

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชุดปฏิบัติการจัดการพลังงานไฟฟ้าสะอาดสู่อุตสาหกรรมยุคใหม่ (Electrical Digital Twin For Netzero)
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป

ชุดปฏิบัติการจัดการพลังงานไฟฟ้าสะอาดสู่อุตสาหกรรมยุคใหม่ (Electrical Digital Twin For Netzero) 1 ชุด ประกอบด้วย

- 3.1 เครื่องออกแบบระบบไฟฟ้ากำลังและจำลองโครงข่ายควบคุมแบบเวลาจริง จำนวน 1 เครื่อง
- 3.2 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบโปรแกรมค่าได้ จำนวน 1 เครื่อง
- 3.3 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบโปรแกรมค่าและปรับโหมดการทำงาน จำนวน 1 เครื่อง
- 3.4 เครื่องปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังชนิดปรับเปลี่ยนรูปแบบการขับเคลื่อนได้ตามคำสั่งสัญญาณบนเครื่องควบคุมเวลาจริงขั้นสูง จำนวน 1 เครื่อง
- 3.5 เครื่องจำลองกริดชนิด Regenerative จำนวน 1 เครื่อง
- 3.6 ตู้ต่อขยายสำหรับระบบไมโครกริด จำนวน 1 ตู้
- 3.7 ชุดระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
- 3.8 อินเวอร์เตอร์ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ 10 kW จำนวน 1 เครื่อง
- 3.9 ชุดจำลองภาระโหลด RLC จำนวน 1 ชุด
- 3.10 เครื่องวัดและวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง จำนวน 1 เครื่อง
- 3.11 เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล จำนวน 1 เครื่อง
- 3.12 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก สำหรับรองรับงานในด้านปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 1 เครื่อง

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

ชุดปฏิบัติการจัดการพลังงานไฟฟ้าสะอาดสู่อุตสาหกรรมยุคใหม่ (Electrical Digital Twin For Netzero) จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- 4.1 เครื่องออกแบบระบบไฟฟ้ากำลังและจำลองโครงข่ายควบคุมแบบเวลาจริง จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.1 หน่วยประมวลผล (CPU) ชนิด Intel Core i5 6 Core โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.5 GHz และมีหน่วยความจำสำรอง 16 GB RAM หรือมากกว่า และฮาร์ดดิสก์ชนิด SSD ขนาดไม่น้อยกว่า 1 TB หรือมากกว่า
 - 4.1.2 มีหน่วยประมวลผลชนิด FPGA Kintex-7 หรือดีกว่า
 - 4.1.3 มีพอร์ตเอาต์พุตแบบแอนะล็อก (Analog output port) ขนาด 16 บิต จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ช่อง และรองรับแรงดันไฟฟ้าครอบคลุมช่วง -16 โวลต์ ถึง 16 โวลต์ และกระแสครอบคลุมช่วง 15 มิลลิแอมป์ หรือมากกว่า

- 4.1.4 มีพอร์ตอินพุตแบบแอนะล็อก (Analog input port) ขนาด 16 บิต จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ช่อง และรองรับแรงดันไฟฟ้าครอบคลุมช่วง -20 โวลต์ ถึง 20 โวลต์ หรือมากกว่า
- 4.1.5 มีพอร์ตอินพุตแบบดิจิทัล (Digital input port) จำนวนไม่น้อยกว่า 32 ช่อง และรองรับแรงดันไฟฟ้าครอบคลุมช่วง 4.5 โวลต์ ถึง 30 โวลต์ หรือมากกว่า
- 4.1.6 มีพอร์ตเอาต์พุตแบบดิจิทัล (Digital output port) จำนวนไม่น้อยกว่า 32 ช่อง โดยที่สามารถปรับขนาดของสัญญาณในช่วง 5 โวลต์ ถึง 30 โวลต์ หรือมากกว่า
- 4.1.7 มีพอร์ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้อย่างน้อยดังนี้ PCI-E จำนวน 1 พอร์ต และ USB สำหรับอุปกรณ์ (Device) จำนวน 2 พอร์ต หรือมากกว่า
- 4.1.8 สามารถจำลองการทำงานของระบบไฟฟ้า หรือโครงข่ายไฟฟ้าได้และสามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม MATLAB/Simulink ได้
- 4.1.9 มี license โปรแกรม Local simulation สำหรับจำลองระบบออฟไลน์ที่ Host PC จำนวน 2 ลิขสิทธิ์ หรือมากกว่า
- 4.1.10 มี license โปรแกรม Target simulation สำหรับจำลองระบบออฟไลน์และแบบเวลาจริงที่ Target จำนวน 2 ลิขสิทธิ์ หรือมากกว่า
 - 4.1.10.1 มีแบบจำลองสำหรับระบบไฟฟ้ากำลังดังนี้
 - หม้อแปลงไฟฟ้า
 - เครื่องจักรกลชนิดซิงโครนัส
 - เครื่องจักรกลชนิดอะซิงโครนัส
 - แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า
 - โหลดความต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ ตัวเก็บประจุ
 - เบรกเกอร์ สวิตช์
 - Thyristor Controlled Reactor and Thyristor Switched Capacitor
 - FACTS and HVDC, Voltage Source Converters
 - Filter, Line and Cable
 - Static VAR Compensators (SVC)
 - Measuring Transformers
 - 4.1.10.2 มีแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมดังนี้
 - ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์
 - ตัวกระตุ้นควบคุม
 - ฟังก์ชันทางตรรกศาสตร์
 - มิเตอร์สำหรับวิเคราะห์ค่า
 - ตัวควบคุมแบบไม่เป็นเชิงเส้นและดีเลย์
 - Control Exciters

- Control Governors
 - โมเดลรีเลย์ป้องกัน
 - Control Stabilizers
- 4.1.10.3 มีไมโครเวอร์สำหรับ IEC 61850-9-2LE Sampled Values
- 4.1.10.4 มีไมโครเวอร์สำหรับ IEC 61850-8-1 GOOSE communication protocols
- 4.1.11 มีโปรแกรมสำหรับ schematic editor หรือ eHS32 จำนวน 1 ลิขสิทธิ์
- 4.1.12 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศ พร้อมกับหนังสือแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายยื่นแนบมาเพื่อประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง และการให้บริการหลังการขาย
- 4.1.13 มี Breakout Box เพื่อสามารถตรวจวัดสัญญาณเพื่อความถูกต้องก่อนนำสัญญาณไปควบคุม จำนวน 1 ชุด
- 4.2 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบโปรแกรมค่าได้ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.2.1 เป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบ Bidirectional Regenerative หรือดีกว่า
- 4.2.2 สามารถทำงานเป็นแหล่งจ่ายชนิด DC หรือทำงานเป็นภาระทางไฟฟ้าได้
- 4.2.3 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้สูงสุด 750 โวลต์ และจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 60 แอมป์ และกำลังไฟฟ้าสูงสุด 15 กิโลวัตต์ หรือดีกว่า
- 4.2.4 มีค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) ไม่น้อยกว่า 95%
- 4.2.5 มีค่า Accuracy line regulation สำหรับโหมด CV $\leq 0.01\%$ FS หรือดีกว่า
- 4.2.6 มีค่า Accuracy line regulation สำหรับโหมด CC $\leq 0.01\%$ FS หรือดีกว่า
- 4.2.7 สามารถรองรับการสื่อสารแบบ LAN เป็นอย่างน้อย
- 4.2.8 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศ พร้อมกับหนังสือแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายยื่นแนบมาเพื่อประกอบการพิจารณา เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง และการให้บริการหลังการขาย
- 4.3 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบโปรแกรมค่าและปรับโหมดการทำงาน จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.3.1 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ได้ไม่น้อยกว่า 1,500 โวลต์ หรือมากกว่า และจ่ายกระแสไฟฟ้า (Current) ได้สูงสุด 60 แอมป์ หรือมากกว่า
- 4.3.2 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ มีกำลังไฟฟ้า 15 กิโลวัตต์ หรือมากกว่า
- 4.3.3 มีค่าความละเอียดของ Display ของแรงดันไฟฟ้า 0.1 โวลต์ หรือน้อยกว่า และกระแสไฟฟ้า 0.1 แอมป์ หรือน้อยกว่า
- 4.3.4 มีค่าความละเอียดของ Display ของกำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ หรือดีกว่า

- 4.3.5 มีค่าความแม่นยำในการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Voltage) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05% F.S. หรือดีกว่า
 - 4.3.6 มีค่าความแม่นยำในการจ่ายกระแสไฟฟ้า (Current) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1% F.S. หรือดีกว่า
 - 4.3.7 มีค่าความแม่นยำ Line regulation ของแรงดันไฟฟ้า น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.02% F.S. หรือดีกว่า และกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05% F.S. หรือดีกว่า
 - 4.3.8 มีค่าความแม่นยำ Load regulation ของแรงดันไฟฟ้า น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05% F.S. หรือดีกว่า และกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05% F.S. หรือดีกว่า
 - 4.3.9 สามารถรองรับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Voltage) ได้ในช่วง 342 – 528 โวลต์ หรือดีกว่า และรองรับความถี่ในช่วง 47 – 63 Hz หรือดีกว่า
 - 4.3.10 มีประสิทธิภาพการใช้งานไม่น้อยกว่า 93% หรือดีกว่า
 - 4.3.11 มีโหมดการทำงานที่หลากหลายโดยมี CV และ CC เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.12 มีฟังก์ชันจำลอง Solar I-V curve
 - 4.3.13 รองรับฟังก์ชันการทำงานทดสอบการอัดประจุและคายประจุแบตเตอรี่
 - 4.3.14 มีฟังก์ชันจำลองแบตเตอรี่ (Battery Simulation)
 - 4.3.15 มี Isolation Transformer 3 Phase 400/400 50 Hz ขนาด 25 kVA จำนวน 1 ชุด
 - 4.3.16 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศ พร้อมกับหนังสือแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายยื่นแนบมาเพื่อประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง และการให้บริการหลังการขาย
- 4.4 เครื่องปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังชนิดปรับเปลี่ยนรูปแบบการขับเคลื่อนได้ตามคำสั่งสัญญาณบนเครื่องควบคุมเวลาจริงขั้นสูง จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.4.1 รองรับการศึกษาและวิจัยวงจร Buck/boost power converter
 - 4.4.2 รองรับการศึกษาและวิจัยวงจร Three-phase rectifier and inverter
 - 4.4.3 รองรับการศึกษาและวิจัย Three-phase electric motor drive
 - 4.4.4 รองรับการศึกษาและวิจัย Photovoltaic (PV) inverter
 - 4.4.5 รองรับการศึกษาและวิจัย DC to DC converter
 - 4.4.6 รองรับการศึกษาและวิจัย DC to AC inverter
 - 4.4.7 มีโมดูลวงจร Half-Bridge Power จำนวน 6 โมดูล โดยมีคุณสมบัติดังนี้
 - 4.4.7.1 สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 800 V DC Bus Voltage หรือมากกว่า
 - 4.4.7.2 สามารถรองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุด 38 Arms หรือมากกว่า
 - 4.4.7.3 สามารถทำงานได้ในช่วงของความถี่ 20 kHz หรือมากกว่า

- 4.4.7.4 สามารถส่งสัญญาณจากเซนเซอร์ของการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าผ่านช่องสัญญาณ Analog Output หรือ RJ-45 โดยที่เซนเซอร์มีการติดตั้งลงไปในโมดูลวงจร (On-Board)
 - 4.4.7.5 โมดูลวงจรมีสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ชนิด IGBT หรือ SiC หรือดีกว่า และสามารถรองรับแรงดันไฟฟ้า 1,200 โวลต์ และกระแสไฟฟ้า 100 แอมป์ หรือมากกว่า
 - 4.4.8 มีเครื่องออกแบบระบบควบคุมแบบรวดเร็ว (Rapid Control Prototyping) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีคุณสมบัติดังนี้
 - 4.4.8.1 มีช่องสัญญาณชนิด Fiber Optic จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ
 - 4.4.8.2 มีช่องสัญญาณชนิด Analog Output จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ
 - 4.4.8.3 มีช่องสัญญาณชนิด Digital Input และ Output จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ
 - 4.4.8.4 มีช่องสัญญาณการสื่อสารชนิด CAN จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
 - 4.4.9 มีไลบรารีเพื่อพัฒนาระบบควบคุมที่สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องออกแบบระบบควบคุมแบบรวดเร็วได้และมาจากผู้ผลิตเดียวกันเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานและสามารถใช้งานร่วมกับ Simulink ได้ จำนวน 1 ลิขสิทธิ์
 - 4.4.10 มีช่องสัญญาณเชื่อมต่ออุปกรณ์กรองสัญญาณชนิด Inductors ขนาด 2.2 mH จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ช่องสัญญาณ หรือมากกว่า
 - 4.4.11 มีอุปกรณ์ EMC Filter แบบ Three-Phase จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด หรือมากกว่า
 - 4.4.12 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศ พร้อมกับหนังสือแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายยื่นแนบมาเพื่อประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง และการให้บริการหลังการขาย
- 4.5 เครื่องจำลองกริดชนิด Regenerative จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.5.1 มีหน้าจอกำหนดค่าแหล่งจ่ายและโหลด แบบสัมผัสและมีหน้าจอสื่อเพื่อแสดงผลการตั้งค่า
 - 4.5.2 สามารถสลับการทำงานของตัวเครื่องระหว่าง AC power source และ Load mode ทั้ง Single phase, Three phase, Three phases independent ได้
 - 4.5.3 พอร์ตการเชื่อมต่อพื้นฐานแบบ USB/LAN เป็นอย่างน้อย
 - 4.5.4 มีฟังก์ชัน Regenerative AC Load, RLC network simulation, Power hardware-in-the-loop (PHIL) เป็นอย่างน้อยหรือมากกว่า
 - 4.5.5 สามารถเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและโหลดที่สามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้ (Rated AC Voltage output) แบบ Bidirectional ที่แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 450 โวลต์ หรือมากกว่า

- 4.5.6 มีช่วงของกระแสไฟฟ้าเอาต์พุต (Rated Current output) สูงสุด 32 แอมป์ต่อเฟส หรือมากกว่า
 - 4.5.7 มีกำลังไฟฟ้า (Rated Power) ไม่น้อยกว่า 15 กิโลวัตต์ หรือดีกว่า
 - 4.5.8 AC Voltage Output มีค่าความละเอียดของแรงดันไฟฟ้า 0.01 โวลต์ หรือดีกว่า
 - 4.5.9 AC Current Output มีค่าความละเอียดของกระแสไฟฟ้า 0.01 แอมป์ หรือดีกว่า
 - 4.5.10 สามารถเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่สามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้ (Rated DC Voltage Output) ที่แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 500 โวลต์ หรือมากกว่า
 - 4.5.11 RLC Load มีค่าความละเอียดของค่าความต้านทาน 0.001 โอห์ม หรือดีกว่า
 - 4.5.12 RLC Load มีค่าความละเอียดของค่าตัวเหนี่ยวนำ 0.001 mH หรือดีกว่า
 - 4.5.13 RLC Load มีค่าความละเอียดของค่าเก็บประจุ 0.1 mF หรือดีกว่า
 - 4.5.14 มีฟังก์ชันการ Programming List, Wave, Step, Pulse, Harmonics
 - 4.5.15 มีโหมดการทำงาน AC, DC, AC+DC, DC+AC
 - 4.5.16 ตัวเครื่องมีค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) 0.99 หรือดีกว่า และมีค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) ไม่น้อยกว่า 90% หรือดีกว่า
 - 4.5.17 สามารถทำงานได้ในสภาพอุณหภูมิ (Ambient Temperature) 0 – 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
 - 4.5.18 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศ พร้อมกับหนังสือแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายยื่นแนบมาเพื่อประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง และการให้บริการหลังการขาย
- 4.6 ตู้ต่อขยายสำหรับระบบไมโครกริด จำนวน 1 ตู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.6.1 ใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้ากำลัง ได้แก่ มอเตอร์ แหล่งจ่ายไฟ หรือโหลด เป็นต้น
 - 4.6.2 สามารถรองรับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย หรือ 1 เฟส 2 สาย
 - 4.6.3 รองรับกระแสสูงสุด 32 แอมป์ต่อเฟส หรือมากกว่า ต่อ 1 Feeder
 - 4.6.4 มี Power Plug สำหรับเชื่อมต่อและรองรับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย หรือ 1 เฟส 2 สาย ไม่น้อยกว่า 3 Feeders
 - 4.6.5 มีไฟแสดงสถานะการทำงานของแต่ละระบบ ON/OFF
 - 4.6.6 มีเบรกเกอร์ป้องกันกระแสเกินและลัดวงจร แยกแต่ละ Feeder
 - 4.6.7 มี Power Meter สำหรับวัดกระแสและแรงดัน แยกแต่ละ Feeder
- 4.7 ชุดระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.7.1 อินเวอร์เตอร์ชนิดไฮบริด ขนาดไม่น้อยกว่า 25 กิโลวัตต์ จำนวน 1 ชุด
 - 4.7.1.1 คุณสมบัติการเชื่อมต่อทางด้าน AC มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.7.1.1.1 มีกำลังพิกัด (Rated power) ขนาดไม่น้อยกว่า 25 กิโลวัตต์ หรือมากกว่า

- 4.7.1.1.2 มีกระแสพิกัด (Rated current) ขนาดไม่น้อยกว่า 40 แอมป์ หรือมากกว่า
- 4.7.1.1.3 รองรับแรงดันไฟฟ้าอินพุตครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 360 โวลต์ ถึง 400 โวลต์ หรือมากกว่า และสามารถทำงานในช่วงของความถี่ 50/60 Hz
- 4.7.1.2 คุณสมบัติการเชื่อมต่อทางด้าน DC มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.7.1.2.1 รองรับการเชื่อมต่อและทำงานร่วมกับแบตเตอรี่ (Battery) หรือ Photovoltaic ได้
 - 4.7.1.2.2 กำลังไฟฟ้าสูงสุด (PV power) 45 kWp หรือดีกว่า
 - 4.7.1.2.3 มีพอร์ตการสื่อสาร RS485 หรือ CAN เป็นอย่างน้อย
 - 4.7.1.2.4 มีหน้าจอแสดงผลแบบ Touch screen LCD
 - 4.7.1.2.5 อินเวอร์เตอร์ต้องได้รับการขึ้นทะเบียนอินเวอร์เตอร์ที่ผ่านการทดสอบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือการไฟฟ้านครหลวงพร้อมแนบเอกสารรายชื่อผลิตภัณฑ์อินเวอร์เตอร์ประกอบการพิจารณา
 - 4.7.1.2.6 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศ พร้อมทั้งหนังสือแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายยื่นแนบมาเพื่อประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง และการให้บริการหลังการขาย
- 4.7.2 แบตเตอรี่ชนิด Rack จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.7.2.1 มี Rated capacity ขนาดไม่น้อยกว่า 100Ah หรือมากกว่า
 - 4.7.2.2 มี Rated energy ขนาดไม่น้อยกว่า 45kWh หรือมากกว่า
 - 4.7.2.3 มี Rated voltage อยู่ในช่วง 450 ถึง 500V หรือกว้างกว่า
 - 4.7.2.4 มี Nominal charge/discharge 0.5C หรือดีกว่า
 - 4.7.2.5 มีพอร์ตการสื่อสาร RS485 หรือ CAN ได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.7.2.6 มีหน้าจอแสดงผลแบบ Touch screen ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
 - 4.7.2.7 มีมาตรฐานความปลอดภัยรองรับ CE, UL, ROHS หรือ UN38.3, IEC62619 หรือเทียบเท่า
 - 4.7.2.8 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศ พร้อมทั้งหนังสือแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายยื่นแนบมาเพื่อประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง และการให้บริการหลังการขาย
- 4.7.3 คู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน 2 ชุด

- 4.8 อินเวอร์เตอร์ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ 10 kW จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.8.1 ชนิดของอินเวอร์เตอร์ (Inverter Type) : Three-Phase (On-Grid)
 - 4.8.2 ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ (Max. Efficiency) : 98.6% หรือดีกว่า
 - 4.8.3 กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Recommended max. PV power) : 15,000 Wp หรือดีกว่า
 - 4.8.4 มีช่วงแรงดันไฟฟ้า (operating voltage range) : 140 – 980 โวลต์ หรือมากกว่า
 - 4.8.5 จำนวน MPPT (Number of MPP trackers) : 2
 - 4.8.6 มีระบบการเชื่อม (Output) Grid Connection : Three-Phase
 - 4.8.7 กระแสกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Max. Output current) : 16.9 แอมป์
 - 4.8.8 การป้องกัน (Degree of protection) : IP65
- 4.9 ชุดจำลองภาระโหลด RLC จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.9.1 สามารถปรับตั้งค่ากำลังไฟฟ้าของตัวต้านทาน (Resistive load) ได้ตั้งแต่ 0.001 ถึง 4 กิโลวัตต์ หรือมากกว่า โดยมีความละเอียดในการตั้งค่าของกำลังไฟฟ้า 0.001 กิโลวัตต์ หรือดีกว่า
 - 4.9.2 สามารถปรับตั้งค่ากำลังไฟฟ้าของตัวเหนี่ยวนำ (Inductive load) ได้ตั้งแต่ 0.001 ถึง 4 กิโลวาร์ หรือมากกว่า โดยมีความละเอียดในการตั้งค่าของกำลังไฟฟ้า 0.001 กิโลวาร์ หรือดีกว่า
 - 4.9.3 สามารถปรับตั้งค่ากำลังไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ (Capacitive load) ได้ตั้งแต่ 0.001 ถึง 4 กิโลวาร์ หรือมากกว่า โดยมีความละเอียดในการตั้งค่าของกำลังไฟฟ้า 0.001 กิโลวาร์ หรือดีกว่า
 - 4.9.4 สามารถปรับตั้งค่ากำลังไฟฟ้าของตัวต้านทาน กำลังไฟฟ้าของตัวเหนี่ยวนำ และกำลังไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ ด้วยซอฟต์แวร์สำหรับการควบคุมการทำงานแต่ละเฟสได้อย่างอิสระ
 - 4.9.5 สามารถรองรับการทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย (L-N) ที่ช่วงแรงดันไฟฟ้าระหว่าง Line to Neutral ไม่น้อยกว่า 220 โวลต์ ที่ช่วงของความถี่ 50 Hz หรือ 60Hz ได้
 - 4.9.6 สามารถรองรับการทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย (L1-L2-L3-N) ที่ช่วงแรงดันไฟฟ้าระหว่าง Line to Line ไม่น้อยกว่า 380 โวลต์ ที่ช่วงของความถี่ 50 Hz หรือ 60 Hz ได้
 - 4.9.7 สามารถรองรับการทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 3 สาย (L1-L2-L3) ที่ช่วงแรงดันไฟฟ้าระหว่าง Line to Line ไม่น้อยกว่า 380 โวลต์ ที่ช่วงของความถี่ 50 Hz หรือ 60 Hz ได้
 - 4.9.8 คุณสมบัติความสามารถในการวัดค่าพารามิเตอร์โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.9.8.1 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า (Phase Voltage) ที่ช่วง 0 ถึง 300 โวลต์ หรือดีกว่า
 - 4.9.8.2 มีค่าความละเอียดในการวัดแรงดันไฟฟ้า 0.1 โวลต์ หรือดีกว่า
 - 4.9.8.3 มีค่าความแม่นยำในการวัดแรงดันไฟฟ้า $\pm 0.5\%$ หรือดีกว่า
 - 4.9.8.4 สามารถวัดกระแสไฟฟ้า (Current) ที่ช่วง 0 ถึง 100 แอมป์ หรือดีกว่า
 - 4.9.8.5 มีค่าความละเอียดในการวัดกระแสไฟฟ้า 0.1 แอมป์ หรือดีกว่า
 - 4.9.8.6 มีค่าความแม่นยำในการวัดกระแสไฟฟ้า $\pm 0.5\%$ หรือดีกว่า

- 4.9.9 มีความสามารถในการจำลองภาระโหลดโดยรวม (Total Capacity) 36 kVA หรือมากกว่า
- 4.9.10 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศ พร้อมกับหนังสือแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายยื่นแนบมาเพื่อประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง และการให้บริการหลังการขาย
- 4.10 เครื่องวัดและวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.10.1 รองรับการวัดระบบไฟฟ้า 1P2W, 1P3W, 3P4W เป็นอย่างน้อย
- 4.10.2 รองรับการแสดงผลการ FFT analysis, Wiring method, Vector, Numerical, Harmonic, Waveform เป็นอย่างน้อย
- 4.10.3 มีหน้าจอแสดงผลแบบ WXGA touch panel LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว
- 4.10.4 สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องมือวัดผ่านฟังก์ชัน HTTP server ได้
- 4.10.5 สามารถรองรับการทำงานร่วมกับโปรแกรม LabVIEW หรือ MATLAB
- 4.10.6 มีโมดูลวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่รองรับการวัด DC, 0.1 Hz ถึง 1 MHz จำนวน 8 โมดูล โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.10.6.1 มีอัตราการสุ่มตัวอย่างในการวัด 2.5 MHz หรือดีกว่า
- 4.10.6.2 มีค่าความละเอียดในการวัด (ADC) 16 บิต หรือดีกว่า
- 4.10.6.3 รองรับฟังก์ชัน Low Pass Filter ที่ Cutoff frequency : 500 Hz, 1 kHz, 5 kHz, 10 kHz, 50 kHz, 100 kHz, 500 kHz หรือมากกว่า
- 4.10.6.4 สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าที่อินพุต AC 1,000 V, DC 1,500 V, ± 2000 Vpeak หรือดีกว่า
- 4.10.6.5 สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าที่ Line to GND 600V AC, 1,000V DC CAT III
- 4.10.6.6 สามารถรองรับการวัดกระแสไฟฟ้าจากเซ็นเซอร์ภายนอกที่มีจุดเชื่อมต่อแบบ BNC หรือ เซ็นเซอร์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกัน
- 4.10.7 มีช่วงการวัดของแรงดันไฟฟ้า 6 V, 15 V, 30 V, 60 V, 150 V, 300 V, 600 V, 1500 V หรือมากกว่า
- 4.10.8 พอร์ตการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าภายนอกสามารถรองรับแรงดันไฟฟ้า 8 V หรือมากกว่า
- 4.10.9 มีค่าความแม่นยำในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง $\pm 0.02\% + 0.05\%$ หรือดีกว่า
- 4.10.10 มีค่าความแม่นยำในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับในช่วงความถี่ 50 Hz $\pm 0.02\% + 0.05\%$ หรือดีกว่า
- 4.10.11 มีค่าความแม่นยำในการวัดกำลังไฟฟ้า (Active Power) แบบ DC $\pm 0.02\% + 0.05\%$ หรือดีกว่า
- 4.10.12 มีค่าความแม่นยำในการวัดกำลังไฟฟ้า (Active Power) ที่ช่วงความถี่ 50 Hz $\pm 0.02\% + 0.05\%$ หรือดีกว่า

- 4.10.13 รองรับการวัดค่าพารามิเตอร์พื้นฐาน Voltage, Current, Active power, apparent power, reactive power, Power Factor, Phase angle, Voltage peak, Current peak หรือมากกว่า
- 4.10.14 มี Interface การเชื่อมต่อแบบ USB, LAN, RS-232C หรือมากกว่า
- 4.10.15 สามารถทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทยได้
- 4.10.16 มีซอฟต์แวร์สำหรับการแสดงผลหรือการควบคุมเครื่องมือวัดผ่านคอมพิวเตอร์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกัน
- 4.10.17 มีฟังก์ชันสำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.10.17.1 สามารถรองรับสัญญาณอินพุตที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ
 - 4.10.17.2 ช่องสัญญาณ CH A, CH C, CH E, CH G รองรับสัญญาณ Analog DC, Frequency, Pulse
 - 4.10.17.3 ช่องสัญญาณ CH B, CH D, CH F, CH H รองรับสัญญาณ Frequency, Pulse
 - 4.10.17.4 สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าทางอินพุตสูงสุด 20 V หรือดีกว่า
 - 4.10.17.5 สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ Voltage, Torque, RPM, Frequency, Slip, Motor Power หรือมากกว่า
- 4.10.18 มีเซ็นเซอร์สำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าในช่วงการวัด 500 A AC/DC จำนวน 4 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.10.18.1 รองรับการวัดในช่วงของความถี่ DC ถึง 2 MHz หรือมากกว่า
 - 4.10.18.2 มีค่าความแม่นยำในการวัดกระแสไฟฟ้าตรง $\pm 0.04\%$ rdg $\pm 0.008\%$ f.s. หรือดีกว่า
 - 4.10.18.3 มีค่าความแม่นยำในการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับที่ช่วงความถี่ 50Hz/60Hz $\pm 0.04\%$ rdg $\pm 0.008\%$ f.s. หรือดีกว่า
 - 4.10.18.4 เป็นเซ็นเซอร์สำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันเพื่อประสิทธิภาพความแม่นยำในการวัดกระแสไฟฟ้า
- 4.10.19 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศ พร้อมกับหนังสือแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายยื่นแนบมาเพื่อประกอบการพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง และการให้บริการหลังการขาย
- 4.10.20 อุปกรณ์ประกอบ
 - 4.10.20.1 Power Cord จำนวน 1 เส้น
 - 4.10.20.2 Instruction Manual จำนวน 1 เล่ม
 - 4.10.20.3 กระจเป่าสำหรับใส่เครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า จำนวน 1 ใบ

4.10.20.4 ชุดสายสำหรับวัดแรงดันไฟฟ้า

จำนวน 8 ชุด หรือมากกว่า

- 4.11 เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล จำนวน 1 เครื่อง โดยมีคุณสมบัติดังนี้
- 4.11.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่มีแกนหลักรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 Core) และแกนเสมือนรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนเสมือน (8 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ จำนวน 1 หน่วย
 - 4.11.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 16 MB มีหน่วยความจำสำรอง (RAM) ไม่น้อยกว่า 16GB
 - 4.11.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 4.11.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
 - 4.11.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
 - 4.11.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.11.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
 - 4.11.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
 - 4.11.9 มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 27 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย
- 4.12 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก สำหรับรองรับงานในด้านปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีคุณสมบัติดังนี้
- 4.12.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่มีแกนหลักรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 Core) และแกนเสมือนรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนเสมือน (8 Thread) และมีความเร็วสัญญาณของนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.0 GHz
 - 4.12.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 16 MB

- 4.12.3 มีหน่วยประมวลผลสำหรับงานในด้านปัญญาประดิษฐ์ AI โดยเฉพาะหรือ Neural Processing Unit (NPU) เพื่อรองรับการทำงาน AI มีหน่วยประมวลผลประมวลผลสำหรับงานด้านกราฟฟิกโดยเฉพาะหรือ Graphic Processing Unit (GPU) เพื่อรองรับการทำงานเสริมร่วมกับ AI
- 4.12.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
- 4.12.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
- 4.12.6 มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,920 x 1,080 pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว
- 4.12.7 มีกล้องความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,280 x 720 pixel หรือ 720p
- 4.12.8 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 4.12.9 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.12.10 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.12.11 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11 ax) และ Bluetooth

5. ข้อกำหนดอื่นๆ

- 5.1 บริษัทผู้ขายสินค้าจะต้องมีศูนย์ซ่อมและบริการภายในประเทศไทย โดยมีหนังสือรับรอง
- 5.2 ภายหลังจากส่งมอบสินค้าแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดตามที่กำหนดไว้โดยผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง พร้อมเดินระบบไฟฟ้า ระบบแสดงผล และระบบความปลอดภัย เพื่อให้อุปกรณ์ทั้งหมดสามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
- 5.3 ต้องส่งมอบรายงานครุภัณฑ์ทั้งหมด โดยรายงานครุภัณฑ์แต่ละตัวจะต้องประกอบด้วย ชื่อครุภัณฑ์ หมายเลขประจำครุภัณฑ์ ยี่ห้อ รุ่น หมายเลขประจำเครื่อง จำนวน สถานที่ติดตั้ง/ใช้งาน และภาพถ่ายครุภัณฑ์ในมุมมองต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 4-5 ภาพต่อครุภัณฑ์ หรือรายละเอียดอื่น ๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ในรูปแบบเอกสารที่เป็นกระดาษและไฟล์ข้อมูลในสื่อบันทึกข้อมูล เช่น แผ่นซีดี แผ่นดีวีดี แฟลชไดรฟ์ (Flash Drive) เป็นต้น โดยที่ไฟล์ข้อมูลเอกสารดังกล่าวจะต้องสามารถปรับแต่งแก้ไขได้ และรายละเอียดอื่น ๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างต้องการ
- 5.4 ภายหลังจากส่งมอบสินค้าและติดตั้งอุปกรณ์แล้ว ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมการใช้งาน และการบำรุงรักษาให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้องให้สามารถใช้งานได้ครอบคลุม และด้วยความถูกต้อง โดยมีระยะเวลาการอบรมไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง ผู้เข้าอบรมไม่น้อยกว่า 10 คน
- 5.5 ผู้รับจ้างจะต้องระบุหมายเลขประจำครุภัณฑ์ให้กับครุภัณฑ์ทุกตัวอย่างชัดเจนด้วยการเขียน หรือด้วยวิธีการใดที่เป็นการถาวร

6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติ

ดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วน
ข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวัน
เสนอราคาด้วย

7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 180 วัน
8. ระยะเวลาการรับประกัน 1 ปี
9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภัทร พันธุ์คง)
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวัฒน์ รมโพธิ์ชัย)
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ กิจวัฒนา)
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ลงชื่อ.....หัวหน้าหน่วยงาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ต่อสกุล)
ตำแหน่ง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์