

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. รายการ ชุดฝึกปฏิบัติเรียนรู้การออกแบบและการเขียนโปรแกรม ในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ แบบควบคุมอัตโนมัติ ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. งบประมาณ 9,980,000 บาท
4. ชุดฝึกปฏิบัติเรียนรู้การออกแบบและการเขียนโปรแกรม ในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ แบบควบคุมอัตโนมัติ ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 4.1 ชุดฝึกปฏิบัติการออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมระบบอัตโนมัติพร้อมระบบวิชชั่น จำนวน 18 ชุด วงเงิน 3,348,000 บาท
 - 4.2 ชุดหุ่นยนต์ปฏิบัติการเรียนรู้การออกแบบและการเขียนโปรแกรมในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ แบบควบคุมหุ่นยนต์ทางไกล Tele Robotic ชนิด Collaborative Robot จำนวน 1 ชุด วงเงิน 3,445,000 บาท
 - 4.2.1 หุ่นยนต์สำหรับการศึกษาคอมพิวเตอร์ทางไกล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 1,986,000 บาท
 - 4.2.2 ชุดมือจับไฟฟ้าแบบมีอุปกรณ์วัดแรง (Gripper) จำนวน 1 ชุด วงเงิน 390,000 บาท
 - 4.2.3 ชุดโปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์เสมือนจริงแบบออฟไลน์ และ ออนไลน์ จำนวน 1 ชุด วงเงิน 890,000 บาท
 - 4.2.4 โมดูลกระจายสัญญาณไร้สายสำหรับการควบคุมหุ่นยนต์ทางไกล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 85,000 บาท
 - 4.2.5 โมดูลตรวจจับภาพสำหรับการควบคุมหุ่นยนต์ทางไกล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 94,000 บาท
 - 4.3 ชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้การออกแบบและการเขียนโปรแกรมในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ จำนวน 1 ชุด วงเงิน 3,187,000 บาท
 - 4.3.1 ชุดสถานีสำหรับการศึกษาคอมพิวเตอร์ทางไกล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 755,000 บาท
 - 4.3.2 ชุดอุปกรณ์สำหรับการควบคุมหุ่นยนต์ทางไกล Joystick จำนวน 1 ชุด วงเงิน 499,000 บาท
 - 4.3.3 ชุดโปรแกรมสำหรับการศึกษาระบบหุ่นยนต์ควบคุมทางไกล Tele Robotics จำนวน 1 ชุด วงเงิน 898,000 บาท
 - 4.3.4 เครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบดิจิทัล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 145,000 บาท
 - 4.3.5 โมดูลประมวลผลสำหรับหน่วยปฏิบัติการเรียนรู้การออกแบบและการเขียนโปรแกรม ในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ แบบควบคุมอัตโนมัติ จำนวน 21 ชุด วงเงิน 777,000 บาท
 - 4.3.6 โมดูลประมวลผลสำหรับหน่วยปฏิบัติการเรียนรู้การออกแบบและการเขียนโปรแกรม ในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ แบบควบคุมอัตโนมัติแบบพกพา จำนวน 1 ชุด วงเงิน 35,000 บาท
 - 4.3.7 แก้อั้วสำหรับเครื่องปฏิบัติการการออกแบบและการเขียนโปรแกรม ในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ แบบควบคุมอัตโนมัติ จำนวน 21 ตัว วงเงิน 73,000 บาท
 - 4.3.8 เครื่องสำรองไฟสำหรับโมดูลประมวลผล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 5,000 บาท
5. คุณสมบัติเฉพาะ (Specification)

ชุดฝึกปฏิบัติเรียนรู้การออกแบบและการเขียนโปรแกรม ในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ แบบควบคุมอัตโนมัติ ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

 - 5.1 ชุดฝึกปฏิบัติการออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมระบบอัตโนมัติพร้อมระบบวิชชั่น จำนวน 18 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยโมดูล ดังต่อไปนี้
 - 5.1.1 โมดูลวงจรควบคุมมอเตอร์กระแสตรง จำนวน 1 โมดูล
 - 5.1.1.1 มีวงจรควบคุมชนิด H Bridge หรือดีกว่า
 - 5.1.1.2 สามารถใช้ควบคุมมอเตอร์กระแสตรงได้ 2 ตัว

- 5.1.1.3 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Encoder จำนวน 2 ช่องสัญญาณ หรือดีกว่า
- 5.1.1.4 รองรับการเชื่อมต่อชุดวงจรควบคุมมอเตอร์เพิ่มเติมแบบ daisy chain ได้ จำนวน 4 วงจร โดยมีสายเชื่อมต่อมาให้ จำนวน 1 เส้น หรือดีกว่า
- 5.1.1.5 ชุดวงจรออกแบบมาให้ใช้งานได้หลากหลาย สามารถใช้งานร่วมกับคอนโทรลเลอร์ที่มี i2C communication bus ได้ เช่น EV3 Brick หรือ National Instruments myRIO
- 5.1.1.6 ใช้แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์
- 5.1.2 โมดูลวงจรสำหรับควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ จำนวน 1 โมดูล
 - 5.1.2.1 มีช่องสัญญาณรองรับการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ จำนวน 8 ช่องสัญญาณ ประกอบด้วย R/C servo motor จำนวน 6 ช่องสัญญาณ และ continuous servo motor 2 ช่องสัญญาณ หรือดีกว่า
 - 5.1.2.2 รองรับการเชื่อมต่อชุดวงจรควบคุมมอเตอร์เพิ่มเติมแบบ daisy chain ได้จำนวน 4 วงจร โดยมีสายเชื่อมต่อมาให้ จำนวน 1 เส้น หรือดีกว่า
 - 5.1.2.3 ชุดวงจรออกแบบมาให้ใช้งานได้หลากหลาย สามารถใช้งานร่วมกับคอนโทรลเลอร์ที่มี i2C communication bus ได้ เช่น EV3 Brick หรือ National Instruments myRIO
 - 5.1.2.4 ใช้แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์
- 5.1.3 โมดูลแบตเตอรี่ประจุไฟได้ชนิด Rechargeable NiMH Battery Pack ขนาดไม่น้อยกว่า 12 โวลต์ จำนวน 1 ลูก
 - 5.1.3.1 เป็นแหล่งจ่ายพลังงานที่ประกอบขึ้นจากแบตเตอรี่ชนิด NiMH หรือดีกว่า
 - 5.1.3.2 จ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 12 โวลต์ ที่กระแสไม่ต่ำกว่า 2,500 mAh
- 5.1.4 โมดูลมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 2 โมดูล
 - 5.1.4.1 เป็นมอเตอร์พิกัดขนาดไม่ต่ำกว่า 100 rpm (No load) ค่าทอร์ก (Stall Torque) ไม่ต่ำกว่า 400 oz-in
 - 5.1.4.2 มอเตอร์แต่ละตัวมีเซ็นเซอร์นับรอบอยู่ภายใน
 - 5.1.4.3 โลหะสำหรับยึดมอเตอร์ จำนวน 2 ชิ้น
- 5.1.5 โมดูลมอเตอร์ชนิด เซอร์โวมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 180 องศา จำนวน 2 โมดูล
 - 5.1.5.1 เป็นมอเตอร์ที่สามารถใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 180 องศา
 - 5.1.5.2 โลหะสำหรับยึดมอเตอร์ จำนวน 2 ชิ้น
- 5.1.6 โมดูลมอเตอร์ชนิด เซอร์โวมอเตอร์ชนิดทำงานต่อเนื่อง (Continuous servo motor) จำนวน 1 โมดูล พร้อมชุดโลหะสำหรับยึดมอเตอร์
- 5.1.7 โมดูล ON/OFF Power Switch จำนวน 1 โมดูล
- 5.1.8 วัสดุอุปกรณ์ชิ้นส่วนโลหะสำหรับใช้ในการออกแบบหุ่นยนต์สำหรับใช้ร่วมกับชุดคอนโทรลเลอร์ ชิ้นส่วนโลหะผลิตจากอะลูมิเนียม ชนิด Aircraft-grade มีการออกแบบเจาะรูให้สามารถใช้ในการ ออกแบบชิ้นงานได้หลากหลาย ดังนี้
 - 5.1.8.1 ชิ้นโลหะรูปตัวยู (Channel) ความยาวไม่น้อยกว่า 280 มม. จำนวน 4 อัน
 - 5.1.8.2 ชิ้นโลหะรูปตัวยู (Channel) ความยาวไม่น้อยกว่า 150 มม. จำนวน 4 อัน
 - 5.1.8.3 ชิ้นโลหะรูปตัวยู (Channel) ความยาวไม่น้อยกว่า 90 มม. จำนวน 4 อัน
 - 5.1.8.4 ชิ้นโลหะรูปตัวยู (Channel) ความยาวไม่น้อยกว่า 30 มม. จำนวน 6 อัน
 - 5.1.8.5 ชิ้นโลหะยึดมุม (Angle) ความยาวไม่น้อยกว่า 140 มม. จำนวน 2 อัน
 - 5.1.8.6 ชิ้นโลหะยึดมุม (Angle) ความยาวไม่น้อยกว่า 280 มม. จำนวน 2 อัน
 - 5.1.8.7 ชิ้นโลหะแบน (Flat Bars) ความยาวไม่น้อยกว่า 280 มม. จำนวน 2 อัน
 - 5.1.8.8 ชิ้นส่วนโลหะแบนสำหรับสร้างชิ้นงาน (Flat Building Plates) จำนวน 2 อัน

- 5.1.8.9 ชิ้นส่วนโลหะแบร์ริกเกต ชนิดแบน จำนวน 6 อัน
- 5.1.8.10 ชิ้นส่วนโลหะแบร์ริกเกต ชนิดรูปตัวแอล จำนวน 6 อัน
- 5.1.8.11 ชิ้นส่วนโลหะแบร์ริกเกตสำหรับยึดมุมใน (Inside Corner Bracket) จำนวน 6 อัน
- 5.1.8.12 ชิ้นส่วนโลหะตัวยึดมุมในรูปตัวซี (Inside C Connector) จำนวน 6 อัน
- 5.1.8.13 ชิ้นส่วนโลหะแบบแบน (Flat) ความยาวไม่น้อยกว่า 60 มม. จำนวน 2 อัน
- 5.1.8.14 ชิ้นส่วนโลหะแบบแบน (Flat) ความยาวไม่น้อยกว่า 95 มม. จำนวน 2 อัน
- 5.1.8.15 ชิ้นส่วนโลหะแบบแบน (Flat) ความยาวไม่น้อยกว่า 160 มม. จำนวน 2 อัน
- 5.1.8.16 ชิ้นส่วนโลหะแบบแบน (Flat) ความยาวไม่น้อยกว่า 280 มม. จำนวน 2 อัน
- 5.1.8.17 ชิ้นส่วนโลหะแบร์ริกเกตสำหรับยึดมุมแบบแบนชนิดปรับได้ (Adjustable Angle Flat Bracket) จำนวน 6 อัน
- 5.1.8.18 แกนโลหะขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 100 มม. จำนวน 6 อัน
- 5.1.8.19 บรูซซิ่ง จำนวน 24 อัน
- 5.1.8.20 ตัวเว้นระยะขนาด 1/8 นิ้ว ผลิตจากไนรอน จำนวน 12 อัน
- 5.1.8.21 ตัวเว้นระยะขนาด 3/8 นิ้ว ผลิตจากไนรอน จำนวน 6 อัน
- 5.1.8.22 อุปกรณ์เว้นระยะโลหะ (Flat Round Spacer) จำนวน 6 อัน
- 5.1.8.23 เกียร์โลหะ ชนิด 40 ฟันเฟือง จำนวน 4 อัน
- 5.1.8.24 เกียร์โลหะ ชนิด 80 ฟันเฟือง จำนวน 4 อัน
- 5.1.8.25 เกียร์พลาสติก ABS ชนิด 40 ฟันเฟือง จำนวน 4 อัน
- 5.1.8.26 เกียร์โลหะพลาสติก ABS ชนิด 80 ฟันเฟือง จำนวน 4 อัน
- 5.1.8.27 รางสไลด์แบบตรง จำนวน 1 ชิ้น
- 5.1.8.28 มีชุดล้อขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว จำนวน 2 ล้อ
- 5.1.8.29 ชุดล้อชนิด Omni ขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว จำนวน 2 ล้อ
- 5.1.8.30 ชุดสกรู จำนวน 200 ตัว
- 5.1.8.31 ไชควงชนิด 2 in 1 จำนวน 1 อัน
- 5.1.8.32 ไชควงชนิด 4 in 1 จำนวน 1 อัน
- 5.1.8.33 ประแจ จำนวน 1 ชุด
- 5.1.8.34 ประแจหกเหลี่ยม (Hex) 4 ขนาด จำนวน 1 อัน
- 5.1.8.35 มีกล่องพลาสติกเก็บอุปกรณ์พร้อมช่องเก็บอุปกรณ์แยก จำนวน 1 กล่อง
- 5.1.8.36 มีคู่มือการประกอบโครงสร้างกลไก จำนวน 1 เล่ม
- 5.1.8.37 ไมโครชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro-Controller) จำนวน 1 โมดูล สำหรับคำนวณและประมวลผล มีคุณลักษณะ ดังนี้
 - 5.1.8.37.1 มีไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับคำนวณและประมวลผลเป็นแบบ Xilinx FPGA และ dual-core ความเร็ว ไม่น้อยกว่า 600 MHz
 - 5.1.8.37.2 มีหน่วยความจำชนิด Nonvolatile memory ไม่น้อยกว่า 512 MB
 - 5.1.8.37.3 มีหน่วยความจำ DDR3 ขนาดไม่น้อยกว่า 256 MB ที่มี clock frequency ไม่น้อยกว่า 533 MHz และมีความกว้างของ Data bus ที่ 16 bits
 - 5.1.8.37.4 มีช่องสื่อสารชนิด WiFi ตามมาตรฐาน IEEE 802.11 b,g,n ที่ความถี่ ISM 2.4 GHz. ความกว้างช่องสัญญาณ 20 MHz กำลังส่งสูงสุด +10 dBm (10 mW) ระยะการส่งสัญญาณมากที่สุด 150 เมตร ระบบความปลอดภัย WPA,WPA2, WPA2-Enterprise

- 5.1.8.37.5 มี Analog Input จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ช่องสัญญาณ ที่มีค่า Sampling Rate ไม่น้อยกว่า 499 kS/s ที่ความละเอียด 12 bits มีระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินที่ $\pm 16V$
- 5.1.8.37.6 มี Audio Input อย่างน้อย 1 ช่อง แบบ stereo มี Input impedance ที่ 10 k Ω สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง
- 5.1.8.37.7 มี Analog output จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ช่องสัญญาณ ความละเอียด ไม่น้อยกว่า 12 bits มีระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินที่ $\pm 16V$
- 5.1.8.37.8 มี Audio Output อย่างน้อย 1 ช่อง แบบ stereo มี Output impedance ที่ 100 Ω in series with 22 μF
- 5.1.8.37.9 มีช่องสัญญาณ Digital I/O ไม่น้อยกว่า 30 ช่อง
- 5.1.8.37.10 มี Accelerometer จำนวนไม่น้อยกว่า 3 แกน ที่ความละเอียด 12 bits และมี sampling Rate ไม่น้อยกว่า 790 S/s
- 5.1.8.37.11 โมดูลอะแดปเตอร์และตัวยึดจับสำหรับยึดชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ติดกับโครงโลหะ จำนวน 1 โมดูล
- 5.1.8.37.12 โมดูลกล้อง Web CAM จำนวน 1 โมดูล
1. ความละเอียดสูงสุดไม่น้อยกว่า 1920 x 1080 พิกเซล
 2. มีระบบโฟกัสอัตโนมัติ Auto Focus หรือดีกว่า
 3. มุมมองภาพแนวทแยงมุมไม่น้อยกว่า 78°
 4. การเชื่อมต่อแบบ USB หรือดีกว่า
 5. มีไมโครโฟนภายใน หรือดีกว่า
- 5.1.8.37.13 อุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติม
1. สวิตช์ตรวจจับการชน จำนวน 4 ชุด
 2. ล้อ Omni ขนาด 4 นิ้ว จำนวน 1 ชุด
 3. เซนเซอร์ IR analog distance จำนวน 4 อัน
 4. ดีซีมอเตอร์ชนิดมีเซนเซอร์นี้บรอบ จำนวน 1 ตัว
 5. โลหะสำหรับยึดมอเตอร์ จำนวน 1 อัน
 6. โมดูลวงจรควบคุมชนิด H Bridge สำหรับควบคุมมอเตอร์กระแสตรง (DC motor) จำนวน 1 โมดูล
- 5.1.8.38 โมดูลวัสดุอุปกรณ์ชิ้นส่วนโลหะสำหรับการออกแบบหุ่นยนต์เพิ่มเติม จำนวน 1 โมดูล ดังนี้
- 5.1.8.38.1 ชิ้นโลหะรูปตัวยู (Channel) ความยาวไม่น้อยกว่า 280 มม. จำนวน 2 อัน
- 5.1.8.38.2 ชิ้นโลหะรูปตัวยู (Channel) ความยาวไม่น้อยกว่า 150 มม. จำนวน 4 อัน
- 5.1.8.38.3 ชิ้นโลหะรูปตัวยู (Channel) ความยาวไม่น้อยกว่า 90 มม. จำนวน 4 อัน
- 5.1.8.38.4 ชิ้นโลหะรูปตัวยู (Channel) ความยาวไม่น้อยกว่า 30 มม. จำนวน 4 อัน
- 5.1.8.38.5 ชิ้นส่วนโลหะแบนสำหรับสร้างชิ้นงาน (Flat Building Plates) จำนวน 2 อัน

- 5.1.8.38.6 ชิ้นส่วนโลหะแบร็กเกตชนิดแบน (Flat Bracket)
จำนวน 6 อัน
- 5.1.8.38.7 ชิ้นส่วนโลหะแบร็กเกตสำหรับยึดมุมใน (Inside Corner Bracket)
จำนวน 6 อัน
- 5.1.8.38.8 ชิ้นส่วนโลหะแบบแบน (Flat) ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 60 มม.
จำนวน 2 อัน
- 5.1.8.38.9 ชิ้นส่วนโลหะแบบแบน (Flat) ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 95 มม.
จำนวน 2 อัน
- 5.1.8.38.10 ชิ้นส่วนโลหะแบบแบน (Flat) ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 160 มม.
จำนวน 2 อัน
- 5.1.8.38.11 ชิ้นส่วนโลหะแบบแบน (Flat) ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 280 มม.
จำนวน 2 อัน
- 5.1.8.38.12 แกนโลหะขนาดความยาว ไม่น้อยกว่า 100 มม. จำนวน 6 อัน
- 5.1.8.38.13 บรูชชิ่ง ขนาดไม่น้อยกว่า 11 มม. จำนวน 24 อัน
- 5.1.8.38.14 บรูชชิ่ง ขนาดไม่น้อยกว่า 4 มม. จำนวน 12 อัน
- 5.1.8.38.15 ตัวเว้นระยะขนาด 1/8 นิ้ว จำนวน 12 อัน
- 5.1.8.38.16 ตัวเว้นระยะขนาด 3/8 นิ้ว จำนวน 6 อัน
- 5.1.8.38.17 เกียร์โลหะ ชนิด 40 ฟันเฟือง จำนวน 4 อัน
- 5.1.8.38.18 เกียร์โลหะ ชนิด 80 ฟันเฟือง จำนวน 2 อัน
- 5.1.8.38.19 เกียร์โลหะ ชนิด 120 ฟันเฟือง จำนวน 2 อัน
- 5.1.8.38.20 รางสไลด์แบบตรง จำนวน 1 ชิ้น
- 5.1.8.38.21 โมดูลเซอร์โวมอเตอร์ชนิดทำงานต่อเนื่อง (Continuous servo motor)
จำนวน 1 โมดูล
- 5.1.8.38.22 สกรู จำนวน 200 ตัว
- 5.1.8.38.23 อุปกรณ์ล้อตีนตะขาบ (Tank Tracks) จำนวน 1 โมดูล
- 5.1.8.38.24 ลูกกอล์ฟสำหรับฝึก จำนวน 4 อัน
- 5.1.8.38.25 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือ
ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับ
การยื่น ข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วย
อิเล็กทรอนิกส์เพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย

5.2 ชุดหุ่นยนต์ปฏิบัติการเรียนรู้การออกแบบและการเขียนโปรแกรม ในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ แบบควบคุมหุ่นยนต์ทางไกล Tele Robotic ชนิด Collaborative Robot จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- 5.2.1 หุ่นยนต์สำหรับการศึกษาคอมพิวเตอร์หุ่นยนต์ทางไกล จำนวน 1 ชุด
 - 5.2.1.1 โครงสร้างหุ่นยนต์สำหรับการศึกษาคอมพิวเตอร์หุ่นยนต์ทางไกล
 - 5.2.1.1.1 มีโครงสร้างแขนกลเป็นแบบ vertical articulated arm หรือดีกว่า
และเป็นหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์โดยที่ไม่ต้องมีรั้วป้องกัน
อันตราย (Collaborative robot)
 - 5.2.1.1.2 สามารถบรรทุกชิ้นงานรวมไม่ต่ำกว่า 5 กิโลกรัม
 - 5.2.1.1.3 มีแกนในการเคลื่อนที่ของแขนกล จำนวนไม่น้อยกว่า 6 แกน

- 5.2.1.1.4 ความคลาดเคลื่อนในการทำซ้ำที่ตำแหน่งเดิม (RP) ไม่เกิน 0.1 มม.
- 5.2.1.1.5 มีระดับการป้องกันเป็น IP54 หรือดีกว่า
- 5.2.1.1.6 มีระดับมาตรฐานความปลอดภัยของตัวหุ่นยนต์ไม่ต่ำกว่า Category 3, PL d
- 5.2.1.1.7 รองรับการทำให้โปรแกรมแบบใช้มือจับที่แขนของหุ่นยนต์แล้วลากเพื่อ Teaching ตำแหน่งของตัวหุ่นยนต์ได้ Manual mode และ Auto mode (Lead-through programming)
- 5.2.1.1.8 มีปุ่มกดบนตัวหุ่นยนต์เพื่อรองรับการจดจำตำแหน่ง (Arm-Side Interface)
- 5.2.1.1.9 มีระยะการเอื้อมของแขนไม่น้อยกว่า 940 มม.
- 5.2.1.1.10 มีการเคลื่อนไหวของแกน ระยะการทำงาน และความเร็วสูงสุดแต่ละแกนตามรายละเอียดดังต่อไปนี้
 1. แกน 1 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง $+175^{\circ}$ หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า $120^{\circ}/s$
 2. แกน 2 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง $+175^{\circ}$ หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า $120^{\circ}/s$
 3. แกน 3 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -220° ถึง $+80^{\circ}$ หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า $135^{\circ}/s$
 4. แกน 4 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง $+175^{\circ}$ หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า $195^{\circ}/s$
 5. แกน 5 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง $+175^{\circ}$ หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า $195^{\circ}/s$
 6. แกน 6 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง $+175^{\circ}$ หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า $195^{\circ}/s$
- 5.2.1.1.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมา พร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย
- 5.2.1.2 ผู้ควบคุมการทำงานของแขนกล จำนวน 1 ตัว
 - 5.2.1.2.1 เป็นผู้ควบคุมที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับตัวหุ่นยนต์
 - 5.2.1.2.2 มี 16 inputs และ 16 outputs ใช้แรงดันไฟฟ้า 24 VDC หรือดีกว่า
 - 5.2.1.2.3 สามารถรองรับการเชื่อมต่อเป็นแบบ Ethernet/IP หรือดีกว่า
 - 5.2.1.2.4 ผู้ควบคุมต้องมีการประมวลผลแบบ Computer unit หรือดีกว่า
 - 5.2.1.2.5 ผู้ควบคุมสามารถรองรับการเชื่อมต่อกับโปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ (Robot simulation software) ที่อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวหุ่นยนต์ และต้องสามารถแก้ไขค่าพารามิเตอร์จากตัวโปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ได้โดยตรงโดยผ่านสายแลน หรือดีกว่า
 - 5.2.1.2.6 สามารถแสดงผลข้อมูลสถานะของ input/output, event message ผ่าน web service หรือดีกว่า

- 5.2.1.3 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของแขนกล จำนวน 1 ตัว
 - 5.2.1.3.1 แผงควบคุมแสดงผลแบบสัมผัส โดยการสัมผัส (Touch screen) มีขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
 - 5.2.1.3.2 รองรับการเชื่อมต่อแบบ USB เพื่อทำการโหลดโปรแกรมได้
 - 5.2.1.3.3 การบังคับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เป็นแบบ Joystick ที่สามารถควบคุมความเร็วในการ Jogging โดยปรับความเร็วตามน้ำหนักมือที่ใช้ในการโยก
 - 5.2.1.3.4 แผงควบคุมต้องมีระบบสวิตช์การป้องกันไม่น้อยกว่า 3 ระดับ (3-position enabling switch)
 - 5.2.1.3.5 รองรับการทำโปรแกรมแบบ Wizard Easy Programming หรือดีกว่า
- 5.2.2 ชุดมือจับไฟฟ้าแบบมีอุปกรณ์วัดแรง (Gripper) จำนวน 1 ชุด
 - 5.2.2.1 มีลักษณะเป็นมือจับ 2 นิ้ว แบบขนาน หรือดีกว่า
 - 5.2.2.2 สามารถแบกรับน้ำหนักหยิบจับสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 700 กรัม หรือดีกว่า
 - 5.2.2.3 มีระยะ Stroke ในการหยิบจับชิ้นงานได้ไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
 - 5.2.2.4 มี Grip force แรงบีบสูงสุดไม่น้อยกว่า 100 N หรือดีกว่า
 - 5.2.2.5 มีความสามารถในการทำซ้ำอยู่ที่ระยะไม่เกิน 0.025 มม. หรือดีกว่า
 - 5.2.2.6 รองรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาดไม่น้อยกว่า 24 โวลต์
 - 5.2.2.7 มีมาตรฐานการปกป้อง IP40 หรือดีกว่า
- 5.2.3 ชุดโปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์เสมือนจริงแบบออฟไลน์ และ ออนไลน์ จำนวน 1 ชุด
 - 5.2.3.1 เป็นโปรแกรมออกแบบและจำลองเสมือนจริงของตัวหุ่นยนต์ แบบ Network License ที่สามารถรองรับการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ 50 เครื่องพร้อมๆกันที่อยู่ภายใต้การเชื่อมต่อบนวงแลนเดียวกัน (1 network license)
 - 5.2.3.2 สามารถรองรับไฟล์ ACIS (.sat), 3DS, VRML ได้ หรือมากกว่า
 - 5.2.3.3 สามารถวิเคราะห์การเคลื่อนที่ และ ความเร็วได้โดยให้ผลออกมาเป็นกราฟ (Signal Analyzer) หรือดีกว่า
 - 5.2.3.4 โปรแกรมสามารถสร้างการเคลื่อนที่ได้อย่างอัตโนมัติจากการเลือกขอบของชิ้นงาน (Auto Path)
 - 5.2.3.5 โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์จริงได้โดยผ่านสายแลน หรือดีกว่า
 - 5.2.3.6 โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์จริง เพื่อเข้าไปแก้ไขโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ได้
 - 5.2.3.7 โปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ต้องเป็นโปรแกรมที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับหุ่นยนต์
 - 5.2.3.8 โปรแกรมรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หรือโปรแกรมอื่นผ่าน OPC UA ได้ หรือดีกว่า
- 5.2.4 โมดูลกระจายสัญญาณไร้สายสำหรับการควบคุมหุ่นยนต์ทางไกล จำนวน 1 ชุด
 - 5.2.4.1 อุปกรณ์รับและส่งข้อมูลในระบบเครือข่าย จำนวน 1 ชุด
 - 5.2.4.1.1 การเชื่อมต่อแบบ RJ45 ไม่น้อยกว่า 16 พอร์ต
 - 5.2.4.1.2 ความเร็วการรับส่งข้อมูลไม่น้อยกว่า 10/100Mbps
 - 5.2.4.1.3 สามารถรองรับ Auto MDI / MDIX หรือดีกว่า

- 5.2.4.1.4 มีพาวเวอร์ซัพพลาย 100~240 VAC, 50/60Hz หรือดีกว่า
- 5.2.4.1.5 มีขนาดไม่น้อยกว่า 200 มม. x 140 มม. x 40 มม.
- 5.2.4.1.6 รองรับมาตรฐาน IEEE 802.3 หรือดีกว่า
- 5.2.4.2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณแบบไร้สาย จำนวน 1 ชุด
 - 5.2.4.2.1 ส่งสัญญาณ WiFi ผ่านคลื่นความถี่ 2.4GHz ถ่ายโอนข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 300 Mbps หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.2 ส่งสัญญาณ WiFi ผ่านคลื่นความถี่ 5GHz ถ่ายโอนข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 800 Mbps หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.3 มีเสากระจายสัญญาณอย่างน้อย 4 เสา
 - 5.2.4.2.4 พิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 9 VDC
 - 5.2.4.2.5 พิกัดกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 0.5 A
 - 5.2.4.2.6 รองรับมาตรฐานอย่างน้อยดังนี้
 1. IEEE 802.11ac/n/a 5 GHz
 2. IEEE 802.11n/g/b 2.4 GHz
- 5.2.5 โมดูลตรวจจับภาพสำหรับการควบคุมหุ่นยนต์ทางไกล จำนวน 1 ชุด
 - 5.2.5.1 ความละเอียดสูงสุด 1080p Full HD ที่อัตรา 30 เฟรมต่อวินาที หรือดีกว่า
 - 5.2.5.2 มีระบบโฟกัสอัตโนมัติและมีไมโครโฟนภายใน
 - 5.2.5.3 มีขนาดไม่น้อยกว่า 68 x 29 x 40 มม. (สูง x กว้าง x ลึก)
 - 5.2.5.4 น้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 88 กรัม
 - 5.2.5.5 รองรับ Windows 7, Mac OS 10.7 หรือดีกว่า
 - 5.2.5.6 รับรองการใช้งาน Hi-speed USB 2.0 หรือดีกว่า
- 5.2.6 มีคู่มือภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 2 ชุด
- 5.2.7 มีใบงานสำหรับฝึกทดลองปฏิบัติ จำนวน 15 ใบงาน จำนวน 2 ชุด

5.3 ชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้การออกแบบและการเขียนโปรแกรม ในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- 5.3.1 ชุดสถานีสำหรับการศึกษาการควบคุมหุ่นยนต์ทางไกล จำนวน 1 ชุด
 - 5.3.1.1 โต๊ะสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรม
 - 5.3.1.1.1 โต๊ะมีขนาดไม่น้อยกว่า 800 มม. x 800 มม. x 600 มม. (กว้าง x ยาว x สูง) หรือดีกว่า
 - 5.3.1.1.2 โต๊ะมีระบบล้อที่สามารถล้อเคลื่อนที่ของฐานรองได้
 - 5.3.1.1.3 โต๊ะมีการติดตั้งแท่นวางสำหรับแยกวัตถุ (Jig)
 - 5.3.1.1.4 โต๊ะมีการติดตั้ง Tower Light แสดงสถานการณ์ทำงานของระบบ
 - 5.3.1.2 ชุดสถานีเรียนรู้การควบคุมหุ่นยนต์ติดตั้งข้อต่อไฮดรอลิกในพื้นที่แคบ
 - 5.3.1.2.1 มีข้อต่อไฮดรอลิกขนาดไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว หรือดีกว่า
 - 5.3.1.2.2 ชุดจำลองการติดตั้งข้อต่อไฮดรอลิกในพื้นที่แคบ ขนาดความยาวรวมไม่น้อยกว่า 100 มม.
 - 5.3.1.2.3 มีเกลียวสำหรับรับข้อต่อวาล์วขนาดไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว หรือดีกว่า

- 5.3.1.3 ชุดสถานีเรียนรู้การควบคุมหุ่นยนต์ประกอบวาล์วไฮดรอลิกแรงดันสูง
 - 5.3.1.3.1 บล็อกวาล์วไฮดรอลิก Manifold Block Hydraulic
 - 5.3.1.3.2 วัสดุทำจากเหล็ก หรือ อลูมิเนียม หรือดีกว่า
 - 5.3.1.3.3 บล็อกวาล์วไฮดรอลิกมีขนาดไม่น้อยกว่า 100 มม. x 150 มม. x 50 มม. (กว้าง x ยาว x สูง) หรือดีกว่า
 - 5.3.1.3.4 วาล์วจำกัดความดัน (Relief Valve)
 - 1. พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 3000 psi หรือดีกว่า
 - 2. มีอัตราการไหลไม่น้อยกว่า 22.7 lpm (6 gpm) หรือดีกว่า
 - 3. มี Maximum internal leakage ไม่เกิน 0.25 ml/min หรือดีกว่า
 - 5.3.1.3.4 วาล์วกันกลับ (Check valve)
 - 1. พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า (3500 psi) หรือดีกว่า
 - 2. เป็นซีควาล์วแบบชั้นเกลียว แบบ Cartridge Valve ไฮดรอลิก หรือดีกว่า
 - 3. มี Maximum internal leakage ไม่เกิน 0.10 ml/min หรือดีกว่า
 - 5.3.1.3.5 วาล์วควบคุมทิศทาง (Cartridge Valve)
 - 1. ขับเคลื่อนด้วยโซลินอยด์ 4 พอร์ต 2 ตำแหน่ง หรือดีกว่า
 - 2. พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 3000 psi
 - 3. มี Maximum internal leakage ไม่เกิน 82 ml/min หรือดีกว่า
- 5.3.2 ชุดอุปกรณ์สำหรับการควบคุมหุ่นยนต์ทางไกล Joystick จำนวน 1 ชุด
 - 5.3.2.1 Travel Pitch 20.5° (HOTAS/JET), 16° (A320) หรือดีกว่า
 - 5.3.2.2 Travel Roll 20.5° (HOTAS/JET), 19° (A320) หรือดีกว่า
 - 5.3.2.3 ขนาดไม่น้อยกว่า 220 มม. x 145 มม. x 143 มม. (กว้าง x ยาว x สูง)
 - 5.3.2.4 พิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 36 VDC หรือดีกว่า
 - 5.3.2.5 พิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 300 W หรือดีกว่า
 - 5.3.2.6 มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 3.5 kg
 - 5.3.2.7 มีช่องเชื่อมต่อผ่าน USB หรือ CAN หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.3.2.8 มีอายุการใช้งานยาวนานด้วย DC technology หรือดีกว่า
 - 5.3.2.9 มีค่า Peak Force Pitch and Roll 4.2 N-m หรือ 3.1 lb-ft หรือดีกว่า
- 5.3.3 ชุดโปรแกรมสำหรับการศึกษาระบบหุ่นยนต์ควบคุมทางไกล Tele Robotics จำนวน 1 ชุด
 - 5.3.3.1 เป็นโปรแกรมสำหรับการศึกษาการควบคุมระบบหุ่นยนต์ระยะไกลผ่านระบบสื่อสาร
 - 5.3.3.2 โปรแกรมมีระบบนำเสนอแบบ Tele -Present โดยสามารถแสดงค่าการทำงานในสภาพแวดล้อมทางไกลอย่างน้อย 2 มุมมอง
 - 5.3.3.3 โปรแกรมสามารถแสดงการรับรู้แรงบิดของหุ่นยนต์ 6 แกนได้
 - 5.3.3.4 โปรแกรมมีระบบภาพเสมือนของหุ่นยนต์ควบคุมทางไกล หรือดีกว่า
 - 5.3.3.5 ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนพารามิเตอร์ของระบบและขอเปลี่ยนโหมดการทำงานได้ หรือดีกว่า

- 5.3.3.6 ข้อกำหนดขั้นต่ำของระบบควบคุมทางไกล Tele Robotics มีรายละเอียดดังนี้
- 5.3.3.6.1 แอปพลิเคชันจะต้องมีโหมดการทำงานของระบบไม่น้อยกว่าดังนี้
1. โหมดควบคุม Supervisory Control โดยจะมีผู้ควบคุม ให้คำแนะนำาระบบระหว่างดำเนินการควบคุม
 2. โหมดการทำงานทางไกล Manual Control โดยหุ่นยนต์ทางไกลจะถูกควบคุมโดยผู้ควบคุมโดยตรง
 3. โหมดการควบคุมหุ่นยนต์ทางไกลแบบอัตโนมัติ
- 5.3.3.7 ความปลอดภัยของระบบควบคุมทางไกล Tele Robotics
- 5.3.3.7.1 มีความปลอดภัยไม่น้อยกว่าสองระดับดังนี้
1. ส่วนของซอฟต์แวร์ สามารถตรวจสอบอินพุตของผู้ใช้ได้ เช่น ความเร็วสูงสุดที่อนุญาตเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์มีความเร็วและแรงของหุ่นยนต์สูงเกินไป
 2. ส่วนของอินพุตของผู้ใช้ สามารถหยุดหุ่นยนต์ได้อย่างง่ายดายโดยใช้สวิตช์ และสามารถหยุดหุ่นยนต์ได้อย่างปลอดภัยในกรณีที่มีปัญหาในการทำงาน
- 5.3.3.8 การเชื่อมต่อและสื่อสาร Communication Link
- 5.3.3.8.1 โปรแกรมสามารถควบคุมหุ่นยนต์ทางไกลผ่านระบบสื่อสารแบบ TCP/IP บน WiFi หรือ 4G หรือ 5G หรือดีกว่า
- 5.3.3.8.2 โปรแกรมสามารถจัดการเชื่อมต่อ Joystick และ หุ่นยนต์ของหุ่นยนต์ทางไกลในเวลาเดียวกัน
- 5.3.3.8.3 ชุดอุปกรณ์ควบคุมจะอยู่คนละที่กับหุ่นยนต์และสามารถควบคุมหุ่นยนต์เมื่อระบบอยู่ในโหมดการทำงานระยะไกล
- 5.3.3.8.4 สามารถแสดงข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดเกี่ยวกับระบบและสามารถเปลี่ยนโหมดการทำงานและพารามิเตอร์หุ่นยนต์ได้
- 5.3.4 เครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบดิจิทัล จำนวน 1 ชุด
- 5.3.4.1 มีช่องวัดสัญญาณแบบแอนะล็อก ไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ หรือดีกว่า
- 5.3.4.2 มีค่าความต้านทานด้านเข้า (input impedance) ไม่น้อยกว่า $1 \text{ M}\Omega \pm 2 \% \text{ with } 19 \text{ pF} \pm 2 \text{ pF}$
- 5.3.4.3 สามารถวัดสัญญาณความถี่ได้ไม่น้อยกว่า 70 MHz หรือดีกว่า
- 5.3.4.4 มีค่าความละเอียด (Vertical resolution) ไม่น้อยกว่า 10-bit ได้ หรือดีกว่า
- 5.3.4.5 มีค่า Input sensitivity range 1 mV/div to 5 V/div หรือดีกว่า
- 5.3.4.6 มีค่า Timebase range 1 ns/div and 500 s/div หรือดีกว่า
- 5.3.4.7 มีอัตราการสุ่มสัญญาณสูงสุด (Sampling Rate) 2.5 GSample/s หรือดีกว่า
- 5.3.4.8 มี Memory depth สูงสุด 10 MSample per channel หรือดีกว่า
- 5.3.4.9 มี USB interface ไม่น้อยกว่า 1 port
- 5.3.4.10 มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้วแบบ WGA Color with capacitive touch หรือดีกว่า
- 5.3.4.11 มีฟังก์ชัน XY mode ภายในเครื่อง หรือดีกว่า
- 5.3.4.12 มีฟังก์ชัน FFT mode ภายในเครื่อง หรือดีกว่า
- 5.3.4.13 สามารถบันทึกสัญญาณ waveforms ในรูปแบบ BIN และ CSV ได้ หรือดีกว่า
- 5.3.4.14 สามารถบันทึกภาพ waveforms ในรูปแบบ BMP และ PNG ได้ หรือดีกว่า

- 5.3.4.15 มี Ethernet interface แบบ 1Gbit ไม่น้อยกว่า 1 port
- 5.3.4.16 อุปกรณ์ประกอบ
 - 5.3.4.16.1 สายโทรบวัตสัญญาณแบบแอนะล็อก จำนวน 4 เส้น
 - 5.3.4.16.2 สายไฟ 220 VAC จำนวน 1 เส้น
- 5.3.4.17 คู่มือการใช้ภาษาอังกฤษ จำนวน 1 เล่ม
- 5.3.4.18 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย
- 5.3.5 โมดูลประมวลผลสำหรับหน่วยปฏิบัติการเรียนรู้การออกแบบและการเขียนโปรแกรม ในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ แบบควบคุมอัตโนมัติ จำนวน 21 ชุด
 - 5.3.5.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 8 แกนหลัก (8 Core) หรือดีกว่า
 - 5.3.5.2 ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 2.0 GHz หรือดีกว่า
 - 5.3.5.3 มีระบบปฏิบัติการ Windows 10 หรือดีกว่า
 - 5.3.5.4 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะเป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพ แยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือดีกว่า
 - 5.3.5.5 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่ามีขนาด 16 GB หรือดีกว่า
 - 5.3.5.6 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด Solid State Drive หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
 - 5.3.5.7 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า WiFi และ Bluetooth Wireless 5.0 หรือดีกว่า
 - 5.3.5.8 มีไดรฟ์ที่สามารถอ่านและเขียนแผ่น DVD ชนิดติดตั้งภายในจำนวน 1 ชุด
 - 5.3.5.9 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.3.5.10 มีพอร์ต USB รวม จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
 - 5.3.5.11 มีเมาส์และแป้นพิมพ์ มีสายเชื่อมต่อเป็นแบบ USB หรือดีกว่า
 - 5.3.5.12 มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 21 นิ้ว หรือดีกว่า
- 5.3.6 โมดูลประมวลผลสำหรับหน่วยปฏิบัติการเรียนรู้การออกแบบและการเขียนโปรแกรม ในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ แบบควบคุมอัตโนมัติแบบพกพา จำนวน 1 ชุด
 - 5.3.6.1 หน่วยประมวลผล (CPU) แบบ 6 แกนหลัก (6 Core) หรือดีกว่า
 - 5.3.6.2 มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.0 GHz หรือดีกว่า
 - 5.3.6.3 มีระบบปฏิบัติการ Windows 10 หรือดีกว่า
 - 5.3.6.4 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะ เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพ แยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือดีกว่า
 - 5.3.6.5 หน่วยความจำ (RAM) มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
 - 5.3.6.6 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด Solid State Drive หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
 - 5.3.6.7 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า WiFi และ Bluetooth หรือดีกว่า
 - 5.3.6.8 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 5.3.6.9 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
 - 5.3.6.10 มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว หรือดีกว่า

- 5.3.7 แก้วสำหรับเครื่องปฏิบัติการการออกแบบและการเขียนโปรแกรม ในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ แบบควบคุมอัตโนมัติ จำนวน 21 ตัว
 - 5.3.7.1 แก้วเป็นแบบมีฟังก์ชันที่มีความแข็งแรงทนทาน
 - 5.3.7.2 เบาะนั่งบุด้วยฟองน้ำและหุ้มทับด้วยหนังเทียม หรือ ผ้า หรือดีกว่า
 - 5.3.7.3 แก้วมีขาเป็นไนลอนหรือวัสดุที่ดีกว่า มีจำนวนไม่น้อยกว่า 5 แฉก มีโครงสร้างแข็งแรง มีล้อสำหรับเลื่อน หรือดีกว่า
 - 5.3.7.4 สามารถปรับระดับความสูง – ต่ำ ของเบาะนั่งได้ หรือดีกว่า
- 5.3.8 เครื่องสำรองไฟสำหรับโมดูลประมวลผล จำนวน 1 ชุด
 - 5.3.8.1 มีตัวควบคุมแบบ Microprocessor หรือดีกว่า
 - 5.3.8.2 สามารถสำรองไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 15-60 นาที หรือดีกว่า
 - 5.3.8.3 กำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1,000 VA / 700 W
 - 5.3.8.4 แรงไฟฟ้าดันอินพุตไม่น้อยกว่า 220 V / 50Hz
 - 5.3.8.5 มีจอแสดงผลแบบ LCD Display หรือดีกว่า
 - 5.3.8.6 สามารถแสดงระดับพลังงานของแบตเตอรี่ได้ หรือดีกว่า
 - 5.3.8.7 มีระบบ Surge ป้องกันปัญหาจากฟ้าผ่า หรือดีกว่า
 - 5.3.8.8 มีระบบ EMI/RFI Filter ป้องกันสัญญาณไฟฟ้ารบกวน หรือดีกว่า
 - 5.3.8.9 มีเต้ารับสำรองไฟ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เต้ารับ

6. รายละเอียดอื่นๆ

- 6.1 เป็นครุภัณฑ์ใหม่ทั้งหมด ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 6.2 ต้องมีการฝึกอบรมให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้อง จำนวนไม่น้อยกว่า 5 วัน เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 6.3 ต้องมีการรับประกันคุณภาพสินค้า เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีมติตรวจรับครุภัณฑ์
- 6.4 ส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 180 วัน นับจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
- 6.5 สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
- 6.6 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการและได้แจกหนังสือเวียนแล้ว
- 6.7 ผู้เสนอราคาต้องทำการปรับปรุงห้องปฏิบัติการเรียนรู้การออกแบบและการเขียนโปรแกรม ในระบบวิศวกรรมสมัยใหม่ แบบควบคุมอัตโนมัติให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ
- 6.8 ผู้เสนอราคาต้องทำการติดตั้งครุภัณฑ์ให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ
