

**รายละเอียดคุณลักษณะ ราคามาตรฐาน และหลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ
รายการจัดซื้อระบบห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปัญญาประดิษฐ์และวิทยาการข้อมูล จำนวน 1 ระบบ
เป็นจำนวนเงิน 5,305,600 บาท (ห้าล้านสามแสนห้าพันหกร้อยบาทถ้วน)**

รายละเอียดคุณลักษณะ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1. ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลปัญญาประดิษฐ์และวิทยาการข้อมูล จำนวน 1 ชุด ราคาชุดละ 3,202,700 บาท เป็นเงิน 3,202,700 บาท ประกอบด้วย

1.1. เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล แบบที่ 2 จำนวน 40 เครื่อง ราคาเครื่องละ 32,000 บาท เป็นเงิน 1,280,000 บาท

1.1.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core)

1.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB

1.1.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพโดยมีคุณลักษณะเป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้ในหน่วยความจำหนักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้ในหน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

1.1.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

1.1.5 มีหน่วยเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย

1.1.6 มีช่องเชื่อมต่อเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

1.1.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่าไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

1.1.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์

1.1.9 มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

1.2. เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก สำหรับงานประมวลผล จำนวน 3 เครื่อง ราคาเครื่องละ 24,000 บาท เป็นเงิน 72,000 บาท

1.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) และ 8 แกนเสมือน (8 Thread)

1.2.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB

1.2.3 มีหน่วยความจำหนัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

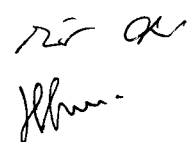
1.2.4 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 GB จำนวน 1 หน่วย

1.2.5 มีจอภาพความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,366x768 Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว

1.2.6 มีกล้องความละเอียด 1,280x720 Pixel หรือ 720p

1.2.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

1.2.8 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง



- 1.2.9 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 1.2.10 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11 ax) และ Bluetooth
- 1.3. คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต แบบที่ 2 จำนวน 4 เครื่อง ราคาเครื่องละ 23,000 บาท เป็นเงิน 92,000 บาท
- 1.3.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core)
- 1.3.3 มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 64 GB
- 1.3.4 มีหน้าจอสัมผัสไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 2,360x1,600 Pixel
- 1.3.5 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11 ax) และ Bluetooth
- 1.3.6 มีอุปกรณ์การเขียนที่สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต
- 1.3.7 มีกล้องด้านหน้าความละเอียดไม่น้อยกว่า 8 Megapixel
- 1.3.8 มีกล้องด้านหลังความละเอียดไม่น้อยกว่า 12 Megapixel
- 1.4. โต๊ะคอมพิวเตอร์ จำนวน 44 ตัว ราคาตัวละ 2,600 บาท เป็นเงิน 114,400 บาท
- 14.1 เป็นโต๊ะวางคอมพิวเตอร์ขนาด ขนาด 80x60x75 เซนติเมตร หรือดีกว่า
- 14.2 มีช่องวางคอมพิวเตอร์และคีย์บอร์ด หรือดีกว่า
- 1.5. เก้าอี้คอมพิวเตอร์ จำนวน 44 ตัว ราคาตัวละ 2,500 บาท เป็นเงิน 110,000 บาท
- 15.1 เป็นเก้าอี้เหล็กชุบโครเมียม แบบมีล้อเลื่อนและพนักพิง สามารถหมุนได้ หรือดีกว่า
- 1.6. ชุดลำโพง ไมโครโฟนและแอมพลิไฟเออร์ จำนวน 1 ชุด ราคาชุดละ 15,000 บาท เป็นเงิน 15,000 บาท
- 16.1 เป็นชุดลำโพงขนาด 8 นิ้ว 400 วัตต์ หรือดีกว่า
- 16.2 ชุดเครื่องขยายเสียงมีช่องเสียบไมโครโฟนได้ 2 ช่อง และมีช่องสัญญาณเข้า 2 ช่องหรือดีกว่า
- 16.3 มีลำโพงแบบไร้สาย wireless microphone
- 1.7. โทรทัศน์แอลอีดี (LED TV) แบบ Smart TV ขนาด 65 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 30,000 บาท เป็นเงิน 30,000 บาท
- 1.7.1 มีขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 65 นิ้ว
- 1.7.2 สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายแบบไร้สายได้
- 1.7.3 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI และ USB เป็นอย่างน้อย
- 1.8. อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (L2 Switch 24 port) จำนวน 2 ชุด ราคาชุดละ 13,000 บาท เป็นเงิน 26,000 บาท
- 1.8.1 มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model
- 1.8.2 มีช่องเชื่อมต่อเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง
- 1.8.3 มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง
- 1.9. เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ ระดับ XGA ขนาด 3000 ANSI Lumens จำนวน 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 26,900 บาท เป็นเงิน 26,900 บาท
- 1.9.1 เป็นเครื่องฉายสัญญาณภาพจากคอมพิวเตอร์ชนิด 3 LCD หรือดีกว่า
- 1.9.2 มีความสว่างไม่น้อยกว่า 3,000 ANSI Lumens หรือ ดีกว่า
- 1.9.3 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณ HDMI หรือ VGA หรือ USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 1.9.4 มีจอรับภาพชนิดแฉวนติดผนังขนาดไม่น้อยกว่า 70 นิ้ว
- 1.9.5 มีคู่มือการใช้งาน
- 1.9.6 สินค้ารับประกันอย่างน้อย 1 ปี

ร. อ.
Jhu -

1.10. ติดตั้งระบบไฟฟ้าและสัญญาณอินเทอร์เน็ต จำนวน 42 ระบบ ราคาระบบละ 2,500 บาท เป็นเงิน 105,000 บาท

1.10.1. ติดตั้งระบบไฟฟ้าและสายสัญญาณอินเทอร์เน็ตไปยังโต๊ะคอมพิวเตอร์ทั้ง 42 ชุด หรือดีกว่า

1.10.2. ติดตั้ง outlet อย่างน้อยระบบละ 2 ช่อง พร้อมเดินรางเชื่อมต่อระหว่างจุด หรือดีกว่า

1.11. ติดตั้งผนังเลื่อนกันห้องกันเสียง พร้อมรางเลื่อน และเก็บผ้า จำนวน 2 พื้นที่ ราคาพื้นที่ละ 450,000 บาท เป็นเงิน 900,000 บาท

1.11.1 ผนังกันเสียงเคลื่อนที่ขนาด สูง 3.150 เมตร กว้าง 8.890 เมตร และ สูง 3.140 เมตร กว้าง 8.390 เมตร จำนวนอย่างละ 1 ชุด หรือดีกว่า

1.11.2 ความหนาแผ่น 110 mm ระบบยึดซีลแบบ Mechanical Spring Load System เพื่อรองรับแรงการ เคลื่อนตัวของแผ่นดินที่มีผลต่อตัววัสดุ ทำงานด้วยระบบ Manual Operation โดยใช้ Crank Handle หมุนยึดซีล ด้านบนและด้านล่าง หรือดีกว่า

1.11.3 มีลูกกล้อมาตรฐานผู้ผลิต Type M. เกรดวัสดุ Steel Cold JIS STKM12 Ball Bearing หมุน 360 องศา รับน้ำหนัก 400 กิโลกรัม ต่อ 1 ชุดลูกกล้อ หรือดีกว่า

1.11.4 มีRubber Seal ยึดขึ้นติดรางบนเพื่อป้องกันเสียงลอด แรงกดระบบ Retractable seal 1500 นิวตัน หรือดีกว่า

1.11.5 มีวัสดุซับเสียงแบบ Rockwool มีความหนาแน่น 60 Kgs/m³ และ Sound Acoustic Mat หนา 6 mm หนัก 9.6 Kgs/m² หรือดีกว่า

1.11.6 โครงสร้างตัวบานทำด้วยเหล็ก Galvanized Steel Cold JIS STKM 12 หรือดีกว่า

1.12. เครื่องพิมพ์ Multifunction เลเซอร์ สี จำนวน 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 16,000 บาท เป็นเงิน 16,000 บาท

1.12.1 เป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถเป็น Printer, Copier และ Scanner ภายในเครื่องเดียวกัน

1.12.2 มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 600x600 dpi

1.12.3 มีความเร็วในการพิมพ์ขาวดำสำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 20 หน้าต่อนาที (ppm)

1.12.4 มีความเร็วในการพิมพ์สีสำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 20 หน้าต่อนาที (ppm)

1.12.5 มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 256 MB

1.12.6 สามารถสแกนเอกสาร ขนาด A4 (ขาวดำ และ สี) ได้

1.12.7 มีความละเอียดในการสแกนสูงสุด ไม่น้อยกว่า 1,200x1,200 dpi

1.12.8 มีถาดป้อนเอกสารอัตโนมัติ (Auto Document Feed)

1.12.9 สามารถถ่ายสำเนาทั้งสีและขาวดำ

1.12.10 สามารถทำสำเนาได้สูงสุด 99 สำเนา

1.12.11 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

1.12.12 มีช่องเชื่อมต่อเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือ สามารถใช้งานผ่านเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n) ได้

1.12.13 มีถาดใส่กระดาษได้รวมกันไม่น้อยกว่า 250 แผ่น

1.12.14 สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และสามารถกำหนดขนาดของกระดาษเองได้

Handwritten signature

1.13. อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล External Hard disk จำนวน 5 เครื่อง ราคาเครื่องละ 7,000 บาท เป็นเงิน 35,000 บาท

1.13.1 มีความจุไม่น้อยกว่า 2 TB

1.13.2 มีช่องเชื่อมต่อชนิด USB อย่างน้อย 1 ช่อง

1.14. เครื่องพิมพ์เลเซอร์ ขาวดำ ชนิด Network แบบที่ 2 จำนวน 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 15,000 บาท เป็นเงิน 15,000 บาท

1.14.1 มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 1,200x1,200 dpi

1.14.2 มีความเร็วในการพิมพ์สำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 38 หน้าต่อนาที (ppm)

1.14.3 สามารถพิมพ์เอกสารกลับหน้าอัตโนมัติได้

1.14.4 มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 256 MB

1.14.5 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

1.14.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือสามารถใช้งานผ่านเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n) ได้

1.14.7 มีถาดใส่กระดาษได้รวมกันไม่น้อยกว่า 250 แผ่น

1.14.8 สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และสามารถกำหนดขนาดของกระดาษเองได้

1.15. ชุดโปรแกรมจัดการสำนักงาน จำนวน 42 ชุด ราคาชุดละ 4,500 บาท เป็นเงิน 189,000 บาท

1.15.1 มีโปรแกรมสำหรับประมวลคำหรือระบบจัดเตรียมเอกสาร

1.15.2 มีโปรแกรมสำหรับประเภทตารางการคำนวณ

1.15.3 มีโปรแกรมสำหรับประเภทการนำเสนอข้อมูล

1.16. ชุดโปรแกรมระบบปฏิบัติการ สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก จำนวน 42 ชุด ราคาชุดละ 4,200 บาท เป็นเงิน 176,400 บาท

1.16.1 เป็นโปรแกรมลิขสิทธิ์แท้ ติดตั้งลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์

2. ชุดประมวลผลเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 1 ชุด ราคาชุดละ 324,700 บาท เป็นเงิน 324,700 บาท ประกอบด้วย

2.1. อุปกรณ์แสดงผลภาพเสมือนจริง (แว่น VR) จำนวน 2 เครื่อง ราคาเครื่องละ 25,000 บาท เป็นเงิน 50,000 บาท

2.2.1 เป็นแว่นตาสำหรับการแสดงผลภาพเสมือนจริง

2.2.1.2 มีหน้าจอแสดงผลแบบ Fast-switch LCD หรือดีกว่า

2.2.1.3 ความละเอียดของหน้าจอแสดงผลไม่น้อยกว่า 1800 x 1900 pixels/eye

2.2.1.4 มีหน่วยความจำภายในอุปกรณ์แสดงผลภาพเสมือนจริงไม่น้อยกว่า 128 GB

2.2.1.5 หน่วยประมวลผลกลาง มีหน่วยความคุมไม่น้อยกว่า 3 แกนหลัก (3 Core) หรือดีกว่า

2.2.1.6 มีหน่วยความจำ RAM ขนาดไม่น้อยกว่า 6 GB

2.2.1.7 อุปกรณ์แสดงผลมีแบตเตอรี่ภายในตัว รองรับการชาร์จผ่านสาย USB Type - C

2.2.1.8 มาพร้อมอุปกรณ์สำหรับควบคุมการทำงาน (Controller) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว

2.2.1.9 อุปกรณ์แสดงผลมีลำโพงภายในตัว หรือดีกว่า

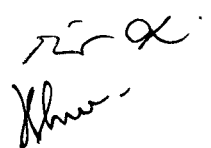
2.2.1.10 รองรับการใช้งานแบบไม่ต้องเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

2.2.1.11 รองรับการใช้งานร่วมกับเกมหรือภาพยนตร์ที่รองรับการแสดงผลแบบเสมือนจริง

2.2.1.12 รองรับการตรวจจับ (Tracking) แบบ 6 DoF โดยไม่ต้องใช้เซนเซอร์ภายนอกหรือดีกว่า

Handwritten signature

- 2.2. ชุดกล้องจับความเคลื่อนไหวเซนเซอร์ร่างกาย จำนวน 1 ชุด ราคาชุดละ 12,000 บาท เป็นเงิน 12,000 บาท
- 2.2.1 เป็นกล้องตรวจจับความเคลื่อนไหวร่างกายสำหรับออกแบบงาน 3D
- 2.2.2 มีอะแดปเตอร์สำหรับเชื่อมต่อกับ PC ได้
- 2.3. โทรทัศน์แอลอีดี (LED TV) แบบ Smart TV ขนาด 65 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 30,000 บาท เป็นเงิน 30,000 บาท
- 2.3.1 มีขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 65 นิ้ว
- 2.3.2 สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายแบบไร้สายได้
- 2.3.3 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI และ USB เป็นอย่างน้อย
- 2.4. ชุดลำโพง ไมโครโฟนและแอมพลิไฟเออร์ จำนวน 1 ชุด ราคาชุดละ 15,000 บาท เป็นเงิน 15,000 บาท
- 2.4.1 เป็นชุดลำโพงขนาด 8 นิ้ว 400 วัตต์ หรือดีกว่า
- 2.4.2 ชุดเครื่องขยายเสียงมีช่องเสียบไมโครโฟนได้ 2 ช่อง และมีช่องสัญญาณเข้า 2 ช่องหรือดีกว่า
- 2.4.3 มีลำโพงแบบไร้สาย wireless microphone
- 2.5. เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ ระดับ XGA ขนาด 3000 ANSI Lumens จำนวน 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 26,900 บาท เป็นเงิน 26,900 บาท
- 2.5.1 เป็นเครื่องฉายสัญญาณภาพจากคอมพิวเตอร์ชนิด 3 LCD หรือดีกว่า
- 2.5.2 มีความสว่างไม่น้อยกว่า 3,000 ANSI Lumens หรือดีกว่า
- 2.5.3 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณ HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 2.5.4 มีจอรับภาพชนิดแฉวนติดผนังขนาดไม่น้อยกว่า 70 นิ้ว
- 2.5.5 มีคู่มือการใช้งาน
- 2.5.6 สินค้ารับประกันอย่างน้อย 1 ปี
- 2.6. ติดตั้งระบบไฟฟ้าและสัญญาณอินเทอร์เน็ต จำนวน 12 ระบบ ราคาระบบละ 2,500 บาท เป็นเงิน 30,000 บาท
- 2.6.1 ติดตั้งระบบไฟฟ้าและสายสัญญาณอินเทอร์เน็ต 12 ระบบ หรือดีกว่า
- 2.6.2 ติดตั้ง outlet อย่างน้อยระบบละ 2 ช่อง พร้อมเดินรางเชื่อมต่อระหว่างจุด หรือดีกว่า
- 2.7. โตะทดลองขนาดยาว 210 ซม. พร้อมปลั๊ก จำนวน 12 ตัว ราคาตัวละ 7,000 บาท เป็นเงิน 84,000 บาท
- 2.8. แก้อั้วพนักพิงแบบมีล้อลาก จำนวน 36 ตัว ราคาตัวละ 1,800 บาท เป็นเงิน 64,800 บาท
- 2.9. กระดานไวท์บอร์ด ขนาด 120*180 ซม. แบบขาตั้งมีล้อเลื่อน จำนวน 2 ตัว ราคาตัวละ 6,000 บาท เป็นเงิน 12,000 บาท
3. ชุดฝึกโมดูลสื่อสารสำหรับงานควบคุมอัตโนมัติในอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด ราคาชุดละ 495,000 บาท เป็นเงิน 495,000 บาท ประกอบด้วย
- 3.1. ชุดฝึกโมดูลสื่อสารสำหรับงานควบคุมอัตโนมัติในอุตสาหกรรม 4.0 จำนวน 2 ชุด ราคาชุดละ 120,000 บาท เป็นเงิน 240,000 บาท
- 3.1.1 เป็นชุดฝึกที่รองรับการทดลองทางด้าน IoT ผ่านโมดูลสื่อสาร NB-IoT, 4G และ LoRa หรือดีกว่า
- 3.1.2 มีกล่องแบบมีหูหิ้วสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ เพื่อความเป็นระเบียบและสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย
- 3.1.3 ชุดฝึกมีแบตเตอรี่ในตัว สามารถจ่ายพลังงานสำหรับการทำงานทั้งระบบได้โดยไม่ต้องพึ่งพาแหล่งจ่ายจากภายนอก ในกรณีที่น่าไปใช้งานในจุดที่ไม่มีแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)



3.1.4 มีชุดกล่อง Enclosure ที่สามารถกันฝุ่นและละอองน้ำได้ รองรับการบรรจุชิ้นงานต้นแบบสำหรับนำไปติดตั้งและทดสอบการทำงานจริงในพื้นที่ต่างๆ

3.1.5 มีบอร์ดแหล่งจ่ายพลังงานทั้งแบบ AC และ DC สามารถเลือกแหล่งจ่ายพลังงานสำหรับ ชุดกล่อง Enclosure ได้ เพื่อสะดวกในการนำไปติดตั้งในพื้นที่ต่างๆ กัน

3.1.6 สามารถใช้ได้กับแรงดันไฟฟ้า 220V/50Hz โดยไม่จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้า (AC/DC Adapter) จากภายนอก

3.1.7 มี Library และ Source code ที่สามารถดาวน์โหลดได้จาก GitHub สะดวกต่อการติดตั้ง ใช้งานร่วมกับ Arduino IDE และติดตามการอัปเดต Version ของ Library ในอนาคต

3.1.8 รองรับการพัฒนา Graphic User Interface ผ่าน Web browser ด้วยภาษา Graphic Programming (Node-RED), HTML, CSS และ Java Script หรือดีกว่า

3.1.9 รองรับการพัฒนาโปรแกรมเชื่อมต่อฐานข้อมูล Online และการทำ Web Hosting หรือดีกว่า

3.1.10 มีบอร์ดคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลข้อมูลขนาดเล็ก

3.1.11 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ขนาด 64 บิต ที่มีแกนหลัก (Core) ไม่น้อยกว่า 4 แกน และมีความเร็วของสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 1.5 GHz

3.1.12 มีหน่วยความจำ RAM แบบ LPDDR4 ขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB

3.1.13 รองรับการเชื่อมต่อสัญญาณเพื่อรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย ตามมาตรฐาน IEEE 802.11ac

3.1.14 รองรับการเชื่อมต่อใช้งาน Bluetooth 5.0 หรือดีกว่า

3.1.15 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อ Ethernet port 10/100/1000 หรือ Gigabit Ethernet

3.1.16 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อ HDMI หรือ micro-HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

3.1.17 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อ USB2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

3.1.18 มีขาสำหรับเชื่อมต่อใช้งานอินพุตและเอาต์พุตแบบอนเนกประสงค์ไม่น้อยกว่า 28 ขา

3.1.19 มีพอร์ต CSI รองรับการเชื่อมต่อกับกล้องหรือดีกว่า

3.1.20 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อ SD Card

3.1.21 มีจอแสดงผลแบบ Color IPS LCD ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

3.1.21.1 มีขนาดหน้าจอดีตามเส้นทแยงมุมไม่น้อยกว่า 13 นิ้ว

3.1.21.2 ความละเอียดของจอไม่น้อยกว่า 1920 x 1080

3.1.21.3 จอแสดงผลแบบ IPS Panel มุมมองภาพกว้างไม่น้อยกว่า 150 องศา

3.1.21.4 รองรับการสัมผัสแบบ Capacitive Touch รองรับการสัมผัสแบบหลายจุด

3.1.21.5 รองรับการเชื่อมต่อการแสดงผลผ่านพอร์ต HDMI หรือดีกว่า

3.1.22 มีบอร์ดสำหรับควบคุมและประมวลผลทางด้าน IoT ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

3.1.22.1 มีชิปประมวลผลที่มีแกนหลัก (Core) สำหรับประมวลผลไม่น้อยกว่า 2 แกนหลัก และมีความเร็วในการประมวลผลไม่น้อยกว่า 240 MHz

3.1.22.2 มีหน่วยความจำแบบ PSRAM ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB

3.1.22.3 มีหน่วยความจำแบบ Flash ขนาดไม่น้อยกว่า 16 MB (128 Mbit)

3.1.22.4 รองรับการสื่อสารไร้สายในย่านความถี่ 2.4 GHz Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n หรือดีกว่า

3.1.22.5 รองรับการสื่อสาร Bluetooth 4.2 BLE หรือดีกว่า

3.1.22.6 มีขาสำหรับเชื่อมต่อใช้งานอินพุตเอาต์พุตแบบอนเนกประสงค์ไม่น้อยกว่า 12 ขา

3.1.22.7 มีวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลที่มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 12 บิต

- 3.1.22.8 มีช่องสัญญาณสำหรับการสื่อสารแบบอนุกรม UART จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 3.1.22.9 มีวงจร Real-Time Clock ติดตั้งอยู่บนบอร์ดประมวลผล
- 3.1.22.10 มีคอนเนคเตอร์สำหรับเชื่อมต่อสายอากาศแบบ U.FL
- 3.1.22.11 มีช่องเชื่อมต่อแบบ 2x8 pin (2.54 mm pitch) สำหรับเชื่อมต่อกับโมดูลชนิดต่างๆ จำนวนไม่น้อยกว่า 6 Slot สามารถเชื่อมต่อกับโมดูลต่างๆ ได้ไม่น้อยกว่าโมดูลดังต่อไปนี้
- (1) โมดูลสื่อสาร NB-IoT, 4G และ LoRa
 - (2) โมดูลเซนเซอร์ GNSS/GPS, Accelerometer และ Temp & Humidity
 - (3) โมดูลจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 1.3 นิ้ว
 - (4) โมดูลเชื่อมต่อเซนเซอร์แบบ 4-20 mA
 - (5) โมดูลเชื่อมต่อชุดแปลงสัญญาณแบบ ADC และ DAC
 - (6) โมดูลหน่วยความจำแบบ FRAM
 - (7) โมดูลสื่อสารผ่านโปรโตคอล RS-485 และ RS-232
 - (8) โมดูลปุ่มควบคุมแบบ 4D Button
- 3.1.22.12 ช่องเชื่อมต่อแบบ 2x8 pin (2.54 mm pitch) แต่ละ Slot มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- (1) รองรับการเชื่อมต่อ Digital I/O จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - (2) รองรับการเชื่อมต่อ Analog Input จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - (3) รองรับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม UART, SPI และ I2C หรือดีกว่า
 - (4) รองรับการจ่ายไฟเลี้ยงโมดูลระดับแรงดัน 3.3V และ 5V หรือดีกว่า
- 3.1.22.13 สามารถเชื่อมต่อโมดูลซ้อนกันในลักษณะของ Stacking ได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั้น
- 3.1.22.14 มีชุด Relay ที่เชื่อมต่อและสามารถควบคุมการทำงานผ่าน Digital I/O จากบอร์ดได้โดยตรง จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 3.1.22.15 รองรับการพัฒนาโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ Arduino IDE ผ่านพอร์ต USB
- 3.1.23 มีชุดสำหรับจำลองสัญญาณประกอบด้วย
- 3.1.23.1 มีช่องจำลองสัญญาณชนิด 4-20mA ไม่น้อยกว่า 2 ช่องและมีเมนูสำหรับควบคุมแสดงค่า และแสดงกราฟ
- 3.1.23.2 มีช่องจำลองสัญญาณ 0-10 VDC ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และมีเมนู Analog สำหรับควบคุมแสดงค่า และแสดงกราฟ และมีเมนูช่วยอธิบายวิธีการใช้งาน
- 3.1.23.3 มีช่องจำลองสัญญาณ Digital I/O พร้อม LED แสดงสถานะ ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง และมีเมนู Digital สำหรับแสดงผลและควบคุมดังนี้
- (1) มีเมนูแสดงสถานะแบบ LED
 - (2) มีเมนูสวิตช์ ON-OFF
 - (3) มีเมนูช่วยอธิบายวิธีการใช้งาน
- 3.1.23.4 มีช่อง Dry contact output พร้อม LED แสดงสถานะ ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และมีเมนู Dry Output สำหรับแสดงผลและควบคุม
- 3.1.23.5 มีเมนูแสดงค่าการใช้กระแสไฟฟ้าและกราฟการใช้งานกระแสไฟฟ้าของบอร์ดสำหรับควบคุมและประมวลผลทางด้าน IoT
- 3.1.24 มีช่องแปลงสัญญาณ USB to RS-232 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 3.1.25 มีช่องแปลงสัญญาณ USB to RS485 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 3.1.26 มีจอ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว สำหรับควบคุมและแสดงค่าต่างๆ

riak
John

- 3.1.27 มีชุดสายอากาศ 4G และ GPS สำหรับเชื่อมต่อใช้งานร่วมกับบอร์ดประมวลผล
- 3.1.28 มีบอร์ดแหล่งจ่ายพลังงานแบบ AC และ DC รองรับแรงดันไฟฟ้าอินพุต 9-24V หรือดีกว่า
- 3.1.29 มีใบงานทดลองประกอบการเรียนการสอนจำนวนไม่น้อยกว่า 20 ใบงาน โดยมีเนื้อหา ไม่น้อยกว่าหัวข้อดังต่อไปนี้
 - 3.1.29.1 การใช้งานร่วมกับ NB-IoT
 - 3.1.29.2 การใช้งานร่วมกับ 4G
 - 3.1.29.3 การใช้งานร่วมกับเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น
 - 3.1.29.4 การใช้งานร่วมกับ GPS
 - 3.1.29.5 การใช้งานร่วมกับการสื่อสารผ่าน MQTT
 - 3.1.29.6 การใช้งาน Real-Time Clock
 - 3.1.29.7 การใช้งานร่วมกับเซ็นเซอร์วัดความเร่ง
 - 3.1.29.8 การใช้งานร่วมกับการแสดงผลข้อมูลบน Dashboard
 - 3.1.29.9 การใช้งานร่วมกับจอแสดงผลแบบ LCD
 - 3.1.29.10 การใช้งานร่วมกับระบบฐานข้อมูล Online
- 3.1.30 มีแพลตฟอร์มรองรับการทดลองด้านอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) คุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้
 - 3.1.30.1 รองรับการสร้าง Dashboard สำหรับแสดงผลข้อมูล (Data visualization) ในการเฝ้าระวัง (Monitoring) หรือควบคุมอุปกรณ์ IoT ได้
 - 3.1.30.2 รองรับการออกแบบหน้า Dashboard สำหรับการแสดงผลในรูปแบบหลากหลาย อาทิ Time-series chart, Bar chart, Radar, Pie chart และอื่น ๆ แสดงผลในเวลาจริง (real-time)
 - 3.1.30.3 รองรับการสร้างอุปกรณ์สำหรับแสดงบนหน้า Dashboard ได้
 - 3.1.30.4 รองรับการกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลหน้า Dashboard ได้ทั้งแบบสาธารณะและแบบกำหนดสิทธิ์เฉพาะกลุ่ม
 - 3.1.30.5 รองรับการใช้งานโปรโตคอลการสื่อสารทั้งแบบ HTTP และ MQTT
 - 3.1.30.6 มีระบบการจัดการสมาชิก (Customer) เพื่อเข้าถึงรายละเอียดข้อมูลของ Dashboard
 - 3.1.30.7 มีระบบอัปเดต firmware ไปยังอุปกรณ์ IoT ได้ อาทิ ESPino, ESP32, ESP8266 และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่รองรับ
 - 3.1.30.8 มีชุดคำสั่ง Library สำหรับสื่อสารกับแพลตฟอร์มในภาษา C และรองรับการทำงานบนแพลตฟอร์ม Arduino
 - 3.1.30.9 ระบบสามารถดู Log ประวัติการใช้งานระบบได้
 - 3.1.30.11 อุปกรณ์ IoT สื่อสารกับแพลตฟอร์มโดยใช้ API ในรูปแบบ REST และ MQTT
 - 3.1.30.11 จัดเก็บข้อมูลโดยใช้ฐานข้อมูล PostgreSQL
 - 3.1.30.12 บริหารจัดการอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับแพลตฟอร์มได้มากกว่า 1 อุปกรณ์
 - 3.1.30.13 บริหารจัดการในการจัดสรรพื้นที่ (Asset) สำหรับจัดหมวดหมู่ของอุปกรณ์ได้มากกว่า 1 พื้นที่
 - 3.1.30.14 แพลตฟอร์มมีระบบยืนยันตัวตนของอุปกรณ์ในการเข้าถึงเพื่อความปลอดภัยในรูปแบบการใช้ Access Tokens และ Basic MQTT Credentials

Handwritten signature

3.2. ชุดจำลองแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรมชนิด 6 แกน จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย 141,000

3.2.1 แขนกลแกนที่ 1 สามารถหมุนได้ -100, +100 องศา หรือช่วงกว้างกว่า ความเร็วไม่น้อยกว่า 30 องศาต่อวินาที

3.2.2 แขนกลแกนที่ 2 สามารถหมุนได้ -60, +90 องศา หรือช่วงกว้างกว่า ความเร็วไม่น้อยกว่า 65 องศาต่อวินาที

3.2.3 แขนกลแกนที่ 3 สามารถหมุนได้ -180, +50 องศา หรือช่วงกว้างกว่า ความเร็วไม่น้อยกว่า 25 องศาต่อวินาที

3.2.4 แขนกลแกนที่ 4 สามารถหมุนได้ -180, +180 องศา หรือช่วงกว้างกว่า ความเร็วไม่น้อยกว่า 110 องศาต่อวินาที

3.2.5 แขนกลแกนที่ 5 สามารถหมุนได้ -180, +40 องศา หรือช่วงกว้างกว่า ความเร็วไม่น้อยกว่า 30 องศาต่อวินาที

3.2.6 แขนกลแกนที่ 6 สามารถหมุนได้ -180, +180 องศา หรือช่วงกว้างกว่า ความเร็วไม่น้อยกว่า 65 องศาต่อวินาที

3.2.7 แขนกลสามารถยกโหลดที่มีขนาดน้ำหนักสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 400 กรัม

3.2.8 แขนกลมีรัศมีการทำงาน ไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

3.2.9 มี Power Switch สำหรับปิดเปิดการทำงานอยู่บริเวณฐานของหุ่นยนต์

3.2.10 มีชุดควบคุมแขนหุ่นยนต์ (Controller) จำนวน 1 ชุด

3.2.10.1 มีหน้าจอแสดงผลชนิด OLED หรือดีกว่า

3.2.10.2 มีปุ่มกดเพื่อควบคุมการทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปุ่ม ติดตั้งอยู่บนชุดควบคุมการทำงานแขนหุ่นยนต์

3.2.10.3 สัญญาณไฟ LED แสดงสถานะการทำงานของชุดควบคุมแขนหุ่นยนต์

3.2.11 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่น้อยกว่าดังนี้

3.2.11.1 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อใช้งานควบคุมมือจับแบบไมโครเซอร์ไวมอเตอร์ หรือ เชื่อมต่อใช้งานร่วมกับ Pneumatic Box

3.2.11.2 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อ AD/IO Port จำนวน 1 ช่อง

3.2.11.3 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อ Input/Output (IO) จำนวน 1 ช่อง

3.2.11.4 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อเพื่อควบคุมการทำงานของแกนที่ 7 จำนวน 1 ช่อง

3.2.11.5 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อโปรโตคอล RS485 จำนวน 1 ช่อง

3.2.11.6 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อควบคุมการทำงานผ่าน USB Port จำนวน 1 ช่อง

3.2.12 มีอุปกรณ์ควบคุมแขนหุ่นยนต์แบบจอสัมผัส จำนวน 1 ชุด

3.2.13 มี Pneumatic Box สำหรับใช้งานร่วมกับระบบลม จำนวน 1 ชุด

3.2.14 มีซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมการทำงานของแขนหุ่นยนต์

3.2.15 มีโหมดสำหรับควบคุมในการวาดรูปภาพ (Drawing) พร้อมรูปภาพตัวอย่างสำหรับสั่งงานให้แขนหุ่นยนต์วาดภาพ

3.2.16 รองรับการทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ ROS

3.2.17. มีอุปกรณ์ประกอบภายในชุดไม่น้อยกว่าดังนี้

3.2.17.1 มีแหล่งจ่ายไฟ จำนวน 1 ชุด

3.2.17.2 มีมือจับแบบไมโครเซอร์ไวมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด

3.2.17.3 มีที่จับปากกา จำนวน 1 ชุด

รวิ ก.
Hhu-

3.3. เครื่องพิมพ์แบบ 3 มิติ จำนวน 2 เครื่อง ราคาเครื่องละ 40,000 บาท เป็นเงิน 80,000 บาท

3.3.1 ใช้วิธีขึ้นรูปชิ้นงาน 3 มิติ แบบ Fused Filament Fabrication (FFF) หรือ Fused Deposition Modeling (FDM) หรือ Stereolithography (SLA) หรือดีกว่า

3.3.2 มีพื้นที่ผลิตชิ้นงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

(1) ในกรณีพื้นที่ผลิตชิ้นงานเป็นรูปแบบสี่เหลี่ยมมีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร หรือ
(2) ในกรณีพื้นที่ผลิตชิ้นงานเป็นรูปวงกลม ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 24 มิลลิเมตร

- สามารถขึ้นรูปชิ้นงานโดยมีความละเอียดที่มากกว่า 0.1 มิลลิเมตรได้
- ความเร็วในการพิมพ์สูงสุด ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตรต่อวินาที
- มีช่องเชื่อมต่อแบบ SD-Card Reader หรือ USB หรือดีกว่า
- สามารถใช้กับวัสดุประเภท Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) หรือ Polylactic Acid (PLA) ได้
- สามารถพิมพ์ชิ้นงานจากไฟล์ชนิด STL หรือ OBJ ได้

3.4. ตู้เหล็ก แบบบานเลื่อน 2 บาน จำนวน 4 ตู้ ราคาตู้ละ 7,000 บาท เป็นเงิน 28,000 บาท

4. ชุดประมวลผลเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สมองกลฝังตัว จำนวน 32 ชุด ราคาชุดละ 22,000 บาท เป็นเงิน 704,000 บาท ประกอบด้วย

4.1 ชุดประมวลผลเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สมองกลฝังตัว จำนวน 32 ชุด มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 2 แกนหลัก (2 Cores) มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐาน ไม่น้อยกว่า 1.4 GHz

4.2 มีหน่วยสำหรับประมวลผลภาพไม่น้อยกว่า 128 แกนหลัก (128 Cores)

4.3 มีหน่วยความจำขนาด 4 GB 64-bit LPDDR4 25.6 GB/s หรือดีกว่า

4.4 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อ microSD card จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือมีหน่วยความจำชนิด eMMC ติดตั้งอยู่ภายในขนาดไม่น้อยกว่า 16GB

4.5 รองรับการ Encoder ขนาด 4K @ 30 fps (H.264/H.265) Decoder ขนาด 4K @ 60 fps (H.264/H.265) หรือดีกว่า

4.6 มีพอร์ตสำหรับเชื่อมต่อ Gigabit Ethernet , M.2 Key E หรือดีกว่า จำนวน 1 ช่อง

4.7 มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.8 มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ USB 3.0 แบบ Type A จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

4.9 มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ USB 2.0 แบบ Micro-B หรือ USB-C หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.10 มีช่องเชื่อมต่อ GPIO แบบ 40-Pin Header รองรับการเชื่อมต่อแบบ UART, SPI, I2C หรือดีกว่า

4.11 มีช่องเชื่อมต่อ Camera แบบ MIPI CSI-2 DPHY lanes ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

4.12 มีหน่วยความจำแบบ M.2 SSD ขนาดไม่น้อยกว่า 128 GB จำนวน 1 ชุด

4.13 มี Switching Power Supply ที่สามารถใช้งานร่วมกับชุดประมวลผลปัญญาประดิษฐ์ได้

4.14 มีเคสป้องกันตัวบอร์ดประมวลผล

4.15 มีใบงานและชุดเนื้อหาการเรียนรู้เป็นภาษาไทย ผู้เสนอราคาต้องแนบใบงานให้คณะกรรมการตรวจตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา โดยมีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

Handwritten signature

- 4.15.1 พื้นฐานการพัฒนาและการประยุกต์ ด้วยภาษา Python
 - 4.15.1.1 การทดลอง REPL prompt with Basic Python Programming
 - 4.15.1.2 การทดลอง GPIOs Interfacing with Python
 - 4.15.1.3 การทดลองการเชื่อมต่อกับ WIFI module เพื่ออ่านค่าเซนเซอร์ไปยัง Node.js server
 - 4.15.1.4 การทดลอง การเชื่อมต่อกับ module BLE เพื่อส่งข้อมูลให้ Android
 - 4.15.1.5 การทดลอง Sensor Data logging on Google Spreadsheet
 - 4.15.1.6 การทดลองการวิเคราะห์คำสั่งเสียง
- 4.15.2 พื้นฐานการพัฒนาและการประยุกต์ ด้วยภาษา C/C++ และ Mobile Platform (Android/iOS) ร่วมกับ Embedded Linux หรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมในปัจจุบัน
 - 4.15.2.1 การทดลอง Linux Operations System
 - 4.15.2.2 การทดลอง Embedded Linux
 - 4.15.2.3 การทดลอง Hardware Interfacing on Embedded Linux
 - 4.15.2.4 การทดลอง GPIO Controlling Web App
 - 4.15.2.5 การทดลอง GUI Controller using C++ QML
 - 4.15.2.6 การทดลอง Wireless Communication on Embedded Linux
 - 4.15.2.7 การทดลอง Image Processing
 - 4.15.2.8 การทดลอง Face Detection with Line App
 - 4.15.2.9 การทดลอง Android-based Controller via BLE
 - 4.15.2.10 การทดลอง iOS-based Controller via BLE
 - 4.15.2.11 การทดลอง IoT Demo - Home Environment Sensing System
 - 4.15.2.12 การทดลอง Building IoT Cloud for Real-time Monitoring System
 - 4.15.2.13 การทดลอง IoT System for Node-RED and Thing work
- 4.15.3 พื้นฐานการพัฒนาและการประยุกต์ทางด้าน Vision
 - 4.15.3.1 ระบบตรวจจับและจดจำใบหน้า (Face recognition/detection)
 - 4.15.3.2 ระบบตรวจจับและคัดแยกวัตถุ (Object detection/classification)
 - 4.15.3.3 ระบบวัดขนาดและตำแหน่งของวัตถุแบบประมวลผลทันที (Obtaining size and coordinates of the target in real-time)
 - 4.15.3.4 ระบบจับประเภทของวัตถุแบบประมวลผลทันที (Obtaining the type of detected target in real-time)
 - 4.15.3.5 ระบบจับรูปร่างของวัตถุ (Shape recognition)
 - 4.15.3.6 ระบบคัดแยกคุณลักษณะใบหน้าตามเพศ อายุ
- 4.16 มีกล้องสำหรับประมวลผลความละเอียดไม่น้อยกว่า 1080x1920 Pixel 30 fps จำนวน 1 ชุด

5. ชุดหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติประมวลผลด้วยระบบ Robot Operating System (ROS) จำนวน 1 ชุด ราคาชุดละ 100,000 บาท เป็นเงิน 100,000 บาท ประกอบด้วย

5.1 ชุดหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติประมวลผลด้วยระบบ Robot Operating System (ROS) จำนวน 1 ชุด ซึ่งเป็นหุ่นยนต์เพื่อการศึกษาและงานวิจัยหุ่นยนต์อเนกประสงค์ ลักษณะและรูปร่างของหุ่นยนต์มีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดกลางสามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างได้หลากหลายในการทดลอง ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนามีความ

ยึดหุ่น และมีแหล่งการเรียนรู้ที่เปิดเผย สามารถเรียนรู้ ทดลอง และพัฒนาหุ่นยนต์ในส่วนของซอฟต์แวร์ได้ด้วยตัวเอง ในส่วนของซอฟต์แวร์จะต้องรับรองเทคโนโลยี LIDAR และ กล้อง เพื่อนำมาใช้ในการสร้างระบบนำร่องการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์หลากหลายรูปแบบ เช่น หุ่นยนต์สำรวจ หุ่นยนต์ปฏิบัติการ หรือแม้กระทั่งหุ่นยนต์ขนย้ายสิ่งของ

5.2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 5.2.1 หุ่นยนต์มีขนาดไม่น้อยกว่า 27.5 ซม.x 29.5 ซม.x 11 ซม. (กว้างxยาวxสูง)
- 5.2.2 นำเทคโนโลยี LIDAR SLAM มาเป็นระบบนำร่องของหุ่นยนต์
- 5.2.3 โครงสร้างของหุ่นยนต์ทำมาจากพลาสติก และอลูมิเนียมคุณภาพสูง มีความแข็งแรง ทนทาน
- 5.2.4 โครงสร้างของหุ่นยนต์ต้องเชื่อมต่อได้อย่างแข็งแรง และต่อเชื่อมต่อกันด้วยสกรู
- 5.2.5 โครงสร้างของหุ่นยนต์จะต้องมีสีสันทึบสวยงาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
- 5.2.6 โครงสร้างของหุ่นยนต์จะต้องสามารถปรับเปลี่ยนได้หลากหลายรูปแบบ
- 5.2.7 โครงสร้างของหุ่นยนต์ต้องสามารถถอดประกอบได้โดยใช้ไขควง และสามารถไขเข้าได้
- 5.2.8 ใช้มอเตอร์คุณภาพสูง รองรับไฟ 12V. DC และมี Encoder ในตัว ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 5.2.9 ส่วนประมวลผลกลางของหุ่นยนต์จะต้องเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการ LINUX ได้
- 5.2.10 สามารถรองรับการพัฒนาระบบการทำงานของหุ่นยนต์ด้วยระบบ Robot Operating System (ROS) ได้
- 5.2.11 ซอฟต์แวร์ต้องรองรับการเชื่อมต่อกับเทคโนโลยี LIDAR
- 5.2.12 มีกล้องในการตรวจจับ เส้น สี วัตถุ
- 5.2.13 ซอฟต์แวร์ต้องอยู่ในโครงการโอเพ่นซอร์ส สามารถเข้าถึงซอฟต์แวร์ได้ง่าย และไม่มีข้อผูกมัดเชิงพาณิชย์
- 5.2.14 ระบบต้องสามารถรองรับการทำงานแบบมัลติแทชชีน โดยสามารถเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายในรูปแบบต่าง ๆ ได้
- 5.2.15 มีบทเรียนออนไลน์เกี่ยวกับระบบ ROS อย่างน้อย 10 บทเรียน
- 5.2.16 ใช้แบตเตอรี่ LiFePo4 ขนาด 12V. 5Ah. เป็นแหล่งพลังงานหลักของหุ่นยนต์ และใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมงต่อการชาร์จ 1 ครั้ง
- 5.2.17 ขับเคลื่อนด้วยระบบ Differential Drive (2 ล้อ)
- 5.2.18 โครงสร้างของหุ่นยนต์สามารถยึดติดกับวัสดุอื่น ๆ นอกเหนือจากวัสดุในชุดหุ่นยนต์ได้
- 5.2.19 ใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาหุ่นยนต์อย่างน้อย 2 ภาษา
- 5.2.20 มีอุปกรณ์ในการทดสอบ เช่น สนามจำลอง
- 5.2.21 มีชุดแบตเตอรี่และชุดชาร์จ จำนวน 1 ชุด
 - 5.2.21.1 เป็นแบตเตอรี่ LiFePo4 เป็นแบตเตอรี่ทนทานต่ออุณหภูมิสูงได้เป็นอย่างดี ทำให้ไม่เกิดความร้อนมาก หรือถ้าความร้อนมากก็ไม่มีผลที่จะทำให้ตัวแบตเตอรี่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือเปลี่ยนสถานะของตัวเอง และมีอายุการใช้งานต่อรอบมากขึ้น
 - 5.2.21.2 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมงต่อการชาร์จ 1 ครั้ง
 - 5.2.21.3 มี Adapter ชาร์จแบตเตอรี่ รองรับไฟ 220 โวลต์

Handwritten signature

6. ชุดอากาศยานไร้คนขับสำหรับการศึกษาปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 3 ชุด ราคาชุดละ 15,000 บาท เป็นเงิน 45,000 บาท

- 6.1 เป็นอากาศยานไร้คนขับสำหรับการศึกษา
- 6.1 มีแผนภารกิจสำหรับผู้เรียน ใช้ในการฝึกปฏิบัติควบคุมอากาศยานไร้คนขับ
- 6.1 มีซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาฟังก์ชันทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent : AI)
- 6.4 เป็นโดรน 4 ใบพัด สามารถบินได้นานสูงสุดไม่น้อยกว่า 10 นาที
- 6.5 มีกล้องบันทึกภาพในตัวความละเอียดไม่น้อยกว่า 1280 x 720 30p
- 6.6 สามารถบันทึกภาพในรูปแบบไฟล์ MP4 หรือดีกว่าได้
- 6.7 สามารถบันทึกภาพนิ่งได้ความละเอียดสูงสุดไม่น้อยกว่า 5 MP
- 6.8 สามารถถ่ายทอดสัญญาณภาพจากตัวโดรนมายัง Application ที่ใช้ควบคุมได้
- 6.9 สามารถโยนเครื่องจากฝ่ามือเพื่อขึ้นบินได้ (Throw & Go)
- 6.10 มีโหมดการบินบันทึกแบบ Circle 360 และ Up & Away หรือดีกว่า
- 6.11 มีโครงกันชนสำหรับใบพัด (Propeller guards)
- 6.12 มีแบตเตอรี่แบบ Rechargeable ขนาด 3.8V ความจุไม่น้อยกว่า 1100 mAh
- 6.13 มีระบบแจ้งเตือนเมื่อแบตเตอรี่ใกล้หมด

7. ชุดเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด ราคาชุดละ 63,000 บาท เป็นเงิน 63,000 บาท ประกอบด้วย

7.1 ชุดเครื่องมือวัดและประมวลผลสัญญาณทางไฟฟ้า จำนวน 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 10,000 บาท เป็นเงิน 10,000 บาท

- 7.1.1 เป็นดิจิทัลอสตอเรจออกสซิลโลสโคป ที่ใช้วัดสัญญาณขนาด DC ถึง 100 MHz
- 7.1.2 มีปุ่ม AUTOSET
- 7.1.3 สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 2 ช่องหรือดีกว่า
- 7.1.4 ใช้ได้ดีกับระบบไฟฟ้า 220V, 50Hz
- 7.1.5 มีจอแสดงผลแบบสีขนาด 7 นิ้ว แบบ TFT color หรือดีกว่า
- 7.1.6 สามารถรองรับการบันทึกข้อมูลสูงสุด 8M หรือดีกว่า
- 7.1.7 รองรับการเชื่อมต่อกับ USB ทั้งแบบ Host และ Device อย่างน้อย 2 port
- 7.1.8 มีฟังก์ชัน Integrated Digital Voltmeter (DVM) สำหรับแสดงค่าแรงดันหรือดีกว่า
- 7.1.9 บริษัทผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทน

ในประเทศไทยโดยมีเอกสารรับรอง

- 7.1.10 SIGNAL ACQUISITION SYSTEM
 - 7.1.10.1 VOLTS/DIV: 2 mV/DIV ถึง 10 V/DIV
 - 7.1.10.2 BANDWIDTH: DC ถึง 100 MHz
 - 7.1.10.4 MAX SAMPLE RATE: 1 GSa/s
 - 7.1.10.5 MAX INPUT VOLTAGE: 300 Vrms
 - 7.1.10.5 ACQUISITION MODE: NORMAL, AVERAGE, PEAK DETECT
 - 7.1.10.6 BANDWIDTH LIMIT: 20 MHz
- 7.1.11 HORIZONTAL SYSTEM TIME BASE: 2 ns/DIV ถึง 100 s/DIV

รฟอ
Khun -

7.1.12 TRIGGER SYSTEM

7.1.12.1 MODE: AUTO, NORMAL

7.1.12.2 TYPE: EDGE, PULSE WIDTH, VIDEO, SLOPE, WINDOW

7.1.12.3 TRIGGER SOURCE: CH1, CH2, EXT, AC Line

7.1.13 DISPLAY CHARACTERISTICS FORMAT: YT and XY

7.1.14 มี CURSORS สำหรับวัด VOLTS, TIME และความถี่

7.1.15 WAVEFORM PROCESSING: ADD, SUBTRACT และ FFT

7.1.16 มี AUTOMATIC MEASUREMENTS อย่างน้อย 20 พารามิเตอร์

7.1.17 มีสายไฟ AC POWER CORD จำนวน 1 เส้น

7.1.18 มีสายวัดสัญญาณ จำนวน 2 เส้น

7.2 เครื่องสร้างสัญญาณทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 23,000 บาท เป็นเงิน 23,000 บาท

7.2.1 สามารถกำเนิดสัญญาณ SINE, SQUARE, TRIANGLE, PULSE, NOISE หรือดีกว่า

7.2.2 มีเอาต์พุต 2 ช่องหรือดีกว่า

7.2.3 มีฟังก์ชัน LINEAR SWEEP

7.2.4 มีฟังก์ชัน AM, FM, FSK, ASK, PSK MODULATION หรือดีกว่า

7.2.5 มี FREQUENCY RESOLUTION 1 μ Hz หรือดีกว่า

7.2.6 จอแสดงผลแบบขนาด 4.3 นิ้ว หรือดีกว่า

7.2.7 มี FREQUENCY COUNTER ขนาด 80 MHz หรือดีกว่า

7.2.8 มีสัญญาณ BUILT-IN ARBITRARY 100 แบบหรือมากกว่า

7.2.9 สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V/50Hz

7.2.10 บริษัทผู้เสนอราคาจะต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากประเทศผู้ผลิต หรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนในประเทศซึ่งจะต้องมีหนังสือรับรองมายืนยัน

7.2.11 ย่านความถี่ (FREQUENCY RANGE)

7.2.11.1 SINE 1 μ Hz~40MHz7.2.11.2 SQUARE 1 μ Hz~15MHz7.2.11.3 TRIANGLE 1 μ Hz~2MHz7.2.11.4 PULSE 1 μ Hz~15MHz7.2.11.5 ARBITRARY 1 μ Hz~15MHz7.2.11.6 FREQUENCY RESOLUTION 1 μ Hz

7.2.12 คุณสมบัติทางด้านเอาต์พุต

7.2.12.1 แอมพลิจูด (AMPLITUDE) 1mVpp~10Vpp (<10MHz), 1mVpp~5.5Vpp (<55MHz)

7.2.12.2 ความละเอียด (RESOLUTION) 1mVpp

7.2.12.3 OUTPUT IMPEDANCE 50 Ohm

7.2.12.4 ความถูกต้อง (ACCURACY) $\pm 1\%$ of setting ± 5 mVpp7.2.13 BURST CARRIER FREQUENCY 1 μ Hz~15MHz

7.2.14 SWEEP MODE ชนิด LINEAR (SWEEP TIME) 1ms~50Ks

7.3 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 30,000 บาท เป็นเงิน 30,000 บาท

7.3.1 มีเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 3 ช่อง ควบคุมได้อย่างเป็นอิสระต่อกัน

7.3.2 สามารถแสดงผลได้ทั้ง Voltage, Current และ Power

7.3.3 มีความละเอียดในการแสดงผล Voltage และ Current ที่ 10mV และ 1 mA หรือดีกว่า

7.3.4 มีค่า Ripple Wave and Noise น้อยกว่า 1mV

7.3.5 มีวงจร Overload protection

7.3.6 มีฟังก์ชัน Memory Replay หรือ Save/Call

7.3.7 รองรับการสื่อสารแบบ SCPI Remote Command

7.3.8 กำลังไฟฟ้าขาออกสูงสุด (Rated Power) ไม่น้อยกว่า 600W

7.3.9 มีพอร์ต USB ไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต

7.3.10 ใช้ได้ดีกับระบบไฟฟ้า 220V, 50 Hz

7.3.11 บริษัทผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนในประเทศโดยมีเอกสารรับรอง

7.3.12 มีเอาต์พุตแบบปรับค่าแรงดันได้ 0 ถึง 30V หรือดีกว่า จ่ายกระแสได้ตั้งแต่ 0 ถึง 5A จำนวน 2 ช่อง

7.3.13 มีเอาต์พุตแบบแรงดันคงที่ 1.8V/2.5V/3.3V/5V จ่ายกระแสได้ตั้งแต่ 0 ถึง 3A จำนวน 1 ช่อง

7.3.14 ช่องเอาต์พุตแบบปรับค่าแรงดันได้ทั้ง 2 ช่อง สามารถนำมาต่ออนุกรมหรือขนานหรือแยกอิสระต่อกันได้

7.3.15 มีค่าความแม่นยำ (Accuracy) อยู่ที่

7.3.15.1 CV: CH1, CH2 $\leq \pm(0.05\%+30\text{mV})$ และ CV: CH3 $\leq \pm 7\%$

7.3.15.2 CC: CH1, CH2 $\leq \pm(0.1\%+60\text{mA})$ และ CV: CH3 $\leq \pm 7\%$

7.3.16 มีค่า Load Effect อยู่ที่

7.3.16.1 CV: CH1, CH2 $\leq 1 \times 10^{-4}+8\text{mV}$ และ CV: CH3 $\leq 1 \times 10^{-4}+3\text{mV}$

7.3.16.2 CC: CH1, CH2, CH3 $\leq 1 \times 10^{-4}+600\mu\text{A}$

7.3.17 มีค่า Ripple Wave & Noise อยู่ที่ CV $\leq 1\text{mV}$ และ CC $\leq 3\text{mA}$

7.3.18 มีฟังก์ชัน Timing Output หรือดีกว่า

8. ชุดบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับสร้างต้นแบบทางอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 ชุด ราคาชุดละ 5,000 บาท เป็นเงิน 100,000 บาท

8.1 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 8 บิต หรือดีกว่า

8.2 มีสถาปัตยกรรมแบบ RISC หรือดีกว่า

8.3 สามารถประมวลผลคำสั่งสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 16 ล้านคำสั่งต่อวินาที (MIPS)

8.4 มีหน่วยความจำภายในแบบ SRAM ไม่น้อยกว่า 2Kbytes

8.5 มีหน่วยความจำชนิด EEPROM ขนาดไม่น้อยกว่า 2Kbytes

8.6 มี Timer/Counter ความละเอียดไม่น้อยกว่า 8 บิต จำนวน 2 ตัว

8.7 มี Timer /Counter ความละเอียดไม่น้อยกว่า 16 บิต จำนวน 1 ตัว

8.8 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อ PWM จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ช่อง

8.9 มีสาย USB Type A – USB Type B จำนวน 1 เส้น

- 8.10 มีแหล่งจ่ายไฟสำหรับใช้งานร่วมกับชุดบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน 1 ชุด
- 8.11 มีโพรโตบอร์ด (Breadboard) ขนาดไม่น้อยกว่า 300 จุด จำนวน 1 ชิ้น
- 8.12 มีโมดูลจอแสดงผลแบบ LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด จำนวน 1 ชิ้น
- 8.13 มีเซอร์โวมอเตอร์ จำนวน 1 ชิ้น
- 8.14 มีสเต็ปมอเตอร์พร้อมบอร์ดไดรฟ์ จำนวน 1 ชุด
- 8.15 มีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ชิ้น
- 8.16 มีตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ขนาด 10K จำนวน 2 ชิ้น
- 8.17 มีโมดูล 7-Segment แบบ 1 หลัก จำนวน 1 ชิ้น
- 8.18 มี LED ขนาด 5mm คละสี จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ชิ้น
- 8.19 มีคู่มือหรือหนังสือการเขียนโปรแกรมภาษา C จำนวน 1 เล่ม

9. ชุดกระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย จำนวน 2 ชุด ราคาชุดละ 15,000 บาท เป็นเงิน 30,000 บาท

- 9.1 สามารถใช้งานตามมาตรฐาน (IEEE 802.11b, g, n, ac) ได้เป็นอย่างดี
- 9.2 สามารถทำงานที่คลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz
- 9.3 สามารถเข้ารหัสข้อมูลตามมาตรฐาน WPA และ WPA2 ได้เป็นอย่างดี
- 9.4 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 9.5 สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet)
- 9.6 สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้ หรือ Mobile Application ได้

10. ชุดระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่าย จำนวน 1 ชุด ราคาชุดละ 241,200 บาท เป็นเงิน 241,200 บาท ประกอบด้วย

10.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย แบบที่ 1 ราคาชุดละ 130,000 บาท เป็นเงิน 130,000 บาท

10.1.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 10 แกนหลัก (10 core) หรือดีกว่า สำหรับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยเฉพาะและมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.2 GHz จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย

10.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64-bit มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันไม่น้อยกว่า 13 MB

10.1.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด ECC DDR4 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 16 GB

10.1.4 สนับสนุนการทำงาน RAID ไม่น้อยกว่า RAID 0, 1, 5

10.1.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SCSI หรือ SAS หรือ SATA ที่มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 10,000 รอบ ต่อนาที ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย

10.1.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

10.1.7 มี Power Supply แบบ Redundant หรือ Hot Swap จำนวน 2 หน่วย

10.2 เครื่องสำรองไฟ (UPS) จำนวน 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 32,000 บาท เป็นเงิน 32,000 บาท

10.2.1 มีกำลังไฟฟ้าขาออก (Output) ไม่น้อยกว่า 3 kVA (2,100 Watts) – มีช่วง แรงดันไฟฟ้า Input (VAC) ไม่น้อย220+/-10%

Handwritten signature

- 10.2.2 มีช่วงแรงดันไฟฟ้า Output (VAC) ไม่มากกว่า 220+/-5%
- 10.2.3 สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 5 นาที
- 10.3 ตู้สำหรับจัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ แบบที่ 2 ราคาตัวละ 22,000 บาท เป็นเงิน 22,000 บาท
 - 10.3.1 เป็นตู้ Rack ปิด ขนาด 19 นิ้ว 42U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ความลึกไม่น้อยกว่า 110 เซนติเมตรและความสูงไม่น้อยกว่า 200 เซนติเมตร
 - 10.3.2 ผลิตจากเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแบบชุบด้วย
 - 10.3.3 มีช่องเสียบไฟไม่น้อยกว่า 12 ช่อง
 - 10.3.4 มีพัดลมสำหรับระบายความร้อน ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 10.4 ชุดมีเดียคอนเวอร์เตอร์ไฟเบอร์ออฟติก พร้อม สาย PATCH CORD FIBER 9/125 SM-SX ST-SC จำนวน 2 ชุด ราคาชุดละ 7,000 บาท เป็นเงิน 14,000 บาท
- 10.5 ชุดโปรแกรม Window Server 2022 Standard 16 Core CSP ราคาชุดละ 43,200 บาท เป็นเงิน 43,200 บาท

11. ผู้เสนอราคาต้องแสดงตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะที่มหาวิทยาลัยกำหนด และคุณลักษณะที่บริษัทเสนอ พร้อมทั้งระบุว่าตรงกับแคตตาล็อกที่บริษัทเสนอข้อใดโดยทำเครื่องหมายกำกับในแต่ละข้อให้ชัดเจน

12. ระยะเวลาการส่งมอบ ภายใน 150 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย