

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รายละเอียดทางเทคนิค

ชุดครุภัณฑ์เพื่อฝึกอบรมการพัฒนาโรงงานดิจิทัล และการผลิตแบบเชื่อมต่อข้อมูลเพื่อการผลิตยุคอุตสาหกรรม 4.0
จำนวน 40 ชุด จำนวน 1 งาน (ครั้งที่ 3)

1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดครุภัณฑ์เพื่อฝึกอบรมการพัฒนาโรงงานดิจิทัลและการผลิตแบบเชื่อมต่อข้อมูลเป็นชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการสำหรับภาคอุตสาหกรรมเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสู่การเปลี่ยนถ่ายจากโรงงานแอนะล็อกเป็นโรงงานดิจิทัลที่มีระบบฐานข้อมูลการดำเนินงานการผลิตสำหรับใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงคุณภาพการผลิตหรือรองรับการผลิตสมัยใหม่ที่ใช้ระบบอัตโนมัติมากยิ่งขึ้น ประกอบด้วย

- 1) ชุดอุปกรณ์ PLC ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์เครือข่ายเทคโนโลยี PROFINET และ อุปกรณ์ HMI สำหรับการออกแบบโปรแกรมภาพกราฟิกเพื่อแสดงผลและควบคุมการทำงานของระบบอัตโนมัติโดยผ่านจอแสดงผล (Touch Panel)
- 2) ชุดมีกระบบไอโอทีอุตสาหกรรม (Industrial IoT) สำหรับการเรียนรู้การเชื่อมต่อระบบอัตโนมัติกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านเกตเวย์เพื่อสื่อสารข้อมูลไปยังระบบคลาวด์
- 3) เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล สำหรับติดตั้งซอฟต์แวร์และการใช้งานด้านซอฟต์แวร์
- 4) ชุดระบบเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบโรงงานดิจิทัล เป็นชุดสำหรับการฝึกอบรมในห้องปฏิบัติการเพื่อจำลองสภาพการทำงานให้เสมือนเป็นโรงงานดิจิทัล ที่ประกอบด้วย ชุดอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย ชุดคอมพิวเตอร์เพื่องานอุตสาหกรรมสำหรับเรียนรู้การพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมและติดตามกระบวนการผลิตอัตโนมัติในอุตสาหกรรม
- 5) ชุดซอฟต์แวร์การเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างชุดอุปกรณ์กับระบบคลาวด์ สำหรับการเรียนรู้การเชื่อมต่อข้อมูลกระบวนการผลิตจากระบบควบคุมอัตโนมัติกับระบบคลาวด์เพื่อการแสดงผลและการวิเคราะห์ข้อมูล
- 6) ชุดมีระบบนิวมेटิกส์พื้นฐาน และนิวมेटิกส์ไฟฟ้า สำหรับการฝึกปฏิบัติการสร้างโรงงานจำลองด้วยอุปกรณ์นิวมेटิกส์แบบพื้นฐานและแบบไฟฟ้าเพื่อเชื่อมต่อโรงงานจำลองกับซอฟต์แวร์ระบบโรงงานดิจิทัล

2. รายละเอียดทางเทคนิค

ชุดฝึกอบรมการพัฒนาโรงงานดิจิทัลและการผลิตแบบเชื่อมต่อข้อมูลเป็นชุดฝึกอบรมสำหรับการพัฒนาระบบโรงงานดิจิทัลตั้งแต่ระดับพื้นฐาน (Basic) ระดับปานกลาง (Intermediate) จนถึงระดับขั้นสูง (Advanced) แบ่งเป็นชุดฝึกต่าง ๆ เพื่อจำลองสถานการณ์เสมือนเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตที่ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ (Automation System) ที่เชื่อมต่อข้อมูลด้วยระบบการสื่อสารข้อมูลและระบบเครือข่าย (Network and Data Communication System) เพื่อรวบรวมข้อมูลเป็นระบบฐานข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการการผลิต (Manufacturing Execution System) และรวมถึงการใช้ระบบไอโอทีสำหรับงานอุตสาหกรรมเพื่อเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบคลาวด์ (IoT and Cloud System) ประกอบด้วยชุดฝึกย่อยต่าง ๆ ดังนี้

ชุดที่ 1 ประกอบด้วย

2.1. ชุดอุปกรณ์ PLC (Programmable Logic Controller) จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 2.1.1. อุปกรณ์ PLC (Programmable Logic Controller) สามารถรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 120 หรือ 230 โวลต์ และสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC ขนาด 5 แอมแปร์ได้
- 2.1.2. มีหน่วยความจำการทำงาน (Work Memory) ไม่น้อยกว่า 300 กิโลไบต์ และหน่วยความจำข้อมูลไม่น้อยกว่า 1 เมกะไบต์
- 2.1.3. สามารถเพิ่มหน่วยความจำภายนอก ขนาดไม่น้อยกว่า 24 เมกะไบต์ ได้
- 2.1.4. มีจำนวนอินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิทัล อย่างละไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ
- 2.1.5. มีจำนวนอินพุตและเอาต์พุตแบบอนาล็อก ไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ และเอาต์พุตแบบอนาล็อก ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- 2.1.6. มีพอร์ตการสื่อสารข้อมูลแบบ PROFINET ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 2.1.7. สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตสื่อสารแบบ RJ45 หรือดีกว่า
- 2.1.8. มีซอฟต์แวร์ที่ถูกลิขสิทธิ์ในการเขียนโปรแกรมควบคุมแบบลำดับขั้นที่รองรับอุปกรณ์ PLC ยี่ห้อเดียวกัน หรือมากกว่า และรองรับมาตรฐานการเขียนโปรแกรมภาษาตามมาตรฐาน IEC ไม่น้อยกว่า 3 ภาษา
- 2.1.9. ชุดฝึกต้องติดตั้งบนรางมาตรฐานอุตสาหกรรม 19 นิ้ว ที่มีการเชื่อมต่อสายดิน และสายสัญญาณต่าง ๆ เพื่อพร้อมใช้งาน และมีพื้นที่บนรางที่สามารถเพิ่มอุปกรณ์เสริมได้
- 2.1.10. มีจอแสดงผลเป็นแบบสัมผัสหน้าจอสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีขนาดจอไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว และมีความละเอียดของจอไม่น้อยกว่า 800x480 พิกเซล และสามารถแสดงผลความต่างสีได้ไม่น้อยกว่า 16.7 ล้านสี
- 2.1.11. มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณกับจอแสดงผลแบบ PROFIBUS หัวต่อชนิด RS422/485 หรือดีกว่า อย่างน้อย 1 จุด
- 2.1.12. มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณกับจอแสดงผลแบบ PROFINET หัวต่อชนิด RJ45 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.1.13. มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณกับจอแสดงผลแบบ USB อย่างน้อย 2 ช่อง
- 2.1.14. จอแสดงผลมีหน่วยความจำข้อมูลอย่างน้อย 12 เมกะไบต์ และสามารถเพิ่มหน่วยความจำผ่านการัดหน่วยความจำได้ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.1.15. จอแสดงผลทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 โวลต์
- 2.1.16. จอแสดงผลมีสายเชื่อมต่อที่ครบถ้วนเพื่อใช้งาน

2.2. ชุดฝึกระบบไอโอทีอุตสาหกรรม (Industrial IoT) จำนวน 1 ชุด

เป็นชุดฝึกเขียนโปรแกรมการจัดการการเชื่อมต่อข้อมูลจากอุปกรณ์ควบคุมไปยังพื้นที่บนอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

- 2.2.1. มีหน่วยประมวลผล (CPU) แบบ Intel Quark
- 2.2.2. มีฟังก์ชัน Secure Boot
- 2.2.3. มีหน่วยความจำภายในไม่น้อยกว่า 1 GB
- 2.2.4. รองรับการขยายหน่วยความจำแบบ micro SD card จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 2.2.5. มีพอร์ต RJ45 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.2.6. มีพอร์ต USB ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.2.7. มีพอร์ต RS232/RS485 จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.2.8. สามารถใช้งานกับไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC
- 2.2.9. มีช่องดิจิทัลอินพุตไม่น้อยกว่า 5 ช่องสัญญาณ
- 2.2.10. มีช่องดิจิทัลเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- 2.2.11. มีช่องแอนะล็อกอินพุตไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- 2.2.12. มีซอฟต์แวร์จัดการเพื่อเชื่อมต่อชุด IoT กับ ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรม PLC
- 2.2.13. มีสายไฟ สายสัญญาณที่เหมาะสมในการเชื่อมต่อกับชุดฝึกอื่น ๆ

2.3. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล แบบที่ 1 จำนวน 1 เครื่อง

- 2.3.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.0 GHz จำนวน 1 หน่วย และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง
- 2.3.2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 6 MB
- 2.3.3. มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลัก
- 2.3.4. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB
- 2.3.5. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 120 GB จำนวน 1 หน่วย
- 2.3.6. มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 2.3.7. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 2.3.8. มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 2.3.9. มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 2.3.10. มีจอภาพแบบ LED หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 600:1 ขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

2.4. ชุดระบบเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบโรงงานดิจิทัล จำนวน 1 ชุด

- 2.4.1. มีโปรแกรมสำหรับการออกแบบกราฟิกระบบ SCADA ที่สามารถเชื่อมต่อข้อมูลกับชุด PLC กับคอมพิวเตอร์ จำนวน 24 โปรแกรมติดตั้ง
- 2.4.2. โปรแกรมสามารถรองรับการเชื่อมต่อข้อมูลกับ PLC ได้ไม่น้อยกว่า 4,000 ข้อมูล (Tags)
- 2.4.3. มีอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูลแบบสวิตซ์สำหรับงานอุตสาหกรรมแบบบริหารจัดการได้ โดยมีพอร์ตใช้งานไม่น้อยกว่า 8 พอร์ตที่ความเร็ว 10/100 Mbps จำนวนไม่น้อยกว่า 20 เครื่อง
- 2.4.4. มีอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูลแบบไร้สายสำหรับงานอุตสาหกรรมทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม (Access Point) รองรับคลื่นความถี่ 2.4GHz/5GHz ตามมาตรฐาน IEEE 802.11A/B/H/N มีพอร์ต RJ45 อย่างน้อย 2 พอร์ต จำนวนไม่น้อยกว่า 10 เครื่อง
- 2.4.5. มีอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูลแบบไร้สายสำหรับงานอุตสาหกรรมทำหน้าที่เป็นตัวลูกข่าย (Client) รองรับคลื่นความถี่ 2.4GHz/5GHz ตามมาตรฐาน IEEE 802.11A/B/G/N/H มีพอร์ต RJ45 อย่างน้อย 2 พอร์ต จำนวนไม่น้อยกว่า 20 เครื่อง
- 2.4.6. มีเครื่องคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม (Industrial PC) สำหรับเชื่อมต่อข้อมูล จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เครื่อง แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
 - 2.4.6.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Core i5 จำนวนไม่น้อยกว่า 4 Core และมีความถี่ประมวลผล ไม่น้อยกว่า 1.9 GHz
 - 2.4.6.2. มีหน่วยความจำ (RAM) ไม่น้อยกว่า 16 GB
 - 2.4.6.3. มีหน่วยเก็บข้อมูลแบบ HDD ชนิด Solid State Drive (SSD) ความจุไม่น้อยกว่า 80 GB
 - 2.4.6.4. มีซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ Windows 10 IoT Enterprise 2016 LTSB
 - 2.4.6.5. สามารถใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (Power Supply) 24 VDC
- 2.4.7. คอมพิวเตอร์พกพาสำหรับงานอุตสาหกรรม (Industrial Tablet PC) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เครื่อง มีแต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
 - 2.4.7.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Core i5 จำนวนไม่น้อยกว่า 4 Core และมีความถี่ประมวลผล ไม่น้อยกว่า 1.9 GHz
 - 2.4.7.2. มีหน่วยความจำ (RAM) ไม่น้อยกว่า 8 GB
 - 2.4.7.3. มีหน่วยเก็บข้อมูลแบบ HDD ชนิด Solid State Drive (SSD) ความจุไม่น้อยกว่า 256 GB

- 2.4.7.4. มีหน้าจอบนสัมผัสแบบ Multi-touch ขนาดไม่น้อยกว่า 10" ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,280x800 พิกเซล
- 2.4.7.5. มีซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ Windows 10 IOT Enterprise 2016 LTSC หรือดีกว่า
- 2.4.7.6. มีพอร์ตรองรับการเชื่อมต่อกับ RFID & Barcode scanner
- 2.4.7.7. มีแบตเตอรี่ที่มีความจุไม่น้อยกว่า 5500 mAh
- 2.4.7.8. มี Power Supply สำหรับใช้งานกับแรงดันไฟฟ้า 110/230 VAC
- 2.4.8. ชุดฝัก RFID สำหรับงานอุตสาหกรรม จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
 - 2.4.8.1. มีพอร์ตเชื่อมต่อระบบสื่อสารแบบ PROFINET อย่างน้อย 1 พอร์ต และสามารถเชื่อมต่อตัวอ่านข้อมูล (Reader) ได้อย่างน้อย 2 ตัวอ่าน
 - 2.4.8.2. มีตัวอ่านข้อมูล (Reader) จำนวน 2 ตัว
 - 2.4.8.3. มีตัวเก็บข้อมูล (Tag) แบบเหรียญที่สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างน้อย 112 Bytes จำนวน 20 ชิ้น
 - 2.4.8.4. ตัวเก็บข้อมูล (Tag) ที่สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างน้อย 8K Bytes IP67 แบบสามารถติดตั้งบนวัสดุโลหะได้โดยตรง จำนวน 5 ชิ้น
 - 2.4.8.5. ตัวเก็บข้อมูล (Tag) ที่สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างน้อย 8K Bytes IP67 แบบไม่สามารถติดตั้งบนวัสดุโลหะได้โดยตรง จำนวน 10 ชิ้น
 - 2.4.8.6. สายเชื่อมต่ออื่น ๆ เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้สมบูรณ์กับ PLC

2.5. ชุดซอฟต์แวร์การเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างชุดอุปกรณ์กับระบบคลาวด์

- 2.5.1. สามารถในการรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ IoT ที่หลากหลาย
- 2.5.2. สามารถรักษาความปลอดภัยของข้อมูลเป็นไปตามมาตรฐานสากล มีการเข้ารหัสข้อมูลทั้งการรับส่งและการจัดเก็บ
- 2.5.3. สามารถพัฒนาโปรแกรมหรือแอปพลิเคชัน (Application) เพิ่มเติมบนแพลตฟอร์ม (Platform) ได้

2.6. ชุดฝักระบบนิวเมติกส์พื้นฐาน และนิวเมติกส์ไฟฟ้า จำนวน 1 ระบบ แต่ละชุดประกอบด้วย

- 2.6.1. ชุดโต๊ะทดลอง จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด
 - 2.6.1.1. แผงฝึกทำด้วยอลูมิเนียมโปรไฟล์มีขนาดรวมไม่น้อยกว่า 1100x500x800 มม.
 - 2.6.1.2. แผงฝึกทดลองสามารถปรับระดับได้
 - 2.6.1.3. จะต้องมีส่วนชักหรือที่จัดเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อยไม่น้อยกว่า 5 ช่อง และมีกุญแจล็อก
 - 2.6.1.4. มีล้อที่สามารถปรับทิศทางได้ และล็อกได้ทั้ง 4 ล้อ
 - 2.6.1.5. มีที่ติดใบงานทดลองที่สามารถดูได้ชัดเจน
 - 2.6.1.6. มีอุปกรณ์สำหรับยึดใบงาน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
 - 2.6.1.7. อุปกรณ์ที่ใช้กับโต๊ะทดลองดังต่อไปนี้ ต้องประกอบเป็นชุด ยึดติดกับตัวกวดล้ออัตโนมัติสำหรับยึดติดกับแผงฝึกทดลองได้
- 2.6.2. ชุดแขนสายไฟ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด
 - 2.6.2.1. จะต้องติดตั้งเข้ากับโต๊ะทดลองหรือจัดเก็บได้โดยง่าย
 - 2.6.2.2. สามารถแขนสายไฟขนาด 4 มม. ได้ไม่น้อยกว่า 50 เส้น
- 2.6.3. ชุดปรับสภาพลมอัด จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด
 - 2.6.3.1. สามารถติดตั้งเข้ากับโต๊ะทดลองได้โดยง่าย
 - 2.6.3.2. สามารถปรับความดันและติดตั้งเกจวัดความดันได้ไม่น้อยกว่า 0.01-0.7 MPa
 - 2.6.3.3. ความละเอียดไส้กรองไม่น้อยกว่า 5 ไมครอน
 - 2.6.3.4. มีวาล์ว 3/2 เปิด-ปิด ลมเพื่อนำไปใช้งานกับโต๊ะฝึกได้
- 2.6.4. รางต่อลม จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด
 - 2.6.4.1. หัวจ่ายลมใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
 - 2.6.4.2. สามารถจ่ายลมได้ไม่น้อยกว่า 8 จุด

AM

- 2.6.4.3. หัวจ่ายลมต้องเป็นชนิดมีเข็ควาล์วในตัว
- 2.6.5. ครอบกลมทำงานทางเดียว จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.5.1. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มม. ระยะชักก้านสูบไม่น้อยกว่า 50 มม.
 - 2.6.5.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.5.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.6. ครอบกลมทำงานสองทาง จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว
 - 2.6.6.1. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มม. ระยะชักก้านสูบไม่น้อยกว่า 100 มม.
 - 2.6.6.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.6.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
 - 2.6.6.4. ครอบกลมต้องติดตั้งสวิตช์ตรวจจับตำแหน่งแบบ 2 สาย จำนวน 2 ตัวต่อครอบกลม
- 2.6.7. ครอบกลมแบบไร้ก้าน จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.7.1. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มม. ระยะชักก้านสูบไม่น้อยกว่า 100 มม.
 - 2.6.7.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.7.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
 - 2.6.7.4. ครอบกลมต้องสามารถติดตั้งสวิตช์ตรวจจับตำแหน่งแบบ 2 สายได้ จำนวน 2 ตัวต่อครอบกลม
- 2.6.8. อุปกรณ์ทำงานแบบหมุน จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.8.1. สามารถทำงานแบบหมุนได้ไม่น้อยกว่า 180 องศา
 - 2.6.8.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.8.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.9. วาล์ว 3/2 ทำงานด้วยมือกดแบบปกติปิด จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ตัว
 - 2.6.9.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 C°
 - 2.6.9.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.9.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.10. วาล์ว 3/2 หัวดอกเห็ดแบบปกติเปิด (วาล์วฉุกเฉิน) จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.10.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 C°
 - 2.6.10.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.10.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
 - 2.6.10.4. ปุ่มกดเป็นแบบล็อกและคลายล็อกตำแหน่งได้
- 2.6.11. วาล์ว 3/2 แบบลูกกลิ้งสองทาง จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว
 - 2.6.11.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 C°
 - 2.6.11.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.11.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.12. วาล์ว 3/2 แบบลูกกลิ้งทางเดียว จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ตัว
 - 2.6.12.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 C°
 - 2.6.12.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.12.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.13. วาล์ว 3/2 ทำงานด้วยลมกลับด้วยสปริง จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว
 - 2.6.13.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 C°
 - 2.6.13.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.13.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.14. วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยมือบิดหรือกดแบบค้างตำแหน่ง จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว
 - 2.6.14.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 C°
 - 2.6.14.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.14.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.

- 2.6.15. วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยลมกลับด้วยสปริง จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว
 - 2.6.15.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 °C
 - 2.6.15.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.15.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.16. วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยลมกลับลม จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ตัว
 - 2.6.16.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 °C
 - 2.6.16.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.16.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.17. วาล์ว 5/3 ทำงานด้วยลมกลับด้วยลมแบบตำแหน่งกลางปิด จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว
 - 2.6.17.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 °C
 - 2.6.17.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.17.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.18. วาล์วลมเดี่ยว (OR) จำนวนไม่น้อยกว่า 32 ตัว
 - 2.6.18.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 °C
 - 2.6.18.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.18.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.19. วาล์วลมคู่ (AND) จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว
 - 2.6.19.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 °C
 - 2.6.19.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.19.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.20. เกจวัดความดัน จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.20.1. มีเกจวัดความดันในระดับ 0-1.0 MPa
 - 2.6.20.2. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.21. วาล์วห้วงเวลาแบบ 3/2 ปกติปิด จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.21.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 °C
 - 2.6.21.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.21.3. ปรับเวลาได้ในช่วง 0.5-60 วินาที
 - 2.6.21.4. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.22. วาล์วเร่งระบายความดัน จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว
 - 2.6.22.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 °C
 - 2.6.22.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.22.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.23. วาล์วปรับอัตราการไหล จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว
 - 2.6.23.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 °C
 - 2.6.23.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.23.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.24. อุปกรณ์นับจำนวนทำงานด้วยลม จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.24.1. สามารถรีเซ็ตด้วยลมและกลไก
 - 2.6.24.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.24.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.25. วาล์วปรับแรงดันลมพร้อมเกจวัดแสดงผลและกลไก จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.25.1. สามารถปรับแรงดันที่ 0.2 ถึง 0.7 MPa หรือดีกว่า
 - 2.6.25.2. มีเกจวัดความดันในระดับ 0-1.0 MPa
 - 2.6.25.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.

- 2.6.25.4. อุปกรณ์ต้องประกอบเป็นชุด ยึดติดกับตัวกตลือค้อัดโนมิติสำหรับยึดติดกับแผงทดลอง
- 2.6.26. วาล์ว 3/2 แบบปกติปิดทำงานด้วยไฟฟ้ากลับด้วยสปริง จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.26.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 °C
 - 2.6.26.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.26.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
 - 2.6.26.4. มีรูเสียบสายไฟฟ้าขนาด 4 มม. แบบมีฉนวน
- 2.6.27. วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยไฟฟ้ากลับด้วยสปริง จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ตัว
 - 2.6.27.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 °C
 - 2.6.27.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.27.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
 - 2.6.27.4. มีรูเสียบสายไฟฟ้าขนาด 4 มม. แบบมีฉนวน
- 2.6.28. วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยไฟฟ้าสองด้าน จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ตัว
 - 2.6.28.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 °C
 - 2.6.28.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.28.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
 - 2.6.28.4. มีรูเสียบสายไฟฟ้าขนาด 4 มม. แบบมีฉนวน
- 2.6.29. วาล์ว 5/3 แบบตำแหน่งกลางปิดทำงานด้วยไฟฟ้าสองด้าน จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว
 - 2.6.29.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 °C
 - 2.6.29.2. สามารถเริ่มทำงานที่แรงดันลมไม่มากกว่า 0.25 MPa และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 0.7 MPa
 - 2.6.29.3. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
 - 2.6.29.4. มีรูเสียบสายไฟฟ้าขนาด 4 มม. แบบมีฉนวน
- 2.6.30. สวิตซ์แรงดันลม จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.30.1. ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่าที่ 50 °C
 - 2.6.30.2. สามารถปรับแรงดันที่ 0.1 ถึง 0.7 MPa หรือดีกว่า
 - 2.6.30.3. มีหน้าคอนแทคต่อใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 2.6.30.4. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดนอก 6 มม.
- 2.6.31. สวิตซ์กดหรือปิดแบบค้ำตำแหน่ง On-Off จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.31.1. มีรูเสียบสายไฟฟ้าขนาด 4 มม.แบบมีฉนวน
 - 2.6.31.2. ใช้กับไฟฟ้า 24VDC มี 2 หน้าคอนแทค
- 2.6.32. สวิตซ์ไฟฟ้าแบบปุ่มกด Push button จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ชุด
 - 2.6.32.1. มีรูเสียบสายไฟฟ้าขนาด 4 มม.แบบมีฉนวน
 - 2.6.32.2. ใช้กับไฟฟ้า 24VDC
 - 2.6.32.3. มีสวิตซ์ไฟฟ้าแบบปุ่มกด Pushbutton ไม่น้อยกว่า 3 ตัวต่อชุด
- 2.6.33. ลิimitsวิตซ์ทำงานด้วยลูกกลิ้งกด จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ตัว
 - 2.6.33.1. ใช้กับไฟฟ้า 24 VDC
 - 2.6.33.2. มีรูเสียบสายไฟขนาด 4 มม.แบบมีฉนวน
- 2.6.34. สวิตซ์ฉุกเฉิน (Emergency Switch) จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.34.1. ใช้กับไฟฟ้า 24 VDC
 - 2.6.34.2. มีรูเสียบสายไฟขนาด 4 มม.แบบมีฉนวน
- 2.6.35. อุปกรณ์ตรวจจจับตำแหน่งลูกสูบพร้อมชุดยึดติดกับกระบอกสูบ จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ชุด
 - 2.6.35.1. ใช้กับไฟฟ้า 24 VDC
 - 2.6.35.2. มีสายไฟพร้อมหัวขนาด 4 มม.แบบมีฉนวน
- 2.6.36. ชุดตรวจสอบแบบเหนี่ยวนำ (INDUCTIVE SENSOR) จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว
 - 2.6.36.1. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มม.

la

- 2.6.36.2. ใช้กับไฟฟ้า 24 VDC
- 2.6.36.3. มีรูเสียบสายไฟขนาด 4 มม.แบบมีฉนวน
- 2.6.36.4. OUTPUT เป็นแบบ PNP
- 2.6.37. ชุดตรวจสอบแบบประจุ (CAPACITIVE SENSOR) จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.37.1. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มม.
 - 2.6.37.2. ใช้กับไฟฟ้า 24 VDC
 - 2.6.37.3. มีรูเสียบสายไฟขนาด 4 มม.แบบมีฉนวน
 - 2.6.37.4. OUTPUT เป็นแบบ PNP
- 2.6.38. ชุดตรวจสอบแบบทำงานด้วยแสง (OPTICAL SENSOR) จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.38.1. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มม.
 - 2.6.38.2. ใช้กับไฟฟ้า 24 VDC
 - 2.6.38.3. มีรูเสียบสายไฟขนาด 4 มม.แบบมีฉนวน
 - 2.6.38.4. OUTPUT เป็นแบบ PNP
- 2.6.39. อุปกรณ์นับจำนวนทางไฟฟ้าแบบตั้งจำนวนนับได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 2.6.39.1. สามารถเช็คด้วยไฟฟ้า และรีเช็คด้วยไฟฟ้าเป็นอย่างน้อย
 - 2.6.39.2. มีหน้าคอนแทค NO จำนวน 1 ชุด
 - 2.6.39.3. มีรูเสียบสายไฟขนาด 4 มม.แบบมีฉนวน
- 2.6.40. ชุดรีเลย์ไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ชุด
 - 2.6.40.1. มีรูเสียบสายไฟขนาด 4 มม.แบบมีฉนวน
 - 2.6.40.2. มีจำนวนรีเลย์ไม่น้อยกว่า 3 ตัว ต่อชุด
 - 2.6.40.3. มีหน้าคอนแทคไม่น้อยกว่า 4 หน้าคอนแทคต่อรีเลย์
- 2.6.41. อุปกรณ์หน่วงเวลาไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด
 - 2.6.41.1. เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าอุปกรณ์สามารถหน่วงเวลาได้
 - 2.6.41.2. มีรูเสียบสายไฟขนาด 4 มม.แบบมีฉนวน
- 2.6.42. ชุดแสดงผลการทำงานด้วยสัญญาณ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด
 - 2.6.42.1. สามารถแสดงสัญญาณแสงได้
 - 2.6.42.2. สามารถส่งสัญญาณเสียงได้
 - 2.6.42.3. มีรูเสียบสายไฟขนาด 4 มม. แบบมีฉนวน
- 2.6.43. ชุดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด
 - 2.6.43.1. สามารถใช้งานกับไฟฟ้ากระแสสลับขาเข้า 220 หรือ 230 โวลต์ 50 เฮิรท์
 - 2.6.43.2. กระแสไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 3 แอมป์
 - 2.6.43.3. มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
 - 2.6.43.4. มีรูเสียบสายไฟขนาด 4 มม.แบบมีฉนวน
- 2.6.44. สายไฟต่อวงจร จำนวนไม่น้อยกว่า 400 เส้น
 - 2.6.44.1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 มม.แบบเสียบต่อเนื่อง
 - 2.6.44.2. ขนาดความยาวแตกต่างกัน อย่างน้อย 2 ขนาด ไม่น้อยกว่า 500 มม.และ 800 มม.
 - 2.6.44.3. มีสีแตกต่างกันอย่างน้อย 2 สี
 - 2.6.44.4. สายไฟและปลั๊กเสียบหล่อเป็นเนื้อเดียวกัน
- 2.6.45. ข้อต่อสามทาง (ใส่ท่อลมขนาด 6 มม.) จำนวนไม่น้อยกว่า 40 ตัว
- 2.6.46. ข้อต่อปลั๊กอุดท่อลม (ใส่ท่อลมขนาด 6 มม.) จำนวนไม่น้อยกว่า 40 ตัว
- 2.6.47. ข้อต่อตรง ลม (ใส่ท่อลมขนาด 6 มม.) จำนวนไม่น้อยกว่า 40 ตัว
- 2.6.48. สายลม (ใส่ท่อลมขนาด 6 มม.) ความยาวไม่น้อยกว่า 20 ม. จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ม้วน
- 2.6.49. กรรไกรตัดสายลม จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
- 2.6.50. ชุดแผง PLC (Programmable Logic Control) แบบดิจิตอล จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด

lw

- 2.6.50.1. มีรูเสียบสายไฟขนาด 4 มม.แบบมีฉนวน
- 2.6.50.2. มีขนาด Input / Output ไม่น้อยกว่า 30 ช่อง
- 2.6.50.3. ขนาด Output ไม่น้อยกว่า 0.4 A , 24 VDC
- 2.6.50.4. ใช้กับไฟฟ้า 24 VDC
- 2.6.50.5. อุปกรณ์ต้องประกอบเป็นชุด
- 2.6.51. ชุดฝึกซอฟต์แวร์การเขียนและออกแบบวงจรแบบลิกซ์ธิธี่ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด
- 2.6.52. เอกสารคู่มือใบงานนิวมแมติกส์และนิวมแมติกส์ไฟฟ้าพร้อมเอกสารไฟล์ pdf ที่สามารถสั่งพิมพ์ได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด
- 2.6.53. เอกสารทฤษฎีนิวมแมติกส์และนิวมแมติกส์ไฟฟ้าพร้อมเอกสารไฟล์ pdf ที่สามารถสั่งพิมพ์ได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด

2.7. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย แบบที่ 1 จำนวน 1 เครื่อง

- 2.7.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 8 แกนหลัก (8 core) หรือดีกว่า สำหรับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยเฉพาะและมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 1.7 GHz จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
- 2.7.2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ไม่น้อยกว่า 11 MB
- 2.7.3. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด ECC DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 2.7.4. สนับสนุนการทำงาน RAID ไม่น้อยกว่า RAID 0, 1, 5
- 2.7.5. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SCSI หรือ SAS หรือ SATA ที่มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 7,200 รอบต่อนาที หรือ ชนิด Solid State Drive หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 200 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย
- 2.7.6. มี DVD-ROM หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวน 1 หน่วย
- 2.7.7. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.7.8. มีจอภาพแบบ LED หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 17 นิ้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
- 2.7.9. มี Power Supply แบบ Redundant หรือ Hot Swap จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย

ชุดที่ 2-40 ประกอบด้วย

2.8. ชุดอุปกรณ์ PLC (Programmable Logic Controller) จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 2.8.1. อุปกรณ์ PLC (Programmable Logic Controller) สามารถรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 120 หรือ 230 โวลต์ และสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC ขนาด 5 แอมแปร์ได้
- 2.8.2. มีหน่วยความจำการทำงาน (Work Memory) ไม่น้อยกว่า 300 กิโลไบต์ และหน่วยความจำข้อมูลไม่น้อยกว่า 1 เมกะไบต์
- 2.8.3. สามารถเพิ่มหน่วยความจำภายนอก ขนาดไม่น้อยกว่า 24 เมกะไบต์ ได้
- 2.8.4. มีจำนวนอินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิทัล อย่างละไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ
- 2.8.5. มีจำนวนอินพุตแอนะล็อกไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ และเอาต์พุตแอนะล็อกไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- 2.8.6. มีพอร์ตการสื่อสารข้อมูลแบบ PROFINET ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 2.8.7. สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตสื่อสารแบบ RJ45 หรือดีกว่า
- 2.8.8. มีซอฟต์แวร์ที่ถูกลิขสิทธิ์ในการเขียนโปรแกรมควบคุมแบบลำดับขั้นที่รองรับอุปกรณ์ PLC ยี่ห้อเดียวกัน หรือมากกว่า และรองรับมาตรฐานการเขียนโปรแกรมภาษาตามมาตรฐาน IEC ไม่น้อยกว่า 3 ภาษา
- 2.8.9. ชุดฝึกต้องติดตั้งบนรางมาตรฐานอุตสาหกรรม 19 นิ้ว ที่มีการเชื่อมต่อสายดิน และสายสัญญาณต่าง ๆ เพื่อพร้อมใช้งาน และมีพื้นที่บนรางที่สามารถเพิ่มอุปกรณ์เสริมได้

bn

- 2.8.10. มีจอแสดงผลเป็นแบบสัมผัสหน้าจอสั่งงาน มีขนาดจอไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว และมีความละเอียดของจอไม่น้อยกว่า 800x480 พิกเซล และสามารถแสดงผลความต่างสีได้ไม่น้อยกว่า 16.7 ล้านสี
- 2.8.11. มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณกับจอแสดงผลแบบ PROFIBUS หัวต่อชนิด RS422/485 หรือดีกว่า อย่างน้อย 1 จุด
- 2.8.12. มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณกับจอแสดงผลแบบ PROFINET หัวต่อชนิด RJ45 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.8.13. มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณกับจอแสดงผลแบบ USB อย่างน้อย 2 ช่อง
- 2.8.14. จอแสดงผลมีหน่วยความจำข้อมูลอย่างน้อย 12 เมกะไบต์ และสามารถเพิ่มหน่วยความจำผ่านการัดหน่วยความจำได้ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.8.15. จอแสดงผลทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 โวลต์
- 2.8.16. จอแสดงผลมีสายเชื่อมต่อที่ครบถ้วนเพื่อใช้งาน

2.9. ชุดฝังระบบไอโอทีอุตสาหกรรม (Industrial IoT) จำนวน 1 ชุด

เป็นชุดฝังเขียนโปรแกรมการจัดการการเชื่อมต่อข้อมูลจากอุปกรณ์ควบคุมไปยังพื้นที่บนอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

- 2.9.1. มีหน่วยประมวลผล (CPU) แบบ Intel Quark
- 2.9.2. มีฟังก์ชัน Secure Boot
- 2.9.3. มีหน่วยความจำภายในไม่น้อยกว่า 1 GB
- 2.9.4. รองรับการขยายหน่วยความจำแบบ micro SD card จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 2.9.5. มีพอร์ต RJ45 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.9.6. มีพอร์ต USB ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.9.7. มีพอร์ต RS232/RS485 จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.9.8. สามารถใช้งานกับไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC
- 2.9.9. มีช่องดิจิตอลอินพุตไม่น้อยกว่า 5 ช่องสัญญาณ
- 2.9.10. มีช่องดิจิตอลเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- 2.9.11. มีช่องแอนะล็อกอินพุตไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- 2.9.12. มีซอฟต์แวร์จัดการเพื่อเชื่อมต่อชุด IoT กับ ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรม PLC
- 2.9.13. มีสายไฟ สายสัญญาณที่เหมาะสมในการเชื่อมต่อกับชุดฝังอื่น ๆ

2.10. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล แบบที่ 1 จำนวน 1 เครื่อง

- 2.10.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.0 GHz จำนวน 1 หน่วย และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง
- 2.10.2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 6 MB
- 2.10.3. มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลัก
- 2.10.4. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB
- 2.10.5. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 120 GB จำนวน 1 หน่วย
- 2.10.6. มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 2.10.7. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 2.10.8. มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 2.10.9. มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 2.10.10. มีจอภาพแบบ LED หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 600:1 ขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

M

3. คุณสมบัติอื่น ๆ

1. มีการรับประกันคุณภาพชุดฝึก พร้อมบริการซ่อมฟรี รวมอะไหล่อย่างน้อย 1 ปีนับจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้ว
2. มีการอัปเดตซอฟต์แวร์ให้เป็นเวอร์ชันใหม่ล่าสุดก่อนสิ้นอายุการรับประกันอย่างน้อย 1 ครั้ง
3. คู่มือใบงานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษที่ครอบคลุมทุกแบบฝึกและโปรแกรมจำลอง อย่างน้อย 1 ชุด
4. คู่มือการใช้งานและคู่มือการบำรุงรักษาเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด
5. ผู้ขายต้องจัดอบรมให้แก่อาจารย์และเจ้าหน้าที่อย่างน้อย 10 คน ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 10 วัน
6. ผู้ขายต้องแสดงหลักฐานการเป็นผู้แทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตเมื่อได้รับการคัดเลือกเป็นผู้รับจ้าง
7. ระยะเวลาการส่งมอบภายใน 120 วัน นับตั้งแต่ลงนามในสัญญาซื้อขาย

