

## ร่างขอบเขตของงาน

สำหรับการซื้อ ชุดปฏิบัติการเครื่องป้อนเมล็ดพันธุ์ด้วยนวัตกรรมหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับพัฒนา  
ผลผลิตทางการเกษตร ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๑ ชุด

### ๑. ความเป็นมา

โดยการเปลี่ยนแปลงโลกในปัจจุบันเฉพาะแรงงานด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมด้านการเกษตร  
ต้องอาศัยแรงงานจากชาวต่างด้าวส่งผลต้องนำเข้าแรงงานจากต่างประเทศ อีกทั้งงานที่ทำเป็นงานที่ทำซ้ำและต้อง  
อาศัยความชำนาญ ด้วยการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่นำหุ่นยนต์เข้ามาในแทนในงานที่ทำซ้ำอีกทั้งต้องการการ  
ความถูกต้องและแม่นยำสูง การศึกษาการควบคุมแขนหุ่นยนต์ การเขียนโปรแกรม การดูแลซ่อมบำรุง รวมถึงการ  
ออกแบบและสร้างต้นแบบให้กับสมกับงานเกษตรเฉพาะด้านในแต่ละประเทศนั้น จึงจำเป็นต้องเรียนรู้และศึกษา  
จากต้นแบบที่ได้มีการคิดค้นพัฒนา วิจัยกระทั่งได้หุ่นยนต์ออกมาสู่การใช้งานจริง ด้วยสาขาวิชาวิศวกรรม  
อิเล็กทรอนิกส์ได้มีการปรับปรุงหลักสูตรเพื่อให้มีแนวทางเป็นไปตามเทคโนโลยี เพื่อจัดการเรียนการสอนให้นักศึกษามี  
ทักษะในการเขียนโปรแกรม การออกแบบวงจร การทดลองประกอบ สร้าง และทำต้นแบบของแขนหุ่นยนต์ หุ่นยนต์  
เพื่องาน เกษตร และหุ่นยนต์ด้านการแพทย์ ซึ่งนักศึกษาของเราโดยมากมาจากลูกเกษตรกรในภาคอีสาน โดยปัจจุบัน  
นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาได้นำความรู้ที่เรียนลงสู่การปฏิบัติจริง

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงมีการเปลี่ยนแปลงมาเรียนด้านวิศวกรรมหุ่นยนต์ การเขียน  
โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม หุ่นยนต์ด้านการมองเห็น อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง เหมือนข้อมูล การสร้างแบบ  
ประเมินข้อมูล หุ่นยนต์ในงานอุตสาหกรรม เป็นต้น เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมและการนำ  
เทคโนโลยีการควบคุมการทำงานอัตโนมัติในฟาร์มมาใช้โดยเฉพาะในระบบโรงเรือนขนาดใหญ่ โดยการเขียน  
โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ให้สามารถทำงานอัตโนมัติตามคำสั่งที่ออกแบบ อีกทั้งการจัดผังการทำงานของแขนหุ่นยนต์  
ในการทำงานสายพานการผลิตงานโรงเรือนแบบปิด ชุดฝึกปฏิบัติการนี้ทำให้นักศึกษาได้ทำงานบนสภาพการทำงาน  
จากของจริงเกิดความพร้อมในการทำงานจริงเมื่อลงพื้นที่และสามารถทำให้เกิดความคิดต่อยอดสู่การสร้างสิ่งประดิษฐ์  
หรือนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาให้กับถิ่นกำเนิดตนเอง ด้วยองค์ความรู้ที่ได้ศึกษา

ชุดฝึกนี้จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางการเรียนการสอน ที่เน้นสร้างทักษะปฏิบัติงานจริงให้  
สามารถควบคุมหุ่นยนต์ทำงานด้านการเกษตรและสร้างคุณค่าให้กับการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้งาน

### ๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ เพื่อจัดซื้อชุดฝึกด้านหุ่นยนต์เพื่องานเกษตรอัจฉริยะสำหรับเรียนรู้ ประกอบการศึกษาวิศวกรรม  
หุ่นยนต์ หุ่นยนต์สำหรับอุตสาหกรรม ระบบควบคุมงานอุตสาหกรรม หุ่นยนต์ในงานเกษตร อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง  
ในงานเกษตร เหมือนแร่ข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ในงานเกษตรและอุตสาหกรรม นักศึกษาชั้นปีที่ ๓  
และ ๔

๒.๒ เพื่อเป็นการสนับสนุนการเรียนรู้การออกแบบการเขียนโปรแกรมควบคุม การซ่อมบำรุง ระบบ  
การบรรจุเมล็ดพันธุ์ การบรรจุผลิตภัณฑ์ เข้าสู่แพคเกจ หรือการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนหุ่นยนต์ใน  
การจัดเก็บผลิตภัณฑ์ในโรงเรือนอัตโนมัติ

๒.๓ เพื่อสร้างบัณฑิตที่มีคุณสมบัติเป็นนักปฏิบัติที่จบการศึกษาสามารถปฏิบัติงานได้ทันทีและ  
มีความเป็นมืออาชีพ

๒.๔ เพื่อจัดทำหลักสูตรระยะสั้นในการถ่ายทอดการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ในงานเกษตร

๒.๕ เพื่อนำหุ่นยนต์จัดทำวิจัยในการสร้างต้นแบบใช้งานกับเกษตรมูลค่าสูงในโรงเรือนพืช และสัตว์

๒.๖ เพื่อปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนภาคปฏิบัติให้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีและ  
อุตสาหกรรมประเทศไทยที่นำหุ่นยนต์มาใช้งานร่วม

### ๓. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

- ๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย
- ๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- ๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- ๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- ๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- ๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- ๓.๗ เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- ๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในวันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- ๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
- ๓.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement: e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

### ๔. แบบรูปรายการ หรือคุณลักษณะเฉพาะ

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (ตามเอกสารแนบ)

### ๕. ระยะเวลาดำเนินการ

ภายใน ๑๘๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

### ๖. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

ภายใน ๑๘๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

### ๗. วงเงินในการจัดหา

เป็นจำนวนเงิน ๒,๐๐๐,๐๐๐ บาท (หกล้านบาทถ้วน)

### ๘. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- |                               |              |                     |
|-------------------------------|--------------|---------------------|
| ๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรินทร์ | อ่อนน้อม     | ประธานกรรมการ       |
| ๒. อาจารย์เอกชัย              | พื้อสันเทียะ | กรรมการ             |
| ๓. อาจารย์ ดร.วิญญู           | ศิลาบุตร     | กรรมการและเลขานุการ |

ศรีสมทบ  
10/1/25  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... (ผู้อนุมัติ)

(รองศาสตราจารย์ ดร.โมฆิต ศรีภูธร)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

สำหรับการซื้อ ชุดปฏิบัติการเครื่องป้อนเมล็ดพันธุ์ด้วยนวัตกรรมหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับพัฒนา  
ผลผลิตทางการเกษตร ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

๑.๑. ชุดจ่ายป้อนเมล็ดพันธุ์อัตโนมัติ จำนวน ๑ ชุด

๑.๑.๑ เครื่องป้อนเมล็ดพันธุ์ จำนวน ๒ ชุด

๑) มีหน้าจอแสดงจำนวนเมล็ดที่ถูกจ่ายออกไปจากเครื่องป้อนแบบ LED ๗-Segment  
ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๑๐x๒๕๐ มม.

๒) มีหลอดไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของชุดจ่ายป้อนเมล็ดพันธุ์อัตโนมัติ

๑.๑.๒ ตู้ควบคุมระบบจ่ายเมล็ดพันธุ์ จำนวน ๑ ชุด

๑) แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด ๒๔ VDC ๕A จำนวน ๑ ชุด มีระบบป้องกันการ  
ลัดวงจรภาคเอาต์พุต

๒) เซอร์คิตเบรกเกอร์ จำนวน ๑ ชุด

๓) มีฟิวส์ป้องกันการลัดวงจรภาคแรงดันภาค ๒๒๐VAC จำนวน ๑ ชุด

๔) สวิตช์ปุ่มกด จำนวน ๓ ตัว

๕) สวิตช์ปุ่มบิด จำนวน ๑ ตัว

๖) สวิตช์ฉุกเฉิน จำนวน ๑ ตัว

๗) หลอดไฟ LED จำนวน ๓ ตัว

๘) ชุดควบคุมการทำงานด้วยระบบ PLC จำนวน ๑ ชุด

๘.๑) เป็นชุดทดลองสำหรับการเรียนรู้ทางด้านโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

๘.๒) มีจำนวนจุดต่อภาคอินพุต ไม่น้อยกว่า ๑๖ จุด

๘.๓) มีจำนวนจุดต่อภาคเอาต์พุต ไม่น้อยกว่า ๑๖ จุด

๘.๔) มีเอาต์พุตแบบรีเลย์

๘.๕) รองรับสัญญาณ High Speed Pulse อินพุต ไม่น้อยกว่า ๘ ช่อง

๘.๖) มีช่องสื่อสารข้อมูลแบบ Ethernet พร้อมรองรับการสื่อสารแบบ SLMP,

Modbus TCP และ CC-Link IE Field Basic ภายในตัว

๘.๗) มีช่องสื่อสารข้อมูลแบบ RS๔๘๕ พร้อมรองรับการสื่อสารแบบ

ModbusRTU

๘.๘) มีขนาดหน่วยความจำของโปรแกรมอย่างน้อย ๖๔K step

๘.๙) รับสัญญาณไฟเลี้ยงขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐๐ VAC ถึง ๒๔๐ VAC

๘.๑๐) มีแหล่งจ่ายไฟภายในขนาดไม่น้อยกว่า ๒๔ VDC ๔๐๐ mA

๘.๑๑) มีจำนวนจุดต่ออนาล็อกอินพุตไม่น้อยกว่า ๒ จุด

๘.๑๒) มีจำนวนจุดต่ออนาล็อกเอาต์พุต ไม่น้อยกว่า ๑ จุด

๘.๑๓) มีช่องสำหรับใส่ SD Memory Card อย่างน้อย ๑ ช่อง

๘.๑๔) มีสวิตช์สำหรับเลือกการทำงานให้อยู่ในโหมด RUN และ STOP และ

RESET

๘.๑๕) มีช่องExpansion adapter สำหรับต่อโมดูลเสริมภายนอกเพิ่มเติม

- ๙) หน้าจอสั่งงานและแสดงผลแบบสัมผัส จำนวน ๑ ชุด
- ๙.๑) เป็นอุปกรณ์แสดงผลชนิด TFT color LCD
  - ๙.๒) ขนาดหน้าจอตามแนวทแยงมุมไม่น้อยกว่า ๕ นิ้ว
  - ๙.๓) ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๓๒๐ x ๒๔๐ พิกเซล
  - ๙.๔) หน่วยความจำสำหรับการจัดเก็บภายใน (ROM) ไม่น้อยกว่า ๓๒ เมกะไบต์
  - ๙.๕) หน่วยความจำสำหรับการประมวลผล (RAM) ไม่น้อยกว่า ๘๐ เมกะไบต์
  - ๙.๖) รองรับการเชื่อมต่อแบบ RS-๒๓๒ และ RS ๔๘๕, Ethernet และ USB

- ๑.๑.๓ ชุดโครงฐานยึดแบบอลูมิเนียมโปรไฟล์ จำนวน ๑ ชุด
- ๑) แผงอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาดไม่น้อยกว่า ๘๐๐ x ๘๐๐ x ๓๐ มม.
  - ๒) โครงสร้างโดยรวมทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๐ x ๓๐ มม.
  - ๓) มีล้อ ๔ ล้อ
  - ๔) สามารถล็อกและปรับตั้งระดับได้

๑.๒ ชุดหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับหยอดเมล็ดพันธุ์ จำนวน ๑ ชุด

- ๑.๒.๑ ชุด Tool Change จำนวน ๑ ชุด
- ๑) ฐานวาง Tool Change
  - ๒) ชุด Tool แหวกดินเพื่อหยอดเมล็ด
  - ๓) Tool Suction Cup เพื่อดูดเมล็ดพันธุ์

- ๑.๒.๒ ชุดวาล์วควบคุมระดับความดันลม จำนวน ๑ ชุด
- ๑) Pressure regulator valve
  - ๒) Filter and water separate
  - ๓) Pressure gauge

- ๑.๒.๓ ชุดโครงฐานยึดแบบอลูมิเนียมโปรไฟล์ จำนวน ๑ ชุด
- ๑) แผงอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาดไม่น้อยกว่า ๘๐๐ x ๘๐๐ x ๓๐ มม.
  - ๒) โครงสร้างโดยรวมทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาดไม่เล็กกว่า ๓๐ x ๓๐ มม.
  - ๓) มีล้อ ๔ ล้อ
  - ๔) สามารถล็อกและปรับตั้งระดับได้

- ๑.๒.๔ หุ่นยนต์แขนกลอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ชุด

- ๑) ระยะเวลาทำงานของแขนกลมีรายละเอียดดังนี้
- ๑.๑) แกนที่ ๑ ขอบเขตการเคลื่อนที่แบบหมุนไม่น้อยกว่า  $\pm ๑๗๐^{\circ}$
  - ๑.๒) แกนที่ ๒ ขอบเขตการเคลื่อนที่ไปด้านหน้า/หลังอยู่ระหว่างไม่น้อยกว่า

- ๑๐๐° ~ ๘๐°

- ๑.๓) แกนที่ ๓ ขอบเขตการเคลื่อนที่ขึ้น/ลงอยู่ระหว่างไม่น้อยกว่า  $-๑๓๖^{\circ} \sim ๗๐^{\circ}$
- ๑.๔) แกนที่ ๔ ขอบเขตการเคลื่อนที่แบบหมุนไม่น้อยกว่า  $\pm ๑๙๐^{\circ}$
- ๑.๕) แกนที่ ๕ ขอบเขตการเคลื่อนที่แบบหมุนไม่น้อยกว่า  $\pm ๑๒๐^{\circ}$
- ๑.๖) แกนที่ ๖ ขอบเขตการเคลื่อนที่แบบหมุนไม่น้อยกว่า  $\pm ๓๖๐^{\circ}$

๒) ความเร็วสูงสุดของแขนกลมีรายละเอียดดังนี้

- ๒.๑) แกนที่ ๑ ความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า ๒๘๐° ต่อวินาที
- ๒.๒) แกนที่ ๒ ความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า ๒๓๐° ต่อวินาที
- ๒.๓) แกนที่ ๓ ความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า ๒๘๐° ต่อวินาที
- ๒.๔) แกนที่ ๔ ความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า ๓๘๐° ต่อวินาที
- ๒.๕) แกนที่ ๕ ความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า ๓๙๐° ต่อวินาที
- ๒.๖) แกนที่ ๖ ความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า ๕๘๐° ต่อวินาที

๓) ความสามารถในการทำงานซ้ำของตำแหน่ง(Position Repeatability) ไม่น้อยกว่า

±๐.๐๒ mm

๔) ระยะเอี่ยมไกลสุดของปลายแกนไม่น้อยกว่า ๐.๗ เมตร

๕) สามารถติดตั้งแขนกลแบบ Floor, Wall ได้

๖) สามารถรับน้ำหนัก (Max. Play Load) ได้ไม่น้อยกว่า ๗ กิโลกรัม

๗) สามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิไม่น้อยกว่า ๐ องศาเซลเซียส

ถึง ๔๐ องศาเซลเซียส

๘) มีโซลินอยด์วาล์วควบคุมลม สำหรับต่อกับอุปกรณ์เสริมติดตั้งภายในตัวแขนหุ่นยนต์

ไม่น้อยกว่า ๒ ตัว

๙) มีมาตรฐาน IP๖๗

๑๐) ชุดควบคุมแขนกล (Controller)

๑๐.๑) สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้ ๖ แกน ต่อแขนกล ๑ ตัว

๑๐.๒) สามารถโปรแกรมแขนกล ได้ ๒ วิธี Teaching และ Offline

Programming

๑๐.๓) มีหน่วยความจำภายในไม่น้อยกว่า ๒๕๖ MB

๑๐.๔) สามารถต่อขยายหน่วยความจำภายนอกได้โดยผ่าน USB และ Flash Drive

๑๐.๕) มีหน่วยความจำภายนอกที่ติดตั้งมาเบื้องต้นไม่น้อยกว่า ๑ GB

๑๐.๖) สามารถเพิ่มแผงวงจรเสริมสำหรับติดตั้งกับช่องเสียบสำหรับอุปกรณ์เสริม

(Optional Slot)ได้ดังนี้

๑๐.๖.๑) แผงวงจร Profibus แบบ Master/Slave สำหรับการสื่อสาร

แบบ Profibus

๑๐.๖.๒) แผงวงจร CC-Link

๑๐.๖.๓) แผงวงจร รับ/ส่ง สัญญาณแบบดิจิทัล (Digital I/O) ชนิด NPN

หรือ PNP

๑๐.๖.๔) แผงวงจร Ethernet IP แบบ Master/Slave

๑๐.๖.๕) Zeroing Pin and Zeroing block Tool

๑๑) มีแป้นควบคุมที่สามารถสอนและบันทึกการทำงานได้ (Teach Pendant)

๑๑.๑) หน้าจอแสดงผลชนิด LCD, TouchPanel ขนาดไม่น้อยกว่า ๕ นิ้ว

๑๑.๒) สายเคเบิลของแป้นควบคุม มีความยาวไม่น้อยกว่า ๔ เมตร

๑๑.๓) มี One - handed Deadman Switch (Left hand side)

๑๑.๔) มีช่องต่อสายสัญญาณ Ethernet /IP Board หรือ มากกว่า

๑๑.๕) มีช่องเสียบสำหรับอุปกรณ์เสริม (Optional Slot) เพื่อเพิ่มความสามารถของระบบรองรับการทำงานได้อย่างน้อย ๒ Slot

๑๑.๖) สามารถรองรับอุปกรณ์ตรวจจับ Vision Sensors, Force Sensors ได้

๑๑.๗) สามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิไม่น้อยกว่า ๐ - ๔๐ องศา

เซลเซียส

๑๑.๘) สามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสัมพัทธ์ไม่น้อยกว่า ๒๐ % -

๘๕ %

๑๒) โปรแกรมจำลองการทำงานร่วมกับหุ่นยนต์ จำนวน ๕๐ ชุด

๑๒.๑) โปรแกรม simulation สามารถรองรับทำงานได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า ๕๐

User

๑๒.๒) โปรแกรม simulation สามารถออกแบบการวางตำแหน่งของหุ่นยนต์และ

อุปกรณ์ได้

๑๒.๓) โปรแกรมสามารถ Export เป็น Video หรือ.PRT ได้

๑๒.๔) มี Library Robot

๑๒.๕) โปรแกรมสามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows ๑๐

Professional ๖๔ Bit

๑๒.๖) สามารถนำเข้าไฟล์ ๓ มิติ จากโปรแกรม ๓D Studio และ Autodesk และ CATIA V๔ to V๖ และ SolidWorks up to ๒๐๑๖ และ STEP file และ Siemens PLM Software NX Part และ IGES และ STEP และ DXF และ VRML และ STL

๑.๒.๕) กล้องจับภาพพร้อมเลนส์ จำนวน ๑ ชุด

๑) ความละเอียดของกล้อง มีขนาดไม่น้อยกว่า ๒๔๔๘ x ๒๐๔๘ พิกเซล

๒) ขนาดของเซนเซอร์มีขนาดไม่น้อยกว่า ๒/๓ นิ้ว

๓) หน่วยวัดการจับภาพไม่น้อยกว่า ๒๓ FPS

๔) กล้องสามารถตรวจสอบ สีและขาวดำ ได้

๕) Lens Mount เป็นแบบ C

๖) การเชื่อมต่อ : ๑ opto-isolated input + ๑ opto-isolated output + ๑ GPIO

๗) มีโปรแกรมสำหรับการใช้งาน

๑.๓) ชุดสถานีบรรจุภาคเพาะเมล็ดพันธุ์ จำนวน ๑ ชุด

๑.๓.๑) ชุดจ่ายภาคอัตโนมัติ จำนวน ๑ ชุด

๑) แมกกาซีนสำหรับใส่ภาคเพาะเมล็ดพันธุ์ สามารถบรรจุภาคได้ไม่น้อยกว่า ๔ ภาค

๒) โหมด Reload สามารถบรรจุภาคด้วยการวางจากด้านบนแล้วภาคจะเลื่อนลงโดย

อัตโนมัติ

๓) โหมด Upload เมื่อทำการหยิบภาคด้านบนสุดออกโดย ภาคจะเลื่อนขึ้นแบบอัตโนมัติ

๔) อุปกรณ์ Photo Sensor ตรวจสอบภาคด้านบน

๑.๓.๒) ชุดโครงสร้างยึดแบบอลูมิเนียมโปรไฟล์ จำนวน ๑ ชุด

๑) แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ด้านบน ขนาดไม่น้อยกว่า ๘๐๐ x ๘๐๐ x ๖ มม.

๒) โครงสร้างโดยรวมทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๐ x ๓๐ มม.

๓) มีล้อ ๔ ล้อ

๔) สามารถล็อกและปรับตั้งระดับได้

๑.๔ ชุดสถานีวิเคราะห์ภาคเพาะเมล็ดพันธุ์

จำนวน ๑ ชุด

๑.๔.๑ หุ่นยนต์แขนกลอุตสาหกรรม จำนวน ๑ ชุด

๑) ระยะเวลาการทำงานของแขนกลมีรายละเอียดดังนี้

๑.๑) แกนที่ ๑ ขอบเขตการเคลื่อนที่แบบหมุนไม่น้อยกว่า  $\pm ๑๗๐^{\circ}$

๑.๒) แกนที่ ๒ ขอบเขตการเคลื่อนที่ไปด้านหน้า/หลังอยู่ระหว่างไม่น้อยกว่า

$๑๐๐^{\circ} \sim ๘๐^{\circ}$

๑.๓) แกนที่ ๓ ขอบเขตการเคลื่อนที่ขึ้น/ลงอยู่ระหว่างไม่น้อยกว่า  $-๑๓๖^{\circ} \sim ๗๐^{\circ}$

๑.๔) แกนที่ ๔ ขอบเขตการเคลื่อนที่แบบหมุนไม่น้อยกว่า  $\pm ๑๙๐^{\circ}$

๑.๕) แกนที่ ๕ ขอบเขตการเคลื่อนที่แบบหมุนไม่น้อยกว่า  $\pm ๑๒๐^{\circ}$

๑.๖) แกนที่ ๖ ขอบเขตการเคลื่อนที่แบบหมุนไม่น้อยกว่า  $\pm ๓๖๐^{\circ}$

๒) ความเร็วสูงสุดของแขนกลมีรายละเอียดดังนี้

๒.๑) แกนที่ ๑ ความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า  $๒๘๐^{\circ}$  ต่อวินาที

๒.๒) แกนที่ ๒ ความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า  $๒๓๐^{\circ}$  ต่อวินาที

๒.๓) แกนที่ ๓ ความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า  $๒๘๐^{\circ}$  ต่อวินาที

๒.๔) แกนที่ ๔ ความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า  $๓๘๐^{\circ}$  ต่อวินาที

๒.๕) แกนที่ ๕ ความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า  $๓๙๐^{\circ}$  ต่อวินาที

๒.๖) แกนที่ ๖ ความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า  $๕๘๐^{\circ}$  ต่อวินาที

๓) ความสามารถในการทำงานซ้ำของตำแหน่ง (Position Repeatability) ไม่น้อยกว่า

$\pm ๐.๐๒ \text{ mm}$

๔) ระยะเอื้อมไกลสุดของปลายแกนไม่น้อยกว่า ๐.๗ เมตร

๕) สามารถติดตั้งแขนกลแบบ Floor, Wall ได้

๖) สามารถรับน้ำหนัก (Max. Play Load) ได้ไม่น้อยกว่า ๗ กิโลกรัม

๗) สามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิไม่น้อยกว่า ๐ องศาเซลเซียส ถึง

๔๐ องศาเซลเซียส

๘) มีโซลินอยด์วาล์วควบคุมลม สำหรับต่อกับอุปกรณ์เสริมติดตั้งภายในตัวแขนหุ่นยนต์

ไม่น้อยกว่า ๒ ตัว

๙) มีมาตรฐาน IP๖๗

๑๐) ชุดควบคุมแขนกล (Controller)

๑๐.๑) สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้ ๖ แกน ต่อแขนกล ๑ ตัว

๑๐.๒) สามารถโปรแกรมแขนกล ได้ ๒ วิธี Teaching และ Offline

Programming

๑๐.๓) มีหน่วยความจำภายในไม่น้อยกว่า ๒๕๖ MB

๑๐.๔) สามารถต่อขยายหน่วยความจำภายนอกได้โดยผ่าน USB และ Flash

Drive

๑๐.๕) มีหน่วยความจำภายนอกที่ติดตั้งมาเบื้องต้นไม่น้อยกว่า ๑ GB

๑๐.๖) สามารถเพิ่มแผงวงจรเสริมสำหรับติดตั้งกับช่องเสียบสำหรับอุปกรณ์เสริม

(Optional Slot) ได้ดังนี้

๑๐.๖.๑) แผงวงจร Profibus แบบ Master/Slave สำหรับการสื่อสาร

แบบ Profibus



- ๑๐.๖.๒) แผงวงจร CC-Link
- ๑๐.๖.๓) แผงวงจร รับ/ส่ง สัญญาณแบบดิจิตอล (Digital I/O) ชนิด NPN หรือ PNP
- ๑๐.๖.๔) แผงวงจร Ethernet IP แบบ Master/Slave
- ๑๐.๖.๕) Zeroing Pin and Zeroing block Tool
- ๑๑) มีแป้นควบคุมที่สามารถสอนและบันทึกการทำงานได้ (Teach Pendant)
  - ๑๑.๑) หน้าจอแสดงผลชนิด LCD, Touch Panel ขนาดไม่น้อยกว่า ๕ นิ้ว
  - ๑๑.๒) สายเคเบิลของแป้นควบคุม มีความยาวไม่น้อยกว่า ๔ เมตร
  - ๑๑.๓) มี One - handed Deadman Switch (Left hand side)
  - ๑๑.๔) มีช่องต่อสายสัญญาณ Ethernet /IP Board
  - ๑๑.๕) มีช่องเสียบสำหรับอุปกรณ์เสริม (Optional Slot) เพื่อเพิ่มความสามารถของระบบรองรับการทำงานได้อย่างน้อย ๒ Slot
    - ๑๑.๖) สามารถรองรับอุปกรณ์ตรวจวัด Vision Sensors, Force Sensorsได้
    - ๑๑.๗) สามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิไม่น้อยกว่า ๐ - ๔๐ องศาเซลเซียส
    - ๑๑.๘) สามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสัมพัทธ์ไม่น้อยกว่า ๒๐ % - ๘๕ %
- ๑๒) โปรแกรมจำลองการทำงานร่วมกับหุ่นยนต์ จำนวน ๕๐ ชุด
  - ๑๒.๑) โปรแกรม simulation สามารถรองรับทำงานได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า ๕๐ User
  - ๑๒.๒) โปรแกรม simulation สามารถออกแบบการวางตำแหน่งของหุ่นยนต์และอุปกรณ์ได้
    - ๑๒.๓) โปรแกรมสามารถ Export เป็น Video หรือ.PRT ได้
    - ๑๒.๔) มี Library Robot
    - ๑๒.๕) โปรแกรมสามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows ๑๐ Professional ๖๔ Bit
    - ๑๒.๖) สามารถนำเข้าไฟล์ ๓ มิติ จากโปรแกรม ๓D Studio และ Autodesk และ CATIA V๔ to V๖ และ SolidWorks up to ๒๐๑๖ และ STEP file และ Siemens PLM Software NX Part และ IGES และ STEP และ DXF และ VRMLและ STL
- ๑๓.๔.๒) กล้องจับภาพพร้อมเลนส์ จำนวน ๑ ชุด
  - ๑) ความละเอียดของกล้อง มีขนาดไม่น้อยกว่า ๒๔๔๘ x ๒๐๔๘ พิกเซล
  - ๒) ขนาดของเซนเซอร์มีขนาดไม่น้อยกว่า ๒/๓ นิ้ว
  - ๓) หน่วยวัดการจับภาพไม่น้อยกว่า ๒๓ FPS
  - ๔) กล้องสามารถตรวจสอบ สีและขาวดำ ได้
  - ๕) Lens Mount เป็นแบบ C
  - ๖) การเชื่อมต่อ : ๑ opto-isolated input + ๑ opto-isolated output + ๑ GPIO
  - ๗) มีโปรแกรมสำหรับการใช้งาน

- ๑.๔.๓ มีชุดนิวแมติกส์ กริปเปอร์ หรือแวกคัม จำนวน ๑ ชุด  
๑) ชุดวาล์วควบคุมทิศทาง  
๒) วาล์ว ๕/๒ สั่งงานด้วยไฟฟ้าแรงดัน ๒๔V
- ๑.๔.๔ มีชุดวาล์วควบคุมระดับความดันลม จำนวน ๑ ชุด  
๑) Pressure regulator valve  
๒) Filter and water separate  
๓) Pressure gauge

- ๑.๕ ชุดสถานีพักกดเพาะเมล็ดพันธุ์ จำนวน ๑ ชุด  
๑.๕.๑ มีช่องใส่สำหรับพักกดเพาะเมล็ดพันธุ์ จำนวน ๑ ตัว  
๑.๕.๒ Photo Sensor ตรวจสอบกดด้านบน จำนวน ๑ ชุด  
๑.๕.๓ ชุดโครงฐานยึดแบบอลูมิเนียมโปรไฟล์ จำนวน ๑ ชุด  
๑) แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ด้านบน ขนาดไม่น้อยกว่า ๘๐๐ x ๘๐๐ x ๖ มม.  
๒) โครงสร้างโดยรวมทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๐ x ๓๐ มม.  
๓) มีล้อ ๔ ล้อ  
๔) สามารถล็อกและปรับตั้งระดับได้

๑.๖ ชุดสถานีหุ่นยนต์จัดเก็บกดเพาะเมล็ดพันธุ์ จำนวน ๑ ชุด

- ๑.๖.๑ สามารถติดตั้งได้ทั้งบนพื้นและเพดาน  
๑.๖.๒ สามารถใช้ในสภาพแวดล้อมที่มีละอองน้ำมันได้  
๑.๖.๓ แขนกลมี ๖ แขน  
๑.๖.๔ แขนที่ ๑ มีองศาการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า -๒๔๐ ถึง +๒๔๐  
๑.๖.๕ แขนที่ ๒ มีองศาการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า -๑๔๘ ถึง +๑๔๘  
๑.๖.๖ แขนที่ ๓ มีองศาการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า -๑๕๐ ถึง +๑๕๐  
๑.๖.๗ แขนที่ ๔ มีองศาการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า -๒๐๐ ถึง +๒๐๐  
๑.๖.๘ แขนที่ ๕ มีองศาการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า -๑๒๐ ถึง +๑๒๐  
๑.๖.๙ แขนที่ ๖ มีองศาการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า -๒๐๐ ถึง +๒๐๐  
๑.๖.๑๐ แขนที่ ๑ มีความเร็วการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๑๒๔ องศาต่อวินาที  
๑.๖.๑๑ แขนที่ ๒ มีความเร็วการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๑๒๔ องศาต่อวินาที  
๑.๖.๑๒ แขนที่ ๓ มีความเร็วการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๑๒๔ องศาต่อวินาที  
๑.๖.๑๓ แขนที่ ๔ มีความเร็วการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๒๙๗ องศาต่อวินาที  
๑.๖.๑๔ แขนที่ ๕ มีความเร็วการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๓๕๖ องศาต่อวินาที  
๑.๖.๑๕ แขนที่ ๖ มีความเร็วการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๓๖๐ องศาต่อวินาที  
๑.๖.๑๖ ระยะเอื้อมสูงสุดไม่น้อยกว่า ๐.๙ เมตร  
๑.๖.๑๗ ความเร็วสูงสุดของทุกแกนภายใต้สภาวะเงื่อนไขปกติมีความเร็วไม่น้อยกว่า ๑,๐๐๐

มิลลิเมตรต่อวินาที

- ๑.๖.๑๘ ความเร็วมาตรฐานของทุกแกนภายใต้สภาวะเงื่อนไขทำงานร่วมกับมนุษย์มีความเร็ว ๒๕๐

มิลลิเมตรต่อวินาที

- ๑.๖.๑๙ ความเร็วต่ำสุดของทุกแกนภายใต้สภาวะเงื่อนไขทำงานร่วมกับมนุษย์มีความเร็วไม่สูงกว่า

๕๐ มิลลิเมตรต่อวินาที

๑.๖.๒๐ แขนงรับภาระโหลดได้ไม่น้อยกว่า ๕ กิโลกรัม

๑.๖.๒๑ ความผิดพลาดของการทำซ้ำในการเคลื่อนไหวท่าทางไม่เกิน -๐.๐๓ มิลลิเมตรถึง +๐.๐๓

มิลลิเมตร

๑.๖.๒๒ อุณหภูมิสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานอยู่ระหว่างไม่น้อยกว่า ๐ ถึง ๔๐

องศาเซลเซียส

๑.๖.๒๓ ชุดควบคุมแขนกล (Controller) มีรายละเอียดดังนี้

๑) รองรับการควบคุมแขนกล ๖ แกน

๒) ความจุการโปรแกรมตำแหน่งได้ไม่น้อยกว่า ๓๙,๐๐๐ จุด

๓) ความจุจำนวนsteps ได้ไม่น้อยกว่า ๗๘,๐๐๐ สเต็ป

๔) ความจุจำนวนโปรแกรมได้ไม่น้อยกว่า ๕๑๒ โปรแกรม

๕) รองรับการต่อ Safety I/O ได้ไม่น้อยกว่า ๘ input และ ๔ output

๖) รับไฟ ๒๒๐ VAC

๗) โครงสร้างผลิตภัณฑ์ IP๒๐

๘) รองรับการใช้งานร่วมกับโปรแกรม RT Toolbox และ RT VisualBox ได้

๙) ใช้งานร่วมกับ Safety Extension Unit ได้

๑.๖.๒๔ ส่วน Safety Extension Unit

๑) ฟังก์ชันความปลอดภัย STO อยู่ภายใต้มาตรฐาน IEC ๖๐๒๐๔-๑ ที่สอดคล้องกับการหยุดในระดับ category ๐

๒) ฟังก์ชันความปลอดภัย SS๑ อยู่ภายใต้มาตรฐาน IEC ๖๐๒๐๔-๑ ที่สอดคล้องกับการหยุดในระดับ category ๑

๓) ฟังก์ชันความปลอดภัย SS๒ อยู่ภายใต้มาตรฐาน IEC ๖๐๒๐๔-๑ ที่สอดคล้องกับการหยุดในระดับ category ๒

๔) ฟังก์ชันความปลอดภัย SOS, SLS, SLP, และ STR ตรวจสอบความผิดพลาดได้จะทำให้ฟังก์ชันความปลอดภัย SS๑ ทำงานภายใต้มาตรฐาน EN ๖๑๘๐๐-๕-๒

๕) ประสิทธิภาพความปลอดภัยของ STO, SS๑, SS๒, SOS, SLS, SLP, และ STR อยู่ในระดับ SIL๒, PLd/Category ๓

๖) ประสิทธิภาพความปลอดภัยของ STO ทำให้อยู่ในระดับ SIL๓, PLe/Category ๔ ได้โดยการปรับพารามิเตอร์

๗) อัตราความล้มเหลวทางด้านความปลอดภัย (Dangerous Failure Rate) ของ STO เท่ากับ  $๑.๔๐ \times ๑๐^{-๗}$  [๑/ชั่วโมง]

๘) อัตราความล้มเหลวทางด้านความปลอดภัย (Dangerous Failure Rate) ของ SS๑, SS๒, SOS เท่ากับ  $๓.๔๒ \times ๑๐^{-๗}$  [๑/ชั่วโมง]

๙) อัตราความล้มเหลวทางด้านความปลอดภัย (Dangerous Failure Rate) ของ SLS เท่ากับ  $๓.๔๒ \times ๑๐^{-๗}$  [๑/ชั่วโมง]

๑๐) อัตราความล้มเหลวทางด้านความปลอดภัย (Dangerous Failure Rate) ของ SLP เท่ากับ  $๓.๔๒ \times ๑๐^{-๗}$  [๑/ชั่วโมง]

๑๑) อัตราความล้มเหลวทางด้านความปลอดภัย (Dangerous Failure Rate) ของ STR เท่ากับ  $๓.๖๒ \times ๑๐^{-๗}$  [๑/ชั่วโมง]

๑.๖.๒๕ กล้องจับภาพพร้อมเลนส์ จำนวน ๑ ชุด

- ๑) ความละเอียดของกล้อง มีขนาดไม่น้อยกว่า ๒๔๔๘ x ๒๐๔๘ พิกเซล
- ๒) ขนาดของเซนเซอร์มีขนาดไม่น้อยกว่า ๒/๓ นิ้ว
- ๓) หน่วยวัดการจับภาพไม่น้อยกว่า ๒๓ FPS
- ๔) กล้องสามารถตรวจสอบ สีและขาวดำ ได้
- ๕) Lens Mount เป็นแบบ C
- ๖) การเชื่อมต่อ : ๑ opto-isolated input + ๑ opto-isolated output + ๑ GPIO
- ๗) มีโปรแกรมสำหรับการใช้งาน

๑.๖.๒๖ มีชุดนิวแมติกส์ กริปเปอร์ หรือแวกคัม จำนวน ๑ ชุด

- ๑) ชุดวาล์วควบคุมทิศทาง
- ๒) วาล์ว ๕/๒ ทำงานด้วยไฟฟ้าแรงดัน ๒๔V

๑.๖.๒๗ มีชุดวาล์วควบคุมระดับความดันลม จำนวน ๑ ชุด

- ๑) Pressure regulator valve
- ๒) Filter and water separate
- ๓) Pressure gauge

๑.๖.๒๘ ชุดโครงสร้างยึดแบบอลูมิเนียมโปรไฟล์ จำนวน ๑ ชุด

- ๑) แผงอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาดไม่น้อยกว่า ๘๐๐ x ๘๐๐ x ๓๐ มม.
- ๒) โครงสร้างโดยรวมทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๐ x ๓๐ มม.
- ๓) มีล้อ ๔ ล้อ
- ๔) สามารถล็อกและปรับตั้งระดับได้

๑.๗ ชุดสถานีขึ้นวางลาดเพาะเมล็ดพันธุ์ จำนวน ๑ ชุด

๑.๗.๑ มีจำนวนชั้นพาเลท ๒x๒ ช่องวาง

๑.๗.๒ ชุดโครงสร้างยึดแบบอลูมิเนียมโปรไฟล์ จำนวน ๑ ชุด

- ๑) แผ่นติดตั้งอุปกรณ์ด้านบน ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๐๐ x ๘๐๐ x ๖ มม.
- ๒) โครงสร้างโดยรวมทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๐ x ๓๐ มม.
- ๓) มีล้อ ๔ ล้อ
- ๔) สามารถล็อกและปรับตั้งระดับได้

๑.๘ ชุดประมวลผลสำหรับควบคุมพร้อมโปรแกรม จำนวน ๔ ชุด

๑) รายละเอียดทั่วไป

๑.๑.๑) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีตัวเครื่องคอมพิวเตอร์, จอภาพ, เมาส์, แป้นพิมพ์ และ เมนบอร์ด อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันที่ติดเป็นการถาวรโดยมีเพียงเครื่องหมายการค้าเดียว

๑.๑.๒) เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจากสถาบันมาตรฐานดังต่อไปนี้ เป็นอย่างน้อย

- ๑) มาตรฐานการแผ่กระจายแม่เหล็กไฟฟ้า FCC
- ๒) มาตรฐานความปลอดภัย CE หรือ มาตรฐานความปลอดภัยVCCI หรือ มาตรฐานความปลอดภัย MET หรือ มาตรฐานความปลอดภัย UL
- ๓) มาตรฐานประหยัดพลังงาน Energy Star

๔) อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องรับประกันค่าแรงและอะไหล่ทุกชิ้นส่วนไม่น้อยกว่า ๑ ปี และมีบริการ ณ สถานที่ติดตั้ง (Onsite Service) อย่างน้อย ๑ ปีและเป็นเครื่องที่ออกแบบสำเร็จและประกอบเสร็จสมบูรณ์จากโรงงาน โดยมีเอกสารรับรองโรงงานประกอบของผลิตภัณฑ์ที่เสนอจากกระทรวงอุตสาหกรรม

๑.๒) คุณสมบัติพื้นฐาน

๑.๒.๑) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๖ แกนหลัก (๖ Core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๓.๐ GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน ๑ หน่วย

๑.๒.๒) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒ MB

๑.๒.๓) มีแผงวงจรหลัก Chipset H๔๑๐ หรือดีกว่า

๑.๒.๔) หน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า

๑) มีหน่วยแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักและมีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ

๒) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ

๓) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลัก แบบ Onboard Graphics ที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB

๑.๒.๕) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๖GB แบบ Dual Channel สามารถรับรองการขยายได้ไม่น้อยกว่า ๓๒ GB

๑.๒.๖) มี ชุดโปรแกรมระบบปฏิบัติการ แบบลิขสิทธิ์การใช้ OEM ชนิด Windows ๑๐ Professional แบบ ๖๔ Bit

๑.๒.๗) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB จำนวน ๑ หน่วย

๑.๒.๘) มี DVD Writer Drive เป็นแบบ SATA รองรับการใช้งานแบบ DVD RW หรือดีกว่า จำนวน ๑ หน่วย

๑.๒.๙) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ ๑๐/๑๐๐/๑๐๐๐ Mbps หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง

๑.๒.๑๐) มี Wireless Lan และ Bluetooth

๑.๒.๑๑) มีคีย์บอร์ดเป็นแบบ Standard มีตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษติดอยู่อย่างถาวร มีการเชื่อมต่อแบบ USB

๑.๒.๑๒) มีเมาส์เป็นแบบ Optical มีปุ่มกดไม่น้อยกว่า ๒ ปุ่มและมีปุ่ม Scroll มีการเชื่อมต่อแบบ USB

๑.๒.๑๓) มีพอร์ตเชื่อมต่อกับจอภาพไม่น้อยกว่า VGA และ HDMI รวมไม่น้อยกว่า ๒ ช่อง ติดตั้งมาจากเมนบอร์ด

๑.๒.๑๔) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอต้องมีช่องเชื่อมต่อแบบ PS/๒ ไม่น้อยกว่า ๒ ช่อง, แบบ USB ๒.๐ ไม่น้อยกว่า ๔ ช่อง, USB ๓.๐ หรือดีกว่าติดตั้งอยู่ด้านหน้า ไม่น้อยกว่า ๔ ช่อง

๑.๒.๑๕) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอต้องมีช่องเชื่อมต่อสัญญาณเสียงชนิด Line in, Line Out และ Microphone อย่างละ ๑ ช่อง รวม ๓ ช่อง หรือดีกว่า และมีช่อง Headphone และ Microphone ติดตั้งอยู่ด้านหน้าเครื่อง อย่างละ ๑ ช่อง รวม ๒ ช่องหรือดีกว่า

๑.๒.๑๖) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอต้องมีช่องเสียบขยายเพิ่มเติม (Expansion Slots) แบบ PCIe x๑๖ จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง, และแบบ M.๒ ไม่น้อยกว่า ๒ ช่อง

๑.๒.๑๗) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอต้องมี Power Supply ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๕๐ Watt หรือสูงกว่า

๑.๒.๑๘) มีจอภาพแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๑๙.๕ นิ้ว ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๑,๓๖๖ x ๗๖๘ โดยมีช่องเชื่อมต่อแบบ VGA (โดยมีอุปกรณ์แปลงพอร์ตเชื่อมต่อภายนอกเครื่องเป็น HDMI มาพร้อม) หรือ HDMI (โดยมีอุปกรณ์แปลงพอร์ตเชื่อมต่อภายนอกเครื่องเป็น VGA มาพร้อม) จำนวน ๑ หน่วย

๑.๒.๑๙) จอภาพต้องได้รับมาตรฐานการ TUV, Energy Star, CSA, และ EPEAT Rating

#### ๑.๙ โปรแกรมสำหรับควบคุมและแสดงผลการทำงานผ่านระบบอินเตอร์เน็ต จำนวน ๑ ชุด

๑.๙.๑) แพลตฟอร์มที่สามารถควบคุมระบบหุ่นยนต์ ระบบอัตโนมัติ และปัญญาประดิษฐ์เข้าด้วยกัน

๑.๙.๒) การเขียนโปรแกรมเป็นลักษณะ การลากและวางโมดูลไหนไปยังหน้าต่างการทำงาน

๑.๙.๓) เป็นโปรแกรมทางด้านปัญญาประดิษฐ์ที่ทำงานด้านการมองเห็นและรับรู้วัตถุอัจฉริยะที่ความแม่นยำ มีอัลกอริทึมที่หลากหลายสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้

๑.๙.๔) โปรแกรมสามารถนำไปใช้ในการศึกษาพื้นฐานหุ่นยนต์

๑.๙.๕) เป็นโปรแกรมด้านปัญญาประดิษฐ์ด้านการมองเห็นและรับรู้วัตถุอัจฉริยะ สามารถใช้งานควบคุมระบบหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมได้ในแพลตฟอร์มเดียวกัน

๑.๙.๖) โปรแกรมมีโมดูลชุดคำสั่ง

๑) โมดูลการเปิดการทำงานของชุดคำสั่งที่เชื่อมต่ออัตโนมัติ

๒) โมดูลการเปิดการทำงานของชุดคำสั่งที่เชื่อมต่อ

๓) โมดูลการแสดงผลข้อมูลและ สถานะเวลาและ รูปภาพจากการประมวลผลของชุดคำสั่ง

๔) โมดูลการหยุดรอก่อนทำงานชุดคำสั่งถัดไปที่เชื่อมต่อ

๕) โมดูลการตรวจสอบสถานะของข้อมูล

๖) โมดูลการรวมข้อมูลหรือ การทำงานของชุดคำสั่ง

๗) โมดูลแสดงผลข้อความที่ตั้งค่าไว้ และข้อความจากตัวแปรของชุดคำสั่ง

๘) โมดูลกำหนดค่าข้อมูล ให้เป็น ตัวเลข ข้อความ และ ตรรกะจริงเท็จ

๙) โมดูลแสดงผลข้อความที่ตั้งค่าไว้ และข้อความจากตัวแปรของชุดคำสั่ง

๑๐) โมดูลกำหนดค่าข้อมูล ให้เป็น ตัวเลข ข้อความ และตรรกะจริงเท็จ

๑๑) โมดูลตรวจสอบสถานะของข้อมูล

๑๒) โมดูลรอให้ชุดคำสั่ง ๒ ทาง ออกมาพร้อมกัน

๑๓) โมดูลเปิด - ปิดการเชื่อมต่อของเส้นข้อมูลโดยอาศัยสัญญาณที่เข้ามายังกล่อง

๑.๙.๗) โปรแกรมมีโมดูลชุดคำสั่งที่ทำงานด้านปัญญาประดิษฐ์ดังนี้

๑) โมดูลคำสั่งที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการตรวจหา ตรวจสอบ และ จัดหมวดหมู่ รูปภาพที่เข้ามายังชุดคำสั่ง

๒) โมดูลสอนให้ปัญญาประดิษฐ์รู้จักวัตถุที่ต้องการ สามารถวาดกรอบบนภาพรอบวัตถุนั้นๆ และสร้างกรอบที่มีป้ายกำกับว่าสิ่งนั้นคืออะไร

๑.๙.๘) โปรแกรมมีโมดูลสอนให้ปัญญาประดิษฐ์รู้จักวัตถุใช้ CPU ประมวลผลได้

- ๑.๙.๙) โปรแกรมมีโมดูลชุดคำสั่งในการจัดการข้อมูลไม่น้อยกว่าดังนี้
  - ๑) โมดูลที่สามารถเขียนคำสั่งด้วย JavaScript
  - ๒) โมดูลที่สามารถเขียนคำสั่งด้วย Python Script
  - ๓) โมดูลที่สามารถคำนวณค่าทางคณิตศาสตร์
  - ๔) โมดูลที่สามารถเปรียบเทียบค่า
- ๑.๙.๑๐) โปรแกรมมีโมดูลที่สามารถแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Line Notify ได้
- ๑.๙.๑๑) โปรแกรมมีโมดูลที่สามารถจัดการกับสัญญาณ I/O ได้ โดยสามารถอ่านและเขียน I/O เพื่อให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้
- ๑.๙.๑๒) โปรแกรมสามารถสื่อสารผ่านโปรโตคอล MQTT ได้
- ๑.๙.๑๓) โปรแกรมมีโมดูลเพื่อให้สามารถติดต่อกับผู้ใช้งานได้ดังนี้
  - ๑) โมดูลปุ่มกด
  - ๒) โมดูลแสดงผลรูปภาพ
  - ๓) โมดูล LED
  - ๔) โมดูลแสดงผลข้อความ
- ๑.๙.๑๔) โปรแกรมมีโมดูลชุดคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับ รูปภาพ และวิดีโอ ได้ดังนี้
  - ๑) โมดูลคำสั่งในการนำเข้าไฟล์รูปภาพในคอมพิวเตอร์
  - ๒) โมดูลคำสั่งในการนำเข้าไฟล์วิดีโอในคอมพิวเตอร์
  - ๓) โมดูลคำสั่งในการนำเข้ารูปภาพจากอุปกรณ์ webcam
  - ๔) โมดูลคำสั่งในการเชื่อมต่อภาพจากกล้องที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์
- ๑.๙.๑๕) โปรแกรมมีชุดโมดูลในการประมวลผลด้านภาพดังนี้
  - ๑) โมดูล AvgColor
  - ๒) โมดูล BgSubtract
  - ๓) โมดูล Binary
  - ๔) โมดูล ImageCrop
  - ๕) โมดูล QrBarcode
  - ๖) โมดูล RecordVideo
- ๑.๙.๑๖) โปรแกรมมีชุดโมดูลในการแปลงไฟล์รูปภาพให้เป็นข้อความได้
- ๑.๙.๑๗) โปรแกรมมีชุดโมดูลในการเรียนรู้จดจำใบหน้าได้
- ๑.๙.๑๘) โปรแกรมสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมด้วยโปรโตคอล Modbus และ EtherCAT และ CAN Open ได้

**๑.๑๐ ชุดเรียนรู้การออกแบบและการใช้งานหุ่นยนต์แบบ ๔ แกน พร้อมโปรแกรม จำนวน ๓ ชุด**

**๑.๑๐.๑ หุ่นยนต์แบบ ๔ แกน**

- ๑) หุ่นยนต์แกนกลมีความแม่นยำ Accuracy ไม่น้อยกว่า ๐.๒ มิลลิเมตร
- ๒) ขอบเขตการทำงาน Working Space เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๓๒๐ มม.
- ๓) แขนของหุ่นยนต์รับน้ำหนักสูงสุด Max payload ได้ไม่น้อยกว่า ๔๕๐ กรัม
- ๔) ความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า ๐.๗ m/s
- ๕) อัตราเร่งสูงสุดไม่น้อยกว่า ๘ m/s<sup>2</sup>
- ๖) ใช้แหล่งจ่ายไฟ ๑๒VDC ๕A

๑.๑๐.๒ ชุดอุปกรณ์ประกอบ End Effector

- ๑) ชุดสายเชื่อมต่อ USB-B และ ชุดสายเชื่อมต่อ UART
- ๒) ชุดหัวสัมผัสแบบ Capacitive สามารถใช้สัมผัสหน้าจอทัชสกรีนได้
- ๓) ชุดโมดูลจับปากกา
- ๔) ชุดกริปเปอร์สำหรับหยิบจับชิ้นงาน
- ๕) ชุดหัวดูดแบบ Rotary Suction cup สำหรับดูดผิวชิ้นงาน
- ๖) ชุดโมดูลเลเซอร์ กำลังขับไม่น้อยกว่า ๐.๕ watts ๑๒VDC
- ๗) ชุดโมดูลการพิมพ์ ๓ มิติ
- ๘) ชุดสายพานลำเลียงมีขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐๐ x ๑๒๐ mm
- ๙) ชุดสายพานลำเลียงมีขนาดไม่น้อยกว่า ๑,๐๐๐ x ๑๒๐ mm
- ๑๐) ชุดรางเลื่อน (Sliding rail)

๑.๑๐.๓ โปรแกรมซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมหุ่นยนต์

๑) ในโหมด ๒D สามารถคลิกหรือลากค้ำง เพื่อกำหนดตำแหน่งของหุ่นยนต์เพื่อเคลื่อนที่ไปยัง X และ Y ที่ต้องการได้

๑.๑) Movement ในโหมด ๒D สามารถกำหนดค่า Division ตั้งแต่ ๐.๕mm. - ๑๐๐mm.

๑.๒) สามารถปรับค่า Velocity และ Accel ได้

๒) ในโหมด ๓D สามารถกดปุ่ม Turn On ROS เพื่อ Simulation การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

๒.๑) สามารถลากหัวจับ End Effector จากภาพ ๓D โดยตรง ได้ทั้ง ๓ แนวแกน X YZ ได้อย่างอิสระ

๒.๒) สามารถปรับหน้าจอ Camera change view ได้ ๓ แบบ

๒.๓) หน้าจอ Display สามารถเปลี่ยนหัวจับ End Effector ได้ทั้ง Suction Cup และ Gripper

๓) Movement มีช่องแสดงตำแหน่งของแนวแกนทั้ง ๓ แกน X Y Z แบบ Real Time สามารถพิมพ์ ระยะทาง ใส่ที่ช่อง X Y หรือ Z แล้วหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่พิมพ์ได้ทันที

๔) สามารถจำลองการเปิด-ปิดปากจับ Gripper และกำหนดค่า Min-Max ในการเปิด-ปิดปากจับ

๕) มีฟังก์ชันการตรวจจับ Object Detecting

๖) รองรับฟังก์ชันการใช้งาน Camera สามารถ Load image ภาพจากคอมพิวเตอร์ได้

๗) รองรับฟังก์ชันการใช้งาน Measurement , Calib Line , Calib Point , X Direction

๘) รองรับฟังก์ชันการใช้งาน Object

๙) รองรับฟังก์ชันการใช้งาน Variable

๑๐) รองรับฟังก์ชันการใช้งาน Filter

๑๑) รองรับการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม Conveyor X , Sliding Rial X , External MCU

๑๒) สามารถ Add G-Code เพื่อสร้าง Position Linear Move และ Auto Home และ Set Acceleration

๑๓) แสดงผล G-Code แบบ Real Time



๑๔) รองรับการใช้งาน แบบ Off-Line โดยสามารถเขียนโปรแกรมและ Simulation  
หุ่นยนต์ได้ภายในซอฟต์แวร์

๑๕) รองรับการใช้งาน แบบ On-Line เพื่อสื่อสารกับหุ่นยนต์โดยตรง

**๑.๑๑ อุปกรณ์ประกอบรวม**

๑.๑๑.๑ ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ จำนวน ๒ เครื่อง แต่ละเครื่อง มีรายละเอียดดังนี้  
รายละเอียดทั่วไป

๑) เครื่องดิจิตอลมัลติมิเตอร์คำนวณค่าแบบ True RMS

๒) มีฟังก์ชันวัด แรงดัน AC/DC, แรงดัน auto AC/DC, กระแส AC/DC, Resistance, Capacitance, Frequency, Volt Detector, วัดความต่อเนื่องและไดโอด

๓) มีฟังก์ชัน Auto Volt เพื่อระบุว่าแรงดันที่วัดเป็นชนิด AC หรือ DC โดยอัตโนมัติ

รายละเอียดทางเทคนิค

๔) ช่วงการวัดและความแม่นยำพื้นฐาน

- DC Voltage                    ๖๐๐.๐ m/๖.๐๐๐/๖๐.๐๐/๖๐๐.๐/๑๐๐๐ V  
Basic accuracy            ±๐.๓ % rdg. ±๓ dgt.
- AC Voltage                   ๖.๐๐๐/๖๐.๐๐/๖๐๐.๐/๑๐๐๐ V  
Basic accuracy            ±๐.๙ % rdg. ±๓ dgt.
- DC Current                   ๖๐.๐๐ m/๖๐๐.๐ m/๖.๐๐๐/๑๐.๐๐ A  
Basic accuracy            ±๐.๙ % rdg. ±๓ dgt.
- AC current                   ๖๐๐.๐ m/๖.๐๐๐/๑๐.๐๐ A  
Basic accuracy            ±๑.๔ % rdg. ±๓ dgt.
- Resistance                   ๖๐๐.๐/๖.๐๐๐k/๖๐.๐๐k/๖๐๐.๐k/๖.๐๐๐M/๖๐.๐๐MΩ  
Basic accuracy            ±๐.๗ % rdg. ±๓ dgt.
- Capacitance                   ๑.๐๐๐μ/๑๐.๐๐μ/๑๐๐.๐μ/๑.๐๐๐m/๑๐.๐๐mF  
Basic accuracy            ±๑.๙ % rdg. ±๕ dgt.
- Frequency                   ๙๙.๙๙ Hz/๙๙๙.๙ Hz/๙.๙๙๙ kHz  
   ๙๙.๙๙ kHz (เฉพาะ AC V)  
Basic accuracy            ±๐.๑ %rdg. +๑ dgt.

๕) แหล่งจ่ายไฟ                    Battery AAA x ๔ ก้อน

๖) Function เพิ่มเติม            Auto power saves, Filter, Auto Hold

๑.๑๑.๒ โปรแกรมควบคุมทำงานแบบ SCADA สำหรับการเรียนรู้ควบคุมระบบอัตโนมัติ จำนวน ๑ ชุด

๑) เป็นโปรแกรมควบคุมทำงานแบบ SCADA

๒) เป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถติดต่อสื่อสารและควบคุมการทำงานกับชุด PLC ได้

๓) เป็นโปรแกรมที่สามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ได้

๔) มีโมดูล

๔.๑) โมดูลแสดงกราฟิก

๔.๒) โมดูลพล็อตสัญญาณแบบ Real-Time Trending และ Historical Data

Logging

๔.๓) โมดูลแสดงผลและการจัดการ Alarm

๔.๔) โมดูลสำหรับเขียนโปรแกรมแบบ VBA

๔.๕) โมดูลจัดการ Security

๔.๖) โมดูลแลกเปลี่ยนข้อมูล OPC Data Bridging

๕) สนับสนุน OPC-DA เวอร์ชัน ๑.๐, ๒.๐๕, ๓.๐ และ OPC XML DA (Client-Server)

๖) สนับสนุน OPC-AE (Alarm & Events)

๗) สนับสนุน OPC-HDA (Historical Data Access)

๘) สนับสนุน OPC Over IP และ SOAP/XML

๙) มีพีเจอร์ OPC to The Core

๑๐) สามารถแสดงรายการ OPC Server ที่ติดตั้งในคอมพิวเตอร์ และในระบบเครือข่ายได้

๑๑) มี Option การเก็บไลเซนส์ซอฟต์แวร์ให้เลือกระหว่างการเก็บบนอุปกรณ์ เช่น

Dongle Key และ Option แบบ Software Key ได้

๑๒) สามารถสร้าง Global Expression และสูตรการผลิต (Recipes) ได้

๑๓) หน้าแสดงผลกราฟิกสามารถรองรับการเขียนโปรแกรมด้วยสคริปต์ดังต่อไปนี้ คือ VBA

Script, JScript และ VBScript ได้

๑๔) สามารถนำข้อมูลที่เก็บไว้ด้วย SCADA มาทำเป็นรายงาน Excel อัตโนมัติ และใช้แท็บ

เพลต Excel ได้

๑๕) รองรับการใช้งานวัตถุได้สูงสุด ๑๖ ล้านรูปในหนึ่งหน้าแสดงผลได้

๑๖) สามารถใช้งานเลย์เออร์ในหน้าแสดงผลได้อย่างน้อย ๑๐๒๔ เลเยอร์

๑๗) รองรับการทำงานบน Windows ๗, Windows ๘, Windows ๑๐, Windows

Server ๒๐๑๒, Windows Server ๒๐๑๖

๑๘) มีตัวอย่างในการใช้งานต่าง ๆ ไม่น้อยกว่าดังนี้ Machine builders, automotive,

Pharmaceutical, Oil and gas, water, energy and utilities และงานวิศวกรรม อุตสาหกรรมต่าง ๆ

๑๙) เป็นโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย

๑.๑๑.๓ ชุดเรียนรู้แกนกลชิ้นพื้นฐาน พร้อมโปรแกรม จำนวน ๓ ชุด

๑) แกนการเคลื่อนที่จำนวน ๔ แกน

๒) สามารถยกน้ำหนักได้ไม่เกิน ๕๐๐ กรัม

๓) รองรับการเชื่อมต่อแบบ USB หรือ WIFI หรือ Bluetooth

๔) แกนที่ ๑ (Base) สามารถเคลื่อนที่เชิงมุมได้ไม่น้อยกว่า -๙๐ องศา ถึง +๙๐ องศา

๕) แกนที่ ๑ (Base) มีความเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุด ไม่น้อยกว่า ๒๕๐ องศาต่อวินาที

๖) แกนที่ ๒ (Rear Arm) สามารถเคลื่อนที่เชิงมุมได้ไม่น้อยกว่า ๐ องศา ถึง +๘๕ องศา

๗) แกนที่ ๒ (Rear Arm) มีความเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุด ไม่น้อยกว่า ๒๕๐ องศาต่อวินาที

๘) แกนที่ ๓ (Forearm) สามารถเคลื่อนที่เชิงมุมได้ไม่น้อยกว่า -๑๐ องศา ถึง +๘๕ องศา

๙) แกนที่ ๓ (Forearm) มีความเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุดไม่น้อยกว่า ๒๕๐ องศาต่อวินาที

๑๐) แกนที่ ๔ (Rotation Servo) สามารถเคลื่อนที่เชิงมุมได้ไม่น้อยกว่า +๙๐ องศา

ถึง -๙๐ องศา

ต่อวินาที

๑๑) แกนที่ ๔ (Rotation Servo) มีความเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุด ไม่น้อยกว่า ๓๐๐ องศา

๑๒) แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ๑๐๐ VAC - ๒๔๐ VAC ที่ ๕๐/๖๐ HZ

๑๓) อุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติมสำหรับแขนกล มีดังต่อไปนี้

๑๕.๑) หัวปรีน ๓ มิติขนาดเล็ก

๑๕.๒) หัวยิงเลเซอร์

๑๕.๓) หัวปากกา

๑๕.๔) หัวดูดสูญญากาศ

๑๕.๕) มือจับ

๑.๑๑.๔ เครื่องขึ้นรูปชิ้นงานชนิดเส้นพลาสติก จำนวน ๑ เครื่อง

๑) มีพื้นที่ผลิตชิ้นงานเป็นรูปแบบสี่เหลี่ยม มีพื้นที่ในการสร้างชิ้นงานความกว้างไม่น้อยกว่า ๒๕๐ มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า ๒๐๐ มิลลิเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า ๒๒๐ มิลลิเมตร

๒) สามารถขึ้นรูปชิ้นงานโดยมีความละเอียดที่ขนาด ๐.๐๕ มิลลิเมตรต่อชั้น Layer ได้

๓) สามารถใช้กับเส้นพลาสติกขนาด ๑.๗๕ มิลลิเมตรได้

๔) มีซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์ซึ่งสามารถสร้างตัวรองรับ (Support) ให้ชิ้นงานได้โดยอัตโนมัติ

๕) มีหัวฉีดพลาสติกซึ่งทำความร้อนได้ถึง ๒๙๐ องศาเซลเซียส

๖) มีชุดหัวพิมพ์ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้แก่ หัวพิมพ์วัสดุ ABS และ หัวพิมพ์วัสดุ PLA และ

หัวพิมพ์วัสดุ TPU

๗) ใช้วิธีขึ้นรูปชิ้นงาน ๓ มิติ แบบ Fused Filament Fabrication (FFF) หรือ Fused Deposition Modeling (FDM) หรือ Stereolithography (SLA) หรือ Melted Extrusion Modeling (MEM) หรือ ดีกว่า

๘) มีแผ่นรองฐานพิมพ์ชนิดผิวเรียบ ชนิดตะแกรง และชนิดกระจก เพื่อพิมพ์วัสดุ

๙) มีระบบกรองอากาศชนิด HEPA Filter และ Carbon Filter ภายในห้องเครื่องพิมพ์เพื่อ

ดูดกลิ่นพลาสติก

๑๐) มีระบบเซนเซอร์ปรับระดับความสูงของฐานพิมพ์แบบอัตโนมัติ

๑๑) มีระบบเซนเซอร์ตรวจจับประตูเครื่องสามารถหยุดการทำงานของเครื่องโดยอัตโนมัติเมื่อมีการเปิดประตูระหว่างพิมพ์งาน

๑๒) มีหน้าจอสัมผัสขนาด ๔.๓ นิ้วหรือดีกว่า สำหรับแสดงผลและควบคุมการทำงานของเครื่อง

๑๓) มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB และ Ethernet (LAN) และ Wi-Fi หรือดีกว่า

๑๔) สามารถขึ้นรูปชิ้นงานด้วยวัสดุประเภท Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) และ Polylactic Acid (PLA) และ Thermoplastic Polyurethane (TPU) ได้

๑๕) เครื่องพิมพ์มีฝาปิดมิดชิดทุกด้าน เพื่อรักษาอุณหภูมิในห้องพิมพ์ให้คงที่

๑๖) มีระบบแจ้งเตือนและหยุดการทำงานอัตโนมัติเมื่อเส้นพลาสติกหมดระหว่างพิมพ์งาน และสามารถพิมพ์ชิ้นงานต่อจากจุดเดิมได้ในกรณีไฟดับระหว่างพิมพ์งาน

๑๗) สามารถพิมพ์ชิ้นงานจากไฟล์ชนิด STL และ OBJ และ ๓MF ได้

๑๘) ความเร็วในการพิมพ์สูงสุดไม่น้อยกว่า ๑๕๐ มิลลิเมตรต่อวินาที

๑.๑๑.๕ ชุดปฏิบัติการโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์สำหรับการเชื่อมต่อชุดเรียนรู้แขนกลขั้นพื้นฐานเพื่อการศึกษา จำนวน ๓ ชุด

- ๑) เป็นชุดทดลองสำหรับการเรียนรู้ทางด้านโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- ๒) มีจำนวนจุดต่อภาคอินพุต ไม่น้อยกว่า ๑๖ จุด
- ๓) มีจำนวนจุดต่อภาคเอาต์พุต ไม่น้อยกว่า ๑๖ จุด
- ๔) มีเอาต์พุตแบบรีเลย์
- ๕) มีช่องสื่อสารข้อมูลแบบ Ethernet
- ๖) มีช่องสื่อสารข้อมูลแบบ RS๔๘๕
- ๗) มีขนาดหน่วยความจำของโปรแกรมน้อยกว่า ๖๔K step
- ๘) รับสัญญาณไฟเลี้ยงขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐๐ VAC ถึง ๒๔๐ VAC
- ๙) มีแหล่งจ่ายไฟภายในขนาดไม่น้อยกว่า ๒๔ V DC ๔๐๐ mA
- ๑๐) มีจำนวนจุดต่ออนาล็อกอินพุตไม่น้อยกว่า ๒ จุด
- ๑๑) มีจำนวนจุดต่ออนาล็อกเอาต์พุต ไม่น้อยกว่า ๑ จุด
- ๑๒) มีช่องสำหรับใส่ SD Memory Card อย่างน้อย ๑ ช่อง
- ๑๓) มีสวิทช์สำหรับเลือกการทำงานให้อยู่ในโหมด RUN และ STOP และ RESET
- ๑๔) มีช่อง Expansion adapter สำหรับต่อโมดูลเสริมภายนอกเพิ่มเติม
- ๑๕) สายโพลดข้อมูล จำนวน ๑ เส้น

๑.๑๑.๖ เครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้า จำนวน ๑ เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้ รายละเอียดทั่วไป

- ๑) เป็นเครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้าความเร็วสูง ลักษณะตัวเครื่องเป็นแบบพกพาสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกโดยมีแบตเตอรี่จ่ายไฟให้ตัวเครื่อง
- ๒) ตัวเครื่องรองรับการบันทึกสัญญาณ Analog
- ๓) ตัวเครื่องมีฟังก์ชัน setup wizard เพื่อช่วยให้การตั้งค่าการใช้งานง่ายขึ้น
- ๔) ตัวเครื่องสามารถเลือกฟังก์ชันการบันทึกสัญญาณได้ ๒ แบบคือ Memory recorder (high-speed recording) และ RMS recorder (๕๐/๖๐ Hz, or DC only)
- ๕) ตัวเครื่องมีฟังก์ชัน Trigger เพื่อตั้งระดับสัญญาณในการบันทึกข้อมูลได้
- ๖) มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลในตัวเครื่องและสามารถต่อกับหน่วยความจำภายนอกแบบ CF Card ได้

- ๗) สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่าน port USB ได้
- ๘) สามารถแสดงผลที่หน้าจอได้ทั้งแบบกราฟฟิกและแบบตัวเลข
- ๙) มีซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์

รายละเอียดทางเทคนิค

- |   |                     |
|---|---------------------|
| ๑) ช่องการรับสัญญาณ Analog                | ๒ แชนแนล            |
| ๒) ชนิดของ Analog Input connector         | Isolate BNC         |
| ๓) ความเร็วในการวัดสัญญาณ (Sampling rate) | สูงสุด ๑ MS/s       |
| ๔) อัตราแรงดัน (Rate Voltage)             | ๓๐๐ V AC/DC, CAT II |
| ๕) ความละเอียดบิต (Bit Resolution)        | ๑๒ Bit A/D          |
| ๖) ความแม่นยำในการวัด (Accuracy)          | ±๐.๕ % full scale   |
| ๗) รูปแบบสัญญาณ Analog Trigger            | Level, Window       |
| ๘) ย่านความถี่ (Frequency band)           | DC to ๕๐ kHz -๓dB   |

๙) การบันทึกข้อมูล	CF Card
๑๐) การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์	USB ๒.๐ ชนิด mini-B x๑ port
๑๑) หน้าจอของตัวเครื่อง	ขนาดไม่น้อยกว่า ๔.๓ นิ้ว ชนิด TFT color LCD
๑๒) ไฟเลี้ยงตัวเครื่อง	AC Adapter, Battery pack
คุณลักษณะของ Software วิเคราะห์ข้อมูล	
๑) รองรับระบบปฏิบัติการ	Windows ๑๐/๘/๗ (๓๒/๖๔-bit)
๒) การแปลงข้อมูล	CSV file
๓) ฟังก์ชันคำนวณ	Average value, RMS value, Peak-to-peak value, Maximum value, Time for maximum value, Minimum value, Time to minimum value, Standard deviation, Time for level, Area value, Rise time, Fall time, Period, Frequency, Pulse width, Duty Ratio, ON counts, ON time, OFF time

อุปกรณ์ประกอบ

๑) ตัวเครื่องRecorder	๑ เครื่อง
๒) แบตเตอรี่สำหรับเครื่อง Recorder	๑ ก้อน
๓) กระเป๋าใส่เครื่อง Recorder	๑ ใบ
๔) AC adapter สำหรับเครื่อง Recorder	๑ อัน
๕) สาย USB	๑ เส้น
๖) CF Card ขนาด ๕๑๒ MB	๑ อัน
๗) สายวัดแรงดัน	๒ เส้น
๘) Card Reader	๑ อัน

๒. รายละเอียดเงื่อนไขประกอบอื่นๆ

- ๒.๑ ผู้ประกอบการใช้งานให้กับบุคลากรจำนวนไม่น้อยกว่า ๑๐ คน โดยระยะเวลาอบรมไม่น้อยกว่า ๕ วัน หลังจากส่งมอบครุภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว
- ๒.๒ คู่มือการใช้งาน
- ๒.๓ รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า ๑ ปี

๓. กำหนดส่งมอบ

ภายใน ๑๘๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๔. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- |                               |              |                     |
|-------------------------------|--------------|---------------------|
| ๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรินทร์ | อ่อนน้อม     | ประธานกรรมการ       |
| ๒. อาจารย์เอกชัย              | พื้อสันเพ็ยะ | กรรมการ             |
| ๓. อาจารย์ ดร.วิญญู           | ศิลาบุตร     | กรรมการและเลขานุการ |

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... (ผู้อนุมัติ)

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไมเชิด ศรีภูธร)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี