

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อ/จัดจ้าง

ชุดพัฒนาการออกแบบและวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์สำหรับอุตสาหกรรมสมัยใหม่

1. ชื่อครุภัณฑ์ ชุดพัฒนาการออกแบบและวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์สำหรับอุตสาหกรรมสมัยใหม่
2. จำนวน 1 ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป

เป็นครุภัณฑ์เพื่อเพิ่มทักษะปฏิบัติ การทดสอบ และวิเคราะห์ ด้านการออกแบบวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์ การสื่อสารสัญญาณในระบบและวงจรที่ความซับซ้อนในด้านการผลิตอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ ที่ตอบโจทย์ โดยเป็นเครื่องมือพัฒนาทักษะด้านการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ วงจรเคมีคอนดักเตอร์ วงจรด้านการสื่อสารสัญญาณความถี่สูงที่มีการโปรแกรมได้ทางดิจิทัล การออกแบบแผ่นวงจรที่มีซับซ้อน โดยครุภัณฑ์ดังกล่าวเป็นการปรับทักษะ (reskill) และเพิ่มทักษะ (upskill) รวมทั้งการพัฒนาระบบนิเวศ (ecosystem) และโครงสร้างการพัฒนากำลังคนในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศ โดยประกอบไปด้วย

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วยนับ
1	โปรแกรมซอฟต์แวร์การออกแบบและวิเคราะห์ด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์	1	ชุด
1.1	โปรแกรมซอฟต์แวร์การออกแบบและวิเคราะห์ด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ แบบที่ 1	1	ชุด
1.2	โปรแกรมซอฟต์แวร์การออกแบบและวิเคราะห์ด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ แบบที่ 2	1	ชุด
2	โปรแกรมซอฟต์แวร์การออกแบบและวิเคราะห์สัญญาณในระบบและวงจรสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง	1	ชุด
3	ชุดปฏิบัติการทดลองการวัดและวิเคราะห์สัญญาณทางวงจรอิเล็กทรอนิกส์	1	ชุด
3.1	เครื่องมือวัดดิจิตอลสโตเรจออสซิลโลสโคป ขนาด 250 MHz	20	เครื่อง
3.2	แผงวงจรทดสอบฟังก์ชันของออสซิลโลสโคป (Oscilloscope Demo Trainer Board)	10	แผง
3.3	สายวัดสัญญาณแบบ Active Logic Probe	10	เส้น
3.4	เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาดไม่ต่ำกว่า 30 โวลต์	20	เครื่อง
3.5	เครื่องมือวัดดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบตั้งโต๊ะ	20	เครื่อง
3.6	เครื่องทดสอบ LCR ช่วงความถี่ 200kHz	5	เครื่อง

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วยนับ
3.7	ชุดทดลองฟังก์ชันอิเล็กทรอนิกส์	10	ชุด
3.8	เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแบบปรับค่าความถี่ได้	1	เครื่อง
4	ชุดปฏิบัติการการทดลองวงจรแบบ FPGA และการเชื่อมต่อการควบคุมทางดิจิทัล	20	ชุด
5	ชุดประมวลผลทางด้านวิศวกรรมแบบ Workstation	1	ชุด
5.1	เครื่องคอมพิวเตอร์ Workstation ประมวลผลด้านกราฟฟิกขั้นสูง	15	เครื่อง
5.2	เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลทางด้านกราฟฟิก	20	เครื่อง
5.3	เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 1 kVA	20	เครื่อง
5.4	เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	10	เครื่อง
5.5	ชุดจอภาพอัจฉริยะ Interactive Smart Board	2	ชุด
6	ชุดออกแบบสร้างลายแผ่นวงจรพิมพ์ทางอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ	1	ชุด
6.1	เครื่องกัดลายวงจรพิมพ์ (PCB) ควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์	1	เครื่อง
6.2	เครื่องกัด CNC Machine แบบตั้งโต๊ะควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์	4	เครื่อง

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้

4.1. โปรแกรมซอฟต์แวร์การออกแบบและวิเคราะห์ด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1. โปรแกรมซอฟต์แวร์การออกแบบและวิเคราะห์ด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ แบบที่ 1 จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1.1. เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปใช้ในการออกแบบ (CAD) สามารถทำการออกแบบ (Computer Aided Design) รูปทรงเลขาคณิต Solid, พื้นผิว Surface, เส้น Wireframe และ Mesh ร่วมกันได้เป็นอย่างดี

4.1.1.2. เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปใช้ในการออกแบบ (CAM) สามารถทำงาน (CAM : Computer Aided Manufacturing) ได้ทั้ง มิลลิ่ง (Milling), กลึง (Turning), งานเจาะ (Drilling) สร้างทูลพาธ (Toolpath) ได้ตั้งแต่ 2.5 แกน, 3 แกน หรือ มิลลิ่งหลายแกน (Mult-Axis) มีความสามารถพิเศษทางด้าน CAM เช่น Adaptive Clearing, Pocket Clearing ได้เป็นอย่างดี

4.1.1.3. เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปใช้ในวิเคราะห์และคำนวณ (CAE) วิเคราะห์ความแข็งแรง (Static Stress) หรือดีกว่า

- 4.1.1.4. สามารถเปิดไฟล์ได้หลายนามสกุล เช่น f3d, 3dm, iam, dwg, idw, ipt, CATPart, CATProduct, neu, skp, igs, ige, iges, prt, asm, obj, x_t, stp, step, sldprt และ sldasm ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.5. สามารถส่งออกไฟล์ได้หลายนามสกุล เช่น f3d, 3mf, ipt, fbx, dwg, dxf, igs, iges, obj, sat, step และ stl ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.6. สามารถออกแบบโมเดล 3 มิติได้ทั้งชิ้นส่วนขึ้นเดี่ยว (Part) คำสั่ง Box, Cylinder, Sphere, Torus, Coil และ Pipe ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.7. สามารถใช้คำสั่งประกอบชิ้นส่วนหลายๆชิ้นเข้าด้วยกัน (Assembly) ด้วยคำสั่ง Joint, Drive Joint ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.8. สามารถออกแบบโลหะแผ่นพับ (Sheet Metal) โดยสามารถคำนวณแบบแผ่นคลี่ (Flat Pattern) ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.9. สามารถใช้คำสั่ง Repair, Combine Face, Remesh และ Smooth กับไฟล์นามสกุล 3mg, stl และ obj ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.10. สามารถส่งต่อข้อมูลแบบแปลน 2 มิติ ด้วยคำสั่ง Base View, Projected View และ Detail View และสามารถ ส่งออกเป็นไฟล์นามสกุล DWG และ PDF ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.11. สามารถ Trim, Untrim ,Stitch, Unstitch และ Extend ได้ กับชิ้นงานที่เป็น Surface ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.12. สามารถสร้างโปรแกรมการผลิตแบบเติมเนื้อวัสดุ (Additive) สำหรับเครื่องพิมพ์สามมิติ (3D Printer) ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.13. สามารถเรนเดอร์ (Render) ชิ้นงานเป็นภาพนิ่งโดยสามารถเลือกการคำนวณจาก Cloud หรือ Local ได้ และบันทึกเป็นไฟล์นามสกุล JPG, TIFF และ PNG ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.14. สามารถเขียนวงจรไดอะแกรมแผนผังด้วยสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า (Schematic diagram) โดยสามารถเรียกใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าจากไลบรารี (Libraries) ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.15. สามารถกำหนดคุณสมบัติของอุปกรณ์ และกำหนดตัวเลขประจำสายไฟแต่ละเส้นแบบอัตโนมัติ ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.16. สามารถสร้างไดอะแกรมวงจร PLC I/O ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.1.17. สามารถส่งออกข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขกำหนดสายไฟไปยังโปรแกรมออกแบบ 3D ได้เป็นอย่างดีน้อย เพื่อทำงานร่วมกัน

- 4.1.1.18. สามารถใช้คำสั่งในการ CAM มิลลิ่ง (Milling), งานเจาะ (Drilling) 2 แกน 2D Toolpaths ด้วยคำสั่ง 2D Pocket, 2D Adaptive, 2D Contour, Trace, Engrave, Slot, Drilling, Thread/Bore/Circular เป็นอย่างน้อย
- 4.1.1.19. สามารถใช้คำสั่งในการ CAM มิลลิ่ง (Milling), งานเจาะ (Drilling) 3 แกน 3D Toolpaths ด้วยคำสั่ง Parallel, Morph, Contour/Ramp, Scallop, Morphed Spiral, Radial, Spiral, Horizontal, Pencil และ Project เป็นอย่างน้อย
- 4.1.1.20. สามารถทำการ Simulation จำลองทิศทางเคลื่อนที่ของเส้น Toolpaths ได้เป็น อย่างน้อย
- 4.1.1.21. สามารถตรวจสอบ ผิวงานที่เหลือจากการมิลลิ่ง Milling ได้ว่าเหลือผิวที่ต้องกัด เพิ่มเติมอีกเท่าไร Stock Model หรือดีกว่า
- 4.1.1.22. สามารถสร้าง Tool library หรือเก็บค่า Tools ที่เคยใช้งานเก็บไว้เป็น Data Base ได้เป็นอย่างน้อย
- 4.1.1.23. สามารถนำ CAD Model เครื่องจักรจากทางผู้ผลิตมา Simulation จำลองการทำงาน ของเครื่องจักรได้เพื่อเช็คความปลอดภัย ในการเคลื่อนที่และการทำงาน เพื่อไม่ให้เครื่องจักร และชิ้นงานได้รับความเสียหาย
- 4.1.1.24. สามารถสร้างใบสั่งงาน Set Up Sheet เพื่อระบุค่าใน Setting จากการออกแบบ การทำ CAM ได้เช่น การใช้เครื่องมือในการกัดงาน, ระยะเวลา, ความเร็วรอบ เครื่องจักร หรือสามารถปรับเปลี่ยนค่าตามความต้องการของผู้ใช้งาน ได้เป็น อย่างน้อย
- 4.1.1.25. มีโปรแกรมจัดการข้อมูล (Data Management) เพื่อช่วยในการบริหารข้อมูลให้มี ความปลอดภัย สามารถเชิญ (Invite) บุคคลอื่นและแบ่งปัน Project การทำงาน (Share) ข้อมูลได้ผ่านระบบคลาวด์ (Cloud)
- 4.1.1.26. มีพื้นที่จัดเก็บงาน (Drive) บนคลาวด์ (Cloud Storage) ให้อย่างน้อยตั้งแต่ 25 GB ขึ้นไปและสามารถเชื่อมต่อกับ Application บนโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อดูชิ้นงาน 3 มิติ และทำการตรวจสอบ ได้เป็นอย่างน้อย
- 4.1.1.27. การใช้งานสามารถสร้าง User Email Password เพื่อ Sing in, Sing Out เข้าใช้ งานโปรแกรม ได้เป็นอย่างน้อย
- 4.1.1.28. มีสิทธิ์ในการใช้งานโปรแกรมและติดตั้งได้ไม่น้อยกว่า 40 สิทธิ์
- 4.1.1.29. โปรแกรมสามารถมีการปรับปรุงรุ่นหรือการพัฒนาการใช้งานจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ปี
- 4.1.1.30. ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทน จำหน่ายประจำประเทศไทยในโครงการที่นำเสนออย่างเป็นทางการ ในการยื่น

ประมาณงานครั้งนี้ โดยจะต้องแนบเอกสารมาพร้อมกับการเสนอราคา เพื่อเป็นการ
ยืนยันในการรับบริการบริการด้านต่าง ๆ จากผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์

- 4.1.2. โปรแกรมซอฟต์แวร์การออกแบบและวิเคราะห์ด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์และออกแบบ
แผ่นวงจรพิมพ์ แบบที่ 2 จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.2.1. สามารถสร้างวงจรไฟฟ้า (Schematic) การแก้ไขวงจรไฟฟ้า การเชื่อมต่อระหว่าง
อุปกรณ์ รองรับการออกแบบซับซ้อน วงจรชนิดหลายหน้ากระดาษ เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.2. สามารถค้นหาสัญลักษณ์อุปกรณ์ จากไลบรารี การจัดเรียงสัญลักษณ์อุปกรณ์
สนับสนุนการสร้างอุปกรณ์ขึ้นเองได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.3. สามารถจัดเรียง, แก้ไข วัตถุสำหรับออกแบบลายวงจรได้อย่างน้อย 12 เลเยอร์ทาง
ไฟฟ้า ได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.4. สามารถสร้างอุปกรณ์ สนับสนุนการเรียกใช้อุปกรณ์จาก ไลบรารีใน คอมพิวเตอร์
ในรูปแบบ 2D และ 3D
 - 4.1.2.5. สามารถทำงานในสภาพแวดล้อม 3D สามารถเชื่อมต่อกับ โปรแกรม MCAD
(Mechanical CAD) ผ่านมาตรฐาน STEP เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.6. สามารถใช้ไลบรารีจากในคอมพิวเตอร์ และไลบรารีออนไลน์ ในรูปแบบ 2D และ
3D
 - 4.1.2.7. สามารถแก้ไข ขนาดลายทองแดง ความยาวลายทองแดง ระยะห่างระหว่าง
ลายทองแดง ได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.8. สามารถตั้งกฎการออกแบบ (Design Rule) ด้านการควบคุม ตรวจสอบ ขนาด
ลายทองแดง ความยาวลายทองแดง ระยะห่างระหว่างทองแดง แยกแยะตามชนิด
ของสัญญาณ ได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.9. สามารถแก้ไขขาอุปกรณ์ ขนาดรูเจาะ ระยะห่าง ระหว่างรูเจาะดอกสว่าน ได้เป็น
อย่างน้อย
 - 4.1.2.10. สามารถสร้างอุปกรณ์และกำหนดขนาดขา กำหนดรูปร่าง ขนาดรูเจาะสว่าน ได้เป็น
อย่างน้อย
 - 4.1.2.11. สามารถเดินลายวงจรแบบอัตโนมัติ และแบบกำหนดเอง ได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.12. สามารถเดินลายเส้นทองแดง ชนิดโต้ตอบ (interactive) และชนิดแตกต่าง
(differential) และสามารถควบคุมความยาว ลายเส้นทองแดงแต่ละสัญญาณได้
เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.13. สามารถเดินลายเส้นทองแดง อัตโนมัติ (Auto routing) ชนิดหลายเลเยอร์พร้อมๆ
กัน (Active Route) หรือดีกว่า

- 4.1.2.14. สามารถสร้างไฟล์ชนิดเกอร์เบอร์ (Gerber X, X2), RS274 ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมสำหรับการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.15. สามารถสร้าง ไฟล์ ODB++, ไฟล์ Excellon NC Drill ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.16. สร้างเอกสาร รายงาน รายการวัสดุ (Bill Of Material) ในรูปแบบ PDF, MS Excel, HTML, XML สร้างไฟล์ 3D PDF เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.17. สามารถสร้างไฟล์ 3D PDF และ ไฟล์ STP ได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.18. สามารถนำเข้า/ส่งออก ไฟล์ STEP สำหรับโมเดล 3D เพื่อเชื่อมต่อกับโปรแกรมออกแบบ Mechanical CAD ได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.19. มีสิทธิ์ในการใช้งานโปรแกรมและติดตั้งไม่น้อยกว่า 40 สิทธิ์
 - 4.1.2.20. โปรแกรมสามารถมีการปรับปรุงรุ่นหรือการพัฒนาการใช้งานจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ปี
- 4.2. โปรแกรมซอฟต์แวร์การออกแบบและวิเคราะห์สัญญาณในระบบและวงจรสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ ความถี่สูง จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.2.1. เป็นโปรแกรมจำลองและสังเคราะห์งานด้านวิศวกรรม (simulation and synthesis) ที่สามารถจำลองการทำงานด้าน RF Circuit Synthesis ในรูปแบบ Non-Linear Circuit และ EM simulation ได้
 - 4.2.2. การกำหนดค่าการทำงานของโปรแกรมสามารถจำลองและสังเคราะห์งานด้านวงจรทางวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคมในหัวข้อดังต่อไปนี้ได้
 - 4.2.2.1. Filter, match and 10 other automatic RF circuit synthesis
 - 4.2.2.2. RF system architecture and frequency planning
 - 4.2.2.3. Modulated RF system analysis (dataflow- and frequency-domains)
 - 4.2.2.4. Nonlinear circuit simulation (DC, time- and frequency-domains)
 - 4.2.2.5. 3D-planar EM simulation
 - 4.2.2.6. Linear Circuit Simulation, Tuning and Optimization
 - 4.2.2.7. Statistical Simulation
 - Monte Carlo yield analysis
 - Graphical and spreadsheet statistical report
 - 4.2.3. มีรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการจำลองค่าวงจร (Libraries of Simulation Models and Parts) ไม่น้อยกว่า 30,000 อุปกรณ์
 - 4.2.4. สามารถทำงานร่วมกับ Matlab script ได้

- 4.2.5. มีความสามารถสังเคราะห์วงจร (Circuit Synthesis) ในหัวข้อดังต่อไปนี้ได้ Lumped filter synthesis, Microwave filter synthesis, Matching network synthesis, Synthesizes of transmission lines, Active op-amp filter synthesis, Synthesizes equalization networks, Oscillator Synthesis, Phase-locked loop (PLL) และ Mixer Synthesis เป็นอย่างน้อย
 - 4.2.6. มีความสามารถในการจำลองวงจร (Circuit Simulation) ในหัวข้อดังต่อไปนี้ได้ Harmonic balance, Transient simulation for RF circuits เป็นอย่างน้อย
 - 4.2.7. มีความสามารถในการจำลองระบบ RF (RF System Simulator)
 - 4.2.8. มีความสามารถในการจำลองทางด้าน Electromagnetic (EM) ในหัวข้อดังต่อไปนี้ได้ 3D-planar EM simulator เป็นอย่างน้อย
 - 4.2.9. มีสิทธิในการใช้งานโปรแกรมจำลองดังกล่าวสำหรับทำงานวิจัยและการสอนในรูปแบบ Node Lock Perpetual License จำนวน 1 ผู้ใช้งาน
 - 4.2.10. มีสิทธิในการใช้งานโปรแกรมจำลองดังกล่าวสำหรับผู้เรียนในรูปแบบ Floating จำนวนไม่น้อยกว่า 25 ผู้ใช้งาน
 - 4.2.11. โปรแกรมสามารถมีการปรับปรุงรุ่นหรือการพัฒนาการใช้งานจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ปี (Software support subscription and license)
 - 4.2.12. ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายประจำประเทศไทยในโครงการที่นำเสนออย่างเป็นทางการ ในการยื่นประมูลงานครั้งนี้ โดยจะต้องแนบเอกสารมาพร้อมกับการเสนอราคา เพื่อเป็นการยืนยันในการรับบริการด้านต่างๆ จากผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์
- 4.3. ชุดปฏิบัติการทดลองการวัดและวิเคราะห์สัญญาณทางวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.1. เครื่องมือวัดดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคป ขนาด 250 MHz จำนวน 20 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.1.1. เป็นดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปที่ใช้วัดสัญญาณขนาด 250 MHz หรือดีกว่า
 - 4.3.1.2. มีความสามารถวัดสัญญาณแบบอนาล็อกได้พร้อมกันอย่างน้อย 4 ช่องสัญญาณ และช่องวัด สัญญาณแบบดิจิตอลอย่างน้อย 16 ช่อง
 - 4.3.1.3. มี Sampling rate สูงสุดไม่น้อยกว่า 1.25 GS/s
 - 4.3.1.4. มีจอแสดงผลเป็นแบบ multi-touch ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1024 x 600
 - 4.3.1.5. มีฟังก์ชัน Math และ FFT และ Digital Voltmeter เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.1.6. มีค่าความละเอียดแนวตั้ง (Vertical Resolution) ไม่น้อยกว่า 12 bits

- 4.3.1.7. มีช่อง interface มาตรฐาน ได้แก่ USB host, USB device, LAN, HDMI ไม่น้อยกว่าอย่างละ 1 ช่อง
- 4.3.1.8. มีฟังก์ชัน Arbitrary Function Generator ภายในตัวเครื่อง เป็นอย่างน้อย
- 4.3.1.9. มีมาตรฐาน safety : EN 61010-1:2019, EN 61010-031:2015, IEC 61010-1:2016, UL 61010-1:2012 R7, UL 61010-2-31:2017 R2, CAN/CSA-22.2 No. 61010-1-12:2017 CAN/CSA-22.2 หรือ No. 61010-2-30:2018 เป็นอย่างน้อย
- 4.3.1.10. มีมาตรฐาน EMC DIRECTIVE 2014/30/EU, compliant with or higher than the standards specified in IEC 61326-1:2013/EN หรือ 61326-1:2013 Group 1 Class A เป็นอย่างน้อย
- 4.3.1.11. มีช่อง Power Supply Interface แบบ Type C และ Power Voltage DC 12V/4A หรือดีกว่า
- 4.3.1.12. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค General อย่างน้อยดังนี้
- Bandwidth : 250 MHz
 - Display : 7-inch, 1024 × 600
 - Channel : Analog CH 4, Digital CH 16
- 4.3.1.13. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Vertical system Analog Channels อย่างน้อยดังนี้
- Input Coupling : DC, AC, or GND
 - Input Impedance : $1\text{ M}\Omega \pm 1\%$
 - Input Capacitance : $15\text{ pF} \pm 3\text{ pF}$
 - Maximum Input Voltage : CAT I 300 Vrms, 400 Vpk (DC + Vpeak)
 - Vertical Resolution : 12 bits
 - Vertical Sensitivity Range : $200\text{ }\mu\text{V/div}$ to 10 V/div
- 4.3.1.14. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Horizontal System Analog Channels อย่างน้อยดังนี้
- Range of Time Base : 2 ns/div to 500 s/div
 - Time Base Resolution : 100 ps
 - Time Base Accuracy : $\pm 25\text{ ppm} \pm 5\text{ ppm/year}$
- 4.3.1.15. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Acquisition System อย่างน้อยดังนี้
- Max. Sample Rate of Analog Channels
 - 1.25 GSa/s : 1 channel
 - 625 MSa/s : 2 channels
 - 312.5 MSa/s : 4 channels

- Max. Memory Depth of Analog Channels
 - 50 Mpts : 1 Channel
 - 25 Mpts : 2 Channels
 - 10 Mpts : 4 Channels
- Acquisition Mode : Normal, Peak Detect, Average, UltraAcquire

4.3.1.16. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Trigger System อย่างน้อยดังนี้

- Trigger Sources : Analog channel (CH1 to CH4), digital channel (D0 to D15)
- Trigger Mode : Auto, Normal, and Single
- Trigger Coupling : DC, AC, HF Reject, LF Reject
- Trigger Type : Edge trigger, Pulse trigger, Slope trigger, Video trigger, Pattern trigger, Duration trigger, Timeout trigger, Runt, trigger, Window trigger, Delay trigger, Setup/Hold trigger, Nth Edge trigger, RS232/UART, I2C, SPI, CAN and LIN

4.3.1.17. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Auto measurement อย่างน้อยดังนี้

- Number of Measurements : 41 auto measurements
- Measurement Source : CH1 to CH4, D0 to D15, Math1 to Math4
- Measurement Range : Main, Zoom

4.3.1.18. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Waveform math อย่างน้อยดังนี้

- Operation : A+B, A-B, A×B, A/B, FFT, A&&B, A||B, A^B, !A, Intg, Diff, Sqrt, Lg, Ln, Exp, Abs, AX+B, LowPass, HighPass, BandPass, and BandStop
- Record Length : Max. 1 Mpts
- Window Type : Rectangular, Blackman-Harris, Hanning (default), Hamming, Flattop, and Triangle.
- Peak Search : A maximum of 15 peaks

4.3.1.19. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Serial Decoding อย่างน้อยดังนี้

- Decoding Type : Parallel, RS232/UART, I2C, SPI, LIN, and CAN

4.3.1.20. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Bode Plot อย่างน้อยดังนี้

- Start Freq : 10 Hz to 24.99 MHz
- Stop Freq : 100 Hz to 25 MHz
- Number of Points per Octave: 10 to 300
- Output Amplitude : 20 mV to 5 V

4.3.1.21. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Arbitrary Function Generator อย่างน้อยดังนี้

- Number of Channel : 1
- Sample Rate : 156 MSa/s
- Vertical Resolution : 14 bits
- Max. Frequency : 25 MHz
- Modulation : AM, FM, PM

4.3.1.22. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Digital Voltmeter อย่างน้อยดังนี้

- Function : DC, AC+DCrms, ACrms
- Resolution : ACV/DCV: 3 digits

4.3.1.23. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Processor System อย่างน้อยดังนี้

- Processor : Cortex-A72 up to 1.8 GHz, 6-core processor
- System Memory : 4 GB RAM
- Operating System : Android
- Internal Non-volatile Memory: 8 GB

4.3.1.24. ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายประจำประเทศไทยในโครงการที่นำเสนออย่างเป็นทางการ ในการยื่นประมูลงานครั้งนี้ โดยจะต้องแนบเอกสารมาพร้อมกับการเสนอราคา เพื่อเป็นการยืนยันในการรับบริการด้านต่างๆ จากผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์

4.3.2. แผงวงจรทดสอบฟังก์ชันของออสซิลโลสโคป (Oscilloscope Demo Trainer Board) จำนวน 10 แผง โดยมีคุณสมบัติการทำงานดังต่อไปนี้

4.3.2.1 สร้างสัญญาณ Common Signals : Square waveform, Sine waveform, Digital-to-analog (DA) signal, Unfiltered digital-to-analog (DA) signal เป็นอย่างน้อย

- 4.3.2.2 สร้างสัญญาณ Special Signals : Sine signal superimposed with noise, Slow sweep signal, Fast sweep signal, Phase deviation signal, Rare abnormal signal เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.2.3 สร้างสัญญาณ Digital signal : RS232/UART signal, I2C signal, SPI signal, CAN signal, Signals for testing logic analyzer เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.2.4 สามารถใช้งานและผลิตภัณท์ที่ทำงานร่วมกันกับ เครื่องมือวัดดิจิทัลสโตเรจ ออสซิลโลสโคปในรายการที่ 4.3.1
- 4.3.3 สายวัดสัญญาณแบบ Active Logic Probe จำนวน 10 เส้น โดยมีคุณสมบัติการทำงานดังต่อไปนี้
- 4.3.3.1 มีช่องสัญญาณ Input channels: 16 channels ที่สามารถต่อใช้งานร่วมกับ เครื่องมือวัดดิจิทัลสโตเรจ ออสซิลโลสโคป เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.3.2 มีคุณสมบัติในด้าน Threshold range: $\pm 15V$ เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.3.3 มีคุณสมบัติในด้าน Threshold accuracy: $\pm (100 \text{ mV} + 3\% \text{ of threshold setting})$ เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.3.4 มีคุณสมบัติในด้าน Max input voltage: $\pm 40 \text{ V (peak)}$ เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.3.5 มีคุณสมบัติในด้าน Max input dynamic range: $\pm 10 \text{ V} + \text{threshold setting}$ เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.3.6 มีคุณสมบัติในด้าน Min voltage swing: 500 mVpp เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.3.7 มีคุณสมบัติในด้าน Min detectable pulse width: 5 ns เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.3.8 สามารถใช้งานและผลิตภัณท์ที่ทำงานร่วมกันกับ เครื่องมือวัดดิจิทัลสโตเรจ ออสซิลโลสโคปในรายการที่ 4.3.1
- 4.3.4 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาดไม่ต่ำกว่า 30 โวลต์ จำนวน 20 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.3.4.1 เป็นอุปกรณ์สำหรับจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรง สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ อย่างน้อย 4 ช่องสัญญาณ
 - 4.3.4.2 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่สามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 0 – 30 โวลต์ และจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 0 – 5 แอมแปร์ จำนวน 2 ช่องเป็นอย่างน้อย
 - 4.3.4.3 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่เลือกค่าแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 0 – 6 โวลต์ และจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 0 – 3 แอมแปร์ จำนวน 1 ช่องเป็นอย่างน้อย
 - 4.3.4.4 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ 5 โวลต์ และจ่ายกระแสไฟฟ้า 2 แอมแปร์ จำนวน 1 ช่องเป็นอย่างน้อย

- 4.3.4.5 มีฟังก์ชันที่ต่อแบบอนุกรม (SER) หรือ แบบขนาน (PARA) ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า ได้เป็นอย่างดี
- 4.3.4.6 หน้าจอแสดงผลมีขนาดไม่น้อยกว่า 5 digit
- 4.3.4.7 มีระบบการป้องกันแรงดัน (OCP) กระแส (OVP) และอุณหภูมิ (OTP) หรือดีกว่า
- 4.3.4.8 รองรับการควบคุมผ่านพอร์ต RS-232 หรือดีกว่า
- 4.3.4.9 มีปุ่ม Lock ปุ่มกด เพื่อป้องกันการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาดระหว่างใช้งาน
- 4.3.4.10 สามารถบันทึกค่าการจ่ายแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 5 ค่า
- 4.3.4.11 สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V, 50Hz ได้
- 4.3.4.12 หน้าจอ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว
- 4.3.4.13 มีคุณสมบัติทางเทคนิคดังนี้
- Output voltage 0 – 30V หรือดีกว่า
 - Output current 0 – 5A หรือดีกว่า
 - Output power 300W หรือดีกว่า
 - Load regulation Voltage <0.01%+2mV หรือดีกว่า
 - Current <0.01%+250μA หรือดีกว่า
 - Command processing time <10ms หรือดีกว่า
 - Programming resolution Voltage 1mV หรือดีกว่า
 - Current 1mA หรือดีกว่า
 - Programable Accuracy Voltage ±(0.03%+10mV) หรือดีกว่า
 - Current ±(0.2%+5mA) หรือดีกว่า
 - Display Voltage 5-digit, 4 inch LCD
 - Current 4-digit, 4 inch LCD
- 4.3.4.14 ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายประจำประเทศไทยในโครงการที่นำเสนออย่างเป็นทางการ ในการยื่นประมูลงานครั้งนี้ โดยจะต้องแนบเอกสารมาพร้อมกับการเสนอราคา เพื่อเป็นการยืนยันในการรับบริการบริการด้านต่างๆ จากผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์
- 4.3.5 เครื่องมือวัดดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบตั้งโต๊ะ จำนวน 20 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.3.5.1 เป็นดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบตั้งโต๊ะ สามารถวัดแรงดันได้ตั้งแต่ 200mV ถึง 1000 Vdc หรือดีกว่า
- 4.3.5.2 รองรับการวัดค่าแรงดันกระแสสลับแบบ RMS ตั้งแต่ช่วง 200mV ถึง 750V หรือดีกว่า
- 4.3.5.3 หน้าจอ TFT ขนาดไม่ต่ำกว่า 4.3 นิ้ว ความละเอียดไม่น้อยกว่า 480 x 272 pixel

- 4.3.5.4 มีความละเอียดในการอ่านข้อมูลสูงสุดไม่ต่ำกว่า 5 ½ digit และมีความละเอียดในการนับ ไม่ต่ำกว่า 200,000 count. เป็นอย่างน้อย
- 4.3.5.5 ความไวในการอ่านข้อมูลสูงสุดไม่ต่ำกว่า 5k reading/s
- 4.3.5.6 รองรับมาตรฐานการควบคุมแบบ SPCI และมีซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นอย่างน้อย
- 4.3.5.7 มีหน่วยความจำแบบ NAND flash ไม่ต่ำกว่า 1GB
- 4.3.5.8 คุณสมบัติทางด้านเทคนิค DC Characteristics อย่างน้อยดังนี้
- | | |
|--------------|--|
| DC Voltage : | 200mV, 2V, 20V, 200V, 1000V |
| DC Current : | 200μA, 2mA, 20mA, 200mA, 2A, 10A |
| Resistance : | 200Ω, 2kΩ, 20kΩ, 200kΩ, 2MΩ, 10MΩ, 100MΩ |
| Diode test : | 0 – 2.0000V, 2.0000 – 4.0000V |
- 4.3.5.9 คุณสมบัติทางด้านเทคนิค AC Characteristics อย่างน้อยดังนี้
- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| True RMS AC voltage : | 200mV, 2V, 20V, 200V, 750V |
| True RMS AC current : | 2mA, 20mA, 200mA, 2A, 10A |
- 4.3.5.10 คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Frequency and Cycle อย่างน้อยดังนี้
- | | |
|---------------|--|
| 200mV – 750V | 20Hz – 2kHz, 2kHz – 20kHz, 20kHz – 200kHz, |
| 200kHz – 1MHz | |
- 4.3.5.11 คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Capacitance อย่างน้อยดังนี้
- | | |
|---------------|--------------------------------------|
| Capacitance : | 2nF, 20nF, 200nF, 2μ, 20μ, 200μ, 2mF |
|---------------|--------------------------------------|
- 4.3.5.12 คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Temperature อย่างน้อยดังนี้
- | | |
|------------------|------------------|
| RTD : | -200°C to 660°C |
| Thermocouple B : | 0°C to 1820°C |
| Thermocouple E : | -270°C to 1000°C |
| Thermocouple J : | -210°C to 1200°C |
| Thermocouple K : | -270°C to 1370°C |
| Thermocouple N : | -270°C to 1300°C |
| Thermocouple T : | -270°C to 400°C |
- 4.3.5.13 คุณสมบัติทางด้านเทคนิค DC Voltage อย่างน้อยดังนี้
- | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| Input resistance : | 200mV, 2V and 20V scale 10MΩ or >10GΩ |
| Input protection : | DC 1000V or AC 750V |
| Normal mode rejection ratio : | 60dB |
- 4.3.5.14 คุณสมบัติทางด้านเทคนิค Resistance อย่างน้อยดังนี้
- Measuring method 4-wire/2-wire resistance selectable

- 4.3.5.15 ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายประจำประเทศไทยในโครงการที่นำเสนออย่างเป็นทางการ ในการยื่นประมูลงานครั้งนี้ โดยจะต้องแนบเอกสารมาพร้อมกับการเสนอราคา เพื่อเป็นการยืนยันในการรับบริการด้านต่างๆ จากผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์
- 4.3.6 เครื่องทดสอบ LCR ช่วงความถี่ 200kHz จำนวน 5 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.3.6.1 เป็นเครื่องทดสอบ LCR มีหน้าจอแสดงผลแบบ TFT-LCD ขนาดไม่ต่ำกว่า 4 นิ้ว
- 4.3.6.2 ความถี่สูงสุดในการวัดค่าไม่ต่ำกว่า 200kHz
- 4.3.6.3 ความไวในการทดสอบ 12.5 ms/time หรือดีกว่า
- 4.3.6.4 มีฟังก์ชันนับจำนวน Bin สามารถนับและแสดงตัวเลขโดยอัตโนมัติระหว่างการทดสอบการเรียงลำดับ
- 4.3.6.5 มีฟังก์ชัน List sweep สามารถทำการทดสอบการ automatic sweep test ได้ถึง 201 จุดของการทดสอบความถี่ ระดับการทดสอบ
- 4.3.6.6 มี Trigger delay เพื่อแสดงความล่าช้าระหว่างเวลาที่อุปกรณ์เริ่มส่งสัญญาณกระตุ้น และเวลาที่ใช้การวัดเริ่มต้น
- 4.3.6.7 มีพอร์ตการเชื่อมต่อ RS232, HANDLER, USB HOST, USB DEVICE, Network port
- 4.3.6.8 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค Test signal frequency อย่างน้อยดังนี้
Test signal frequency : 20Hz ~ 200kHz ($\pm 0.02\%$)
- 4.3.6.9 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค Accuracy อย่างน้อยดังนี้
Accuracy : LCRZ 0.05%, DCR 0.1%
- 4.3.6.10 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค AC Level อย่างน้อยดังนี้
Voltage range : 10mVrms – 2Vrms
Minimum resolution : 10mV
Current range : 100 μ Arms – 20mArms
Minimum resolution : 0.1mA
- 4.3.6.11 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค DC level Voltage range อย่างน้อยดังนี้
DC level Voltage range : 50mV – 2V
- 4.3.6.12 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค Internal resistance of AC อย่างน้อยดังนี้
Internal resistance of AC : 100 Ω
- 4.3.6.13 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค Internal resistance of DCR อย่างน้อยดังนี้
Internal resistance of DCR : 100 Ω
- 4.3.6.14 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค Internal DC Bias Voltage อย่างน้อยดังนี้

Voltage range : 0V - $\pm 5V$

Resolution : 1mV

4.3.6.15 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค Testing parameter อย่างน้อยดังนี้

Testing parameter : L, C, R, $|Z|$, D, Q, $|Y|$, G, X, θ_d , θ_r , RDC, V_m , I_m , $\Delta\%$

4.3.6.16 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค Testing speed fast speed อย่างน้อยดังนี้

Testing speed fast speed 12.5ms

4.3.6.17 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค Display range อย่างน้อยดังนี้

Display range : R, X, $|Z|$: 0.00001 Ω ~ 99.9999M Ω ;

G, B, $|Y|$: 0.00001 μS ~ 99.9999S

L: 0.00001uH ~ 99.9999kH;

C: 0.00001pF ~ 9.99999F;

D: 0.00001 ~ 9.99999;

Q: 0.00001 ~ 99999.9;

θ_d : - 179.999° ~ 179.999°;

θ_r : - 3.14159 ~ 3.14159;

DCR: 0.00001 Ω ~ 999.999M Ω ;

$\Delta\%$: - 999.999% ~ 999.999%

4.3.6.18 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค Test lead อย่างน้อยดังนี้

Test lead : 5 – end

4.3.6.19 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค Zero clearing อย่างน้อยดังนี้

Zero clearing : open -circuit, short circuit, load

4.3.6.20 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค Trigger mode อย่างน้อยดังนี้

Trigger mode : Internal, manual, external, bus

4.3.6.21 มีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค Average number อย่างน้อยดังนี้

Average number : 1 ~ 255

4.3.6.22 ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทน

จำหน่ายประจำประเทศไทยในโครงการที่นำเสนออย่างเป็นทางการ ในการยื่น
ประมูลงานครั้งนี้ โดยจะต้องแนบเอกสารมาพร้อมกับการเสนอราคา เพื่อเป็นการ
ยืนยันในการรับบริการด้านต่างๆ จากผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์

- 4.3.7 ชุดทดลองฟังก์ชันอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 10 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.3.7.1 เป็นชุดทดลองที่สามารถการเรียนรู้ด้านการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในด้านฟังก์ชันสัญญาณแอกทีฟอนาล็อกหรือระบบอนาล็อก(Analog System)
 - 4.3.7.2 มีหลักการทดลองและเรียนรู้ฟังก์ชันของวงจรดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.7.2.1 วงจรกรองความถี่กรองความถี่แบบแอคทีฟ (Active Filter Circuits)
 - 4.3.7.2.2 วงจรกรองความถี่แบบ FDNR (Frequency Dependent Negative Resistors Filter)
 - 4.3.7.2.3 วงจรฟังก์ชันบวก (Adder Function)
 - 4.3.7.2.4 วงจรเลื่อนสัญญาณทางเฟส (Phase Shifter)
 - 4.3.7.2.5 วงจรกำเนิดสัญญาณแบบ RC (RC Oscillator Circuits)
 - 4.3.7.3 สามารถทำการต่อทดสอบวงจรและทดลองการทำงานร่วมกับเครื่องมือวัดออสซิลโลสโคปได้
- 4.3.8 เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแบบปรับค่าความถี่ได้ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- 4.3.8.1 เป็นเครื่องแปลงความถี่ไฟฟ้าสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าและมีแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันไฟฟ้าได้ 28VDC 200Watt หรือดีกว่า
 - 4.3.8.2 มีจุดต่อ Connector ขนาดไม่น้อยกว่า 16 A, 220 VAC, ชนิด Power Plug แบบ 3P+N/50,60 Hz ที่ความถี่ 50 Hz เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.8.3 มีระบบ Emergency stop switch Protection และ DC On/Off switch เพื่อป้องกันเหตุฉุกเฉินระหว่างการใช้งาน
 - 4.3.8.4 มี Breaker switch (input/Output) สำหรับควบคุมแรงดันไฟฟ้า
 - 4.3.8.5 มี LED indicator lights สำหรับแสดง Phase ทางไฟฟ้าพร้อมทั้งมีมิเตอร์สำหรับแสดง AC, DC Voltage และความถี่เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.8.6 มีแรงดันทางด้านขาเข้า Input อย่างน้อยดังนี้
 - Voltage Range 200-480V. (+/- 10%)
 - Power ไม่น้อยกว่า 25 KVA.
 - Phase แบบ 3 เฟส
 - Frequency 50 หรือ 60 Hz.
 - 4.3.8.7 มีแรงดันทางด้านขาออก Output อย่างน้อยดังนี้
 - Voltage 28 VDC.
 - Frequency (Adjustable) 50 to 400 max Hz.
 - Output Power 600 VA.

- 4.3.8.8 มี Resistance Load tested สำหรับทดสอบการใช้งานโหลดตัวนำไม่น้อยกว่า 200 ohm, 800W จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด
 - 4.3.8.9 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ 0-45°C หรือดีกว่า และความชื้น 5-95%RH เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.8.10 มีขนาด (W x D x H) ไม่น้อยกว่า 44.5 x 37.2 x 37.2 cm.
- 4.4 ชุดปฏิบัติการการทดลองวงจรแบบ FPGA และการเชื่อมต่อการควบคุมทางดิจิทัล จำนวน 20 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.4.4 ชุดปฏิบัติการทดลองจะต้องมี Switches จำนวน 18 Switches เป็นอย่างน้อย และมี Push-Buttons ไม่น้อยกว่า 4 ปุ่ม
 - 4.4.5 ชุดปฏิบัติการทดลองจะต้องมี displays ชนิด Eight 7-segment หรือดีกว่า
 - 4.4.6 หน่วยความจำของชุดปฏิบัติการทดลองชนิด SDRAM ขนาด 128 MB เป็นอย่างน้อย
 - 4.4.7 หน่วยความจำของชุดปฏิบัติการทดลองชนิด SRAM ขนาด 2 MB เป็นอย่างน้อย
 - 4.4.8 หน่วยความจำของชุดปฏิบัติการทดลองชนิด Flash ขนาด 8 MB เป็นอย่างน้อย
 - 4.4.9 มี Embedded memory ไม่น้อยกว่า 3,800 Kbits
 - 4.4.10 มี Logic elements (LEs) ไม่น้อยกว่า 114,000 ตัว
 - 4.4.11 มี LEDs เป็นสีแดงและสีเขียวเป็นอย่างน้อย
 - 4.4.12 มีระบบ Audio ชนิด 24-bit encoder/decoder (CODEC) หรือดีกว่า
 - 4.4.13 มีจอแสดงผลชนิด LCD ขนาด 16x2 หรือดีกว่า
 - 4.4.14 รองรับระบบเครือข่าย Ethernet ความเร็วไม่น้อยกว่า 10/100/1000 Gigabit เป็นอย่างน้อย
 - 4.4.15 สามารถ Remote Control ด้วยวิธี Infrared หรือดีกว่า
 - 4.4.16 มีโปรแกรมที่สามารถช่วยในการออกแบบการทำงานของ FPGA (Complete Design Suite)
 - 4.5 ชุดประมวลผลทางด้านวิศวกรรมแบบ Workstation จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดประกอบไปด้วย
 - 4.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ Workstation ประมวลผลด้านกราฟฟิกขั้นสูง จำนวน 15 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.5.1.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 20 แกนหลัก (20 core), 28 Thread หรือดีกว่า โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.1 GHz จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
 - 4.5.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีหน่วยความจำแบบ Smart Cache Memory รวมไม่น้อยกว่า 33 MB

- 4.5.1.3 ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นแบบ Tower มีแผงวงจรหลัก (เมนบอร์ด) และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับเครื่องคอมพิวเตอร์
- 4.5.1.4 มีหน่วยความจำหลัก (Memory) DDR5 4400 MT/s หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB สามารถขยายได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 128 GB เป็นอย่างน้อย
- 4.5.1.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard drive) ชนิด M.2 PCIe Gen4 NVMe Solid State Drive (SSD) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย และชนิด SATA ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 7,200 รอบต่อนาที ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
- 4.5.1.6 ตัวเครื่องสนับสนุนการทำงาน RAID 0, 1, 5, เป็นอย่างน้อย
- 4.5.1.7 มีหน่วยอ่านมีเดียการ์ด แบบ Micro-SD หรือ SD Card หรือดีกว่า ติดตั้งในเครื่อง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
- 4.5.1.8 มีหน่วยควบคุมการแสดงผล (Graphic Card) แยกออกมาจากแผงวงจรหลัก ที่มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 8 GB GDDR6 โดยมีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า Nvidia T1000 ที่มี CUDA Core ไม่น้อยกว่า 896 หน่วย และมี Bandwidth หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 160 GB/s และ Interface ของหน่วยความจำที่ 160 bit โดยมีช่องเชื่อมต่อจอ 모니터เป็นพอร์ต Mini DisplayPort หรือ DisplayPort จำนวนอย่างน้อย 4 ช่อง หรือดีกว่า
- 4.5.1.9 มีพอร์ตเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB รวมไม่น้อยกว่า 10 ช่อง โดยทั้งหมดเป็นพอร์ต USB 3.2 Type-A จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง, USB 3.2 Type-C จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง และมีพอร์ต USB ที่รองรับ Smart Power On จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง หรือดีกว่า
- 4.5.1.10 มีช่องเสียบแบบ Expansion Slot โดยเป็น PCIe x16 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง, PCIe x4 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และ ช่องต่อ M.2 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 4.5.1.11 สามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย Ethernet ความเร็ว 10/100/1000 Mbps แบบ RJ-45 หรือดีกว่า จำนวน 1 ช่อง
- 4.5.1.12 ภาควัดจ่ายไฟ (Power Supply) ที่มีคุณสมบัติทดสอบตัวเองในตัว (BIST) ที่ช่วยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแหล่งจ่ายไฟ และมีไฟ LED บนชุดจ่ายไฟช่วยระบุว่ามีข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์โดยตรง (Power supply LED diagnostic) ขนาดไม่น้อยกว่า 300W ที่มีประสิทธิภาพ 92% ตามมาตรฐาน 80PLUS Platinum Certified หรือดีกว่า
- 4.5.1.13 มีระบบเสียง High Definition Audio หรือดีกว่า
- 4.5.1.14 เครื่องรุ่นที่นำเสนอต้องเป็น BIOS แบบ UEFI และมี TPM chip version 2.0 หรือดีกว่า

- 4.5.1.15 มีแป้นพิมพ์ (Keyboard) ชนิด USB Interface เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับเครื่องคอมพิวเตอร์
- 4.5.1.16 มี Optical mouse ชนิด USB Interface เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับเครื่องคอมพิวเตอร์
- 4.5.1.17 มีจอมอนิเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1920 x 1200 จุด ที่ 100Hz หรือดีกว่า
- 4.5.1.18 มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 11 Pro รุ่นล่าสุดหรือดีกว่า โดยซอฟต์แวร์และไดรเวอร์ถูกติดตั้งมาบนเครื่องคอมพิวเตอร์มาจากโรงงานโดยมีลิขสิทธิ์การใช้งานถูกต้องตามกฎหมาย
- 4.5.1.19 มีระบบที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำการตรวจสอบความผิดปกติของตัวเครื่อง (System Diagnostic) เพื่อตรวจสอบ แจ้งเตือนความชำรุดเสียหาย ความผิดปกติของอุปกรณ์เบื้องต้น ได้ไม่น้อยกว่า 9 รายการ ได้แก่ Processor, Motherboard, Memory, M/B Chipset, PCI Devices, video card, BIOS Recovery, Riser Board, PCIe Add-in Card, RAID Volume เป็นอย่างน้อย และสามารถ Diagnostic ผ่านคีย์ลัดโดยไม่ต้องบูทผ่านระบบปฏิบัติการ ซึ่งไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นใดเพิ่มเติม
- 4.5.1.20 มาตรฐานของผลิตภัณฑ์เครื่องคอมพิวเตอร์ ต้องมีอย่างน้อยดังนี้
 - 4.5.1.20.1 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบหรือผลิตจากโรงงานที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO9001 Series
 - 4.5.1.20.2 มาตรฐานทางด้านการแผ่กระจายของแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น FCC Class A หรือ FCC Class B หรือ NECTEC หรือ มอก.1956-2548
 - 4.5.1.20.3 มาตรฐานทางด้านความปลอดภัย เช่น UL หรือ TUV หรือ CSA หรือ EN หรือ NECTEC หรือ มอก.1561-2548
 - 4.5.1.20.4 มาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม EPEAT Gold และ มาตรฐานประหยัดพลังงานไฟฟ้า Energy Star 8.0 หรือดีกว่า
- 4.5.1.21 มีเงื่อนไขการรับประกันเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี ในกรณีที่เกิดปัญหาทางด้าน Hardware โดยเข้ามาทำการแก้ไขหรือซ่อมแซม ณ ที่ติดตั้งเครื่อง (On-Site Service) ภายในวันทำการถัดไป (Next Business Day Response) หลังจากได้รับแจ้ง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมและค่าใช้จ่ายอื่นๆ
- 4.5.1.22 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นผู้แทนจำหน่ายอย่างถูกต้องจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาประเทศไทย รวมถึงให้การสนับสนุนด้านเทคนิคพร้อมรับรองว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน ไม่ถูกปรับปรุง

เปลี่ยนแปลงหรือดัดแปลง โดยสั่งซื้อประกอบสำเร็จรูปจากบริษัทผู้ผลิต โดยมีเอกสารรับรองสำหรับโครงการนี้

- 4.5.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลทางด้านกราฟฟิก จำนวน 20 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.5.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 20 core จำนวนไม่น้อยกว่า 28 Thread โดยมีความถี่พื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.0 GHz, ความถี่ Turbo สูงสุดไม่น้อยกว่า 5.0 GHz หรือดีกว่า
 - 4.5.2.2 มีหน่วยความจำ (Memory) แบบ DDR5 ขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB
 - 4.5.2.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard disk) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย และ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
 - 4.5.2.4 มีอุปกรณ์เครือข่าย Ethernet ความเร็ว 10/100/1000 Mbps และช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณแบบ RJ-45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.5.2.5 มีหน่วยควบคุมการแสดงผล (Graphic Card) แยกออกมาจากแผงวงจรหลัก ที่มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4 GB GDDR6 โดยมี GPU Speed ไม่น้อยกว่า 1,600 MHz และ CUDA Core ไม่น้อยกว่า 896 หน่วย โดยมีช่องเชื่อมต่อจอมอนิเตอร์เป็นพอร์ต HDMI หรือ DisplayPort จำนวนอย่างน้อย 1 ช่อง หรือดีกว่า
 - 4.5.2.6 มีอุปกรณ์ป้อนข้อมูล Keyboard และมีอุปกรณ์ป้อนชี้ตำแหน่ง Mouse มาพร้อมกับตัวเครื่อง
 - 4.5.2.7 มีระบบปฏิบัติการ Windows10 Pro หรือดีกว่าที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
 - 4.5.2.8 มี Monitor ขนาดไม่น้อยกว่า 23.8 นิ้วหรือดีกว่า
- 4.5.3 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 1 kVA จำนวน 20 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.5.3.1 มีกำลังไฟฟ้าขาออก (Output) ไม่น้อยกว่า 1 kVA (600 Watts)
 - 4.5.3.2 สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที
- 4.5.4 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 10 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.5.4.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 core, 20 Thread โดยมีความถี่พื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.5 GHz, ความถี่ Turbo สูงสุดไม่น้อยกว่า 4.8 GHz หรือดีกว่า
 - 4.5.4.2 มีหน่วยความจำ (Memory) แบบ DDR4 ขนาดไม่ต่ำกว่า 16 GB หรือดีกว่า
 - 4.5.4.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard disk) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 512 GB หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย

- 4.5.4.4 มีอุปกรณ์เครือข่าย Ethernet ความเร็ว 10/100/1000 Mbps และช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณแบบ RJ-45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.5.4.5 มีอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi 6E และ Bluetooth เป็นอย่างน้อย
- 4.5.4.6 มีอุปกรณ์ป้อนข้อมูล (Keyboard) ชนิด USB Interface ที่มีการจัดตัวอักษรบนแป้นพิมพ์ ภาษาไทย และอังกฤษและตัวเลข โดยเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับเครื่องคอมพิวเตอร์
- 4.5.4.7 มีอุปกรณ์ป้อนชี้ตำแหน่ง (Mouse) ชนิด Optical Mouse และ Keyboard แบบ USB โดยเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับเครื่องคอมพิวเตอร์
- 4.5.4.8 มีระบบปฏิบัติการ Windows 10 Pro หรือดีกว่า ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- 4.5.5 ชุดจอภาพอัจฉริยะ Interactive Smart Board จำนวน 2 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.5.5.1 เป็น Interactive Smart Board ขนาดไม่น้อยกว่า 86 นิ้ว และมีอัตราส่วนหน้าจอ 16:9 เป็นอย่างน้อย
 - 4.5.5.2 ความละเอียดหน้าจอไม่น้อยกว่า 3840 X 2160 pixel
 - 4.5.5.3 มีกล้องแบบ built-in เพื่อให้สะดวกในการสัมมนา Online ความละเอียดไม่น้อย 13MP
 - 4.5.5.4 อัตราส่วนความแตกต่างของสีขาวกับสีดำ (Contrast Ratio) ไม่น้อยกว่า 1200:1
 - 4.5.5.5 มีระบบประมวลผลแบบ A55 หรือดีกว่า
 - 4.5.5.6 หน่วยประมวลผลภาพ (GPU) G52 หรือดีกว่า
 - 4.5.5.7 หน้าจอรระบบสัมผัสแบบ infrared ความไวในการตอบสนองหน้าจอที่ 10 ms หรือดีกว่า
 - 4.5.5.8 หน้าจอรองรับการเขียนด้วยปากกาแบบ Passive infrared pen หรือดีกว่า
 - 4.5.5.9 รองรับการเชื่อมต่อไร้สายแบบ Dual band 2.4 และ 5 GHz เป็นอย่างน้อย
 - 4.5.5.10 มีพอร์ตเชื่อมต่อชนิด RS232, HDMI, USB 3.0 และ RJ45 เป็นอย่างน้อย
 - 4.5.5.11 มีพอร์ตเชื่อมต่อชนิด USB ไม่น้อยกว่า 4 port
 - 4.5.5.12 มีลำโพงในตัว ขนาดไม่น้อยกว่า 15 Watt จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
 - 4.5.5.13 มีไมโครโฟนไม่น้อยกว่า 5 ตำแหน่ง เพื่อให้สามารถรับเสียงรอบทิศทาง
 - 4.5.5.14 มีฟังก์ชันในการโชว์หน้าจอมือถือหรือคอมพิวเตอร์มาแสดงยังหน้ากระดานได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.5.5.15 มีโหมดไวท์บอร์ดที่สามารถใช้เขียน, นำไฟล์ภาพหรือเอกสารมาแสดงยังโหมดไวท์บอร์ดได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.5.5.16 สามารถเล่นไฟล์วิดีโอแบบ MPEG1, MPEG2, MPEG4 ได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.5.5.17 สามารถเปิดไฟล์เอกสารแบบ word, ppt, pptx, xls, xlsx และ txt ได้เป็นอย่างน้อย

- 4.5.5.18 มีขาตั้งแบบล้อเพื่อให้ผู้ใช้งานง่ายต่อการเคลื่อนย้าย
 - 4.5.5.19 มีปากกาสำหรับใช้งานร่วมกับเครื่อง จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ด้าม
 - 4.5.5.20 มีสมุดพร้อมปากกาแบบอินเตอร์แอคทีฟเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน ที่สามารถรองรับการจดบันทึกลงในกระดานแล้วสามารถแสดงมายัง Interactive Smart Board ได้ แบบ real time
 - 4.5.5.21 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนในประเทศมาแสดงพร้อมระบุชื่อโครงการและหน่วยงานที่นำเสนอ เพื่อประโยชน์ต่อการรับประกันและการบริการหลังการขาย
- 4.6 ชุดออกแบบสร้างลายแผ่นวงจรพิมพ์ทางอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.6.4 เครื่องกัดลายวงจรพิมพ์(PCB)ควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.6.4.1 เป็นเครื่องสร้างลายวงจรพิมพ์เพื่อผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต้นแบบที่ต้องการความละเอียดสูง เหมาะสำหรับงานกัดและเจาะ (Milling and Drilling) ทางด้านแผ่นวงจรพิมพ์ต้นแบบทุกการทำงาน แบบ 1 หรือ 2 หน้าพร้อมเสนอซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ที่ใช้สำหรับออกแบบ
 - 4.6.4.2 อุปกรณ์ที่นำเสนอจะต้องมาพร้อมกับตู้ Cabinet เพื่อป้องกันฝุ่นละอองและเสียงรบกวน
 - 4.6.4.3 ความเร็วรอบของ (Spindle) สูงสุดที่ 100,000 รอบต่อนาทีเป็นอย่างน้อย
 - 4.6.4.4 มีการทำงานในลักษณะ High speed spindle motor เป็นอย่างน้อย
 - 4.6.4.5 มีระบบกล้องที่จับภาพโดนรองรับการขยายได้ไม่น้อยกว่า 30x
 - 4.6.4.6 ชุดควบคุมการทำงานของ Motor มีลักษณะเป็นแบบ Stepper motor หรือดีกว่า
 - 4.6.4.7 มีความละเอียดในการกัดแผ่น (Resolution) ไม่น้อยกว่า 0.156 ไมโครมิลลิเมตร
 - 4.6.4.8 มีระบบการเปลี่ยน Tool อัตโนมัติ (Auto-tool-change)
 - 4.6.4.9 มีระยะเคลื่อนที่แนวแกน X ได้ไม่น้อยกว่า 229 มิลลิเมตร
 - 4.6.4.10 มีระยะเคลื่อนที่แนวแกน Y ได้ไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร
 - 4.6.4.11 มีระยะเคลื่อนที่แนวแกน Z ได้ไม่น้อยกว่า 45 มิลลิเมตร
 - 4.6.4.12 รองรับ import file ในรูปแบบ CAD ได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.6.4.13 รองรับการใช้งานกับซอฟต์แวร์ (Compliant software) เช่น OrCAD, Win PCB, Auto CAD และ CADLUS เป็นอย่างน้อย
 - 4.6.4.14 พื้นที่ขนาดของโต๊ะงาน (Table size) มีความกว้างไม่น้อยกว่า 296 มิลลิเมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 370 มิลลิเมตร

- 4.6.4.15 เครื่องกัดพีซีบีมีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 435 มิลลิเมตร และความลึกไม่น้อยกว่า 575 มิลลิเมตร และสูงไม่น้อยกว่า 430 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 34 กิโลกรัม
- 4.6.4.16 มี Power consumption ไม่น้อยกว่า 200 VA
- 4.6.4.17 อุปกรณ์ที่เสนอต้องผ่านมาตรฐาน CE หรือ EN เป็นอย่างน้อย
- 4.6.5 เครื่องกัด CNC Machine แบบตั้งโต๊ะควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ จำนวน 4 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.6.5.1 เป็นเครื่องที่ออกแบบมาเพื่องานกัด CNC โดยเฉพาะ
 - 4.6.5.2 รองรับวัสดุเช่น Carbon fiber, FR4, Wood, Plastic, Fabric, Leather และ cardboard เป็นต้น
 - 4.6.5.3 มีความเร็วรอบของ (Spindle) สูงสุดที่ 15,000 รอบต่อนาทีเป็นอย่างน้อย
 - 4.6.5.4 มีการระบายความร้อนในลักษณะ Air-cooled controlled เป็นอย่างน้อย
 - 4.6.5.5 มีระบบควบคุมฝุ่น (Integrated dust collection system) เพื่อป้องกันฝุ่นละอองได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.6.5.6 ชุดควบคุมการทำงานของ Motor มีลักษณะเป็นแบบ Servo motors หรือดีกว่า
 - 4.6.5.7 มีความละเอียดในการกัดแผ่น (Resolution) ไม่น้อยกว่า 0.005 มิลลิเมตร
 - 4.6.5.8 มีระยะเคลื่อนที่แนวแกน X ได้ไม่น้อยกว่า 36 เซนติเมตร
 - 4.6.5.9 มีระยะเคลื่อนที่แนวแกน Y ได้ไม่น้อยกว่า 24 เซนติเมตร
 - 4.6.5.10 มีระยะเคลื่อนที่แนวแกน Z ได้ไม่น้อยกว่า 14 เซนติเมตร
 - 4.6.5.11 มี Wireless Probe เพื่อเป็นการวัดระดับการตั้งค่าของแนวแกน Z
 - 4.6.5.12 รองรับการใช้งานกับซอฟต์แวร์ (Compliant software) เช่น Fusion360, SolidWorks, AutoCAD, VCarve Pro, Aspire และ Illustrator เป็นอย่างน้อย
 - 4.6.5.13 เครื่องกัด CNC มีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 58 เซนติเมตร และความลึกไม่น้อยกว่า 52 เซนติเมตร และสูงไม่น้อยกว่า 54 เซนติเมตร และมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 50 กิโลกรัม
 - 4.6.5.14 รองรับแรงดันไฟฟ้าที่ 200-240 Vac, 50/60 Hz เป็นอย่างน้อย
 - 4.6.5.15 อุปกรณ์สามารถรองรับระบบปฏิบัติการ iOS, Android, Mac OS, Windows, Linux เป็นอย่างน้อย

- 5 ผู้เสนอราคาต้องแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยกำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาทั้งหมดทุกข้อ โดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนด หรือดีกว่า ทั้งนี้จะต้องทำเครื่องหมายและระบุหมายเลขข้อที่กำหนด แสดงส่วนข้อกำหนดรายละเอียดคุณสมบัติเฉพาะ ในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจนทุกข้อ
- 6 กำหนดส่งมอบ ภายใน 150 วัน
- 7 ระยะเวลาการรับประกัน 1 ปี
- 8 สถานที่ส่งมอบ ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ พิจาณนชัย)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ รักเหลือ)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนาพร เพชรกุล)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ.....หัวหน้าหน่วยงาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาสุปรีย์)

ตำแหน่ง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์