รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. **ชื่อครุภัณฑ์** ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ด้วยการวิเคราะห์เชิงลึก โดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)
2. **จำนวนที่ต้องการ** 1 ชุด
3. **รายละเอียดทั่วไป**

3.1. เป็นชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ด้วยการวิเคราะห์เชิงลึก โดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่ใช้ประกอบการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริงในการใช้อุปกรณ์ IoT สำหรับการเชื่อมต่อและการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ

3.2. เป็นชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ ใช้สำหรับสอนการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ IoT เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับลึก

3.3. เป็นชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ เพื่อให้ความรู้พื้นฐานและทักษะในการใช้เครื่องมือและอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ในการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล IoT

4. **รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ**

4.1. ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT พื้นฐานแบบที่ 1 จำนวน 20 ชุด

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1. โมดูล Raspberry Pi มีคุณสมบัติดังนี้

4.1.1.1. มีหน่วยประมวลผล BCM2712 quad-core 64-bit Arm Cortex-A76 CPU หรือดีกว่า

4.1.1.2. มีหน่วยความจำ LPDDR4 8GB หรือดีกว่า

4.1.1.3. มี Bluetooth 5.0 หรือดีกว่า

4.1.1.4. มีพอร์ต USB และ Ethernet หรือดีกว่า

4.1.1.5. มี GPIO จำนวน 40 pins หรือดีกว่า

4.1.2. โมดูล สมองกลฝังตัว 8 บิต มีคุณสมบัติดังนี้

4.1.2.1. มีชิปประมวลผลเบอร์ ATmega328 หรือดีกว่า

4.1.2.2. มีหน่วยความจำ ROM 32 KB หรือดีกว่า

4.1.2.3. มีหน่วยความจำ SRAM 2 KB หรือดีกว่า

4.1.2.4. มี Digital I/O จำนวน 8 Pins หรือดีกว่า

4.1.2.5. มี Analog IN จำนวน 6 Pins หรือดีกว่า

4.1.3. โมดูล สมองกลฝังตัว 32 บิต

4.1.3.1. มีชิปประมวลผลเบอร์ ESP32 หรือ Xtensa® 32-bit หรือดีกว่า

4.1.3.2. มีหน่วยความจำ on-chip SRAM 512KB หรือดีกว่า

4.1.3.3. มี Digital I/O จำนวน 30 Pins หรือดีกว่า

4.1.3.4. โมดูล WIFI + Bluetooth

4.1.4. วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง onboard

4.1.5. วงจรเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น onboard

4.1.6. วงจรเซนเซอร์อัลตร้าโซนิค onboard

4.1.7. วงจรฐานเวลานาฬิกา onboard

4.1.8. วงจรเซนเซอร์แสง onboard

4.1.9. วงจรขับมอเตอร์ onboard

4.1.10. วงจรแปลงสัญญาณ TTL เป็น RS232 onboard

4.1.11. วงจรแสดงผล LED จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว onboard

4.1.12. วงจรปุ่มกด button switch จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว onboard

4.1.13. วงจรตัวต้านทานปรับค่าได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว onboard

4.1.14. วงจรตัวต้านทานแบบคงที่ จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว onboard

4.1.15. โมดูล Keypad ชนิด 4x3 Matrix

4.1.16. จอแสดงผล OLED หรือดีกว่า

4.1.17. จอแสดงผลแบบ LCD หรือดีกว่า

4.1.18. มี Breadboard ขนาด 400 จุด หรือดีกว่า onboard

4.1.19. ชุดคู่มือการเรียนรู้ระบบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไม่น้อยกว่า 20 ใบงาน

4.1.20. ชุดคู่มือการเรียนรู้ระบบ Internet of Things ไม่น้อยกว่า 15 ใบงาน

4.2. ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้เทคโนโลยี IoTพื้นฐานแบบที่ 2 จำนวน 60 ชุด

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1.เป็นแผงวงจรที่สามารถควบคุมการเปิด-ปิด ไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้องได้

4.2.2.อุปกรณ์สามารถเชื่อมต่อกับ Router หรือ Modem อินเตอร์เน็ตผ่านสัญญาณ Wifi ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่ออุปกรณ์ Controller/Gateway หรือผ่านตัวแปลงสัญญาณ

4.2.3.เมื่อระบบหรืออุปกรณ์ไม่ทำงาน สวิตช์ต้องสามารถใช้งานได้ตามปกติ

4.2.4.มี Power Supply Isolate เพื่อป้องกันไฟดูด

4.3. ชุดฝึกการตรวจจับสภาพอากาศ จำนวน 1 ชุด

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1. ชุดฝึกการตรวจอากาศนี้จะใช้สำหรับการวัดตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางลม ความกดอากาศ แสงยูวี ความเข้มของแสง ความเข้มข้นของฝุ่นละออง และระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4.3.2. ตัวแปรที่วัด

4.3.2.1. สภาพอากาศ: ฝน อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ทิศทางลม ความกดอากาศ

4.3.2.2. แสง: ความเข้มแสง (แดง เขียว น้ำเงิน อินฟราเรดใกล้ รวม) ดัชนียูวี (UV Index)

4.3.2.3. ฝุ่น: PM1, PM2.5, PM4, PM10

4.3.2.4. รอยเท้าคาร์บอน: CO2

4.3.3. ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ไม่ต้องใช้ปลั๊กไฟ

4.4. ชุดฝึกการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า จำนวน 5 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.1. คุณสมบัติทั่วไป

4.4.1.1. ชุดฝึกที่มีมิเตอร์ดิจิตอลที่มีการวัดพลังงานไฟฟ้าแบบ 3 เฟสและการจัดการโหลด

4.4.1.2. รองรับการวัดค่าพลังงานจริง (True PF) และพลังงานสลับ (Displacement PF)

4.4.1.3. อ่านค่าพลังงานแอคทีฟ (Active Energy), พลังงานรีแอคทีฟ (Reactive Energy), และพลังงานแอพเพอเรนท์ (Apparent Energy)

4.4.1.4. เก็บค่าสูงสุดของพารามิเตอร์ในขณะนั้นพร้อมการประทับเวลา

4.4.1.5. ฟีเจอร์ Snap: บันทึกค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้า, ค่าเฉลี่ยกระแสไฟฟ้า, พลังงานแอคทีฟทั้งหมด และพลังงานที่ส่งไป

4.4.2. การวัดพารามิเตอร์

4.4.2.1. วัดพลังงานใน 4 ควอดรันท์ (Quadrants)

4.4.2.2. รองรับการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าทั้งแบบสาย-นิวตรอน (L-N) และสาย-สาย (L-L)

4.4.2.3. วัดค่า Total Harmonic Distortion (THD%) สำหรับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

4.4.3. ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิค:

4.4.3.1. ระดับความแม่นยำสำหรับพลังงานแอคทีฟ: Class 1 หรือ Class 0.5S

4.4.3.2. อัตราการสุ่มตัวอย่างต่อรอบ: 64

4.4.3.3. รองรับการสื่อสารผ่านพอร์ต RS-485

4.4.3.4. การบันทึกข้อมูลพลังงาน: kWh, kVAh, kVARh (4 Quadrants)

4.5. ซอฟแวร์แพลตฟอร์ม IoT จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.1. มีระบบ Web Portal สำหรับการบริหารจัดการข้อมูลได้แก่การลงทะเบียน การจัดเก็บข้อมูลโครงงานของนักศึกษา และ เผยแพร่ประชาสัมพันธ์โครงงานสู่สาธารณะ

4.5.2. มีระบบ IoT Platform สำหรับการพัฒนางานด้าน IoT ซึ่งรองรับกระบวนการต่าง ๆ ในการพัฒนาโครงงาน IoT เช่น การบริหารจัดการ Devices การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่าง Devices กับแพลตฟอร์ม และการแสดงผลข้อมูล Devices ในรูปแบบ Dashboard เป็นต้น

4.5.3. ระบบ Web Portal มีคุณลักษณะดังนี้

4.5.3.1. สามารถบริหารจัดการข้อมูล และ สิทธิ์การใช้งานระบบได้

4.5.3.2. สามารถบันทึก และ แสดงผลข้อมูลแนะนำการใช้งาน Platform ได้

4.5.3.3. สามารถบันทึกและแสดงผลข้อมูลแนะนำโครงงานของนักศึกษาได้

4.5.3.4. สามารถบันทึกและแสดงผลข้อมูลรายละเอียดโครงงานของนักศึกษาได้

4.5.3.5. สามารถบันทึกและแสดงผลข้อมูลข่าวประชาสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับ Platform ได้’

4.5.3.6. สามารถบันทึกและแสดงผลข้อมูลคำถามที่พบบ่อย (FAQ) ได้

4.5.3.7. สามารถบันทึกและแสดงผลข้อมูลคู่มือการใช้งานระบบ Platform ได้

4.5.3.8. สามารถสืบค้นข้อมูลโครงงานได้ (Search)

4.5.3.9. รองรับการจัดเก็บข้อมูลโครงงานได้ไม่น้อยกว่า 500 โครงงาน

4.5.3.10. สามารถเข้าใช้บริการระบบ แพลตฟอร์ม cloud บน Web Browser Microsoft Edge, Chrome, Firefox และ Safari รวมถึงการใช้งานด้วย Web Browser บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้

4.5.3.11. มี Domain name โดยเฉพาะสำหรับมหาวิทยาลัย

4.5.3.12. ระบบ Web Portal มีคู่มือการใช้งานระบบเบื้องต้น แบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (e-book) และ วิดีโอ (Video) มีระบบ Call center เพื่อใช้ในการสอบถามข้อมูล แจ้งปัญหา และ แนวทางการแก้ไข ผ่านทาง โทรศัพท์, E-mail และ Line official

4.5.4. ระบบ IoT Platform มีคุณลักษณะดังนี้

4.5.4.1. สามารถบริหารจัดการข้อมูล และ สิทธิ์การใช้งานระบบได้

4.5.4.2. สามารถเชื่อมโยงระบบ IoT ผ่านมาตรฐานเชื่อมโยง เช่น MQTT, CoAP, HTTP ได้เป็นอย่างน้อย

4.5.4.3. สามารถบริหารจัดการข้อมูลอุปกรณ์ IoT ได้ (Asset Management)

4.5.4.4. สามารถแจ้งเตือนปัญหา Sensor ที่เชื่อมต่อได้

4.5.4.5. สามารถสร้างและปรับเปลี่ยน Customizable rule chains, widgets ได้

4.5.4.6. สามารถนำเข้าข้อมูลจากเซนเซอร์ไปประมวลผลแล้วสั่งให้อุปกรณ์ IoT ในระบบทำตามเงื่อนไขที่กำหนดได้

4.5.4.7. มี Widgets Template หลากหลายเป็น Template ให้เลือกใช้ดังต่อไปนี้ Alarm Widget, Analogue Gauges, Chart, Control Widget, Date, Digital Gauge, Input Widget, แผนที่ เป็นต้น

4.5.4.8. สามารถสร้างและปรับเปลี่ยน Customizable Dashboards ได้

4.5.4.9. สามารถแสดงข้อมูลจาก Sensor บน Dashboard และควบคุมอุปกรณ์ผ่าน User Interface ได้

4.5.4.10. สามารถส่งออกข้อมูลในรูปแบบ CSV/XLS ได้

4.5.4.11. สามารถเชื่อมโยงข้อมูล IoT Sensor ในรูปแบบ APIs ได้

4.5.4.12. รองรับการเชื่อมโยงข้อมูลไปยังระบบฐานข้อมูลอื่นได้

4.5.4.13. รองรับอุปกรณ์ IoT ได้ไม่น้อยกว่า 1,000 Devices

4.5.4.14. รองรับผู้ใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 500 ผู้ใช้งาน

4.6. ชุดทดลองระบบสื่อสารแบบบล็อกไดอะแกรม จำนวน 10 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.6.1. รายละเอียดทั่วไป

4.6.1.1. เป็นชุดทดลองสำหรับศึกษาและฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับระบบสื่อสารอนาล็อกและดิจิตอลได้

4.6.1.2. ชุดทดลองมีลักษณะเป็นแผงทดลองด้านหน้ามีลายสกรีนวงจร Block Diagram ทางด้านสื่อสารพร้อมมีจุดต่อวงจร (Socket) และสายต่อวงจรทดลอง

4.6.2. รายละเอียดทางเทคนิค

4.6.2.1. เป็นชุดทดลองที่สามารถศึกษาและฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับระบบสื่อสารโทรคมนาคมทั้งแบบอนาล็อกและแบบดิจิตอลได้

4.6.2.2. สามารถจะให้ผู้เรียนศึกษาจากทฤษฎีทางด้านสื่อสารแบบ Block Diagram แล้วต่อวงจรสื่อสารต่างๆจาก Function blocks บนแผงทดลองจริงได้

4.6.2.3. แผงทดลองมีลายวงจรแบบ Function Block ของวงจรสื่อสารต่างๆ พร้อมมีซ็อคเก็ตสำหรับต่อวงจรทดลอง

4.6.2.4. แผงทดลองจะต้องมีวงจรฟังก์ชันบล็อกทางด้านสื่อสารเพื่อต่อวงจรทดลองประกอบด้วยและมีรายละเอียดดังนี้

4.6.2.4.1. วงจร Adder

4.6.2.4.2. วงจร Dual Analog Switch

4.6.2.4.3. วงจร Master Signal

4.6.2.4.4. วงจร Multiplier

4.6.2.4.5. วงจร Noise Generator

4.6.2.4.6. วงจร PCM Encoder

4.6.2.4.7. วงจร PCM Decoder

4.6.2.4.8. วงจร Sequence Generator

4.6.2.4.9. วงจร Tuneable LPF

4.6.2.4.10. วงจร Twin Pulse Generator

4.6.2.4.11. วงจร Utilities

4.6.2.4.12. วงจร Variable DC V

4.6.2.4.13. วงจร VCO

4.6.2.4.14. QPSK Experiment expansion board

4.6.2.4.15. Line-Coding & PLL Experiments expansion board

4.6.2.5. ชุดทดลองมีอุปกรณ์การใช้งานดังนี้

4.6.2.5.1.	แหล่งจ่ายไฟฟ้า 12 VDC ให้กับแผงทดลอง	จำนวน 1 ชุด
4.6.2.5.2.	สายต่อวงจร	จำนวน 1 ชุด
4.6.2.5.3.	คู่มือการใช้งาน (User Manual)	จำนวน 1 ชุด
4.6.2.5.4.	ใบงานการทดลอง (Experiments Sheet)	จำนวน 1 ชุด

4.6.2.6. ชุดทดลองแต่ละชุดสามารถทำการทดลองได้ครอบคลุมเนื้อหาดังนี้

4.6.2.6.1. เรื่อง Modelling Equations

4.6.2.6.2. เรื่อง Amplitude Modulation (AM)

4.6.2.6.3. เรื่อง Double Side Band (DSB)

4.6.2.6.4. เรื่อง Single Sideband (SSB)

4.6.2.6.5. เรื่อง Frequency Modulation (FM)

4.6.2.6.6. เรื่อง Pulse Width Modulation (PWM)

4.6.2.6.7. เรื่อง Carrier Acquisition using PLL

4.6.2.6.8. เรื่อง Superheterodyne Principle

4.6.2.6.9. เรื่อง Pulse Code Modulation (PCM)

4.6.2.6.10. เรื่อง Amplitude Shift Keying (ASK)

4.6.2.6.11. เรื่อง Frequency Shift Keying (FSK)

4.6.2.6.12. เรื่อง Introduction to GFSK

4.6.2.6.13. เรื่อง Delta Modulation

4.6.2.6.14. เรื่อง Delta-Sigma Modulation

4.6.2.6.15. เรื่อง Spread Spectrum

4.6.2.6.16. เรื่อง QPSK modulation

4.6.2.6.17. เรื่อง Signal Constellations

4.6.2.6.18. เรื่อง Line-Code Decoding and decision making in a noisy baseband channel

4.6.2.6.19. เรื่อง DPSK in a noisy passband channel

4.6.2.6.20. เรื่อง FM demodulation using the PLL

4.7. เครื่องประมวลผลสำหรับงานวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 40 เครื่อง

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.7.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 20 แกนหลัก (20 core) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 5.3 GHz จำนวน 1 หน่วย

4.7.2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำ แบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 30 MB

4.7.3. มีหน่วยประมวลผลกราฟฟิก ที่มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 16 GB หรือดีกว่า

4.7.4. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5-5600 ขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB หรือดีกว่า

4.7.5. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB จำนวน 1 หน่วย

4.7.6. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.7.7. สามารถใช้งาน Wireless ที่รองรับ Wi-Fi และ Bluetooth 5.3 หรือดีกว่า

4.7.8. มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 3.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 5 ช่อง

4.7.9. มีมีช่องสาหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก แบบ HDMI หรือ Display Port จำนวน 2 ช่อง เป็นอย่างน้อย

4.7.10. มีแป้นพิมพ์และมีเมาส์ โดยทั้งชุดต้องเป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวเครื่องคอมพิวเตอร์

4.7.11. มีจอภาพแสดงแบบ IPS หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 27 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย โดยมีช่องเสียบ USB 3.2 ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

4.7.12. มี Software Operating System MS Windows 11 Pro หรือดีกว่า

4.7.13. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอต้องสนับสนุนการทำงานแบบ Work From Home โดยมี BIOS แผงวงจรหลัก และยูทิลิตี้ ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมายยี่ห้อเดียวกับตัวเครื่อง สามารถกำหนดค่า (Configure) เริ่มต้นการใช้งาน ส่วนประกอบบนแผงวงจรหลักได้ เช่น อนุญาต (Enable) / ไม่อนุญาต (Disable) การใช้งานพอร์ต USB, Bluetooth, Wireless LAN เป็นต้น

4.7.14. มีศูนย์บริการมาตรฐาน ISO 9001 ไม่น้อยกว่า 10 ศูนย์ มีการรับประกันเป็นเวลา 3 ปี พร้อม Call Center ที่ให้บริการแบบ 7 วัน x 24 ชั่วโมง ที่มีเบอร์โทรศัพท์รับแจ้งปัญหาทางเทคนิคแบบเบอร์โทรฟรีทั้งโทรศัพท์พื้นฐานและโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ให้บริการซ่อมบำรุงรักษาพร้อมอะไหล่ถึงสถานที่ (On Site Service)

4.7.15. ผู้เสนอราคา หรือบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์มีบริการ Call Center ที่ให้บริการแบบ 7 วัน x 24 ชั่วโมงพร้อมหมายเลขโทรศัพท์รับแจ้งเหตุขัดข้องแบบเบอร์โทรฟรีทั้งโทรศัพท์พื้นฐานและโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอต้องติดตั้ง Software เพื่อตรวจสอบ แจ้งเตือนความชำรุด เสียหาย ของอุปกรณ์ต่างๆ ได้ โดยที่ Software นั้นต้องสามารถทำการแจ้งเปิดงานซ่อมผ่านทาง e-mail ไปยังศูนย์บริการ Call Center ได้ โดยมีเอกสารแคตตาล็อค Datasheet พร้อมหนังสือรับรองจากบริษัทผู้ผลิต หรือสาขาของผู้ผลิตในประเทศไทย

4.8. เครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้าออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) จำนวน 10 เครื่อง

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.8.1. เป็นเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้วัดสัญญาณขนาด 125 MHz หรือดีกว่า

4.8.2. มีความสามารถวัดสัญญาณแบบอนาล็อกได้พร้อมกันอย่างน้อย 4 ช่องสัญญาณ

4.8.3. มี Sample rate สูงสุดไม่น้อยกว่า 1.25 GSa/s

4.8.4. มีจอแสดงผลเป็นแบบ multi-touch ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว

4.8.5. มีฟังก์ชัน Math และ FFT ภายในตัวเครื่อง

4.8.6. มีค่าความละเอียดแนวตั้ง (Vertical Resolution) ไม่น้อยกว่า 12 bits

4.8.7. มีช่อง interface มาตรฐาน ได้แก่ USB host, USB device, LAN, HDMI ไม่น้อยกว่าอย่างละ 1ช่อง

4.8.8. มีมาตรฐาน safety : EN 61010-1:2019, EN 61010-031:2015, IEC 61010-1:2016 เป็นอย่างน้อย

4.8.9. มีมาตรฐาน EMC DIRECTIVE 2014/30/EU

4.8.10. มีช่อง Power Supply Interface แบบ Type C

4.8.11. รายละเอียดทางเทคนิค

4.8.11.1. General

4.8.11.1.1. Analog Bandwidth (-3 dB) : 125 MHz

4.8.11.1.2. No. of Analog Channels : 4

4.8.11.1.3. Vertical Resolution : 12 bits

4.8.11.2. Vertical system Analog Channels

4.8.11.2.1. Input Coupling : DC, AC, or GND

4.8.11.2.2. Input Impedance : 1 MΩ ± 1%

4.8.11.2.3. Probe Attenuation Coefficient : 0.001X to 50000X

4.8.11.2.4. Maximum Input Voltage : CAT I 300 Vrms, 400 Vpk (DC + Vpeak)

4.8.11.2.5. Vertical Sensitivity Range : 200 µV/div to 10 V/div

4.8.11.3. Horizontal System Analog Channels

4.8.11.3.1. Time Base Range : 2 ns/div to 500 s/div

4.8.11.3.2. Time Base Resolution : 100 ps

4.8.11.3.3. Time Base Accuracy : ±25 ppm ± 5 ppm/year

4.8.11.4. Acquisition Mode : Normal, Peak Detection, Average, UltraAcquire

4.8.11.5. Trigger System

4.8.11.5.1. Trigger Sources: Analog channel (CH1 to CH4), digital channel (D0 to D15)

4.8.11.5.2. Trigger Coupling: DC, AC, HF Reject, LF Reject

4.8.11.5.3. Trigger Type : Edge, Pulse, Slope, Video, Pattern, Duration, Timeout, Runt, Window, Delay, Setup/Hold, Nth Edge, RS232/UART, I2C, SPI, CAN, and LIN

4.8.11.6. Waveform math

4.8.11.6.1. Arithmetic: A+B, A-B, A×B, A/B, FFT, A&&B, A||B, A^B, !A, Intg, Diff, Sqrt, Lg, Ln, Exp, Abs, AX+B, LowPass, HighPass, BandPass, and BandStop

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

4.9. เครื่องวิเคราะห์สัญญาณสเปกตรัม (Spectrum Analyzer) จำนวน 10 เครื่อง

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.9.1. เป็นเครื่องวิเคราะห์สัญญาณสเปกตรัม ที่มีช่วงการใช้งานตั้งแต่ 100 kHz ถึง 500 MHz หรือกว้างกว่า

4.9.2. มีหน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว แบบ TFT LCD ที่มีความละเอียด 800 x 480 หรือดีกว่า

4.9.3. มี Interface ได้แก่ USB host, USB device และ LAN อย่างละ 1 ช่อง หรือมากกว่า

4.9.4. มีช่องต่อ Connector ของ RF In ชนิด N(f), 50 Ω ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.9.5. มีมาตรฐาน Electrical Safety IEC 61010-1:2010 (Third Edition)/EN 61010-1:2010,UL 61010-1:2012 R4.16 and CAN/CSA-C22.2 NO. 61010-1-12+ GI1+ GI2 หรือเทียบเท่า

4.9.6. มีมาตรฐาน EMC IEC61326-1: 2013/EN61326-1: 2013 Group 1 Class A standard หรือเทียบเท่า

4.9.7. รายละเอียดทางเทคนิค

4.9.7.1. Frequency

4.9.7.1.1. Frequency range: 100 kHz to 500 MHz

4.9.7.1.2. Frequency resolution : 1 Hz

4.9.7.1.3. Span : 0 Hz, 100 Hz to maximum frequency

4.9.7.1.4. Temperature stability : < 2 ppm (0°C to 50°C, reference to 25°C)

4.9.7.1.5. Aging: < 2 ppm/year

4.9.7.2. Bandwidth

4.9.7.2.1. Resolution Bandwidth (RBW) : 100 Hz to 1 MHz (in 1-3-10 sequence)

4.9.7.2.2. Video Bandwidth (VBW) : 1 Hz to 3 MHz (in 1-3-10 sequence)

4.9.7.3. Sweep

4.9.7.3.1. Sweep time

4.9.7.3.1.1. span ≥ 100 Hz : 10 ms to 500 s

4.9.7.3.1.2. zero span : 20 µs to 500 s

4.9.7.3.2. Sweep Mode : continuous, single

4.9.7.4. SSB Phase Noise

4.9.7.4.1. Carrier offset (10 kHz) : <-80 dBc/Hz

4.9.7.4.2. Carrier offset (100 kHz) : <-100 dBc/Hz (typ.)

4.9.7.5. Amplitude

4.9.7.5.1. Measurement Range : fc ≥ 10 MHz / DANL to +20 dBm

4.9.7.5.2. Maximum Input Level (DC voltage) : 50 V

4.9.7.5.3. Maximum Damage Level : +30 dBm (1 W)

4.9.7.6. Displayed Average Noise Level (DANL)

4.9.7.6.1. PA off (100 kHz to 1 MHz) : <-90 dBm, <-110 dBm (typ.)

(1 MHz to 500 MHz) : <-100 dBm, <-110 dBm (typ.)

4.9.7.6.2. PA on (100 kHz to 1 MHz) : <-110 dBm, <-130 dBm (typ.)
(1 MHz to 500 MHz) : <-120 dBm, <-130 dBm (typ.)

4.10. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับติดตั้งซอฟต์แวร์แพลตฟอร์ม IoT จำนวน 1 เครื่อง

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.10.1. หน่วยประมวลผลกลาง (Processor) ชนิด 16 แกนหลัก มีความเร็วไม่น้อยกว่า 3.6 GHz หรือดีกว่า จำนวน 2 หน่วย

4.10.2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันไม่น้อยกว่า 45 MB

4.10.3. ต้องมีหน่วยความจำหลัก (memory) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 64 GB

4.10.4. ต้องมีหน่วยจัดเก็บข้อมูล Hard disk drives แบบ Hot-plug หรือ Hot-Swap ชนิด SSD ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 960GB จำนวนไม่น้อยกว่า 4 หน่วย

4.10.5. มีหน่วยควบคุม Raid ที่สามารถจัดการหน่วยเก็บข้อมูล Hard disk ในรูปแบบ Raid 0, 1, 5 เป็นอย่างน้อย

4.10.6. มีส่วนเชื่อมต่อแบบ Ethernet ที่มีความเร็วไม่น้อยกว่า 1Gb จำนวน 1 ports

4.10.7. มีจอ LCD แสดงสถานะการทำงาน ที่ด้านหน้า ซึ่งสามารถทราบถึงความผิดปกติของระบบได้จาก Error Code บน LCD Display

4.10.8. สามารถจัดการเครื่องแม่ข่ายผ่าน micro-USB port

4.10.9. ต้องมีหน่วยจ่ายกระแสไฟฟ้าภายในเครื่อง (Power Supply) ขนาดไม่น้อยกว่า 1000 Watt. จำนวน 2 ชุด มีคุณสมบัติทำงานทดแทนกันได้โดยอัตโนมัติ (Redundant) และสามารถถอดเปลี่ยนได้ทันทีแม้ไม่เกิดปัญหาใดๆ (Hot swap)

4.10.10. ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เสนอจะต้องเป็นรุ่นที่ได้รับการออกแบบเพื่อติดตั้งบน Rack โดยเฉพาะและขนาดไม่เกิน 1U พร้อมอุปกรณ์ Rack ในการติดตั้ง

4.10.11. มีระบบรักษาความปลอดภัย เช่น Secure Boot, TPM 2.0 FIPS เป็นต้น

4.10.12. มีตัวช่วยควบคุมการเข้าถึงระบบ เพื่อรองรับการจัดการเครื่องแม่ข่ายจากระยะไกล โดยไม่ต้องติดตั้ง (Agent-free) หรือเสนอ software เพิ่มเติม รวมถึง มีโปรแกรมช่วยในการควบคุมระบบ (System Management) ซึ่งมีเครื่องหมายการค้าเดียวกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และรองรับความสามารถอย่างน้อยดังนี้

4.10.12.1. สามารถควบคุม power on, power off, system reset, power cycle, และ graceful shutdown ได้

4.10.12.2. สามารถใช้งาน Virtual Console ผ่าน HTML5 และ รองรับการใช้งาน Virtual Media เช่น CD/DVD, Map Removable Disk ได้เป็นอย่างน้อย

4.10.12.3. สามารถป้องกัน การแก้ไข Configuration และ Firmware ของตัวเครื่องได้

4.10.12.4. System Management รองรับการจัดการ Server และ monitor อุปกรณ์ Networking, Storage รวมถึง Third-Party และรองรับอุปกรณ์ได้ไม่น้อยกว่า 8,000 อุปกรณ์

4.10.12.5. System Management รองรับการทำ Integrations กับ third-party เช่น BMC TrueSight, Microsoft System Center, Red Hat Ansible Modules, VMware vCenter and vRealize Operations Manager ได้

4.10.12.6. สามารถ update firmware ของเครื่องได้ภายหลังจากหมดระยะรับประกัน

4.10.13. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายมีศูนย์บริการมาตรฐาน ISO 9001 ไม่น้อยกว่า 10 ศูนย์ มีการรับประกันเป็นเวลา 3 ปี ในกรณีที่เกิดปัญหาทางด้าน Hardware จะมีการติดต่อกลับภายใน 4 ชั่วโมง (4 Hours Response) โดย พร้อม Call Center ที่ให้บริการแบบ 7 วัน x 24 ชั่วโมง ที่มีเบอร์โทรศัพท์รับแจ้งปัญหาทางเทคนิคแบบเบอร์โทรฟรีทั้งโทรศัพท์พื้นฐานและโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ให้บริการซ่อมบำรุงรักษาพร้อมอะไหล่ถึงสถานที่ (On Site Service)

4.10.14. มีการสำรองอะไหล่ และให้การสนับสนุนด้านเทคนิค ในกรณีต่ออายุสัญญาการรับประกันเป็นได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 7 ปี โดยมีเอกสารรับรองจากบริษัทผู้ผลิต หรือสาขาผู้ผลิตในประเทศไทย

4.10.15. ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายในการยื่นประมูลงานครั้งนี้ จากสาขาของเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยโดยตรง

4.11. ซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ระบบข้อสอบ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.11.1. ระบบจัดการผู้ใช้งาน (User Management System) ระบบจัดการผู้ใช้งานเป็นฟังก์ชันหลักที่ช่วยให้สามารถควบคุมการเข้าถึงระบบ การจัดสิทธิ์ การใช้งาน และการติดตามพฤติกรรมของผู้ใช้งานแต่ละประเภทในระบบ โดยมีรายละเอียดและฟีเจอร์สำคัญดังนี้:

4.11.1.1. การลงทะเบียนผู้ใช้งาน (User Registration)

4.11.1.1.1. ผู้ใช้งานสามารถสมัครผ่านหน้าเว็บไซต์ด้วยข้อมูลพื้นฐาน เช่น อีเมล, รหัสผ่าน

4.11.1.1.2. รองรับการลงทะเบียนผ่านบัญชีบุคคลภายนอก เช่น OAuth หรือ SSO

4.11.1.2. การเข้าสู่ระบบ (Login)

4.11.1.2.1. รองรับการเข้าสู่ระบบด้วย:

4.11.1.2.1.1. Username / Password

4.11.1.2.1.2. Google หรือ Microsoft Account (OAuth หรือ OAuth2)

4.11.1.2.1.3. Token จากระบบภายนอก (SSO หรือ JWT)

4.11.1.2.2. ระบบตรวจสอบสถานะบัญชี (แอคทีฟ / ถูกระงับ / หมดอายุ)

4.11.1.3. การกำหนดบทบาทและสิทธิ์ (Role & Permission Management)

4.11.1.3.1. ผู้ใช้งานถูกจัดกลุ่มตามบทบาท เช่น:

4.11.1.3.1.1. Admin: จัดการผู้ใช้งาน, ข้อสอบ, รายงาน, ระบบ

4.11.1.3.1.2. Instructor / Teacher: สร้างข้อสอบ, ตรวจข้อสอบ, ดูรายงานเฉพาะวิชาที่รับผิดชอบ

4.11.1.3.1.3. User / นักเรียน / ผู้สอบ: ทำข้อสอบ ดูผลสอบ ดาวน์โหลดใบรับรอง

4.11.1.3.2. แต่ละบทบาทมีสิทธิ์การเข้าถึงและการใช้งานที่แตกต่างกัน

4.11.1.3.3. ระบบสามารถกำหนดสิทธิ์แบบละเอียด (Granular Permission) เพิ่มเติมได้ เช่น แก้ไขเฉพาะข้อสอบที่ตนสร้าง

4.11.1.4. การจัดกลุ่มผู้ใช้งาน (User Grouping)

4.11.1.4.1. สามารถจัดกลุ่มผู้ใช้งานตามองค์กร หน่วยงาน โรงเรียน หรือหลักสูตร

4.11.1.4.2. ใช้ในการจัดข้อสอบเฉพาะกลุ่ม / รายงานผลเฉพาะกลุ่ม

4.11.1.5. การจัดการบัญชีผู้ใช้งาน (User Account Management)

4.11.1.5.1. Admin สามารถค้นหา/ดู/แก้ไข/ระงับบัญชีผู้ใช้ได้

4.11.1.5.2. ระบบสามารถลบหรือคืนสถานะบัญชีได้

4.11.1.5.3. ระบบแสดงประวัติการเข้าสู่ระบบ (Login Logs)

4.11.1.5.4. บันทึกพฤติกรรมการใช้งาน เช่น วันที่ทำข้อสอบ, เวลาเริ่ม-สิ้นสุด, คะแนน, การพยายามเข้าสู่ระบบผิดพลาด

4.11.1.5.5. Log การใช้งานระบบเก็บไว้ตรวจสอบย้อนหลัง

4.11.1.6. ระบบโปรไฟล์ผู้ใช้งาน (User Profile)

4.11.1.6.1. ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัว เช่น ชื่อ นามสกุล รูปภาพประจำตัว

4.11.1.6.2. รองรับการตั้งค่าบัญชี เช่น เปลี่ยนรหัสผ่าน / ภาษา / รูปแบบแสดงผล

4.11.1.6.3. มีระบบยืนยันตัวตน (Authentication) และการกู้คืนรหัสผ่าน (Forgot Password)

4.11.1.7. การเชื่อมต่อกับระบบภายนอก (External User Sync)

4.11.1.7.1. รองรับการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลหรือ API ภายนอกเพื่อ

4.11.1.7.1.1. ซิงค์บัญชีผู้ใช้งาน

4.11.1.7.1.2. รองรับการดึงข้อมูลประจำตัวจากระบบการศึกษา/HR

4.11.2. ระบบจัดการข้อสอบ (Question & Exam Management System) ระบบจัดการข้อสอบเป็นหัวใจสำคัญของระบบ โดยมีหน้าที่ในการสร้าง แก้ไข จัดเก็บ และจัดการข้อสอบในรูปแบบต่าง ๆ พร้อมฟังก์ชันการจัดกลุ่มชุดข้อสอบ การควบคุมเงื่อนไขการสอบ และระบบอัตโนมัติที่เกี่ยวข้อง โดยประกอบด้วยฟีเจอร์หลักดังต่อไปนี้:

4.11.2.1. การสร้างและจัดการข้อสอบ

4.11.2.1.1. รองรับการสร้างข้อสอบใหม่ผ่านหน้าจอผู้ดูแลระบบหรือผู้สอน

4.11.2.1.2. สามารถจัดกลุ่มข้อสอบตามหัวข้อหลักสูตร วิชา ระดับชั้น หรือหมวดหมู่

4.11.2.1.3. รองรับการบันทึกแบบ Draft, เผยแพร่ (Published) และ Archived

4.11.2.1.4. สามารถระบุ

4.11.2.1.4.1. ระยะเวลาการสอบ (Time limit)

4.11.2.1.4.2. จำนวนครั้งที่อนุญาตให้สอบ (Attempts)

4.11.2.1.4.3. คะแนนผ่านขั้นต่ำ (Passing Score)

4.11.2.1.4.4. วันที่เริ่ม-สิ้นสุดการเปิดสอบ

4.11.2.1.5. สามารถบันทึกเวอร์ชันของข้อสอบ เพื่อย้อนกลับหากจำเป็น (Version History)

4.11.2.2. ระบบจัดการชุดข้อสอบ (Exam Set / Quiz Set)

4.11.2.2.1. สามารถสร้างชุดข้อสอบแบบ

4.11.2.2.1.1. แบบกำหนดเอง (Fixed Questions)

4.11.2.2.1.2. แบบสุ่มจากคลังคำถาม (Randomized)

4.11.2.2.2. รองรับการกำหนดเงื่อนไข

4.11.2.2.2.1. สุ่ม 5 ข้อจากหมวด A และ 10 ข้อจากหมวด B

4.11.2.2.2.2. เวลาในการทำข้อสอบรวม 30 นาที

4.11.2.2.3. รองรับการเปิดสอบเป็นกลุ่ม/รายบุคคล

4.11.2.2.4. ตั้งค่าการเปิดสอบล่วงหน้า / หมดอายุอัตโนมัติ

4.11.2.3. ระบบจัดการคำถาม (Question Bank Management)

4.11.2.3.1. รองรับการสร้างคลังคำถามแบบแยกหมวดหมู่

4.11.2.3.2. ค้นหาข้อสอบด้วย keyword หมวด ระดับความยาก

4.11.2.3.3. รองรับการเพิ่ม media ประกอบคำถาม เช่น รูปภาพ เสียง วิดีโอ

4.11.2.3.4. เพิ่มเฉลยและคำอธิบายประกอบแต่ละคำถาม

4.11.2.3.5. รองรับการตั้งค่าคะแนนต่างกันในแต่ละคำถาม

4.11.2.3.6. ระบุ “ระดับความยาก” เพื่อใช้สุ่มข้อสอบแบบอัตโนมัติ

4.11.2.4. รูปแบบของข้อสอบที่รองรับ ระบบสามารถรองรับการสร้างข้อสอบได้หลากหลายรูปแบบที่นิยมใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน เพื่อให้ครอบคลุมลักษณะการวัดผลในแต่ละบริบทของวิชาและเนื้อหา ดังนี้

4.11.2.4.1. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice): ผู้สร้างข้อสอบสามารถกำหนดคำถามและตัวเลือกคำตอบได้ 2–5 ตัวเลือก โดยกำหนดได้ว่าจะให้เลือกเพียงคำตอบเดียว (Single Answer) หรือหลายคำตอบ (Multiple Answers) พร้อมทั้งสามารถใส่คำอธิบายเพิ่มเติมหรือเฉลยได้

4.11.2.4.2. ข้อสอบแบบเติมคำ (Fill in the Blank): ผู้เข้าสอบต้องพิมพ์คำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดไว้ ระบบสามารถตรวจคำตอบแบบตรง 100% หรือเปรียบเทียบกับชุดคำตอบที่อนุญาตไว้ได้ รองรับการเติมหลายช่องในคำถามเดียว

4.11.2.4.3. ข้อสอบแบบเรียงลำดับ (Ordering) ใช้เพื่อวัดความเข้าใจในลำดับกระบวนการ เช่น ขั้นตอน วิธีการ หรือเหตุการณ์ ผู้เข้าสอบต้องเรียงลำดับข้อความให้ถูกต้องตามลำดับที่กำหนดไว้

4.11.2.5. การควบคุมและตรวจสอบคุณภาพข้อสอบ

4.11.2.5.1. ระบบสามารถสุ่มตรวจสอบคำถามที่มีการใช้งานบ่อย

4.11.2.5.2. มีระบบแสดงสถิติการทำข้อสอบ (เช่น อัตราผ่าน-ตกของแต่ละคำถาม)

4.11.2.5.3. ระบบแจ้งเตือนคำถามที่อาจมีปัญหา (เช่น มีผู้ตอบผิด 95% ขึ้นไป)

4.11.2.5.4. ผู้สอนสามารถเสนอให้ปรับปรุงข้อสอบ พร้อมบันทึกเหตุผล

4.11.2.6. การใช้งานข้อสอบร่วมกัน (Shared & Public Exam Bank)

4.11.2.6.1. รองรับการแบ่งปันชุดข้อสอบระหว่างผู้สอน

4.11.2.6.2. ระบบ “ข้อสอบสาธารณะ” สำหรับการนำเข้าจากคลังกลาง (Global Library)

4.11.2.6.3. สามารถกำหนดสิทธิ์การใช้งานร่วม เช่น view only, duplicate, edit

4.11.3. ระบบทำข้อสอบออนไลน์ (Online Examination System)ระบบทำข้อสอบออนไลน์เป็นกลไกสำคัญที่เปิดให้ผู้ใช้งานเข้าสอบตามข้อสอบที่ได้รับมอบหมาย โดยควบคุมด้วยกฎเกณฑ์และคุณสมบัติเพื่อความแม่นยำ ยุติธรรม และปลอดภัยในการสอบ โดยมีคุณลักษณะและฟังก์ชันหลักดังนี้:

4.11.3.1. การเข้าทำข้อสอบ

4.11.3.1.1. ผู้สอบสามารถเข้าสู่ระบบผ่านเว็บไซต์ Web Application

4.11.3.1.2. ระบบแสดงรายการข้อสอบที่เปิดให้ทำ พร้อมแสดงสถานะ เช่น "ยังไม่เริ่ม" "กำลังสอบ" หรือ "สอบแล้ว"

4.11.3.1.3. ผู้สอบสามารถเริ่มทำข้อสอบภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ เช่น วัน-เวลาเปิดสอบ การเข้าสอบครั้งเดียว หรือหลายครั้ง

4.11.3.2. เงื่อนไขและข้อกำหนดในการสอบ

4.11.3.2.1. รองรับการตั้งค่าเงื่อนไขข้อสอบล่วงหน้า

4.11.3.2.1.1. จำนวนครั้งที่อนุญาตให้สอบ

4.11.3.2.1.2. ระยะเวลาทำข้อสอบ (จับเวลา)

4.11.3.2.1.3. คะแนนผ่านขั้นต่ำ

4.11.3.2.1.4. วันที่เริ่มต้นและสิ้นสุดการสอบ

4.11.3.2.1.5. ล็อกไม่ให้ย้อนกลับข้อที่ทำไปแล้ว (ถ้ากำหนดไว้)

4.11.3.2.2. ระบบแสดงเวลานับถอยหลังขณะทำข้อสอบแบบ Real-time

4.11.3.3. รูปแบบการนำเสนอข้อสอบ

4.11.3.3.1. รองรับการแสดงคำถามได้ทั้งแบบเรียงลำดับ หรือสุ่มข้อสอบตามชุดที่ตั้งไว้

4.11.3.3.2. รองรับเนื้อหามัลติมีเดียภายในคำถาม เช่น ภาพ เสียง หรือวิดีโอ

4.11.3.3.3. รองรับการทำข้อสอบจากอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และสมาร์ตโฟน

4.11.3.4. การบันทึกคำตอบ

4.11.3.4.1. ระบบบันทึกคำตอบของผู้สอบอัตโนมัติทันทีที่มีการเลือกหรือกรอกคำตอบ

4.11.3.4.2. รองรับการบันทึกคำตอบแบบ Manual (เมื่อคลิก “ถัดไป”) และแบบอัตโนมัติ (Auto-save)

4.11.3.4.3. แสดงสถานะแต่ละข้อว่า "ทำแล้ว" "ยังไม่ได้ทำ" หรือ "ข้ามไว้ก่อน"

4.11.3.4.4. สามารถกลับมาแก้ไขคำตอบได้ก่อนส่ง หากระบบเปิดให้ย้อนกลับ

4.11.3.5. การควบคุมความปลอดภัยในการสอบ

4.11.3.5.1. มีระบบสุ่มข้อสอบและตัวเลือกคำตอบให้แตกต่างกันในแต่ละผู้สอบ

4.11.3.5.2. รองรับระบบ IP Whitelist หรือการสอบจากสถานที่ที่กำหนดไว้

4.11.3.6. การส่งข้อสอบและแสดงผลเบื้องต้น

4.11.3.6.1. ผู้สอบสามารถตรวจสอบความถูกต้องก่อนส่งคำตอบ

4.11.3.6.2. ระบบสามารถแจ้งเตือนหากยังมีข้อที่ยังไม่ได้ตอบ

4.11.3.6.3. เมื่อกดยืนยันส่งข้อสอบ ระบบจะประมวลผลคะแนนทันที (สำหรับข้อสอบแบบตรวจอัตโนมัติ)

4.11.3.6.4. สำหรับข้อสอบอัตนัย ระบบแจ้งสถานะว่า “รอผู้ตรวจให้คะแนน”

4.11.3.7. การจัดเก็บผลการสอบ

4.11.3.7.1. บันทึกคะแนน แยกเป็นคะแนนรวม และคะแนนแยกรายข้อ

4.11.3.7.2. แสดงสถิติ เช่น เวลาในการสอบ จำนวนข้อที่ตอบถูก/ผิด

4.11.3.7.3. เก็บประวัติการสอบในฐานข้อมูลเพื่อดูย้อนหลังได้

4.11.3.7.4. รองรับการส่งข้อมูลผลสอบไปยังระบบภายนอกผ่าน API (กรณีมีการเชื่อมต่อ)

4.11.3.8. ประสบการณ์ผู้ใช้งาน

4.11.3.8.1. อินเทอร์เฟซของระบบถูกออกแบบให้ใช้งานง่าย รองรับผู้ใช้งานทุกระดับ

4.11.3.8.2. แสดงสถานะการสอบตลอดเวลา เช่น เวลาที่เหลือ จำนวนข้อที่ทำแล้ว

4.11.3.8.3. มีระบบป้องกันการหลุดจากระบบ หากเครือข่ายไม่เสถียร โดยสามารถกลับเข้าสอบต่อได้ในเวลาที่เหลืออยู่

4.11.4. ระบบออกใบรับรอง (Certificate Issuance System) ระบบออกใบรับรองเป็นส่วนที่ทำหน้าที่สร้างและมอบเอกสารแสดงผลการสอบหรือการผ่านหลักสูตรให้กับผู้เรียนหรือผู้เข้าสอบ โดยระบบจะมีความสามารถในการสร้าง ออกแบบ และจัดการใบรับรองในรูปแบบดิจิทัลหรือดาวน์โหลดเป็นไฟล์ พร้อมรองรับการตรวจสอบความถูกต้อง โดยมีรายละเอียดและคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้:

4.11.4.1. การกำหนดเงื่อนไขการรับใบรับรอง

4.11.4.1.1. สามารถกำหนดเงื่อนไขของการได้รับใบรับรองได้ เช่น

4.11.4.1.1.1. ทำคะแนนสอบผ่านขั้นต่ำที่กำหนด

4.11.4.1.1.2. สอบผ่านในทุกชุดข้อสอบที่ระบบกำหนดไว้

4.11.4.1.1.3. มีการทำแบบประเมินหลังเรียนครบถ้วน

4.11.4.1.1.4. ผ่านการตรวจสอบเอกสารประกอบ (ถ้ามี)

4.11.4.1.2. ระบบสามารถตรวจสอบสถานะผู้ใช้งานและแจ้งสิทธิ์การรับใบรับรองได้อัตโนมัติ

4.11.4.2. การออกแบบและสร้างใบรับรอง

4.11.4.2.1. ระบบมีฟีเจอร์สำหรับการออกแบบใบรับรองในรูปแบบ Template ไม่เกิน 2 template มาตรฐาน

4.11.4.2.2. ผู้ดูแลระบบสามารถกำหนด

4.11.4.2.2.1. ตำแหน่งของชื่อผู้รับ

4.11.4.2.2.2. คะแนนหรือระดับ

4.11.4.2.2.3. วันที่ออกใบรับรอง

4.11.4.2.2.4. รายชื่อผู้อนุมัติหรือผู้ลงนาม

4.11.4.2.2.5. รหัสใบรับรอง

4.11.4.2.3. รองรับโลโก้หน่วยงาน ลายเซ็นดิจิทัล และ QR Code

4.11.4.2.4. สามารถสร้างใบรับรองหลายรูปแบบได้

4.11.4.2.4.1. ใบรับรองการสอบผ่าน

4.11.4.2.4.2. ใบรับรองการจบหลักสูตร

4.11.4.2.4.3. ใบรับรองเฉพาะกิจกรรม (เช่น การอบรม การทดลอง)

4.11.4.3. การแสดงและส่งมอบใบรับรอง

4.11.4.3.1. ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดใบรับรองในรูปแบบไฟล์ PDF ได้โดยตรงจากระบบ

4.11.4.3.2. ใบรับรองสามารถจัดส่งผ่านอีเมลหรือแชร์ลิงก์ได้

4.11.4.3.3. ระบบสามารถพิมพ์ใบรับรองแบบชุด (Bulk Export) สำหรับงานพิธี

4.11.4.3.4. รองรับการสร้างใบรับรองแบบอัตโนมัติเมื่อสอบเสร็จ หรือแบบ Manual กำหนดโดยผู้ดูแล

4.11.4.4. ความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้อง

4.11.4.4.1. แต่ละใบรับรองจะมีหมายเลขหรือรหัสเฉพาะ (Unique Certificate ID)

4.11.4.4.2. ระบบสร้าง QR Code สำหรับการสแกนเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

4.11.4.4.3. รองรับการตรวจสอบผ่านหน้าเว็บ โดยกรอกหมายเลขใบรับรองหรือสแกน QR

4.11.4.5. การจัดการข้อมูลย้อนหลัง

4.11.4.5.1. เก็บประวัติการออกใบรับรองทุกฉบับในระบบ

4.11.4.5.2. ผู้ดูแลสามารถค้นหา/เรียกดูใบรับรองย้อนหลังได้ตามชื่อ, รหัสสอบ, หมายเลขใบรับรอง หรือช่วงเวลา

4.11.4.5.3. รองรับการยกเลิกหรือแก้ไขใบรับรอง (เฉพาะกรณีจำเป็น พร้อมบันทึกเหตุผล)

4.11.4.6. การรองรับการเชื่อมต่อภายนอก

4.11.4.6.1. รองรับการส่งข้อมูลใบรับรองออกไปยังระบบอื่นผ่าน API (เช่น ระบบทะเบียนนักศึกษา, LMS)

4.11.4.6.2. สามารถเปิดบริการตรวจสอบใบรับรองแบบ Public API สำหรับองค์กรภายนอกที่ต้องการยืนยันผลการสอบ

4.11.5. ระบบรายงานผลและสถิติ (Reporting & Analytics System) ระบบรายงานผลและสถิติทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลจากการใช้งานระบบทั้งหมด โดยเฉพาะการสอบ ผลคะแนน และพฤติกรรมการใช้งานของผู้เข้าสอบ เพื่อนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและนำไปวิเคราะห์ต่อได้ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

4.11.5.1. รายงานผลสอบ

4.11.5.1.1. แสดงผลคะแนนของผู้เข้าสอบแต่ละราย รายวิชา หรือแต่ละรอบการสอบ

4.11.5.1.2. รายงานสามารถแสดงรายละเอียด เช่น ข้อที่ตอบถูก/ผิด เวลาใช้ในการสอบ ความยากของข้อสอบ

4.11.5.1.3. รองรับการแสดงผลคะแนนแบบรายคน รายกลุ่ม รายหน่วยงาน

4.11.5.1.4. สามารถสรุปผลสอบออกมาในรูปแบบผ่าน/ไม่ผ่าน หรือเทียบกับเกณฑ์คะแนน

4.11.5.2. สถิติภาพรวม

4.11.5.2.1. แสดงข้อมูลรวม เช่น จำนวนผู้เข้าสอบ อัตราการสอบผ่าน คะแนนเฉลี่ย เวลาที่ใช้เฉลี่ย

4.11.5.2.2. สถิติจัดกลุ่มตามช่วงเวลา เช่น รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน

4.11.5.2.3. แสดงกราฟและแผนภูมิเปรียบเทียบข้อมูล

4.11.5.2.4. แยกดูข้อมูลตามหมวดหมู่ข้อสอบ วิชา หรือผู้สอน

4.11.5.3. การส่งออกข้อมูล

4.11.5.3.1. รองรับการส่งออกข้อมูลรายงานเป็น Excel, PDF, หรือ CSV

4.11.5.3.2. กำหนดสิทธิ์ผู้เข้าถึงรายงานได้ (เช่น ผู้ดูแลหลักสูตรเท่านั้น)

4.11.6. ระบบแจ้งเตือน (Notification System) ระบบแจ้งเตือนมีหน้าที่สื่อสารข้อมูลสำคัญกับผู้ใช้งานทั้งผู้เข้าสอบและผู้ดูแลระบบ เพื่อให้รับรู้สถานะ ความคืบหน้า หรือเหตุการณ์ที่ควรดำเนินการต่อไป

4.11.6.1. รูปแบบการแจ้งเตือน

4.11.6.1.1. แจ้งเตือนผ่านระบบ (Browser notification)

4.11.6.1.2. แจ้งเตือนผ่านอีเมล

4.11.6.2. เหตุการณ์ที่รองรับการแจ้งเตือน

4.11.6.2.1. แจ้งเตือนเมื่อระบบเปิดรอบสอบใหม่ หรือมีข้อสอบที่ได้รับมอบหมาย

4.11.6.2.2. แจ้งเตือนเมื่อใกล้ถึงเวลาสอบ หรือเหลือเวลาทำข้อสอบ

4.11.6.2.3. แจ้งเตือนผลสอบเมื่อสอบเสร็จ

4.11.6.2.4. แจ้งเตือนการออกใบรับรอง

4.11.6.2.5. แจ้งเตือนผู้ดูแลเมื่อมีผู้เข้าสอบครบ หรือมีปัญหาระหว่างการสอบ

4.11.6.3. การจัดการการแจ้งเตือน

4.11.6.3.1. ผู้ดูแลสามารถตั้งค่าการส่งแจ้งเตือนอัตโนมัติตามเงื่อนไข เช่น แจ้งล่วงหน้า 1 วัน

4.11.6.3.2. เก็บประวัติการแจ้งเตือนย้อนหลังเพื่ออ้างอิง

4.11.7. ระบบเชื่อมต่อกับระบบภายนอก (API Integration) ระบบสามารถทำงานร่วมกับระบบภายนอกหรือแพลตฟอร์มอื่นได้ ผ่าน API เพื่อความยืดหยุ่นในการใช้งาน และการเชื่อมโยงข้อมูลแบบอัตโนมัติ รองรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลทั้งขาเข้าและขาออก

4.11.7.1. รูปแบบการเชื่อมต่อ

4.11.7.1.1. RESTful API พร้อมเอกสารประกอบ (API Documentation)

4.11.7.1.2. รองรับการเชื่อมต่อแบบ JSON หรือ XML

4.11.7.1.3. มีระบบยืนยันตัวตนผ่าน API Key หรือ Token-based Authentication

4.11.7.2. กรณีการใช้งานที่สามารถเชื่อมต่อ

4.11.7.2.1. สามารถเชื่อมต่อจากระบบ UPLevel Platform หรือระบบการเผยแพร่ผลงานแบบออนไลน์ของภาควิชาฯ ได้

4.11.7.2.2. รองรับการดึงข้อมูลผู้ใช้งานจากระบบภายนอก (เช่น ระบบนักศึกษา หรือ HR)

4.11.7.2.3. รองรับการส่งผลสอบหรือสถานะผู้เรียนกลับไปยังระบบ LMS หรือ ERP

4.11.7.2.4. ตรวจสอบสถานะใบรับรองจากภายนอก (Public API สำหรับองค์กรที่ต้องการยืนยันความถูกต้อง)

4.11.7.3. ความปลอดภัยของ API

4.11.7.3.1. มีการจัดทำ Log การเชื่อมต่อ API

4.11.7.3.2. รองรับ HTTPS และระบบควบคุมปริมาณการร้องขอ (Rate Limiting)

4.12. ระบบประกาศเสียงแบบไอพี จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.12.1. สามารถประกาศเสียง (Paging) ไปยังห้องเรียน หรือห้อง Lab ผ่านระบบ IP Network ของภาคฯ ด้วยเทคโนโลยี VoIP ได้

4.12.2. สามารถบริหารจัดการระบบประกาศเสียงผ่าน Web Browser ได้

4.12.3. ชุดอุปกรณ์ประกาศเสียง จำนวน 1 ชุด

4.12.3.1. มีส่วนสำหรับแสดงผล และควบคุมการทำงาน แบบ Touch Screen ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว

4.12.4. มีชุด Handset สำหรับใช้ประกาศเสียง

4.12.4.1. รองรับการใช้งาน Bluetooth Headset สำหรับใช้ประกาศเสียง

4.12.4.2. มีปุ่ม Programable ไม่น้อยกว่า 10 ปุ่ม

4.12.4.3. ส่งผ่านสัญญาณเสียงด้วยเทคโนโลยี VoIP แบบ IPKTS protocol signaling ได้

4.12.4.4. มี Interface Network แบบ 10/100/1000 Base-T ไม่น้อยกว่า 2 ports

4.12.4.5. สามารถกำหนด IP Address ได้ทั้งแบบ Static และ DHCP

4.12.4.6. มีฟังก์ชันการใช้งาน Open VPN

4.12.4.7. สามารถใช้งานได้ตามมาตรฐาน 802.3af

4.12.4.8. เป็นผลิตภัณฑ์ตราสินค้าเดียวกันกับชุดควบคุมระบบประกาศเสียง.

4.12.5. ชุดควบคุมระบบประกาศเสียง จำนวน 1 ชุด

4.12.5.1. มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียง Paging Output หรือ Audio Output สำหรับเชื่อมต่อกับเครื่องขยายเสียง (Power Amplifier)

4.12.5.2. มี LAN Interface Network ไม่น้อยกว่า 1 ports

4.12.5.3. มีวงจร VoIP สามารถเชื่อมต่อ แบบ SIP Trunk และแบบ IPKTS protocol signaling ได้

4.12.5.4. มีความสูงของอุปกรณ์ ขนาดไม่เกิน 1U สามารถติดตั้งใน Rack 19” ได้

4.12.5.5. สามารถควบคุมการประกาศเสียงโดยวิธีการกดปุ่ม (Programable Button) เพียงปุ่มเดียว หรือ กดรหัส เพื่อทำการประกาศเสียงออกไปดังที่ลำโพงของเครื่อง

ขยายเสียง (Power Amplifier) ภายในห้องปฏิบัติการที่ติดตั้งชุดฝึก และสามารถหยุดเสียงประกาศได้เมื่อต้องการ

4.12.6. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่าย จากเจ้าของผลิตภัณฑ์ ให้เป็นผู้ติดตั้ง และบริการหลังการขาย

4.13. อุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกด้าน AC Line จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.13.1. เป็นอุปกรณ์ที่นำมาใช้ เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดจาก เช่น แรงดันไฟฟ้ากระโชก แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ซึ่งปนเข้ามาหรือเหนี่ยวนำเข้ามาในระบบจ่าย กระแสไฟฟ้าสลับ 230 Volt 50 Hz โดยทำให้เกิดความปลอดภัยต่อเจ้าหน้าที่ ที่ปฏิบัติงาน Computer, Facsimile, Modem, Router, อุปกรณ์สื่อสารโทรคมนาคม และอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ได้

4.13.2. มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าเกินหรือการลัดวงจรทางด้านไฟฟ้า (Circuit Breaker)

4.13.3. มีวงจรป้องกันสัญญาณรบกวนทางระบบไฟฟ้า (Noise Filter) เพื่อให้อุปกรณ์ใช้งานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.13.4. อุปกรณ์ป้องกันนี้มีสายไฟขนาดไม่น้อยกว่า 3 x 1.5 ตร.มม. ความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร พร้อม เต้าเสียบ ตามมาตรฐาน IEC หรือ มอก. และมีเต้ารับ ตามมาตรฐาน มอก. ด้านหน้าจำนวนไม่น้อย กว่า 1 ชุด และด้านหลังจำนวนไม่น้อยกว่า 8 ชุด ไว้ใช้งาน

4.13.5. ต้องมีส่วนแสดงสถานะของแรงดันไฟฟ้าใช้งาน (Line Voltage) และสถานะของกระแสโหลดที่ต่อใช้งาน (Load Current) โดยส่วนแสดงผลจะต้องแสดงจำนวนตัวเลขได้ไม่น้อยกว่า 3 หลัก

4.13.6. อุปกรณ์ป้องกันจะต้องมีขนาด 1U และต้องสามารถติดตั้งในตู้ Rack 19 นิ้ว ได้

4.13.7. จะต้องมีอุปกรณ์ตรวจนับจำนวนครั้งของการเกิดไฟกระโชกแบบช่วงยาว (TOVs) ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า โดยส่วนแสดงผลจะต้องแสดงจำนวนตัวเลขได้ไม่น้อยกว่า 3 หลัก

4.13.8. คุณสมบัติทางเทคนิค

4.13.8.1. Line Voltage 230 Volt, 50 Hz

4.13.8.2. Max. Transient Surge Current ≥40 kA ที่รูปคลื่นมาตรฐาน 8/20μSec

4.13.8.3. Clamping Voltage. 310 Volt ±10% ที่กระแสมากกว่า 100 mA, 50 Hz

4.13.8.4. TOVs Surge Current > 5 A, 50 Hz ภายในเวลา 0.5 วินาที

4.13.8.5. Let Through Voltage (TOVs) < 275 Volt at TOVs Surge Current

4.13.8.6. Response Time < 25 nSec

4.13.8.7. Status Display Power Fault Surge and Ground LED indicator

4.13.8.8. Max. load current 16 A

4.13.8.9. Standard According IEC 61643-11-2011, ANSI/IEEE C62.41.1-2002

4.13.9. ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารแสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทางเทคนิคในข้อที่ 4.13.8.3. ข้อที่ 4.13.8.4. และข้อที่ 4.13.8.5. จากโรงงานผู้ผลิตหรือจากหน่วยงานของรัฐหรือสถาบันที่เชื่อถือได้ ซึ่งเอกสาร แสดงผลการทดสอบนี้จะต้องทดสอบมาแล้วไม่เกิน 3 เดือนนับจากวันที่เสนอราคา มาพร้อมกับการเสนอราคาเพื่อประกอบการพิจารณา

4.13.10. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่าย จากเจ้าของผลิตภัณฑ์ ให้เป็นผู้ติดตั้ง และบริการหลังการขาย ในโครงการนี้

4.14. ระบบรายงานการใช้พลังงานไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผู้เสนอราคาจะต้องทำการติดตั้งระบบรายงานการใช้พลังงานไฟฟ้าห้องที่มหาลัยฯ กำหนด จำนวน 1 ชุด และระบบต้องสามารถทำดังต่อไปนี้ได้

4.14.1. สามารถแสดงค่าการใช้พลังงานบนระบบบริหารจัดการพลังงานของมหาวิทยาลัยได้

4.14.2. สามารถทำรายงานรวมเป็นค่าพลังงานรวมของมหาวิทยาลัยได้

4.14.3. กรณีที่มีค่าใช้จ่ายในเรื่องลิขสิทธิ์หรืองานติดตั้งผู้เสนอราคาต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

4.14.4. อุปกรณ์ตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Power meter) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.14.4.1. สามารถวัดค่าทางไฟฟ้าและแสดงผลเป็นแบบ ดิจิตอลในลักษณะ LCD ได้

4.14.4.2. เครื่องวัดต้องสามารถเชื่อมต่อการสื่อสารผ่าน Protocol RS485 Modbus RTU ได้เป็นอย่างน้อย

4.14.4.3. เครื่องวัดต้องมี LED Indicator แสดงสถานะ Pulse ได้เป็นอย่างน้อย

4.14.4.4. คุณสมบัติทางเทคนิคอื่นๆ เป็นดังต่อไปนี้

4.14.4.4.1. Power Supply : 200-240 V หรือดีกว่า

4.14.4.4.2. Frequency : 45-65 Hz หรือดีกว่า

4.14.4.4.3. Operating Temperature : -10 °C ถึง +50 °C หรือดีกว่า

4.14.4.4.4. Degree of protection : ได้รับมาตรฐาน IP 65 หรือดีกว่า

4.14.4.5. สามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้อย่างน้อยดังนี้

4.14.4.5.1. Power Supply : 200-240 V หรือดีกว่า

4.14.4.5.2. Frequency : 45-65 Hz หรือดีกว่า

4.14.4.5.3. Operating Temperature : -10 °C ถึง +50 °C หรือดีกว่า

4.14.4.5.4. สามารถวัดค่าความต้องการและค่าความต้องการสูงสุด (Demand และ Maximum Demand) ของกระแสและกำลังไฟฟ้าได้

4.14.4.5.5. ได้รับมาตรฐาน EN และ IEC เป็นอย่างน้อย

4.14.4.6. ตู้อุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.14.4.6.1. ผลิตจากแผ่นโลหะหนาไม่น้อยกว่า 0.8 mm

4.14.4.6.2. มีประตูเปิดปิดตู้พร้อมกุญแจ

4.14.4.6.3. สามารถติดตั้งแบบแขวนผนังได้

4.14.4.6.4. มีขนาดไม่น้อยกว่า 200x300x150 mm. (กว้างxสูงxลึก)

4.14.4.7. อุปกรณ์ส่งสัญญาณผ่านเครือข่าย จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

4.14.4.7.1. อุปกรณ์สามารถแปลงสัญญาณข้อมูลสื่อสารแบบอนุกรมเป็นสัญญาณเครือข่าย

4.14.4.7.2. มีช่องเชื่อมต่อ Ethernet แบบ 10/100 Base-T จำนวนอย่างน้อย 1 ช่อง

4.14.4.7.3. สามารถใช้งานได้ดีที่อุณหภูมิ -20 °C – 70 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 5 – 95 % หรือดีกว่า

4.14.4.7.4. รองรับ Baud rate ระหว่าง 600-100,000 bps และ Data bit รองรับ 7bit, 8bit ได้

4.14.4.7.5. เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่แปลงโปรโตคอลจาก Modbus RTU/ASCII เป็น Modbus TCP

4.14.4.7.6. มีช่องเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS 232/485/422 สำหรับเชื่อมต่อกับการควบคุม ภายนอกแบบ 3 in 1

4.14.4.7.7. อุปกรณ์สามารถสื่อสารกับ TCP Master ได้ถึง 16 Master ในเวลาเดียวกัน

4.14.4.7.8. รองรับมาตรฐาน EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN61000-4-6, EN 61000-4-8 และ EN 61000-4-11 เป็นอย่างน้อย

4.15. เครื่องกัด PCB จำนวน 2 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.15.1. พื้นที่ทำงาน 200x200x70 มม.

4.15.2. Spindle system ไม่น้อยกว่า 300W

4.15.3. Max. Speed (Spindle) ไม่น้อยกว่า 11000rpm

4.15.4. ระบบมอเตอร์: Stepping Motor

4.15.5. ชุดขับเคลื่อนเป็นแบบ Lead screw 3 แกน

4.16. ค่าเช่าใช้บริการระบบ Cloud Server ระยะเวลา 1 ปี จำนวน 2 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.16.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) จำนวนไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (core)

4.16.2. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

4.16.3. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Storage) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB

4.16.4. สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

4.16.5. มีระบบจัดการฐานข้อมูล (RDBMS) พร้อมใช้งานที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย จำนวน 1 ลิขสิทธิ์

4.16.6. ติดตั้งซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย จำนวน 1 ลิขสิทธิ์

4.16.7. มีระบบป้องกันไวรัสคอมพิวเตอร์พร้อมใช้งาน

4.16.8. มีระบบป้องกันการบุกรุกเครือข่าย (Firewall) พร้อมใช้งาน

4.16.9. รองรับการใช้งานผ่านระบบเครือข่ายแบบ IPv6

4.16.10. มีการดำเนินการสำรองเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเสมือน (Virtual Machine Backup) ที่ให้บริการเช่า

4.17. ชุดฝึกระบบ Private Generative AI Platform สำหรับงานวิจัยด้าน Machine Learning จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.17.1. เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้บริการ Generative AI แบบ On-Premise โดยใช้เทคโนโลยี Large Language Model (LLM) ที่ทำงานบนเครื่องแม่ข่ายในรูปแบบ On-Premise Server โดยเฉพาะ

4.17.2. สามารถทำงานในรูปแบบ Private Gen AI โดยใช้ Local LLM เพื่อใช้ร่วมกับข้อมูลภายในองค์กร เพื่อรักษาความปลอดภัยข้อมูลภายในองค์กร เช่น ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลส่วนบุคคลอ่อนไหว ข้อมูลความลับทางธุรกิจ

4.17.3. สามารถกำหนดระดับการเข้าถึงหรือ Visibility Level ของ AI Agent ได้ว่าจะเป็นแบบ Private คือต้องกำหนดสิทธิ์อนุญาตให้เข้าถึง หรือเป็น Public คือเข้าถึงได้ทุกคนในองค์กร

4.17.4. ระบบมีฟังก์ชั่นสำเร็จรูปในการทำหน้าที่เป็น Web Chat

4.17.5. มีฟังก์ชั่น Playground สำหรับสร้างและทดสอบ AI Agent

4.17.6. รองรับการสร้าง AI Knowledge ด้วยวิธีการ Retrieval Augmented Generation (RAG) เพื่อให้ LLM

4.17.7. ระบบอนุญาตให้ผู้ใช้สร้าง AI Knowledge ผ่าน Web UI ด้วยตัวอย่างได้อย่างง่ายดาย โดยรองรับประเภทของข้อมูลในรูปแบบ PDF, CSV, Word, TXT, MD โดยสามารถนำเข้าได้ทั้งผ่านการอัปโหลด

4.17.8. ระบบมี Vector Database เช่น PGVector, Chroma DB, Faiss

4.17.9. กระบวนการนำเข้าข้อมูล (Data ingestion) จากแหล่งต่างๆ (PDF Word HTML CSV) พร้อมดึง metadata (title author date source) อัตโนมัติ

4.17.10. จัดทำดัชนีข้อมูล (indexer) ที่ค้นคืนและจัดระเบียบข้อมูลแบบเวกเตอร์/เมตาดาต้า พร้อมรองรับ agent query ที่ยืดหยุ่นและรวดเร็ว

4.17.11. มีการทำงานแบบ RAG Layer และ Agent Orchestration สำหรับกระบวนการสืบค้นข้อมูลอัจฉริยะ การตอบคำถามจาก KB พร้อมแหล่งอ้างอิง (source & snippet) และการจัดการความมั่นใจในคำตอบ

4.17.12. มีการทำข้อมูลให้มีความทันสมัยของข้อมูลความสดใหม่ (data freshness) ด้วย metadata timestamp นโยบาย freshness per KB และการจัด version ของข้อมูล

4.17.13. รองรับการสร้าง AI Agent ได้ไม่จำกัด รวมทั้งไม่จำกัดจำนวนผู้ใช้

4.17.14. สามารถใช้งานความสามารถ AI Completion ผ่านระบบ Web Chat ในลักษณะ Web Form โดยไม่ต้องพัฒนา Application เพิ่มเติมได้

4.17.15. การสร้างและจัดการ Knowledge Base (KB Management) ที่มีคุณสมบัติดังนี้

4.17.15.1. รองรับการปรับ version soft delete metadata mapping และ reindex trigger

4.17.15.2. สามารถผูก KB หลายชุด/หลายแหล่ง กับ agent ได้อิสระ และขยาย agent ใหม่โดยไม่เปลี่ยนโครงสร้าง

4.17.15.3. มี Knowledge ของเรื่อง Machine Learning ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงประยุกต์ใช้กับงานอิเล็กทรอนิกส์อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อใช้สำหรับการตอบคำถามกับผู้ใช้งานผ่าน Agentic AI ของระบบ

4.17.16. ระบบหน้าบ้านและการเข้าถึง (Front-End & Access) ที่มีคุณสมบัติดังนี้

4.17.16.1. มีหน้า User interface (Public chat widget) สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป (Internal staff UI with authentication) และแอดมิน (Admin console สำหรับจัดการสิทธิ์และบัญชีผู้ใช้งาน)

4.17.16.2. รองรับช่องทางสื่อสารหลากหลายและให้ agent มีพฤติกรรม consistent (CTI, TTL, การจำบทสนทนาต่อ session, rate limit ต่อ user)

4.17.17. ระบบรักษาความปลอดภัยและสิทธิ์ (Security & Access Control) ที่มีคุณสมบัติดังนี้

4.17.17.1. สามารถกำหนดบทบาท RBAC หรือ ABAC (เช่น Admin, KB-editor, Agent-manager, Auditor, Viewer) ครบวงจร

4.17.18. ระบบ Monitoring Logging และ Data Governance ที่มีคุณสมบัติดังนี้

4.17.18.1. เก็บและวิเคราะห์ log query/user confidence scores timestamp และ audit trails ได้

4.17.18.2. มี Dashboard และการแสดงผลข้อมูล เพื่อนำเสนอข้อมูลเชิงลึกให้แก่ผู้บริหาร

4.17.19. ระบบทำงานบนฮาร์ดแวร์ประสิทธิภาพสูงมีรายละเอียดดังนี้

4.17.19.1. หน่วยประมวลผลกลาง (Processor) ชนิด 16 แกนหลัก มีความเร็วไม่น้อยกว่า 2.0 GHz หรือดีกว่า

4.17.19.2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันไม่น้อยกว่า 30 MB

4.17.19.3. ต้องมีหน่วยความจำหลัก (memory) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 256 GB

4.17.19.4. หน่วยประมวลผลกราฟฟิค (GPU) ขนาดหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 24 GB

4.17.19.5. ต้องมีหน่วยจัดเก็บข้อมูล Hard disk drives ชนิด SATA หรือ SSD ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1.92 TB

4.17.20. ผู้เสนอราคาต้องจัดหาใบงาน พร้อมอบรมเกี่ยวกับพื้นฐาน และการประยุกต์ใช้ Machine Learning กับงานวิศวกรรมโดยมีเนื้อหาอย่างน้อยดังนี้

4.17.20.1. Introduction to Optimization and Python Tools

4.17.20.2. Linear Regression สำหรับการทำนายค่าทางวิศวกรรม

4.17.20.3. Model Evaluation: Accuracy, Confusion Matrix, ROC

4.17.20.4. Time Series Sensor Data Prediction

4.17.20.5. Anomaly Detection ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์

4.17.20.6. Clustering Sensor Node Data

4.17.20.7. Digital Signal Processing เบื้องต้นกับ ML

4.17.20.8. Automation QC ด้วย ML

4.17.20.9. Reinforcement Learning Lab

4.17.20.10. Energy Management Optimization

4.18. ชุดฝึกระบบ Private Generative AI Platform สำหรับงานวิจัยด้าน Deep Learning จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.18.1. เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้บริการ Generative AI แบบ On-Premise โดยใช้เทคโนโลยี Large Language Model (LLM) ที่ทำงานบนเครื่องแม่ข่ายในรูปแบบ On-Premise Server โดยเฉพาะ

4.18.2. สามารถทำงานในรูปแบบ Private Gen AI โดยใช้ Local LLM เพื่อใช้ร่วมกับข้อมูลภายในองค์กร เพื่อรักษาความปลอดภัยข้อมูลภายในองค์กร เช่น ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลส่วนบุคคลอ่อนไหว ข้อมูลความลับทางธุรกิจ

4.18.3. สามารถกำหนดระดับการเข้าถึงหรือ Visibility Level ของ AI Agent ได้ว่าจะเป็นแบบ Private คือต้องกำหนดสิทธิ์อนุญาตให้เข้าถึง หรือเป็น Public คือเข้าถึงได้ทุกคนในองค์กร

4.18.4. ระบบมีฟังก์ชั่นสำเร็จรูปในการทำหน้าที่เป็น Web Chat

4.18.5. มีฟังก์ชั่น Playground สำหรับสร้างและทดสอบ AI Agent

4.18.6. รองรับการสร้าง AI Knowledge ด้วยวิธีการ Retrieval Augmented Generation (RAG) เพื่อให้ LLM

4.18.7. ระบบอนุญาตให้ผู้ใช้สร้าง AI Knowledge ผ่าน Web UI ด้วยตัวอย่างได้อย่างง่ายดาย โดยรองรับประเภทของข้อมูลในรูปแบบ PDF, CSV, Word, TXT, MD โดยสามารถนำเข้าได้ทั้งผ่านการอัปโหลด

4.18.8. ระบบมี Vector Database เช่น PGVector, Chroma DB, Faiss

4.18.9. กระบวนการนำเข้าข้อมูล (Data ingestion) จากแหล่งต่างๆ (PDF Word HTML CSV) พร้อมดึง metadata (title author date source) อัตโนมัติ

4.18.10. จัดทำดัชนีข้อมูล (indexer) ที่ค้นคืนและจัดระเบียบข้อมูลแบบเวกเตอร์/เมตาดาต้า พร้อมรองรับ agent query ที่ยืดหยุ่นและรวดเร็ว

4.18.11. มีการทำงานแบบ RAG Layer และ Agent Orchestration สำหรับกระบวนการสืบค้นข้อมูลอัจฉริยะ การตอบคำถามจาก KB พร้อมแหล่งอ้างอิง (source & snippet) และการจัดการความมั่นใจในคำตอบ

4.18.12. มีการทำข้อมูลให้มีความทันสมัยของข้อมูลความสดใหม่ (data freshness) ด้วย metadata timestamp นโยบาย freshness per KB และการจัด version ของข้อมูล

4.18.13. รองรับการสร้าง AI Agent ได้ไม่จำกัด รวมทั้งไม่จำกัดจำนวนผู้ใช้

4.18.14. สามารถใช้งานความสามารถ AI Completion ผ่านระบบ Web Chat ในลักษณะ Web Form โดยไม่ต้องพัฒนา Application เพิ่มเติมได้

4.18.15. การสร้างและจัดการ Knowledge Base (KB Management) ที่มีคุณสมบัติดังนี้

4.18.15.1. รองรับการปรับ version soft delete metadata mapping และ reindex trigger

4.18.15.2. สามารถผูก KB หลายชุด/หลายแหล่ง กับ agent ได้อิสระ และขยาย agent ใหม่โดยไม่เปลี่ยนโครงสร้าง

4.18.15.3. มี Knowledge ของเรื่อง Deep Learning ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงประยุกต์ใช้กับงานอิเล็กทรอนิกส์อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อใช้สำหรับการตอบคำถามกับผู้ใช้งานผ่าน Agentic AI ของระบบ

4.18.16. ระบบหน้าบ้านและการเข้าถึง (Front-End & Access) ที่มีคุณสมบัติดังนี้

4.18.16.1. มีหน้า User interface (Public chat widget) สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป (Internal staff UI with authentication) และแอดมิน (Admin console สำหรับจัดการสิทธิ์และบัญชีผู้ใช้งาน)

4.18.16.2. รองรับช่องทางสื่อสารหลากหลายและให้ agent มีพฤติกรรม consistent (CTI, TTL, การจำบทสนทนาต่อ session, rate limit ต่อ user)

4.18.17. ระบบรักษาความปลอดภัยและสิทธิ์ (Security & Access Control) ที่มีคุณสมบัติดังนี้

4.18.17.1. สามารถกำหนดบทบาท RBAC หรือ ABAC (เช่น Admin, KB-editor, Agent-manager, Auditor, Viewer) ครบวงจร

4.18.18. ระบบ Monitoring Logging และ Data Governance ที่มีคุณสมบัติดังนี้

4.18.18.1. เก็บและวิเคราะห์ log query/user confidence scores timestamp และ audit trails ได้

4.18.18.2. มี Dashboard และการแสดงผลข้อมูล เพื่อนำเสนอข้อมูลเชิงลึกให้แก่ผู้บริหาร

4.18.19. ระบบทำงานบนฮาร์ดแวร์ประสิทธิภาพสูงมีรายละเอียดดังนี้

4.18.19.1. หน่วยประมวลผลกลาง (Processor) ชนิด 16 แกนหลัก มีความเร็วไม่น้อยกว่า 2.0 GHz หรือดีกว่า

4.18.19.2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันไม่น้อยกว่า 30 MB

4.18.19.3. ต้องมีหน่วยความจำหลัก (memory) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 256 GB

4.18.19.4. หน่วยประมวลผลกราฟฟิค (GPU) ขนาดหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 96 GB

4.18.19.5. ต้องมีหน่วยจัดเก็บข้อมูล Hard disk drives ชนิด SATA หรือ SSD ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1.92 TB

4.18.20. ผู้เสนอราคาต้องจัดหาใบงาน พร้อมอบรมเกี่ยวกับพื้นฐาน และการประยุกต์ใช้ Deep Learning กับงานวิศวกรรมโดยมีเนื้อหาอย่างน้อยดังนี้

4.18.20.1. พื้นฐาน Neural Network สำหรับงานอิเล็กทรอนิกส์

4.18.20.2. การใช้ Activation Functions บนสัญญาณไฟฟ้า

4.18.20.3. การเทรน Neural Network เพื่อทำนายค่ากระแส-แรงดัน

4.18.20.4. CNN สำหรับการตรวจจับ defect ใน PCB หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

4.18.20.5. Transfer Learning สำหรับงานตรวจสอบภาพ PCB

4.18.20.6. Autoencoder สำหรับตรวจจับความผิดปกติของวงจร

4.18.20.7. การวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้า Time Series ด้วย CNN หรือ LSTM

4.19. ชุดฝึกระบบ Private Generative AI Platform สำหรับงานวิจัยด้านวิศวกรรม จำนวน 1 ชุด

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.19.1. เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้บริการ Generative AI แบบ On-Premise โดยใช้เทคโนโลยี Large Language Model (LLM) ที่ทำงานบนเครื่องแม่ข่ายในรูปแบบ On-Premise Server โดยเฉพาะ

4.19.2. สามารถทำงานในรูปแบบ Private Gen AI โดยใช้ Local LLM เพื่อใช้ร่วมกับข้อมูลภายในองค์กร เพื่อรักษาความปลอดภัยข้อมูลภายในองค์กร เช่น ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลส่วนบุคคลอ่อนไหว ข้อมูลความลับทางธุรกิจ

4.19.3. สามารถกำหนดระดับการเข้าถึงหรือ Visibility Level ของ AI Agent ได้ว่าจะเป็นแบบ Private คือต้องกำหนดสิทธิ์อนุญาตให้เข้าถึง หรือเป็น Public คือเข้าถึงได้ทุกคนในองค์กร

4.19.4. ระบบมีฟังก์ชั่นสำเร็จรูปในการทำหน้าที่เป็น Web Chat

4.19.5. มีฟังก์ชั่น Playground สำหรับสร้างและทดสอบ AI Agent

4.19.6. รองรับการสร้าง AI Knowledge ด้วยวิธีการ Retrieval Augmented Generation (RAG) เพื่อให้ LLM

4.19.7. ระบบอนุญาตให้ผู้ใช้สร้าง AI Knowledge ผ่าน Web UI ด้วยตัวอย่างได้อย่างง่ายดาย โดยรองรับประเภทของข้อมูลในรูปแบบ PDF, CSV, Word, TXT, MD โดยสามารถนำเข้าได้ทั้งผ่านการอัปโหลด

4.19.8. ระบบมี Vector Database เช่น PGVector, Chroma DB, Faiss

4.19.9. กระบวนการนำเข้าข้อมูล (Data ingestion) จากแหล่งต่างๆ (PDF Word HTML CSV) พร้อมดึง metadata (title author date source) อัตโนมัติ

4.19.10. จัดทำดัชนีข้อมูล (indexer) ที่ค้นคืนและจัดระเบียบข้อมูลแบบเวกเตอร์/เมตาดาต้า พร้อมรองรับ agent query ที่ยืดหยุ่นและรวดเร็ว

4.19.11. มีการทำงานแบบ RAG Layer และ Agent Orchestration สำหรับกระบวนการสืบค้นข้อมูลอัจฉริยะ การตอบคำถามจาก KB พร้อมแหล่งอ้างอิง (source & snippet) และการจัดการความมั่นใจในคำตอบ

4.19.12. มีการทำข้อมูลให้มีความทันสมัยของข้อมูลความสดใหม่ (data freshness) ด้วย metadata timestamp นโยบาย freshness per KB และการจัด version ของข้อมูล

4.19.13. รองรับการสร้าง AI Agent ได้ไม่จำกัด รวมทั้งไม่จำกัดจำนวนผู้ใช้

4.19.14. สามารถใช้งานความสามารถ AI Completion ผ่านระบบ Web Chat ในลักษณะ Web Form โดยไม่ต้องพัฒนา Application เพิ่มเติมได้

4.19.15. การสร้างและจัดการ Knowledge Base (KB Management) ที่มีคุณสมบัติดังนี้

4.19.15.1. รองรับการปรับ version soft delete metadata mapping และ reindex trigger

4.19.15.2. สามารถผูก KB หลายชุด/หลายแหล่ง กับ agent ได้อิสระ และขยาย agent ใหม่โดยไม่เปลี่ยนโครงสร้าง

4.19.15.3. มี Knowledge ของด้านวิศวกรรม และ AI Agent เพื่อใช้สำหรับการตอบคำถามกับผู้ใช้งานผ่าน Agentic AI ของระบบ

4.19.16. ระบบหน้าบ้านและการเข้าถึง (Front-End & Access) ที่มีคุณสมบัติดังนี้

4.19.16.1. มีหน้า User interface (Public chat widget) สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป (Internal staff UI with authentication) และแอดมิน (Admin console สำหรับจัดการสิทธิ์และบัญชีผู้ใช้งาน)

4.19.16.2. รองรับช่องทางสื่อสารหลากหลายและให้ agent มีพฤติกรรม consistent (CTI, TTL, การจำบทสนทนาต่อ session, rate limit ต่อ user)

4.19.17. ระบบรักษาความปลอดภัยและสิทธิ์ (Security & Access Control) ที่มีคุณสมบัติดังนี้

4.19.17.1. สามารถกำหนดบทบาท RBAC หรือ ABAC (เช่น Admin, KB-editor, Agent-manager, Auditor, Viewer) ครบวงจร

4.19.18. ระบบ Monitoring Logging และ Data Governance ที่มีคุณสมบัติดังนี้

4.19.18.1. เก็บและวิเคราะห์ log query/user confidence scores timestamp และ audit trails ได้

4.19.18.2. มี Dashboard และการแสดงผลข้อมูล เพื่อนำเสนอข้อมูลเชิงลึกให้แก่ผู้บริหาร

4.19.19. ระบบทำงานบนฮาร์ดแวร์ประสิทธิภาพสูงมีรายละเอียดดังนี้

4.19.19.1. หน่วยประมวลผลกลาง (Processor) ชนิด 16 แกนหลัก มีความเร็วไม่น้อยกว่า 2.0 GHz หรือดีกว่า

4.19.19.2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันไม่น้อยกว่า 30 MB

4.19.19.3. ต้องมีหน่วยความจำหลัก (memory) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 256 GB

4.19.19.4. หน่วยประมวลผลกราฟฟิค (GPU) ขนาดหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 24 GB

4.19.19.5. ต้องมีหน่วยจัดเก็บข้อมูล Hard disk drives ชนิด SATA หรือ SSD ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1.92 TB

4.19.20. ผู้เสนอราคาต้องจัดหาใบงาน พร้อมอบรมเกี่ยวกับพื้นฐาน และการประยุกต์ใช้ AI Agent กับงานวิศวกรรมโดยมีเนื้อหาอย่างน้อยดังนี้

4.19.20.1. การออกแบบ AI Agent สำหรับงานระบบอัตโนมัติในโรงงาน

4.19.20.2. สร้าง Simple Reflex AI Agent ควบคุมระบบ sensor

4.19.20.3. Model-Based AI Agent ควบคุมพลังงานไฟฟ้า

4.19.20.4. Reinforcement Learning Agent ควบคุม actuator

4.19.20.5. AI Agent ตรวจจับ anomaly จากข้อมูล sensor แบบต่อเนื่อง

4.19.20.6. AI Agent สำหรับระบบบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า

5. ข้อกำหนดอื่นๆ

5.1. เครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมดที่เสนอต้องเป็นของใหม่ ที่ไม่เคยถูกใช้งานมาก่อน

5.2. ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารแคตตาล็อคฉบับจริง จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือตัวแทนจำหน่าย ถ้าเอกสารแคตตาล็อคไม่ได้อธิบายคุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์จะต้องมีเอกสารรับรองคุณสมบัติจากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือตัวแทนจำหน่ายแนบมาในการเสนอราคาด้วย

5.3. ผู้ชนะการเสนอราคาต้องจัดอบรมการใช้งานเพื่อความมีประสิทธิภาพในการใช้ระบบ โดยต้องจัดทำคู่มือการใช้งาน และจัดการฝึกอบรมบุคลากรของภาคฯ ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแค็ตตาล็อกอกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย

7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 180 วัน

8. ระยะเวลารับประกัน 1 ปี นับจากวันส่งมอบครุภัณฑ์

9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เลขที่ 39 หมู่ที่ 1 ต.คลองหก อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12110

ลงชื่อ_____ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต รักเหลือ)
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ_____ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทินวัฒน์ จังจริง)
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ_____ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรกมล วงษ์ศิลป์)
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ_____หัวหน้าหน่วยงาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาวสุปรีย์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์