

ขอบเขตของงาน หรือ รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

(Terms of Reference : TOR)

ชื่อรายการ ชุดทดสอบฝึกการควบคุมพีแอลซีร่วมกับเซอร์โวมอเตอร์ ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ๑ ชุด

1. ความเป็นมา

พีแอลซีเป็นเครื่องมือหลักที่ใช้ในการควบคุมทางอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลที่รวดเร็วและมีเสถียรภาพสูง มีอัตราการเสียหายต่ำ ดังนั้นจึงสามารถพบเห็นอุปกรณ์ดังกล่าวในโรงงานเกือบทุกโรงงาน การควบคุมพีแอลซีนับว่าแบ่งออกได้เป็นสี่ระดับของการควบคุมเรียงตามความสามารถในการสื่อสารตั้งแต่ระดับการควบคุมแบบหนึ่งต่อหนึ่งในที่ติดตั้งซึ่งเป็นการควบคุมแบบพื้นฐาน การควบคุมผ่านข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายแบบหลายจุดในที่ตั้ง การควบคุมระยะไกล จนถึงการใช้คอมพิวเตอร์ในระดับที่เครื่องจักรทำการสื่อสารและตัดสินใจเองได้ (Machine to Machine)

สำหรับภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลนั้น ยังไม่มีการเรียนการสอนรายวิชาที่มีองค์ความรู้ดังกล่าว อย่างจริงจังจากแต่เป็นหนึ่งในองค์ความรู้ในวิชา วท.325 นิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ มากกว่า 20 ปี ในการเรียนการสอนวิชานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาได้ใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์จริง ที่ใช้ในอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามเนื้อหาในรายวิชาสามารถครอบคลุมเนื้อหาการควบคุมด้วยพีแอลซีได้เพียงแต่การแนะนำพื้นฐานเท่านั้นยังไม่สามารถถอยจนนักศึกษาสามารถใช้เครื่องมือได้จริง ดังนั้นทางอาจารย์ผู้สอนจึงมีความคิดเห็นว่า เพื่อให้องค์ความรู้ในวิชาดังกล่าวนี้ครอบคลุมจนนักศึกษาสามารถมีความมั่นใจในการทำงานได้โดยตนเองจริงดังนั้นจึงจะทำการเปิดการเรียนการสอนเป็นอีกหนึ่งวิชา

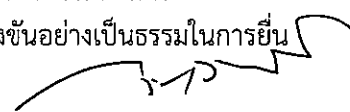
ทั้งนี้เพื่อตอบสนองการเรียนการสอน ระดับปริญญาตรีและการศึกษาหลังปริญญา สร้างคอร์สการอบรมพื้นฐานที่ตอบสนองกระบวนการเรียนต่อเนื่องตลอดชีวิต ตลอดจนใช้สำหรับนักศึกษาเพื่อร่วมประกมการแข่งขันในรายการคน อย่างน้อยสองภาคต่อปีการศึกษา

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อสร้างบัณฑิตของทางคณะให้มีจุดเด่น มีความสามารถที่จะใช้งานพีแอลซีในระดับการควบคุม ผ่านข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายแบบหนึ่งจุดถึงหลายจุดในที่ตั้ง ได้เป็นอย่างดี
- 2.2 เพื่อสร้างคอร์สการอบรมพื้นฐานที่ตอบสนองกระบวนการเรียนต่อเนื่องตลอดชีวิต
- 2.3 เพื่อสร้างคอร์สการอบรมองค์ความรู้ให้กับนักศึกษาที่สนใจ (ไม่จำกัดภาควิชา) เพื่อร่วมประกมการแข่งขัน ในรายการต่าง ๆ อย่างน้อยสองรายการต่อปีการศึกษา

3. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

1. มีความสามารถตามกฎหมาย
2. ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
3. ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
4. ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
5. ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหารผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
6. มีคุณสมบัติและไม่มียกเว้นต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
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 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และการส่งมอบสิ่งของตามสัญญาหรือข้อตกลงนี้ ไม่ว่าจะเป็นการส่งมอบเพียงครั้งเดียว หรือส่งมอบหลายครั้ง ผู้ขายจะต้องแจ้งกำหนดเวลาส่งมอบแต่ละครั้งโดยทำเป็นหนังสือนำไปยื่นต่อผู้ซื้อ คณะวิศวกรรมศาสตร์ 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. งานงานและการจ่ายเงิน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จะจ่ายค่าสิ่งของซึ่งได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม (ถ้ามี) ให้แก่ผู้ขาย เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบสิ่งของครบถ้วนตามสัญญาหรือข้อตกลงและคณะกรรมการได้ทำการตรวจรับมอบสิ่งของไว้เรียบร้อยแล้ว

9. ค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญาผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นรายวันอัตราร้อยละ 0.20 (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

10. การกำหนดระยะเวลาการรับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)

ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องของสิ่งของที่เกิดขึ้นภายในระยะเวลา.....1.....ปี นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ตรวจรับพัสดุได้ทำการตรวจรับพัสดุเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และหากมีเหตุชำรุดบกพร่องหรือเสียหายเกิดขึ้นภายในกำหนดระยะเวลาการรับประกัน ผู้ขายต้องรับทำการแก้ไขให้เป็นที่เรียบร้อยแล้วโดยไม่ชักช้า หากสิ่งของตามสัญญาหรือข้อตกลงนี้เกิดชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติ ผู้ขายจะต้องจัดการซ่อมแซมหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ติดตั้งเดิม 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 10 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

ชุดครุภัณฑ์ที่ใช้สำหรับสร้างร่องความรู้พื้นฐานในการควบคุมและการควบคุมแกนมอเตอร์ที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรมจริง ๆ รวมถึงการควบคุมชุด เซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้จริง ในระดับอุตสาหกรรม

คุณสมบัติทางเทคนิค

ชุดทดลองฝึกการควบคุมพีแอลซีร่วมกับเซอร์โวมอเตอร์ ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วย

1. ตัวพีแอลซี จำนวน 10 ตัว

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

1.1 พีแอลซีเป็นอุปกรณ์ประมาณผลหลักที่ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ได้รับการรับรองมาตรฐานคุณภาพอย่างน้อยหนึ่ง มาตรฐานตาม มอก และ/หรือ JIS และ/หรือ DIN และ/หรือ DIN และ/หรือ ISO



- 1.6 โปรเซสเซอร์ มีการประมวลผลที่เร็วสูง รองรับคำสั่งสูงสุด 34 ns 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 เพื่อเก็บข้อมูลหรืออัปเดตโปรแกรม
- 1.11 การเขียนโปรแกรม
- โปรแกรมเขียนหรือแก้ไข: สามารถเขียนโปรแกรมด้วยตัวอุปกรณ์เองในโปรแกรมในหลายภาษา เช่น Ladder Logic (LD), Structured Text (ST), และ Function Block Diagram (FBD)

2. ชุดเซอร์โวมอเตอร์

จำนวน 1 ชุด

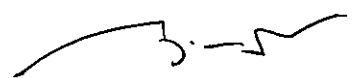
แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

2.1 เซอร์โวมอเตอร์ AC แบบโรตารี มีเบรก 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: 29 แอมแปร์
- โมเมนต์ความเฉื่อย: 9.48 กก·ม² (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. ชุดขับมอเตอร์ (Servo Amplifier)

จำนวน 12 ชิ้น

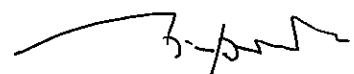
แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

3.1 ไดรเวอร์เซอร์โวที่ออกแบบมาเพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ในงานที่ต้องการความแม่นยำและความเร็วสูง -

- มีเอาต์พุตกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 600 วัตต์ รองรับการเชื่อมต่อไฟฟ้าแบบเฟสเดียว 200-240 โวลต์ AC -
- มีการตอบสนองความถี่ที่ 2.5 kHz ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตอบสนองของระบบ
- รองรับการเชื่อมต่อผ่าน CC-Link IE Field Network เพื่อให้สามารถควบคุมและตรวจสอบข้อมูลได้อย่างสะดวก
- มีฟังก์ชันการป้องกันการล้นเสทือน และการปรับตั้งค่าอัตโนมัติ ทำให้ใช้งานได้ง่ายและปลอดภัยสูงในระบบที่ซับซ้อน

3.2 เป็นเซอร์โวดрайเวอร์ (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

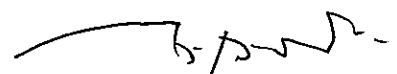
- การควบคุมแบบเวกเตอร์ (Vector Control)
- การชดเชยการหมุน (Rotation compensation)
- การชดเชยโหลดในทิศทางหมุนกลับ (Reverse load compensation)
- การเชื่อมต่อเครือข่าย: CC-Link, SSCNET II/H
- การควบคุมตำแหน่ง ความเร็ว และแรงบิด (Position, Speed, and Torque Control)

3.4 การเชื่อมต่อ

- การเชื่อมต่อนอเตอร์: ใช้งานร่วมกับเซอร์โวมอเตอร์
- อินเทอร์เฟซการควบคุม:
 - อินพุตดิจิทัล 16 ช่อง
 - อินพุตอนาล็อก 2 ช่อง
 - เอาต์พุตดิจิทัล 8 ช่อง
 - เอาต์พุตอนาล็อก 2 ช่อง

3.5 ระบบป้องกัน

- การป้องกันกระแสเกิน (Overcurrent Protection)
- การป้องกันแรงดันเกิน (Overvoltage Protection)
- การป้องกันอุณหภูมิเกิน (Overheat Protection)
- ระบบเตือนเมื่อมีข้อผิดพลาด (Error Alarm System)



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, วัสดุมาตรฐาน MISUMI
- การป้องกันฝุ่น (Protection) มีฝาครอบกันฝุ่นและระบบซีลแนวยาง

5. คอมพิวเตอร์

จำนวน 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

5.1 คอมพิวเตอร์กลาง พร้อมจอภาพแสดงผล

จำนวน 1 ชุด

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
- ช่อง Expansion 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 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

5.2.1 คอมพิวเตอร์แบบมินิพีซี

จำนวน 9 เครื่อง

หน่วยประมวลผล(CPU)แบบ Intel Core Ultra 5 125H with Intel AI Boost (1.2GHz, up to 4.5GHz), 18MB Intel Smart Cache) หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

- การแสดงผลกราฟิกเป็นแบบ Integrated Graphics: Intel Arc Graphics หรือดีกว่า
- หน่วยความจำ RAM 16GB DDR5-5600 SODIMM ซึ่งสามารถอัปเกรดได้สูงสุดถึง 96 GB หรือดีกว่า
- หน่วยจัดเก็บข้อมูลหลัก แบบ NVMe SSD ขนาด 500 GB และ ยังรองรับการติดตั้ง Dual Storage

เพิ่มเติมได้ด้วยพอร์ต M.2 อีกช่อง (หรือดีกว่า)

- มีพอร์ตบริการ และรองรับการต่อขยาย ตามรายการต่อไปนี้หรือดีกว่า

2 x DDR5-5600 SODIMMS

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

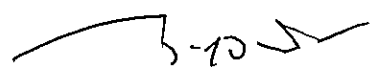
1 x USB 2.0 Type-A

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)

5.2.2 จอแสดงผล (Monitor) จำนวน 9 จอ

- ขนาดไม่ต่ำกว่า 23" มีคุณสมบัติดังนี้หรือดีกว่า
- รีเฟรชเรต 120Hz ความละเอียด FHD (1920 × 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
- มีระดับการป้องกันฝุ่นเข้าที่ IP65
- ออกแบบหน้าจอสามารถทำผ่านซอฟต์แวร์ GT Works3 ได้ทันที

6.2 ชุด Software ประกอบการทำงาน

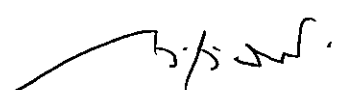
จำนวน 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

6.2.1 ชุดซอฟต์แวร์สำหรับการควบคุม จำนวน 10 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

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



6.2.2 ชุดซอฟต์แวร์โฮสต์บน HMI SCADA ขั้นสูง จำนวน 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

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

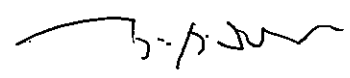
6.2.3 ชุดซอฟต์แวร์สร้างและจำลองระบบของไหลส่งกำลัง จำนวน 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ และ คุณสมบัติดังนี้

6.2.3.1 ซอร์ฟแวร์ออกแบบวงจรนิวเมติกส์ และ นิวเมติกส์ไฟฟ้า และ จำลองการทำงาน จำนวน 1 ลิขสิทธิ์

แต่ละชุดประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้หรือดีกว่า

- สามารถสร้างวงจรการทำงานของระบบนิวเมติกส์, นิวเมติกส์ไฟฟ้า โดยการเลือกตั้งสัญลักษณ์ของอุปกรณ์แต่ละตัว ตาม มาตรฐาน DIN และสามารถต่อวงจรเข้าด้วยกันได้ง่าย หรือดีกว่า
 - สามารถใช้บนระบบปฏิบัติการ Windows ได้เป็นอย่างดี หรือดีกว่า
 - วงจรนิวเมติกส์ที่เขียน สามารถสาธิตการทำงานของวงจรด้วยการเคลื่อนไหวในสภาวะจริงกับความดัน 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

6.2.3.2 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
- มีลิขสิทธิ์ ที่แสดงจากอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ หรือ เอกสารรับรองจากบริษัทผู้ผลิต หรือดีกว่า

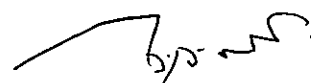
6.2.3.3 ซอร์ฟแวร์ออกแบบวงจรไฟฟ้า และ จำลองการทำงาน จำนวน 1 ลิขสิทธิ์

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

6.3 ชุดฝึก STEM สาขาวิศวกรรมชีวภาพ (Bioengineering) จำนวน 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วยคุณสมบัติและอุปกรณ์ดังนี้ หรือดีกว่า

- เป็นชุดฝึกพื้นฐาน STEM งานสร้างเครื่องกลเลียนแบบการเคลื่อนที่ของสัตว์ ชุดสร้างการเคลื่อนที่เลียนแบบสัตว์อย่างน้อย 3 ชนิด หรือดีกว่า
- มีเอกสารใบงานการสอน การสร้างแนวคิดการสร้างเทคนิคทางกลเลียนแบบสัตว์หรือดีกว่า
- ชุดฝึกสามารถควบคุมด้วยสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตที่มี WLAN ได้ หรือดีกว่า
- ชุดฝึกสามารถการควบคุมหุ่นยนต์ไบโอนิกทั้งสามแบบได้อย่างง่ายดายผ่านทางเว็บอินเตอร์เฟสแบบกราฟิกโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม หรือดีกว่า
- มีหน่วยควบคุม จำนวน 1 ชุด
- มีไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 with 32 bit Arduino
- สามารถใช้โปรแกรมที่มีอินเตอร์เฟส การเขียนโปรแกรมแบบ Arduino ได้
- สื่อสารผ่าน Wifi หรือดีกว่า
- ใช้พลังงานแบตเตอรี่ขนาด 1.5 VDC จำนวน 4 ก้อน หรือดีกว่า



แต่ละชุดประกอบด้วยคุณสมบัติและอุปกรณ์ดังนี้ หรือดีกว่า

- เป็นชุดฝึกพื้นฐาน STEM งานสร้างเครื่องกลเลียนแบบการเคลื่อนที่ของสัตว์ ชุดสร้างการเคลื่อนที่เลียนแบบสัตว์อย่างน้อย 3 ชนิด หรือดีกว่า
 - มีเอกสารใบงานการสอน การสร้างแนวคิดการสร้างเทคนิคทางกลเลียนแบบสัตว์หรือดีกว่า
 - ชุดฝึกสามารถควบคุมด้วยสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตที่มี WLAN ได้ หรือดีกว่า
 - ชุดฝึกสามารถการควบคุมหุ่นยนต์ไมโครนิกทั้งสามแบบได้อย่างง่ายดายผ่านทางเว็บอินเตอร์เฟซแบบกราฟิกโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม หรือดีกว่า
 - มีหน่วยควบคุม จำนวน 1 ชุด
 - มีไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 with 32 bit Arduino
 - สามารถใช้โปรแกรมที่มีอินเตอร์เฟซ 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
 - ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่าย จากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา
7. ผู้ขายจะต้องดำเนินการติดตั้งครุภัณฑ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้
- 7.1 ประกอบติดตั้งอุปกรณ์ชุดทดลองฝึกการควบคุมพีแอลซีร่วมกับเซอร์โวมอเตอร์ลงบนแผงทดลองหรือกระเปาะ
 - 7.2 ติดตั้งสายนำสัญญาณควบคุมสำหรับอุปกรณ์เซอร์โวมอเตอร์ ให้เรียบร้อยพร้อมเดินสายไฟให้พร้อมใช้งาน
 - 7.3 บรรจุชุดฝึกลงกระเปาะให้เรียบร้อย เพื่อการเคลื่อนย้ายได้สะดวก
 - 7.4 ติดตั้งซอฟต์แวร์ลงในคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้งานกำหนดให้เรียบร้อยพร้อมใช้งาน

