

ขอบเขตของงาน หรือ รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

(Terms of Reference : TOR)

ชื่อรายการ ชุดทดลองฝึกการควบคุมพีแอลซีร่วมกับเซอร์โวมอเตอร์ ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ๑ ชุด

1. ความเป็นมา

พีแอลซีเป็นเครื่องมือหลักที่ใช้ในการควบคุมทางอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลที่รวดเร็วและมีเสถียรภาพสูง มีอัตราการเสียหายต่ำ ดังนั้นจึงสามารถพบเห็นอุปกรณ์ดังกล่าวในโรงงานเกือบทุกโรงงาน การควบคุมพีแอลซีนั่น แบ่งออกได้เป็นสี่ระดับของการควบคุมแรงตามความสามารถในการสื่อสารตั้งแต่ระดับ การควบคุมแบบหนึ่งต่อหนึ่งในที่ติดตั้งเป็นการควบคุมแบบพื้นฐาน การควบคุมผ่านข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายแบบหลายจุดในที่ตั้ง การควบคุมระยะไกล จนถึงการควบคุมระยะไกลในระดับที่เครื่องจักรทำการสื่อสารและตัดสินใจเองได้ (Machine to Machine)

สำหรับภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลนั้น ยังไม่มีการเรียนการสอนรายวิชาที่มีองค์ความรู้ดังกล่าว อย่างจริงจังจากแต่เป็นหนึ่งในองค์ความรู้ในวิชา วท.325 นิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ มากกว่า 20 ปี ในการเรียนการสอนวิชานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาได้ใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์จริง ที่ใช้ในอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามเนื้อหาในรายวิชาสามารถครอบคลุมเนื้อหาการควบคุมด้วยพีแอลซีได้เพียงแต่การแนะนำพื้นฐานเท่านั้นยังไม่สามารถสอนจนนักศึกษาสามารถใช้เครื่องมือได้จริง ดังนั้นทางอาจารย์ผู้สอนจึงมีความคิดเห็นว่า เพื่อให้องค์ความรู้ในวิชาดังกล่าวนี้นักศึกษามีความมั่นใจในการทำงานได้โดยตนเองจริงดังนั้นจึงจะทำการเปิดการเรียนการสอนเป็นอีกหนึ่งวิชา

ทั้งนี้เพื่อตอบสนองการเรียนการสอน ระดับปริญญาตรีและการศึกษาหลังปริญญา สร้างคอร์สการอบรมพื้นฐานที่ตอบสนองกระบวนการเรียนต่อเนื่องตลอดชีวิต ตลอดจนใช้สำหรับนักศึกษาเพื่อร่วมประจักษ์การแข่งขันในรายการคน อย่างน้อยสองภาคต่อปีการศึกษา

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อสร้างบัณฑิตของทางคณะให้มีจุดเด่น มีความสามารถที่จะใช้งานพีแอลซีในระดับการควบคุม ผ่านข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายแบบหนึ่งจุดถึงหลายจุดในที่ตั้ง ได้เป็นอย่างน้อย

2.2 เพื่อสร้างคอร์สการอบรมพื้นฐานที่ตอบสนองกระบวนการเรียนต่อเนื่องตลอดชีวิต

2.3 เพื่อสร้างคอร์สการอบรมองค์ความรู้ให้กับนักศึกษาที่สนใจ (ไม่จำกัดภาควิชา) เพื่อร่วมประจักษ์การแข่งขัน ในรายการต่าง ๆ อย่างน้อยสองรายการต่อปีการศึกษา

3. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

1. มีความสามารถตามกฎหมาย
2. ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
3. ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
4. ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

5. ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหารผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

6. มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

7. เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุ ดังกล่าว

8. ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอ ให้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ณ วันยื่นข้อเสนอ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการยื่นข้อเสนอครั้งนี้



9. ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

10. อื่น ๆ

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะดำเนินการจัดซื้อ
(ตามเอกสารแนบท้าย ข้อ 4)

5. กำหนดเวลาส่งมอบและสถานที่ส่งมอบพัสดุ

ผู้ขายจะต้องเสนอกำหนดเวลาส่งมอบพัสดุไม่เกิน.....180.....วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาหรือข้อตกลง ณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และการส่งมอบสิ่งของตามสัญญาหรือข้อตกลงนี้ ไม่ว่าจะเป็นการส่งมอบเพียงครั้งเดียว หรือส่งมอบหลายครั้ง ผู้ขายจะต้องแจ้งกำหนดเวลาส่งมอบแต่ละครั้งโดยทำเป็นหนังสือนำไปยื่นต่อผู้ซื้อ ณะวิศวกรรมศาสตร์ ในวันและเวลาทำการของผู้ซื้อ ก่อนวันส่งมอบไม่น้อยกว่า...3.....(สาม) วันทำการ ของผู้ซื้อ

6. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

(✓) หลักเกณฑ์ราคา

() หลักเกณฑ์ราคาประกอบเกณฑ์อื่น

7. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

วงเงินงบประมาณ3,000,000.00.....บาท (.....สามล้านบาทถ้วน.....)

แหล่งเงินงบประมาณ (✓) งบคลัง () กองทุนค่าธรรมเนียมฯ () รายได้คณะฯ ประจำปี 2569

8. งานและการจ่ายเงิน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จะจ่ายค่าสิ่งของซึ่งได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม (ถ้ามี) ให้แก่ผู้ขาย เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบสิ่งของครบถ้วนตามสัญญาหรือข้อตกลงและคณะกรรมการได้ทำการตรวจรับมอบสิ่งของไว้เรียบร้อยแล้ว

9. ค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญาผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นรายวันอัตราร้อยละ 0.20 (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

10. การกำหนดระยะเวลาการรับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)

ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องของสิ่งของที่เกิดขึ้นภายในระยะเวลา.....1.....ปี นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ตรวจรับพัสดุได้ทำการตรวจรับพัสดุเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และหากมีเหตุชำรุดบกพร่องหรือเสียหายเกิดขึ้นภายในกำหนดระยะเวลาการรับประกัน ผู้ขายต้องรีบทำการแก้ไขให้เป็นที่เรียบร้อยแล้วโดยไม่ชักช้า หากสิ่งของตามสัญญาหรือข้อตกลงนี้เกิดชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติ ผู้ขายจะต้องจัดการซ่อมแซมหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีดังเดิม ภายใน ...7... (เจ็ด) วันทำการ นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งจากผู้ซื้อ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น หากผู้ขายไม่จัดการซ่อมแซมหรือแก้ไขภายในกำหนดเวลาดังกล่าว ผู้ซื้อจะมีสิทธิที่จะทำการนั้นเองหรือจ้างผู้อื่นให้ทำการนั้นแทนผู้ขาย โดยผู้ขายต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

(ลงชื่อ).....กรรมการ/ผู้จัดทำร่างฯ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กริช เจียมจิโรจน์)

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
ชุดทดลองฝึกการควบคุมพีแอลซีร่วมกับเซอร์โวมอเตอร์ ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 1 ชุด

ประกอบด้วย

- | | |
|----------------------|--------------|
| 1. ตัวพีแอลซี | จำนวน 10 ตัว |
| 2. ชุดเซอร์โวมอเตอร์ | จำนวน 1 ชุด |

ประกอบด้วย

- 2.1 เซอร์โวมอเตอร์ AC แบบโรตารี มีเบรก 400 วัตต์ แรงบิดสูงสุด: 4.45 นิวตันเมตร จำนวน 11 ตัว
- 2.2 เซอร์โวมอเตอร์ AC แบบโรตารี มีเบรก 500 วัตต์ แรงบิดสูงสุด: 7.1 นิวตันเมตร จำนวน 1 ตัว

- | | |
|---------------------------|---------------|
| 3. ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ | จำนวน 12 ชิ้น |
| 4. อุปกรณ์ขั้วรางเชิงเส้น | จำนวน 4 ชุด |
| 5. คอมพิวเตอร์ | จำนวน 1 ชุด |

ประกอบด้วย

- 5.1 คอมพิวเตอร์กลาง จำนวน 1 เครื่อง
- 5.2 คอมพิวเตอร์ลูกข่าย จำนวน 9 เครื่อง

- | | |
|------------------------|-------------|
| 6. อุปกรณ์ประกอบการฝึก | จำนวน 1 ชุด |
|------------------------|-------------|

ประกอบด้วย

- 6.1 จอมอนิเตอร์แบบสัมผัสสำหรับเชื่อมต่อในระดับอุตสาหกรรม (พร้อมสายเชื่อมต่อ) จำนวน 1 ชุด
- 6.2 Software สำหรับสร้างการควบคุมบน PLC จำนวน 1 ชุด
- 6.3 ชุดซอฟต์แวร์โฮสต์บน HMI SCADA ขั้นสูง จำนวน 1 ชุด
- 6.4 ชุดซอฟต์แวร์สร้างและจำลองระบบของไหลส่งกำลัง จำนวน 1 ชุด
- 6.5 ชุดฝึกSTEM วิศวกรรมชีวภาพ (Bioengineering) จำนวน 1 ชุด

คุณสมบัติทั่วไป

ชุดครุภัณฑ์ที่ใช้สำหรับสร้างร่องความรู้พื้นฐานในการควบคุมและการควบคุมแกนมอเตอร์ที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรมจริงๆ รวมถึงการควบคุมชุด เซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้จริง ในระดับอุตสาหกรรม

1. ตัวพีแอลซี

จำนวน 10 ตัว

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

1.1 พีแอลซีเป็นอุปกรณ์ประมาณผลหลักที่ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ได้รับรองมาตรฐานคุณภาพอย่างน้อยหนึ่งมาตรฐานตาม มอก

และ/หรือ JIS และ/หรือ DIN และ/หรือ DIN และ/หรือ ISO

1.2 โปรเซสเซอร์ มีการประมวลผลที่รวดเร็ว รองรับคำสั่งสูงสุดถึง 34 ns ต่อคำสั่ง

1.3 แหล่งจ่ายไฟ ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 100-240V AC และ 24V DC



1.4 สามารถเลือกการเชื่อมต่อชนิดของอินพุตเป็นชนิด Sink/Source และเอาต์พุตเป็น Transistor Output ได้จำนวนอย่างน้อย 16/16 มีช่องต่ออนาล็อกจำนวน 2 ชุด

1.5 มีการติดตั้งการ์ด 10 เพิ่มจำนวน 1 ชุด โดยเป็นการดัดแปลงดิจิทัลเอาต์พุต จำนวน 16 จุด

1.6 โปรเซสเซอร์ มีการประมวลผลที่เร็วสูง รองรับคำสั่งสูงสุด 34 ms ต่อคำสั่ง (หรือดีกว่า)

1.7 อินพุตและเอาต์พุตดิจิทัล (I/O) ไม่ต่ำกว่า 32 I/O โดยสังเกตว่า

- อินพุตดิจิทัลไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ
- เอาต์พุตดิจิทัลไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ
- ตัวอุปกรณ์สามารถขยาย I/O รองรับระบบขยาย I/O ผ่านโมดูลเสริม ไม่ต่ำกว่า 512 I/O
- มีการติดตั้ง card เพื่อขยาย I/O แบบดิจิทัลเต็ม เอาต์พุตดิจิทัลไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ 16

1.8 ความสามารถด้านการสื่อสาร:

- Ethernet Port มีพอร์ต Ethernet ในตัว รองรับการรับ/ส่งต่อผ่านเครือข่าย IPv4 เป็นอย่างน้อย
 - RS-485 Communication รองรับการเชื่อมต่อผ่าน RS-485
 - Modbus RTU/ASCII Master/Slave: รองรับโปรโตคอล Modbus เพื่อการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ
- การเชื่อมต่อไร้สาย: สามารถขยายเพิ่มเติมหรือรองรับเครือข่ายไร้สายผ่านโมดูลเสริม

1.9 ความสามารถด้านการควบคุม:

- Positioning Control รองรับการควบคุมตำแหน่งแบบ 2-axis สำหรับงาน CNC, Servo หรือ Stepper Motor
- PID Control มี PID Control ในตัว เหมาะสำหรับงานควบคุมกระบวนการที่ซับซ้อน
- High-Speed Counters รองรับ high-speed counters สูงสุดถึง 200 kHz
- IP Rating IP20 (สำหรับการใช้งานในตู้ควบคุม)
- อุณหภูมิการทำงาน สามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิ 0 ถึง 55°C
- หน่วยการสันสะเทือน ผ่านมาตรฐาน IEC 60068-2-6

1.10 การจัดเก็บข้อมูลและโปรแกรม

- Memory หน่วยความจำโปรแกรม 64,000 steps (8 MB RAM)
- SD Card Slot: รองรับการบันทึกข้อมูลบน SD Card เพื่อเก็บข้อมูลหรืออัปโหลดโปรแกรม

1.11 การเขียนโปรแกรม

- โปรแกรมเขียนหรือแก้ไข: สามารถเขียนโปรแกรมด้วยตัวอุปกรณ์เองในโปรแกรมในหลายภาษา เช่น Ladder Logic (LD), Structured Text (ST), และ Function Block Diagram (FBD)

2. ชุดเซอร์โวมอเตอร์

จำนวน 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

2.1 เซอร์โวมอเตอร์ AC แบบโรตารี มีเบรค 400 วัตต์ แรงบิดสูงสุด: 4.45 นิวตันเมตร

จำนวน 11 ตัว

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

- ขนาดเพลลา: ขนาด 14 มม.
- กำลังไฟฟ้า: 400 วัตต์ (0.4 กิโลวัตต์) (หรือต่ำกว่า)
- แรงบิดปกติ: 1.29 นิวตันเมตร (หรือสูงกว่า)
- แรงบิดสูงสุด: 4.45 นิวตันเมตร (หรือสูงกว่า)
- ความเร็วรอบปกติ: 3,000 รอบ/นาที
- ความเร็วรอบสูงสุด: 6,000 รอบ/นาที
- กระแสไฟฟ้าปกติ: 2.6 แอมแปร์
- กระแสไฟฟ้าสูงสุด: 9.1 แอมแปร์
- แรงบิดเบรกแบบสถิต: 1.3 นิวตันเมตร
- โมเมนต์ความเฉื่อย: 0.0000393 กก•ม²
- น้ำหนัก: ประมาณ 1.8 กิโลกรัม
- เบรกแม่เหล็กไฟฟ้า: มีในตัว
- การป้องกันฝุ่นและน้ำ: ระดับ IP65
- เอาต์พุตเอ็นโค้ดเดอร์: 22 บิต (ความละเอียด 4,194,304 พัลส์/รอบ)
- ระบบระบายความร้อน: ระบายความร้อนด้วยธรรมชาติ
- มาพร้อมกับสาย encoder และสาย power จำนวน 1 ชุด

2.2 เซอร์โวมอเตอร์ AC แบบโรตารี มีเบรก 500 วัตต์ แรงบิดสูงสุด: 7.1 นิวตันเมตร จำนวน 1 ตัว

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

- ขนาดเพลลา: ขนาด 24 มม.
- กำลังไฟฟ้า (Rated Output Power): 0.5 กิโลวัตต์ (500 วัตต์) (หรือต่ำกว่า)
- แรงบิดปกติ (Rated Torque): 2.4 นิวตันเมตร (หรือสูงกว่า)
- แรงบิดสูงสุด (Maximum Torque): 7.1 นิวตันเมตร (หรือสูงกว่า)
- ความเร็วรอบปกติ: 2,000 รอบ/นาที
- ความเร็วรอบสูงสุด: 3,000 รอบ/นาที
- กระแสไฟฟ้าปกติ: 2.9 แอมแปร์
- โมเมนต์ความเฉื่อย: 9.48 กก•ซม² (ระดับโมเมนต์เฉื่อยปานกลาง)
- ความละเอียดเอ็นโค้ดเดอร์: 22 บิต (4,194,304 พัลส์ต่อรอบ)
- การป้องกันฝุ่นและน้ำ: ระดับ IP67
- ระบบระบายความร้อน: แบบธรรมชาติ
- เบรกแม่เหล็กไฟฟ้า: มีในตัว
- ชนิดเพลลา: เพรงตรง มีร่อง (Straight shaft)



- มาพร้อมกับสาย encoder และสาย power จำนวน 1 ชุด

3. ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ (Servo Amplifier)

จำนวน 12 ชิ้น

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

- 3.1 ไดรเวอร์เซอร์โวที่ออกแบบมาเพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ในงานที่ต้องการความแม่นยำและความเร็วสูง -
- มีเอาต์พุตกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 600 วัตต์ รองรับการเชื่อมต่อไฟฟ้าแบบเฟสเดียว 200-240 โวลต์ AC -
 - มีการตอบสนองความถี่ที่ 2.5 kHz ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตอบสนองของระบบ
 - รองรับการเชื่อมต่อผ่าน CC-Link IE Field Network เพื่อให้สามารถควบคุมและตรวจสอบข้อมูลได้อย่างสะดวก
 - มีฟังก์ชันการป้องกันการสั้นสเก็ช และ การปรับตั้งค่าอัตโนมัติ

ทำให้ใช้งานได้ง่ายและปลอดภัยสูงในระบบที่ซับซ้อน

3.2 เป็นเซอร์โวไดรฟ์(Servo Amplifier) ควบคุมมอเตอร์เซอร์โวในงานอุตสาหกรรม เช่น เครื่องจักรอัตโนมัติ, ระบบควบคุมการผลิต

- กำลังไฟฟ้า: 600 วัตต์
- แรงดันไฟฟ้าอินพุต: 200-240 VAC, 1 เฟส หรือ 3 เฟส, 50/60 Hz
- แรงดันเอาต์พุต: 170V (ที่ค่าแรงดันไฟฟ้าพิกัด 200V)
- กระแสเอาต์พุตสูงสุด: 5.6 แอมป์
- กำลังมอเตอร์ที่รองรับ: 600 วัตต์
- ความถี่ PWM: 15 kHz
- ความเร็วตอบสนอง (Response speed): สูงสุด 2.5 kHz

3.3 ฟังก์ชันการควบคุม

- การควบคุมแบบเวกเตอร์ (Vector Control)
- การชดเชยการหมุน (Rotation compensation)
- การชดเชยโหลดในทิศทางหมุนกลับ (Reverse load compensation)
- การเชื่อมต่อเครือข่าย: CC-Link, SSCNET II/H
- การควบคุมตำแหน่ง ความเร็ว และแรงบิด (Position, Speed, and Torque Control)

3.4 การเชื่อมต่อ

- การเชื่อมต่อมอเตอร์: ใช้งานร่วมกับเซอร์โวมอเตอร์
- อินเทอร์เฟซการควบคุม:

- อินพุตดิจิทัล 16 ช่อง
- อินพุตอนาล็อก 2 ช่อง
- เอาต์พุตดิจิทัล 8 ช่อง
- เอาต์พุตอนาล็อก 2 ช่อง

4. อุปกรณ์ขับเคลื่อน

จำนวน 4

ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

- | | |
|---|---|
| - โครงสร้าง (Structure) | ชุดแอคชูเอเตอร์แบบ Linear Motor |
| - กลไกขับเคลื่อน (Drive Mechanism) | Linear Servo Motor ชนิด Moving Magnet |
| - ระบบควบคุม (Control System) | Closed-loop Servo Control ร่วมกับ Driver |
| - ความละเอียดในการทำซ้ำ (Repeatability) | $\pm 20 \mu\text{m}$ (หรือดีกว่า) |
| - ความเร็วสูงสุด (Max Speed) | 300 mm/s (หรือสูงกว่า) |
| - ช่วงชัก (Stroke Length) | 118 mm (ไม่ต่ำกว่า) |
| - โหลดสูงสุด (Maximum Load) | 3 kg (ไม่ต่ำกว่า) |
| - อัตราเร่งสูงสุด (Max Acceleration) | 9.8 m/s ² |
| - เสียงรบกวน (Noise Level) | ต่ำกว่าระบบสกรูบอลประมาณ 10 % เมื่อเดินที่ความเร็วสูง |
| - อายุการใช้งาน (Service Life) | ไม่ต่ำกว่า ~30,000 ชั่วโมง (Maintenance Free) |
| - วัสดุโครงสร้าง (Body Material) | อะลูมิเนียมอัลลอยด์ชุบแข็ง (Hard Anodized Aluminum) |
| - การติดตั้ง (Mounting) | แบบแนวนอนหรือแนวตั้งได้, ฐานมาตรฐาน MISUMI |
| - การป้องกันฝุ่น (Protection) | มีฝาครอบกันฝุ่นและระบบซีลแนวยาง |

5. คอมพิวเตอร์

จำนวน 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

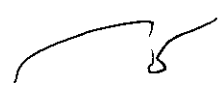
5.1 คอมพิวเตอร์กลาง พร้อมจอภาพแสดงผล

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

5.1.1 เป็นคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณที่มีประสิทธิภาพสูง

จำนวน 1 เครื่อง

แต่ละเครื่องประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้



- หน่วยประมวลผล CPU แบบ Intel® Xeon® W3-2423 (6-Core, 2.1GHz, 15MB Cache)หรือดีกว่า
- การ์ดจอ(Graphics Card) แบบ NVIDIA RTX A1000 8GB GDDR6 หรือดีกว่า
- หน่วยความจำชั่วคราว(RAM) แบบ DDR5 ECC RDIMM (1x32GB), รองรับความจุสูงสุดถึง 512GB หรือดีกว่า
- หน่วยเก็บข้อมูลหลักเป็นแบบ 1TB M.2 PCIe NVMe SSD (Boot Drive) หรือดีกว่า
- Power supply ไม่น้อยกว่า 750 W แบบปรับอัตโนมัติ หรือดีกว่า
- ช่องExpansion slot รองรับ PCIe 5.0 x16 และ PCIe 4.0 หรือดีกว่า
- ระบบ LAN แบบ Intel i219-LM GbE หรือดีกว่า
- ระบบปฏิบัติการ (Operation Systems) เป็นแบบ Ubuntu Linux (Factory Installed)
- พอร์ต(Port)บริการ ประกอบด้วย USB 3.2, USB-C, HDMI (via GPU), DisplayPort (via GPU)หรือดีกว่า
- การรับประกันแบบ ProSupport แบบ Onsite Service เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 3 ปี หรือดีกว่า
- เคส (Case) ติดตั้งระบบเป็นแบบ Tower Workstation from factory

5.1.2 จอภาพแสดงผล(Monitor)

จำนวน 1 จอ

แต่ละจอประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

- มีขนาดไม่ต่ำกว่า 23" หรือใหญ่กว่า
- จำนวน PIXEL 2560 x 1440 หรือดีกว่า
- 100Hz 4ms 16.7 million colors
- ช่องPort ประกอบด้วย 2 x HDMI, 1 x DP, VESA mount 100 x 100 mm หรือดีกว่า

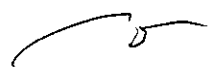
5.2 คอมพิวเตอร์ลูกข่าย พร้อมจอภาพ

จำนวน 9 เครื่อง

แต่ละเครื่องประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

5.2.1 คอมพิวเตอร์แบบมินิพีซี

- หน่วยประมวลผล(CPU)แบบ Intel Core Ultra 5 125H with Intel AI Boost (1.2GHz, up to 4.5GHz) เทียบเท่า หรือดีกว่า
- 2 x DDR5-5600 SODIMMS
- การแสดงผลกราฟิกเป็นแบบ Integrated Graphics: Intel Arc Graphics หรือดีกว่า
- หน่วยความจำ RAM 16GB DDR5-5600 SODIMM (แยกติดตั้งได้)
- หน่วยจัดเก็บข้อมูลหลัก แบบ NVMe SSD ขนาด 500 GB (แยกติดตั้งได้)
- เพิ่มเติมได้ด้วยพอร์ต M.2 อีกช่อง (หรือดีกว่า)
- มีพอร์ตบริการ และรองรับการต่อขยาย ตามรายการต่อไปนี้หรือดีกว่า
- 1 x M.2 2280 PCIe Gen4x4, supports 128GB~4TB NVMe SSD
- 1 x M.2 2242 PCIe Gen4x4, supports 128GB~2TB NVMe SSD
- 1 x Thunderbolt 4 Type-C w/ DisplayPort 1.4



- 1 x USB 3.2 Gen2x2 Type-C
- 3 x USB 3.2 Gen2 Type-A
- 1 x USB 2.0 Type-A
- 2 x HDMI 2.1 (TMDS)
- การเชื่อมต่อเครือข่ายเป็นแบบ Intel® Ethernet Controller 1226-V/LM, 2.5G (สำหรับสาย LAN)
- และ Intel® Wi-Fi 6E AX211 (สำหรับไร้สาย)หรือดีกว่า
- มีระบบ Bluetooth 5.3 สำหรับการเชื่อมต่อไร้สาย หรือดีกว่า
- พาวเวอร์ซัพพลายขนาด 19VDC, 6.32A, 120W Power Adapter หรือดีกว่า
- ระบบปฏิบัติการ : DOS (ไม่มีระบบปฏิบัติการติดตั้งมาให้) มีขนาดไม่ต่ำกว่า 23" หรือใหญ่กว่า

5.2.2 จอแสดงผล (Monitor)

- ขนาดไม่ต่ำกว่า 23" มีคุณสมบัติดังนี้หรือดีกว่า
- รีเฟรชเรต 120Hz ความละเอียด FHD (1920 x 1080) พาแนล IPS ตอบสนองที่ 1ms (MPRT) Smooth Motion, Adaptive Sync เพื่อการเล่นเกม
- เทคโนโลยี Eye Care Plus Blue Light Filter, Flicker Free เคลือบสาร antibacterial เพื่อความปลอดภัย

6. อุปกรณ์ประกอบ

จำนวน 1 ชุด


แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

6.1 จอมอนิเตอร์แบบสัมผัสสำหรับเชื่อมต่อในระดับอุตสาหกรรม (พร้อมสายเชื่อมต่อ)

จำนวน 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

- เป็นจอมอนิเตอร์แบบสัมผัสสำหรับเชื่อมต่อในระดับอุตสาหกรรมขนาดไม่น้อยกว่า 4.2 นิ้ว
- จอทัชสกรีน ใช้งานด้วยหน้าจอสี แบบสัมผัส
- รองรับการเชื่อมต่อกับ PLC ผ่านพอร์ต RS-232, RS-422/485 และ USB
- สามารถโหลดหรือดึงข้อมูลผ่าน USB flash drive ได้โดยตรง
- ตัวเครื่องใช้ไฟ DC 24 โวลต์
- มีระดับการป้องกันฝุ่นน้ำที่ IP65
- ออกแบบหน้าจอสามารถทำผ่านซอฟต์แวร์ GT Works3 ได้ทันที



6.2 Software สำหรับสร้างการควบคุม PLC

จำนวน 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

- 6.2.1 ซอฟต์แวร์ที่ใช้กับ PLC (ที่ระบุตามข้อ 1) จำนวน 10 ชุด
- สามารถตัดการเขียน ภาษาตามมาตรฐาน IEC IEC 61131-3 LD (Ladder Diagram), ST (Structured Text) FBD (Function Block Diagram)
- มีฟีเจอร์การจัดการตัวแปรแบบ global และ local
- มีเครื่องมือออกแบบระบบที่ช่วยให้สามารถประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้โดยตรงภายในซอฟต์แวร์
- มีความสามารถในการเชื่อมต่อ และสร้างหน้าจอที่ทำงานกับระบบ HMI ได้

6.3 ชุดซอฟต์แวร์โฮสต์บน HMI SCADA ขั้นสูง

จำนวน 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

- เป็นชุดซอฟต์แวร์โฮสต์บน HMI SCADA ขั้นสูงที่ออกแบบมาสำหรับระบบปฏิบัติการ Microsoft,
- ชุดซอฟต์แวร์ของ MEIDS สามารถเชื่อมต่อ OPC, BACnet, Modbus และฐานข้อมูลแบบเปิดมาตรฐาน,
- ชุด ซอฟต์แวร์ ให้การเชื่อมต่อ ตั้งแต่ระบบ SCADA ในโรงงานและสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคาร ไปจนถึงระบบธุรกิจขององค์กร, ออกแบบมาเพื่อใช้ประโยชน์จาก เทคโนโลยี 64 บิตและ OPC UA,
- ซอฟต์แวร์ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงาน ผู้บริหาร และผู้เชี่ยวชาญด้านไอที สามารถรวมข้อมูลการผลิต พลังงาน และธุรกิจแบบเรียลไทม์ เข้าไว้ในแดชบอร์ดแสดงผลบนเว็บที่มีความปลอดภัยและเป็นหนึ่งเดียว สามารถใช้กับ Tag ไม่ต่ำกว่า 64 Tag

6.4 ชุดซอฟต์แวร์สร้างและจำลองระบบของไหลส่งกำลัง

จำนวน 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

6.4.1 ซอร์ฟแวร์ออกแบบวงจรนิวเมติกส์ และ นิวเมติกส์ไฟฟ้า และ จำลองการทำงาน ลิขสิทธิ์

แต่ละชุดประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้หรือดีกว่า

- สามารถสร้างวงจรการทำงานของระบบนิวเมติกส์, นิวเมติกส์ไฟฟ้า โดยการเลือกตั้งสัญลักษณ์ของอุปกรณ์แต่ละตัว

- ตาม มาตรฐาน DIN และสามารถต่อวงจรเข้าด้วยกันได้ง่าย หรือดีกว่า
- สามารถใช้บนระบบปฏิบัติการ Windows ได้เป็นอย่างดี หรือดีกว่า
- วงจรนิวเมติกส์ที่เขียน สามารถสาคิการทํางานของวงจรด้วยการเคลื่อนไหวในสภาวะจริงกับความดัน อัตราไหล
- ความเร็วลูกสูบ กระแสไฟฟ้าและแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้
- สามารถออกแบบสัญลักษณ์วาล์วได้ เช่น จำนวนห้องวาล์ว เป็นต้น และสามารถจำลองการทำงานได้ หรือดีกว่า
- สามารถแสดงภาพอุปกรณ์กระบอกสูบ วาล์ว ตามชุดฝึกนิวเมติกส์ไฟฟ้า แสดงสอดคล้องกับสัญลักษณ์ของวงจร นิวเมติกส์หรือดีกว่า
- สามารถแสดงความหมายของชื่ออุปกรณ์และสัญลักษณ์
- สามารถต่อเชื่อมสัญญาณไฟฟ้าออกไปควบคุม อุปกรณ์ไฟฟ้าในชุดฝึกนิวเมติกส์ไฟฟ้าได้ โดยผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ
- สัญญาณดิจิทัลและอนาล็อก หรือดีกว่า
- สามารถขยายภาพเพื่อแสดงรายละเอียดตามต้องการและสั่งพิมพ์ได้โดยสะดวก
- สามารถ Import / Export เป็นไฟล์นามสกุล .DXF ได้ หรือดีกว่า
- ในรายการอุปกรณ์ มีหมวดของวาล์วที่เป็นสัญลักษณ์วาล์วแบบสมบูรณ์ และ แบบที่สามารถกำหนดจำนวนห้องวาล์ว และตัวควบคุมการทำงานของชุดวาล์วได้ หรือดีกว่า
- ออกแบบ และ จำลองวงจรนิวเมติกส์ และ นิวเมติกส์ไฟฟ้าได้ง่ายๆ โดยการ drag and Drop components จาก main Library
- มีลิขสิทธิ์ ที่แสดงจากอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ หรือ เอกสารรับรองจากบริษัทผู้ผลิต หรือดีกว่า

6.4.2 ซอร์ฟแวร์ออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์และไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า และ จำลองการทำงาน จำนวน 1 ลิขสิทธิ์

- ออกแบบ และ จำลองวงจรไฮดรอลิกส์และไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า ได้ง่ายๆ โดยการ drag and Drop components จาก main Library
- สามารถส่งสัญญาณผ่านฮาร์ดแวร์ที่เชื่อมต่อหรือจากโปรแกรมอื่น ๆ ได้ ผ่านทาง OPC-server หรือ EzOP

6.4.3 ซอร์ฟแวร์ออกแบบวงจรไฟฟ้า และ จำลองการทำงาน จำนวน 1 ลิขสิทธิ์

- ออกแบบ และ จำลองวงจรไฟฟ้า ได้ง่ายๆ โดยการ drag and Drop components จาก main Library
- มีลิขสิทธิ์ ที่แสดงจากอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ หรือ เอกสารรับรองจากบริษัทผู้ผลิต หรือดีกว่า

6.5 ชุดฝึก STEM สาขาวิศวกรรมชีวภาพ (Bioengineering) จำนวน 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยคุณสมบัติและอุปกรณ์ดังนี้ หรือดีกว่า

- เป็นชุดฝึกพื้นฐาน STEM งานสร้างเครื่องกลเลียนแบบการเคลื่อนที่ของสัตว์ ชุดสร้างการ
- เคลื่อนที่เลียนแบบสัตว์อย่างน้อย 3 ชนิด หรือดีกว่า

- มีเอกสารใบงานการสอน การสร้างแนวคิดการสร้างเทคนิคทางกลเลียนแบบสัตว์หรือดีกว่า
 - ชุดฝึกสามารถควบคุมด้วยสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตที่มี WLAN ได้ หรือดีกว่า
 - ชุดฝึกสามารถการควบคุมหุ่นยนต์ไมโครนิกทั้งสามแบบได้อย่างง่ายดายผ่านทางเว็บอินเทอร์เน็ตเฟส
 - แบบกราฟิกโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม หรือดีกว่า
 - มีหน่วยควบคุม จำนวน 1 ชุด
 - มีไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 with 32 bit Arduino
 - สามารถใช้โปรแกรมที่มีอินเทอร์เน็ตเฟส การเขียนโปรแกรมแบบ Arduino ได้
 - สื่อสารผ่าน Wifi หรือดีกว่า
 - ใช้พลังงานแบตเตอรี่ขนาด 1.5 VDC จำนวน 4 ก้อน หรือดีกว่า
 - ควบคุมผ่าน Web Browser ได้ หรือดีกว่า
 - มีระบบดิจิทัลเซอร์โว จำนวน 3 ชุด หรือดีกว่า
 - มีระบบดิจิทัลเซอร์วอกันน้ำ จำนวน 1 ชุด หรือดีกว่า
- เป็นชุดฝึกที่สร้างมาเพื่อสนับสนุนแนวคิด STEM ทางเครื่องกลโดยเฉพาะ
- ต้องมีใบแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย แผนบมาพร้อมการเสนอราคา เพื่อรับรองการบริการ และ
 - การอบรมหลังการขาย

7. ผู้ขายจะต้องดำเนินการติดตั้งครุภัณฑ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

7.1 ประกอบติดตั้งอุปกรณ์ชุดทดลองฝึกการควบคุมพีแอลซีร่วมกับเซอร์โวมอเตอร์ลงบนแผงทดลองหรือกระเป่า

7.2 ติดตั้งสายนำสัญญาณควบคุมสำหรับอุปกรณ์เซอร์โวมอเตอร์ ให้เรียบร้อยพร้อมเดินสายไฟให้พร้อมใช้งาน

7.3 บรรจุชุดฝึกลงกระเป่าให้เรียบร้อย เพื่อการเคลื่อนย้ายได้สะดวก

7.4 ติดตั้งซอฟต์แวร์ลงในคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้กำหนดให้เรียบร้อยพร้อมใช้งาน

