

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) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการทำความเข้าใจและพัฒนาเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมนี้

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

ชุดปฏิบัติการนี้ ยังรองรับการเก็บข้อมูลเชิงลึกและการวิเคราะห์ผลการดำเนินงานของเครื่องยนต์ไฮพ่นแบบเรียลไทม์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่สามารถประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ, ความดัน, การไหลของเชื้อเพลิง, และอัตราส่วนการอัด นอกจากการเรียนรู้ทางทฤษฎี 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.บุญฤทธิ์ คุ่มเขต | ประธานกรรมการ |
| 7.2. นางสาวรัชดาพร แสงเพชร | กรรมการ |
| 7.3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิสิต ภูครองตา | กรรมการและเลขานุการ |

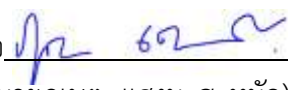
8. คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

- | | |
|--|---------------------|
| 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 ต่อสกุล)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

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. ออกแบบมาเพื่อการศึกษาและวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของวัฏจักรเบรย์ตัน (Brayton Cycle) ทางเทอร์โมไดนามิกส์ได้
- 4.1.1.2. โครงสร้างและเครื่องยนต์ต้องติดตั้งอยู่บนฐานหรือโครงเหล็กที่มั่นคง พร้อมแผ่นใสป้องกันอันตราย เช่น โพลีคาร์บอเนต หรือวัสดุเทียบเท่า ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสังเกตการทำงานของเครื่องยนต์ได้อย่างปลอดภัย
- 4.1.1.3. รองรับการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยาน หรือเชื้อเพลิงอุตสาหกรรมทั่วไป เช่น Jet A, Jet A-1, หรือ Diesel โดยไม่ต้องติดตั้งระบบอุ่นหรือปรับสภาพน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มเติม
- 4.1.1.4. โครงสร้างภายในของเครื่องยนต์กังหันแก๊ส ต้องประกอบด้วยส่วนประกอบหลักสำหรับการทำงานครบถ้วน ได้แก่ เครื่องอัดอากาศ (Compressor), ห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber/Combustor), และกังหัน (Turbine)
- 4.1.1.5. มีซอฟต์แวร์หรือระบบ Data Acquisition สำหรับประมวลผลและจำลองการทำงาน โดยสามารถวัดและแสดงผลค่าตัวแปรหลักได้อย่างน้อยดังนี้
 - 4.1.1.5.1. อุณหภูมิและความดันบริเวณทางเข้าและทางออกของคอมเพรสเซอร์
 - 4.1.1.5.2. อุณหภูมิและความดันบริเวณทางเข้าและทางออกของเทอร์ไบน์
 - 4.1.1.5.3. อัตราการไหลของเชื้อเพลิง (Fuel Flow)
 - 4.1.1.5.4. แรงขับ (Thrust)
 - 4.1.1.5.5. ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (Engine Rotational Speed - RPM)
- 4.1.1.6. มีระบบควบคุมการสตาร์ทและดับเครื่องยนต์แบบอัตโนมัติ (Auto Start / Auto Shutdown) เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

- 4.1.1.7. มีชุดอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (Throttle Control)
- 4.1.1.8. เครื่องยนต์สามารถทำความเร็วรอบสูงสุด (Maximum RPM) ได้ไม่น้อยกว่า 80,000 RPM
- 4.1.1.9. มีอัตราการไหลของมวลอากาศ (Mass Flow) ไม่น้อยกว่า 0.4 kg/s
- 4.1.1.10. สามารถสร้างกำลังแรงขับ (Thrust) ได้ไม่ต่ำกว่า 150 N
- 4.1.1.11. ร่องรับอุณหภูมิทางเข้าเทอร์โบไบน์สูงสุด (TIT) ได้ไม่ต่ำกว่า 850°C และอุณหภูมิไอเสียสูงสุด (EGT) ไม่ต่ำกว่า 700°C
- 4.1.1.12. แผงควบคุม (Control Panel) หรือหน้าจอแสดงผล ต้องสามารถแสดงค่าพารามิเตอร์การทำงานหลักได้อย่างน้อยดังนี้
 - 4.1.1.12.1. Turbine Inlet Temperature (TIT)
 - 4.1.1.12.2. Exhaust Gas Temperature (EGT)
 - 4.1.1.12.3. ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (RPM)
 - 4.1.1.12.4. ความดันน้ำมันหล่อลื่น (Oil Pressure)
 - 4.1.1.12.5. ความดันเครื่องยนต์ (Engine Pressure)
- 4.1.1.13. ซอฟต์แวร์สามารถแสดงผลข้อมูลการทดลองได้แบบ Real-time ทั้งในรูปแบบตัวเลขและกราฟ
- 4.1.1.14. มีระบบเก็บบันทึกข้อมูลแบบดิจิทัลที่สามารถ Export ค่าตัวแปรต่างๆ ออกมาเป็นไฟล์ข้อมูลมาตรฐาน เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ประมวลผลต่อในซอฟต์แวร์ทางคณิตศาสตร์หรือสถิติ เช่น MS Excel ได้
- 4.1.2. เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก Workstation ประมวลผลด้านกราฟฟิกขั้นสูง จำนวน 2 เครื่อง โดยแต่ละเครื่องรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.2.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 14 แกนหลัก (Core) หรือมีประสิทธิภาพการทำงานเทียบเท่า Intel Core Ultra 7 หรือ AMD Ryzen 7 หรือดีกว่า
 - 4.1.2.2. ร่องรับการประมวลผลแบบ 64 bit และมีหน่วยความจำแคช (Cache Memory) ระดับ L2 หรือ L3 รวมกันไม่น้อยกว่า 16 MB
 - 4.1.2.3. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard drive) ชนิด M.2 PCIe Gen4 NVMe Solid State Drive (SSD) ขนาดความจุ ไม่น้อยกว่า 512 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
 - 4.1.2.4. มีหน่วยควบคุมการแสดงผล (Graphic Card) แยกออกมาจากแผงวงจรหลัก ที่มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 6 GB GDDR6 โดยมีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า
 - 4.1.2.5. มีจอมอนิเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1920 x 1200 จุด ที่ 60Hz หรือดีกว่า
 - 4.1.2.6. มีระบบเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi และ Bluetooth ติดตั้งมาพร้อมเครื่องจากโรงงาน
 - 4.1.2.7. มีแบตเตอรี่ติดตั้งภายในเครื่องและสามารถใช้งานแบบพกพาได้
 - 4.1.2.8. มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 11 Pro รุ่นล่าสุดหรือดีกว่า โดยซอฟต์แวร์และไดรเวอร์ถูกติดตั้งมาบนเครื่องคอมพิวเตอร์มาจากโรงงานโดยมีลิขสิทธิ์การใช้งานถูกต้องตามกฎหมาย
 - 4.1.2.9. มีซอฟต์แวร์ป้องกันไวรัสคอมพิวเตอร์และมัลแวร์ (Antivirus / Endpoint Protection) ลิขสิทธิ์แท้ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี ที่มีความสามารถในการ

ตรวจจับการบุกรุก พฤติกรรมที่น่าสงสัย (Behavioral Analysis) และสามารถป้องกันภัยคุกคามทางไซเบอร์ เช่น Ransomware ได้ โดยสามารถอัปเดตฐานข้อมูลไวรัสผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

4.1.3. โปรแกรมซอฟต์แวร์คำนวณทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง 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), การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization)
- 4.1.3.3. รองรับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาสคริปต์ระดับสูง (High-level Scripting Language) ที่รองรับการประมวลผลข้อมูลทางคณิตศาสตร์และวิศวกรรม
- 4.1.3.4. มีฟังก์ชันพื้นฐานและฟังก์ชันเฉพาะทางด้านคณิตศาสตร์และวิศวกรรมรวมกัน ไม่น้อยกว่า 1,000 ฟังก์ชัน
- 4.1.3.5. สามารถทำงานร่วมกับหรือเรียกใช้ภาษาโปรแกรมอื่นได้ เช่น Python, C/C++, Java ผ่าน API หรือช่องทางการเชื่อมต่อมาตรฐาน
- 4.1.3.6. รองรับการประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing) และการประมวลผลผ่านหน่วยประมวลผลกราฟิก (GPU Computing)
- 4.1.3.7. มีเครื่องมือสำหรับการจำลองระบบพลวัต (Dynamic Systems Simulation)
- 4.1.3.8. รองรับการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุม (Control System Design), การประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) และการประมวลผลภาพ (Image Processing)
- 4.1.3.9. มีเครื่องมือสำหรับการจำลองระบบพลวัตแบบกราฟิกบล็อกไดอะแกรม (Graphical Block Diagram Simulation Tool)
- 4.1.3.10. สามารถสร้างกราฟแสดงผลแบบ 2 มิติ และ 3 มิติได้
- 4.1.3.11. รองรับการสร้างเอกสารและรายงานแบบตอบสนอง (Interactive Document/Notebook หรือ Report Generator) ที่ผสมโค้ด ผลลัพธ์ และคำอธิบายไว้ในไฟล์เดียว
- 4.1.3.12. รองรับการนำเข้าข้อมูลจากรูปแบบมาตรฐาน เช่น CSV, Excel, JSON, SQL Database และ HDF5
- 4.1.3.13. รองรับการเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ภายนอกหรือไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น Arduino, Raspberry Pi หรือ PLC ผ่านไลบรารีหรือชุดเครื่องมือเสริม
- 4.1.3.14. มีสภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรม (Integrated Development Environment) และเครื่องมือสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันทางวิศวกรรม
- 4.1.3.15. รองรับการจำลองระบบ (System Simulation) และการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)
- 4.1.3.16. มีไลบรารี ชุดเครื่องมือเสริม หรือชุดตัวอย่างโปรแกรมที่รองรับการออกแบบจำลอง และวิเคราะห์ระบบวิศวกรรมอากาศยาน (Aerospace) และเครื่องยนต์ไอพ่น (Turbojet) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

- 4.1.3.17. สามารถติดตั้งและใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการ Windows, macOS และ Linux
- 4.1.3.18. รองรับการจัดรูปแบบลิขสิทธิ์แบบเครือข่ายสำหรับสถาบันการศึกษา (Network License หรือ Academic License)
- 4.1.3.19. ต้องเป็นซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์แท้ (Genuine License) ที่สามารถอัปเดตเวอร์ชันใหม่ได้ตลอดระยะเวลาการรับประกัน
- 4.1.4. ระบบควบคุมและแสดงผลการจำลองการทำงานของเครื่องยนต์กังหันแก๊ส (Gas Turbine Engine Control and Monitoring System) จำนวน 3 ชุด โดยแต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.4.1. มีหน้าจอแสดงผล (Display Monitor) หรือหน้าจอแบบสัมผัส ขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
 - 4.1.4.2. มีแบบจำลองเครื่องยนต์กังหันแก๊สแบบตัดขวาง (Cutaway Model) ที่สามารถมองเห็นโครงสร้างภายในได้
 - 4.1.4.3. แบบจำลองเครื่องยนต์ต้องประกอบด้วยส่วนประกอบหลักอย่างน้อย ดังนี้
 - 4.1.4.3.1. ชุดกรวยรับลม (Spinner Cone)
 - 4.1.4.3.2. ใบพัดหน้า (Fan)
 - 4.1.4.3.3. เครื่องอัดอากาศ (Compressor)
 - 4.1.4.3.4. ห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber)
 - 4.1.4.4. แบบจำลองมีความยาวไม่น้อยกว่า 35 เซนติเมตร
 - 4.1.4.5. แบบจำลองมีการติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า สามารถควบคุมให้ชิ้นส่วนภายในหมุนแสดงการทำงานได้ โดยมีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 100 รอบต่อนาที (RPM)
 - 4.1.4.6. มีระบบควบคุมด้วยหน่วยประมวลผลหรือไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สามารถเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูลจำลองกับคอมพิวเตอร์หรือหน้าจอแสดงผลได้
 - 4.1.4.7. มีอุปกรณ์คันบังคับหรือชุดคันเร่ง (Throttle Control Unit) ที่มีลักษณะคล้ายคลึงหรือเทียบเคียงกับคันเร่งของเครื่องบินพาณิชย์ สำหรับใช้ควบคุมสถานะของแบบจำลอง
 - 4.1.4.8. หน้าจอแสดงผลต้องรองรับการแสดงผลค่าตัวแปรจำลองการทำงานอย่างน้อย ดังนี้
 - 4.1.4.8.1. อุณหภูมิอากาศรวม (Total Air Temperature: TAT)
 - 4.1.4.8.2. อุณหภูมิไอเสีย (Exhaust Gas Temperature: EGT)
 - 4.1.4.8.3. ความเร็วรอบเครื่องยนต์จำลอง (Engine Rotational Speed: RPM)
 - 4.1.4.8.4. ความดันน้ำมันหล่อลื่น (Oil Pressure) และปริมาณน้ำมันหล่อลื่น (Oil Quantity)
 - 4.1.4.8.5. อัตราการไหลเชื้อเพลิง (Fuel Flow) และปริมาณเชื้อเพลิง (Fuel Quantity)
- 4.1.5. มีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย
- 4.1.6. มีเอกสารตัวอย่างคู่มือการทดลอง (Experimental Manual) พร้อมเฉลย มาพร้อมในวันส่งมอบ
- 4.1.7. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเข้าเสนอราคา

4.2. ชุดระบบป้องกันเสียงกัมมันตภาพรังสี (Gas Turbine Sound Suppressor System) จำนวน 1 ชุด ประกอบไปด้วย

4.2.1. ระบบป้องกันเสียงกัมมันตภาพรังสี (Gas Turbine Sound Suppressor System) จำนวน 1 ชุด โดยรายละเอียดดังนี้

- 4.2.1.1. ระบบลดเสียงต้องสามารถลดเสียงรบกวนจากการทำงานของเครื่องยนต์กังหันแก๊ส (Engine Core Noise) และเสียงจากไอเสีย (Jet Noise) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4.2.1.2. โครงสร้างหลักของชุดลดเสียงต้องผลิตจากวัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทาน และมีคุณสมบัติซับเสียงได้ดี เช่น ไฟเบอร์กลาส, อะลูมิเนียม, สแตนเลส หรือวัสดุเทียบเท่า
- 4.2.1.3. ตัวอุปกรณ์ต้องสามารถติดตั้งครอบคลุมหรือจัดการเสียงในส่วนหลักๆ ของเครื่องยนต์ได้อย่างน้อยในบริเวณดังนี้
 - 4.2.1.3.1. ด้านทางเข้าอากาศ (Intake/Compressor)
 - 4.2.1.3.2. ด้านแผงควบคุม/ตัวเครื่องยนต์ (Core/Controller)
 - 4.2.1.3.3. ด้านท่อไอเสีย (Exhaust)
- 4.2.1.4. สามารถลดระดับเสียงรบกวนโดยรวม (Overall Noise Reduction) ลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้อยู่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ
- 4.2.1.5. ชุดลดเสียงบริเวณทางเข้าอากาศ (Intake Suppressor Unit) ต้องมีการออกแบบตามหลักอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamic design) เพื่อไม่ให้ขัดขวางการไหลของอากาศเข้าสู่เครื่องยนต์
- 4.2.1.6. ชุดลดเสียงไอเสีย (Exhaust Suppressor Unit)
 - 4.2.1.6.1. โครงสร้างต้องผลิตจากวัสดุสแตนเลสสตีล (Stainless Steel) หรือวัสดุที่สามารถทนต่ออุณหภูมิความร้อนสูงของไอเสียเครื่องยนต์กังหันแก๊สได้
 - 4.2.1.6.2. มีช่องหรือระบบที่อนุญาตให้ผู้อยู่ปฏิบัติงานสามารถสังเกตสถานะการทำงาน หรือเปลวไฟภายในท่อไอเสียขณะทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ได้
 - 4.2.1.6.3. มีส่วนขยายหรือห้องลดเสียง (Expansion Chamber / Acoustic Silencer) ที่สามารถเชื่อมต่อเพื่อระบายไอเสียออกสู่ภายนอกอาคารปฏิบัติการได้อย่างสะดวกและปลอดภัย

4.2.2. กล้องตรวจจับอุณหภูมิชนิดความร้อนสูง จำนวน 1 เครื่อง โดยรายละเอียดดังนี้

- 4.2.2.1. มีความละเอียดของภาพถ่ายความร้อน (IR resolution) ไม่น้อยกว่า 384 x 288 พิกเซล (หรือระบุเป็นจำนวนพิกเซลรวม: ไม่น้อยกว่า 110,000 พิกเซล)
- 4.2.2.2. มีความไวต่ออุณหภูมิ (Thermal Sensitivity หรือ NETD) ไม่เกิน 40 mK (ที่ 30°C) หรือดีกว่า
- 4.2.2.3. สามารถตรวจวัดอุณหภูมิได้ครอบคลุมช่วงการทำงานตั้งแต่ -20°C ถึงไม่น้อยกว่า 1,000°C หรือดีกว่า
- 4.2.2.4. มีระบบปรับโฟกัสภาพอย่างน้อย 2 รูปแบบ คือ ระบบปรับโฟกัสอัตโนมัติ (Auto Focus) และระบบปรับโฟกัสแบบผู้ใช้งานปรับตัวเอง (Manual Focus)
- 4.2.2.5. มีเลนส์ถ่ายภาพความร้อนติดตั้งมาพร้อมตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 1 เลนส์

- 4.2.2.6. มีระบบเลเซอร์ชี้เป้า (Laser Pointer) และมีฟังก์ชันหรือระบบช่วยวัดระยะทาง (Distance Measurement) จากตัวกล้องถึงวัตถุเป้าหมาย

4.3. ชุดแบบจำลองเครื่องยนต์เทอร์โบเจ็ต (Turbojet Engine CAD Model) จำนวน 1 ชุด โดยมีองค์ประกอบและรายละเอียดดังนี้

4.3.1. แบบจำลองเครื่องยนต์เทอร์โบเจ็ต (Turbojet Engine CAD Model) จำนวน 1 ชุด โดยประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้

- 4.3.1.1. เป็นแบบจำลองสามมิติของเครื่องยนต์เทอร์โบเจ็ตหรือเครื่องยนต์กังหันแก๊ส สำหรับใช้ในการเรียนการสอนด้านโครงสร้าง ชิ้นส่วน และหลักการทำงานของเครื่องยนต์อากาศยาน
- 4.3.1.2. แบบจำลองต้องแสดงส่วนประกอบหลักของเครื่องยนต์ได้อย่างน้อย ได้แก่
 - 4.3.1.2.1. ช่องรับอากาศ (Inlet)
 - 4.3.1.2.2. ชุดเครื่องอัดอากาศ (Compressor)
 - 4.3.1.2.3. ชุดห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber)
 - 4.3.1.2.4. ชุดกังหัน (Turbine)
 - 4.3.1.2.5. ชุดหัวฉีดหรือท่อไอเสีย (Nozzle/Exhaust)
- 4.3.1.3. สามารถแสดงชิ้นส่วนในรูปแบบ 3D Solid Model และสามารถแยกชิ้นส่วนเพื่อศึกษารายละเอียดโครงสร้างภายในได้
- 4.3.1.4. รองรับการนำไปใช้ร่วมกับซอฟต์แวร์ CAD, CFD หรือ FEA สำหรับการศึกษาและวิเคราะห์ทางวิศวกรรมได้
- 4.3.1.5. มีข้อมูลพื้นฐานของชิ้นส่วนหรือคุณสมบัติวัสดุที่จำเป็นต่อการศึกษา การวิเคราะห์แรง ความร้อน หรือการไหลของอากาศ
- 4.3.1.6. มีเอกสารตัวอย่างคู่มือการทดลอง (Experimental Manual) พร้อมเฉลย มาพร้อมในวันส่งมอบ

4.3.2. ชุดจำลองเครื่องยนต์เทอร์โบเจ็ต 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) 130 มิลลิเมตร ความยาว (Length) 330 มิลลิเมตร
- 4.3.2.5. น้ำหนักไม่เกิน (Weight) 4,000 กรัม
- 4.3.2.6. มีความเร็วรอบสูงสุดไม่น้อยกว่า (Maximum RPM) 100,000 รอบต่อนาที
- 4.3.2.7. มีแรงขับสูงสุดไม่น้อยกว่า (Maximum Thrust) 30 กิโลกรัม
- 4.3.2.8. มีแบตเตอรี่ (Battery) 11.1V Li-Po ความจุอย่างน้อย 2200 mAh หรือดีกว่า

4.3.3. เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเข้าเสนอราคา

4.4. ชุดประมวลผลแบบกระต๊อรั้ดสำหรับการควบคุมฮาร์ดแวร์อินเดอะลูป (hardware-in-the-loop : HIL) จำนวน 1 ชุด โดยมีองค์ประกอบและรายละเอียดดังนี้

4.4.1. ชุดประมวลผลแบบกระต๊อรั้ดสำหรับการควบคุมฮาร์ดแวร์อินเดอะลูป (hardware-in-the-loop : HIL) จำนวน 1 ชุด โดยประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้

4.4.1.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (Real-Time Processor) แบบ Multi-core ความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 1.2 GHz และมีหน่วยความจำหลัก (RAM) ไม่น้อยกว่า 8 GB

4.4.1.2. มีหน่วยประมวลผลฮาร์ดแวร์แบบ FPGA (Field Programmable Gate Array) ติดตั้งมาในระบบ เพื่อรองรับการประมวลผลสัญญาณ I/O ความเร็วสูง

4.4.1.3. มีพอร์ตเชื่อมต่อเครือข่าย Ethernet ความเร็วไม่น้อยกว่า 1 Gbps

4.4.1.4. มีพอร์ต USB สำหรับรองรับการบันทึกข้อมูล (Data Logging)

4.4.1.5. รองรับพอร์ตสื่อสารมาตรฐานอุตสาหกรรม ดังนี้:

4.4.1.5.1. พอร์ต CAN หรือ CAN FD ไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ

4.4.1.5.2. พอร์ต LIN ไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ

4.4.1.5.3. พอร์ต Serial Interface (รองรับ RS232 หรือ RS422 หรือ RS485) ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ

4.4.1.6. มีช่องสัญญาณ Analog Input ความละเอียดไม่น้อยกว่า 16-bit จำนวนรวมกันไม่น้อยกว่า 32ช่องสัญญาณ โดยมีอัตราการสุ่มสัญญาณ (Sampling rate) สูงสุดไม่น้อยกว่า 1 MS/s และรองรับช่วงแรงดันไฟฟ้าครอบคลุม -10V ถึง +10V

4.4.1.7. มีช่องสัญญาณ Analog Output ความละเอียดไม่น้อยกว่า 16-bit จำนวนรวมกันไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ รองรับช่วงแรงดันไฟฟ้าครอบคลุม -10V ถึง +10V

4.4.1.8. มีช่องสัญญาณ Digital Input/Output จำนวนรวมกันไม่น้อยกว่า 60 ช่องสัญญาณ

4.4.1.9. ช่องสัญญาณดิจิทัลต้องรองรับช่วงแรงดันไฟฟ้าทั้งระดับมาตรฐาน (เช่น 3.3V / 5V) และระดับสูง (เช่น 24V หรือ 35V)

4.4.1.10. ระบบ I/O หรือ FPGA ต้องรองรับการสร้างและรับสัญญาณสำหรับการควบคุมมอเตอร์หรือระบบไฟฟ้ากำลัง (Motor Control/Power Electronics) อย่างน้อยดังต่อไปนี้

4.4.1.10.1. สัญญาณ PWM In/Out

4.4.1.10.2. สัญญาณจากเซ็นเซอร์วัดตำแหน่ง เช่น Incremental Encoder, SSI, BiSS หรือ Resolver

4.4.1.11. แหล่งจ่ายไฟสำหรับเซ็นเซอร์ (Sensor Supply) ที่สามารถจ่ายแรงดัน 5V และ 12V ได้

4.4.1.12. รูปแบบจุดเชื่อมต่อสัญญาณภายนอก (Connectors) เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรม เช่น D-Sub, BNC, หรือ Terminal Block

- 4.4.1.13. มีซอฟต์แวร์สำหรับการกำหนดค่า (Configuration) และควบคุมระบบ Real-time HIL
- 4.4.1.14. ซอฟต์แวร์ต้องสามารถทำงานร่วมกับ MATLAB/Simulink/Stateflow ได้อย่างสมบูรณ์ (Seamless integration) เพื่อดาว์โหลดโมเดลลงไปประมวลผลแบบ Real-time ได้โดยตรง
- 4.4.1.15. มีฟังก์ชันสำหรับจับคู่ (Mapping) พอร์ต I/O ของฮาร์ดแวร์เข้ากับพอร์ตของโมเดลผ่านกราฟิกอินเทอร์เฟซ (GUI)
- 4.4.1.16. ซอฟต์แวร์สามารถวัด บันทึก และแสดงผลสัญญาณการทดลองเป็นกราฟแบบ Real-time ได้
- 4.4.1.17. มีอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกและจ่ายกระแสไฟฟ้า (Power Distribution Unit with Surge Protection) จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.4.1.17.1. สามารถป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าเกิน หรือมีวงจรตัดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร (Circuit Breaker)
 - 4.4.1.17.2. มีระบบวงจรกรองสัญญาณรบกวน (Noise Filter หรือ EMI/RFI Filter)
 - 4.4.1.17.3. สายไฟเชื่อมต่อมีขนาดตัวนำไม่น้อยกว่า 3×1.5 ตร.มม. ความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร พร้อมเต้าเสียบตามมาตรฐาน มอก. หรือ IEC
 - 4.4.1.17.4. มีเต้ารับ (Socket) ตามมาตรฐาน มอก. หรือ IEC รวมกันทั้งหมดไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
 - 4.4.1.17.5. มีหน้าจอแสดงผล หรือ ไฟ LED แสดงสถานะของแรงดันไฟฟ้า (Voltage) หรือ กระแสไฟฟ้า (Current)
 - 4.4.1.17.6. อุปกรณ์มีขนาด 1 U สามารถติดตั้งในตู้ Rack 19 นิ้ว ได้ตามมาตรฐาน
 - 4.4.1.17.7. มีคุณสมบัติทางเทคนิคด้านการป้องกันไฟกระชอก ดังนี้
 - รองรับแรงดันไฟฟ้า 230 V, 50 Hz
 - ทนกระแสไฟกระชอกสูงสุด (Max. Surge Current) ไม่น้อยกว่า 40 kA (ที่รูปคลื่น 8/20 μ Sec)
 - มีแรงดันไฟฟ้าตกค้าง (Residual Voltage หรือ Let-through voltage) ไม่เกิน 1.5 kV
 - รองรับกระแสไฟฟ้าโหลดสูงสุด (Max. load current) ไม่น้อยกว่า 16 A
 - สินค้าต้องได้รับมาตรฐาน มอก. 2432-2555 (สำหรับชุดสายพ่วง) หรืออุปกรณ์ป้องกันภายในต้องได้มาตรฐาน IEC 61643-11 หรือ IEEE C62.41

4.4.2. มีโปรแกรมชุดซอฟต์แวร์ LabView แบบ Subscription License จำนวน 1 ชุด โดยรายละเอียดดังนี้

- 4.4.2.1. สามารถเข้าใช้งานได้พร้อมกันไม่น้อยกว่าจำนวน 50 ผู้ใช้งาน (Concurrent Users)
- 4.4.2.2. รองรับการเชื่อมต่อและสั่งการอุปกรณ์วัดและควบคุมข้อมูล (Data Acquisition: DAQ) ผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม เช่น PXI, GPIB, VISA, RS-232, RS-485, Ethernet และ Modbus ได้
- 4.4.2.3. เป็นลิขสิทธิ์การใช้งานแบบเช่าใช้ (Subscription License) มีอายุใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 4.4.2.4. รองรับการเปิดใช้งานผ่านบัญชีผู้ใช้ (Online Activation) และรองการใช้งานแบบไม่มีอินเทอร์เน็ต (Offline License)
- 4.4.2.5. สามารถติดตั้งและใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Windows (Windows 10/11 64-bit) ได้อย่างสมบูรณ์
- 4.4.2.6. เป็นซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์แท้จากผู้ผลิต

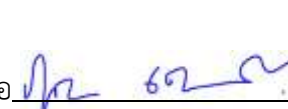
4.4.3. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

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. มีแผงควบคุมการทำงาน (Operating Panel) ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์แสดงผลและควบคุมดังต่อไปนี้
 - 4.5.10.1. ชุดแสดงผลอัตราการไหลของเชื้อเพลิง (Fuel Flow Meter)
 - 4.5.10.2. ชุดแสดงผลความดันเชื้อเพลิง (Fuel Pressure Indicator/Gauge)
 - 4.5.10.3. สวิตช์หรือกุญแจสำหรับควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (Master Switch)
 - 4.5.10.4. สวิตช์ควบคุมระบบระบายสูญญากาศ (Vacuum Control)

- 4.5.10.5. สวิตช์ควบคุมการทำงานของปั๊มเชื้อเพลิง (Fuel Pump Control)
- 4.5.11. มีพื้นที่หรือห้องสำหรับสังเกตการณ์ลักษณะการฉีดพ่นเชื้อเพลิงแบบโปร่งใส ที่สามารถมองเห็นรูปแบบการพ่นได้อย่างชัดเจนและปลอดภัย
- 4.5.12. มีอุปกรณ์หรือแผ่นรับทิศทางการพ่นสำหรับตรวจสอบรูปแบบการกระจายตัวของเชื้อเพลิง (Spray Pattern/Impingement Verification)
- 4.5.13. มีชุดหัวฉีดเชื้อเพลิงสำหรับจำลองการทำงานของเครื่องยนต์กังหันแก๊ส (Gas Turbine/Jet Engine Spray Manifold)
- 4.5.14. มีปั๊มเชื้อเพลิงขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าติดตั้งภายในระบบ
- 4.5.15. มีระบบจัดเก็บและระบายเชื้อเพลิงจากการทดสอบแบบสุญญากาศ
- 4.5.16. โครงสร้างหลักและถังเก็บเชื้อเพลิงผลิตจากวัสดุสแตนเลสสตีล (Stainless Steel) หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติทนทานต่อการกัดกร่อนของเชื้อเพลิง
- 4.5.17. มีล้อเลื่อนสำหรับเคลื่อนย้าย พร้อมระบบล็อกล้อเพื่อความปลอดภัยขณะใช้งาน
- 4.5.18. รองรับการใช้งานกับระบบไฟฟ้า 220V, 50Hz (Single Phase)
- 4.5.19. ตัวเครื่องมีขนาดเหมาะสมสำหรับใช้งานในห้องปฏิบัติการ โดยมีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 70 เซนติเมตร และความสูงไม่เกิน 180 เซนติเมตร
- 4.5.20. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเข้าเสนอราคา
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
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีโรจน์ พิราจนนชัย)

ลงชื่อ  ผู้กำหนดรายละเอียด
(นายภูเบต แสงมะหะหมัด)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ตำแหน่ง อาจารย์

ลงชื่อ  ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาพร เพชรกุล)
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ _____ หัวหน้าหน่วยงาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ต่อสกุล)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์