D หรือ 3D ได้
- 4.5.13 สามารถสร้างและจำลองการทำงานของ Control Panels ได้
- 4.5.14 สามารถสร้างและแก้ไขสัญลักษณ์ของวาล์วและกระบอกสูบได้
- 4.5.15 โปรแกรมมีฟังก์ชันที่ช่วยในการคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์ (Component Sizing)
- 4.5.16 โปรแกรมสามารถจำลองการทำงานได้ในรูปแบบ Dynamic, Realistic และ Visual Simulation ได้
- 4.5.17 โปรแกรมสามารถแสดงการทำงานของวงจรและอุปกรณ์ในรูปแบบภาพตัด (Cross-Section) ได้
- 4.5.18 โปรแกรมสามารถปรับเวลา Time Step ในการจำลองได้
- 4.5.19 สามารถปรับค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์เพื่อใช้จำลองการทำงานได้
- 4.5.20 ภายในโปรแกรมต้องมี Troubleshooting เพื่อใช้ในการกำหนดจุดบกพร่องของตัวอุปกรณ์
- 4.5.21 ภายในโปรแกรมต้องมี Diagnostic Tools เพื่อช่วยในการหาจุดผิดพลาดของวงจร
- 4.5.22 ภายในโปรแกรมประกอบด้วย Libraries หรือ Modules ต่าง ๆ ดังนี้
  - 1) Electro technical (AC/DC)
  - 2) Hydraulics / Proportional Hydraulics
  - 3) Pneumatics / Proportional Pneumatics
  - 4) Electrical Controls
  - 5) PLC Ladder Logic, Allen Bradley, Siemens & IEC
  - 6) Sequential Function Chart (SFC/GRAFCET)
  - 7) Digital Electronics
  - 8) Electro technical One-line
  - 9) Control Panels & 2D-3D HMI
  - 10) Mechanical Links
  - 11) Fluid Power Component Sizing

- 12) Electrical Component Sizing
  - 13) Bill of Material & Report
  - 14) OPC Client & OPC Server
  - 4.5.23 มีไฟล์วิดีโอสอนการใช้งานโปรแกรม
  - 4.5.24 มีเอกสารคู่มือประกอบการเรียนรู้ภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย
  - 4.5.25 เป็นระบบโปรแกรมที่ต้องใช้งานร่วมกับ Hard Lock หรือระบบอื่นที่ปลอดภัยต่อสิทธิในการใช้งานโปรแกรม
  - 4.5.26 เป็นโปรแกรมที่ผลิตจากบริษัท ที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO พร้อมแนบเอกสารรับรองมาตรฐานมา พร้อมกับการยื่นซอง
- 4.6 เครื่องตัดไฟเบอร์เลเซอร์ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
- 4.6.1 มีแหล่งกำเนิดเลเซอร์ (Laser Source) ขนาดไม่น้อยกว่า 1,500 วัตต์
  - 4.6.2 มีพื้นที่ตัดงาน (Cutting Area) ไม่น้อยกว่า 3,000 x 1,500 มิลลิเมตร
  - 4.6.3 ระยะเคลื่อนที่แกน Z ไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร
  - 4.6.4 ความแม่นยำของตำแหน่งแกน (Positioning Accuracy) เท่ากับ  $\pm 0.05$  มิลลิเมตรต่อเมตร หรือดีกว่า
  - 4.6.5 ความแม่นยำในการเปลี่ยนตำแหน่ง (Repeatability Accuracy) เท่ากับ 0.03 มิลลิเมตรต่อเมตร หรือดีกว่า
  - 4.6.6 ความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่แกน X และ Y ไม่น้อยกว่า 85 เมตรต่ออนาที
  - 4.6.7 ความเร่งสูงสุดในการเคลื่อนที่แกน X และ Y ไม่น้อยกว่า 1.5G
  - 4.6.8 เครื่องจักรรับน้ำหนักชิ้นงานสูงสุดได้ ไม่น้อยกว่า 700 กิโลกรัม
  - 4.6.9 น้ำหนักเครื่องจักรไม่น้อยกว่า 2,100 กิโลกรัม
  - 4.6.10 มีหน้าจอแสดงผลและปฏิบัติการขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว
  - 4.6.11 ตู้สำหรับใส่แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่อง (Electric Device) พร้อมกับระบบทำความเย็นภายใน (Air Condition)
  - 4.6.12 มีตู้สำหรับใส่แหล่งกำเนิดเลเซอร์ (Laser Source) พร้อมกับระบบทำความเย็นภายใน (Air Condition)
  - 4.6.13 มีอุปกรณ์ปรับแรงดันกระแสไฟฟ้า (Voltage Stabilizer)
  - 4.6.14 มีอุปกรณ์สำหรับดูดฝุ่นละอองออกภายนอกเครื่อง (Dust Removal Equipment-Centrifugal Fan)
  - 4.6.15 กำลังไฟฟ้าโดยรวมที่ใช้ไม่เกินกว่า 35 kVA
  - 4.6.16 อุปกรณ์ประกอบ
    - 4.6.16.1 มีหัวฉีด (NOZZLE) ไม่น้อยกว่า 100 ชิ้น
    - 4.6.16.2 มีเลนส์สำหรับหัตถ์ตัด (Protective Window Lens) ไม่น้อยกว่า 50 ชิ้น
    - 4.6.16.3 มีกรอบเซรามิกสำหรับใส่เลนส์ (Ceramic Holder) ไม่น้อยกว่า 20 ชิ้น
    - 4.6.16.4 มีปั๊มลมแบบแรงดันสูง ขนาดแรงม้าไม่น้อยกว่า 15 แรงม้า อัตราแรงดันลมไม่น้อยกว่า 1.5 MPa
    - 4.6.16.5 มีถังบรรจุแก๊สไนโตรเจนขนาดความจุ 6 คิว ไม่น้อยกว่า 2 ถัง
    - 4.6.16.6 มีถังบรรจุแก๊สออกซิเจนขนาดความจุ 6 คิว ไม่น้อยกว่า 2 ถัง

- 4.6.17 เป็นเครื่องจักรที่ผลิตได้มาตรฐาน DIN หรือ ISO หรือ JIS หรือ BS หรือ VDI หรือ CE (อย่างใดอย่างหนึ่ง)
- 4.7 เครื่องออกแบบและสร้างชิ้นงาน 3 มิติ จำนวน 10 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
  - 4.7.1 สามารถขึ้นรูปชิ้นงานขนาดไม่น้อยกว่า 250 x 250 x 250 มิลลิเมตร
  - 4.7.2 หัวฉีดโลหะ (Stainless Steel) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวพิมพ์ 0.4 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
  - 4.7.3 ความเร็วสูงสุดของหัวพิมพ์ (Max Speed of Tool Head) ไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร/วินาที
  - 4.7.4 อุณหภูมิความร้อนสูงสุดของหัวพิมพ์ (Max Hot End Temperature) ไม่น้อยกว่า 280 องศาเซลเซียส
  - 4.7.5 รองรับการสร้างชิ้นงานด้วยวัสดุ PLA, PETG, TPU, PVA, PET ABS, ASA โดยที่เส้นพลาสติกที่ใช้จะต้องมีขนาด 1.75 มิลลิเมตร
  - 4.7.6 มีชุด AMS (Automatic Material System) สำหรับใส่เส้นพลาสติกได้ไม่น้อยกว่า 4 ม้วน
  - 4.7.7 มีหน้าจอสั่งงานโดยมีขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 2.5 นิ้ว
  - 4.7.8 สามารถดูการทำงานผ่านระบบเครือข่ายได้
  - 4.7.9 มีโครงสร้างแบบโครงโลหะ
  - 4.7.10 สามารถใช้กับกระแสไฟฟ้า 220 VAC ได้
  - 4.7.11 มีเซนเซอร์ตรวจจับวัสดุ ทำงานต่อจากจุดเดิมเมื่อเกิดไฟดับ
  - 4.7.12 มีระบบตรวจจับเส้นพลาสติก เครื่องหยุดเมื่อเส้นหมด
  - 4.7.13 ระบบเชื่อมต่อ: Wi-Fi และ Bluetooth
  - 4.7.14 มีโปรแกรมสำหรับสั่งงานเครื่อง
  - 4.7.15 รองรับระบบปฏิบัติการ Windows และ Mac OS
- 4.8 เครื่องแสดงผลระบบสัมผัสสำหรับการเรียนการสอน จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
  - 4.8.1 หน้าจอมีขนาด 64 นิ้ว โดยวัดตามแนวทแยงมุม
  - 4.8.2 มีเทคโนโลยีลดแสงสีฟ้า (Blue Light Reduction)
  - 4.8.3 มีค่าความละเอียดของจอภาพแบบ 4K @ 60Hz หรือดีกว่า
  - 4.8.4 มีอายุการใช้งานหลอด LED 40,000 ชั่วโมง หรือดีกว่า
  - 4.8.5 มีค่าอัตราส่วนความคมชัด (Contrast Ratio) ไม่น้อยกว่า 4000:1
  - 4.8.6 มีค่าความสว่างของหน้าจอ (Brightness) 400 cd/m<sup>2</sup> หรือดีกว่า
  - 4.8.7 มีค่าเวลาการตอบสนอง (Response Time) 10 ms หรือดีกว่า
  - 4.8.8 รองรับการสัมผัสสูงสุดได้ 15 จุดพร้อมกัน หรือดีกว่า
  - 4.8.9 สามารถแยกความแตกต่างระหว่างปากกาและนิ้วสัมผัส
  - 4.8.10 จอมารวมกับระบบปฏิบัติการภายในตัวเครื่อง โดยมีหน่วยความจำชั่วคราว (Ram) 4 GB และหน่วยความจำภายในเครื่อง (Internal Storage) 32 GB หรือดีกว่า
  - 4.8.11 มีลำโพง 1 คู่ กำลังขับข้างละ 15 Watt โดยติดตั้งมาพร้อมกับจอภาพจากโรงงานผู้ผลิต
  - 4.8.12 มีช่องเชื่อมต่อ USB-A, RJ45, HDMI, USB-C 3.2, MIC (3.5 mm), Audio Out (3.5 mm)
  - 4.8.13 รองรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย Wi-Fi และ Bluetooth
  - 4.8.14 มีฟังก์ชันเสริมสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลระบบสัมผัส
    - 4.8.14.1 มีเมนูการใช้งานภาษาไทยและภาษาอื่น ๆ
    - 4.8.14.2 สามารถนำเสนอรูปแบบ ภาพนิ่ง วีดีโอ เสียง และสามารถเขียน ไฮไลท์ ข้อความได้

- 4.8.14.3 มีฟังก์ชันปากกา และไฮไลท์โดยสามารถเลือกขนาดตั้งแต่ 0 – 100 และมีช่องของสีสูงสุด 24 ช่อง ซึ่งแต่ละช่องสามารถเปลี่ยนสีได้
- 4.8.14.4 มีเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ทั้งไม้บรรทัด ไม้โปรแทรกเตอร์ ไม้ฉาก วงเวียน ลูกเต๋า
- 4.8.14.5 มีเครื่องมือกล้องถ่ายรูปที่สามารถถ่ายภาพได้ 5 รูปแบบ
- 4.8.14.6 มีเครื่องมือ Equation สำหรับสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ทั้งเศษส่วน ราก ตรีโกณมิติ และตัวแปรชนิดต่างๆ
- 4.8.14.7 มีคำสั่งแถบเลื่อนฝ้าแสง (More Translucent) เพื่อกำหนดให้วัตถุค่อย ๆ จางหายไป และคำสั่ง Less Translucent เพื่อให้วัตถุค่อย ๆ ปรากฏขึ้นมา
- 4.8.14.8 สามารถบันทึกข้อมูลในรูปแบบ .Flipchart , .PDF, .BMP, .JPEG รวมทั้ง Video File ได้

#### 4.9 เครื่องประมวลผลแบบพกพาสำหรับการเขียนโปรแกรม จำนวน 12 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 4.9.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 Core) และ 8 แกนเสมือน (8 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุดไม่น้อยกว่า 4 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 4.9.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- 4.9.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) แบบ DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 4.9.4 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 GB จำนวน 1 หน่วย
- 4.9.5 มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,366 x 768 Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว
- 4.9.6 มีกล้องความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,280 x 720 pixel หรือ 720p
- 4.9.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 4.9.8 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.9.9 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า แบบติดตั้งอยู่ภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.9.10 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11ax) และ Bluetooth

#### 4.10 ชุดโต๊ะวางเครื่องประมวลผลพร้อมเก้าอี้ จำนวน 12 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 4.10.1 โต๊ะ จำนวน 1 ตัว
  - 4.10.1.1 โครงสร้างขาทำจากเหล็กกล่องขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 x 1.5 นิ้ว เคลือบสี Epoxy
  - 4.10.1.2 พื้นโต๊ะทำจากไม้ปาติเกิ้ล เคลือบเมลามีน ขนาดพื้นโต๊ะไม่น้อยกว่า W1,600 x D700 มม.หนาไม่น้อยกว่า 20 มม.
  - 4.10.1.3 ขาโต๊ะปรับระดับได้
  - 4.10.1.4 โต๊ะมีขนาดไม่น้อยกว่า W1,600 x D700 x H700 มม.
- 4.10.2 เก้าอี้ จำนวน 2 ตัว
  - 4.10.2.1 หัวเก้าอี้เป็นไม้รูปวงกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 250 มม.
  - 4.10.2.2 สามารถปรับระดับความสูงได้

## 5. ข้อกำหนดอื่นๆ

- 5.1 ผู้เสนอราคาจะต้องทำการติดตั้งครุภัณฑ์ให้เสร็จเรียบร้อยและใช้งานได้ก่อนทำการตรวจรับ
- 5.2 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย ในรายการที่ 4.1, 4.1.28, 4.2, 4.2.33, 4.3, 4.4.1, 4.4.2, 4.5, 4.6 และ 4.8 โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 5.3 หลังจากผ่านการตรวจรับแล้ว ผู้เสนอราคาจะต้องมาทำการอบรมการใช้งานให้กับบุคลากรของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ให้สามารถใช้งานได้

6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย

7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 150 วัน

8. ระยะเวลาประกัน 1 ปี

## 9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้กำหนดรายละเอียด  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนูศักดิ์ จานทอง)  
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้กำหนดรายละเอียด  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภาพร ประเสริฐพงศ์)  
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้กำหนดรายละเอียด  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย จันทร์เพ็ง)  
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ \_\_\_\_\_  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาสุปรีย์)  
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์