

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อวัสดุ

1. ชื่อวัสดุ โครงการจัดหาวัสดุฝึกเพื่อพัฒนาทักษะของนักศึกษาหลักสูตรอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ 2566/1
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. เหตุผลและความจำเป็น

หลักสูตรอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะเป็นหลักสูตรใหม่ปีการศึกษา 2561 ภายใต้โครงการสร้างบัณฑิตพันธุ์ใหม่และกำลังคนที่มีสมรรถนะเพื่อตอบโจทย์ภาคการผลิตตามนโยบายการปฏิรูปอุดมศึกษาไทย โดยผลิตและพัฒนากำลังคนและสร้างความสามารถในการแข่งขัน เพื่รองรับการทำงานในอุตสาหกรรมใหม่ (New S-Curve) และเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งเป็นหลักสูตรที่เน้นภาคปฏิบัติ โดยทางภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมได้เสนอและได้รับอนุมัติหลักสูตรนี้ต่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและ สกอ. ภายใต้ความพร้อมของความเชี่ยวชาญของบุคลากรและสถานที่ ก่อนที่จะมีการรับสมัครนักศึกษาและเปิดการเรียนการสอนในปีการศึกษา 2561 โดยหลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะที่เน้นไปทางการสร้างอุปกรณ์อัจฉริยะ (Smart devices) และระบบอัจฉริยะ (Smart systems) สำหรับโรงงานอัจฉริยะ (Smart factory) หรือ อุตสาหกรรม 4.0 โดยหลักสูตรนี้มีความแตกต่างจากหลักสูตรทั่วไปเช่นเน้นเวลาในสถานประกอบการ/การปฏิบัติมากกว่าปกติ

ทั้งนี้โดยเจตนารมณ์ของการออกแบบหลักสูตรอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะนี้ก็เพื่อตอบสนองเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 อันเป็นเทคโนโลยีใหม่ล่าสุดของโลกที่จำเป็นต้องมีวัสดุช่วยสอนที่ค่อนข้างจะแตกต่างออกไปจากเทคโนโลยีที่ผ่านมาในอดีต และเนื่องจากโดยสภาพของหลักสูตรอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะที่เป็นหลักสูตรนำร่องโครงการสร้างบัณฑิตพันธุ์ใหม่เกิดจากการบูรณาการของอาจารย์ทั้ง 3 สาขา(เดิม) ในภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมคือ สาขาครุศาสตร์ไฟฟ้า สาขาครุศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม และสาขาครุศาสตร์คอมพิวเตอร์ ทำให้ต้องมีการใช้ครุภัณฑ์/วัสดุอุปกรณ์บางอย่างร่วมกับสาขาดังกล่าว ซึ่งวัสดุอุปกรณ์ส่วนใหญ่จะไม่สามารถใช้แทนกันได้หรือไม่เหมาะสมที่จะใช้สอนในสาขาอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะอีกทั้งยังมีจำนวนจำกัด ถึงแม้ทางหลักสูตรจะได้รับการสนับสนุนเงินค่าวัสดุฝึกจากคณะฯ แต่ก็ยังเป็นจำนวนที่น้อยมากเนื่องจากหลักสูตรมีจำนวนศึกษาน้อยเพราะเน้นคุณภาพและเป็นหลักสูตรต่อเนื่อง (2 ปี) ดังนั้นจึงส่งผลให้นักศึกษาในหลักสูตรอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะไม่ได้รับการพัฒนาทักษะเท่าที่ควร โดยเฉพาะด้านทักษะปฏิบัติซึ่งจะส่งผลต่อนักศึกษาและมีผลกระทบต่อภาพลักษณ์ของโครงการบัณฑิตพันธุ์ใหม่ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีอย่างเลี่ยงไม่ได้

จากเหตุผลดังกล่าว ทางหลักสูตรจึงมีความจำเป็นในการจัดหาวัสดุฝึกสำหรับการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสมเพื่อใช้ในการพัฒนาทักษะให้กับนักศึกษาในหลักสูตรที่มีความทันสมัยและเหมาะสมกับการเรียนการสอนในหลักสูตรอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะให้กับนักศึกษา

4. รายละเอียดประกอบการจัดซื้อวัสดุ (เอกสารดังแนบ)

5. ราคามาตรฐานหรือราคาที่เคยซื้อวัสดุครั้งสุดท้ายภายในระยะเวลา 2 ปีงบประมาณ

6. วงเงินที่ได้รับอนุมัติ 2,805,750.- บาท

7. คณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์

- | | | |
|----------------------------|----------|---------------------|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรี | รัศมีฉาย | ประธานกรรมการ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิกร | แสงงาม | กรรมการ |
| 3. นายปิยะ | เชยคำดี | กรรมการและเลขานุการ |

8. คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

- | | | |
|--------------------------------|-------------|---------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย | ศิลปวิจารณ์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชลดา | ปานสง | กรรมการ |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญชา | แสนโสดา | กรรมการและเลขานุการ |

9. บริษัท/ห้าง/ร้าน ที่จำหน่าย พร้อมเบอร์โทรศัพท์และเบอร์โทรสาร

1. บริษัทอล อินสทริเมนต์ โซลูชั่น จำกัด โทรศัพท์ 09-5253-9629 email natnun@allininstrument.co.th
2. บริษัทแอนทรอนิกส์ จำกัด โทรศัพท์ 084-009-2626 โทรสาร 020-777-313
3. บริษัทเมทโรห์ม สยาม จำกัด โทรศัพท์ 02-298-0864 โทรสาร 02-298-0865

(ลงชื่อ).....ผู้กำหนดรายละเอียด

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย ศิลปวิจารณ์)

(ลงชื่อ).....หัวหน้าหน่วยงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อวัสดุ

1. ชื่อวัสดุ โครงการจัดหาวัสดุฝึกเพื่อพัฒนาทักษะของนักศึกษาหลักสูตรอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ 2566/1
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป

3.1 เป็นวัสดุฝึกที่ผลิตได้อย่างมีมาตรฐานเหมาะสำหรับการเรียนการสอนในหลักสูตรอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

4. คุณสมบัติเฉพาะ

- 4.1 แผงวงจรซิลิคอนดัดลอกเกอร์ จำนวน 30 แผง
 - 4.1.1 เป็นแผงวงจรซิลิคอนสำหรับ Arduino
 - 4.1.2 มีช่องใส่ SD card
 - 4.1.3 มี Real time clock
- 4.2 แผงวงจรต้นแบบ แบบสกรู จำนวน 20 แผง
 - 4.2.1 เป็นแผงวงจรซิลิคอนสำหรับ Arduino
 - 4.2.2 มีหัวต่อแบบสกรู
- 4.3 แผงวงจรไอซีจำนวน 32 บิต 512kB จำนวน 15 แผง
 - 4.3.1 ความถี่ประมวลผล 180 MHz และมีระบบเร่งความเร็วรีลไทม์แบบปรับได้
 - 4.3.2 หน่วยความจำแฟลช 512 kB และหน่วยความจำแรม 128 kB
 - 4.3.3 การจัดตำแหน่งหัวต่อแบบเดียวกับ Arduino และเป็นของแท้
 - 4.3.4 มีอินเทอร์เฟซแบบดิจิทัล USART, IrDA, I²C, SPI, SAI, CAN, USB, I²S, S/PDIF-Rx, SDIO
 - 4.3.5 มี ID ขนาด 96 บิต
- 4.4 แผงวงจรชุดฝึกการขับเคลื่อนแบบสเต็ป จำนวน 10 แผง
 - 4.4.1 แรงดันอินพุต 20 – 50 V และจ่ายกระแสเอาต์พุตได้ตั้งแต่ 0.5 – 5.6 A
 - 4.4.2 ความถี่ด้านออกไม่ต่ำกว่า 200 kHz
 - 4.4.3 ปรับพัลส์/รอบได้ตั้งแต่ 400 – 25000
 - 4.4.4 มีมอเตอร์สเต็ป 12 V แรงบิด 0.8 Nm 1.5 องศา/step พร้อมฐานยึดโลหะ
- 4.5 ชุดขดลวดสร้างกำลัง จำนวน 10 ชุด
 - 4.5.1 สามารถสร้างกำลัง 600 W กระแส 130 A หรือดีกว่า
 - 4.5.2 มีเพลขนาด 3.175 มม. และมีเซ็นเซอร์
- 4.6 แผงวงจรควบคุมเครื่องจักรกลไฟฟ้าเอาต์พุตรีเลย์ จำนวน 10 แผง
 - 4.6.1 มิดิเจ็ทอินพุต (Isolate) 16 ช่อง, ดิจิทัลเอาต์พุต (รีเลย์) 14 ช่อง, แอนะล็อกอินพุต 3 ช่อง, แอนะล็อกเอาต์พุต 2 ช่อง และมีตัวนับความเร็วสูง 2 ช่อง
 - 4.6.2 ใช้กับซอฟต์แวร์ GX Developer หรือ GX Works 2

- 4.7 แผงวงจรควบคุมเครื่องจักรกลไฟฟ้าเอาต์พุตทรานซิสเตอร์ จำนวน 10 แผง
- 4.7.1 ใช้หน่วยคำนวณผลไม่ต่ำกว่า 84 MHz และมีหน่วยป้องกันหน่วยความจำ (MPU)
 - 4.7.2 RAM 96 kB, Flash 2*256 kB, ROM 16 kB
 - 4.7.3 4 USART, 2 TWI, 6 SPI, 1 SSC, 1 HSMCI, 2 CAN, 103 I/O lines
 - 4.7.4 การจัดตำแหน่งขั้วต่อแบบเดียวกับ Arduino และเป็นของแท้
- 4.8 แผงวงจรสร้างความถี่แบบแปรค่าได้ จำนวน 2 แผง
- 4.8.1 สร้างรูปคลื่นถี่แบบ SPWM โดยใช้หลักการ V/F, Sensorless vector control ความละเอียด 0.01 Hz กำลัง 3.7 kW
 - 4.8.2 มีระบบชดเชย auto-torque, auto-slip และ โอเวอร์โวลต์ได้ 150% เป็นเวลา 1 นาที
 - 4.8.3 ใช้กับแรงดันอินพุต 3 เฟส
 - 4.8.4 มีอินเทอร์เฟซแบบ RS-485 (MODBUS)
- 4.9 แผงวงจรควบคุมและแสดงผลสร้างความถี่แบบแปรค่าได้ จำนวน 2 แผง
- 4.9.1 มีปุ่มควบคุมและมีหลอดไฟแสดงผลสำหรับใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ในหัวข้อ 4.8
- 4.10 เซ็นเซอร์วัดระยะแบบดิจิทัล จำนวน 3 ตัว
- 4.10.1 สามารถวัดระยะได้ 6 นิ้ว ความละเอียด 0.0005 นิ้ว และแสดงผลแบบตัวเลข
 - 4.10.2 ทำจากสแตนเลสมาตรฐาน DIN862
 - 4.10.3 ส่งข้อมูลออกผ่านสายเคเบิลได้
- 4.11 แผงวงจรชุดฝึกการขับนำทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีแบบคู่ จำนวน 10 แผง
- 4.11.1 สามารถขับนำทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีแบบคู่ได้โดยใช้แหล่งจ่ายไฟตรงแบบเดียว โดยมีการแยกโคโรระหว่างวงจรด้านเข้า (สัญญาณควบคุม) และวงจรด้านออก
 - 4.11.2 กระแสเกตสูงสุดไม่ต่ำกว่า +/- 8 A กำลังเอาต์พุตไม่ต่ำกว่า 1.2 W แรงดันทำงานไม่ต่ำกว่า 1200 V
 - 4.11.3 สามารถขับนำทรานซิสเตอร์ไอจีบีที 1200 V ได้ถึง 450 A หรือไอจีบีที 650 V ได้ถึง 600 A
 - 4.11.4 ได้มาตรฐาน IEC 60664-1, UL E321757 for UL508C และ E346491 for UL60950-1
 - 4.11.5 แรงดันทดสอบ (50Hz/1 นาที) ไม่ต่ำกว่า 4,000 Vac(eff)
 - 4.11.6 ความถี่การสวิตช์ไม่ต่ำกว่า 50kHz
 - 4.11.7 ค่าประวิงเวลา turn-on $t_d(on)$ และ turn-off $t_d(off)$ ไม่เกิน 75 ns
 - 4.11.8 การตอบสนองของวงจรป้องกันการลัดวงจรไม่เกิน 4.5 us
 - 4.11.9 เหมาะกับงานขับเคลื่อนมอเตอร์ทั่วไป, การขับเคลื่อนพรีเมียม, UPS, วงจรแปลงผันในระบบโซลาร์เซลล์, ยานยนต์ไฟฟ้า/ไฮบริด, SMPS, อุปกรณ์ทางการแพทย์ (MRT, CT, X-ray), เครื่องเชื่อมหรือเครื่องตัดพลาสมา
 - 4.11.10 มีคู่มือการออกแบบอย่างถูกต้องและคู่มือการออกแบบการขับนำทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีที่ต่อขนานโดยตรงและให้แบบคู่มือประกอบการพิจารณามาด้วย
 - 4.11.11 มีรายงานการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60068-2-6:2007-12, IEC 60068-2-27:2008-02, IEC 60068-2-1:2007-03, IEC 60068-2-2:2007-07, IEC 60068-2-14:2009-01, IEC 60068-2-78:2012-10

4.11.12 มีทรานซิสเตอร์ไอจีบีที 200 A (pulse) / 600 V 2 ตัว

4.12 แผงวงจรขับนำทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีแบบคู่อยู่ใช้งานสูง

จำนวน 5 แผง

4.12.1 เป็นแผงวงจรขับนำทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีชนิดคู่แบบแยกโดตสัญญาณ

4.12.2 ใช้กับแรงดันแหล่งจ่ายเดี่ยว 15 V โดยไม่ต้องมีแหล่งจ่ายไฟแยกสำหรับขาเกตของทรานซิสเตอร์ไอจีบีที ทั้ง 2 ตัว

4.12.3 มีการแยกโดตสัญญาณโดยใช้หม้อแปลง

4.12.4 สามารถขับนำทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีได้ที่มีความถี่การสวิตช์ไม่ต่ำกว่า 50 kHz

4.12.5 แรงดันตกคร่อมขา C-E ของทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีเท่ากับ 1200 V หรือมากกว่า

4.12.6 อัตราการเปลี่ยนแปลงขาขึ้นและขาของแรงดันด้านออกต่อแรงดันด้านเข้า 50 kV/us หรือดีกว่า

4.12.7 การแยกโดตแรงดันอินพุต-เอาต์พุตไม่ต่ำกว่า 2500 Vrms

4.12.8 มีค่าประจุต่อหนึ่งพัลส์ไม่ต่ำกว่า 4 μC

4.12.9 มี Propagation time ระหว่างอินพุต-เอาต์พุตช่วง turn on ($t_d(\text{on})$) และ turn off ($t_d(\text{off})$) ค่าปกติ (Typical) ไม่เกิน 1 μs

4.12.10 มี Propagation time ระหว่างอินพุต-เอาต์พุตของสัญญาณ Error ($t_d(\text{err})$) ไม่เกิน 0.6 μs

4.12.11 มีการป้องกันการสั่งทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีทั้งสองตัวให้น้ำพร้อมกัน โดยมี Interlock dead time ระหว่างทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีทั้งคู่ได้ตั้งแต่ 0 – 4.7 μs หรือมากกว่า

4.12.12 มีค่า Mean time between failure ที่ 40 °C และโหลดสูงสุดไม่ต่ำกว่า 2 ล้านชั่วโมง

4.12.13 เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60068-1 40/085/56

4.12.14 ผ่านการทดสอบการสั่นแบบรูปคลื่นไซน์ 10Hz – 100Hz, 1.5g ทั้ง 3 แกน ตามมาตรฐาน IEC 68-2-6

4.12.15 ผ่านการทดสอบการกระแทกแบบพัลส์รูปคลื่นไซน์ครึ่ง 5g ทั้ง 3 แกน ตามมาตรฐาน IEC 68-2-27

4.12.16 มีแผ่นวงจรพิมพ์จากผู้ผลิตเดียวกันที่พร้อมสำหรับการบัดกรีแบบ wave

4.13 ทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีแบบโมดูล-7

จำนวน 10 ตัว

4.13.1 มีทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีภายในไม่ต่ำกว่า 7 ตัว และทนแรงดัน VCES ได้ไม่ต่ำกว่า 1200 V

4.13.2 มีไดโอดภายในไม่ต่ำกว่า 13 ตัว และทนแรงดัน VRRM ได้ไม่ต่ำกว่า 1200 V

4.13.3 ทนกระแสต่อเนื่อง (25 °C) ได้ไม่ต่ำกว่า 25 A และทนกระแสพัลส์ (25 °C) ได้ไม่ต่ำกว่า 50 A ที่ 1 ms

4.13.4 มีข้อมูลกราฟแสดงเกตชาร์จ

4.14 ทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีแบบเดี่ยว

จำนวน 50 ตัว

4.14.1 ทนแรงดัน VCES ได้ไม่ต่ำกว่า 650 V

4.14.2 ทนกระแสต่อเนื่อง (25 °C) ได้ไม่ต่ำกว่า 85 A และทนกระแสพัลส์ได้ไม่ต่ำกว่า 200 A

4.14.3 มีค่า Turn-off delay time ไม่เกิน 145 ns

4.14.4 มีข้อมูลกราฟแสดงไดนามิกเกตชาร์จ

- 4.15 ทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีแบบโมดูล ชนิดอุตสาหกรรม จำนวน 5 ตัว
- 4.15.1 มีทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีภายในไม่ต่ำกว่า 7 ตัว และทนแรงดัน VCES ได้ไม่ต่ำกว่า 1200 V
 - 4.15.2 มีไดโอดภายในไม่ต่ำกว่า 13 ตัว และทนแรงดัน VRRM ได้ไม่ต่ำกว่า 1200 V
 - 4.15.3 ทนกระแสต่อเนื่อง (65 °C) ได้ไม่ต่ำกว่า 35 A และทนกระแสพัลส์ได้ไม่ต่ำกว่า 70 A ที่ 1 ms
 - 4.15.4 เป็นชนิดความหนาแน่นพลังสูงและมีขนาดเล็ก
 - 4.15.5 เกตชาร์จ์ไม่เกิน 0.550 μC
 - 4.15.6 มีข้อมูลกราฟแสดงเกตชาร์จ์
- 4.16 แผงวงจรควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 10 แผง
- 4.16.1 ใช้กับแรงดัน 100 – 240 Vac
 - 4.16.2 ใช้กับเซ็นเซอร์ Thermocouple (K, J, T, E, N, R, S, B, L, U, TXK), RTD (Pt100, JPt100, Cu50 และ Ni120) และสามารถรับค่าแอนะล็อก 0 ~ 5 V, 0 ~ 10 V, 0 ~ 20 mA, 4 ~ 20 mA และ 0 ~ 50 mV
 - 4.16.3 มีโหมดควบคุม PID, PID programmable, Fuzzy, Self-tuning, Manual, On / Of
 - 4.16.4 มีพอร์ต RS-485 (Modbus RTU) พร้อมแสดงรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละ Address ของ Modbus
- 4.17 ทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีแบบโมดูล-6 จำนวน 25 ตัว
- 4.17.1 มีทรานซิสเตอร์ไอจีบีทีภายในไม่ต่ำกว่า 6 ตัว และทนแรงดัน VCES ได้ไม่ต่ำกว่า 600 V
 - 4.17.2 สามารถเชื่อมต่อกับแผงวงจรควบคุมเช่น MCU ได้โดยตรง
 - 4.17.3 ค่า Reverse recovery time (trr) ไม่เกิน 100 ns
 - 4.17.4 UL recognized: File E468261
- 4.18 ชุดแผงวงจรเอชดีซีคอนเวอร์เตอร์ จำนวน 20 ชุด
- 4.18.1 ประกอบด้วยแผงวงจรที่ให้แรงดันเอาต์พุต 12 Vdc กระแส 4.2 A และแผงวงจรที่ให้แรงดันเอาต์พุต 24 Vdc กระแส 2.2 A
 - 4.18.2 รับแรงดันอินพุตได้ตั้งแต่ 90 – 264 Vac
 - 4.18.3 มีค่า MTBF มากกว่า 700,000 ชม. (Telcordia SR-232)
 - 4.18.4 ทำงานได้ในช่วง -30 ถึง 70 °C
 - 4.18.5 สามารถเริ่มทำงานกับโหลด 8000 μF หรือมากกว่าได้
 - 4.18.6 มีการทดสอบตามมาตรฐาน IEC/EN 60335-1, IEC/EN 61558-1, IEC/EN 61558-2-16, IEC/EN 61000-3-2, IEC 60950-1, IEC/EN/UL 62368-1 IEC 60068-2-27, IEC 60068-2-6, EN 62477-1
- 4.19 ไอซีเซ็นเซอร์อุณหภูมิเอาต์พุตแบบแอนะล็อก จำนวน 50 ตัว
- 4.19.1 วัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -55 จนถึง 150 °C ความแม่นยำ 0.5 °C
 - 4.19.2 ความไม่เชิงเส้นไม่เกิน +/- 0.25 °C
- 4.20 ชุดขดลวดสร้างแรงแบบภายนอก จำนวน 10 ชุด
- 4.20.1 รับกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 102 A กำลังไม่ต่ำกว่า 1580 W

- 4.20.2 จำนวนขั้วแม่เหล็ก 14 ขั้ว
- 4.21 แผงวงจรขับเคลื่อนสร้างแรงแบบภายนอก จำนวน 10 แผง
- 4.21.1 รับแรงดันแบตเตอรี่ Lipo ตั้งแต่ 2 ถึง 8 เซลล์
- 4.21.2 จ่ายกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 80 A
- 4.21.3 BEC จ่ายแรงดัน 5.2 – 8.2 (ปรับได้) กระแสไม่ต่ำกว่า 10 A
- 4.21.4 สามารถอัปเดตเฟิร์มแวร์ได้ผ่าน USB
- 4.22 แผงวงจรประจุแบตเตอรี่ทรงกระบอก จำนวน 2 แผง
- 4.22.1 สามารถประจุแบตเตอรี่ได้ครั้งละ 1 - 4 ก้อน (กระแสชาร์จ 0.1 – 4 A) และสามารถประจุแบตเตอรี่ NiMH, NiZn, LiLon, LiFe และ LiHv
- 4.22.2 ขนาดแบตเตอรี่ที่สามารถประจุได้ AAA, AA, 10440, 10500, 12500, 13500, 14500, 14650, 16650, 17650, 17670, 18650, 18700, 20650, 20700, 21700, 22650, 26650, 26650, 266700
- 4.22.3 เข้ากันได้กับโปรโตคอล QC และ PD
- 4.22.4 สามารถตรวจสอบสถานะการประจุผ่าน App และรองรับการอัปเดตแบบ OTA
- 4.23 แผงวงจรประจุแบตเตอรี่ลิเทียม จำนวน 2 แผง
- 4.23.1 สามารถประจุแบตเตอรี่ LiFe, Lilon, LiPo, LiHV (1-6S), NiMH, Cd (1-16S), Pb (1-12S) กระแสชาร์จ 0.1 – 8 A กระแสคายประจุ 0.1 – 3 A กำลังโหลดสูงสุด 200 W
- 4.23.2 สามารถบาลานซ์เซลล์ได้ตั้งแต่ 2 – 6 เซลล์
- 4.23.3 มีจอแสดงผล
- 4.24 แบตเตอรี่ลิเทียมแบบเหลี่ยม จำนวน 4 ก้อน
- 4.24.1 เป็นแบตเตอรี่ลิเทียมทรงเหลี่ยม 2 เซลล์ 7.4 V, 7300 mAh, 70C
- 4.25 แบตเตอรี่ลิเทียมแบบกลม จำนวน 40 ก้อน
- 4.25.1 เป็นแบตเตอรี่ลิเทียมทรงกลม 18650 3.7 V 3350 mAh
- 4.25.2 ความหนาแน่นพลังงานไม่น้อยกว่า 675 Wh/l, 242 Wh/kg
- 4.25.3 วงรอบอายุไม่ต่ำกว่า 500 รอบ
- 4.26 แบตเตอรี่แบบประจุใหม่ได้ NiMH แบบ LSD จำนวน 40 ก้อน
- 4.26.1 เป็นแบตเตอรี่ NiMH ขนาด 2550 mAh ประจุไฟได้มากกว่า 700 ครั้ง
- 4.26.2 อายุการเก็บรักษา 10 ปี ประจุไฟยังมีเหลือถึง 85%(เมื่อชาร์จเต็ม)
- 4.26.3 มาตรฐาน มอก.2217-2548
- 4.27 แผงวงจรประจุแบตเตอรี่ 8 ก้อน จำนวน 4 แผง
- 4.27.1 รับอินพุต DC 12 V 4A แรงดันเอาต์พุต DC 4.2V / DC 1.48V / DC 3.65V / DC 4.35V / 9V กระแสเอาต์พุต 2A * 4 (ช่อง 1, 3, 6, 8) โดยประจุได้พร้อมกัน 8 ก้อน
- 4.27.2 แบตเตอรี่ที่ใช้ได้ 26650, 21700, 18650, 18350, 20650, 14500, AA, AAA, C, SC 9V

- 4.27.3 ได้รับการรับรอง CE, FCC, Rohs
- 4.28 แผงวงจรทำสมดุลบัตเตอรี 14 เซลล์ จำนวน 2 แผง
 - 4.28.1 เป็นวงจรทำสมดุลบแบบแอคทีฟสำหรับบัตเตอรี LiFePo4 Li-ionNMC 14 เซลล์
 - 4.28.2 ความแม่นยำในการทำสมดุล 5 mV หรือดีกว่า
 - 4.28.3 ใช้กับบัตเตอรี 30Ah - 300Ah
- 4.29 แผงวงจรควบคุมการประจุบัตเตอรีอเนกประสงค์ จำนวน 10 แผง
 - 4.29.1 เป็นแผงวงจรสำหรับควบคุมการประจุบัตเตอรี แรงดันอินพุต 6 – 60 V (สูงสุด 80 V)
 - 4.29.2 ใช้กับบัตเตอรีแรงดัน 6 – 60 V
 - 4.29.3 ความแม่นยำของแรงดัน +/- 0.1 V
- 4.30 แผงวงจรประจุบัตเตอรี 18 V AL1830CV จำนวน 1 แผง
 - 4.30.1 แรงดันประจุบัตเตอรี 14.4 – 18 V และกระแสประจุไม่น้อยกว่า 3.0 A
 - 4.30.2 สามารถประจุบัตเตอรี 2.5 Ah ในเวลา 60 นาที
 - 4.30.3 รหัสรุ่น 18 V AL1830CV
- 4.31 บัตเตอรีแบบประจุใหม่ได้ NiMH จำนวน 50 ก้อน
 - 4.31.1 ขนาด AA 1.2 V 2700 mAh ความต้านทานภายใน 25 mΩ
 - 4.31.2 ประจุซ้ำได้ไม่ต่ำกว่า 500 ครั้ง
 - 4.31.3 อุณหภูมิที่ใช้งานได้ (-20) – (50) °C
- 4.32 แผงวงจรประจุบัตเตอรี NiMH แบบปรับสภาพได้ จำนวน 1 แผง
 - 4.32.1 สามารถประจุบัตเตอรี NiMH ขนาด AA, AAA ได้สูงสุด 8 ก้อน และมีโหมดประจุแบบเทอร์โบ (2A)
 - 4.32.2 สามารถวิเคราะห์สุขภาพบัตเตอรีได้
 - 4.32.3 มีระบบจัดการอุณหภูมิเพื่อให้อุณหภูมิบัตเตอรีต่ำในขณะที่ประจุ
 - 4.32.4 มีระบบปรับสภาพบัตเตอรีแบบลึก
- 4.33 แผงวงจร CANBUS-SPI จำนวน 10 แผง
 - 4.33.1 เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทาง SPI ความเร็วสูงสุด 10 MHz
 - 4.33.2 รองรับมาตรฐาน CAN 2.0B, CAN ISO-11898
 - 4.33.3 ระยะทางการติดต่อ CAN BUS 62.5 KB/S (1,000 เมตร) และ 1 MB/S (30 เมตร)
- 4.34 แผงวงจรซีลด์ CANBUS จำนวน 10 แผง
 - 4.34.1 เป็นแผงวงจรซีลด์สำหรับ Arduino
 - 4.34.2 เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทาง SPI ความเร็วสูงสุด 10 MHz
 - 4.34.3 รองรับมาตรฐาน CAN 2.0B, CAN ISO-11898
 - 4.34.4 ระยะทางการติดต่อ CAN BUS 62.5 KB/S (1,000 เมตร) และ 1 MB/S (30 เมตร)
- 4.35 สายไฟโซล่าเซลล์ จำนวน 200 เมตร

- 4.35.1 เป็นสายไฟ PV ใช้สำหรับเชื่อมต่อระบบโซลาร์เซลล์ขนาด 4 ตร.มม.
- 4.35.2 อุณหภูมิขณะใช้งาน 40 ถึง 90 องศาเซลเซียส และทนอุณหภูมิสูงสุด 120 องศาเซลเซียส
- 4.35.3 ทนต่อสภาพอากาศ โอโซนและรังสี UV
- 4.35.4 เมื่อถูกเพลิงไหม้จะมีควันน้อย และไม่ปล่อยก๊าซพิษ
- 4.35.5 ผ่านมาตรฐาน TUV EN50618
- 4.36 แผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์แบบรีเลย์ 120A จำนวน 5 แผง
 - 4.36.1 สามารถจ่ายกระแสต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 120 A กระแสพิกัดไม่น้อยกว่า 760 A
 - 4.36.2 รับแรงดันแบตเตอรี่ได้ถึง 3s
 - 4.36.3 มีเอาต์พุต BEC 6 V, 3A
 - 4.36.4 ปรับการเบรกได้ 4 ชั้น แดรกเบรกได้ 8 ชั้น อินีเชียลเบรกได้ 4 ชั้น และอัตราเร่งได้ 9 ชั้น
- 4.37 ชุดขดลวดสร้างแรงแบบภายใน จำนวน 5 ชุด
 - 4.37.1 มีกำลัง 1400 วัตต์ กระแสสูงสุด 90 A
 - 4.37.2 ความเร็วสูงสุด 50,000 rpm
- 4.38 ทราบดีวีเซอร์แปลงสัญญาณ PWM เป็นมุมทางกล 45 KG จำนวน 10 ตัว
 - 4.38.1 เกียร์เป็นโลหะ ตัวถังเป็นอลูมิเนียม
 - 4.38.2 ป้องกันน้ำได้ระดับ IP67
 - 4.38.3 มอเตอร์เป็นชนิดไร้แปรงถ่าน
 - 4.38.4 วงจรขยายเป็นแบบดิจิทัล
 - 4.38.5 Standing torque ไม่น้อยกว่า 45 kg-cm ที่แรงดัน 8.4 V
- 4.39 ล้อโลหะ จำนวน 32 ล้อ
 - 4.39.1 เป็นล้อโลหะเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มม., ความหนา 31 มม., Drive hex 12 มม.
- 4.40 ยางขนาดเล็ก จำนวน 32 เส้น
 - 4.40.1 เป็นยางเส้นผ่านศูนย์กลาง 93 มม., ความกว้าง 35 มม.
- 4.41 ตัวเก็บประจุซูเปอร์ จำนวน 2 ตัว
 - 4.41.1 เป็นตัวเก็บประจุขนาด 48 V, 165 F
- 4.42 ฟลักซ์บัดกรี จำนวน 10 กระปุก
 - 4.42.1 เป็นฟลักซ์ช่วยบัดกรีขนาด 50 กรัม
 - 4.42.2 มีส่วนผสมของ Vaseline : 80-90wt%, Zinc chloride : 5wt%, Water : 1-10wt%, Paraffin : 1-10wt%, Ammonium chloride : 1-5wt%
- 4.43 ชุดไขควงฉนวนกันไฟฟ้า จำนวน 4 ชุด
 - 4.43.1 เป็นชุดไขควง 6 ตัว (แฉก PH1*80 และ PH2*100, ปากแบน 3*100, 4*100, 5.5*125 และ 6.5*150) ฉนวนกันไฟฟ้าได้ 1000 VAC
 - 4.43.2 ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60900:2012 ทดสอบโดย VDE และ GS

- 4.44 คีมปากจิ้งจกฉนวนกันไฟฟ้า จำนวน 4 ตัว
- 4.44.1 เป็นคีมปากจิ้งจก (Combination plier) ขนาด 180 มม. ฉนวนกันไฟฟ้าได้ 1000 VAC
- 4.44.2 ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60900:2012 ทดสอบโดย VDE และ GS
- 4.45 คีมตัดฉนวนกันไฟฟ้า จำนวน 2 ตัว
- 4.45.1 เป็นคีมตัดขนาด 180 มม. ฉนวนกันไฟฟ้าได้ 1000 VAC
- 4.45.2 ผลิตตามมาตรฐาน DIN ISO 5749 IEC 60900:2012 ทดสอบโดย VDE และ GS
- 4.46 คีมปากยาวฉนวนกันไฟฟ้า จำนวน 2 ตัว
- 4.46.1 เป็นคีมปากยาวขนาดไม่ต่ำกว่า 180 มม. ฉนวนกันไฟฟ้าได้ 1000 VAC
- 4.46.2 ผลิตตามมาตรฐาน 60900:2012 ทดสอบโดย VDE และ GS
- 4.47 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัส จำนวน 5 ตัว
- 4.47.1 วัดแบบเลเซอร์ 8 จุด สามารถวัดอุณหภูมิในช่วง -60°C - 550°C
- 4.47.2 มีโหมด Max, Min, Diff, Average, Lock, High Alarm, Low Alarm
- 4.47.3 ปรับ Emissivity Range ได้
- 4.48 ถุงมือกันบาด จำนวน 10 คู่
- 4.48.1 เป็นถุงมือที่ผลิตจาก HPPE Lycra และ Spandex
- 4.48.2 สามารถทนทานต่อการตัดไม่ต่ำกว่า EN ISO B/ANSI A2 ปกป้องจากการขีดข่วน(เสียดสี) ANSI ระดับ 6 และได้รับมาตรฐาน EN 388 4342B
- 4.49 แว่นตานิรภัย จำนวน 10 อัน
- 4.49.1 เป็นแว่นตานิรภัยเลนส์โพลีคาร์บอเนตที่ป้องกันแสงยูวี 99.9% น้ำหนักไม่เกิน 25 กรัม
- 4.50 รองเท้าบูทนิรภัย จำนวน 10 คู่
- 4.50.1 เป็นรองเท้าบูทที่สามารถกันลื่น กันน้ำ กันน้ำมัน กันสารเคมี และป้องกันไฟฟ้าสถิต
- 4.51 แผงวงจรวัดค่า L-C-R จำนวน 5 แผง
- 4.51.1 สามารถวัดค่า L, C, R, Z, X, D, Q, θ , และ ESR ความแม่นยำ 0.3%
- 4.51.2 ความถี่ทดสอบ 100Hz, 120 Hz, 400 Hz, 1 kHz, 4 kHz, 10 kHz, 40 kHz
- 4.51.3 พิสัยวัด: L 0 – 2000 H, C 0 – 20mF, R 0-20 M Ω
- 4.52 แผ่นไมลาร์ จำนวน 5 แผ่น
- 4.52.1 เป็นแผ่นไมลาร์เบอร์ 750 (หนา 0.188 มม.) ขนาด 1 * 2.8 เมตร ทนอุณหภูมิ 130 $^{\circ}\text{C}$
- 4.53 ไมโครมิเตอร์วัดนอก จำนวน 2 ตัว
- 4.53.1 เป็นไมโครมิเตอร์วัดนอกขนาด 0 – 25 มม. ค่า Graduation 0.01 มม. และค่าผิดพลาด MPE +/- 0.002 มม.
- 4.54 ชุดเฟรมสำหรับระบบขับเคลื่อน จำนวน 3 ชุด
- 4.54.1 มีแท่งโลหะตัวนำน้ำหนักเบาความแข็งแรงสูงดัดขึ้นรูปความยาว 414 มม. 2 ชิ้น
- 4.54.2 มีหัวโลหะสำหรับยึดตัวลดการสั่นสะเทือน 4 ชิ้น
- 4.54.3 มีถาดวางอุปกรณ์

- 4.55 ชุดเพลลาแบบดิฟเฟอร์เรนเชียลล็อก จำนวน 3 ชุด
- 4.55.1 เป็นเพลลาข้างหน้า-หลังที่สามารถปลดระบบดิฟเฟอร์เรนเชียลล็อกได้ ขนาดปลาย-ปลาย 220 มม.
- 4.55.2 เป็นเพลลาแบบเยื้องศูนย์ (Portal) ขนาด 9T/23T และชุดเกียร์ Bevel ขนาด 34T/11T
- 4.56 ชุดแขนยึด จำนวน 3 ชุด
- 4.56.1 เป็นแขนยึด (Link) โลหะที่มีจุดยึดหัวบอลขนาด M4 จำนวน 11 ชิ้น
- 4.56.2 มีความยาวจากศูนย์กลางรูจุดยึด 77 มม. (2 ชิ้น), 80 มม. (2 ชิ้น), 144 มม. (2 ชิ้น), 123 มม. (2 ชิ้น), 127 มม. (2 ชิ้น) และ 133 มม. (1 ชิ้น),
- 4.57 เกียร์ทดรอบหลักแบบ 2 อัตราทด จำนวน 3 ตัว
- 4.57.1 เฟืองภายในเป็นโลหะ อัตราทด 2:1 และ 1.25:1 (เลือกได้) มีสลิปเปอร์คลัช
- 4.57.2 มีเฟืองสเปอร์ (Spur) ขนาด 45T (32 Pitch)
- 4.58 ชุดเพลลาขับแบบยึดหมุน จำนวน 3 ชุด
- 4.58.1 เป็นเพลลาขับแบบที่ปรับระยะอัตโนมัติชนิด CVD
- 4.58.2 ปรับระยะได้ตั้งแต่ 112 มม. – 165 มม. (1 ชิ้น) และ 95 มม. – 125 มม. (1 ชิ้น)
- 4.59 แผงวงจรควบคุมกำลังมอเตอร์ จำนวน 3 ชุด
- 4.59.1 รองรับแรงดันแบตเตอรี่ LiPO 2 - 3 S สามารถจ่ายกระแสต่อเนื่องได้ 70 A กระแสพีกได้ 120 A
- 4.59.2 สามารถเชื่อมต่อแบบไร้สายกับ APP บนโทรศัพท์มือถือเพื่อการโปรแกรมค่า การมอนิเตอร์ค่าแบบเรียลไทม์ การอัปเดตแบบ OTA และสามารถปรับเคิร์ฟ Throttle และ Brake ได้โดยตรงจาก APP
- 4.60 แผงวงจรรับสัญญาณควบคุม 12 ช่อง จำนวน 7 แผง
- 4.60.1 รับสัญญาณวิทยุได้ไม่ต่ำกว่า 12 ช่องสัญญาณ (SBUS & PWM) มีสัญญาณเอาต์พุต PWM/SBUS&PWM สามารถทำงานร่วมกับโมดูล Telemetry ได้ และมีระยะควบคุมไม่ต่ำกว่า 4000 ม.
- 4.60.2 แรงดันใช้งาน 3 – 10 V
- 4.61 ชุดฝึกการควบคุมวงรอบปิด จำนวน 5 ชุด
- 4.61.1 สามารถทดลองเรื่องการควบคุมแบบ PID และ Fuzzy logic โดยใช้ใบพัด
- 4.61.2 มีตัวอย่างการทดลองโดยใช้ Arduino และ LabVIEW
- 4.62 มิเตอร์วัดกำลังและ vswr จำนวน 2 ตัว
- 4.62.1 สามารถวัดกำลังไม่ต่ำกว่า 120 W ความถี่ และ ค่า vswr 1.00:1 – 19.99:1 ที่ความถี่ 125 MHz – 525 MHz แสดงผลเป็นตัวเลข
- 4.62.2 การสูญเสียเนื่องจากการต่อแทรก (Insertion Loss) ไม่เกิน 0.15 dB (VHF) และ 0.25 dB (UHF)
- 4.63 สายสัญญาณความถี่สูง จำนวน 200 เมตร
- 4.63.1 เป็นสายสัญญาณ RG-58 ที่มีการสูญเสียที่ความถี่ 150 MHz ไม่เกิน 0.17 dB/m (25 °C) และที่ความถี่ 250 MHz ไม่เกิน 0.23 dB/m (25 °C)
- 4.64 สายสัญญาณความถี่สูงแบบโฟม จำนวน 200 เมตร
- 4.64.1 เป็นสายสัญญาณ 5D-FB ที่มีการสูญเสียที่ความถี่ 150 MHz ไม่เกิน 0.078 dB/m (20 °C) และที่ความถี่ 280 MHz ไม่เกิน 0.109 dB/m (20 °C)

- 4.65 สวิตช์เลือกความถี่และกำลังสูง จำนวน 5 ตัว
- 4.65.1 เป็นสวิตช์เลือกสองทางที่รับกำลังได้ไม่ต่ำกว่า 1500 W และความถี่ DC – 1000 MHz โดยมีข้อต่อแบบ SO-239
- 4.65.2 การสูญเสียจากการต่อแทรก (Insertion Loss) ไม่เกิน 0.05 dB (DC – 500 MHz) และ 0.1 dB (500 – 1000 MHz) และการแยกโดด (Isolation) ไม่ต่ำกว่า 70 dB (DC – 200 MHz) และ 60 dB (200 – 1000 MHz)
- 4.66 แผงวงจรภาคส่งสัญญาณควบคุมไร้สายความถี่สูงแบบดิจิทัล จำนวน 3 แผง
- 4.66.1 สามารถเลือกความถี่การส่งสัญญาณได้ทั้งย่าน VHF และ UHF สามารถเลือกโหมดการมอดูเลตสัญญาณได้ทั้งแบบ FM และแบบดิจิทัล (C4FM) โดยมี Frequency Stability ไม่เกิน ± 2.5 PPM
- 4.66.2 กำลังภาคส่งไม่ต่ำกว่า 5W และปรับได้ 3 ระดับ
- 4.67 แผงวงจรภาคส่งสัญญาณควบคุมไร้สายความถี่สูงแบบดิจิทัล จำนวน 7 แผง
- 4.67.1 ความถี่การส่งสัญญาณย่าน VHF สามารถเลือกโหมดการมอดูเลตสัญญาณได้ทั้งแบบแอนะล็อก และแบบดิจิทัล (DMR) โดยมี Frequency Stability ไม่เกิน ± 2.5 PPM
- 4.67.2 กำลังภาคส่งไม่ต่ำกว่า 5W และปรับได้ 3 ระดับ
- 4.68 แผงวงจรภาคส่งสัญญาณควบคุมไร้สายความถี่สูงแบบแอนะล็อก จำนวน 5 แผง
- 4.68.1 ความถี่การส่งสัญญาณย่าน VHF โหมดการมอดูเลตสัญญาณแบบ FM โดยมี Frequency Stability ไม่เกิน ± 2.5 PPM
- 4.68.2 กำลังภาคส่งไม่ต่ำกว่า 5W และปรับได้ 3 ระดับ
- 4.69 แผงวงจรถอดรหัสสัญญาณควบคุมความถี่สูงแบบแอนะล็อก จำนวน 15 แผง
- 4.69.1 สามารถถอดรหัส DTMF เพื่อส่งงานไปที่รีเลย์จำนวน 4 ตัว
- 4.70 แบตเตอรี่สำหรับแผงวงจรภาคส่งสัญญาณควบคุมไร้สายความถี่สูง จำนวน 35 ก้อน
- 4.70.1 เป็นแบตเตอรี่แบบลิเธียมแบบ 2S ความจุไม่ต่ำกว่า 2000 mAh มีวงจรป้องกัน
- 4.71 แผงวงจรประจุแบตเตอรี่สำหรับแผงวงจรภาคส่งสัญญาณควบคุมไร้สายความถี่สูง จำนวน 15 แผง
- 4.71.1 เป็นแผงวงจรสำหรับประจุแบตเตอรี่ในข้อที่ 4.70
- 4.72 แผงวงจร Tiny Bit smart robot สำหรับ micro:bit Kit จำนวน 5 แผง
- 4.72.1 มีบอร์ด micro:bit v2 ในชุด
- 4.72.2 มีโครง chassis, รีโมทคอนโทรล, แบตเตอรี่ลิเธียม, ล้อ, มอเตอร์
- 4.73 แผงวงจร Motor Control Experiment Kit สำหรับ Pi RP2040 จำนวน 5 แผง
- 4.73.1 แผงวงจร Maker Pi RP2040 มี 4 female header
- 4.73.2 มี sensor TMP36, DHT11, โมดูล stepper motor, HC-SR04, DC motor
- 4.74 แผงวงจร BocoBot Kit for Raspberry Pi Pico W จำนวน 10 แผง
- 4.74.1 มีแผง Raspberry Pi Pico Wireless
- 4.74.2 มี Robot chassis, ล้อ, มอเตอร์, เซ็นเซอร์
- 4.75 แผงวงจร Raspberry Pi 4 Model B 4GB and Kits จำนวน 15 แผง
- 4.75.1 มี แผงวงจร Raspberry Pi 4 Model B 4GB

4.75.2	มีสาย microHDMI to HDMI, USB C Power Adaptor, Micro SD with RPi OS	
4.76	โมดูล Industrial IoT Expansion Module Raspberry Pi CM4	จำนวน 10 แผง
4.76.1	มีแผงวงจร Industrial IoT Expansion Module Raspberry Pi CM4	
4.76.2	มี PCI to 4G/Lora adaptor, screw driver	
4.77	แผงวงจร Raspberry Pi CM4 Wireless 4G RAM 32G eMMC	จำนวน 10 แผง
4.77.1	เป็นแผงวงจร Raspberry Pi CM4 Wireless, RAM ขนาด 4GB, eMMC ขนาด 32GB	
4.78	แผงวงจร Arduino UNO R4 WiFi	จำนวน 55 แผง
4.78.1	เป็นแผงวงจร Arduino UNO R4 ใช้คอนโทรลเลอร์ ARM Cortex M4	
4.78.2	รองรับ WiFi/Bluetooth	
4.79	แผงวงจรพัฒนา AI Jetson Nano Dev Kits B01	จำนวน 7 แผง
4.79.1	ใช้ GPU 128-core Maxwell GPU,CPU Quad-core ARM A57	
4.79.2	Memory 4GB LPDDR4, 10/100/1000 Base-T Ethernet	
4.80	ตัวแปลงสัญญาณ USB to RS485 Bidirectional Converter	จำนวน 10 ตัว
4.80.1	Baud rate 300 bps-921600bps, มี LED indicators	
4.80.2	Host port USB A, Device port RS485	
4.81	สวิตช์ push button 22mm. XA2EA42 สีแดง	จำนวน 20 ตัว
4.81.1	มีคอนแทค 1NC, ปุ่มกดสีแดง	
4.82	สวิตช์ push button 22mm. XA2EA31 สีเขียว	จำนวน 20 ตัว
4.82.1	มีคอนแทค 1NO, ปุ่มกดสีเขียว	
4.83	สวิตช์ selector 22mm. 2 จังหวะ XA2ED21 1NO	จำนวน 20 ตัว
4.83.1	ทำงานแบบบิต 2 จังหวะ, คอนแทค 1NO	
4.84	ลูกเซอร์กิตเบรกเกอร์ 1P 16A	จำนวน 40 ตัว
4.84.1	พิกัด 1P 16A type C	
4.85	เซอร์กิตเบรกเกอร์ RCBO 2P 40A	จำนวน 10 ตัว
4.85.1	พิกัด 2P 40A type C, พิกัดตัดกระแสรั่วไหล 30 mA	
4.86	ไมโคร PLC Arduino Opta Lite	จำนวน 12 ตัว
4.86.1	ขนาด 8 Digital/Analog Input, 4 Relay Output	
4.86.2	ใช้ Processor STMH747XI Dual ARM Cortex	
4.86.3	รองรับ 10/100 Ethernet, USB C, 1MB RAM, 2MB internal+16MB Flash	
4.87	สายคอนโทรล JZ-500 5G 0.5mm2 100 เมตร	จำนวน 5 ม้วน
4.87.1	สายชนิด 5 คอร์ ขนาด 0.5 ตร.มม., มี 1 คอร์เป็นกราวด์	
4.88	แผงวงจรควบคุมลอจิก S7-1200 CPU1212C AC/DC/relay	จำนวน 10 ตัว
4.88.1	ขนาด 8/6 Digital Input/Output, 2 Analog input	
4.89	แผงวงจร IOT2050 Advance	จำนวน 1 ตัว

4.89.1	มี 2x Gbit Ethernet RJ45; Display port; 2x USB2.0;	
4.89.2	มี 16 GB eMMC; SD card slot; 24 V DC industrial power supply	
4.90	แผงวงจร IOT2050 Basic	จำนวน 4 ตัว
4.90.1	มี 2x Gbit Ethernet RJ45; Display port; 2x USB2.0,	
4.90.2	มี SD card slot, 24 V DC industrial power supply	
4.91	โมดูลสื่อสาร LOGO! CIM RS-485 for LOGO!8	จำนวน 2 ตัว
4.91.1	เป็น Modbus RTU interface (RS-232/485)	
4.91.2	มี 4 Port switch	
4.92	เซนเซอร์ Proximity Sensor TL-Q5MC1-Z	จำนวน 10 ตัว
4.92.1	เป็นเซนเซอร์ Proximity Sensor TL-Q5MC1-Z	
4.93	เซนเซอร์ Proximity Sensor TL-Q5MC2-Z	จำนวน 10 ตัว
4.93.1	เป็นเซนเซอร์ Proximity Sensor TL-Q5MC2-Z	
4.94	หลอด Pilot lamp AC/DC 12-48V เหลือง เขียว แดง น้ำเงิน	จำนวน 80 หลอด
4.94.1	ใช้ได้กับ AC 110-220V, DC 12-48V, Diameter 22mm.	
4.95	เซนเซอร์ Photoelectric Sensor OMRON E3FA-DN11	จำนวน 20 ตัว
4.95.1	เป็นเซนเซอร์ Photoelectric Sensor OMRON E3FA-DN11	
4.96	แบตเตอรี่ลิเทียม OMRON CPM2A-BAT01	จำนวน 10 ก้อน
4.96.1	แบตเตอรี่ลิเทียม OMRON CPM2A-BAT01	
4.97	รีเลย์พร้อมช็อกเก็ต Schneider RXM4LB2BD 24VDC 3A 4 คอนแทค	จำนวน 20 ตัว
4.97.1	คอยล์ 24 VDC, 4 Contact C/O	
4.97.2	มี LED indicator, Load current 3A ที่ 250VAC, 28VDC	
4.97.3	มี socket 14 ขา RXZE1M4C	
4.98	ลิมิตสวิตช์ OMRON D4V-8104SZ-N	จำนวน 20 ตัว
4.98.1	เป็นลิมิตสวิตช์ OMRON D4V-8104SZ-N	
4.99	ชุดทดลอง Xkit-FPGA	จำนวน 15 ชุด
4.99.1	มีบอร์ด FPGA	
4.99.2	มีบอร์ด AX-Digital พร้อมสาย USB-C และอะแดปเตอร์ไฟตรง	
4.100	แผงวงจรควบคุมลอจิก FX3S-14MR/ES	จำนวน 10 แผง
4.100.1	ขนาด 8 Input/ 6 Output Relay	
4.100.2	ใช้ Supply 100-240V	
4.101	หน้าจอสัมผัส SK-043FE HMI4.3	จำนวน 3 ตัว
4.101.1	ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 4.3 นิ้ว	
4.101.2	มีพอร์ตรองรับ RS232, RS422 และ RS485	
4.101.3	มีพอร์ต USB-A และ USB-B	

- 4.102 แผงวงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย DR-120-24 จำนวน 5 แผง
- 4.102.1 ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับด้านอินพุต 100-120 โวลต์ และ 200-240 โวลต์
 - 4.102.2 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้านเอาต์พุต 24 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 5 แอมแปร์
 - 4.102.3 มีการป้องกันการลัดวงจร
- 4.103 ตะกั่วบัดกรีชนิด 60/40 Sn/Pb Class A จำนวน 5 ม้วน
- 4.103.1 ตะกั่วชนิดเส้น ขนาด 1.2 มม.
 - 4.103.2 น้ำหนักตะกั่วไม่น้อยกว่า 1 ปอนด์ต่อม้วน
- 4.104 โซลิตสเททรีเลย์ OMRON G3NA-210B DC5-24 จำนวน 5 ตัว
- 4.104.1 ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้านอินพุต 5-24 โวลต์
 - 4.104.2 รองรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับด้านเอาต์พุต 24-240 โวลต์
- 4.105 แผงวงจรควบคุมงานอุตสาหกรรม จำนวน 3 แผง
- 4.105.1 มีอินพุตใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ไม่น้อยกว่า 14 ช่อง
 - 4.105.2 มีเอาต์พุตแบบรีเลย์ไม่น้อยกว่า 10 ช่อง
 - 4.105.3 มีอินพุตแบบอนาล็อก สัญญาณแรงดัน 0-10 โวลต์ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
 - 4.105.4 มีอินพุตแบบอนาล็อก สัญญาณกระแส 0.20 มิลลิแอมป์แปรไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
 - 4.105.5 มีเอาต์พุตแบบอนาล็อก สัญญาณแรงดัน 0-10 โวลต์ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- 4.106 แผงวงจร Tang Nano 4K FPGA Experiment kit จำนวน 16 แผง
- 4.106.1 เป็นแผงวงจร Tang Nano 4K บัดกรีคอนเน็กเตอร์ IDC ตัวผู้ 0.9 มม. พร้อมใช้งาน
- 4.107 แผงวงจร ESP8266 V2.0 จำนวน 30 แผง
- 4.107.1 แผงวงจร NodeMCU ESP8266 V2.0 มีชิปแปลงสัญญาณ USB เป็น UART เบอร์ CP2102
- 4.108 แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 8 บิต จำนวน 26 แผง
- 4.108.1 เป็นแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ของแท้ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328
- 4.109 แผงวงจร Arduino Learning Kit for Beginner จำนวน 16 แผง
- 4.109.1 มีแผงวงจร Arduino UNO และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ LCD, Buzzer, LDR, LM35, VS1838B, 7 segment, แผงต่อวงจรทดลอง, RFID, DS1302, DHT11
- 4.110 แผงวงจรแปลงสัญญาณภาพแบบไร้สาย จำนวน 2 แผง
- 4.110.1 มีหน่วยความจำ 8 GB
 - 4.110.2 สามารถแสดงผล 1080p, 4K, Dolby Vision, HDR10, HDR10+ ผ่านพอร์ต HDMI 2.1
 - 4.110.3 การเชื่อมต่อไร้สาย Wi-Fi 802.11ac (2.4 GHz / 5 GHz) , Bluetooth
- 4.111 เส้นพลาสติก PLA จำนวน 3 ม้วน
- 4.111.1 เป็นเส้นพลาสติก PLA ขนาด 1.75 มม. น้ำหนัก 1kg.
- 4.112 โฟโต้บอร์ด จำนวน 5 แผง
- 4.112.1 เป็นบอร์ดทดลองขนาด 3220 ช่องเสียบ
- 4.113 แผงวงจร IoT จำนวน 5 แผง

- 4.113.1 สามารถสื่อสารไร้สายแบบ WiFi 2.4GHz และมีสายอากาศสำหรับ WiFi อยู่ภายในตัว
- 4.113.2 ใช้ไอซี ESP8266 มีดีจิตอลอินพุต/เอาต์พุต ไม่น้อยกว่า 9 ช่อง
- 4.114 แผงวงจรแสดงผล 2004 LCD จำนวน 5 แผง
 - 4.114.1 แสดงผลแอลซีดีขนาด 20 ตัวอักษร 4 แถว มี I2C Interface Board ในตัว
- 4.115 แผ่น PCB ทองแดง จำนวน 20 แผ่น
 - 4.115.1 เป็นแผ่น PCB ทองแดง 1 หน้า ขนาด 20*30 มม.หนา 1.5 มม.
- 4.116 แผ่นอะคริลิก จำนวน 3 แผ่น
 - 4.116.1 อะคริลิกสีขาว ความหนา 3 มม. ขนาดกว้าง 245 x 123 ซม.
- 4.117 สายไฟบัดกรีแผ่นปริ้นท์ จำนวน 10 ม้วน
 - 4.117.1 สายไฟอ่อนขนาด 30AWG ขนาด 0.5x0.25 มม. ความยาวไม่น้อยกว่า 250 เมตร
- 4.118 แผงวงจรปรับกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า จำนวน 6 แผง
 - 4.118.1 สามารถปรับแรงดัน 0 - 30 V และกระแสเอาต์พุต 0 - 5 A
 - 4.118.2 มีระบบป้องกัน
- 4.119 โมดูลขยายช่องสื่อสารอุตสาหกรรม จำนวน 40 ตัว
 - 4.119.1 เป็นส่วนขยาย Module Raspberry Pi CM4
 - 4.119.2 สื่อสารกับ RS485 ได้
 - 4.119.3 มีพอร์ตสื่อสารรองรับความเร็วระดับจิกกะบิต
 - 4.119.4 มี PCI to 4G/Lora adaptor, screw driver
- 4.120 แผงวงจร IIOT จำนวน 30 แผง
 - 4.120.1 บอร์ด Modbus iot v3.1 ชนิดติดตั้งบนราง DIN Rail
 - 4.120.2 มี 3 อินพุต และมีเอาต์พุตรีเลย์ แบบ NO/NC 2 อินพุต
 - 4.120.3 รองรับ 2.4 GHz wifi โดยมีเสารับสัญญาณไวไฟ
 - 4.120.4 ส่งข้อมูล ไม่น้อยกว่า 100 คำ
 - 4.120.5 สามารถเชื่อมต่อกับ PLC มากกว่า 1 ยี่ห้อ
- 4.121 รางอลูมิเนียม 4.2 เมตร จำนวน 60 เส้น
 - 4.121.1 เป็นรางอลูมิเนียมสำหรับติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ความยาว 4.2 เมตรต่อเส้น
- 4.122 ขาตั้งแผงมุม 30 องศา จำนวน 10 ตัว
 - 4.122.1 วัสดุทำจากเหล็ก และมีน็อตสำหรับปรับระดับได้ตั้งแต่ 10-30 องศา
- 4.123 ตัวต่อรางอลูมิเนียม จำนวน 100 ตัว
 - 4.123.1 วัสดุทำจากอลูมิเนียม ใช้สำหรับต่อรางอลูมิเนียมสำหรับติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์
- 4.124 น็อตอลูมิเนียม จำนวน 200 ตัว
 - 4.124.1 เป็นน็อตอลูมิเนียมสำหรับติดตั้งร่วมกับรางอลูมิเนียมสำหรับติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์
- 4.125 ตัวยึดแผงกับรางริมแผง จำนวน 100 ตัว
 - 4.125.1 เป็นตัวยึดแผงกับรางริมแผง ทำจากอลูมิเนียม

- 4.126 ตัวยึดแผงตรงกลาง จำนวน 200 ตัว
- 4.126.1 เป็นตัวยึดระหว่างแผงสองแผง ทำจากอลูมิเนียม
- 4.127 แผงวงจร ESP32 จำนวน 30 แผง
- 4.127.1 เป็นแผงวงจรรุ่น NODEMCU ESP32 หน่วยประมวลผลแบบ dual core ขนาด 32 bit
- 4.127.2 มี wifi, Bluetooth, RAM
- 4.128 โฟโต้เซ็นเซอร์ จำนวน 25 ตัว
- 4.128.1 ใช้เกลียว ขนาด M18
- 4.128.2 เป็นชนิด NPN ระยะจับ 10 ซม. ใช้กับระดับแรงดัน 10-30VDC
- 4.129 แผงวงจร RS485 สำหรับ Raspberry Pi จำนวน 30 แผง
- 4.129.1 เป็น RS485 can hat สำหรับ Raspberry Pi
- 4.129.2 แรงดันทำงาน 3.3 V
- 4.129.3 สามารถ tapping จาก Raspberry Pi 3.3 V ผ่านขา 40 ขา ได้
- 4.130 แผงวงจรพอร์ต usb อุตสาหกรรม จำนวน 30 แผง
- 4.130.1 เป็น USB ระดับอุตสาหกรรม มีแอลอีดีแสดงผลการทำงาน
- 4.130.2 รองรับ RS485/422 Isolated Converter with Multiple Protections
- 4.130.3 ใช้กับอุณหภูมิ $-15^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ ความชื้น $5\%\text{RH} \sim 95\%\text{RH}$
- 4.131 แผงวงจรจับสัญญาณ CM4 จำนวน 2 แผง
- 4.131.1 เป็นแผงรุ่น CM4 Sensing with CM4 Wireless RAM 8GB
- 4.131.2 มี eMMC with RTC Battery
- 4.132 แผงวงจรแอลซีดี จำนวน 30 แผง
- 4.132.1 บอร์ดรุ่น ABC020004B21-BIW-R-01
- 4.132.2 ขนาด 20 x 4 Line สี White/Blue
- 4.133 สวิตช์กดติดกดดับแบบเรียบ จำนวน 45 ตัว
- 4.133.1 เป็นสวิตช์แบบกดติด-กดดับ ชนิดกันน้ำ ผิวหน้าแบบเรียบ ขนาด 19 มม.
- 4.133.2 แรงดัน 12 V
- 4.134 สายไฟอ่อน เบอร์ 30 จำนวน 10 ม้วน
- 4.134.1 สายไฟอ่อนเบอร์ 30 AWG แกนสายไฟขนาด 0.25 มม. ขนาดสายไฟ 0.58 มม. ความยาว 250 เมตร
- 4.134.2 วัสดุแกนสายไฟ ทองแดง ทนอุณหภูมิ สูง 105 องศาเซลเซียส
- 4.134.3 สีแดง ดำ เขียว เหลือง น้ำตาล อย่างละ 2 ม้วน
- 4.135 เสารองเหลื่อม 25 มม. จำนวน 80 ตัว
- 4.135.1 เป็นเสารองยาว 25 มม.
- 4.135.2 วัสดุทำจากโลหะ
- 4.136 ดิจิตอลมอสส์อินพุต-เอาต์พุต จำนวน 10 ตัว
- 4.136.1 ดิจิตอลมอสส์อินพุต-เอาต์พุต จำนวนอินพุต 8 และมีเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 4

- 4.136.2 ประเภท เอาต์พุต เป็น ดิจิตอล, รีเลย์ และประเภทอินพุต เป็น แอนาล็อก, ดิจิตอล
- 4.136.3 แรงดันไฟเลี้ยง 12 - 24 V DC
- 4.136.4 ประเภทพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม ประเภทเครือข่ายชนิด ModBus
- 4.136.5 มีจอแสดงผล
- 4.137 แผงวงจรแสดงผลดิจิตอล จำนวน 10 แผง
 - 4.137.1 แสดงผลเป็นดิจิตอล และสามารถติดตั้งบนแผ่นอะคริลิกหรือแผ่นพรีนได้
- 4.138 สวิตช์กด จำนวน 10 ตัว
 - 4.138.1 เป็นสวิตช์แบบปุ่มกดติด-ปล่อยดับ มีเกลียวยึด
- 4.139 สายสัญญาณดิจิตอล จำนวน 10 เส้น
 - 4.139.1 เป็นสายสำหรับการโอนย้ายข้อมูลสื่อสาร มีการป้องกันสัญญาณรบกวน
- 4.140 น็อตยึด จำนวน 70 ตัว
 - 4.140.1 เป็นชนิดเกลียว หัวผ่า มีตัวเมีย ความยาวไม่น้อยกว่า 25 มม.
- 4.141 สายแพมาตรฐาน UL 300 V จำนวน 30 เส้น
 - 4.141.1 ฉนวนเป็นวัสดุ รับแรงดันไฟฟ้าได้ 300 V อุณหภูมิใช้งาน 0-105 องศาเซลเซียส

5. ผู้เสนอราคาต้องแสดงการเปรียบเทียบรายละเอียดประกอบการจัดซื้อวัสดุ และแนบแคตตาล็อกโดยทำเครื่องหมายหรือส่วนแสดงข้อกำหนดในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจนว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดของมหาวิทยาลัยหรือดีกว่า

6. กำหนดส่งมอบวัสดุ 15 วัน

7. ระยะเวลาประกัน - ปี

8. การจัดซื้อวัสดุรายการนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาจาก เกณฑ์ราคา

9. สถานที่ส่งมอบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

(ลงชื่อ).....ผู้กำหนดรายละเอียด

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย ศิลปวิจารณ์)

(ลงชื่อ).....หัวหน้าหน่วยงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม