

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้พื้นฐานการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ไอพ่น (Jet Engine) และหลักการเทอร์โมไดนามิก
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. เหตุผลความจำเป็น

ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมการบินและอวกาศมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว และเป็นหนึ่งในกลุ่มอุตสาหกรรมที่อยู่ในกลุ่ม New S-Curve ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทย เทคโนโลยีที่สำคัญในอุตสาหกรรมนี้คือการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ไอพ่น (Jet Engine) ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเดินทางทั้งในเชิงพาณิชย์และการทหาร รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานที่เกี่ยวข้องมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีมีความตั้งใจที่จะพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนและการวิจัยที่ทันสมัย เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมการบินและพลังงาน โดยเฉพาะในด้านเทคโนโลยีการขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ไอพ่น และหลักการทางอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการทำความเข้าใจและพัฒนาเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมนี้โครงการนี้จะมุ่งเน้นการใช้ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้พื้นฐานการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ไอพ่น (Jet Engine) และหลักการเทอร์โมไดนามิก เป็นสื่อการสอนและการวิจัยหลักในห้องปฏิบัติการ โดยชุดปฏิบัติการนี้จะจำลองการทำงานของเครื่องยนต์ไอพ่นที่ใช้ในอุตสาหกรรมการบิน เพื่อให้นักศึกษาได้มีโอกาสศึกษาและทดลองการทำงานจริงของเครื่องยนต์ไอพ่น ทั้งในด้านการผลิตแรงขับ, การวิเคราะห์การเผาไหม้, การจัดการพลังงาน และการควบคุมกระบวนการทำงานต่าง ๆ นอกจากนี้ ชุดปฏิบัติการยังสามารถใช้ในการสอนและวิจัยในด้านหลักการ เทอร์โมไดนามิก ซึ่งเป็นหนึ่งในหลักการที่สำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานและการแปลงพลังงาน นักศึกษาจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแปลงพลังงานในเครื่องยนต์ไอพ่น ตั้งแต่การดูดอากาศ, การอัดอากาศ, การเผาไหม้ และการปล่อยไอเสีย ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการบิน

ชุดปฏิบัติการนี้ ยังรองรับการเก็บข้อมูลเชิงลึกและการวิเคราะห์ผลการดำเนินงานของเครื่องยนต์ไอพ่นแบบเรียลไทม์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่สามารถประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ, ความดัน, การไหลของเชื้อเพลิง, และอัตราส่วนการอัด นอกจากนี้การเรียนรู้ทางทฤษฎี นักศึกษาจะสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการทำวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานสะอาดและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมการบิน โครงการนี้ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้นักศึกษาสำหรับการทำงานในอุตสาหกรรมการบินและอวกาศ ซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่ม New S-Curve ที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงของประเทศ และเป็นการสร้างความรู้และทักษะที่จำเป็นในการแข่งขันในระดับโลก

ดังนั้น การจัดตั้งโครงการนี้จึงเป็นก้าวสำคัญในการส่งเสริมการศึกษาและการวิจัยในสาขาวิศวกรรมการบินและพลังงาน โดยการใช้ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้พื้นฐานการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ไอพ่นและหลักการเทอร์โมไดนามิก เป็นสื่อการเรียนรู้หลัก ซึ่งจะช่วยให้นักศึกษาได้พัฒนาทักษะที่สำคัญในการทำงานในอุตสาหกรรมการบินที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง และสอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาประเทศตามแนวทาง New S-Curve

4. รายละเอียด

-ตั้งรายละเอียดที่แนบ-

5. ราคามาตรฐานหรือราคาที่เคยซื้อครุภัณฑ์ครั้งสุดท้ายในระยะเวลา 2 ปีงบประมาณ -ไม่มี-
6. วงเงินที่ได้รับอนุมัติ 26,600,000 บาท (ยี่สิบหกล้านบาทถ้วน)

7. คณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์


- | | |
|--|---------------------|
| 7.1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญฤทธิ คุ่มเขต | ประธานกรรมการ |
| 7.2. นางสาววัชดาพร แสงเพชร | กรรมการ |
| 7.3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติต ภูครองตา | กรรมการและเลขานุการ |

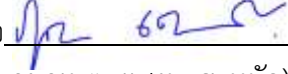
8. คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ


- | | |
|--|---------------------|
| 8.1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ พิราจเนนชัย | ประธานกรรมการ |
| 8.2. นายภูเบต แสงมะฮะหมัด | กรรมการ |
| 8.3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาพร เพชรกุล | กรรมการและเลขานุการ |

9. บริษัท/ห้าง/ร้าน/ที่จำหน่าย พร้อมเบอร์โทรศัพท์และเบอร์โทรสาร

- | |
|--------------------------------------|
| 9.1. บริษัท โคตรอน จำกัด |
| เบอร์โทรศัพท์ 02-183-0231 |
| 9.2. บริษัทอินโนเวชั่น อินโฟร์ จำกัด |
| เบอร์โทรศัพท์ 02-114-7286 |
| 9.3. บริษัท คอมเซิร์ฟ สยาม จำกัด |
| เบอร์โทรศัพท์ 02-878-5599 |

ลงชื่อ  ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ พิราจเนนชัย)
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ  ผู้กำหนดรายละเอียด
(นายภูเบต แสงมะฮะหมัด)
ตำแหน่ง อาจารย์

ลงชื่อ  ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาพร เพชรกุล)
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ _____ หัวหน้าหน่วยงาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย แดงएम)
รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้พื้นฐานการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ไอพ่น (Jet Engine) และหลักการเทอร์โมไดนามิก
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป

เป็นครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการเรียนรู้พื้นฐานการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ไอพ่น (Jet Engine) และหลักการเทอร์โมไดนามิก เป็นสื่อการสอนและการวิจัยหลักในห้องปฏิบัติการ โดยชุดปฏิบัติการนี้จะจำลองการทำงานของเครื่องยนต์ไอพ่นที่ใช้ในอุตสาหกรรมการบิน เพื่อให้นักศึกษาได้มีโอกาสศึกษาและทดลองการทำงานจริงของเครื่องยนต์ไอพ่น ทั้งในด้านการผลิตแรงขับ, การวิเคราะห์การเผาไหม้, การจัดการพลังงาน และการควบคุมกระบวนการทำงานต่าง ๆ นอกจากนี้ ชุดปฏิบัติการยังสามารถใช้ในการสอนและวิจัยในด้านหลักการ เทอร์โมไดนามิก ซึ่งเป็นหนึ่งในหลักการที่สำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานและการแปลงพลังงาน นักศึกษาจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแปลงพลังงานในเครื่องยนต์ไอพ่น ตั้งแต่การดูดอากาศ, การอัดอากาศ, การเผาไหม้ และการปล่อยไอเสีย ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการบิน ประกอบไปด้วย

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 4.1. ชุดระบบเครื่องยนต์กังหันแก๊ส (Gas Turbine Engine) จำนวน 1 ชุด มีองค์ประกอบและรายละเอียดดังนี้

- 4.1.1. ระบบเครื่องยนต์กังหันแก๊ส (Gas Turbine Engine) จำนวน 1 ชุด โดยรายละเอียดดังนี้

- 4.1.1.1. ออกแบบให้สามารถศึกษาและวิเคราะห์หลักการทำงานของวงจร Brayton Cycle ได้
- 4.1.1.2. ติดตั้งภายในโครงเหล็ก มีแผ่นโพลีคาร์บอเนตป้องกันการกระเด็นและสามารถมองเห็นการทำงานของเครื่องได้
- 4.1.1.3. รองรับการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงประเภท Jet A, A-1, JP-4, JP-5, JP-8, Diesel, Fuel Oil #1, #2 โดยไม่ต้องอุ่นหรือติดตั้งระบบปรับสภาพน้ำมันเชื้อเพลิง
- 4.1.1.4. เครื่องยนต์จะต้องใช้คอมเพรสเซอร์แบบไหลแรงเหวี่ยงหรือดีกว่า
- 4.1.1.5. โครงสร้างภายในของเครื่องยนต์กังหันแก๊ส ต้องประกอบด้วย
 - 4.1.1.5.1. คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Flow Compressor)
 - 4.1.1.5.2. ห้องเผาไหม้แบบไหลย้อน (Reverse Flow Annular Combustor)
 - 4.1.1.5.3. เทอร์ไบน์แบบแกนหมุน (Axial Flow Turbine Stage)
- 4.1.1.6. มีซอฟต์แวร์สำหรับจำลองการทำงาน Gas Turbine Power System โดยสามารถแสดงผลการวัดได้อย่างน้อยดังนี้
 - 4.1.1.6.1. อุณหภูมิและความดันทางเข้าคอมเพรสเซอร์
 - 4.1.1.6.2. อุณหภูมิและความดันทางออกคอมเพรสเซอร์
 - 4.1.1.6.3. อุณหภูมิและความดันทางเข้าเทอร์ไบน์
 - 4.1.1.6.4. อุณหภูมิและความดันทางออกเทอร์ไบน์
 - 4.1.1.6.5. อัตราการไหลของเชื้อเพลิง (Fuel Flow)
 - 4.1.1.6.6. แรงผลักดัน (Thrust)
 - 4.1.1.6.7. ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (Engine Rotational Speed - RPM)

- 4.1.1.7. มีระบบสตาร์ทและดับเครื่องอัตโนมัติ (Auto Start / Auto Shutdown) ด้วยปุ่มเดียว
- 4.1.1.8. มีการควบคุมการทำงานปรับความเร็วรอบผ่านคันโยกแบบ T-handle
- 4.1.1.9. ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ทั้งหมดเป็นแบบหล่อสูญญากาศหรือกลึงด้วยเครื่อง CNC ที่มีความแม่นยำ
- 4.1.1.10. Design Maximum RPM ไม่น้อยกว่า 87,000
- 4.1.1.11. มี Mass Flow ไม่น้อยกว่า 1.1 lbs/s หรือ 0.5 kg/s
- 4.1.1.12. รongรับอุณหภูมิทางเข้าสูงสุดของเทอร์ไบน์ได้ ไม่ต่ำกว่า 850°C
- 4.1.1.13. กำลังแรงดัน (Thrust) ไม่ต่ำกว่า 175 N
- 4.1.1.14. รongรับอุณหภูมิไอเสียสูงสุดได้ ไม่ต่ำกว่า 700°C
- 4.1.1.15. อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (SFC) ไม่เกิน 1.2 lb/lbf-hr
- 4.1.1.16. ความดันลมสูงสุด (Maximum Air Pressure) ไม่ต่ำกว่า 150 PSI
- 4.1.1.17. ความดันเชื้อเพลิงต่ำสุด (Minimum Fuel Pressure) ไม่ต่ำกว่า 150 PSI
- 4.1.1.18. แผงควบคุมจะต้องรองรับการแสดงผลดังนี้
 - 4.1.1.18.1. Digital Turbine Inlet Temperature (TIT)
 - 4.1.1.18.2. Digital Exhaust Gas Temperature (EGT)
 - 4.1.1.18.3. Digital Engine Rotational Speed (RPM)
 - 4.1.1.18.4. Analog Oil Pressure
 - 4.1.1.18.5. Analog Engine Pressure
 - 4.1.1.18.6. Analog Air Start Pressure
- 4.1.1.19. สามารถแสดงผลได้ทั้งแบบตัวเลขและกราฟแบบ Real-time เป็นอย่างน้อย
- 4.1.1.20. มีระบบเก็บข้อมูลแบบดิจิทัลรองรับการบันทึกและเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง และนำค่าออกเป็นไฟล์เพื่อเปิดในโปรแกรม MS Excel ได้
- 4.1.2. เครื่องคอมพิวเตอร์ Workstation ประมวลผลด้านกราฟฟิกขั้นสูง จำนวน 2 เครื่อง โดยแต่ละเครื่องรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.2.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Core Ultra 7 หรือดีกว่า
 - 4.1.2.2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีหน่วยความจำแบบ Smart Cache Memory รวมไม่น้อยกว่า 24 MB
 - 4.1.2.3. มีหน่วยความจำหลัก (Memory) DDR5 ขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB หรือดีกว่า
 - 4.1.2.4. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard drive) ชนิด M.2 PCIe Gen4 NVMe Solid State Drive (SSD) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 256 GB หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
 - 4.1.2.5. มีหน่วยควบคุมการแสดงผล (Graphic Card) แยกออกมาจากแผงวงจรหลัก ที่มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 6 GB GDDR6 โดยมีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 4.1.2.6. มีจอ 모니터ขนาดไม่น้อยกว่า 16 นิ้ว และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1920 x 1200 จุด ที่ 60Hz หรือดีกว่า
 - 4.1.2.7. มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 11 Pro รุ่นล่าสุดหรือดีกว่า โดยซอฟต์แวร์และไดรเวอร์ถูกติดตั้งมาบนเครื่องคอมพิวเตอร์มาจากโรงงานโดยมีลิขสิทธิ์การใช้งานถูกต้องตามกฎหมาย

- 4.1.2.8. เงื่อนไขการรับประกันเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี ในกรณีที่เกิดปัญหาทางด้าน Hardware โดยเข้ามาทำการแก้ไขหรือซ่อมแซม ณ ที่ติดตั้งเครื่อง (On-Site Service) ภายในวันทำการถัดไป (Next Business Day Response) หลังจากได้รับแจ้ง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมและค่าใช้จ่ายอื่นๆ
- 4.1.2.9. มีซอฟต์แวร์ป้องกันไวรัสคอมพิวเตอร์ (Antivirus) พร้อมลิขสิทธิ์ที่ถูกต้องตามกฎหมายระยะเวลา 1 ปี โดยมีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้
 - 4.1.2.9.1. สามารถตรวจสอบข้อมูล hardware & software inventory, ตรวจสอบ software changelog และมีระบบ filter ในการกรองข้อมูล และสามารถออก scheduled report โดยอิงกับ filter ได้เป็นอย่างดี
 - 4.1.2.9.2. สามารถตั้ง scheduled report แบบ executive และ Zero-Trust สรุปรวมข้อมูลภาพรวม และส่งข้อมูล report เฉพาะตาม filter ที่สร้างไว้หรือดีกว่า
 - 4.1.2.9.3. สามารถตั้งค่า anti-tamper ป้องกันระบบ Shadow Copy ของ Windows ให้ปลอดภัยยิ่งขึ้นจากภัยคุกคามภายนอก บนหน้า dashboard ของโปรแกรม antivirus ได้เป็นอย่างดี
 - 4.1.2.9.4. มีการตรวจจับและแสดงผลแบบ Incident-Centric Detection รวมข้อมูล detection ระดับต่ำให้กลายเป็น visual attack path สำหรับลด alert noise และตรวจสอบหา root-cause อย่างมีประสิทธิภาพหรือดีกว่า
 - 4.1.2.9.5. สามารถตรวจจับกิจกรรมที่น่าสงสัยใน TLS traffic ที่ถูกเข้ารหัสได้ โดยใช้ fingerprint analysis อิงกับ MITRE techniques โดยไม่ต้อง decrypt traffic หรือดีกว่า
 - 4.1.2.9.6. มีเทคโนโลยี Decoy Files เพิ่ม layer การป้องกัน ransomware อีกชั้น เพื่อหยุดยั้งการทำงานของ process การเข้ารหัสได้เป็นอย่างดี
 - 4.1.2.9.7. มีระบบ Zero-Trust Application Service สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมของไฟล์หรือโปรแกรมนั้นๆว่าอันตรายหรือไม่ (classifies 100% of processes) หากเป็นอันตรายหรือไม่ น่าเชื่อถือ ต้องสามารถห้ามไม่ให้ไฟล์หรือโปรแกรมดังกล่าวสามารถ run ได้ โดยทำงานควบคู่กับ Collective Intelligence, Big Data, AI Deep Machine Learning Algorithms ได้เป็นอย่างดี
 - 4.1.2.9.8. มีระบบ Threat Hunting Service ตรวจจับ Indicators of attack (IOA) ทำการตรวจจับและวิเคราะห์ event ลักษณะการโจมตีต่างๆ ที่เกิดขึ้นแบบเชิงรุก อิงกับ MITRE ATT&CK Matrix แจ้ง alert พร้อมกับ recommendation ที่ต้องดำเนินการได้เป็นอย่างดี
 - 4.1.2.9.9. สามารถกำหนด Authorized Software ให้โปรแกรมเฉพาะทางหรือโปรแกรมที่หน่วยงานพัฒนาขึ้นเองไม่ถูกล็อคการทำงานโดยระบบ Zero-Trust แต่ยังคงถูกสแกนและวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยอยู่เบื้องหลังได้เป็นอย่างดี

- 4.1.2.9.10. สามารถ monitor inbound และ outbound connection ระหว่าง endpoint ที่มีความเสี่ยงในระดับต่าง ๆ ได้ (Endpoint Access Enforcement) และสามารถสั่ง block inbound connection โดยอัตโนมัติจากเครื่องที่มีความเสี่ยงได้
- 4.1.2.9.11. ใช้เทคโนโลยี cloud platform ที่รองรับการตรวจจับ ตรวจสอบ ความสัมพันธ์ และการตอบสนอง จากหลากหลายมุมมองความปลอดภัยที่ครอบคลุมถึง endpoint, network, identity และ cloud โดยแสดงผลในหน้าจอ dashboard เดียวกัน
- 4.1.3. โปรแกรมซอฟต์แวร์คำนวณทางด้านคณิตศาสตร์ขั้นสูง จำนวน 1 ชุด โดยรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.3.1. สามารถใช้งานได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 40 ผู้ใช้งานและสามารถคำนวณทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง ทั้งเชิงตัวเลข (Numerical) และเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic) ได้อย่างครบถ้วน
 - 4.1.3.2. รองรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง เช่น พีชคณิตเชิงเส้น (Linear Algebra), แคลคูลัส, สมการเชิงอนุพันธ์ (ODE/PDE), การหาค่าเหมาะที่สุด (Optimization)
 - 4.1.3.3. รองรับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาสคริปต์ (Script Language) แบบแมทริกซ์ (Matrix-based Language)
 - 4.1.3.4. มีฟังก์ชันพื้นฐานและฟังก์ชันเฉพาะทางมากกว่า 1,000 ฟังก์ชัน
 - 4.1.3.5. สามารถทำงานร่วมกับภาษาอื่นได้ เช่น Python, C/C++, Java ผ่าน API
 - 4.1.3.6. รองรับการประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing) และ GPU Computing
 - 4.1.3.7. รองรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง เช่น พีชคณิตเชิงเส้น (Linear Algebra), แคลคูลัส, สมการเชิงอนุพันธ์ (ODE/PDE), การหาค่าเหมาะที่สุด (Optimization)
 - 4.1.3.8. มีเครื่องมือสำหรับจำลองระบบพลวัต (Dynamic Systems Simulation)
 - 4.1.3.9. รองรับการวิเคราะห์ระบบควบคุม (Control System Design), การประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing), และการประมวลผลภาพ (Image Processing)
 - 4.1.3.10. สามารถทำงานร่วมกับเครื่องมือ Simulink หรือเทียบเท่า
 - 4.1.3.11. สามารถสร้างกราฟ 2 มิติ และ 3 มิติ
 - 4.1.3.12. รองรับการสร้างรายงานแบบอินเทอร์แอคทีฟ (Live Script / Report Generator)
 - 4.1.3.13. รองรับการนำเข้าข้อมูลจาก CSV, Excel, JSON, SQL Database และ HDF5
 - 4.1.3.14. รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก (Arduino, Raspberry Pi, PLC ผ่าน Toolbox หรือ Library เสริม)
 - 4.1.3.15. มีสภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรม (Programming Environment) และการพัฒนาแอปพลิเคชันทางวิศวกรรม
 - 4.1.3.16. รองรับการจำลองระบบ (Simulation) และการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)
 - 4.1.3.17. มีตัวอย่างโปรแกรมที่แสดงถึงการจำลองด้าน Turbojet อย่างน้อยดังนี้
 - 4.1.3.17.1. Aircraft Engine Simulation
 - 4.1.3.17.2. Turbojet Parametric Analysis

- 4.1.3.17.3. Turbojet Engine Design and Simulation พร้อมแนบเอกสารตัวอย่างการจำลอง
 - 4.1.3.18. สามารถติดตั้งใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการ Windows, macOS และ Linux
 - 4.1.3.19. รองรับการใช้งานแบบ Single License, Network License หรือ Academic License
 - 4.1.3.20. ต้องเป็นซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์แท้ (Genuine License) ที่สามารถอัปเดตเวอร์ชันได้ภายในระยะเวลาการรับประกัน
 - 4.1.4. ระบบควบคุมและแสดงผลการจำลองการทำงานของเครื่องยนต์กังหันแก๊ส (Gas Turbine Engine Control and Monitoring System) จำนวน 3 ชุด โดยแต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.4.1. มีหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
 - 4.1.4.2. สามารถแสดงการทำงานของเครื่องยนต์กังหันแก๊สแบบตัดขวางและสามารถมองเห็นภายในได้หรือดีกว่า
 - 4.1.4.3. ส่วนประกอบของเครื่องยนต์จำลองการทำงานเป็นแบบหล่อขึ้นรูปด้วยเทคโนโลยี 3 มิติ ประกอบไปด้วยชุด Spinner Cone, Fan, Compressor, Combustion และมีความยาวของเครื่องยนต์ไม่น้อยกว่า 40 ซม.
 - 4.1.4.4. เครื่องยนต์สามารถควบคุมความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 100 รอบต่อนาที
 - 4.1.4.5. ชุดควบคุมการทำงานด้วยหน่วยประมวลผลขนาด 32 บิต และมีความเร็วในการประมวลผลไม่น้อยกว่า 100MHz ที่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านสาย USB ได้หรือดีกว่า
 - 4.1.4.6. มีชุดคันโยกบังคับเสมือนในเครื่องบินพาณิชย์ สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์กังหันแก๊ส หรือดีกว่า
 - 4.1.4.7. จอแสดงผลต้องรองรับการแสดงผลจริงหรือผลการจำลองการทำงานดังนี้
 - 4.1.4.7.1. Total Air Temperature (TAT)
 - 4.1.4.7.2. Exhaust Gas Temperature (EGT)
 - 4.1.4.7.3. Engine Rotational Speed (RPM)
 - 4.1.4.7.4. Oil Pressure, Oil Quantity
 - 4.1.4.7.5. Fuel flow, Fuel Quantity
 - 4.1.5. มีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย
 - 4.1.6. มีเอกสารตัวอย่างคู่มือการทดลอง (Experimental Manual) พร้อมเฉลย มาพร้อมในวันส่งมอบ
 - 4.1.7. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 4.2. ชุดระบบป้องกันเสียงกังหันแก๊ส (Gas Turbine Sound Suppressor System) จำนวน 1 ชุด ประกอบไปด้วย
- 4.2.1. ระบบป้องกันเสียงกังหันแก๊ส (Gas Turbine Sound Suppressor System) จำนวน 1 ชุด โดยรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.1.1. ระบบ sound suppression ต้องสามารถลดเสียง engine core และ jet noise ได้
 - 4.2.1.2. วัสดุลดเสียงขึ้นรูปจาก Fiberglass หรือดีกว่า
 - 4.2.1.3. ตัวอุปกรณ์สามารถปรับตำแหน่งการทำงานได้ดังนี้

- 4.2.1.3.1. Controller Side
- 4.2.1.3.2. Intake Side
- 4.2.1.3.3. Exhaust Side
- 4.2.1.4. อุปกรณ์สามารถลดเสียง Intake ได้ไม่น้อยกว่า 80% และ Exhaust ได้ไม่น้อยกว่า 70%
- 4.2.1.5. ชุดลดเสียงทางเข้าอากาศ (Intake Suppressor Unit)
 - 4.2.1.5.1. ผลิตจากวัสดุไฟเบอร์กลาสคุณภาพสูงระดับอากาศยาน
 - 4.2.1.5.2. ออกแบบเป็นทรง Nacelle แบบเครื่องบิน
- 4.2.1.6. ชุดลดเสียงไอเสีย (Exhaust Suppressor Unit)
 - 4.2.1.6.1. ผลิตจากสแตนเลส (Stainless Steel) เพื่อความทนทานต่อความร้อนสูง
 - 4.2.1.6.2. มีหน้าต่างแก้วใส (Glass Sight Window) สำหรับมองเห็นเปลวไฟขณะเริ่มเดินเครื่อง
 - 4.2.1.6.3. มีห้องลดเสียง (Acoustic Expansion Chamber) ที่ปลายท่อเพื่อเชื่อมต่อกับท่อไอเสียของสถานที่ใช้งานได้สะดวก
- 4.2.2. กล้องตรวจจับอุณหภูมิชนิดความร้อนสูง จำนวน 1 เครื่อง โดยรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.2.1. มีความละเอียดอินฟราเรด (IR resolution) ไม่น้อยกว่า 464 x 348 พิกเซล
 - 4.2.2.2. มีความไวต่ออุณหภูมิ (Thermal Sensitivity) น้อยกว่า 30 mK @ 30°C (86°F), เลนส์ 42° หรือดีกว่า
 - 4.2.2.3. มีช่วงอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้ (Temperature Range) -20°C ถึง 120°C (-4°F ถึง 248°F); 0°C ถึง 650°C (32°F ถึง 1202°F); 300°C ถึง 1000°C (572°F ถึง 1832°F) หรือดีกว่า
 - 4.2.2.4. มีโหมดโฟกัสต่อเนื่องด้วย LDM, one-shot LDM, one-shot contrast, manual
 - 4.2.2.5. มีเลนส์ที่ใช้ได้ (Available Lenses) ไม่น้อยกว่า 1 แบบ
 - 4.2.2.6. มีเลเซอร์พอยน์เตอร์ (Laser Pointer) ตัววัดระยะด้วยเลเซอร์ (Laser Distance Meter) และการวัดพื้นที่ (Area Measurement)
- 4.3. ชุดแบบจำลองเครื่องยนต์เทอร์โบเจ็ท (Turbojet Engine CAD Model) จำนวน 1 ชุด โดยมีองค์ประกอบและรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.1. แบบจำลองเครื่องยนต์เทอร์โบเจ็ท (Turbojet Engine CAD Model) จำนวน 1 ชุด โดยประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.1.1. เป็นซอฟต์แวร์ CAD Model (Turbo Engine) ใช้สำหรับการเรียน Electronic solid models โดยมีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้
 - 4.3.1.1.1. Engine inlet
 - 4.3.1.1.2. Intake case
 - 4.3.1.1.3. Centrifugal flow compressor
 - 4.3.1.1.4. Bladed diffuser
 - 4.3.1.1.5. Reverse flow annular combustor
 - 4.3.1.1.6. Combustor straightener vanes
 - 4.3.1.1.7. Combustor transition liner

- 4.3.1.1.8. Nozzle vane guide ring
- 4.3.1.1.9. Axial flow turbine
- 4.3.1.1.10. Turbine containment ring
- 4.3.1.1.11. Thrust nozzle cone
- 4.3.1.1.12. Engine outer mantle
- 4.3.1.2. สามารถจำลองชิ้นส่วนเครื่อง Turbo jet ได้ดังนี้
 - 4.3.1.2.1. Inlet Bellmouth
 - 4.3.1.2.2. Diffuser
 - 4.3.1.2.3. Annular Combustor
 - 4.3.1.2.4. Vane Guide Ring
 - 4.3.1.2.5. Thrust Nozzle / Exit
- 4.3.1.3. สามารถใช้วิเคราะห์การไหลขั้นพื้นฐาน รวมถึงการออกแบบ เช่น การสร้างไดอะแกรมเวกเตอร์ความเร็ว (Velocity Vector Diagram)
- 4.3.1.4. รองรับการใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ CFD (Computational Fluid Dynamics) และ FEA (Finite Element Analysis) สำหรับการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมได้
- 4.3.1.5. มีข้อมูลคุณสมบัติวัสดุของแต่ละชิ้นส่วนที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์แรง, ความร้อน และการไหลได้
- 4.3.2. ชุดจำลองเครื่องยนต์เทอร์โบเจ็ท จำนวน 1 ชุด โดยประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.2.1. เป็นเครื่องยนต์กังหันเทอร์โบขนาดเล็ก (Miniature Jet Turbine Engine) แบบแกนเดี่ยว (Single Shaft) ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิด Jet A1, Kerosene หรือ Diesel
 - 4.3.2.2. มีระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์แบบดิจิทัล (Full Digital ECU) ที่สามารถสื่อสารด้วยระบบ S-Bus และรองรับการควบคุมอัตโนมัติแบบ Brushless Pump
 - 4.3.2.3. เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
 - 4.3.2.4. มีขนาดไม่น้อยกว่าดังนี้ เส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter) 132 มิลลิเมตร (5 นิ้ว) ความยาว (Length) 335 มิลลิเมตร (13 นิ้ว) และน้ำหนัก (Weight) 2,900 กรัม (6 ปอนด์)
 - 4.3.2.5. มีความเร็วรอบสูงสุดไม่น้อยกว่า (Maximum RPM) 100,000 รอบต่อนาที
 - 4.3.2.6. มีแรงขับสูงสุดไม่น้อยกว่า (Maximum Thrust) 32 กิโลกรัม (71 ปอนด์)
 - 4.3.2.7. มีแบตเตอรี่ (Battery) 11.1V Li-Po ความจุอย่างน้อย 2200 mAh หรือดีกว่า
- 4.3.3. เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเข้าเสนอราคา
- 4.4. ชุดประมวลผลแบบกระต๊อตสำหรับการควบคุมฮาร์ดแวร์อินเดอะลูป (hardware-in-the-loop : HIL) จำนวน 1 ชุด โดยมีองค์ประกอบและรายละเอียดดังนี้
 - 4.4.1. ชุดประมวลผลแบบกระต๊อตสำหรับการควบคุมฮาร์ดแวร์อินเดอะลูป (hardware-in-the-loop : HIL) จำนวน 1 ชุด โดยประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้
 - 4.4.1.1. มีโปรเซสเซอร์แบบเรียลไทม์ Intel Core i3 เจนเนอเรชั่น 9, RAM 8 GB DDR4 โปรเซสเซอร์การสื่อสารไฮสปีด ARM® Cortex®-A9, 2x 1.2 GHz, 512MB DDR4 RAM หรือดีกว่า

- 4.4.1.2. มีชุด AMD® Kintex® UltraScale+ XCKU15P, 125 MHz ประกอบติดตั้งภายในฮาร์ดแวร์
- 4.4.1.3. สามารถเชื่อมต่อ Communication interfaces
- 4.4.1.4. มีพ็อร์ตอินเทอร์เฟซโฮสต์ Host interface : Integrated 1 Gb Ethernet host interface
- 4.4.1.5. มีพ็อร์ตอินเทอร์เฟซ I/O แบบเรียลไทม์ของอีเทอร์เน็ต : 2x low-latency 10 Gb Ethernet interfaces
- 4.4.1.6. มีพ็อร์ต USB : USB 2.0 interface สำหรับการบันทึกข้อมูลและเป็นที่จัดเก็บข้อมูลสำหรับแอปพลิเคชันแบบเรียลไทม์
- 4.4.1.7. มีพ็อร์ต CAN interface : 4 x CANFD Signal Improvement Capability (SIC)
- 4.4.1.8. มีพ็อร์ต LIN interface : 4 x LIN
- 4.4.1.9. มีพ็อร์ต Serial interface : 2 x UART interfaces supporting RS232, RS422, หรือ RS485
- 4.4.1.10. มีพ็อร์ต dSPACE IOCNet1 : 1 x IOCNet interface
- 4.4.1.11. มีพ็อร์ตอนุกรมความเร็วสูง High-speed serial: 1 x อินเทอร์เฟซ Multi-Gigabit-Transceiver (MGT) 1เชื่อมต่อกับ GTY-Transceivers ของ FPGA
- 4.4.1.12. มีอนาล็อกอินพุตขนาด 16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 24 channels, 2 MS/s, รองรับแรงดัน -10 ถึง 10V, differential
- 4.4.1.13. มีอนาล็อกอินพุตขนาด 16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 6 channels, 5 MS/s, รองรับแรงดัน -10 ถึง 10V, differential
- 4.4.1.14. มีอนาล็อกอินพุตขนาด 16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 2 channels, 5 MS/s, รองรับแรงดัน -10 ถึง 10V, differential สำหรับโหลด load resistor
- 4.4.1.15. มีอนาล็อกเอาต์พุตขนาด16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 14 channels, 2.5 MS/s, ground-based,รองรับแรงดันครอบคลุมช่วง -10 ถึง 10 V
- 4.4.1.16. มีอนาล็อกเอาต์พุตขนาด16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 2 channels, 5 MS/s, ground-based,รองรับแรงดันครอบคลุมช่วง -10 ถึง 10 V
- 4.4.1.17. มีดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต 48 bidirectional ช่วงแรงดันไฟฟ้า 0 - 35V, configurable threshold, ความถี่อินพุต 20 MHz, ความกว้างพัลส์ขั้นต่ำ 25ns, เอาต์พุตแรงดันสูง 3.3/5V,ความถี่เอาต์พุต 20 MHz,ความกว้างพัลส์ขั้นต่ำ 25ns,ขีดจำกัดกระแสเอาต์พุต 40mA
- 4.4.1.18. มีดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต 12 bidirectional ลักษณะอินพุต: ช่วงแรงดันไฟฟ้า -5V ถึง +5V, ความถี่อินพุต 20 MHz, ความกว้างพัลส์ขั้นต่ำ 25ns ,ลักษณะเอาต์พุต: ช่วงแรงดันไฟฟ้า 1.5V ถึง 3.3V, ความถี่เอาต์พุต 20MHz, ความกว้างพัลส์ขั้นต่ำ 25ns
- 4.4.1.19. รองรับอินพุต/เอาต์พุต สำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าดังนี้
 - 4.4.1.19.1. PWM/PFM In/Out รองรับไม่น้อยกว่า 48 Channel
 - 4.4.1.19.2. Block-Commutated PWM Out รองรับไม่น้อยกว่า 2 Channel
 - 4.4.1.19.3. Space Vector PWM In/Out รองรับไม่น้อยกว่า 2 Channel

- 4.4.1.19.4. Hall Encoder In รองรับไม่น้อยกว่า 2 Channel
- 4.4.1.19.5. Digital Incremental Encoder In/Out รองรับไม่น้อยกว่า 2 Channel
- 4.4.1.19.6. Sine Encoder In รองรับไม่น้อยกว่า 2 Channel
- 4.4.1.19.7. Resolver In รองรับไม่น้อยกว่า 2 Channel
- 4.4.1.19.8. 2x SSI Master / BISS รองรับไม่น้อยกว่า 2 Channel
- 4.4.1.19.9. EnDat Master รองรับไม่น้อยกว่า 2 Channel
- 4.4.1.19.10. Digital Pulse Capture รองรับไม่น้อยกว่า 2 Channel
- 4.4.1.19.11. Digital Pulse Out รองรับไม่น้อยกว่า 48 Channel
- 4.4.1.19.12. SENT In/Out รองรับไม่น้อยกว่า 2 Channel
- 4.4.1.19.13. SPI Master รองรับไม่น้อยกว่า 2 Channel
- 4.4.1.20. มีแหล่งจ่ายไฟ Sensor supply 1 channel ขนาดแรงดัน 5 V รองรับกระแส 500 mA
- 4.4.1.21. มีแหล่งจ่ายไฟ Sensor supply 1 channel ขนาดแรงดัน 12 V รองรับกระแส 500 mA
- 4.4.1.22. สามารถแสดงสถานะการทำงาน ผ่านทาง Programmable status LEDs ได้หรือดีกว่า
- 4.4.1.23. เป็นเครื่องแบบ Top Panel สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในผ่านทาง Connector แบบต่าง ๆ ได้ดังนี้
 - 4.4.1.23.1. Sub-D 50 Input/Output connectors 2 ช่อง
 - 4.4.1.23.2. BNC Input/Output connectors 48 ช่อง
 - 4.4.1.23.3. Sub-D 9 Input/Output connectors 4 ช่อง
- 4.4.1.24. มีซอฟต์แวร์สำหรับการกำหนดค่าและควบคุมระบบ Real-time HIL โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.4.1.24.1. โปรแกรมการทำงานที่ใช้งานร่วมกับระบบควบคุม MicroLabBox II
 - 4.4.1.24.2. มีฟังก์ชันการกำหนดค่าแบบกราฟิก สามารถเชื่อมต่อฟังก์ชันของ I/O เข้ากับพอร์ตของโมเดล
 - 4.4.1.24.3. สามารถกำหนดค่า I/O ได้ไม่น้อยกว่า 100 ฟังก์ชัน
 - 4.4.1.24.4. มีโทโพโลยีโมเดลสำหรับแสดงและอธิบายพอร์ตของโมเดลที่นำเข้า
 - 4.4.1.24.5. สามารถกำหนดและจัดสรรทรัพยากรฮาร์ดแวร์ให้กับฟังก์ชัน I/O ได้
 - 4.4.1.24.6. รองรับการการทำงานร่วมกับ MATLAB/Simulink/Stateflow, Functional Mock-up Units (FMUs) และ virtual ECU
 - 4.4.1.24.7. รองรับการจำลองการสื่อสารผ่านบัส CAN หรือเทียบเท่า
 - 4.4.1.24.8. รองรับการประมวลผลแบบหลายคอร์ (Multi-core processing) และสามารถกำหนดการสื่อสารระหว่างโมเดลได้

- 4.4.1.24.9. มีระบบจัดการโปรเจกต์และการทดลอง
 - 4.4.1.24.10. สามารถวัดสัญญาณและแสดงผลการทดลองได้
 - 4.4.1.24.11. สามารถบันทึกและแสดงผลสัญญาณตามเวลาได้
 - 4.4.1.24.12. สามารถแสดงผลกราฟแบบหลายแกน (Multi-axis graph)
 - 4.4.1.24.13. รองรับการแสดงผลจากระบบจำลองแบบ Real-time หรือ Offline simulation
 - 4.4.1.24.14. สามารถตั้งค่าการวัด (Measurement Configuration) ได้
 - 4.4.1.24.15. มีระบบแจ้งเตือนหรือแสดงข้อความสถานะของระบบ
 - 4.4.1.24.16. ทั้งนี้ซอฟต์แวร์ต้องสามารถทำงานร่วมกับระบบ HIL ที่เสนอได้อย่างสมบูรณ์แบบ (Seamless integration)
 - 4.4.1.24.17. ผู้เสนอราคาต้องจัดให้มีการฝึกอบรมการใช้งานซอฟต์แวร์ด้านระบบควบคุมและการจำลองแบบ Real-time โดยวิทยากรต้องมีประสบการณ์ตรงในระบบดังกล่าวไม่น้อยกว่า 2 ปี หรือมีผลงาน/ใบรับรองที่เกี่ยวข้อง และต้องแสดงหลักฐานประกอบการเสนอราคา
- 4.4.1.25. มีชุดอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางระบบไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่นำมาใช้ เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดจาก เช่น แรงดันไฟฟ้ากระชอก แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ซึ่งปนเข้ามาหรือเหนี่ยวนำเข้ามาในระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับ 230 Volt 50 Hz โดยทำให้เกิดความปลอดภัยต่อเจ้าหน้าที่ ที่ปฏิบัติงานและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยมีรายละเอียดอย่างน้อย ดังนี้
- 4.4.1.25.1. สามารถป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าเกินหรือการลัดวงจรทางด้านไฟฟ้า (Circuit Breaker) ได้
 - 4.4.1.25.2. มีวงจรป้องกันสัญญาณรบกวนทางระบบไฟฟ้า (Noise Filter) เพื่อให้อุปกรณ์ใช้งานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
 - 4.4.1.25.3. มีสายไฟขนาดไม่น้อยกว่า 3 x 1.5 มม. ความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตรพร้อมเต้าเสียบตามมาตรฐาน IEC หรือ มอก. และมีเต้ารับตามมาตรฐาน มอก. ด้านหน้าจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด และด้านหลังจำนวนไม่น้อยกว่า 8 ชุด
 - 4.4.1.25.4. มีส่วนแสดงสถานะของแรงดันไฟฟ้าใช้งาน (Line Voltage) และสถานะของกระแสไหลดที่ต่อใช้งาน (Load Current) โดยส่วนแสดงผลจะต้องแสดงจำนวนตัวเลขได้ไม่ต่ำกว่า 3 หลัก
 - 4.4.1.25.5. อุปกรณ์ป้องกันมีขนาด 1 U และต้องสามารถติดตั้งในตู้ Rack 19” ได้

4.4.1.25.6. ต้องมีอุปกรณ์ตรวจนับจำนวนครั้งของการเกิดไฟกระชอกแบบช่วงยาว (TOVs) ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า โดยมีส่วนแสดงผลการนับเป็นแบบ LED แสดงจำนวนตัวเลขได้ไม่ต่ำกว่า 3 หลัก

4.4.1.25.7. อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังนี้

- Line Voltage 230 V, 50 Hz
- Max. Transient Surge Current ≥ 40 kA ที่รูปคลื่นมาตรฐาน 8/20 μ Sec
- Clamping Voltage 310 V $\pm 10\%$ ที่กระแสมากกว่า 100 mA, 50 Hz
- TOVs Surge Current > 5 A, 50 Hz ภายในเวลา 0.5 วินาที
- Let Through Voltage < 275 Volt at TOVs Surge Current
- Residual Voltage < 1.2 kV at Cat. B3/C1
- Response Time < 25 nSec.
- Status Display - Power Fault Surge and Ground LED indicator
- Max. load current 16 A
- Standard According IEC 61643-11-2011, ANSI/IEEE C62.41.1-2002

4.4.1.25.8. ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารแสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทางเทคนิคของ Clamping Voltage, TOVs Surge Current และ Let Through Voltage จากโรงงานผู้ผลิตหรือจากหน่วยงานของรัฐหรือสถาบันที่เชื่อถือได้ ซึ่งเอกสารแสดงผลการทดสอบนี้จะต้องทดสอบ มาแล้วไม่เกิน 12 เดือนนับจากวันที่เสนอราคา มาพร้อมกับการเสนอราคาเพื่อประกอบการพิจารณา


4.4.2. มีโปรแกรมชุดซอฟต์แวร์ LabView แบบ Subscription License จำนวน 1 ชุด โดยรายละเอียดดังนี้


- 4.4.2.1. สามารถเข้าใช้งานได้พร้อมกันไม่น้อยกว่าจำนวน 50 ผู้ใช้งานและเป็นโปรแกรมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบกราฟิก (Graphical Programming) สำหรับงาน Virtual Instrumentation หรือดีกว่า
- 4.4.2.2. รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดและควบคุม เช่น DAQ, NI CompactDAQ, CompactRIO, PXI, GPIB, VISA, RS-232, RS-485, Ethernet, Modbus
- 4.4.2.3. สามารถใช้งานแบบ Subscription License มีอายุใช้งาน 1 ปี
- 4.4.2.4. รองรับการเปิดใช้งานผ่านบัญชีผู้ใช้ (Online Activation) และรองรับ Offline License หรือดีกว่า
- 4.4.2.5. สามารถติดตั้งและใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Windows (Windows 10/11 64-bit)


- 4.4.2.6. เป็นซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ที่แท้จากผู้ผลิตและผู้แทนจำหน่ายอย่างถูกต้อง
- 4.4.3. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 4.5. ชุดระบบตรวจสอบการฉีดพ่นเชื้อเพลิง (fuel spray testing system) จำนวน 1 ชุด โดยประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้
 - 4.5.1. เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับฉีดพ่นหัวฉีดเชื้อเพลิง และทดสอบการทำงานของระบบเชื้อเพลิง
 - 4.5.2. สามารถวัดความดันจ่ายเชื้อเพลิง และอัตราการไหลของเชื้อเพลิงแบบดิจิทัลได้
 - 4.5.3. สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงหนัก เช่น ไบโอดีเซล และเชื้อเพลิงทางเลือกอื่น
 - 4.5.4. สามารถเรียนรู้ตรวจสอบความสมบูรณ์ของท่อจ่ายเชื้อเพลิง (Spray Manifold) ของชุดเครื่องยนต์กังหันแก๊ส (Gas Turbine Engine) ได้
 - 4.5.5. สามารถตรวจสอบรูปแบบการพ่น และความสมบูรณ์ของเชื้อเพลิง
 - 4.5.6. สามารถทดสอบลักษณะการพ่นเชื้อเพลิงก่อนที่จะถูกเผาไหม้ในเครื่องยนต์จริง หรือทดสอบสูตรเชื้อเพลิงทางเลือกได้
 - 4.5.7. สามารถตรวจสอบความสมบูรณ์ในการใช้งานการพ่นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ได้
 - 4.5.8. มีท่อร่วมฉีดพ่นเครื่องยนต์เจ็ทพร้อมระบบควบคุมการไหลแบบแปรผัน
 - 4.5.9. มีระบบดูดและระบายสูญญากาศการพ่นเชื้อเพลิง
 - 4.5.10. มีชุด Operating Panel ที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องดังนี้
 - 4.5.10.1. Digital Fuel Flow Meter
 - 4.5.10.2. Analog Fuel Pressure Gauge
 - 4.5.10.3. Keyed Master Switch
 - 4.5.10.4. Test Chamber Vacuum Switch
 - 4.5.10.5. Fuel Pump Switch
 - 4.5.11. มีห้องสังเกตการณ์การพ่นเชื้อเพลิงแบบโปร่งใส (Clear-View Spray Observation Chamber)
 - 4.5.12. มีแผ่นตรวจสอบการพ่น (Spray Verification Impingement Plates)
 - 4.5.13. มีชุดหัวฉีดแบบฝอยสำหรับเครื่องยนต์กังหันเจ็ท (Jet Engine Spray Manifold)
 - 4.5.14. มีปั๊มเชื้อเพลิงไฟฟ้าแบบติดตั้งในตัว (Electric fuel pump)
 - 4.5.15. ระบบดูดและระบายน้ำมันเชื้อเพลิงแบบสูญญากาศในตัว (Vacuum Fuel Collection System)
 - 4.5.16. ถังเก็บเชื้อเพลิงและโครงเครื่องทำจากสแตนเลส หรือดีกว่า
 - 4.5.17. มีระบบล้อเลื่อนพร้อมตัวล็อก (Locking Casters) หรือดีกว่า
 - 4.5.18. รองรับระบบไฟฟ้า 220V, 50Hz
 - 4.5.19. อุปกรณ์มี Dimensions (กว้างxยาวxสูง) ขนาดไม่น้อยกว่า 74 x 56 x 160 เซนติเมตร
 - 4.5.20. มีเอกสารคู่มือการใช้งาน (Operation Manual) หรือคู่มือการทดลอง (Experimental Manual) มาพร้อมในวันส่งมอบ

4.5.21. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

5. ผู้เสนอราคาต้องแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยกำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาทั้งหมดทุกข้อ โดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนด หรือดีกว่า ทั้งนี้จะต้องทำเครื่องหมายและระบุหมายเลขข้อที่กำหนด แสดงส่วนข้อกำหนดรายละเอียดคุณสมบัติเฉพาะ ในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจนทุกข้อ โดยแคตตาล็อกจะต้องเป็นเอกสารจากบริษัทผู้ผลิตที่สามารถสืบค้น เปิดเผยอยู่บนเว็บไซต์สาธารณะของผู้ผลิต เพื่อให้มหาวิทยาลัย สามารถตรวจสอบที่มาของสินค้าและคุณลักษณะเฉพาะของสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อป้องกันสินค้าลอกเลียนแบบ สินค้าละเมิดลิขสิทธิ์ สินค้าเลิกผลิตหรืออยู่นอกสายการผลิต หรือการนำสินค้าที่ผ่านการใช้งานแล้วนำมาปรับปรุงใหม่ และเพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย
6. กำหนดส่งมอบ ภายใน 150 วัน
7. ระยะเวลาการรับประกัน 1 ปี
8. สถานที่ส่งมอบ ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลงชื่อ  ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ พิจานนท์ชัย)
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ  ผู้กำหนดรายละเอียด
(นายภูเบศ แสงมะฮะหมัด)
ตำแหน่ง อาจารย์

ลงชื่อ  ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาพร เพชรกุล)
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ _____ หัวหน้าหน่วยงาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย แดงเอม)
รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์