**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 โดยเฉพาะในด้านเทคโนโลยีการขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ไอพ่นและหลักการทางอุณหพลศาสตร์ (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 ยังรองรับการเก็บข้อมูลเชิงลึกและการวิเคราะห์ผลการทำงานของเครื่องยนต์ไอพ่นแบบเรียลไทม์ 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**

-ดังรายละเอียดที่แนบ-

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

**7. คณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์**

7.1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญฤทธิ์ คุ้มเขต ประธานกรรมการ
7.2. นางสาวภัชดาพร แสงเพชร์ กรรมการ
7.3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิสิต ภูครองตา กรรมการและเลขานุการ

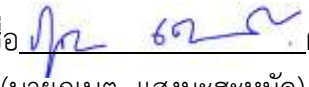
**8. คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ**

8.1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ พิราจเนนชัย ประธานกรรมการ
8.2. นายภูเบต แสงมะฮะหมัด กรรมการ
8.3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาพร เพชรกูล 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 เพชรกูล)
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. รองรับอุณหภูมิทางเข้าเทอร์ไบน์สูงสุด (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. รองรับการประมวลผลแบบ 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 โดยซอฟต์แวร์และไดร์เวอร์ถูกติดตั้งมาบนเครื่องคอมพิวเตอร์มาจากโรงงานโดยมีลิขสิทธิ์การใช้งานถูกต้องตามกฎหมาย

4.1.2.9. มีซอฟต์แวร์ป้องกันไวรัสคอมพิวเตอร์และมัลแวร์ (Antivirus / Endpoint Protection) ลิขสิทธิ์แท้ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี ที่มีความสามารถในการ

ตรวจจับการบุกรุก พฤติกรรมที่น่าสงสัย (Behavioral Analysis) และสามารถป้องกันภัยคุกคามทางไซเบอร์ เช่น Ransomware ได้ โดยสามารถอัปเดตฐานข้อมูลไวรัสผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

4.1.3. โปรแกรมซอฟแวร์คำนวณทางด้านคณิตศาสตร์ขั้นสูง 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), การเหมาะที่สุด (Optimization)

4.1.3.3. รองรับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาสคริปต์ระดับสูง (High-level Scripting Language) ที่รองรับการประมวลผลข้อมูลทางคณิตศาสตร์และวิศวกรรม

4.1.3.4. มีฟังก์ชันพื้นฐานและฟังก์ชันเฉพาะทางด้านคณิตศาสตร์และวิศวกรรมรวมกันไม่น้อยกว่า 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) ที่ผสานโค้ด 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 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. 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 เพื่อความปลอดภัยต่อโสตประสาทของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

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. มีช่องหรือระบบที่อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถสังเกตสถานะการทำงาน 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) และระบบปรับโฟกัสแบบผู้ใช้งานปรับตั้งเอง (Manual Focus)

4.2.2.5. มีเลนส์ถ่ายภาพความร้อนติดตั้งมาพร้อมตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 1 เลนส์

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

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. เป็นแบบจำลองสามมิติของเครื่องยนต์เทอร์โบเจ็ทหรือเครื่องยนต์กังหันแก๊สสำหรับใช้ในการเรียนการสอนด้านโครงสร้าง 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. ชุดจำลองเครื่องยนต์เทอร์โบเจ็ท จำนวน 1 ชุด โดยประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้

4.3.2.1. เป็นเครื่องยนต์กังหันเทอร์ไบน์ขนาดเล็ก (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 โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

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

4.4.1. ชุดประมวลผลแบบกระทัดรัดสำหรับการควบคุมฮาร์ดแวร์อินเดอะลูป (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) เพื่อดาวน์โหลดโมเดลลงไปประมวลผลแบบ 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. มีอุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกและจ่ายกระแสไฟฟ้า (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 x 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. มีคุณสมบัติทางเทคนิคด้านการป้องกันไฟกระโชก ดังนี้

- รองรับแรงดันไฟฟ้า 230 V, 50 Hz
- ทนกระแสไฟกระโชกสูงสุด (Max. Surge Current) ไม่น้อยกว่า 40 kA (ที่รูปคลื่น 8/20 µSec)
- 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) และรองรับการใช้งานแบบไม่มีอินเทอร์เน็ต (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 และอัตราการไหลของเชื้อเพลิงแบบดิจิตอลได้

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. มีระบบดูดและระบายสุญญากาศการพ่นเชื้อเพลิง

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. สวิตช์ควบคุมระบบระบายสุญญากาศ (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 โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

5. ผู้เสนอราคาต้องแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยกำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาทั้งหมดทุกข้อ โดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนด หรือดีกว่า ทั้งนี้จะต้องทำเครื่องหมายและระบุหมายเลขข้อที่กำหนด แสดงส่วนข้อกำหนดรายละเอียดคุณสมบัติเฉพาะ ในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจนทุกข้อ โดยแคตตาล็อกจะต้องเป็นเอกสารจากบริษัทผู้ผลิตที่สามารถสืบค้น เปิดเผยอยู่บนเว็ปไซต์สาธารณะของผู้ผลิต เพื่อให้มหาวิทยาลัย สามารถตรวจสอบที่มาของสินค้าและคุณลักษณะเฉพาะของสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อป้องกันสินค้าลอกเลียนแบบ สินค้าละเมิดลิขสิทธิ์ สินค้าเลิกผลิตหรืออยู่นอกสายการผลิต หรือการนำสินค้าที่ผ่านการใช้งานแล้วนำมาปรับปรุงใหม่ และเพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย

6. กำหนดส่งมอบ ภายใน 150 วัน

7. ระยะเวลาการรับประกัน 1 ปี

8. สถานที่ส่งมอบ ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลงชื่อ_____ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ พิราจเนนชัย)

ลงชื่อ_____ผู้กำหนดรายละเอียด
(นายภูเบต แสงมะฮะหมัด)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ตำแหน่ง อาจารย์

ลงชื่อ ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาพร เพชรกูล)
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ_____หัวหน้าหน่วยงาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ต่อสกุล)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์