

## ร่างขอบเขตของงาน

สำหรับการซื้อ ชุดปฏิบัติการฟาร์มอัจฉริยะ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา  
จำนวน ๑ ชุด

### ๑. ความเป็นมา

ด้วยการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ประกอบด้วย ๔กลุ่มหลัก ได้แก่ (๑) กลุ่มวิชาหลัก(core subjects) (๒) กลุ่มทักษะชีวิตและอาชีพ (life and career skills) (๓) กลุ่มทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (learning and innovation skills) และ (๔) กลุ่มทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี (information, media and technology skills) โดยเฉพาะในกลุ่มทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ได้แก่ (๑) การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา (critical thinking and problem solving) และ (๒) นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ (innovation and creativity) (๓) การสื่อสาร และความร่วมมือกัน (communication and collaboration) ขณะที่กลุ่มทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (information, media and technology skills) ประกอบด้วย การรู้สารสนเทศ (information literacy) การรู้สื่อ (media literacy) และ การรู้ ICT (ICT literacy) การจัดการเรียนการสอนจึงต้องอาศัยการสอนเชิงปฏิบัติควบคู่กับเทคโนโลยีด้านใหม่ทางอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วย ในรายวิชาการเรียนการสอนโดยเฉพาะวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรมที่ทุกหลักสูตรต้องให้นักศึกษาเรียน โดยเฉพาะวิชาด้านระบบควบคุมและสมองกลฝังตัวเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานอุปกรณ์ต่อพ่วงในองการรับข้อมูลจากตัวตรวจรู้ ซึ่งปัจจุบันการประยุกต์ใช้เน้นในเรื่องการควบคุม อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง การไหลเวียนของอากาศในพื้นที่ปิด การออกแบบนั้นจึงต้องอาศัยเครื่องมือพื้นฐาน การตรวจวัดความร้อน อุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่างซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีการใช้งานจริงในงานอุตสาหกรรม

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมและการนำเทคโนโลยีการควบคุมการทำงานอัตโนมัติในฟาร์มมาใช้โดยเฉพาะในระบบโรงเรือนขนาดใหญ่ Green House ทำให้สามารถควบคุมพื้นที่ในการบริหารและจัดการได้อย่างมีคุณค่าตั้งแต่อุณหภูมิ ความชื้น การไหลเวียนของอากาศ ความชื้นในดิน ความสามารถของดินในการอุ้มน้ำ ปริมาณน้ำที่ใช้ พลังงานที่ใช้ทำให้สามารถควบคุมต้นทุนการผลิตเพิ่มปริมาณผลผลิต ทำให้นักศึกษาเข้าใจถึงกระบวนการสร้างออกแบบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของแปลงพืชที่มีการปลูกแต่ละพื้นที่แตกต่างกันออกไป ชุดฝึกปฏิบัติการนี้ทำให้นักศึกษาได้ทำงานบนสภาพจำลองการทำงานจากของจริงเกิดความพร้อมในการทำงานจริงเมื่อลงพื้นที่และสามารถทำให้เกิดความคิดต่อยอดสู่การสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาให้กับถิ่นกำเนิดตนเอง ด้วยองค์ความรู้ที่ได้ศึกษา

### ๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ เพื่อจัดซื้อเครื่องมือประกอบการศึกษาด้านระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง และระบบการระบายอากาศ ร่วมกับสมองกลฝังตัวในวิชาการปฏิบัติทางอิเล็กทรอนิกส์ ๓ และ ๔

๒.๒ เพื่อเป็นการสนับสนุนการเรียนรู้ออกแบบและสร้างห้องหรือฟาร์มที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง และระบบการระบายอากาศ

๒.๓ เพื่อสร้างบัณฑิตที่มีคุณสมบัติเป็นนักปฏิบัติที่จบการศึกษาสามารถปฏิบัติงานได้ทันทีและมีความเป็นมืออาชีพ

๒.๔ เพื่อปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนภาคปฏิบัติให้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงเป็นอุตสาหกรรม ๔.๐

### ๓. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

- ๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย
- ๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- ๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- ๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- ๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- ๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- ๓.๗ เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- ๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- ๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
- ๓.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement: e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

### ๔. แบบรูปรายการ หรือคุณลักษณะเฉพาะ

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (ตามเอกสารแนบ)

### ๕. ระยะเวลาดำเนินการ

ภายใน ๑๕๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

### ๖. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

ภายใน ๑๕๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

### ๗. วงเงินในการจัดหา

เป็นจำนวนเงิน ๔,๕๐๐,๐๐๐ บาท (สี่ล้านห้าแสนบาทถ้วน)

๘. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- |                                      |                |                     |       |
|--------------------------------------|----------------|---------------------|-------|
| ๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรินทร์        | อ่อนน้อม       | ประธานกรรมการ       | ..... |
| ๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุกดีทัศน์ | ชวานนท์พิทักษ์ | กรรมการ             | ..... |
| ๓. อาจารย์เอกชัย                     | พื้อสันเทียะ   | กรรมการและเลขานุการ | ..... |

ลงชื่อ ..... (ผู้อนุมัติ)  
(รองศาสตราจารย์ ดร. โฆษิต ศรีภูธร)  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

## รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

สำหรับการซื้อ ชุดปฏิบัติการฟาร์มอัจฉริยะ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

จำนวน ๑ ชุด

### ๑. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

#### ๑.๑. ชุดฝึกอบรมเกษตรกรอัจฉริยะสำหรับห้องปฏิบัติการภาคสนาม (Smart Farming Systems)

จำนวน ๓ ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย รายละเอียดดังนี้

##### ๑.๑.๑ รายละเอียดด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware)

๑) รางสไลด์สำหรับรองรับโครงสร้างของชุดสไลด์ (Track) รองรับเคลื่อนที่ในแนวแกน X วัสดุทำมาจากอลูมิเนียม อโนไดซ์

๒) โครงสร้างของชุดสไลด์ (Gantry) ติดตั้งอยู่บน Track วัสดุทำมาจากอลูมิเนียม อโนไดซ์

๓) ชุดสไลด์ที่เคลื่อนที่ในแนวแกน X (Track – Slide) ติดตั้งอยู่กับส่วนของ Gantry วัสดุทำมาจากอลูมิเนียม อโนไดซ์

๔) โครงสร้างที่ติดตั้งอยู่กับส่วนของ Track – Slide (Tool Mounts) วัสดุทำมาจากอลูมิเนียม อโนไดซ์ โดยมีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องดังนี้

๔.๑) อุปกรณ์สำหรับเซนเซอร์วัดค่า N P K ในดิน

๔.๒) อุปกรณ์สำหรับเซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน อุณหภูมิ และความนำไฟฟ้า

๔.๓) อุปกรณ์สำหรับเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรดต่างในดิน (pH of soil)

๔.๔) อุปกรณ์สำหรับเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรดต่างในน้ำ (pH of water)

๔.๕) อุปกรณ์สำหรับวัดค่าความนำไฟฟ้าในน้ำ (Electric Conductivity of water)

๔.๖) อุปกรณ์สำหรับเซนเซอร์วัดค่าคาร์บอนไดออกไซด์, ความเข้มแสง, อุณหภูมิ และ ความชื้น

๔.๗) อุปกรณ์สำหรับเซนเซอร์วัดค่าปริมาณ PM๒.๕ และ PM๑๐

๔.๘) อุปกรณ์สำหรับเซนเซอร์วัดค่าความเร็วลมและทิศทางลม (Outdoor)

๔.๙) อุปกรณ์สำหรับเซนเซอร์วัดค่าความเร็วและทิศทางลม (Indoor)

๔.๑๐) อุปกรณ์สำหรับแผงควบคุม ESP๓๒

๔.๑๑) อุปกรณ์สำหรับแผงควบคุม Raspberry Pi

๔.๑๒) อุปกรณ์สำหรับแผงควบคุม Arduino Mega

๕) ถังบรรจุน้ำขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐๐ ลิตร

๖) วาล์วเปิดปิดระบบน้ำ

๗) ตัวกรองน้ำ

๘) ชุดพ่นหมอก

๘.๑) มีวาล์วเปิดปิดน้ำก่อนเข้าหัวพ่นหมอก

๘.๒) หัวพ่นหมอกสามารถพ่นได้ไม่น้อยกว่า ๔ ทิศทาง

๘.๓) มีวัสดุถ่วงน้ำหนักสายไม่ให้หัวพ่นหมอกสั่นขณะทำงาน

๘.๔) มีวัสดุกันน้ำจากหัวพ่นหมอก

๘.๕) มีชุดไหลย้อนกลับของน้ำ

๙) ชุดสปริงเกอร์

- ๙.๑) มีวาล์วเปิดปิดน้ำก่อนเข้าสปริงเกอร์
- ๙.๒) หัวสปริงเกอร์สามารถหมุนได้
- ๙.๓) มีวัสดุกันน้ำจากหัวสปริงเกอร์
- ๙.๔) มีชุดไหลย้อนกลับของน้ำ

๑๐) ชุดวาล์วควบคุมต่อร่วมกับชุดพ่นหมอกและชุดสปริงเกอร์

- ๑๐.๑) มีวาล์วกันไหลย้อนกลับของน้ำ
- ๑๐.๒) มีวาล์วน้ำเปิดปิด

๑๑) รายละเอียดด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics)

๑) แผงวงจรควบคุม ESP๓๒

- ๑.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) อยู่ที่ไม่น้อยกว่า

๑๒VDC

- ๑.๒) ESP๓๒ เป็นอุปกรณ์แบบ SMD Module
- ๑.๓) มีการประมวลผล ๒ Cores ไม่น้อยกว่า ๓๒bit
- ๑.๔) มีพอร์ตรองรับการต่อสายอากาศภายนอก
- ๑.๕) มีพอร์ตรองรับการสื่อสารข้อมูลแบบ Modbus Protocol RS๔๘๕
- ๑.๖) มีพอร์ตรองรับการสื่อสารข้อมูลแบบ I๒C
- ๑.๗) มีพอร์ตรองรับการสื่อสารข้อมูลแบบ Analog to Digital (A/D)
- ๑.๘) มีพอร์ตรองรับการสั่งงานเปิดปิดด้วยรีเลย์
- ๑.๙) มีพอร์ต I/O แบบ TTL รับแรงดัน ๕V
- ๑.๑๐) มีพอร์ตแรงดันเอาต์พุต ๕ V

๒) แผงวงจรควบคุม Raspberry Pi

- ๒.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ๕VDC
- ๒.๒) ใช้ชิพประมวลผล Broadcom ๖๔bit Quad-Core ARM Cortex-A๗๒
- ๒.๓) หน่วยความจำแบบ LPDDR๔-๒๔๐๐ ขนาด ๔GB
- ๒.๔) มี CPU speed ไม่น้อยกว่า ๑.๕GHz
- ๒.๕) มี Bluetooth ๐.๕ BLE
- ๒.๖) มีช่องต่อ LAN แบบ Gigabit Ethernet
- ๒.๗) มีพอร์ต USB๓.๐ และ USB ๒.๐
- ๒.๘) มีพอร์ต Micro-HDMI
- ๒.๙) รองรับการต่อจอแบบ ๔K ๖๐P

๓) แผงวงจรควบคุม Arduino

- ๓.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) อยู่ที่ ๕VDC
- ๓.๒) มีจำนวนอินพุต เอาต์พุต ดิจิตอลไม่น้อยกว่า ๕๐ ช่อง
- ๓.๓) มีจำนวนอินพุตอนาล็อกไม่น้อยกว่า ๑๔ ช่อง
- ๓.๔) มีหน่วยความจำแฟลช ๒๕๖ KB
- ๓.๕) มีหน่วยความจำ SRAM ๘ KB
- ๓.๖) มีหน่วยความจำ EEPROM ๔ KB
- ๓.๗) มี Clock Speed ไม่น้อยกว่า ๑๖ MHz

๔) โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve)

๔.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) อยู่ที่ ๒๔VAC

๔.๒) ขนาดทางน้ำไหลเข้าและออก ไม่น้อยกว่า ๐.๕ นิ้ว

๕) แผงวงจรควบคุมโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve drive)

๕.๑) แรงดันไฟฟ้าอินพุต ๑๑๐ หรือ ๒๒๐ VAC

๕.๒) ให้แรงดันเอาต์พุต ๒๔VAC

๖) ปั๊มโดส (Dosing pump drive) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage)

อยู่ที่ ๑๒VDC

๗) แผงวงจรควบคุมปั๊มโดส (Dosing pump drive)

๗.๑) มีสวิตช์เปิดปิดการทำงาน

๗.๒) มีปรับความเร็วรอบ

๘) มอเตอร์ปั๊มน้ำ (Water Pump)

๘.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) อยู่ที่ ๑๒VDC

๘.๒) มีขนาดทางน้ำเข้าและออก ไม่น้อยกว่า ๐.๕ นิ้ว

๙) แผงวงจรควบคุมปั๊มน้ำ (Water pump drive)

๙.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) อยู่ที่ ๑๒VDC

๙.๒) มีหลอดไฟบอกสถานะ การทำงานของปั๊ม

๑๐) แหล่งจ่ายไฟ (Power supply)

๑๐.๑) แรงดันไฟฟ้าอินพุต ๑๑๐ หรือ ๒๒๐ VAC

๑๐.๒) ให้แรงดันเอาต์พุตไม่น้อยกว่า ๑๒VDC

๑๑) พัดลม (FAN)

๑๑.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) อยู่ที่ ๑๒VDC

๑๑.๒) มีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง ๑๐๐ มม. x ยาว ๑๐๐ มม.

๑๑.๑.๓) รายละเอียดด้านเซนเซอร์ (Sensors)

๑) Soil Sensor ใช้สำหรับวัดค่าแร่ธาตุ N, P, K ในดิน ให้เอาต์พุตออกมาเป็น

Modbus RS๔๘๕

๑.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า

๕-๓๐VDC

๑.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๑๐W

๑.๓) Range ช่วง ๑-๑,๙๙๙ mg/kg

๑.๔) Precision +/- ๒%FS

๑.๕) Protection Class IP๖๘

๒) Soil Sensor ใช้สำหรับตรวจวัดค่าความชื้นในดิน อุณหภูมิในดิน และค่าความนำ

ไฟฟ้า (Electric Conductivity: EC) ให้เอาต์พุตออกมาเป็น Modbus RS๔๘๕

๒.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า

๕-๓๐VDC

๒.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๕W

๒.๓) Range ของค่าความนำไฟฟ้า ช่วง ๐-๒๐,๐๐๐ us/cm

๒.๔) Range ของค่าความชื้นในดินไม่น้อยกว่า ช่วง ๐-๑๐๐%

๒.๕) Range ของค่าอุณหภูมิในดิน ช่วง -๔๐ °C ถึง ๘๐๐ °C

๒.๖) Protection Class IP๖๘

๓) Soil Sensor ใช้สำหรับวัดค่าความเป็นกรดต่างในดิน (pH of soil) ให้เอาต์พุตออกมาเป็น Modbus RS๔๘๕

๓.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๕-๓๐VDC

๓.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๓W

๓.๓) Range ช่วงไม่น้อยกว่า ๓-๙ pH

๓.๔) Protection Class IP๖๘

๔) Water Sensor ใช้สำหรับวัดค่าความเป็นกรดต่างในน้ำ (pH of water) ให้เอาต์พุตออกมาเป็น Modbus RS๔๘๕

๔.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๑๒-๒๔VDC

๔.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๕W

๔.๓) Range ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๑๔ pH

๕) Water Sensor ใช้สำหรับวัดค่าความนำไฟฟ้า (Electric Conductivity: EC) ในน้ำ ให้เอาต์พุตออกมาเป็น Modbus RS๔๘๕

๕.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๑๒-๒๔VDC

๕.๒) Maximum Power Consumption ๐.๕W

๕.๓) Range ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๔๔๐๐ us/cm

๖) Weather Sensor ใช้สำหรับวัดค่าความเข้มของแสง (Light Intensity) ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ให้เอาต์พุตออกมาเป็น Modbus RS๔๘๕

๖.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๑๐-๓๐VDC

๖.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๕W

๖.๓) Range ของค่าความเข้มของแสง ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๒๐WLux

๖.๔) Range ของค่าอุณหภูมิ ช่วงไม่น้อยกว่า -๔๐°C ถึง ๑๒๐°C

๖.๕) Range ของค่าความชื้น ช่วงไม่น้อยกว่า ๐%RH - ๙๙%RH

๖.๖) Protection Class IP๖๘

๗) Weather Sensor ใช้สำหรับวัดค่าคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ค่าความเข้มของแสง ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ให้เอาต์พุตออกมาเป็น Modbus RS๔๘๕

๗.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๑๐-๓๐VDC

๗.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๕W

๗.๓) Range ของค่าคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๕๐๐ppm

๗.๔) Range ของค่าความเข้มของแสง ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๒๐WLux

๗.๕) Range ของค่าอุณหภูมิ ช่วงไม่น้อยกว่า -๔๐°C ถึง ๑๒๐°C

๗.๖) Range ของค่าความชื้น ช่วง ๐%RH - ๙๙%RH

๗.๗) Protection Class IP๖๘

๘) Weather Sensor ใช้สำหรับวัดค่าฝุ่น PM๒.๕ และ PM๑๐ ให้เอาต์พุตออกมาเป็น

Modbus RS๔๘๕

๘.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า

๑๐-๓๐VDC

๘.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๕W

๘.๓) Range ของค่า PM๒.๕ และ PM๑๐ ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๑๐๐๐ug/m<sup>๓</sup>

๙) Weather Sensor ใช้สำหรับวัดค่าความเร็วลม (Outdoor) ให้เอาต์พุตออกมาเป็น

Modbus RS๔๘๕

๙.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า

๑๐-๓๐VDC

๙.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๒W

๙.๓) Range ของค่าความเร็วลม ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๖๐m/s

๑๐) Weather Sensor ใช้สำหรับวัดค่าทิศทางลม (Outdoor) ให้เอาต์พุตออกมาเป็น

Modbus RS๔๘๕

๑๐.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า

๑๐-๓๐VDC

๑๐.๒) Range ของค่าทิศทาง ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๓๕๐ องศา

๑๑) Weather Sensor ใช้สำหรับวัดค่าทิศทางและความเร็วลม (Indoor) แบบ Ultrasonic ให้เอาต์พุตออกมาเป็น Modbus RS๔๘๕

๑๑.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า

๑๐-๓๐VDC

๑๑.๒) Range ของค่าความเร็วลม ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๔๐m/s

๑๑.๓) Range ของค่าทิศทางลม ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๓๖๐ องศา

๑๒) Weather Sensor ใช้สำหรับวัดค่าปริมาณน้ำฝน ให้เอาต์พุตออกมาเป็น Modbus

RS๔๘๕

๑๒.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๕-

๓๐VDC

๑๒.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๒๐W

๑๒.๓) Range ของค่าปริมาณน้ำฝน ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๔mm/min

๑.๑.๔ รายละเอียดด้านซอฟต์แวร์ (Software)

๑) Web Frontend

๑.๑) มีส่วน Interface กับผู้ใช้งานที่แสดงผลข้อมูลต่างๆ (Dashboard) ได้จากอุปกรณ์ที่ผู้ใช้งานตั้งค่า อุณหภูมิและ ความชื้นอากาศและ ความชื้นดินและ ค่า EC ของดิน แสดง

๑.๒) หน้าเว็บสามารถรองรับได้ทั้งระบบการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ และ โทรศัพท์มือถือทั้งประเภท Android และ iOS



๒) Backend

๒.๑) มีระบบจัดการข้อมูลจากอุปกรณ์ (Data Collection)

๒.๒) มีระบบเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน (Users Profiles)

๒.๓) มีฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูล จากอุปกรณ์ในรูปแบบลำดับเวลา (Timeseries Databases)

๒.๔) มีระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อัตโนมัติ

๒.๕) ระบบปฏิบัติการของซอฟต์แวร์จะต้องจัดการในรูปแบบไมโครเซอร์วิส (Microservices)

๑.๒. ชุดฝึกระบบเกษตรอัจฉริยะสำหรับภาคสนาม (Smart Farming Systems form the Field) จำนวน ๒ ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย รายละเอียดดังนี้

๑.๒.๑ รายละเอียดด้านเซนเซอร์

๑) Soil Sensor ใช้สำหรับตรวจวัดค่าความชื้นในดิน อุณหภูมิในดิน และค่าความนำไฟฟ้า (Electric Conductivity: EC) ให้เอาต์พุตออกมาเป็น Modbus RS๔๘๕

๑.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๕-๓๐VDC

๑.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๕W

๑.๓) Range ของค่าความนำไฟฟ้า ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๒๐,๐๐๐ us/cm

๑.๔) Range ของค่าความชื้นในดิน ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๑๐๐%

๑.๕) Range ของค่าอุณหภูมิในดิน ช่วงไม่น้อยกว่า -๔๐°C ถึง ๘๐°C

๑.๖) Protection Class IP๖๘

๒) Weather Sensor ใช้สำหรับวัดค่าความเข้มของแสง (Light Intensity) ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ให้เอาต์พุตออกมาเป็น Modbus RS๔๘๕

๒.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๑๐-๓๐VDC

๒.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๕W

๒.๓) Range ของค่าความเข้มของแสง ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๒๐W Lux

๒.๔) Range ของค่าอุณหภูมิ ช่วงไม่น้อยกว่า -๔๐°C ถึง ๑๒๐°C

๒.๕) Range ของค่าความชื้น ช่วงไม่น้อยกว่า ๐%RH - ๙๙%RH

๒.๖) Protection Class IP๖๘

๓) Weather Sensor ใช้สำหรับวัดค่าฝุ่น PM๒.๕ และ PM๑๐ ให้เอาต์พุตออกมาเป็น Modbus RS๔๘๕

๓.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๑๐-๓๐VDC

๓.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๕W

๓.๓) Range ของค่า PM๒.๕ และ PM๑๐ ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๑๐๐๐ug/m๓

Modbus RS๔๘๕

๔) Weather Sensor ใช้สำหรับวัดค่าความเร็วลม (Outdoor) ให้เอาต์พุตออกมาเป็น

๔.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๑๐-๓๐VDC

๔.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๓W

๔.๓) Range ของค่าความเร็วลม ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๖๐m/s

Modbus RS๔๘๕

๕) Weather Sensor ใช้สำหรับวัดค่าทิศทางลม (Outdoor) ให้เอาต์พุตออกมาเป็น

๕.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๑๐-๓๐VDC

๕.๒) Range ของค่าทิศทาง ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๓๕๐ องศา

RS๔๘๕

๖) Weather Sensor ใช้สำหรับวัดค่าปริมาณน้ำฝน ให้เอาต์พุตออกมาเป็น Modbus

๖.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๕-๓๐VDC

๖.๒) Maximum Power Consumption ไม่น้อยกว่า ๐.๒๐W

๖.๓) Range ของค่าความเร็วลม ช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๔mm/min

๑.๒.๒ รายละเอียดด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

๑) ชุดตู้ควบคุมในรูปแบบ IoT

๑.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) อยู่ที่ไม่น้อยกว่า ๑๒VDC

๑.๒) ESP๓๒ เป็นอุปกรณ์แบบ SMD Module

๑.๓) มีการประมวลผล ๒ Cores ไม่น้อยกว่า ๓๒bit

๑.๔) มีพอร์ตรองรับการต่อสายอากาศภายนอก

๑.๕) มีพอร์ตรองรับการสื่อสารข้อมูลแบบ Modbus Protocol RS๔๘๕

๑.๖) มีพอร์ตรองรับการสื่อสารแบบ ๔-๒๐mA

๑.๗) มีพอร์ตรองรับการสั่งงานเปิดปิดด้วยรีเลย์

๑.๘) มีพอร์ต I/O แบบ TTL รับแรงดัน ๕V

๑.๙) มีพอร์ตแรงดันเอาต์พุต ๕ V

๑.๑๐) มีชุดป้องกันไฟตกและไฟกระชาก

๑.๑๑) มีแมกเนติกรีเลย์และโอเวอร์โหลด

๑.๑๒) มีหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง

๑.๑๓) มีหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของระบบพ่นหมอก

๑.๑๔) มีหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของระบบสปริงเกอร์

๑.๑๕) มีสวิทช์เปิดปิดระบบพ่นหมอก

๑.๑๖) มีสวิทช์เปิดปิดระบบสปริงเกอร์

๑.๑๗) มีระบบการเช็คสถานะการทำงานของแมกเนติก

๑.๑๘) มีอุปกรณ์เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบใส่ซิมการ์ด

๒) แผงวงจรควบคุม Crops Node IoT Gateway

ที่กระแสไม่น้อยกว่า ๓A

๒.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๕VDC

๒.๒) ใช้ชิพประมวลผล Broadcom ๖๔-bit, Quad-Core ARM Cortex-A๗๒

๒.๓) หน่วยความจำแบบ LPDDR๔-๒๔๐๐ ขนาดไม่น้อยกว่า ๔GB

๒.๔) มี CPU speed ไม่น้อยกว่า ๑.๕GHz

๒.๕) มี Bluetooth ๕.๐ BLE

๒.๖) มีช่องต่อ LAN แบบ Gigabit Ethernet หรือดีกว่า

๒.๗) มีพอร์ต USB๓.๐ และUSB๒.๐

๒.๘) มีพอร์ต Micro-HDMI

๒.๙) รองรับการต่อจอแบบ ๔K ๖๐P

๒.๑๐) มีหน้าจอ Interface สำหรับตั้งค่าต่าง ๆ ผ่าน IoT Gateway เชื่อมต่อ

ผ่าน Port LAN

๒.๑๑) มีหน้าจอ Interface จัดการข้อมูลจากอุปกรณ์ทั้งหมดไปยังคลาวด์

เซิร์ฟเวอร์

๒.๑๒) มีหน้าจอ Interface ที่สามารถเข้าผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้

๓) โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve)

๓.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) อยู่ที่ ๒๔VAC

๓.๒) ขนาดทางน้ำไหลเข้าและออก ไม่น้อยกว่า ๐.๕ นิ้ว

๔) อุปกรณ์ควบคุมโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve drive)

๔.๑) แรงดันไฟฟ้าอินพุต ๑๑๐ หรือ ๒๒๐ VAC

๔.๒) ให้แรงดันเอาต์พุต ๒๔VAC

๕) มอเตอร์ปั๊มน้ำ (Water Pump)

๕.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) อยู่ที่ ๒๒๐VAC

๕.๒) มีกำลังไฟไม่น้อยกว่า ๗๕๐W

๕.๓) มีขนาดทางน้ำไหลเข้าและออก ไม่น้อยกว่า ๑ นิ้ว

๖) อุปกรณ์ควบคุมปั๊มน้ำ (Water pump drive)

๖.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) อยู่ที่ ๒๒๐VAC

๖.๒) มีหลอดไฟบอกสถานะ การทำงานของปั๊ม

๗) แหล่งจ่ายไฟ (Power supply)

๗.๑) แรงดันไฟฟ้าอินพุต ๑๑๐ หรือ ๒๒๐ VAC

๗.๒) ให้แรงดันเอาต์พุต ๑๒VDC

๘) พัดลม (FAN)

๘.๑) มีแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งาน (Operating Voltage) อยู่ที่ ๒๒๐VAC

๘.๒) มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า ๑๔๐๐ รอบ/นาที

๑.๒.๓ รายละเอียดด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware)

๑) วัสดุที่ติดอยู่กับโครงสร้างชุดฝึกภาคสนาม (Tool Mounts Farm) วัสดุทำมาจาก อลูมิเนียม อโนไดซ์

๒) โครงสร้างชุดฝึกระบบเกษตรอัจฉริยะสำหรับภาคสนาม (Smart Farming Systems form the Field) ขนาดไม่น้อยกว่า ๓ x ๓ เมตร

๓) ถังบรรจุน้ำขนาดไม่น้อยกว่า ๔๕๐ ลิตร

๔) วาล์วเปิดปิดแบบลูกกลอย

๕) วาล์วเปิดปิดระบบน้ำก่อนเข้าและหลังออกจากถังบรรจุน้ำ

๖) ตัวกรองน้ำ

๗) ชุดพ่นหมอก

๗.๑) มีวาล์วเปิดปิดน้ำก่อนเข้าหัวพ่นหมอก

๗.๒) หัวพ่นหมอกสามารถพ่นได้ไม่น้อยกว่า ๔ ทิศทาง

๗.๓) มีวัสดุถ่วงน้ำหนักสายไม่ป้องกันไม่ให้หัวพ่นหมอกสะบัดขณะทำงาน

๘) ชุดสปริงเกอร์หรือน้ำหยด

๘.๑) มีวาล์วเปิดปิดน้ำก่อนเข้าสปริงเกอร์หรือน้ำหยด

๘.๒) หัวสปริงเกอร์/น้ำหยดสามารถหมุนปรับควบคุมอัตราการไหลของน้ำได้

๙) ชุดวาล์วควบคุมคู่ต่อร่วมกับชุดพ่นหมอก

๙.๑) มีวาล์วกันไหลย้อนกลับของน้ำ

๙.๒) มีวาล์วน้ำเปิดปิด

๑๐) ชุดวาล์วควบคุมคู่ต่อร่วมกับชุดสปริงเกอร์

๑๐.๑) มีวาล์วกันไหลย้อนกลับของน้ำ

๑๐.๒) มีวาล์วน้ำเปิดปิด

๑.๒.๔ รายละเอียดด้านซอฟต์แวร์ (Software)

๑) Web Frontend

๑.๑) มีส่วน Interface กับผู้ใช้งานที่แสดงผลข้อมูลต่างๆ (Dashboard) ได้จาก อุปกรณ์ที่ผู้ใช้งานตั้งค่า เช่น อุณหภูมิ, ความชื้นอากาศ, ความชื้นดิน, ค่า EC ของดิน แสง เป็นต้น

๑.๒) มีส่วน Interface กับผู้ใช้งานโดยสามารถควบคุมการทำงานแบบ Real-Time และตั้งค่าการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ จากผู้ใช้งานได้

๑.๓) หน้าเว็บสามารถรองรับได้ทั้งระบบการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ และ โทรศัพท์มือถือทั้งประเภท Android และ iOS

๒) Backend

๒.๑) มีระบบจัดการข้อมูลจากอุปกรณ์ (Data Collection)

๒.๒) มีระบบเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน (Users Profiles)

๒.๓) มีฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลต่างๆ จากอุปกรณ์ในรูปแบบลำดับเวลา (Timeseries Databases)

๒.๓.๑) มีระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อัตโนมัติ

๒.๓.๒) ระบบปฏิบัติการของซอฟต์แวร์จะต้องจัดการในรูปแบบไมโคร

เซอร์วิส (Microservices)

๓) ด้านเวิร์กสเตชัน (Workstation)

๓.๑) เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายแบบที่ ๑ จำนวน ๒ ชุด

๓.๑.๑) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๘ แกนหลัก (๘ core) หรือดีกว่า สำหรับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยเฉพาะ และมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๒.๑ GHz จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ หน่วย

๓.๑.๒) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ ๖๔ Bit มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันไม่น้อยกว่า ๑๑ MB

๓.๑.๓) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด ECC DDR๔ หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๖ GB

๓.๑.๔) สนับสนุนการทำงาน RAID ไม่น้อยกว่า RAID ๐, ๑, ๕

๓.๑.๕) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิดชนิด SCSI หรือ SAS หรือ SATA ที่มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า ๗,๒๐๐ รอบต่อวินาที หรือ Solid State Drive หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๒๐๐ GB จำนวนไม่น้อยกว่า ๒ หน่วย

๓.๑.๖) มี DVD-ROM หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) จำนวน ๑ หน่วย

๓.๑.๗) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ ๑๐/๑๐๐/๑๐๐๐Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๒ ช่อง

๓.๑.๘) มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB ๒.๐ ไม่น้อยกว่า ๒ ช่อง, USB ๓.๐ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า ๔ ช่อง และแบบ Serial Port ไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง

๓.๑.๙) มีช่องเสียบขยายเพิ่มเติม (Expansion Slots) แบบ PCIe x๑๖ จำนวนไม่น้อยกว่า ๔ ช่อง, และแบบ PCIe x๘ ไม่น้อยกว่า ๒ ช่อง

๓.๑.๑๐) มีจอภาพแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๑๙.๕ นิ้ว ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๑,๓๖๖ x ๗๖๘ โดยมีช่องเชื่อมต่อแบบ VGA หรือ DVI หรือ HDMI จำนวน ๑ หน่วย

๓.๑.๑๑) จอภาพต้องได้รับมาตรฐานการประหยัดพลังงานชนิด Energy Star

๓.๑.๑๒) มี Power Supply แบบ Redundant หรือ Hot Swap จำนวน ๒ หน่วย

๓.๑.๑๓) มีแป้นพิมพ์และเมาส์

๓.๑.๑๔) มีระบบปฏิบัติการที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง ตามกฎหมาย

๓.๒) ชุดโต๊ะและเก้าอี้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล จำนวน ๒ ชุด แต่ละชุด มีรายละเอียดดังนี้

๓.๒.๑) ชุดโต๊ะสำหรับการทำงาน

๑) โต๊ะมีขนาดหน้าโต๊ะไม่น้อยกว่า ๗๕๐ x ๖๐๐ มม.

๒) โต๊ะมีที่วางสำหรับคอมพิวเตอร์ จำนวน ๑ ช่อง

๓) มีลิ้นชักสำหรับวางแป้นพิมพ์

๔) หน้าโต๊ะเป็นไม้

๕) ความสูงของหน้าโต๊ะสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า ๗๐๐ มม.

๓.๒.๒) ชุดเก้าอี้สำหรับการทำงาน

- ๑) เป็นเก้าอี้สำนักงานพนักพิงเดี่ยว
- ๒) พนักพิงบุฟองน้ำหุ้มหนังเทียม
- ๓) มีเท้าแขนทั้งด้านซ้ายและขวา
- ๔) มีล้อสำหรับการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๔ ล้อ
- ๕) สามารถปรับระดับสูงต่ำได้

๑.๒.๕) ชุดกล้องจับภาพพร้อมเลนส์ จำนวน ๒ ชุด แต่ละชุด มีรายละเอียดดังนี้

๑.๑) เป็นกล้องที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม สามารถตรวจสอบแบ่งขาวดำ

และสี ได้

๑.๒) ความละเอียดของกล้อง มีขนาดไม่น้อยกว่า ๒,๒๕๐ × ๑,๘๐๐

พิกเซล

๑.๓) หน่วยวัดการจับภาพไม่น้อยกว่า ๑๓ FPS

๑.๔) กล้องสามารถตรวจสอบสีได้

๑.๕) Lens Mount เป็นแบบ C-mount

๑.๖) การเชื่อมต่อ : ๑ opto-isolated input + ๑ opto-isolated

output + ๑ GPIO

๑.๗) มีโปรแกรมสำหรับการใช้งาน จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

๑.๓) ชุดทดลองสำหรับเรียนรู้ฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm IoT-base Platform) จำนวน ๒ ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย รายละเอียดดังนี้

๑.๓.๑) มีระบบจำลองการทำความร้อน ระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศ

๑.๓.๒) รองรับเครือข่ายเซนเซอร์แบบ WPAN และ LPWAN

๑.๓.๓) สามารถเรียนรู้การเขียนโปรแกรมโดยใช้ไลบรารีจาก Soda OS รองรับการเขียนโปรแกรมด้วย Python

๑.๓.๔) มีคู่มือการทดลอง พร้อมทั้งตัวอย่างโปรแกรมที่สอดคล้องกับชุดทดลองสำหรับเรียนรู้ฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm IoT-base Platform)

๑.๓.๕) เป็นชุดทดลองที่ประกอบด้วยโมดูลหลักดังนี้

๑) หน่วยประมวลผล

๑.๑) มีหน่วยประมวลผล Xtensa Dual-Core ไม่น้อยกว่า ๓๒ Bit

๑.๒) มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า ๔ MB

๑.๓) มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลขนาดไม่น้อยกว่า ๘MB

๑.๔) มีการเชื่อมต่อ UART และ SPI และ ADC และ PWM และ GPIO

๑.๕) มีแสดงสถานะ

๒) มี Wi-Fi ๘๐๒.๑๑b/g/n

๓) มี Bluetooth ไม่น้อยกว่า ๔.๒ BR/EDR

๔) มี LoRa Frequency ไม่น้อยกว่า ๙๐๐ MHz

๕) มีเซนเซอร์แสงสว่างและวัตถุอุณหภูมิและความชื้น

๖) มีรีเลย์

๗) มีชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ Dual Full-Bridge

๘) มีเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

๙) ระบบระบายอากาศ

- ๙.๑) สเต็ปมอเตอร์
- ๙.๒) มีพัดลม ไม่น้อยกว่า ๒ ตัว
- ๙.๓) RGB LED
- ๙.๔) อแดปเตอร์ ๑๒VDC

๑๐) ป้อนน้ำ

- ๑๐.๑) อัตราการไหลไม่น้อยกว่า ๓.๐ ลิตร/นาที
- ๑๐.๒) สปริงเกอร์ ไม่น้อยกว่า ๒ ตัว

๑๑) เซนเซอร์ภายใน

- ๑๑.๑) เซนเซอร์แสงสว่างและวัดอุณหภูมิและความชื้น
- ๑๑.๒) มีเซนเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์
- ๑๑.๓) มีเซนเซอร์วัดระดับน้ำ
- ๑๑.๔) หน้าจอแสดงผลแบบ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๖x๒

๑.๓.๗) มีคู่มือประกอบการเรียนรู้ชุดทดลองสำหรับเรียนรู้ฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm IoT-base Platform)

- 1) การตั้งค่าทดลองและสภาพแวดล้อมสำหรับชุดทดลองฟาร์มอัจฉริยะ
- 2) การควบคุม FAN, Water Pump, Soil Moisture Sensor, CO2 Sensor, Water Level Sensor, Light Sensor, Temperature/Humidity Sensor, RGB LED Bar, Window Control, Text LCD Display, Switch Input, Auto Control
- 3) การควบคุมฟาร์มอัจฉริยะโดยใช้ Blynk
- 4) ฟาร์มอัจฉริยะผ่าน GUI

๑.๔ อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ

๑.๔.๑ ชุดอุปกรณ์ประมวลผลระยะไกล จำนวน ๓ ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้

- ๑) ระบบปฏิบัติการชนิด IOS หรือ Android
- ๒) จอแสดงผลแบบ LCD
- ๓) ระบบสัมผัสแบบ Multi-Touch
- ๔) ขนาดหน้าจอแสดงผลไม่น้อยกว่า ๕ นิ้ว
- ๕) มีแบตเตอรี่สำหรับการใช้งาน
- ๖) ระบบเชื่อมต่อ WiFi, Bluetooth

๑.๔.๒ เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล จำนวน ๖ ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้

๑) รายละเอียดทั่วไป

๑.๑) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีตัวเครื่องคอมพิวเตอร์, จอภาพ, เมาส์, แป้นพิมพ์ และเมนบอร์ด อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันที่ติดเป็นการถาวรโดยมีเพียงเครื่องหมายการค้าเดียว

๑.๒) เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจากสถาบันมาตรฐานดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

๑.๒.๑) มาตรฐานการแผ่กระจายแม่เหล็กไฟฟ้า FCC

๑.๒.๒) มาตรฐานความปลอดภัย CE หรือ มาตรฐานความปลอดภัย

VCCI หรือ มาตรฐานความปลอดภัย MET หรือ มาตรฐานความปลอดภัย UL

๑.๒.๓) มาตรฐานประหยัดพลังงาน Energy Star

๑.๓ อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องรับประกันค่าแรงและอะไหล่ทุกชิ้นส่วนไม่น้อยกว่า ๑ ปี และมีบริการ ณ สถานที่ติดตั้ง (Onsite Service) อย่างน้อย ๑ ปีและเป็นเครื่องที่ออกแบบสำเร็จและประกอบเสร็จสมบูรณ์จากโรงงาน โดยมีเอกสารรับรองโรงงานประกอบของผลิตภัณฑ์ที่เสนอจากกระทรวงอุตสาหกรรม

๒) คุณลักษณะพื้นฐาน

๒.๑) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๖ แกนหลัก (๖ Core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๓.๐ GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน ๑ หน่วย

๒.๒) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒ MB

๒.๓) หน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า

๒.๓.๑) มีหน่วยแสดงผลแยกจากแผงวงจรหลักและมีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ

๒.๓.๒) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ

๒.๓.๓) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลักแบบ Onboard Graphics ที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB

๒.๔) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๖GB แบบ Dual Channel สามารถรับการขยายได้ไม่น้อยกว่า ๓๒ GB

๒.๕) มีระบบปฏิบัติการที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จัดหาที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย และสามารถอัปเดตได้ตามระบบปฏิบัติการที่มหาวิทยาลัยจัดหา

๒.๖) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB จำนวน ๑ หน่วย

๒.๗) มี DVD Writer Drive เป็นแบบ SATA รองรับการใช้งานแบบ DVD RW หรือดีกว่า จำนวน ๑ หน่วย

๒.๘) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ ๑๐/๑๐๐/๑๐๐๐ Mbps หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง

๒.๙) มี Wireless Lan และ Bluetooth

๒.๑๐) มีคีย์บอร์ดเป็นแบบ Standard มีตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษติดอยู่อย่างถาวร มีการเชื่อมต่อแบบ USB

๒.๑๑) มีเมาส์เป็นแบบ Optical มีปุ่มกดไม่น้อยกว่า ๒ ปุ่มและมีปุ่ม Scroll มีการเชื่อมต่อแบบ USB

๒.๑๓) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอต้องมีช่องเชื่อมต่อแบบ PS/๒ ไม่น้อยกว่า ๒ ช่อง, แบบ USB ๒.๐ ไม่น้อยกว่า ๔ ช่อง, USB ๓.๐ หรือดีกว่าติดตั้งอยู่ด้านหน้า ไม่น้อยกว่า ๔ ช่อง



๒.๑๔) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอต้องมีช่องเชื่อมต่อสัญญาณเสียงชนิด Line in, Line Out และ Microphone อย่างละ ๑ ช่อง รวม ๓ ช่อง หรือดีกว่า และมีช่อง Headphone และ Microphone ติดตั้งอยู่ด้านหน้าเครื่อง อย่างละ ๑ ช่อง รวม ๒ ช่องหรือดีกว่า

๒.๑๕) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอต้องมีช่องเสียบขยายเพิ่มเติม (Expansion Slots) แบบ PCIe x๑๖ จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง, และแบบ M.๒ ไม่น้อยกว่า ๒ ช่อง

๒.๑๖) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอต้องมี Power Supply ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๕๐ Watt หรือสูงกว่า

๒.๑๗) มีจอภาพแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๑๙.๕ นิ้ว ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๑,๓๖๖ x ๗๖๘ โดยมีช่องเชื่อมต่อแบบ VGA (โดยมีอุปกรณ์แปลงพอร์ตเชื่อมต่อภายนอกเครื่องเป็น HDMI มาพร้อม) หรือ HDMI (โดยมีอุปกรณ์แปลงพอร์ตเชื่อมต่อภายนอกเครื่องเป็น VGA มาพร้อม) จำนวน ๑ หน่วย

๒.๑๘) จอภาพต้องได้รับมาตรฐานการ TUV, Energy Star, CSA, และ EPEAT Rating

๑.๔.๓ ซอฟต์แวร์ควบคุมและแสดงผลการทำงานของเครื่องจักรผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (IoT) จำนวน ๒ ชุด

๑) แพลตฟอร์มที่สามารถควบคุมระบบหุ่นยนต์ ระบบอัตโนมัติ และปัญญาประดิษฐ์ เข้าด้วยกัน

๒) การเขียนโปรแกรมเป็นลักษณะ การลากและวางโมดูลโหนดไปยังหน้าต่างการทำงาน

๓) เป็นโปรแกรมทางด้านปัญญาประดิษฐ์ที่ทำงานด้านการมองเห็นและรับรู้วัตถุอัจฉริยะที่ความแม่นยำ มีอัลกอริทึมที่หลากหลายสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้

๔) โปรแกรมสามารถนำไปใช้ในการศึกษาพื้นฐานหุ่นยนต์

๕) เป็นโปรแกรมด้านปัญญาประดิษฐ์ด้านการมองเห็นและรับรู้วัตถุอัจฉริยะ สามารถใช้งานควบคุมระบบหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมได้ในแพลตฟอร์มเดียวกัน

๒) โปรแกรมมีโมดูลชุดคำสั่ง

๖.๑) โมดูลการเปิดการทำงานของชุดคำสั่งที่เชื่อมต่ออัตโนมัติ

๖.๒) โมดูลการเปิดการทำงานของชุดคำสั่งที่เชื่อมต่อ

๖.๓) โมดูลการแสดงผลข้อมูลและ สถานะเวลาและ รูปภาพจากการประมวลผลของชุดคำสั่ง

๖.๔) โมดูลการหยุดรอก่อนทำงานชุดคำสั่งถัดไปที่เชื่อมต่อ

๖.๕) โมดูลการตรวจสอบสถานะของข้อมูล

๖.๖) โมดูลการรวมข้อมูลหรือ การทำงานของชุดคำสั่ง

๖.๗) โมดูลแสดงผลข้อความที่ตั้งค่าไว้ และข้อความจากตัวแปรของชุดคำสั่ง

๖.๘) โมดูลกำหนดค่าข้อมูล ให้เป็น ตัวเลข ข้อความ และ ตรรกะจริงเท็จ

๖.๙) โมดูลแสดงผลข้อความที่ตั้งค่าไว้ และข้อความจากตัวแปรของชุดคำสั่ง

๖.๑๐) โมดูลกำหนดค่าข้อมูล ให้เป็น ตัวเลข ข้อความ และตรรกะจริงเท็จ

๖.๑๑) โมดูลตรวจสอบสถานะของข้อมูล

๖.๑๒) โมดูลรอให้ชุดคำสั่ง ๒ ทาง ออกมาพร้อมกัน

๖.๑๓) โมดูลเปิด - ปิดการเชื่อมต่อของเส้นข้อมูลโดยอาศัยสัญญาณที่เข้ามายัง

- ๗) โปรแกรมมีโมดูลชุดคำสั่งที่ทำงานด้านปัญญาประดิษฐ์ดังนี้
  - ๗.๑) โมดูลคำสั่งที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการตรวจหา ตรวจสอบ และจัดหมวดหมู่ รูปภาพที่เข้ามายังชุดคำสั่ง
  - ๗.๒) โมดูลสอนให้ปัญญาประดิษฐ์รู้จักวัตถุที่ต้องการ สามารถวาดกรอบบนภาพรอบวัตถุต่างๆ และสร้างกรอบที่มีป้ายกำกับว่าสิ่งนั้นคืออะไร
  - ๘) โปรแกรมมีโมดูลสอนให้ปัญญาประดิษฐ์รู้จักวัตถุใช้ CPU ประมวลผลได้
  - ๙) โปรแกรมมีโมดูลชุดคำสั่งในการจัดการข้อมูลไม่น้อยกว่าดังนี้
    - ๙.๑) โมดูลที่สามารถเขียนคำสั่งด้วย JavaScript
    - ๙.๒) โมดูลที่สามารถเขียนคำสั่งด้วย PythonScript
    - ๙.๓) โมดูลที่สามารถคำนวณค่าทางคณิตศาสตร์
    - ๙.๔) โมดูลที่สามารถเปรียบเทียบค่า
  - ๑๐) โปรแกรมมีโมดูลที่สามารถแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LineNotify ได้
  - ๑๑) โปรแกรมมีโมดูลที่สามารถจัดการกับสัญญาณ I/O ได้ โดยสามารถอ่านและเขียน I/O เพื่อให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้
  - ๑๒) โปรแกรมสามารถสื่อสารผ่านโปรโตคอล MQTT ได้
  - ๑๓) โปรแกรมมีโมดูลเพื่อให้สามารถติดต่อกับผู้ใช้งานได้ดังนี้
    - ๑๓.๑) โมดูลปุ่มกด
    - ๑๓.๒) โมดูลแสดงผลรูปภาพ
    - ๑๓.๓) โมดูล LED
    - ๑๓.๔) โมดูลแสดงผลข้อความ
  - ๑๔) โปรแกรมมีโมดูลชุดคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับ รูปภาพ และวิดีโอ ได้ดังนี้
    - ๑๔.๑) โมดูลคำสั่งในการนำเข้าไฟล์รูปภาพในคอมพิวเตอร์
    - ๑๔.๒) โมดูลคำสั่งในการนำเข้าไฟล์วิดีโอในคอมพิวเตอร์
    - ๑๔.๓) โมดูลคำสั่งในการนำเข้ารูปภาพจากอุปกรณ์ webcam
    - ๑๔.๔) โมดูลคำสั่งในการเชื่อมต่อภาพจากกล้องที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์
  - ๑๕) โปรแกรมมีชุดโมดูลในการประมวลผลด้านภาพดังนี้
    - ๑๕.๑) โมดูล AvgColor
    - ๑๕.๒) โมดูล BgSubtract
    - ๑๕.๓) โมดูล Binary
    - ๑๕.๔) โมดูล ImageCrop
    - ๑๕.๕) โมดูล QrBarcode
    - ๑๕.๖) โมดูล RecordVideo
  - ๑๖) โปรแกรมมีชุดโมดูลในการแปลงไฟล์รูปภาพให้เป็นข้อความได้
  - ๑๗) โปรแกรมมีชุดโมดูลในการเรียนรู้จดจำใบหน้าได้
  - ๑๘) โปรแกรมสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมด้วยโปรโตคอล Modbus และ EtherCAT และ CAN Open

๑.๔.๔ ชุดควบคุมอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต จำนวน ๓ ชุด

- ๑) ระบบความปลอดภัยโดยการใช้ USB Flash Device ในการลงทะเบียนเชื่อมต่อเข้าระบบครั้งแรก (USB Hard lock for Configuration)
- ๒) ช่องสำหรับเชื่อมต่อ USB
- ๓) ใช้ระบบไฟฟ้าแรงดัน ๑๒-๒๔VDC
- ๔) ช่องต่อสาย Ethernet จำนวน ๕ ช่อง โดยแบ่งเป็น Internet/WLAN ๑ ช่อง และ LAN ๑ GbE ๔ ช่อง
- ๕) ผลิตภัณฑ์ออกแบบให้สามารถเลือกการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่าน Wifi และ Ethernet Port และ Cellular ๓G และ Cellular ๔G
- ๖) ระบบประมวลผลโดยใช้ CPU ชนิด MIPS (Microprocessor Without Interlocked Pipelined Stages)
- ๗) ผลิตภัณฑ์รุ่นที่มีระบบรับสัญญาณ Internet ผ่าน Wifi สามารถปรับตั้งค่าให้ทำงานในรูปแบบ Access Point ได้
- ๘) ผลิตภัณฑ์รุ่นที่มีระบบรับสัญญาณ Internet ผ่าน Cellular ๓G และ ๔G
- ๙) ผลิตภัณฑ์ออกแบบให้มีการติดตั้งใช้งานได้กับราง DIN Rail
- ๑๐) มีฟังก์ชันการต่อใช้งานสัญญาณ DI (Digital Input)
- ๑๑) มีระบบบอกสถานะการตั้งค่าการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ ผ่านไฟแสดงสถานะแบบ LED
- ๑๒) มีระบบ Remote VPN เพื่อรองรับการเขียน และการแก้ไขโปรแกรม Ladder Diagram ของ PLC ได้
- ๑๓) มีระบบ Remote VPN
- ๑๔) รองรับการเชื่อมต่อและควบคุมอุปกรณ์ในระบบอัตโนมัติที่มีฟังก์ชันการใช้งาน Web Server และ VNC Server
- ๑๕) รองรับการใช้งานรูปแบบ Remote Access และ Cloud Data Logging และ Notification และ Data Visualization และ Alarm Email และ User Management

๑.๔.๕ เครื่องพิมพ์ ๓ มิติ จำนวน ๑ ชุด

- ๑) มีพื้นที่ผลิตชิ้นงานเป็นรูปแบบสี่เหลี่ยม มีพื้นที่ในการสร้างชิ้นงานความกว้างไม่น้อยกว่า ๒๕๐ มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า ๒๐๐ มิลลิเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า ๒๒๐ มิลลิเมตร
- ๒) สามารถขึ้นรูปชิ้นงานโดยมีความละเอียดที่ขนาด ๐.๐๕ มิลลิเมตรต่อชั้น Layer ได้
- ๓) สามารถใช้กับเส้นพลาสติกขนาด ๑.๗๕ มิลลิเมตรได้
- ๔) มีซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์ซึ่งสามารถสร้างตัวรองรับ (Support) ให้ชิ้นงานได้โดยอัตโนมัติ
- ๕) มีหัวฉีดพลาสติกซึ่งทำความร้อนได้ถึง ๒๙๐ องศาเซลเซียส
- ๖) มีชุดหัวพิมพ์ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้แก่ หัวพิมพ์วัสดุ ABS และ หัวพิมพ์วัสดุ PLA และ หัวพิมพ์วัสดุ TPU
- ๗) ใช้วิธีขึ้นรูปชิ้นงาน ๓ มิติ แบบ Fused Filament Fabrication (FFF) หรือ Fused Deposition Modeling (FDM) หรือ Stereolithography (SLA) หรือ Melted Extrusion Modeling (MEM) หรือดีกว่า
- ๘) มีแผ่นรองฐานพิมพ์ชนิดผิวเรียบ ชนิดตะแกรง และชนิดกระจก เพื่อพิมพ์วัสดุ
- ๙) มีระบบกรองอากาศชนิด HEPA Filter และ Carbon Filter ภายในห้องเครื่องพิมพ์ เพื่อดูดกลืนพลาสติก

- ๑๐) มีระบบเซนเซอร์ปรับระดับความสูงของฐานพิมพ์แบบอัตโนมัติ
  - ๑๑) มีระบบเซนเซอร์ตรวจจับประตูเครื่องสามารถหยุดการทำงานของเครื่องโดยอัตโนมัติเมื่อมีการเปิดประตูระหว่างพิมพ์งาน
  - ๑๒) มีหน้าจอสัมผัสขนาด ๔.๓ นิ้วหรือดีกว่า สำหรับแสดงผลและควบคุมการทำงานของเครื่อง
  - ๑๓) มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB และ Ethernet (LAN) และ Wi-Fi หรือดีกว่า
  - ๑๔) สามารถขึ้นรูปชิ้นงานด้วยวัสดุประเภท Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) และ Polylactic Acid (PLA) และ Thermoplastic Polyurethane (TPU) ได้
  - ๑๕) เครื่องพิมพ์มีฝาปิดมิดชิดทุกด้าน เพื่อรักษาอุณหภูมิในห้องพิมพ์ให้คงที่
  - ๑๖) มีระบบแจ้งเตือนและหยุดการทำงานอัตโนมัติเมื่อเส้นพลาสติกหมดระหว่างพิมพ์งาน และสามารถพิมพ์ชิ้นงานต่อจากจุดเดิมได้ในกรณีไฟดับระหว่างพิมพ์งาน
  - ๑๗) สามารถพิมพ์ชิ้นงานจากไฟล์ชนิด STL และ OBJ และ ๓MF ได้
  - ๑๘) ความเร็วในการพิมพ์สูงสุดไม่น้อยกว่า ๑๕๐ มิลลิเมตรต่อวินาที
- ๑.๔.๖ ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) จำนวน ๒ ชุด
- ๑) เป็นเครื่องมือวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบดิจิทัลสตรอเรจออสซิลโลสโคป ที่มีช่วงความถี่การทำงานไม่น้อยกว่า ๕๐ MHz
  - ๒) สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกัน ๒ ช่องสัญญาณ
  - ๓) อัตราการสุ่มข้อมูล (Sampling Rate) ๑ GS/s
  - ๔) มีฟังก์ชัน Autoset
  - ๕) มีฟังก์ชัน Courseware สร้างข้อมูล/ แลปชีท, ขั้นตอนการทำแลป และรายงาน บนออสซิลโลสโคปได้
  - ๖) รองรับฟังก์ชัน Frequency Counter ทุกช่องสัญญาณ
  - ๗) สามารถเปิด - ปิดการใช้งาน Autoset ได้
  - ๘) จอภาพสามารถแสดงรายละเอียดได้อย่างชัดเจน เป็น Color LCD ขนาดไม่น้อยกว่า ๗ นิ้ว
  - ๙) รองรับ External Trigger
- ๑๐) มี USB Host, USB Device Port ติดตั้งมาพร้อมตัวเครื่อง สำหรับบันทึก Waveform และค่า Set up
- ๑๑) ใช้กับระบบไฟฟ้า ๒๔๐V, ๖๐Hz
  - ๑๒) อุปกรณ์ประกอบเครื่อง
    - ๑๒.๑) สายไฟ AC Power Cord จำนวน ๑ เส้น
    - ๑๒.๒) สายวัดสัญญาณ จำนวน ๑ เส้น
- ๑.๔.๗ ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ จำนวน ๓ ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
- ๑) รายละเอียดทั่วไป
    - ๑.๑) เครื่องดิจิตอลมัลติมิเตอร์คำนวณค่าแบบ True RMS
    - ๑.๒) มีฟังก์ชันวัด แรงดัน AC/DC, แรงดัน auto AC/DC, กระแส AC/DC, วัดสัญญาณ ๔-๒๐mA, Resistance, Capacitance, Frequency และ Volt Detector, วัดความต่อเนืองและไดโอด
    - ๑.๓) มีฟังก์ชัน Auto Volt เพื่อระบุว่าเป็นแรงดันที่วัดเป็นชนิด AC หรือ DC
- อัตโนมัติ

๒) คุณสมบัติทางเทคนิคของดิจิตอลมัลติมิเตอร์

๒.๑) ช่วงการวัดและความแม่นยำพื้นฐาน

- DC Voltage ๖๐๐.๐ m/๖.๐๐๐/๖๐.๐๐/๖๐๐.๐/๑๐๐๐ V  
Basic accuracy ±๐.๓ % rdg. ±๓ dgt.
- AC Voltage ๖.๐๐๐/๖๐.๐๐/๖๐๐.๐/๑๐๐๐ V  
Basic accuracy ±๐.๙ % rdg. ±๓ dgt.
- DC Current ๖๐.๐๐ m/๖๐๐.๐ m/๖.๐๐๐/๑๐.๐๐ A  
Basic accuracy ±๐.๙ % rdg. ±๓ dgt.
- AC current ๖๐๐.๐ m/๖.๐๐๐/๑๐.๐๐ A  
Basic accuracy ±๑.๔ % rdg. ±๓ dgt.
- Resistance ๖๐๐.๐/๖.๐๐๐k/๖๐.๐๐k/๖๐๐.๐k/๖.๐๐๐M/๖๐.๐๐MΩ  
Basic accuracy ±๐.๗ % rdg. ±๓ dgt.
- Capacitance ๑.๐๐๐μ/๑๐.๐๐μ/๑๐๐.๐μ/๑.๐๐๐m/๑๐.๐๐mF  
Basic accuracy ±๑.๙ % rdg. ±๕ dgt.
- Frequency ๙๙.๙๙ Hz/๙๙๙.๙ Hz/๙.๙๙๙ kHz  
๙๙.๙๙ kHz (เฉพาะ AC V)  
Basic accuracy ±๐.๑ %rdg. +๑ dgt.

๒.๒) แหล่งจ่ายไฟ

Battery AAA ๔ ก้อน

๒.๓) ฟังก์ชันเพิ่มเติม

Auto power save, Filter, Auto Hold

๓) อุปกรณ์ของดิจิตอลมัลติมิเตอร์

- ๓.๑) Test lead ๑ เส้น
- ๓.๒) คู่มือภาษาอังกฤษ ๑ เล่ม
- ๓.๓) battery AAA ๔ ก้อน

๑.๔.๘ ชุดฝึกประกอบสำหรับการเรียนรู้เบื้องต้น จำนวน ๖ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- ๑) วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์
- ๒) ขนาดอลูมิเนียมโปรไฟล์ของชุดฝึกมีขนาดไม่น้อยกว่า ๒๐ มม. X ๒๐ มม.
- ๓) มีขนาดโครงสร้าง ความสูงไม่น้อยกว่า ๔๐๐ มม. ความกว้างไม่น้อยกว่า ๔๐๐ มม.

ความลึกไม่น้อยกว่า ๒๔๐ มม.

๔) ใช้ระบบไฟฟ้า ๒๒๐VAC

๕) ระบบแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงโดยใช้สวิทช์ซิงเพาเวอร์ซีพพลาย ๒๔VDC ขนาด

ไม่น้อยกว่า ๖๐ W

๖) เทอมินอลสำหรับการต่อสายไฟ มีการติดตั้งแผ่นป้องกันการสัมผัสกระแสไฟฟ้า

(Terminal Cover)

- ๗) ติดตั้งซีลเคเตอร์สวิทช์
- ๘) ติดตั้งสวิทช์ปุ่มกด
- ๙) ติดตั้งปุ่มกดหมุนรีเซ็ต
- ๑๐) ติดตั้งหลอดแสดงสถานะ ๒๔VDC

๑๑) ติดตั้งเสียงสัญญาณเตือน ๒๔VDC

๑๒) ชุดเครื่องมือสำหรับชุดฝึกประกอบสำหรับการเรียนรู้เบื้องต้น จำนวน ๖ ชุด

๑๒.๑) คีมอนเนกประสงค์

๑๒.๒) คีมตัดสายไฟ

๑๒.๓) คีมปากแหลม

๑๒.๔) คีมปลอกสายไฟแฉนวนอน

๑๒.๕) คีมย้ำหางปลา

๑๒.๖) ชุดไขควงแบบชนิดเปลี่ยนด้าม ๗ แบบ

๑๒.๗) ชุดไขควง บรรจุกล่อง ๖ ชิ้น

๑๓) ชุดควบคุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวน ๖ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๑๓.๑) มีจำนวนจุดต่อภาคอินพุต ไม่น้อยกว่า ๑๖ จุด

๑๓.๒) มีจำนวนจุดต่อภาคเอาต์พุต ไม่น้อยกว่า ๑๖ จุด

๑๓.๓) มีเอาต์พุตแบบรีเลย์

๑๓.๔) รองรับสัญญาณ High Speed Pulse อินพุต ไม่น้อยกว่า ๘ ช่อง

๑๓.๕) มีช่องสื่อสารข้อมูลแบบ Ethernet พร้อมรองรับการสื่อสารแบบ

SLMP, Modbus TCP และ CC-Link IE Field Basic

๑๓.๖) มีช่องสื่อสารข้อมูลแบบ RS๔๘๕ พร้อมรองรับการสื่อสารแบบ

ModbusRTU

๑๓.๗) มีขนาดหน่วยความจำโปรแกรมอย่างน้อย ๖๔K step

๑๓.๘) รับสัญญาณไฟเลี้ยงขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐๐ V ถึง ๒๔๐ V AC

๑๓.๙) มีแหล่งจ่ายไฟภายในขนาดไม่น้อยกว่า ๒๔ V DC ๔๐๐ mA

๑๓.๑๐) มีช่องสำหรับใส่ SD Memory Card อย่างน้อย ๑ ช่อง

๑๓.๑๑) มีสวิทช์สำหรับเลือกการทำงานให้อยู่ในโหมด RUN และ

STOP และ RESET

๑๓.๑๒) มีช่องExpansion adapter สำหรับเพิ่มโมดูลเสริมภายนอกได้

๑.๔.๙ เครื่องวัดความต้านทานดิน จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า

๑) เป็นเครื่องวัดความต้านทานดิน เครื่องทดสอบและวัดความต้านทานกราวด์ดิน

๒) ย่านการวัดความต้านทานดิน : ๐-๑๙/ ๐-๑๙๐/ ๐-๑๙๙๙ Ω

๓) ย่านการวัดแรงดันไฟดิน : ๐-๑๙๙ V AC (๕๐/ ๖๐Hz)

๔) ความเที่ยงตรง : ความต้านทานดิน : ±๒%rdg ±๐.๑ (๒๐ Ω range)

๕) การป้องกันโอเวอร์โวลต : ๒๘๐V AC/ DC นาน ๑๐ วินาที (ย่านการวัด

ความต้านทานดิน)

๖) การใช้ไฟ : แบตเตอรี่ AA แบบอัลคาไลน์ LR๖ ๑.๕V จำนวน ๔ ก้อน

๗) กระจาพลาสติกแข็ง

๑.๔.๑๐ เครื่องวัดความเร็วลม จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้

๑) หน้าจอเป็นแบบ LCD มีแสดงหน้าจอไม่น้อยกว่า ๔ หลัก

๒) สามารถวัดความเร็วลมได้ในช่วงไม่น้อยกว่า ๐.๔-๒๕ m/s หรือไม่น้อยกว่า

๘๐-๔๙๐๐ ft/m หรือดีกว่า

๓) มีหน่วยการวัด m/s, ft/m

๔) ตัวเครื่องสามารถล็อคค่าอ่านได้ ( Holding )

- ๕) มีระบบ Auto power-off
- ๖) ตัวเครื่องสามารถคำนวณค่า flow ได้
- ๗) แสดงผลอุณหภูมิอากาศได้ในช่วงไม่น้อยกว่า ๐-๕๐ เซลเซียส
- ๘) โพรบวัดแยกกันด้วยสายยาวไม่น้อยกว่า ๕๐๐ เซนติเมตร
- ๑.๔.๑๑ เครื่องวัดความเข้มแสง จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า
  - ๑) หน้าจอเป็นแบบ LCD แสดงหน้าจอไม่น้อยกว่า ๓ หลัก
  - ๒) เครื่องสามารถวัดได้ทั้งหน่วย Lux หรือ foot candle
  - ๓) สามารถวัดความสว่างได้สูงสุด ๑๙๙,๙๙๙ Lux
  - ๔) ตัวเครื่องมีปุ่ม Hold
  - ๕) ตัวเครื่องมีระบบ Auto power off
- ๑.๔.๑๒ เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังนี้
  - ๑) การบันทึกและการวิเคราะห์แบบเรียลไทม์ของระบบ ๑ เฟสและระบบ ๓ เฟส
  - ๒) ตัวเครื่องสามารถวิเคราะห์กำลังไฟฟ้า Active Power Apparent Power และ

Reactive Power

- ๓) มีฟังก์ชันตรวจสอบการต่อสายไฟโดยอัตโนมัติเพื่อป้องกันการต่อสายไฟไม่ถูกต้อง
- ๔) สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage)
- ๕) สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้า (Current)
- ๖) สามารถวัดค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Active power)
- ๗) สามารถวัดค่าความถี่ (Frequency)
- ๘) ช่วงวัดแรงดันไฟฟ้า (TRUE RMS) : ๑๕๐.๐/๓๐๐.๐/๖๐๐.๐ V
- ๙) ตัวเครื่องมีการเชื่อมต่อแบบ USB และ Bluetooth
- ๑๐) ตัวเครื่องมีช่องรองรับการใส่ SD Card จำนวน ๑ ช่อง
- ๑๑) สามารถเชื่อมต่อซอฟต์แวร์อินเทอร์เน็ตเพชสำหรับการดาวน์โหลดข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทาง USB

- ๑.๔.๑๓ มีเก้าอี้สำหรับห้องปฏิบัติการ จำนวน ๔๐ ชุด
  - ๑) เป็นเก้าอี้บาร์กลมหน้าไม้ยางพารา หรือดีกว่า
  - ๒) ตัวเก้าอี้สามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้
  - ๓) ที่นั่งกลมเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๒๕ เซนติเมตร
  - ๔) ความสูงเก้าอี้ไม่น้อยกว่า ๕๐ เซนติเมตร

## ๒. รายละเอียดเงื่อนไขประกอบอื่นๆ

- ๒.๑ มีการรับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า ๑ ปี
- ๒.๒ มีการฝึกอบรมการใช้งานให้กับผู้ว่าจ้างไม่น้อยกว่า ๒ หลักสูตรเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า ๕ วัน และผู้เข้าอบรมไม่น้อยกว่า ๑๐ คน
- ๒.๓ ข้อที่ ๑.๑(ทุกข้อย่อย) , ๑.๒(ทุกข้อย่อย), ๑.๔.๒ , ๑.๔.๓ , ๑.๔.๘(ทุกข้อย่อย) , ๑.๔.๑๓ เป็นพัสดุที่ผลิตภายในประเทศ

## ๓. กำหนดส่งมอบ

ภายใน ๑๕๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

## ๔. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- |                                 |                |                     |
|---------------------------------|----------------|---------------------|
| ๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรินทร์   | อ่อนน้อม       | ประธานกรรมการ       |
| ๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยุกติทัศน์ | ชวานนท์พิทักษ์ | กรรมการ             |
| ๓. อาจารย์เอกชัย                | พื้อสันเทียะ   | กรรมการและเลขานุการ |

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... (ผู้อนุมัติ)  
(รองศาสตราจารย์ ดร.โมฆิต ศรีภูธร)  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี