

แนวทางในการออกแบบระบบ UTCC IoT Solution System

หลักการสำคัญที่ใช้ในการในการออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์ IoT ในโครงการฯ เน้นการเลือกใช้ อุปกรณ์เชิงอุตสาหกรรมและแนวทางการพัฒนาระบบด้วยโปรแกรม Open Source ที่มีประสิทธิภาพและไม่มี ค่าใช้จ่าย รวมทั้งการพัฒนาเครื่องมือในการเรียนรู้และฝึกอบรมพนักงานให้กับทางโรงงาน เพื่อให้โรงงานสามารถ พัฒนาต่อยอดได้ด้วยตนเองในอนาคต ซึ่งจะเป็พื้นฐานสำคัญในการเปลี่ยนเป็นโรงงาน 4.0 โดยมีรายละเอียดที่ใช้ ในการออกแบบในโครงการ ดังนี้

1. การเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจวัดเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งจะทำให้โรงงานสามารถดูแลรักษา และพัฒนาระบบ เพิ่มเติมได้ในอนาคต เนื่องจากข้อจำกัดด้านต้นทุน โครงการจึงมีการจัดหาอุปกรณ์ที่มีราคาถูก แต่ก็เป็ อุปกรณ์เชิงอุตสาหกรรมที่มีมาตรฐานสื่อสารแบบเปิด (Modbus Protocol) ดังนั้นโรงงานสามารถ จัดซื้ออุปกรณ์ใหม่ที่มีราคาสูงขึ้นและมีความคงทนมากกว่า ที่มีมาตรฐานการสื่อสารรูปแบบเดียวกัน ใช้งานทดแทนกันได้ทันที รวมทั้งสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์อื่น ๆ เข้ากับระบบที่พัฒนาขึ้นได้ทันทีด้วย ตนเอง โดยมีรายละเอียดอุปกรณ์ที่จัดเตรียมให้กับโรงงานที่เข้าร่วมโครงการดังนี้

- IoT Gateway (HF2211)	1 ชุด
- PLC Fx3u (NPN)	1 ชุด
- Touch Screen (SK043HS)	1 ชุด
- IoT Server (Raspberry Pi 4 8 M + SD 32 G)	1 ชุด
- PIC Temperature Controller (DTK4848V12 , Modbus RTU)	1 ชุด
- Industrial Rs485 USB	1 ตัว
- Industrial Rs232 USB	1 ตัว
- Industrial 24 V Supply แบบ DIN Rail	1 ตัว
- 9-24 V Power Supply + สายแยกหัว 4 ทาง	1 ตัว
- ตู้ไฟฟ้าพาสติกกันน้ำ	2 กล่อง
- Temperature Sensor - PT1100 (jpt)	1 ชุด
- Infrared Sensor - NPN	1 ชุด
- ไฟ LED สีสถานะ 3 สี	1 ชุด
- SSR Relay 40 A	1 ตัว

Modbus Sensors

- Temp & Humi (SHT 10)	1 ตัว
------------------------	-------

- Temp & Humi With Display

1 ตัว

- Temp with Display (RSDS16 1M DS18B20)

1 ตัว



Youtube AJA JEAB UTCC :

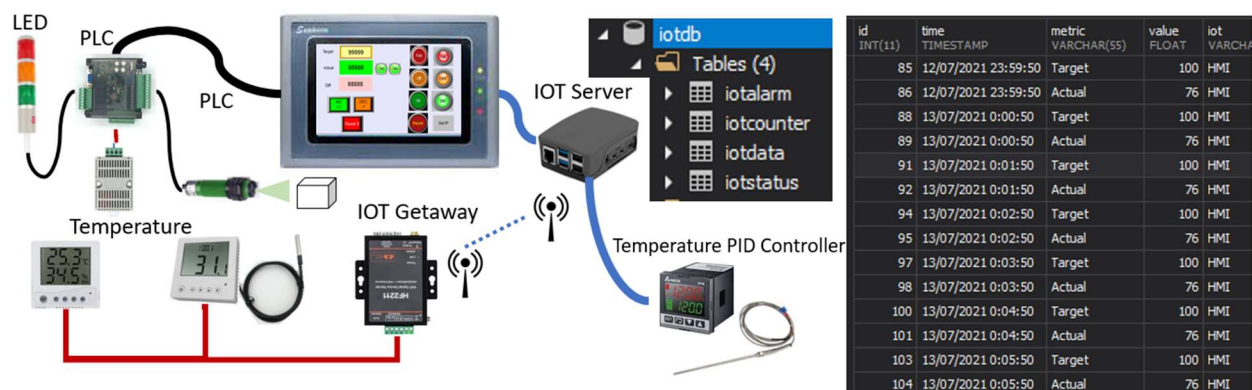
อธิบายการใช้งานอุปกรณ์, Play list : UTCC Food IOT Hardware Sets

https://www.youtube.com/playlist?list=PLhgZnNDXug_JVNlc9UFRtuw4KX5qw9J0E

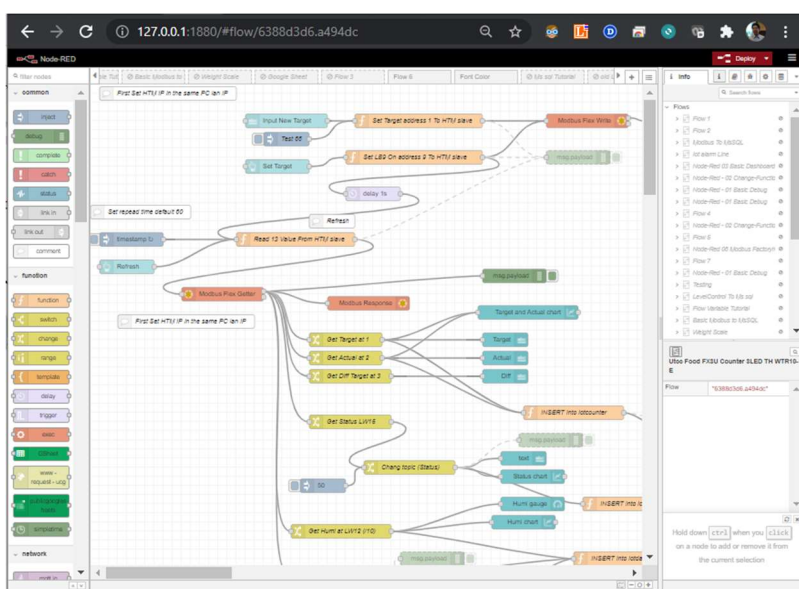
ภาพที่ 1 อุปกรณ์ที่จัดเตรียมให้กับโรงงานที่เข้าร่วมโครงการฯ

2. การพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Open Source (Node-Red , MySQL) ซึ่งไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน และมีตัวอย่างการนำมาประยุกต์ใช้งานในภาคอุตสาหกรรม จำนวนมาก เมื่อโรงงานมีการพัฒนาและขยายกระบวนการผลิตในอนาคต ก็จะไม่มีการเพิ่มค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างจากระบบสำเร็จรูปที่คิดราคาตามจำนวนข้อมูลที่เพิ่มขึ้นในอนาคต รวมทั้งมีการพัฒนาระบบพร้อมใช้งานกับชุดอุปกรณ์ IoT ในโครงการลงในคอมพิวเตอร์ IoT Server ขนาดเล็ก เพื่อให้

โรงงานที่เข้าร่วมโครงการสามารถนำไปทดสอบ และประยุกต์ใช้งานใช้ในการบันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้น สถานะการทำงานของเครื่องจักร จำนวนสินค้าที่ผลิตได้ผ่านสายพาน เป็นต้น ได้ด้วยตนเองทันที ดังแสดงในภาพที่ 2 และ 3

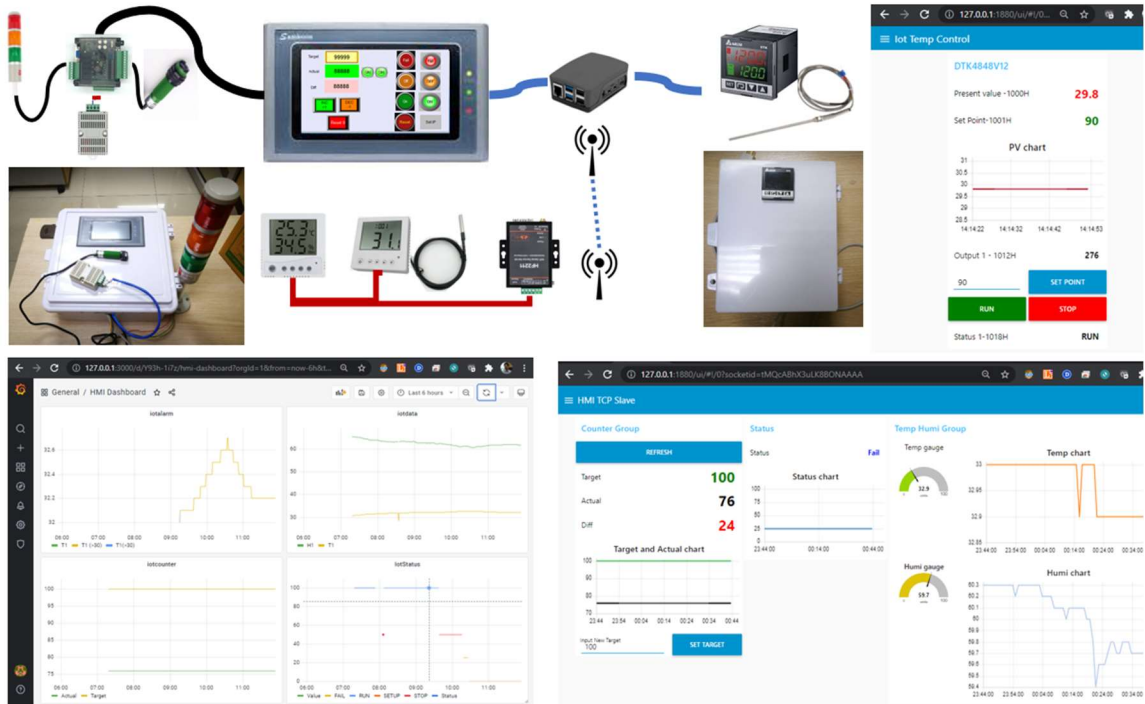


ภาพที่ 2 รูปแบบการเชื่อมต่อระบบจัดเก็บข้อมูล



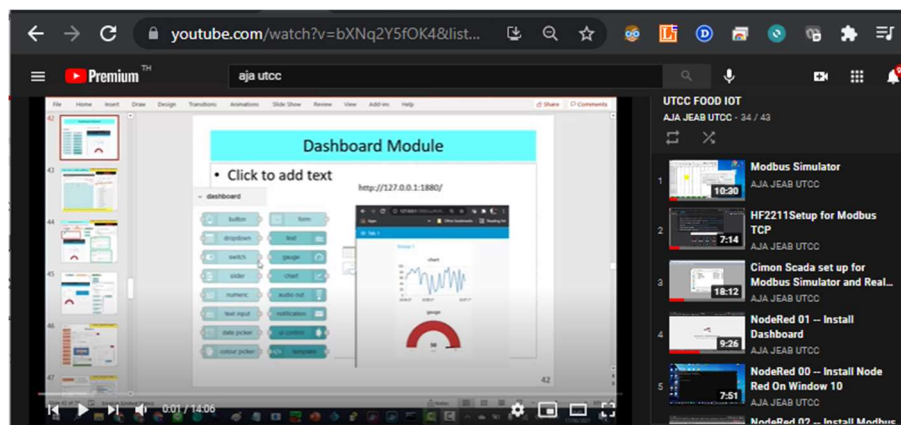
ภาพที่ 3 ตัวอย่างหน้าจอโปรแกรม Open Source (Node-Red)

- การพัฒนาาระบบแสดงข้อมูล การควบคุมและการแจ้งเตือน (SCADA) ผ่านเว็บไซต์ด้วยโปรแกรม Open Source (Node-Red, Grafana) จากระบบฐานข้อมูลภายในคอมพิวเตอร์ IoT Server ขนาดเล็ก โปรแกรมที่ทางทีมที่ปรึกษาเลือกใช้งานและนำมาพัฒนาให้ทางโรงงานใช้งานนั้นไม่มีค่าใช้จ่าย และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลได้จากหลายแหล่งข้อมูลไม่ใช่เฉพาะจากระบบฐานข้อมูลที่จัดเตรียม ในรูปแบบไฟล์ข้อมูล ซึ่งทางโรงงานสามารถพัฒนาเพิ่มเติมเองได้โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาโปรแกรมเมอร์ในการใช้งาน รวมทั้งมีการจัดทำคลิปในการพัฒนาให้โรงงานศึกษาในเว็บไซต์ Youtube อีกด้วย



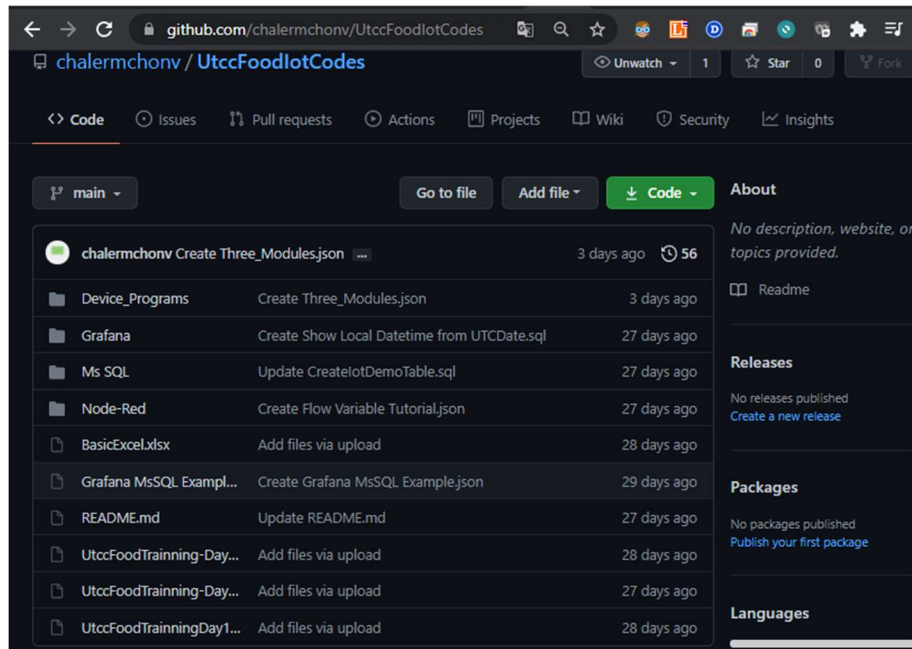
ภาพที่ 4 รูปแบบการเชื่อมต่อผ่านระบบ SCADA

4. ออกแบบและพัฒนากระบวนการในการฝึกอบรมบุคลากรของโรงงานแบบออนไลน์ และการประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ในการเรียนรู้ เพื่อโรงงานสามารถนำไปฝึกอบรมบุคลากรภายในเพิ่มเติมได้ด้วยตนเองได้ในอนาคต ซึ่งการพัฒนาคนจะเป็นพื้นฐานสำคัญในการเปลี่ยนแปลงโรงงาน ให้เป็นโรงงาน Industrial 4.0 ในอนาคต ที่จะต้องมีความสามารถปรับเปลี่ยนอย่างรวดเร็ว ทั้งในการนำระบบอัตโนมัติมาใช้แทนแรงงาน โดยมีการจัดทำเป็นคลิปบันทึกในเว็บไซต์ Youtube และโค้ดที่ใช้ในการพัฒนาทั้งหมดก็เปิดเผยเป็นสาธารณะไว้ที่เว็บไซต์ <https://github.com/> ดังแสดงในภาพที่ 5 และ 6



https://www.youtube.com/playlist?list=PLhgZnNDXug_KgSpvYuTVtNdK-YN4bLHh-

ภาพที่ 5 หน้าจอคลิปสำหรับอบรมบุคลากรบนเว็บไซต์ Youtube



<https://github.com/chalemchonv/UttcFoodlotCodes>

ภาพที่ 6 หน้าจอแสดงรายชื่อ Code ที่ใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์บนเว็บไซต์ Github

2.2 การพัฒนาชุดอุปกรณ์ IoT พร้อมใช้งานและโปรแกรมใช้งาน

ทางทีมที่ปรึกษาได้ออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์ IoT พร้อมใช้งาน และพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูล และสรุปผลข้อมูลที่อุปกรณ์ IoT บันทึกได้จากกระบวนการผลิต ตามแนวทางที่ออกแบบระบบเป็น 4 ชุดอุปกรณ์ และจัดส่งให้โรงงานพร้อมโปรแกรมในการใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 7 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ชุดอุปกรณ์ IoT Set A ระบบตรวจนับสินค้าบนสายพาน และระบบบันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้น
- ชุดอุปกรณ์ IoT Set B ชุดควบคุมอุณหภูมิ แบบ PID
- ชุดอุปกรณ์ IoT Set C ชุด IoT เซ็นเซอร์แบบไร้สาย(IoT Gateway)
- ชุดคอมพิวเตอร์ IoT Server
- ชุดโปรแกรมต้นแบบการบันทึกน้ำหนักจากเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล



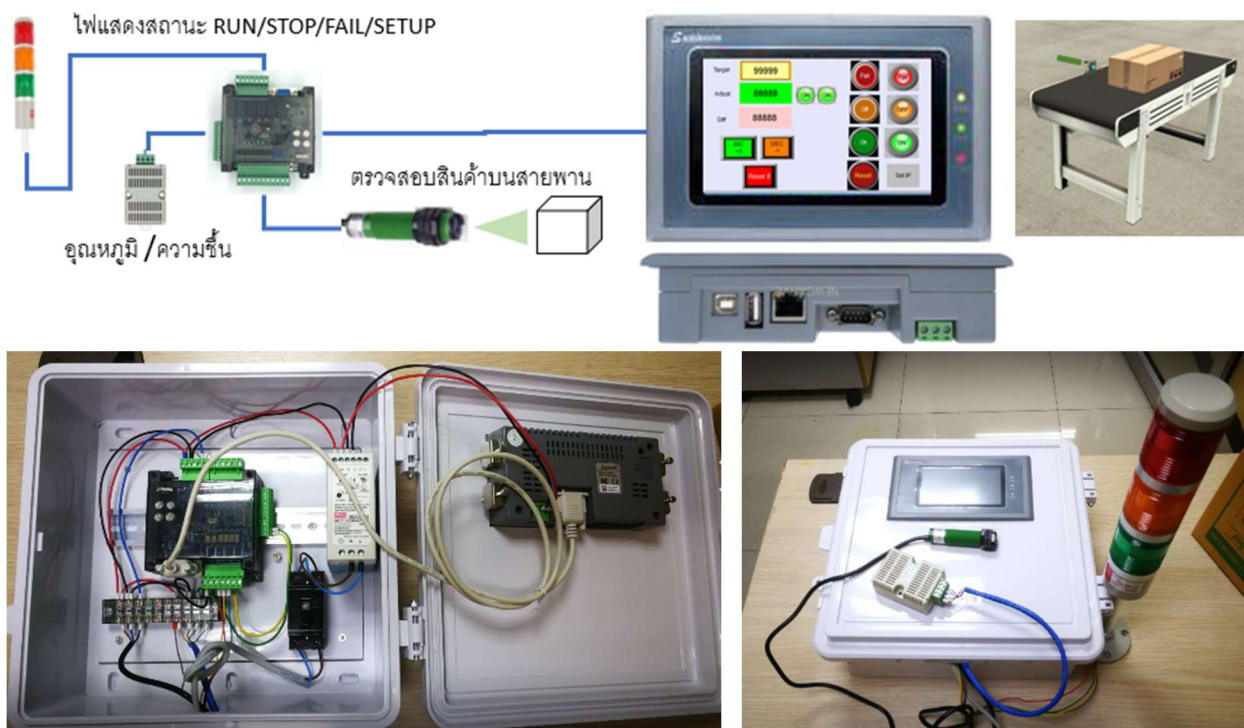
ภาพที่ 7 ชุดอุปกรณ์ IoT ที่จัดส่งให้โรงงานที่เข้าร่วมโครงการฯ

โดยโรงงานสามารถนำชุดอุปกรณ์ที่จัดเตรียมให้ไปประยุกต์ใช้งานในหลายรูปแบบตามต้องการ โดยมีรายละเอียดของชุดอุปกรณ์ดังนี้

ชุดอุปกรณ์ IoT Set A ระบบตรวจนับสินค้าบนสายพาน และระบบบันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้น

เป็นชุดอุปกรณ์พร้อมใช้งานประกอบสำเร็จรูปในกล่องไฟฟ้า เสียบปลั๊กไฟแล้วสามารถใช้งานได้ทันที โดยมีหน้าจอสัมผัสในการแสดงผลและสั่งงานภายในตัว และมีหน่วยความจำภายในที่สามารถบันทึกข้อมูลทำงานได้เป็นระยะเวลา 30 วัน (Datalogger) พร้อมช่อง USB ให้ใช้ในการสำเนาข้อมูลออกมา เพื่อใช้งานกับโปรแกรม Excel ได้ ในกรณีเชื่อมต่อสายระบบเน็ตเวิร์คกับคอมพิวเตอร์ IoT Server จะสามารถแสดงผล และควบคุมผ่านทางเว็บไซต์ได้ รวมทั้งมีระบบส่งข้อมูลเข้าระบบฐานข้อมูลกลาง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ได้ โดยประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

- หน้าจอสัมผัส (HMI SK043HS)
- PLC (Fx3u)
- ไฟ LED 3 สี 24 V
- ตัวนับสินค้า Infrared Sensor
- ตัววัดอุณหภูมิ และความชื้น (Modbus RTU)



ภาพที่ 8 ชุดอุปกรณ์ IoT Set A



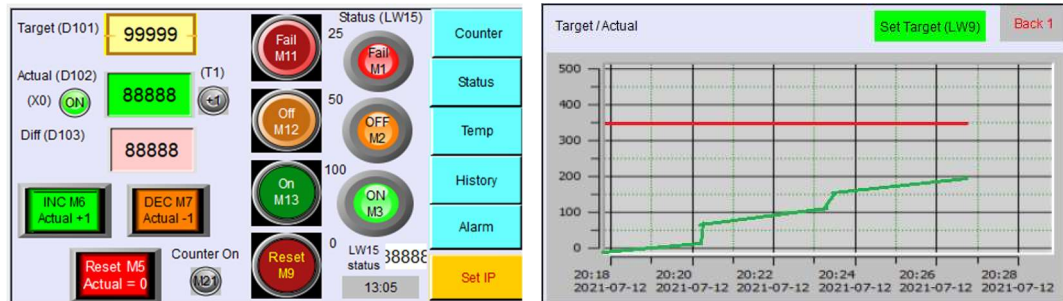
Youtube AJA JEAB UTCC :

อธิบายการใช้งานอุปกรณ์, Play list : UTCC Food IOT Hardware Sets

Introduction UTCC Food IOT Set A <https://youtu.be/QDd1VeKRJSo>

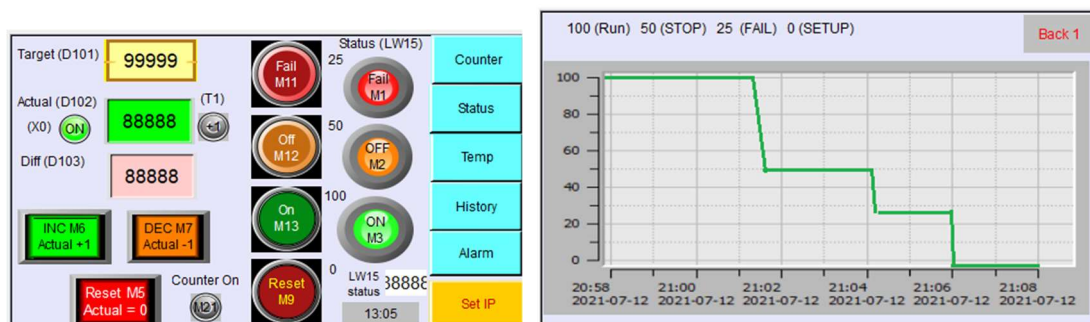
ชุดอุปกรณ์ IoT Set A มีความสามารถในการทำงาน และระบบควบคุมการทำงานดังนี้

- ระบบนับสินค้าสินค้าเคลื่อนที่ผ่านบนสายพานลำเลียง สามารถกำหนดเป้าหมายในการนับ (Target) การเพิ่มค่าและลดค่าการนับได้ และปุ่มเริ่มต้นการทำงาน รวมทั้งมีหน้าจอแสดงภาพรวมของจำนวนที่นับได้ต่อเวลา (Counter) ดังแสดงในภาพที่ 9



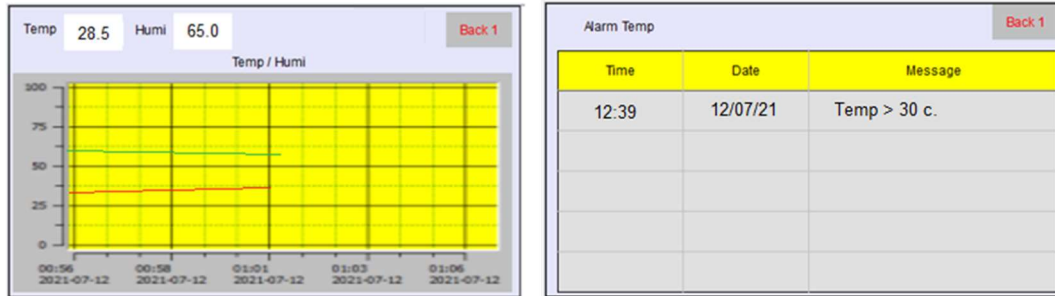
ภาพที่ 9 หน้าจอสัมผัสในการใช้งานระบบนับสินค้า และแสดงจำนวนที่นับได้ตามเวลาบันทึก

- ระบบบันทึกสถานการณ์ทำงานของเครื่องจักร RUN/STOP/SETUP และพนักงานสามารถกดปุ่ม FAIL เพื่อแจ้งสถานการณ์แจ้งซ่อมให้แผนกซ่อมบำรุงรับทราบผ่านทางระบบเว็บไซต์ กรณีมีการเชื่อมต่อสายเน็ตเวิร์ค เข้าระบบคอมพิวเตอร์ IoT Server ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 หน้าจอสัมผัสในการใช้งานระบบแสดงสถานะเครื่องจักรทำงาน และแสดงสถานะตามเวลาบันทึก

- ระบบบันทึกอุณหภูมิและความชื้น สามารถกำหนดค่าแจ้งเตือน และบันทึกวันเวลาที่แจ้งเตือน อุณหภูมิผิดปกติ ดังแสดงในภาพที่ 11



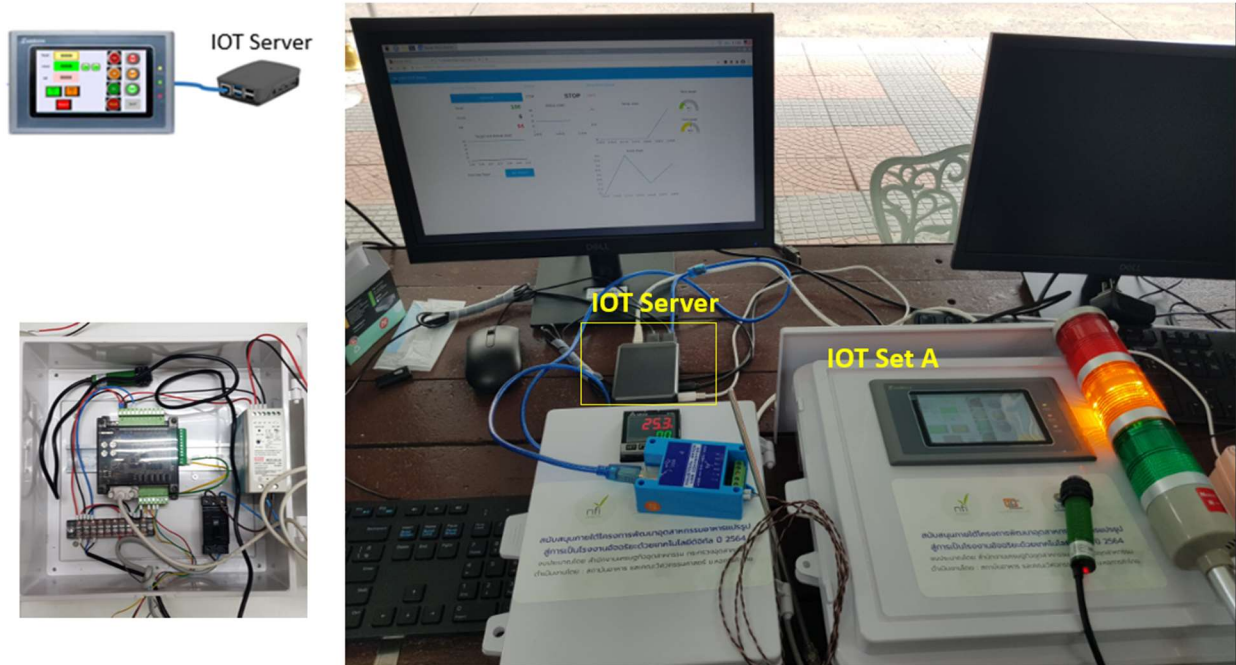
ภาพที่ 11 หน้าจอแสดงผลแสดงค่าอุณหภูมิ และความชื้นที่บันทึก และการแจ้งเตือนกรณีมีค่าผิดปกติ

- ระบบบันทึกประวัติข้อมูล (History) ภายในได้ 30 วัน และมีการบันทึกข้อมูลทุก 1 นาที สามารถสำเนาข้อมูลด้วยช่อง USB และมีตารางแสดงข้อมูลที่บันทึกดังภาพที่ 12

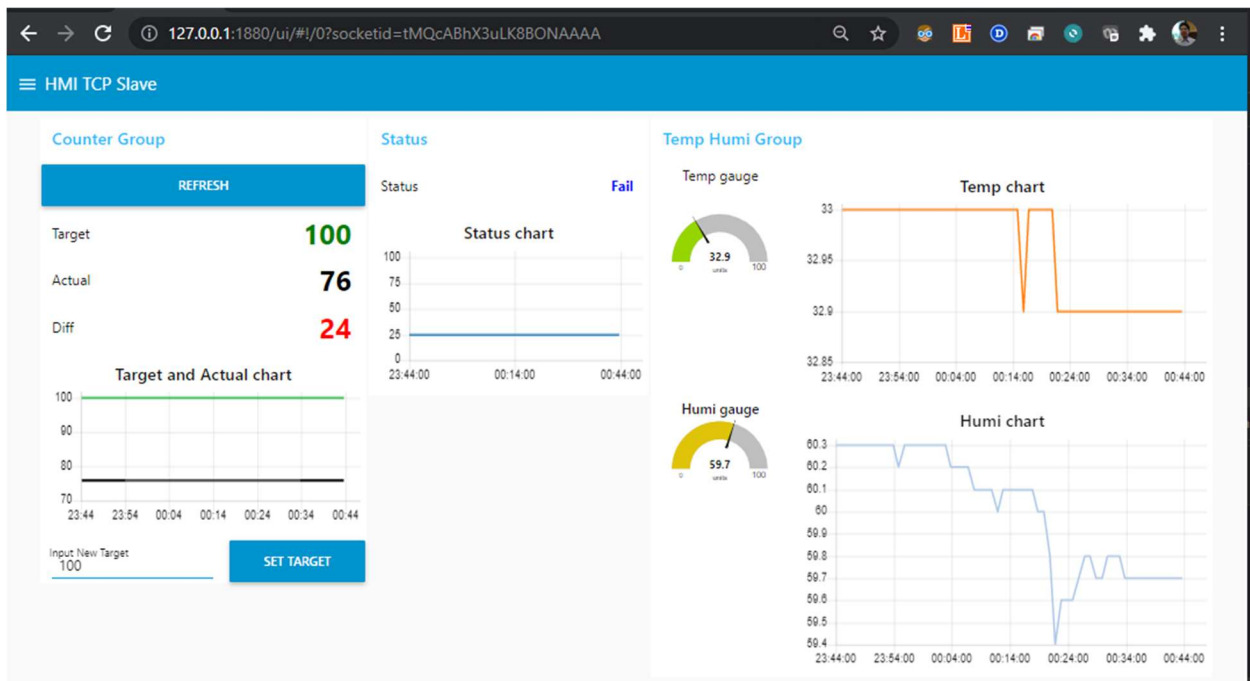
History Data Record					
Save to USB					Back 1
Time	Date	Temp	Humi	Target	Status
15:38	12/07/21	28.5	65.0	100	RUN
15:39	12/07/21	28.5	65.0	100	STOP

ภาพที่ 12 แสดงการจัดเก็บข้อมูลภายในอุปกรณ์ IoT

- ระบบแสดงผลและสั่งงานผ่านเว็บไซต์ ในกรณีเชื่อมต่อสายเน็ตเวิร์ค ระหว่างชุดอุปกรณ์ IoT Set A กับคอมพิวเตอร์ IoT Server ดังแสดงในภาพที่ 13 และ 14



ภาพที่ 13 แสดงคอมพิวเตอร์ IoT Server ทำงานร่วมกับชุดอุปกรณ์ IoT Set A ผ่านระบบเน็ตเวิร์ค



ภาพที่ 14 แสดงระบบเว็บไซต์แสดงผล และควบคุมชุดอุปกรณ์ IoT Set A ผ่านระบบเน็ตเวิร์ค

ชุดอุปกรณ์ IoT Set B ชุดควบคุมอุณหภูมิ แบบ PID

เป็นชุดอุปกรณ์ IoT ประกอบสำเร็จรูปในกล่องไฟฟ้า เสียบปลั๊กไฟแล้วสามารถใช้งานได้ทันที มีหน้าจอแสดงผลการทำงานและปุ่มควบคุมอุณหภูมิ ประกอบด้วย PID Temperature Controller , Temperature Sensor และ SSR Relay 40 A สามารถใช้กับช่วงวัดอุณหภูมิ -40 ถึง 200 องศาเซนเซียส โดยมีความสามารถดังนี้

- มีหน้าจอสำหรับแสดงผลและควบคุมอุปกรณ์ที่ไฟฟ้าในการทำงานได้ด้วยตัวเอง เช่น หม้อไฟฟ้า ที่สามารถนำไปควบคุมการต้ม หรือการทอดสินค้าได้ รวมทั้งควบคุมความร้อนของเครื่องซีลบรรจุภัณฑ์
- สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ IoT Server ในการแสดงผลและควบคุมการทำงานผ่านเว็บไซต์ได้ ดังแสดงในภาพที่ 15 รวมทั้งบันทึกข้อมูลอุณหภูมิทำงาน และค่าควบคุมการทำงานทุก 1 นาที ในระบบฐานข้อมูล เพื่อให้มีความสามารถในการบันทึกข้อมูลการทำงาน แสดงผลและควบคุมผ่านทางเว็บไซต์ได้ดังภาพที่ 16

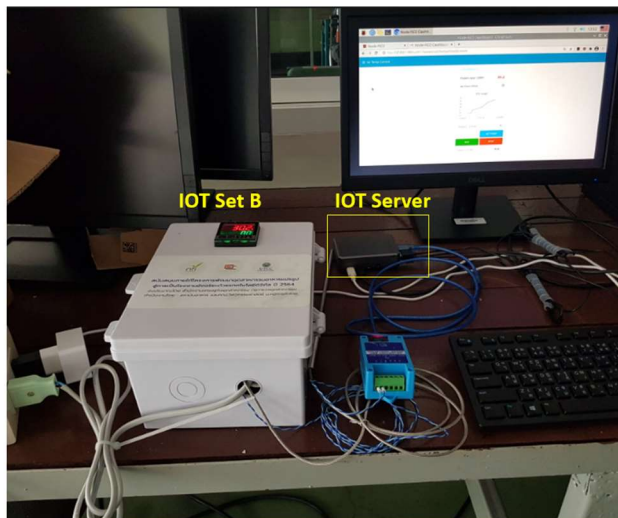
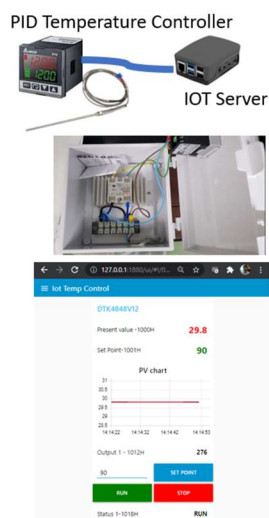
เพื่อการควบคุมระบบ เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องทำความร้อนด้วยระบบไฟฟ้าในรูปแบบ PID ซึ่งจะทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ เมื่อเชื่อมต่อสายสัญญาณกับคอมพิวเตอร์ IoT Server ดังภาพที่ 15 ก็สามารถบันทึกสถานะค่าอุณหภูมิทำงานและค่าอุณหภูมิกำหนดได้ รวมทั้งสามารถแสดงผลและสั่งงานผ่านเว็บไซต์



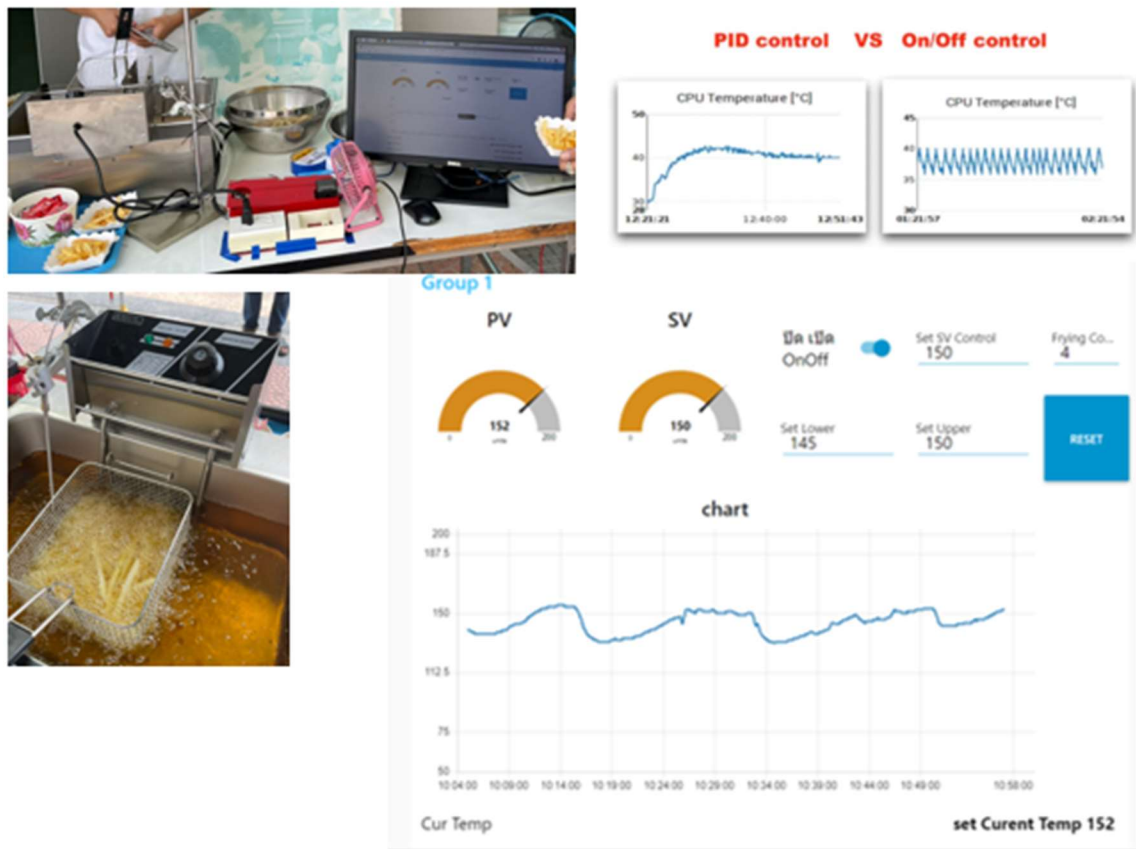
Youtube AJA JEAB UTCC :

อธิบายการใช้งานอุปกรณ์, Play list : UTCC Food IOT Hardware Sets

Introduction UTCC Food IOT Set B https://youtu.be/iz3lr4B5X_k



ภาพที่ 15 แสดงชุดอุปกรณ์ IoT Set B ทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ IoT Server เพื่อแสดงผลและควบคุมผ่านเว็บไซต์

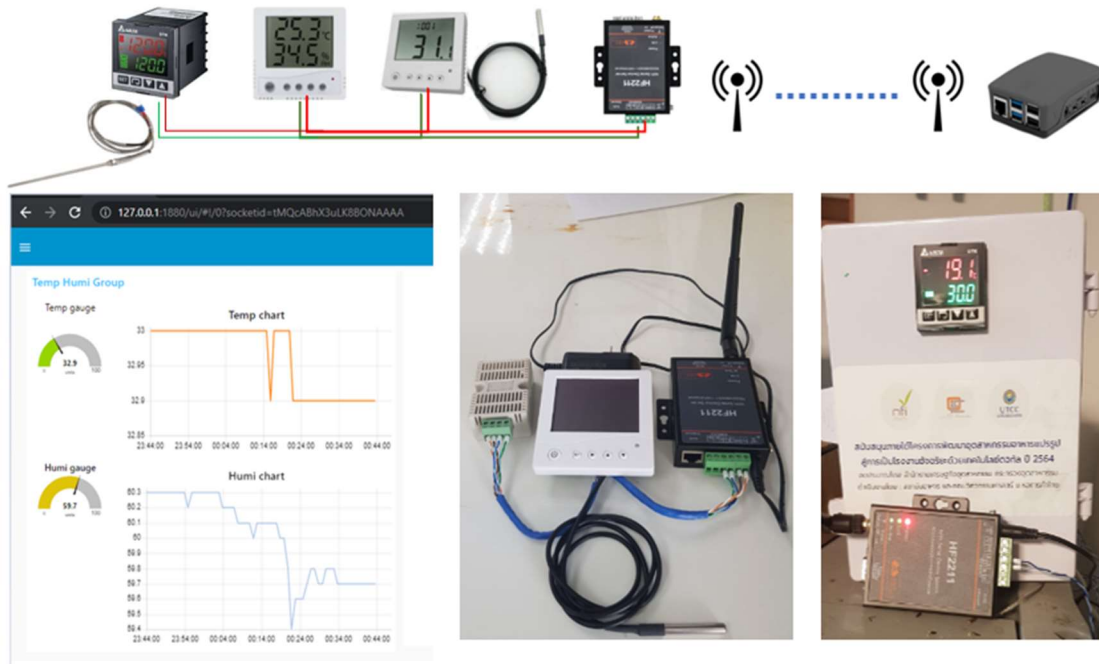


ภาพที่ 17 แสดงตัวอย่างการใช้ชุดอุปกรณ์ IoT Set B ในการควบคุมเครื่องทอดไฟฟ้าปกติ ผ่านทางเว็บไซต์

ชุดอุปกรณ์ IoT Set C ชุด IoT เซ็นเซอร์แบบไร้สาย (IoT Gateway)

ประกอบด้วยอุปกรณ์ IoT เซ็นเซอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิมีหน้าจอแสดงผลภายในตัวเองสามารถเสียบปลั๊กไฟแล้วใช้งานได้ทันที มีทั้งชนิดที่ใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นในบรรยากาศ เช่น ติดตั้งในคลังสินค้า และพื้นที่ทำงาน และชนิดที่ใช้สายวัดอุณหภูมิแบบสายกันน้ำ ใช้ในการติดตั้งในคลังแช่แข็ง และพื้นที่ทำงานที่ใช้น้ำในการทำงาน หรือมีความชื้นสูง

เมื่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ IoT Gateway จะสามารถส่งข้อมูลผ่านระบบเน็ตเวิร์ค หรือระบบไร้สาย (Wifi) ไปแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ และจัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูลของคอมพิวเตอร์ IoT Server ทำให้สามารถกำหนดค่าแจ้งเตือนในกรณีอุณหภูมิผิดปกติได้ ข้อมูลที่จัดเก็บสามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังได้เป็นระยะเวลามากกว่า 1 ปี อุปกรณ์ IoT Gateway มีความสามารถเชื่อมต่อเครื่องมื่อวัดรูปแบบ rs485 ได้ 32 อุปกรณ์ด้วยระบบสายไฟสองเส้น และสามารถเดินสายได้ระยะทาง 1 กิโลเมตร ดังแสดงตัวอย่างการใช้งานในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 แสดงการใช้งานชุดอุปกรณ์ IoT Set C กับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ Modbus Sensor ผ่านระบบสาย rs485

ชุดอุปกรณ์ IoT Set D ชุด IoT สำหรับเชื่อมต่อกับตาชั่งดิจิตอลเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อตาชั่งดิจิตอลผ่านระบบสาย rs232 และต่อเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางช่องทาง USB ดังแสดงในรูป 19 ด้านซ้ายมือ ซึ่งมีการรูปแบบการทำงานคล้ายเครื่องพิมพ์ปกติ

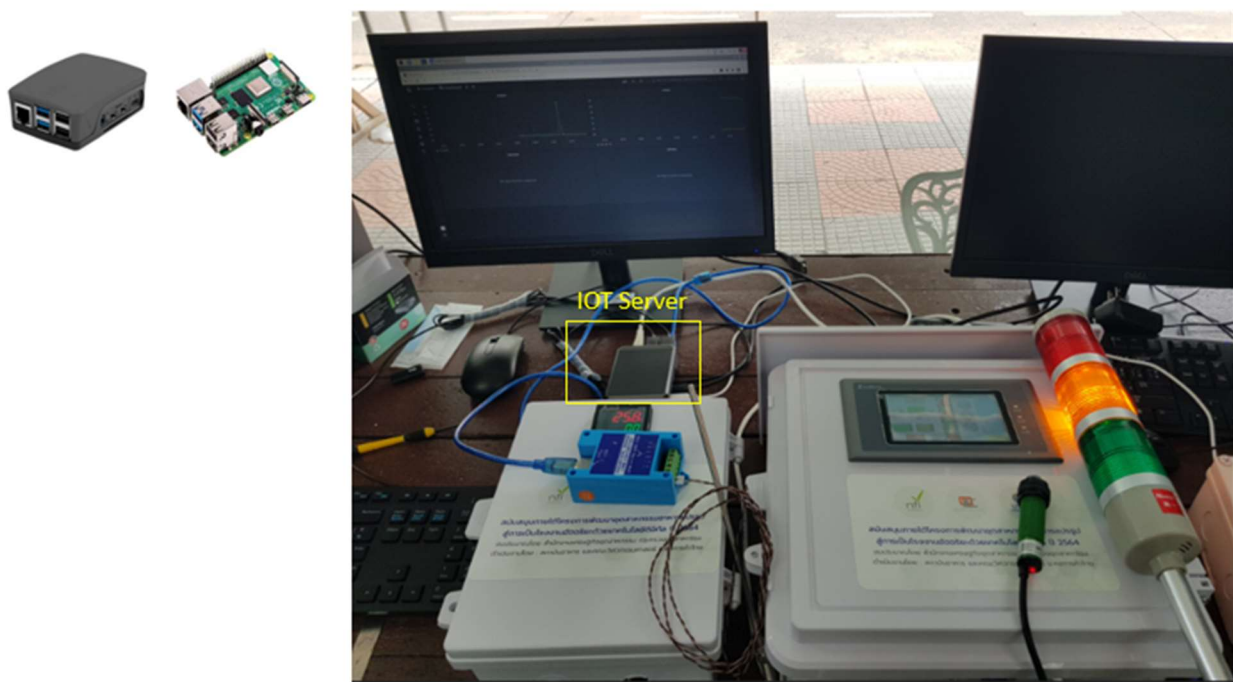


ภาพที่ 19 การเชื่อมต่อกับตาชั่งน้ำหนักดิจิตอลมี 2 วิธี คือ ด้วย rs232 USB และผ่านอุปกรณ์ IoT Gateway

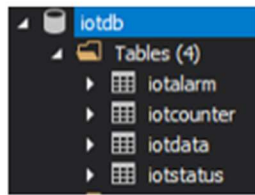
ในกรณีที่ต้องการเชื่อมต่อเข้าถึงจิจิตอลผ่านระบบเน็ตเวิร์ค หรือระบบไร้สาย (Wifi) ภายในโรงงาน สามารถใช้ประยุกต์ใช้ชุดอุปกรณ์ IoT Gateway ในการเชื่อมต่อกับเครื่องซึ่งนำหน้าจิจิตอลผ่านระบบส่งข้อมูลแบบ rs232 ซึ่งในกรณีนี้จะสามารถเชื่อมต่อได้เพียง 1 เครื่องซึ่งเท่านั้น จะทำให้สามารถส่งข้อมูลนำหน้าจซึ่งปัจจุบันผ่านทางระบบเน็ตเวิร์ค หรือระบบไร้สาย ไปยังคอมพิวเตอร์ IoT Server เพื่อบันทึกข้อมูลเข้าระบบฐานข้อมูลได้ แสดงดังภาพที่ 19 ด้านขวามือ

ชุดคอมพิวเตอร์ IoT Server

เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กรุ่น Raspberry Pi 4 แรม 8 GB มีขนาดความจุข้อมูลใช้งาน 32 GB และมีการติดตั้งโปรแกรมพร้อมใช้งาน ระบบแสดงผลและควบคุมชุดอุปกรณ์ IoT พัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม Node-Red ซึ่งสามารถติดต่อสื่อสารชุดอุปกรณ์ IoT ผ่านระบบเน็ตเวิร์ค และระบบไร้สาย (Wifi) รวมทั้งสื่อสารกับอุปกรณ์เครื่องมือวัดโดยตรงผ่านทางระบบสาย rs485 ได้โดยตรง มีการติดตั้งโปรแกรมระบบฐานข้อมูล (MySQL) เพื่อใช้ในการบันทึกค่าจากชุดอุปกรณ์ IoT และโปรแกรมแสดงผลและวิเคราะห์ข้อมูลทางเว็บไซต์ (Grafana) ดังแสดงในภาพที่ 20 และ 21



ภาพที่ 20 แสดงคอมพิวเตอร์ IoT Server บันทึกข้อมูลจากชุดอุปกรณ์ IoT Set A และ Set B พร้อมกัน



id	time	metric	value
INT(11)	TIMESTAMP	VARCHAR(55)	FLOAT
85	12/07/2021 23:59:50	Target	100
86	12/07/2021 23:59:50	Actual	76
88	13/07/2021 0:00:50	Target	100
89	13/07/2021 0:00:50	Actual	76
91	13/07/2021 0:01:50	Target	100
92	13/07/2021 0:01:50	Actual	76
94	13/07/2021 0:02:50	Target	100
95	13/07/2021 0:02:50	Actual	76
97	13/07/2021 0:03:50	Target	100
98	13/07/2021 0:03:50	Actual	76
100	13/07/2021 0:04:50	Target	100
101	13/07/2021 0:04:50	Actual	76
103	13/07/2021 0:05:50	Target	100
104	13/07/2021 0:05:50	Actual	76



ภาพที่ 21 แสดงโปรแกรม Grafana ที่ใช้ในการแสดงข้อมูลที่บันทึกจากชุดอุปกรณ์ IO ในรูปแบบที่ต้องการ