รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การประยุกต์ใช้ซิมเมติกเอชเอ็มไอในระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ 4.0
SIMATIC HMI in Industry 4.0

นางสาวธนัชพร พางาม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การประยุกต์ใช้ซิมเมติกเอชเอ็มไอในระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ 4.0

SIMATIC HMI in Industry 4.0

นางสาวธนัชพร พางาม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การประยุกต์ใช้ซิมเมติกเอชเอ็มไอในระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ 4.0

ชื่อ – สกุล นักศึกษา นางสาวธนัชพร พางาม

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ – สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.สุพรรณ กุลพาณิชย์ ดร.นภศูล วงษ์วานิช

ชื่อ – สกุล ผู้นิเทศงาน คุณอาคม วีระพิทักษ์กุล

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท ซีเมนส์ (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้ได้รับการสนับสนุนจาก บริษัท ซีเมนส์ (ประเทศไทย) จำกัด แผนก Digital Factory / Process Industries & Drives ให้ศึกษาเกี่ยวกับ “การประยุกต์ใช้ซิมเมติกเอชเอ็มไอในระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ 4.0” โดยได้รับมอบหมายให้ศึกษาในส่วนของผลิตภัณฑ์ HMI (Human Machine Interface) ซึ่งเป็นหน่วยแสดงผล และเป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกับมนุษย์ โดยนำ SIMATIC HMI Comfort Panel มาประยุกต์ใช้งานฟังก์ชันที่สอดคล้องกับการเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ 4.0 เช่น การใช้ฟังก์ชัน Smart Server / Smart Client เพื่อควบคุมการใช้งานหน้าจอ HMI ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่อื่น ๆได้, การใช้งานฟังก์ชัน OPC UA Server เพื่อการนำข้อมูลระดับเครื่องจักรขึ้นสู่ระดับสารสนเทศได้, การประยุกต์ใช้ SIMATIC HMI ให้สอดคล้องกับมาตรฐาน GMP ที่เป็นมาตรฐานสำหรับอุตสาหกรรมยา, การสร้างไฟแสดงผลตามมาตรฐาน OMAC ที่เป็นมาตรฐานสำหรับอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ทั้งนี้เพื่อทำเป็นคู่มือสำหรับแนะนำเทคโนโลยีใหม่ ๆให้กับผู้ใช้งานที่ต้องการนำมาประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมอัตโนมัติในอุตสาหกรรมการผลิตต่อไป

Research Title: SIMATIC HMI in Industry 4.0

Student Intern Name: Miss Thanutchaporn Pangam

Faculty: Engineering Department: Instrumentation and Control Engineering Advisor Name: Assoc. Prof. Dr. Suphan Gulpanich Dr. Napasool Wongvanich

Mentor Name: Mr. Arkom Pithakwirakun

Company: Siemens Limited Thailand

ABSTRACT

This cooperative educational was supported by Siemens Limited Thailand Department of Digital Factory / Process Industries & Drives. In topic "SIMATIC HMI in Industry 4.0" was commissioned to study the HMI (Human Machine Interface) product, a display unit. The SIMATIC HMI Comfort Panel is used for functions that are compatible with the industrial 4.0, such as the Smart Server / Smart Client function to control the HMI screen via the device, Using the OPC UA Server function to bring machine-level information to the information level, SIMATIC HMI application is consistent GMP standards for the pharmaceutical industry, to create a light show by OMAC standards for food and beverages. To make document for introducing new technologies. For users who want to apply to automatic control systems in the manufacturing

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องการประยุกต์ใช้ซิมเมติกเอชเอ็มไอในระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ 4.0 (SIMATIC HMI in Industry 4.0) สำเร็จไปได้ลุล่วงด้วยดีนั้น เนื่องจากได้รับการสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่ายที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทาง ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ได้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สุพรรณ กุลพาณิชย์ และ ดร.นภศูล วงษ์วานิช อาจารย์ที่ปรึกษา ปริญญานิพนธ์ รวมถึง รศ.ดร.เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ ที่ให้คำปรึกษา และให้ข้อคิดในการแก้ไขปัญหา รวมถึงช่วยตรวจทาน แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ คอยให้คำปรึกษาอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ บริษัท ซีเมนส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่มอบโอกาสในการเข้ามาทำสหกิจศึกษาประจำปีการศึกษา 2560 นี้ รวมถึง คุณอาคม วีระพิทักษ์กุล ซึ่งเป็นผู้ดูแลและควบคุมการทำสหกิจศึกษา และขอขอบคุณ คุณฉันทิชย์ บุญอาจ ที่คอยให้คำปรึกษา อีกทั้งยังคอยเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ตลอดการทำโครงงาน และสุดท้ายผู้จัดทำขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว เป็นอย่างสูง ที่คอยให้คำปรึกษาและกำลังใจ รวมถึงการสนับสนุนในด้านต่าง ๆ มาด้วยดีตลอดจนทำให้เกิดเป็นแรงผลักดันในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้ประสบความสำเร็จและผ่านลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ธนัชพร พางาม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VIII

สารบัญรูป IX

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 3

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 3

1.4 วิธีการดำเนินงาน 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 โครงสร้างโปรแกรมและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวทางการเขียนโปรแกรม SIMATIC HMI 5

2.1.1 แนวคิดของ HMI (HMI Concept) 5

2.1.2 โครงสร้างโปรแกรม (Program Structure) 5

2.1.3 การใช้โปรแกรมพื้นฐาน (Basic programming) 8

2.2 เครือข่ายและการสื่อสาร (Network & Communication) 15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.1 Ethernet Protocol : OSI/ISO 15

2.2.1.1 Layer 1 (Physical Layer) 16

2.2.1.2 Layer 2 (Data-Link Layer) 17

2.2.1.3 Layer 3 (Network Layer) 18

2.2.1.4 Layer 4 (Transport Layer) 19

2.2.1.5 Layer 5 (Session Layer) 21

2.2.1.6 Layer 6 (Presentation Layer) 21

2.2.1.7 Layer 7 (Application Layer) 22

2.2.2 Ethernet Network: IEEE802.3 & IEEE802.11 22

2.2.2.1 IEEE802.3 22

2.2.2.2 IEEE802.11 27

2.3 มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง 32

2.3.1 GMP (21CFR11) 32

2.3.2 OPC UA 37

2.3.3 OMAC (PackML) 41

2.4 SIMATIC IOT 2040 45

2.4.1 แนวคิดของ SIMATIC IOT 2040 (SIMATIC IOT 2040 Concept) 45

บทที่ 3 วิธีการทำคู่มือประกอบการอธิบายการใช้งานฟังก์ชัน

3.1 เคล็ดลับการใช้งาน (Tips and Trick) 46

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.1 ออกแบบรูปแบบมาตรฐานที่ใช้กับชิ้นงาน 46

3.2 คู่มือการใช้งานฉบับย่อ (Quick Engineering Guide) 47

3.2.1 ออกแบบลักษณะเอกสาร 47

3.2.2 ขั้นตอนการตั้งค่า และเขียนโปรแกรมทดสอบการใช้งาน 48

3.2.2.1 Faceplate with UDT 49

3.2.2.2 GMP (Good Manufacturing Practice) 54

3.2.2.3 OPC UA server 57

3.2.2.4 Send E-mail 62

3.2.2.5 Smart server และ Smart client 65

3.2.2.6 PDF View 69

3.2.2.7 Media Player 70

3.2.2.8 SIMATIC IOT2040 Setting up 71

3.2.2.9 SIMATIC IOT2040 with S7-1200 77

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการใช้งานฟังก์ชัน Faceplate with UDT 80

4.2 ผลการใช้งานฟังก์ชัน GMP 81

4.3 ผลการใช้งานฟังก์ชัน OPC UA Server 82

4.4 ผลการใช้งานฟังก์ชัน Send E-mail 83

4.5 ผลการใช้งานฟังก์ชัน Smart Server / Smart Client 83

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.6 ผลการใช้งานฟังก์ชัน PDF View	84
4.7 ผลการใช้งานฟังก์ชัน Media Player	84
4.8 ผลการใช้งาน SIMATIC IOT2040 with S7-1200	85
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุป	86
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	86
5.3 ข้อเสนอแนะ	87
บรรณานุกรม	88
ภาคผนวก	89
ประวัติผู้เขียน	115

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงมาตรฐาน IEEE 802.11, 802.11a, 802.11b, 802.11g	27
3.1 ตารางแสดงสัญลักษณ์และคำอธิบาย	47

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ขอบเขตของผลิตภัณฑ์	5
2.2 Specification: Basic Panel 2nd Generation	7
2.3 Specification: Comfort Panel – Standard	8
2.4 เพิ่ม HMI ด้วยวิธีแบบ Drag&Drop	8
2.5 การสร้าง Connection ให้ HMI	9
2.6 การเพิ่ม HMI ด้วยวิธีแบบ Wizard	9
2.7 การสร้าง Connection ด้วยวิธีแบบ Wizard	10
2.8 การสร้าง Screen Layout ด้วยวิธีแบบ Wizard	10
2.9 การสร้าง Screen Layout ด้วยวิธีแบบ Wizard	11
2.10 การสร้าง Alarm ด้วยวิธีแบบ Wizard	11
2.11 การสร้าง Screen ด้วยวิธีแบบ Wizard	12
2.12 การสร้าง System Screen ด้วยวิธีแบบ Wizard	12
2.13 การสร้าง Buttons ด้วยวิธีแบบ Wizard	13
2.14 การใช้ Basic Object	13
2.15 การ Create Button	14
2.16 OSI Model 7 Layer	15
2.17 OSI Model Upper/Lower Layer	16
2.18 การส่งข้อมูลบน Physical Layer	16
2.19 Frame การส่งข้อมูล	17
2.20 การส่งข้อมูลข้ามเครือข่าย	18
2.21 การเชื่อมต่อกับ Upper Layer	19

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.22 การใช้งานผ่าน Services Telnet	19
2.23 กลไก Three-Way Handshake	20
2.24 การติดต่อระหว่างต้นทางกับปลายทาง	21
2.25 การใชงานระบบ Ethernet โดยใชสายแบบบาง	23
2.26 การใชงานระบบ Ethernet โดยใชสายแบบบางและแบบหนา	23
2.27 แสดงการชนกันของข้อมูลในระบบเครือข่ายแบบ Ethernet	24
2.28 โครงสร้างของเฟรม 802.3	25
2.29 Information Modeling	41
2.30 PackML Interface vs State Manager	42
2.31 PackML Implementation Types	42
2.32 รูปแสดง interfaces ของ SIMATIC IOT2040	45
3.1 ขนาดและรูปแบบพื้นหลังของชิ้นงาน	46
3.2 ตัวอย่างการนำไปใช้	47
3.3 ตัวอย่างการใช้ Faceplate	49
3.4 การสร้าง Faceplate	49
3.5 หน้าต่าง Faceplate	50
3.6 การเพิ่ม UDT ให้กับ HMI types	50
3.7 การแก้ไข Faceplate	51
3.8 การตั้งค่า Faceplate	51
3.9 การใช้งาน Faceplate	52
3.10 การเพิ่ม HMI tag	53

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.11 เชื่อมต่อ Faceplate กับ HMI tag	53
3.12 การจำลองหน้าจอควบคุมสำหรับ GMP	54
3.13 การตั้งค่า GMP ใน Runtime settings	55
3.14 การตั้งค่า GMP ใน HMI tag	55
3.15 การตั้งค่า Audit Trail	56
3.16 ทดสอบฟังก์ชัน GMP	56
3.17 บันทึกอิเล็กทรอนิกส์ด้วย Audit Trail	57
3.18 การตั้งค่า OPC UA server	57
3.19 การจำลองหน้าจอควบคุมสำหรับ OPC UA server	58
3.20 OPC UA client software (โปรแกรม UaExpert)	58
3.21 การเพิ่ม server	59
3.22 เพิ่ม server เรียบร้อยร้อย	59
3.23 การเชื่อมต่อกับ server	60
3.24 การสร้างความเชื่อมั่นในครั้งแรกที่เชื่อมต่อ	60
3.25 การเชื่อมต่อสำเร็จ	61
3.26 การดูข้อมูลจาก HMI tag ผ่าน OPC UA server	61
3.27 การเปลี่ยนแปลงค่าจาก HMI Comfort panel	62
3.28 การตั้งค่าการใช้ router	62
3.29 การตั้งค่า SMTP	63
3.30 สร้างหน้าจอสำหรับการใช้ฟังก์ชันส่งอีเมล	63
3.31 การตั้งค่าปุ่มกดสำหรับส่งอีเมล	64

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.32 การทดสอบการส่งอีเมล	64
3.33 การตั้งค่าเพื่อเปิดใช้งาน Smart Server	65
3.34 การตั้งค่ารหัสผ่าน	65
3.35 การตั้งค่ารหัสผ่าน	66
3.36 การตั้งค่ารหัสผ่าน	66
3.37 การตั้งค่า Smart Client บน HMI Panel	67
3.38 Smart Client บน HMI Panel	67
3.39 Smart Client บน Internet Explorer	68
3.40 Smart Client บน Smart Client software	68
3.41 Smart Client บน VNC software	69
3.42 การวาง PDF View	69
3.43 การตั้งค่า PDF View	70
3.44 การวาง Media Player	70
3.45 การตั้งค่า Media Player	71
3.46 ทำการ Download Image file	71
3.47 ขั้นตอนการเขียน Image file ลงบน Micro SD card	72
3.48 การใส่ Micro SD card และการเชื่อมต่อสาย LAN	72
3.49 ติดตั้งโปรแกรม PuTTY สำหรับตั้งค่า SIMATIC IOT2040	73
3.50 การใช้คำสั่งเพื่อตั้งค่า Password ให้กับ SIMATIC IOT2040	73
3.51 การใช้คำสั่งเพื่อตั้งค่า IP Address ให้กับ SIMATIC IOT2040	74
3.52 การใช้คำสั่งเพื่อตั้งค่า AutoStart ให้กับ SIMATIC IOT2040	74

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.53 เข้า Node-RED ด้วย Web browser	75
3.54 โปรแกรม WinSCP	75
3.55 การเพิ่ม Library	76
3.56 การ Reboot SIMATIC IOT2040	76
3.57 การตั้งค่า PLC เพื่อเชื่อมต่อกับ SIMATIC IOT2040	77
3.58 การตั้งค่า Node S7 เพื่อเชื่อมต่อกับ PLC	77
3.59 ตัวอย่างการเชื่อมต่อผ่าน Node-RED	78
3.60 การดาวน์โหลดโปรเจคโปรแกรมเข้าสู่ HMI Comfort Panel	78
3.61 การดาวน์โหลดโปรเจคโปรแกรม	79
4.1 ลักษณะการใช้งานฟังก์ชัน Faceplate with UDT	80
4.2 ความหมายของสีที่อ้างอิงตามมาตรฐาน OMAC	80
4.3 ลักษณะการใช้งานฟังก์ชัน GMP	81
4.4 บันทึกอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบ Audit Trail	82
4.5 การใช้งานฟังก์ชัน OPC UA Server	82
4.6 การใช้งานฟังก์ชัน Send E-mail	83
4.7 การใช้งานฟังก์ชัน Smart Server / Smart Client ผ่านโทรศัพท์มือถือ	83
4.8 การใช้งานฟังก์ชัน Smart Server / Smart Client ผ่านคอมพิวเตอร์	84
4.9 การใช้งานฟังก์ชัน PDF View	84
4.10 การใช้งานฟังก์ชัน Media Player	84
4.11 การใช้งาน SIMATIC IOT2040 with S7-1200	85

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ซีเมนส์ เอจี (เบอร์ลิน, มิวนิค) เป็นบริษัทชั้นนำระดับโลกที่ยืนหยัดเพื่อสรรสร้างความเป็นเลิศในงานวิศวกรรม นวัตกรรม ด้วยความน่าเชื่อถือในระดับสากลมากว่า 165 ปี บริษัทฯ มีสาขาครอบคลุมกว่า 200 ประเทศทั่วโลก ซึ่งมุ่งพัฒนาในการให้บริการทั้งงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ระบบขับเคลื่อน และดิจิตอลไลเซชั่น มีพนักงานประมาณ 357,000 คนทั่วโลก ที่กำลังพัฒนา ผลิตสินค้า ออกแบบ และติดตั้งระบบงานซึ่งมีความซับซ้อน รวมถึงคัดหาโซลูชั่นที่ดีที่สุด ให้เหมาะสมกับความต้องการของลูกค้าที่มีความแตกต่างกัน

ซีเมนส์ (ประเทศไทย) ในประเทศไทย ซีเมนส์ได้มีส่วนร่วมในการเชื่อมโยงเศรษฐกิจและงานด้านเทคนิควิศวกรรมในประเทศไทยเป็นเวลากว่าหนึ่งศตวรรษ โดยเริ่มจากการเซ็นสัญญาแต่งตั้งตัวแทนกับบริษัท บีกริมม์ แอนด์ โก เมื่อปี พ.ศ. 2443 บริษัท ซีเมนส์ จำกัด ก่อตั้งขึ้นในประเทศไทยในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2538 เพื่อเป็นผู้ประกอบการอย่างเป็นทางการในลิขสิทธิ์ของซีเมนส์เพื่อนำเสนอสินค้า โซลูชั่น และบริการในทุกกลุ่มธุรกิจหลักของซีเมนส์ โดยปัจจุบันมีพนักงานประมาณ 1,200 คน กิจกรรมที่สำคัญของบริษัท คือ การสร้างคุณค่าให้แก่ลูกค้าด้วยการปรับปรุงโรงงานต่างๆ และสถานประกอบการรวมถึงธุรกิจของลูกค้าให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยเพิ่มผลิตภาพและความยืดหยุ่นตลอดจนช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้คน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2557 เป็นต้นไป องค์กรของเราจะถูกปรับเปลี่ยนโดยลดทอนระดับ Sector และแบ่งธุรกิจออกเป็น 9 กลุ่มหลัก ดังนี้

1) Power and Gas
2) Wind Power and Renewables
3) Power Generation Services
4) Energy Management
5) Building Technologies
6) Mobility
7) Digital Factory
8) Process Industries & Drives
9) Healthcare

แผนกที่นักศึกษาได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษานั้น คือ แผนก Digital Factory ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ในหลายรูปแบบทั้ง PLC, HMI และ Drive เป็นต้น ซึ่งในแผนกที่นักศึกษาได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษาจะมุ่งเน้นไปทางด้านการตลาด (Marketing Engineer) โดยทางบริษัทได้มอบหมายให้ศึกษาในส่วนของผลิตภัณฑ์ HMI

(Human Machine Interface) ซึ่งเป็นหน่วยแสดงผล และเป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกับมนุษย์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในทุกๆอุตสาหกรรม HMI มีหลายรุ่นตามลักษณะการใช้งาน ตั้งแต่การใช้งานขั้นพื้นฐานที่นิยมเรียกกันว่า หน้าจอ HMI (HMI Panel) ไปจนถึงการใช้งานขั้นสูงที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการณ์วินโดวส์ หรือที่นิยมเรียกกันว่า SCADA นักศึกษาได้รับผิดชอบในส่วนของ HMI Panel ทั้ง 2 รุ่นคือ Basic Panel และ Comfort Panel ซึ่งเป็นหน้าจอ Touch Screen โดย SIMATIC HMI Basic Panel จะมีฟังก์ชั่นการใช้งานในระดับพื้นฐาน คือ ใช้เขียนกราฟฟิคแบบพื้นฐาน เหมาะกับการใช้งานแบบจอ 1 ตัว ต่อ PLC 1 ตัว ส่วน SIMATIC HMI Comfort Panel จะเป็นหน้าจอที่มีฟังก์ชั่นการใช้งานที่เพิ่มขึ้นมาจาก SIMATIC HMI Basic Panel นักศึกษาได้มีการศึกษาและนำเสนอฟังก์ชันที่น่าสนใจของ HMI Comfort Panel อาทิเช่น

1) ฟังก์ชั่น Smart Server/Smart Client เป็นฟังก์ชั่นที่มีการกำหนดให้หน้าจอ HMI 1 ตัวเป็น Smart Server และใช้ Smart Client เพื่อแสดงผลตามหน้าจอที่เป็น Smart Server โดยที่ Smart Client สามารถเป็นได้หลายรูปแบบ เช่น Internet Explorer โทรศัพท์มือถือผ่าน Smart Client Application หรือจะเป็นโปรแกรม VNC ต่างๆ เป็นต้น

2) ฟังก์ชั่น OPC UA Server เป็นการนำเสนอในส่วนของการเตรียมข้อมูลในรูปแบบ OPC UA เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการนำข้อมูลไปใช้งานร่วมกันกับหน่วยงานทางด้านสารสนเทศ และเป็นโซลูชั่นที่เหมาะต่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์ยี่ห้ออื่นๆ

3) ฟังก์ชั่น Alarm and Alarm Log เป็นฟังก์ชั่นที่นำเสนอในการใช้งาน Alarm บนหน้าจอ HMI Comfort Panel และการทำ Alarm Log เพื่อทำการเก็บข้อมูลการเกิด Alarm ไว้

4) ฟังก์ชั่น User Administration เป็นการนำเสนอการใช้งานในรูปแบบที่มีการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลบนหน้าจอ HMI

5) ฟังก์ชั่น Diagnostic บนหน้าจอ HMI เป็นการใช้งานร่วมกันกับการทำ Topology เพื่อดูข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับระบบ และยังสามารถเข้าถึงสาเหตุของข้อผิดพลาดได้อย่างรวดเร็ว ช่วยลดระยะเวลาในการปรับปรุงระบบ

นอกจากนี้นักศึกษายังได้จัดทำข้อมูลจากฟังก์ชั่นต่างๆ ในรูปแบบ Quick Guide เป็นเอกสารที่ช่วยให้ใช้งานฟังก์ชั่นต่างๆได้ง่ายขึ้น และยังจัดทำ Trick & Trip เป็นตัวช่วยในการใช้งาน HMI เช่น การตั้งเวลาหน้าจอ การตั้งค่ารหัสผ่านสำหรับใช้งาน Smart Server/Smart Client เป็นต้น

ในส่วนของการศึกษาเพิ่มเติม นักศึกษาได้ทำการศึกษาและเรียนรู้การใช้งานเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ชื่อว่า SIMATIC IOT2000 ในรุ่น IOT2040 ซึ่งเป็น Industrial Gateway สำหรับการส่งผ่านข้อมูลจากฝั่งเครื่องจักรไปสู่ระบบเน็ตเวิร์คภายนอก เช่น Thingspeak เพื่อสามารถเข้าไปดูข้อมูลที่จำเป็นได้ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

Thingspeak เป็น Platform as a Services ที่ให้บริการเพื่อเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time) โดยข้อมูลที่ส่งขึ้นไปจะแสดงข้อมูลในรูปแบบกราฟ สามารถอัดเดทข้อมูล หรือเรียกดูจากที่ใดก็ได้ ซึ่งก็คล้าย ๆ กับ netpie.io แต่สิ่งที่ต่างกัน คือ Thingspeak จะแสดงผลข้อมูลในรูปแบบกราฟ และสามารถนำ

กราฟที่แสดงผลไปใช้งานที่เว็บได้อีกด้วย (iframe) ซึ่งข้อมูลที่ดึงไปแสดงผลบนเว็บ ก็จะสามารถอัพเดทข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time)

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.2.1 เพื่อศึกษาการใช้งาน SIMATIC HMI Basic/Comfort Panel ของบริษัท ซีเมนส์ จำกัด

1.2.2 เพื่อศึกษาการใช้งาน SIMATIC IOT 2000 ของบริษัท ซีเมนส์ จำกัด

1.2.3 พัฒนาโปรแกรมตัวอย่างสำหรับการใช้งานฟังกชันต่าง ๆบน SIMATIC HMI Comfort Panel ให้มีความเข้าใจลักษณะการใช้งาน เพื่อสื่อสารไปยังลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย

1.2.4 จัดทำเอกสารคู่มือในการใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆบน SIMATIC HMI Comfort Panel ให้กับผู้ใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกและช่วยให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.3.1 ศึกษาการใช้งาน SIMATIC HMI Comfort Panel ในส่วนของการใช้งานด้านโปรแกรม ด้านการใช้งานฟังก์ชัน และในด้านการตั้งค่าต่าง ๆ

1.3.2 ศึกษาการใช้งาน SIMATIC S7-1200 ในส่วนของการเขียนโปรแกรมจำลองสถานการณ์ในระบบและการตั้งค่าเพื่อให้แลกเปลี่ยนข้อมูลผ่าน SIMATIC IOT 2000 ได้

1.3.3 ศึกษาการใช้งาน SIMATIC IOT 2000 ในส่วนของการใช้งานตั้งแต่เริ่มต้น จนถึงการส่งผ่านข้อมูลที่ได้รับมาไปยังระบบเน็ตเวิร์คภายนอก

1.3.4 ศึกษาการประยุกต์ใช้งาน SIMATIC HMI และ SIMATIC IOT ในยุค Industries 4.0

1.3.5 ศึกษาการประยุกต์ใช้งาน HMI ที่สอดคล้องกับมาตรฐานกลาง หรือ มาตรฐานสากล เช่น ในอุตสาหกรรมอาหาร OMAC, ในอุตสาหกรรมยา GMP/ FDA 21 CFR 11

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 กำหนดหัวข้อการทำงาน และวางแผนการทำงานในแต่ละวัน

1.4.2 ศึกษาข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานฟังก์ชันต่างๆ SIMATIC HMI Comfort Panel และการใช้งาน SIMATIC IOT 2000

1.4.3 พัฒนาโปรแกรมเพื่อจำลองการใช้งานฟังก์ชันที่กำหนดไว้บน SIMATIC HMI Comfort Panel และ SIMATIC IOT 2000

1.4.4 ดำเนินการทดลองและแสดงบันทึกผลการทดลอง

1.4.5 จัดทำเอกสารการใช้งานฟังก์ชัน SIMATIC HMI Comfort Panel และจัดทำหน้าจอแสดงการใช้งานบน SIMATIC HMI Comfort Panel

1.4.6 ตรวจสอบข้อมูลความถูกต้องและดำเนินการแก้ไข

1.4.7 จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆ ของ SIMATIC HMI Comfort Panel และ SIMATIC IOT 2000

1.5.2 ได้ลงมือศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

1.5.3 เรียนรู้งานทางด้าน Marketing Engineer ทั้งในส่วนของการเตรียมชุดสาธิตการทดลอง, การจัดทำโปรแกรมตัวอย่าง, จัดทำเอกสารที่เกี่ยวข้อง, การอธิบายการใช้งานฟังก์ชันของ HMI, การสำรวจและรับฟังความเห็นลูกค้าโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อนำเสนอฟังก์ชันที่น่าสนใจของออกสู่ตลาด

1.5.4 มีความรู้และทราบแนวคิดของระบบอุตสาหกรรม 4.0

1.5.5 มีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมาตรฐานต่าง ๆที่ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น OMAC, GMP, OPC UA

1.5.6 มีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการสื่อสารในอุตสาหกรรม เช่นโปรโตคอล

1.5.7 เรียนรู้การวิเคราะปัญหาและการแก้ไขปัญหา

1.5.8 ได้ประสบการณ์ในการทำงานภายในองค์กร

บทที่ 2
โครงสร้างโปรแกรมและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวทางการเขียนโปรแกรม SIMATIC HMI (SIMATIC HMI Programming concept)

2.1.1 แนวคิดของ HMI (HMI Concept)

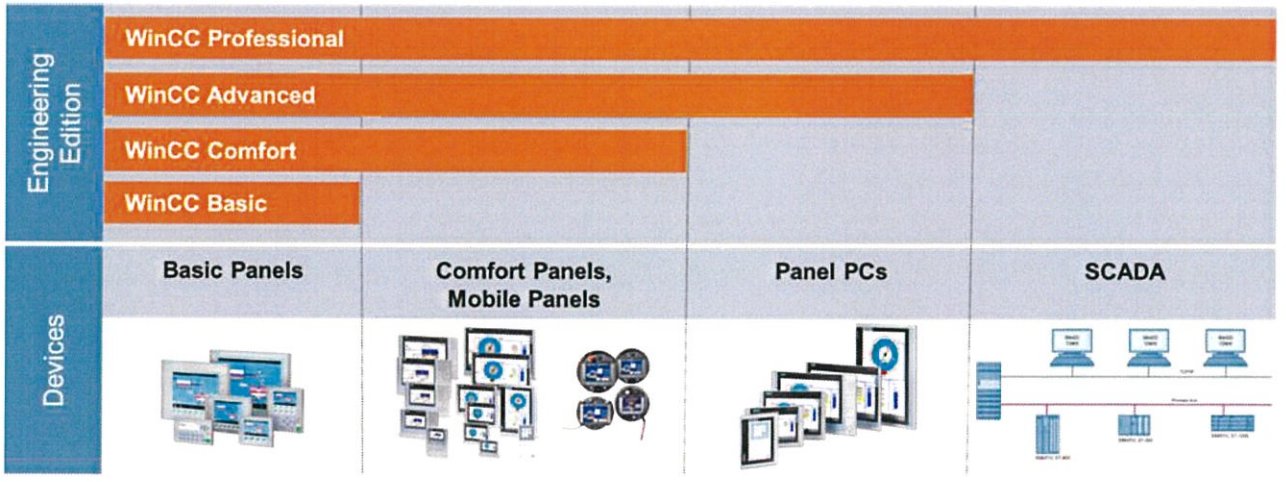
HMI (Human Machine Interface) เป็นหน่วยแสดงผล และเป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกับมนุษย์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในทุกๆ อุตสาหกรรม HMI มีหลายรุ่นตามลักษณะการใช้งาน ตั้งแต่การใช้งานขั้นพื้นฐานที่นิยมเรียกกันว่า หน้าจอ HMI (HMI Panel) ไปจนถึงการใช้งานขั้นสูงที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ หรือที่นิยมเรียกกันว่า SCADA ในการเขียนโปรแกรมหน้าจอจะใช้ซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า WinCC ซึ่งรวมอยู่ใน TIA Portal ใน WinCC ก็แบ่งตามระดับการใช้งานตั้งแต่หน้าจอ Basic Panel จนไปถึงระบบ SCADA

2.1.2 โครงสร้างโปรแกรม (Program Structure)

2.1.2.1 WinCC

WinCC (TIA Portal) เป็นซอฟต์แวร์ทางวิศวกรรมสำหรับ SIMATIC Panels, SIMATIC Industrial PCs และ Standard PCs โดยใช้ซอฟต์แวร์ WinCC Runtime Advanced หรือระบบภาพ SCADA System โดยใช้ซอฟต์แวร์ WinCC Runtime Professional

ขอบเขตของผลิตภัณฑ์



รูปที่ 2.1 ขอบเขตของผลิตภัณฑ์

WinCC (TIA Portal) มีให้เลือก 4 ซอฟต์แวร์ ขึ้นอยู่กับการใช้งาน

- **WinCC Basic** สำหรับการใช้งาน Basic Panels
  WinCC Basic มาพร้อมกับ STEP 7 Basic และมีอยู่ใน STEP 7 Professional ทุกเครื่อง
- **WinCC Comfort** สำหรับการใช้งานทุกอุปกรณ์ที่เป็น Panels (Comfort Panels, Mobile Panels)
- **WinCC Advanced** สำหรับการใช้งาน Panels และ PCs ด้วยซอฟต์แวร์ WinCC Runtime Advanced
  WinCC Runtime Advanced เป็นซอฟต์แวร์สำหรับระบบ PC-based Single Station
  สามารถซื้อ WinCC Runtime Advanced พร้อมใบอนุญาตสำหรับ Power Tag 128, 512, 2k, 4k, 8k และ 16k (แท็กที่มีส่วนติดต่อกับกระบวนการ)
- **WinCC Professional** สำหรับการใช้งาน Panels และ PCs ด้วย WinCC Runtime Advanced หรือ SCADA System ด้วยซอฟต์แวร์ WinCC Runtime Professional WinCC Runtime Professional เป็นระบบ SCADA สำหรับโครงสร้างตั้งแต่ระบบ Single Station ไปจนถึงระบบ Multistation รวมทั้ง Standard Clients หรือ Web Clients
  สามารถซื้อ WinCC Runtime พร้อมใบอนุญาตสำหรับ 128, 512, 2k, 4k, 8k, 64k, 100k, 150k 256k และ Power Tags (แท็กที่มีส่วนติดต่อกับกระบวนการ)

2.1.2.2 Options สำหรับ WinCC Engineering และ Runtime Systems

SIMATIC Panels ทั้ง WinCC Runtime Advanced และ WinCC Runtime Professional มีฟังก์ชันที่จำเป็นสำหรับการควบคุมและตรวจสอบเครื่องจักรหรือโรงงาน ตัวเลือกเพิ่มเติมจะช่วยให้สามารถใช้งานฟังก์ชันในบางกรณีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของงานที่มีอยู่

1. Option สำหรับ Basic Panel

- WinCC Smart Server (Remote Operation)

2. Options สำหรับ Comfort Panels และ Mobile Panels

- WinCC Audit (Audit Trail และ Electronic Signature สำหรับการใช้งานที่มีข้อบังคับ)
- SIMATIC ProDiag (ระบบเครื่องและ Plant Diagnostics สำหรับ S7-1500 และ SIMATIC HMI)

3. Option สำหรับ Multi Panels

- WinCC Audit (Audit Trail และ Electronic Signature สำหรับการใช้งานที่มีข้อบังคับ)

4. Options สำหรับ WinCC Runtime Advanced

- WinCC SmartServer (Remote Operation)
- WinCC Recipes (Recipe System)
- WinCC Logging (Logging สำหรับ Process Values และ Alarms)
- WinCC Audit (Audit Trail สำหรับการใช้งานที่มีข้อบังคับ)

- SIMATIC ProDiag (ระบบเครื่องและ Plant Diagnostics สำหรับ S7-1500 และ HMI)

5. Options สำหรับ WinCC Runtime Professional

- WinCC Client (Standard Client สำหรับระบบ Multi Station)
- WinCC Server (WinCC Runtime ได้เพิ่มฟังก์ชัน Server)
- WinCC Recipes (Recipe System, Formerly WinCC/UserArchives)
- WinCC WebNavigator (Web-based Operator Control และ Monitoring)
- WinCC DataMonitor (การแสดงผล และการประเมิน Process States และ Historical Data)
- WinCC ControlDevelopment (Extension by Means of Customer-specific Controls)
- WebUX (รูปแบบการทำงานเบราว์เซอร์ที่เป็นอิสระ และการแสดงผลผ่านทางเว็บ)
- SIMATIC Information Server 2014 (การวิเคราะห์ และรายงานข้อมูล Historic Process ที่ใช้เว็บและเบราเซอร์)
- SIMATIC Process Historian 2014 (เซิร์ฟเวอร์เก็บถาวรสำหรับข้อความและข้อมูล)
- Industrial Data Bridge (การกำหนดการเชื่อมต่อกับ Database และระบบไอที)
- Redundancy (เพิ่มความพร้อมใช้งานด้วย Redundant Server)
- SIMATIC ProDiag (ระบบเครื่องและ Plant Diagnostics สำหรับ S7-1500 และ HMI)

Specification: Basic Panel 2nd Generation

	KTP1200 Basic DP	KTP1200 Basic	KTP900 Basic	KTP700 Basic DP	KTP700 Basic	KTP400 Basic
Size	12"	12"	9"	7"	7"	4.3"
Color	65,536	65,536	65,536	65,536	65,536	65,536
Resolution	1280x800 pixel	1280x800 pixel	800x480 pixel	800x480 pixel	800x480 pixel	480x272 pixel
Backlight	20,000h (dimmable)	20,000h (dimmable)	20,000h (dimmable)	20,000h (dimmable)	20,000h (dimmable)	20,000h (dimmable)
Function keys	10	10	8	8	8	4
Memory	10MB	10MB	10MB	10MB	10MB	10MB
Clock	Yes (6 weeks backup)	Yes (6 weeks backup)	Yes (6 weeks backup)	Yes (6 weeks backup)	Yes (6 weeks backup)	Yes (6 weeks backup)
Ethernet	-	1	1	-	1	1
RS485	1	-	-	1	-	-
USB	1 (up to 16GB)	1 (up to 16GB)	1 (up to 16GB)	1 (up to 16GB)	1 (up to 16GB)	1 (up to 16GB)
SD Card	-	-	-	-	-	-
Printer	No	No	No	No	No	No
Maximum PLC connection	1 protocol (4 PLCs)	1 protocol (4 PLCs)	1 protocol (4 PLCs)	1 protocol (4 PLCs)	1 protocol (4 PLCs)	1 protocol (4 PLCs)
Marine Approval	OK					
Hazardous area	NO					
Ambient condition / %RH	0-50 °C / 90%, no condensation					
IP (front/rear)	IP65 / IP20					
Multilingual	10 languages					
Web-browser	Yes					
No.of recipe	50					
No. of user group/user	50/50					
Alarm	Yes (Bit message =1,000 / Analog message = 25 / Message buffer = 256)					
VB Script	No					

รูปที่ 2.2 Specification: Basic Panel 2nd Generation

Specification: Comfort Panel – Standard

	TP2200 Comfort	TP1900 Comfort	TP1500 Comfort KP1500 Comfort	TP1200 Comfort KP1200 Comfort	TP900 Comfort KP900 Comfort	TP700 Comfort KP700 Comfort	KTP400 Comfort KP400 Comfort
Size	21.5"	18.5"	15.4"	12.1"	9"	7"	4.3"
Color	16M	16M	16M	16M	16M	16M	16M
Resolution	1920x1080 pixel	1366x768 pixel	1280x800 pixel	1280x800 pixel	800x480 pixel	800x480 pixel	480x272 pixel
Backlight	30,000h (dimmable)	50,000h (dimmable)	80,000h (dimmable)	80,000h (dimmable)	80,000h (dimmable)	80,000h (dimmable)	80,000h (dimmable)
Function keys	0	0	0 / 36	0 / 34	0 / 26	0 / 24	4 / 8
Memory	24MB	24MB	24MB	12MB	12MB	12MB	4MB
Clock	Yes (6weeks backup)	Yes (6weeks backup)	Yes (6weeks backup)	Yes (6weeks backup)	Yes (6weeks backup)	Yes (6weeks backup)	Yes (6weeks backup)
Ethernet	2 (2 switch + 1 free)	2 (2 switch + 1 free)	2 (2 switch + 1 free)	1 (2 switch)	1 (2 switch)	1 (2 switch)	1
RS485	1	1	1	1	1	1	1
USB / USB mini B	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	1 / 1
SD Card	2	2	2	2	2	2	2
Speaker	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Max. PLC connection	>=8 PLCs (No. of devices of each protocol varies per protocol, please use TIA to configure & check)						4 PLCs
PROFINET	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
IRT	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
MRP	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
PROFIBUS	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
MPI	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
OPC Server / Client	Yes / Yes (can be used in parallel with the process links to SIMATIC S7 or non-Siemens PLCs.)						
HTTP Server / Client	Yes / Yes (can be used in parallel with the process links to SIMATIC S7 or non-Siemens PLCs.)						

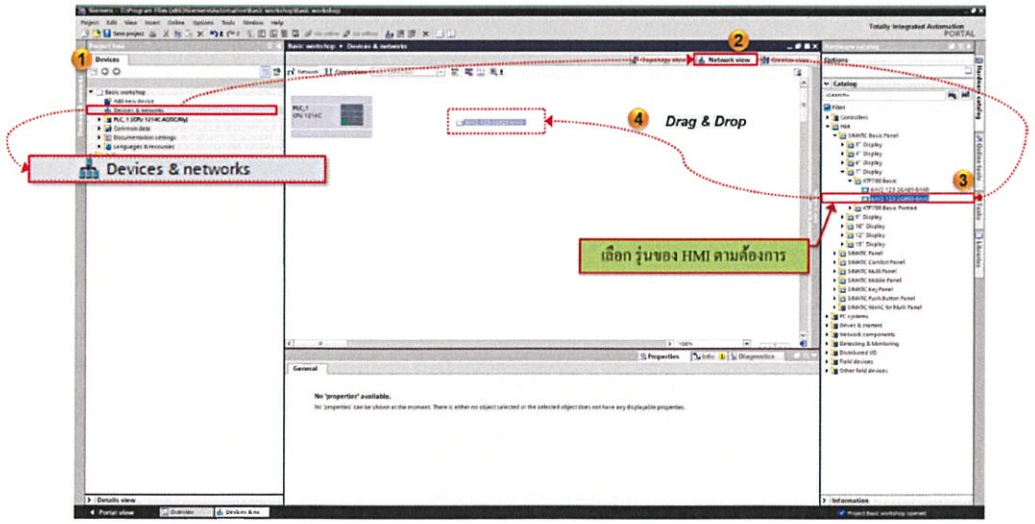
รูปที่ 2.3 Specification: Comfort Panel – Standard

2.1.3 การใช้โปรแกรมพื้นฐาน (Basic programming)

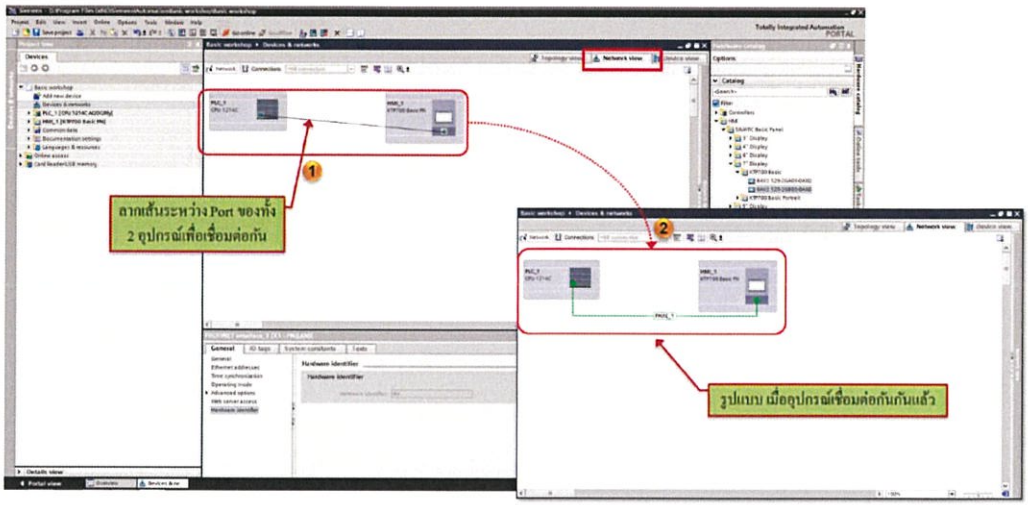
ในการเพิ่มหน้าจอเข้ามาในโปรแกรมสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

2.1.3.1 การเพิ่ม HMI ด้วยวิธีแบบ Drag&Drop

1. ไปที่ Devices & Networks
2. เลือก Network View
3. เลือกรุ่นของ HMI ตามที่ต้องการ (ในที่นี้เลือกเป็น HMI ขนาด 7 นิ้ว)
4. จากนั้นลากลงมาในพื้นที่สีขาว ดังรูปที่ 2.4
5. กดที่ตรงช่องเล็กแล้วลากหากัน ถ้าลากเสร็จจะเป็นเส้นสีเขียว ดังรูปที่ 2.5



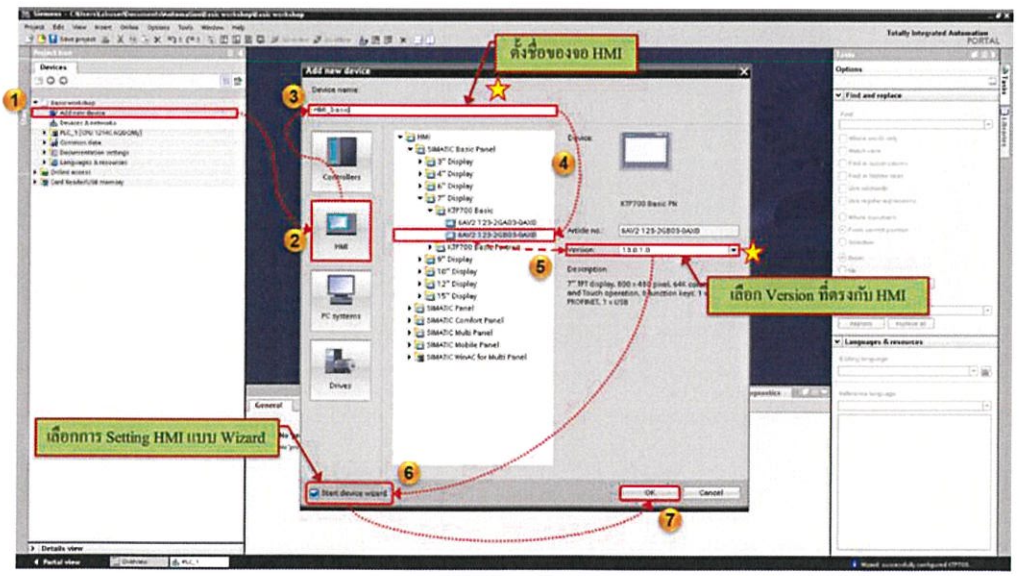
รูปที่ 2.4 เพิ่ม HMI ด้วยวิธีแบบ Drag&Drop



รูปที่ 2.5 การสร้าง Connection ให้ HMI

2.1.3.2 เพิ่ม HMI ด้วยวิธีแบบ Wizard

1. ดับเบิ้ลคลิกที่ Add new device
2. คลิกเลือกที่ HMI
3. ตั้งชื่อให้กับอุปกรณ์
4. เลือกรุ่นของ HMI ตามที่ต้องการ (ในที่นี้เลือกเป็น HMI ขนาด 7 นิ้ว)
5. เลือก versions ให้กับอุปกรณ์
6. ทำเครื่องหมายถูกที่ Start device wizard
7. คลิก OK



รูปที่ 2.6 การเพิ่ม HMI ด้วยวิธีแบบ Wizard

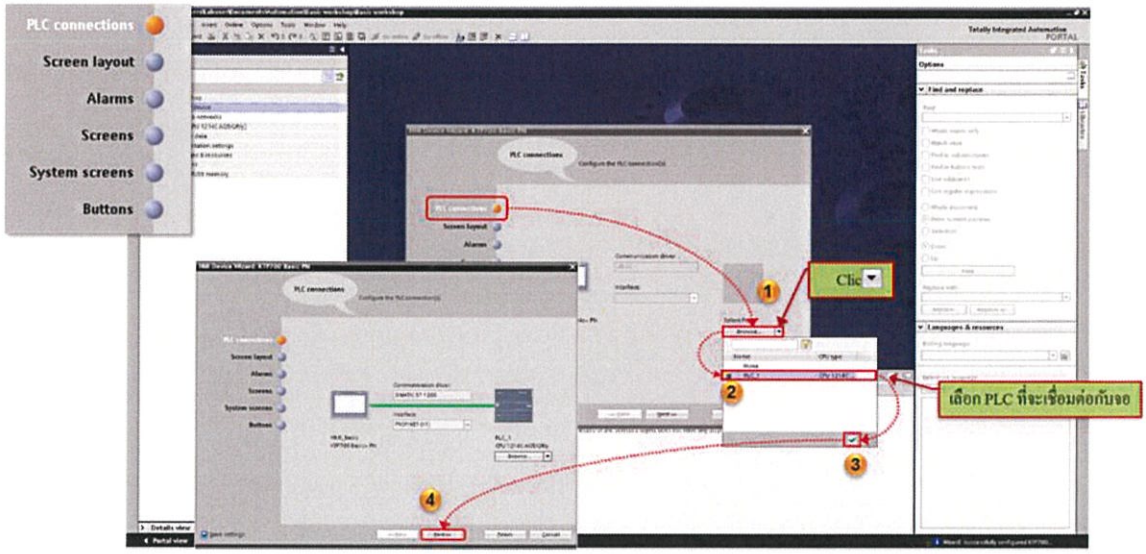
8. รูปที่ 2.7 การสร้าง PLC Connection

   8.1 คลิกที่ Browse

   8.2 เลือก PLC ที่ต้องการให้เชื่อมต่อกับหน้าจอ HMI

   8.3 เลือกเครื่องหมายถูก

   8.4 คลิก Next

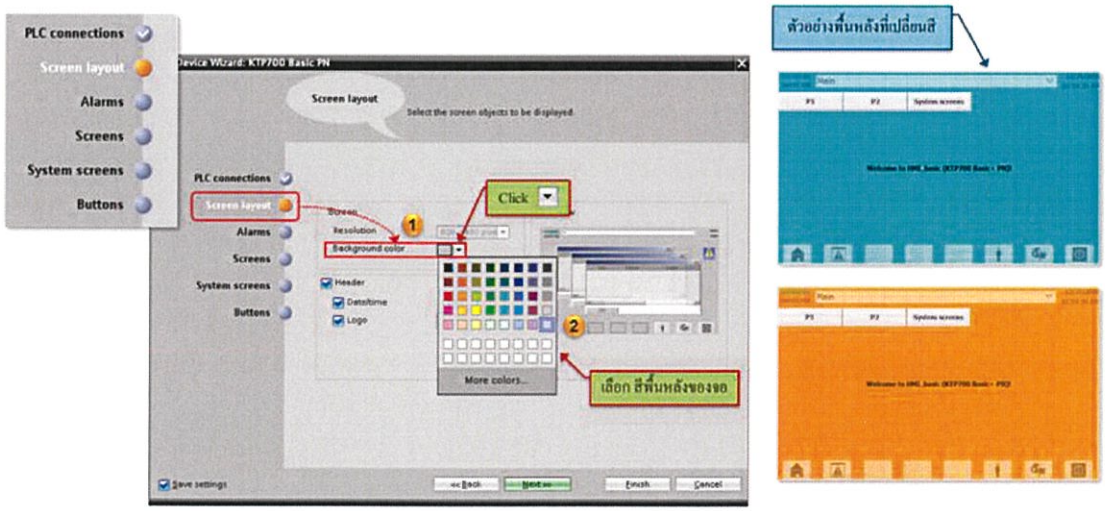


รูปที่ 2.7 การสร้าง Connection ด้วยวิธีแบบ Wizard

9. รูปที่ 2.8 และ 2.9 การสร้าง Screen Layout

   9.1 เลือก Background color

   9.2 เลือกสีพื้นหลังที่ต้องการ



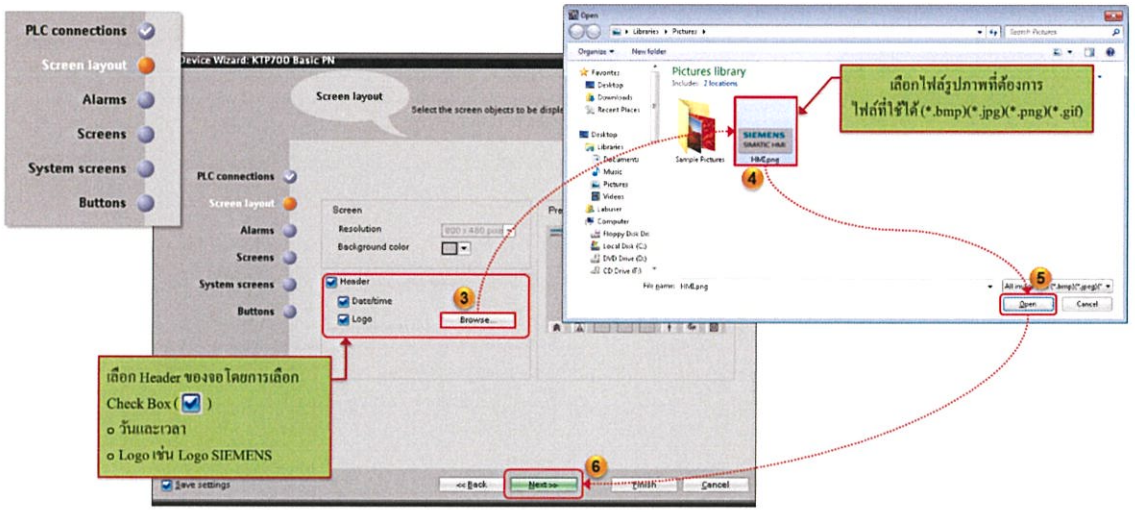
รูปที่ 2.8 การสร้าง Screen Layout ด้วยวิธีแบบ Wizard

9.3 ส่วนของ Header เลือก Browse

9.4 เลือกรูปไอคอนที่ต้องการ

9.5 คลิก Open

9.6 คลิก Next

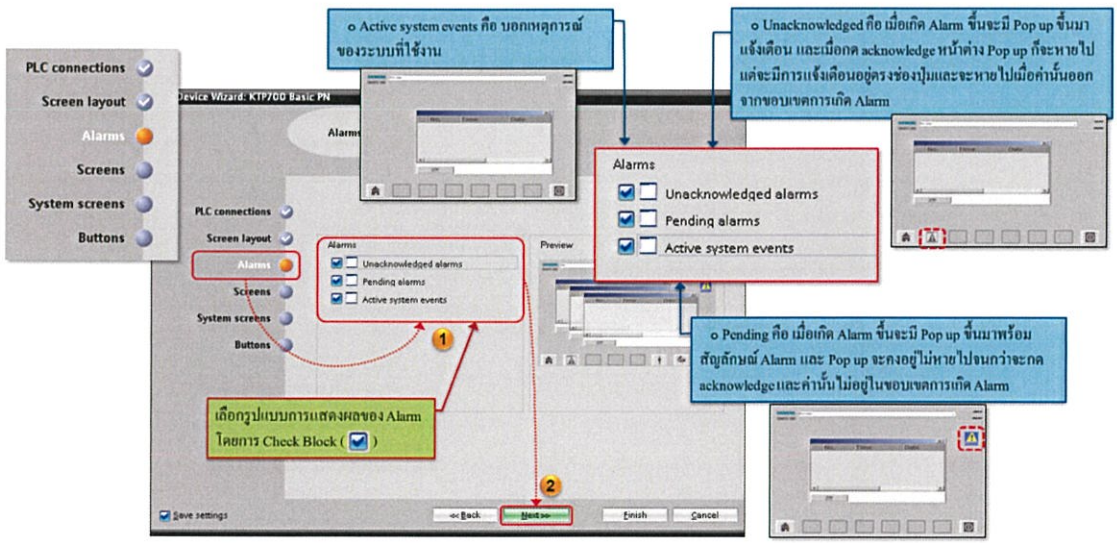


รูปที่ 2.9 การสร้าง Screen Layout ด้วยวิธีแบบ Wizard

10. รูปที่ 2.10 การสร้าง Alarm

10.1 เลือกรูปแบบการแสดงผลของ Alarm

10.2 คลิก Next

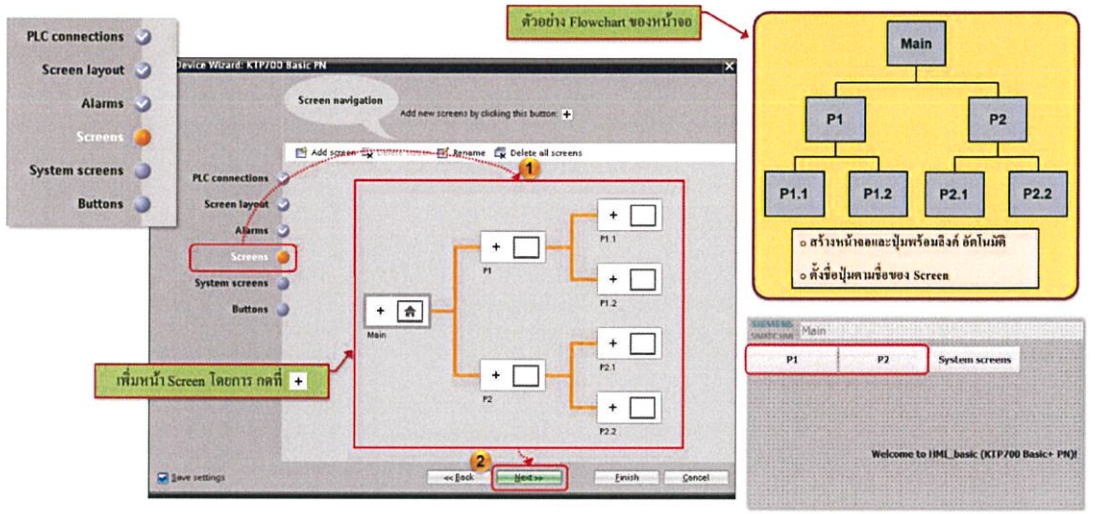


รูปที่ 2.10 การสร้าง Alarm ด้วยวิธีแบบ Wizard

11. รูปที่ 2.11 การสร้าง Screen

11.1 ทำการสร้างหน้า Screen ตามที่ต้องการ

11.2 คลิก Next

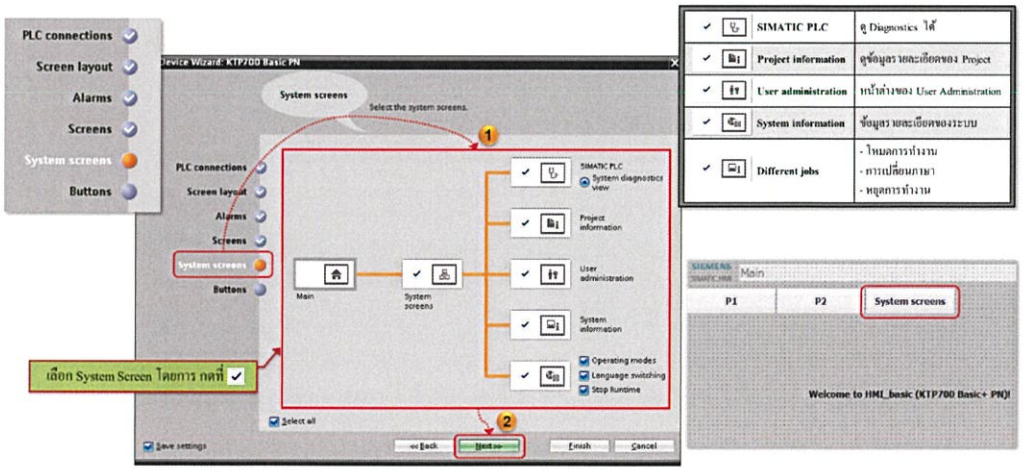


รูปที่ 2.11 การสร้าง Screen ด้วยวิธีแบบ Wizard

12. รูปที่ 2.12 การสร้าง System Screen

12.1 เลือก System Screen โดยการเลือกเป็นเครื่องหมายถูก

12.2 คลิก Next

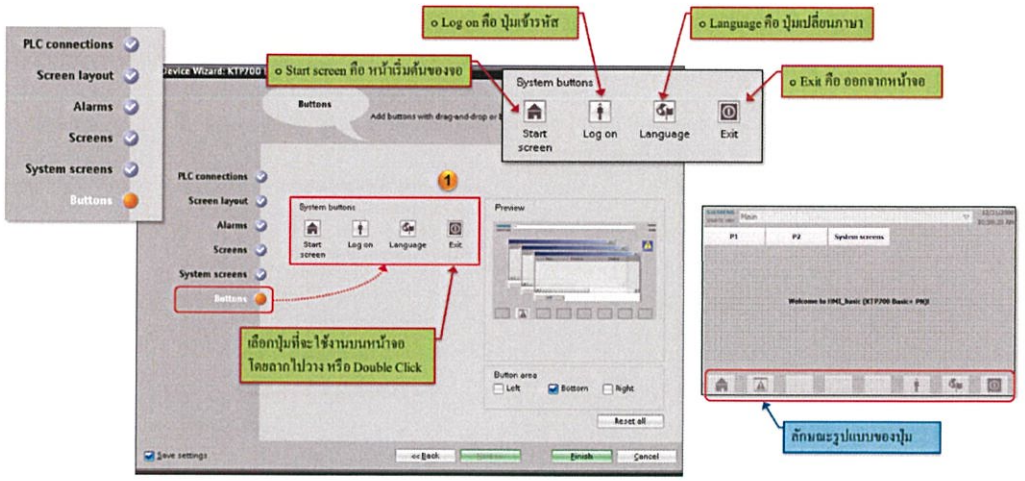


รูปที่ 2.12 การสร้าง System Screen ด้วยวิธีแบบ Wizard

13. รูปที่ 2.13 การสร้าง Buttons

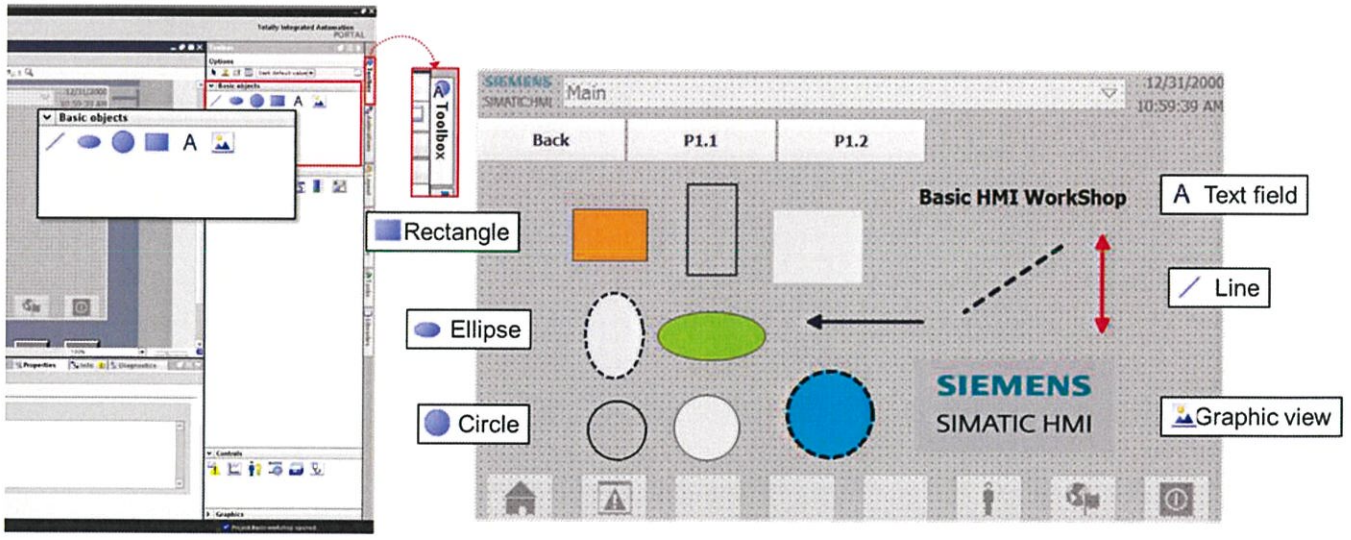
13.1 เลือกปุ่มที่จะใช้งานบนหน้าจอ โดยลากไปวางหรือดับเบิ้ลคลิก

13.2 คลิก Finish



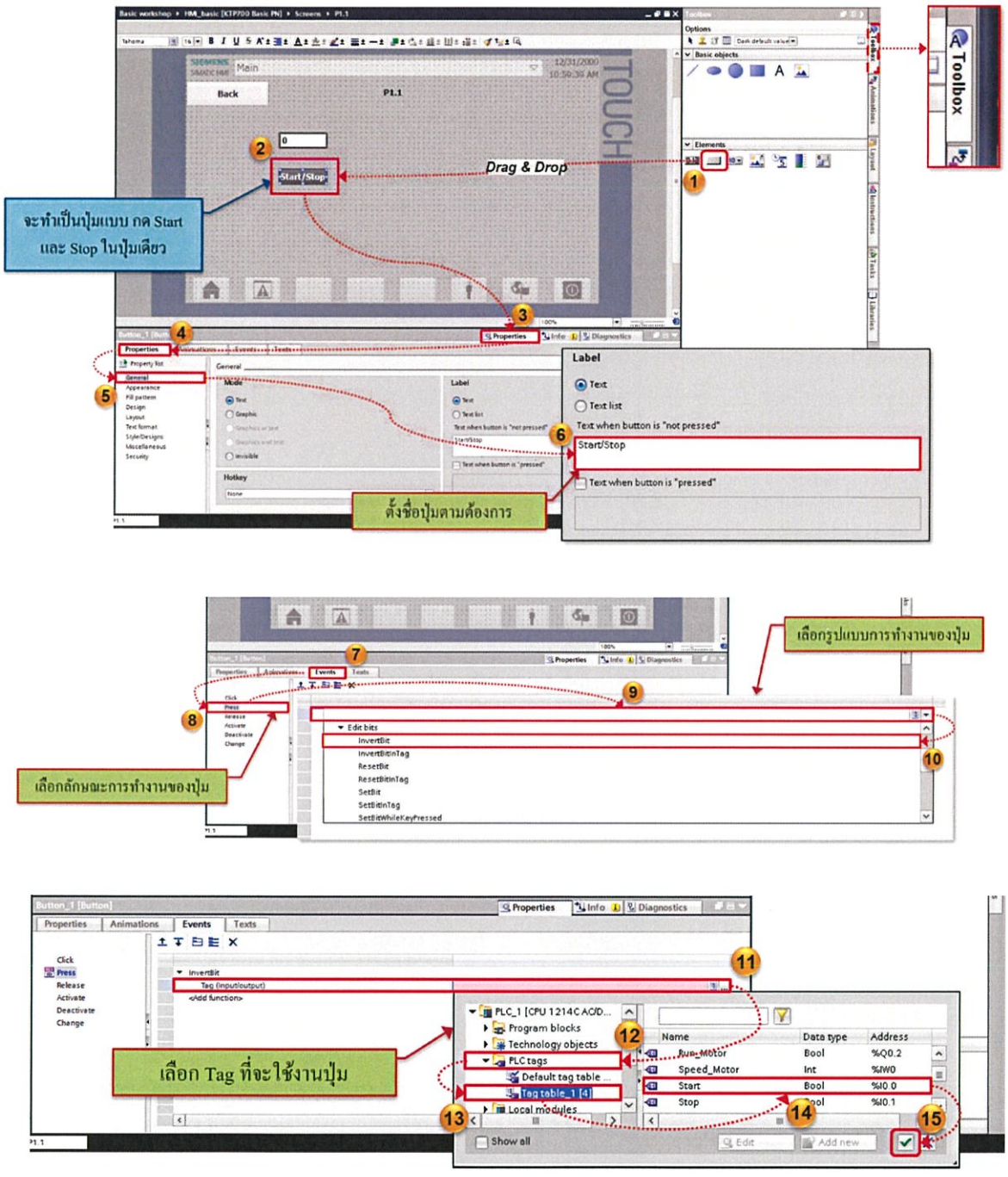
รูปที่ 2.13 การสร้าง Buttons ด้วยวิธีแบบ Wizard

2.1.3.3 HMI Basic Object



รูปที่ 2.14 การใช้ Basic Object

2.1.3.4 Create Button



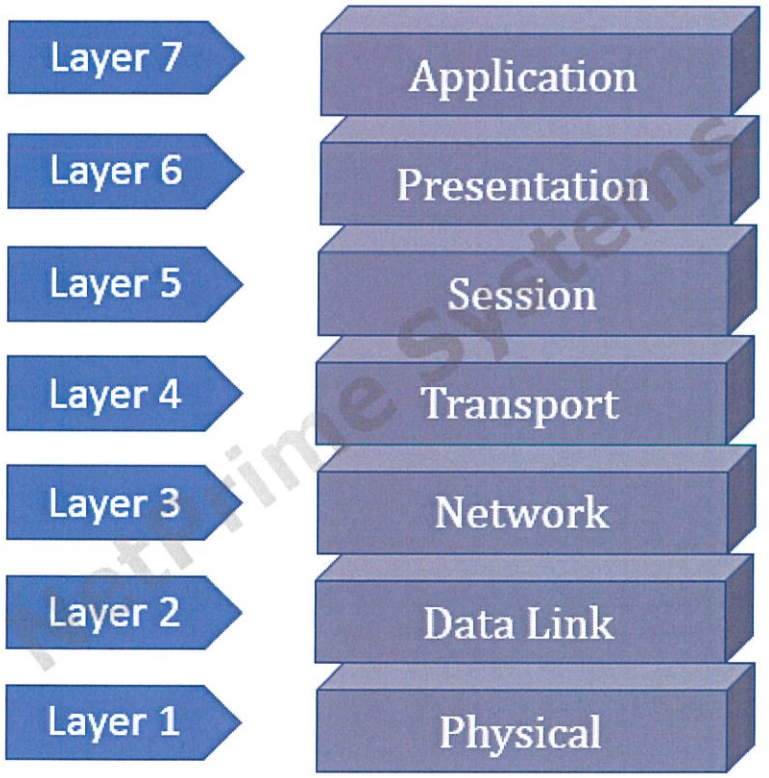
รูปที่ 2.15 การ Create Button

2.2 เครือข่ายและการสื่อสาร (Network & Communication)

2.2.1 Ethernet Protocol : OSI/ISO

องค์กรมาตรฐานระหว่างประเทศ (The International Organization for Standardiza-tion) หรือที่เรียกย่อๆว่า ISO ได้พัฒนา Model ของการทำงานบนระบบเครือข่ายขึ้นมาเป็นมาตร ฐานกลาง ในปัจจุบันใช้เพื่ออ้างอิงการสื่อสารและเปรียบเทียบการทำงานบนเครือข่าย ผู้ผลิตหลายๆ บริษัทที่ผลิตอุปกรณ์หรือ Software ต่าง ๆ ขึ้นมาก็จะต้องผลิตตามมาตรฐานที่กำหนดขององค์ที่ดูแลในแต่ละส่วนซึ่ง Model นี้ก็ถูกนำมาใช้มาเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจและอธิบายการทำงานของแต่ละส่วนได้ง่ายขึ้น และ Model ที่กำลังกล่าวถึงนี้เรียกว่า Open System Interconnection (OSI) OSI Model เป็นเพียง Model ที่ใช้อ้างอิงในการสื่อสารเท่านั้น ปัจจุบันโลกเครือข่ายได้ใช้งานบน TCP/IP เป็นหลัก แต่ที่ยังพูดถึง OSI Model เพราะการแบ่งเป็น Layer นั้นสามารถมองเป็นภาพกว้างๆของการทำงานบนเครือข่ายนั่นเอง

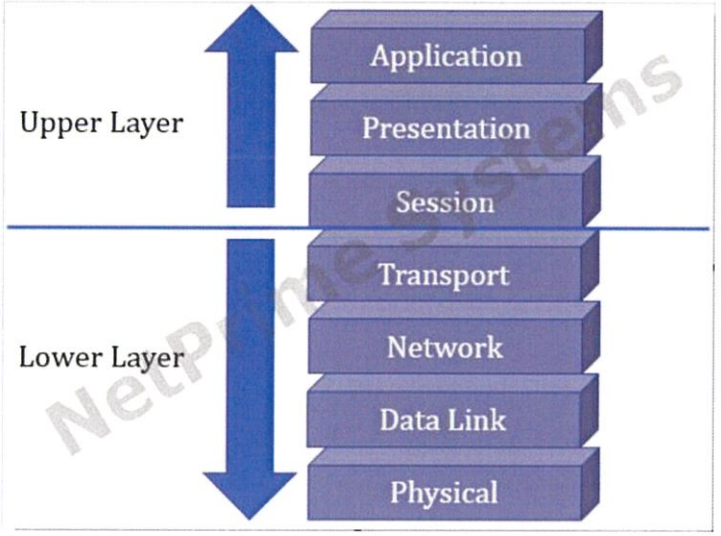
OSI Model ใช้อ้างอิงการสื่อสาร (Reference Model) แบ่งออกเป็นชั้น (Layer) โดยมีตั้ง แต่ชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 7 (Layer 1 – 7) โดย Layer 1 จะอยู่ด้านล่างสุด และเรียงขึ้นไปจนถึง Layer 7 แต่ละ Layer ก็มีชื่อเรียกตามรูปแบบการสื่อสารและการทำงาน ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 OSI Model 7 Layer

บน OSI Model ก็จะแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

- ตั้งแต่ Layer 1 – 4 เรียกว่า Lower Layer
- ตั้งแต่ Layer 5 – 7 เรียกว่า Upper Layer

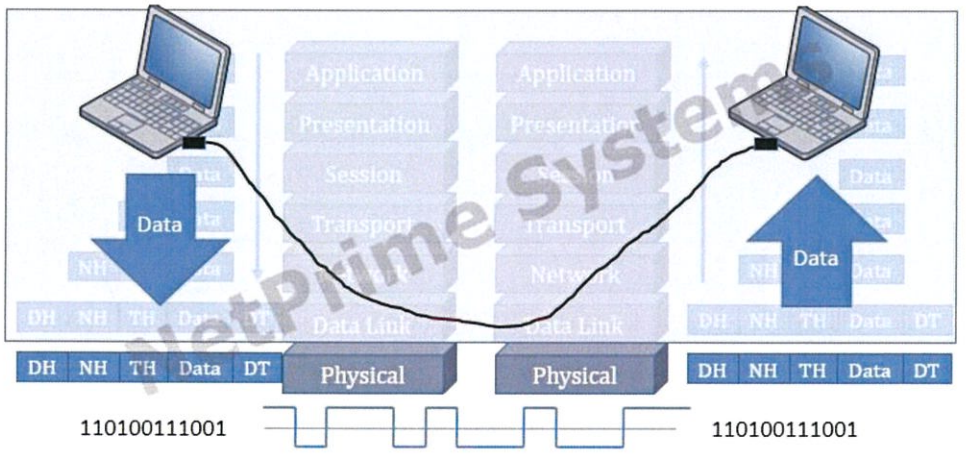


รูปที่ 2.17 OSI Model Upper/Lower Layer

2.2.1.1 Layer 1 (Physical Layer)

เป็นชั้นล่างสุดจะมีการกำหนดคุณสมบัติทางกายภาพของฮาร์ดแวร์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างคอม พิวเตอร์ทั้งสองระบบ เช่น สายที่ใช้รับส่งข้อมูลจะเป็นแบบไหน ข้อต่อที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลมีมาตร ฐานอย่างไร ความเร็วในการรับส่งข้อมูลเป็นเท่าใด สัญญาณที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลมีรูปร่างอย่างไร ใช้แรงดันไฟฟ้าเท่าไหร่

ข้อมูลใน Layer ที่ 1 นี้จะมองเห็นเป็นการรับส่งข้อมูลทีละบิตเรียงต่อกันไป



รูปที่ 2.18 การส่งข้อมูลบน Physical Layer

จากรูปแสดงถึงการส่งข้อมูลบน Physical Layer แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลจะมาเป็นอย่างไรก็ตาม ก็จะถูกแปลงเป็นสัญญาณเพื่อส่งไปยังปลายทาง แล้วฝั่งปลายทางก็จะนำสัญญาณที่รับมาแปลงกลับเป็นข้อมูลเพื่อส่งให้เครื่อง Client ต่อไป อุปกรณ์ต่าง ๆที่มีความสามารถในการนำพาสัญญาณไป เช่น Card LAN (NIC) สาย UTP สาย Fiber หรือเต้าเสียบ หัวต่อต่าง ๆ RJ45, RJ11, RS323 ก็จัดอยู่ใน Physical Layer

2.2.1.2 Layer 2 (Data-Link Layer)

เป็นชั้นที่ทำหน้าที่กำหนดรูปแบบของการส่งข้อมูลข้าม Physical Network โดยใช้ Physical Address อ้างอิงที่อยู่ต้นทางและปลายทาง ซึ่งก็คือ MAC Address รวมถึงทำการตรวจสอบและจัดการกับ Error ในการรับส่งข้อมูล ข้อมูลที่ถูกส่งบน Layer 2 เราจะเรียกว่า Frame ซึ่งบน Layer 2 ก็จะแบ่งเป็น LAN และ WAN

ปัจจุบันบน Layer 2 LAN เรานิยมใช้เทคโนโลยีแบบ Ethernet มากที่สุด ส่วน WAN ก็จะมีหลายแบบแตกต่างกันไป เช่น Lease Line (HDLC , PPP) , MPLS , 3G และอื่น ๆ

8 Bytes	6 Bytes	6 Bytes	2 Bytes	46-1500 Bytes	4 Bytes
Preamble	Destination Address	Source Address	Type	Data	FCS

รูปที่ 2.19 Frame การส่งข้อมูล

LAN ยังมีการแบ่งย่อยออกเป็น 2 Sublayers คือ

- Logical Link Control (LLC)

IEEE 802.2 ซึ่งจะให้บริการกับ Layer ด้านบนในการเข้าใช้สัญญาณใน การรับ-ส่งข้อมูล ตามมาตรฐาน IEEE802 แล้วจะอนุญาตให้สถาปัตยกรรมของ LAN ที่ต่างกันสามารถทำงานร่วมกันได้ หมายความว่า Layer ด้านบนไม่จำเป็นต้องทราบว่า Physical Layer ใช้สายสัญญาณประเภทใดในการรับ-ส่งข้อมูล เพราะ LLC จะรับผิดชอบในการปรับ Frame ข้อมูลให้สามารถส่งไปได้ในสาย สัญญาณประเภทนั้นได้ และไม่จำเป็นต้องสนใจว่าข้อมูลจะส่งผ่านเครือข่ายแบบไหน เช่น Ethernet, Token Ring และไม่จำเป็นต้องรู้ว่าการส่งผ่านข้อมูลใน Physical Layer จะใช้การรับส่งข้อมูลแบบใด LLC จะเป็นผู้จัดการเรื่องเหล่านี้ได้ทั้งหมด

- Media Access Control (MAC)

IEEE 802.3 ใช้ควบคุมการติดต่อสื่อสารกับ Layer 1 และรับผิดชอบในการรับ-ส่งข้อมูลให้สำเร็จและถูกต้อง โดยมีการระบุ MAC Address ของอุปกรณ์เครือข่าย ซึ่งใช้อ้างอิงในการส่งข้อมูลจากต้นทางไป

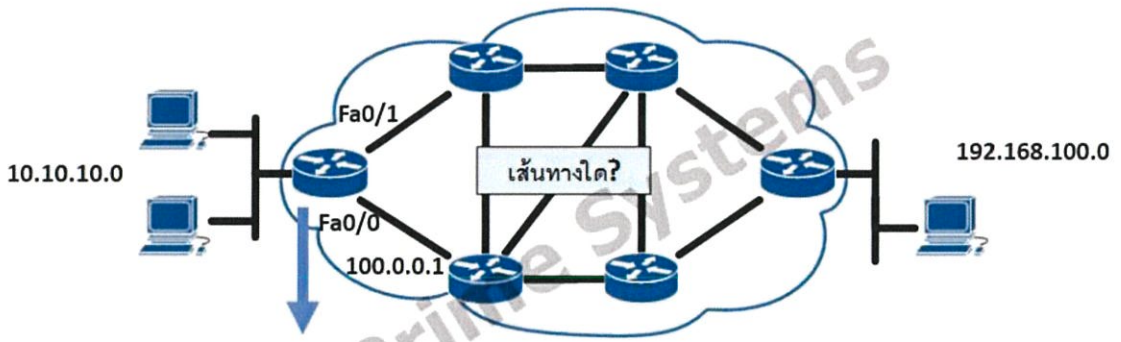
ยังปลายทาง เช่น จากต้นทางส่งมาจาก MAC Address หมายเลข AAAA:AAAA:AAAA ส่งไปหาปลายทาง หมายเลข BBBB:BBBB:BBBB เมื่อปลายทางได้รับข้อมูลก็จะรู้ว่าใครส่งมา เพื่อจะได้ตอบกลับไปถูกต้อง

บน Ethernet (IEEE802.3) เมื่อมีหน้าที่ในการรับผิดชอบการรับ-ส่งข้อมูลให้สำเร็จและถูกต้อง จึงมีการตรวจสอบข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูลด้วย ที่เราเรียกว่า Frame Check Sequence (FCS) และยังตรวจสอบกับ Physical ด้วยว่าช่องสัญญาณพร้อมสำหรับส่งข้อมูลไหม ถ้าว่างก็ส่งได้ ถ้าไม่ว่างก็ต้องรอ กลไกนี่เรารู้จักกันในชื่อ CSMA/CD

CSMA/CD คือ กลไกการตรวจสอบการชนกันของข้อมูล บน Ethernet ถ้าเกิดมีการชนกันเกิดขึ้น มันก็จะส่งสัญญาณ (jam signal) ออกไปเพื่อให้ทุกคนหยุดส่งข้อมูล แล้วสุ่มรอเวลา (back off) เพื่อส่งใหม่อีกครั้ง

2.2.1.3 Layer 3 (Network Layer)

ทำหน้าที่ส่งข้อมูลข้ามเครือข่าย หรือ ข้าม Network โดยส่งข้อมูลผ่าน Internet Protocol (IP) โดยมีการสร้างที่อยู่ขึ้นมา (Logical Address) เพื่อใช้อ้างอิงเวลาส่งข้อมูล เรียกว่า IP Address ข้อมูลที่ถูกส่งมาจากต้นทางเพื่อไปยังปลายทางที่ไม่ได้อยู่บนเครือข่ายเดียวกัน จำเป็นจะต้องพึ่งพาอุปกรณ์ที่ทำงานบน Layer 3 นั่นก็คือ Router หรือ Switch Layer 3 โดยใช้ Routing Protocol (OSPF , EIGRP) เพื่อหาเส้นทางและส่งข้อมูลนั้น (IP) ข้ามเครือข่ายไป



Network Protocol	Destination	Exit Interface	Next Hop
Connected	10.10.10.0	Fa0/1	
Learned	192.168.100.0	Fa0/0	100.0.0.1

NetPrime Systems

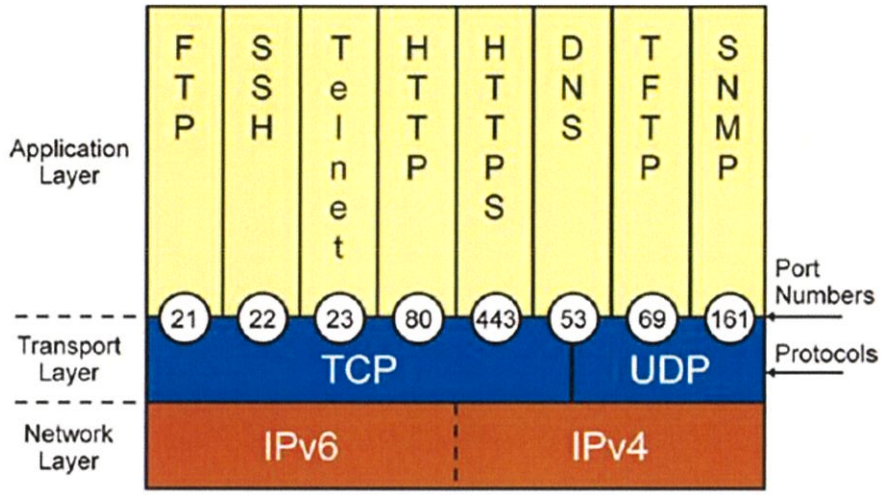
รูปที่ 2.20 การส่งข้อมูลข้ามเครือข่าย

โดยการทำงานของ Internet Protocol (IP) เป็นการทำงานแบบ Connection-less หมายความว่า IP ไม่มีการตรวจสอบข้อมูลว่าส่งไปถึงปลายทางไหม แต่มันจะพยายามส่งข้อมูลออกไปด้วยความพยายามที่ดีที่สุด (Best-Effort) เพราะฉะนั้น ข้อมูลที่ส่งออกไปแล้วไม่ถึงปลายทาง ต้นทางก็จะไม่รู้เลย ถ้า

ส่งไปแล้วข้อมูลไม่ถึงปลายทาง ฝั่งต้นทางจะต้องทำการส่งไปใหม่ บน Layer 3 จึงมี Protocol อีกตัวนึงเพื่อใช้ตรวจสอบว่าปลายทางยังมีชีวิตอยู่ไหมก่อนที่จะส่งข้อมูล นั่นคือ ICMP แต่ผู้ใช้งานจะต้องเป็นคนเรียกใช้ Protocol ตัวนี้เอง

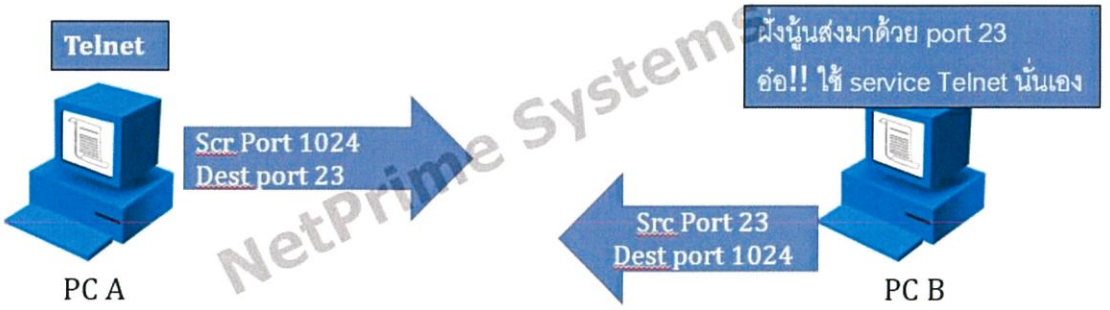
2.2.1.4 Layer 4 (Transport Layer)

ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อกับ Upper Layer ในการใช้งาน Network Services ต่าง ๆ หรือ Application ต่าง ๆ จากต้นทางไปยังปลายทาง (End-to-End Connection) ในแต่ละ Services ได้ โดยใช้ Port Number ในการส่งข้อมูลของ Layer 4 จะใช้งานผ่าน Protocol 2 ตัว คือ TCP และ UDP



รูปที่ 2.21 การเชื่อมต่อกับ Upper Layer

เมื่อข้อมูลถูกส่งมาใช้งานผ่าน Services Telnet ไปยังปลายทางถูกส่งลงมาที่ Layer 4 ก็จะทำการแยกว่า Telnet คือ Port Number 23 เป็น Port Number ที่ใช้ติดต่อไปหาปลายทาง แล้วฝั่งต้นทางก็จะ Random Port Number ขึ้นมา เพื่อให้ปลายทางสามารถตอบกลับมาได้เช่นเดียวกัน

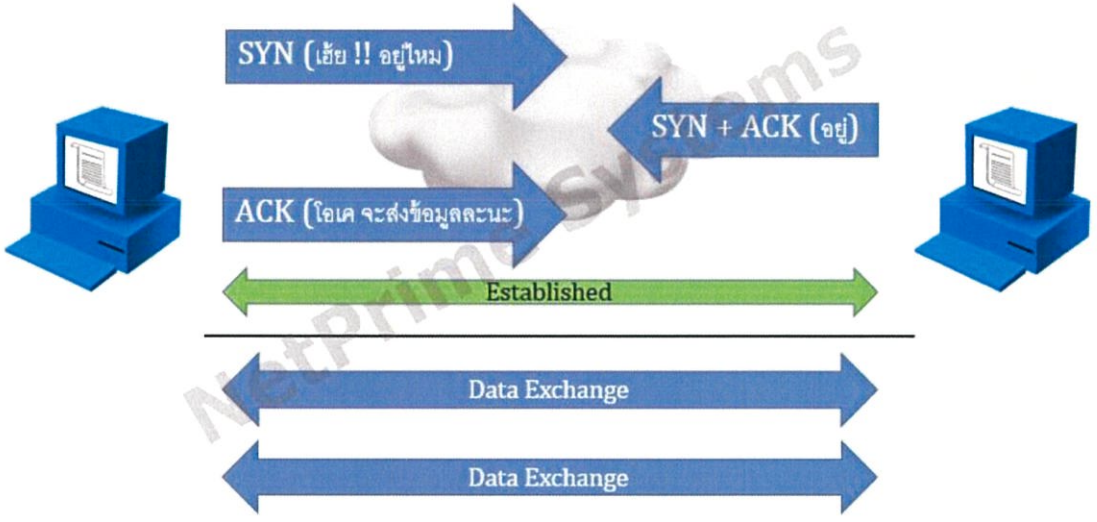


รูปที่ 2.22 การใช้งานผ่าน Services Telnet

Transmission Control Protocol (TCP) มีคุณลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

- จัดแบ่งข้อมูลจากระดับ Application ให้มีขนาดพอเหมาะที่จะส่งไปบนเครือข่าย (Segment)
- มีการสร้าง Connection กันก่อนที่จะมีการรับส่งข้อมูลกัน (Connection-oriented)
- มีการใช้ Sequence Number เพื่อจัดลำดับการส่งข้อมูล
- มีการตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่งไปถึงปลายทางหรือไม่ (Recovery)

บน TCP ก่อนจะส่งข้อมูลนั้นจะต้องทำการตรวจสอบก่อนว่า ปลายทางสามารถติดต่อได้ โดยจะทำการสร้างการเชื่อมต่อระหว่างผู้ส่งและผู้รับก่อน โดยใช้กลไก Three-Way Handshake เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่ส่งจะสามารถส่งถึงผู้รับแน่นอน



รูปที่ 2.23 กลไก Three-Way Handshake

นอกจาก Three-Way Handshake แล้ว TCP ยังมีกลไก Flow Control เพื่อควบคุมการส่งข้อมูลเมื่อเกิดปัญหาบนเครือข่ายระหว่างที่ส่งข้อมูลอยู่ หรือกลไก Error Recovery ในกรณีที่มีข้อมูลบางส่วนหายไปขณะส่ง ก็ให้ทำการส่งมาใหม่ (Retransmission)

ยังสามารถทำการจัดสรรค์หรือแบ่งส่วนของข้อมูลออกเป็นส่วนๆ (Segmentation) ก่อนที่จะส่งลงไปที่ Layer 3 และข้อมูลที่ถูกแบ่งออกจะใส่ลำดับหมายเลขเข้าไป (Sequence Number) เพื่อให้ปลายทางนำข้อมูลไปประกอบกันได้อย่างถูกต้อง

User Datagram Protocol (UDP) มีคุณลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

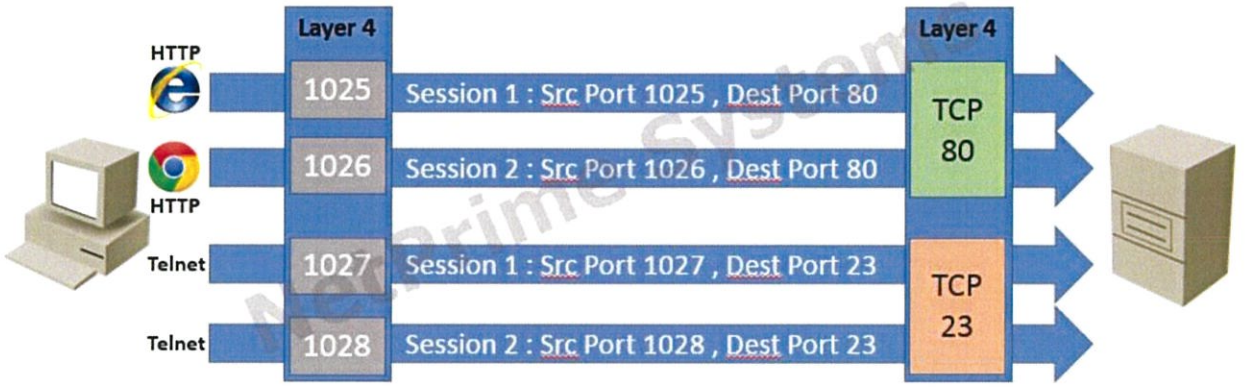
- ไม่มีการสร้าง Connection กันก่อนที่จะมีการรับส่งข้อมูลกัน (Connectionless)
- ส่งข้อมูลด้วยความพยายามที่ดีที่สุด (Best-Effort)
- ไม่มีการตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่งไปถึงปลายทางหรือไม่ (No Recovery)

บน UDP จะตรงข้ามกับ TCP เพราะไม่มีการสร้างการเชื่อมต่อกันก่อน หมายความว่าถ้า Services ใดๆ ใช้งานผ่าน UDP ก็จะถูกส่งออกไปทันทีด้วยความพยายามที่ดีที่สุด (Best-Effort) และไม่มีการส่งใหม่เมื่อข้อมูลสูญหาย (No Recovery) หรือส่งไม่ถึงปลายทางอีกด้วย

ข้อดีคือมีความรวดเร็วในการส่งข้อมูล เพราะฉะนั้น Services ที่ใช้งานผ่าน UDP ก็มีมาก มาย เช่น TFTP , DHCP , VoIP และอื่น ๆ เป็นต้น

2.2.1.5 Layer 5 (Session Layer)

ทำหน้าที่ควบคุมการเชื่อมต่อ Session เพื่อติดต่อจากต้นทางกับปลายทาง



รูปที่ 2.24 การติดต่อระหว่างต้นทางกับปลายทาง

เมื่อฝั่งต้นทางต้องการติดต่อไปยังปลายทางด้วย Port 80 (เปิด Internet Explorer) ฝั่งต้นทางก็จะทำการติดต่อไปยังปลายทาง โดยการสร้าง Session ขึ้นมา เป็น Session ที่ 1 ส่งผ่าน Layer 4 โดย Random Port ต้นทางขึ้นมาเป็น 1025 ส่งไปหาปลายทางด้วย Port 80 ระหว่างที่ Session ที่ 1 ใช้งานอยู่ เราติดต่อไปยังปลายทางอีกครั้งด้วย Port 80 (เปิด Google Chrome) ฝั่งต้นทางก็จะทำการสร้าง Session ที่ 2 ขึ้นมา ส่งผ่าน Layer 4 โดย Random Port ต้นทางขึ้นมาเป็น 1026 ส่งไปหาปลายทางด้วย Port 80 แล้วแต่ละ Session ฝั่งปลายทาง ก็จะตอบกลับมาด้วย Port ที่ฝั่งต้นทางส่งมา ทำให้สามารถแยก Session ออกได้ เมื่อเราส่งข้อมูลบนเครือข่าย

2.2.1.6 Layer 6 (Presentation Layer)

ทำหน้าที่ในการแปลหรือนำเสนอ Structure, Format, Coding ต่าง ๆของข้อมูลบน Application ที่จะส่งจากต้นทางไปยังปลายทาง ให้อยู่ในรูปแบบที่ฝั่งต้นทางและปลายทาง สามารถเข้าใจได้ทั้ง 2 ฝั่ง Computer ส่วนมากใช้ ASCII Format ถ้าจะติดต่อกับ Computer Mainframe จะใช้พวก EBCDIC Format ซึ่ง Layer 6 ก็จะทำการ Reformat ข้อมูล ซึ่งสามารถทำให้ทั้ง 2 เครื่องสามารถเข้าใจ Format ข้อมูลที่จะสื่อสารกันได้

2.2.1.7 Layer 7 (Application Layer)

ทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้ (User) กับ Application ที่ใช้งานบนเครือข่าย เช่น Web Browser (HTTP), FTP, Telnet เป็นต้น สรุปก็คือ Application ที่ใช้งานผ่าน Network

2.2.2 Ethernet Network: IEEE802.3 & IEEE802.11

2.2.2.1 IEEE802.3

คือมาตรฐานสากลสำหรับเครือข่ายระยะใกล้และเครือข่ายระดับเมือง (LANs and MANs) โดยใช้ CSMA/CD เป็นวิธีการเข้าถึงที่ใช้ร่วมกัน โปรโตคอล IEEE 802.3 (Ethernet) และรูปแบบเฟรมสำหรับการสื่อสารข้อมูลมาตรฐานสากลฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อรวมเอาประเภทและเทคนิคของการสื่อสารจากข้อมูล MAC หลายข้อมูล

มาตรฐานนี้มีโหมดการทำงานที่แตกต่างกันสองแบบคือแบบ Half Duplex และ Full- Duplex กำหนดให้ IEEE 802.3 ทำงานในโหมด Half Duplex หรือ Full Duplex ในเวลาใดก็ได้ โดย CSMA / CD ใช้ในการเข้าถึงเครือข่าย LAN ที่ใช้ร่วมกัน

มาตรฐาน IEEE 802.3 เป็นมาตรฐานสำหรับ 1-Persistent CSMA/CD LAN คือ เมื่อสถานีตองการส่งข้อมูล มันจะคอยดูวาสายสัญญาณว่างหรือไม่ถ้าหากไม่ว่างสถานีก็จะรอไปเรื่อยๆจนกวา จะว่างและถาว่างก็จะสงข้อมูลมาเลยทันที แต่ถาหากวามีสองสถานีสงข้อมูลมาพรอมกันบนสาย สัญญาณจะเกิดการชนกันต่างฝ่ายก็จะหยุดรอด้วยเวลาที่สุมมาและกระทำตามขั้นตอนเดิมใหม่

Half Duplex Operation

เป็นการติดต่อสื่อสารแบบทางใดทางหนึ่ง การติดต่อสื่อสารแบบนี้เป็นการติดต่อสื่อสารที่ผู้ให้ข้อมูลสามารถรับข้อมูลได้ และผู้รับข้อมูลก็สามารถให้ข้อมูลได้เหมือนกัน แต่จะทำพร้อมกันไม่ได้ เหมือนกับถนนที่มีเลนเดียว รถสามารถวิ่งไปได้ทั้งสองทาง แต่จะสวนทางกันไม่ได้ ถ้ามีรถด้านหนึ่งวิ่งอยู่ต้องรอให้รถด้านนั้นวิ่งไปก่อนถึงจะวิ่งได้ ตัวอย่างของการสื่อสารแบบ Half Duplex เช่น วิทยุสื่อสารของตำรวจที่ต้องให้อีกฝ่ายพูดจบ เราถึงจะพูดได้

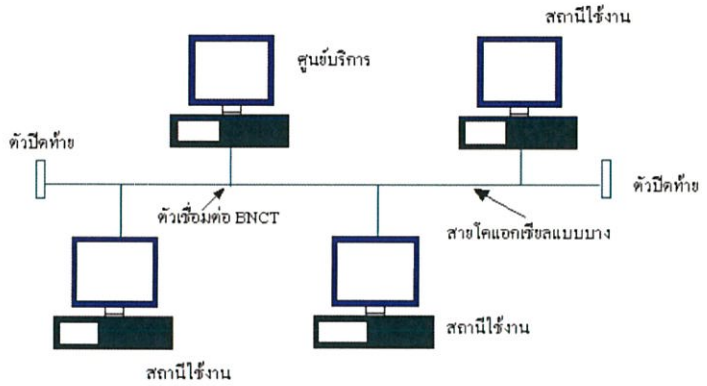
Full Duplex Operation

เป็นการติดต่อสื่อสารแบบสองทิศทาง การติดต่อสื่อสารแบบนี้เป็นการติดต่อสื่อสารที่ผู้ให้สามารถให้ข้อมูลและรับข้อมูล ณ เวลาเดียวกันได้ และผู้รับก็สามารถรับข้อมูลและให้ข้อมูล ณ เวลาเดียวกันได้ เป็นการส่งข้อมูลไปพร้อม ๆกันได้ เปรียบเสมือนถนนที่มีหลายเลนที่รถแต่ละด้านสามารถวิ่งได้อย่างเป็นอิสระสามารถสวนทางกันได้ ตัวอย่างของการสื่อสารแบบ Full Duplex เช่น โทรศัพท์ มือถือที่สามารถพูดพร้อม ๆ กันได้

คุณสมบัติของระบบเครือข่าย Ethernet

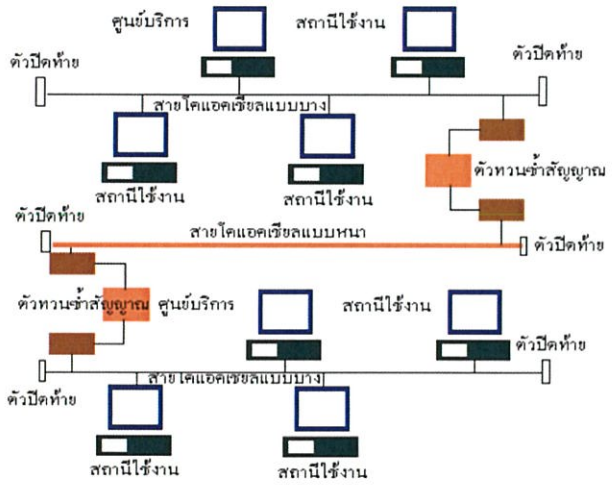
ระบบเครือข่ายแบบ Ethernet เป็นการใชงานระบบเครือขายตามมาตรฐาน IEEE 802.3 ที่มีการส่งข้อมูลแบบเบสแบนดความเร็ว 10 Maps มีโทโพโลยีแบบบัสและใชโปรโตคอลแบบ CSMA/CD ข้อมูลที่สงในระบบเครือข่าย Ethernet จะส่งเป็นกลุ่มข้อมูลสื่อสารของเฟรมระบบเครือข่ายแบบ Ethernet ใชสาย

ส่งขอมูลแบบโคแอกเชียลได้ 2 แบบคือแบบบาง ใชกับเซกเมนตที่มีความยาวน้อยกว่า 185 เมตร และแบบหนาซึ่งสามารถติดตั้งในความยาวถึง 500 เมตร แต่ถ้าใช Repeater ก็จะสามารถเพิ่มความยาวในการใชงานของสายออกไปได้ถึง 3000 เมตร



รูปที่ 2.25 การใชงานระบบ Ethernet โดยใชสายแบบบาง

สายโคแอกเชียลแบบบางถูกออกแบบมา สำหรับใชกับระบบเครือข่ายท้องถิ่นภายในสำนัก งาน อุปกรณ์ต่างๆจะตอเขากับสายโคแอกเชียลโดยใชอุปกรณ์ BNC T-Connector แต่ละสถานีต้องอยู่หางกันอย่างน้อย 1 เมตรเพื่อไม่ให้สัญญาณรบกวนกันเองและปลายทางจะต้องปดด้วยหัว BNC แบบ 50 โอหม สายโคแอกเชียลแบบหนาจะใชงานได้ในระยะทางที่ไกลกวาสายโคแอกเชียลแบบบางและใช้ร่วมกับสายโคแอกเชียลแบบบางได้ระยะห่างของแต่ละสถานีต้องไม่ใกลกันจนเกินไปเพื่อปองกันการเกิดการรบกวนกันเองของสัญญาณ



รูปที่ 2.26 การใชงานระบบ Ethernet โดยใชสายแบบบางและแบบหนา

Protocol แบบ CSMA/CD

มาตรฐาน IEEE 802.3 สำหรับโปรโตคอลแบบ CSMA/CD ได้พัฒนามาจากเวอรชันตนฉบับของเบสแบนดที่พัฒนาโดยบริษัท Xerox ในปค.ศ. 1976 ซึ่ง CSMA/CD ยอมาจาก

Carrier Sense: ก่อนจะส่งข้อมูลจะตรวจวาสื่อกลางการสงข้อมูลถูกใช่อยู่หรือไม่

Multiple Accesses: เมื่อสื่อกลางการส่งข้อมูลว่างสามารถสงได้เลยโดยไม่ตองรอ Token

Collision Detection: ถาอุปกรณ์สงมากกวา 1 ตัวสงพรอมกันก็จะเกิดการชนกันได

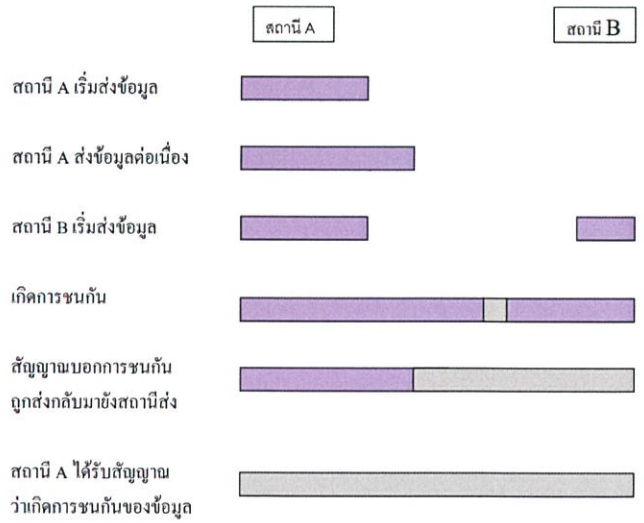
CSMA/CD จะแตกตางจากโปรโตคอลแบบอื่นๆ ตรงที่การควบคุมใชงานระบบเครือข่ายไม่ได้เป็นแบบรวมศูนย์ (Centralized) แต่จะเป็นการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบที่จะใชสื่อการส่งข้อมูลร่วมกัน

ขอกำหนด IEEE 802.3 นอกจากจะเป็นกลาวถึงระบบเครือข่าย LAN ที่ใชโทโพโลยีแบบบัสและรูปแบบของเฟรมข้อมูลที่ใชภายในระบบเครือข่ายแลวยังมีการใชโปรโตคอลแบบ CSMA/CD เพื่อหลีกเลี่ยงการชนกันของข้อมูล (collision) อีกด้วย

การทำงานของ CSMA/CD คือ สมมติวาผู้ใชคนหนึ่งในระบบเครือข่ายตองการที่จะส่งข้อมูลชุดหนึ่งที่ระดับ Physical Layer สถานีใช้งานของผู้ใชนี้จะส่งสัญญาณออกไปตรวจดูวามีสัญญาณพาหะ (Carrier) จากผู้สงรายอื่นอยู่ในบัสหรือไม่ ถาหากไม่มีสัญญาณพาหะผู้ใชก็จะเริ่มส่งข้อมูลออกไป

ปญหาที่อาจเกิดขึ้นได้คือหากมีผู้ใชรายอื่น เกิดทำการตรวจสอบสัญญาณพาหะในเวลาไล่เลี่ยกันและทั้งสองก็พบวาไม่มีสัญญาณพาหะ จึงเริ่มการส่งข้อมูลออกมาพรอมกันขอมูลจึงเกิดการชนกันขึ้นวิธีหลีกเลี่ยงคือได้เพิ่มขั้นตอน CD (Collision Detection) ขึ้นมาโดยเมื่อมีการชนกันจะหยุดรอชักครูแล้วค่อยสงใหม่

ผู้ดูแลระบบจะเป็นผู้กำหนดโปรโตคอล CSMA/CD โดยระบุวาหลังจากที่เกิดการชนกันของข้อมูลขึ้น สถานีใช้งานที่ส่งข้อมูลเหลานี้จะมีชวงเวลาการรอเป็นแบบสุม (Random Time) ที่ไม่เทา กันหลังจากรอตามเวลานี้แลวก็จะเริ่มส่งข้อมูลใหม่ซึ่งการจัดลำดับของการส่งข้อมูลใหม่ถูกกำหนดโดยกระบวนการควบคุมการสุม (Controlled Randomization Process) หรือที่เรียกวา Truncated Binary Exponential Backoff การชนกันของข้อมูลเกิดขึ้นเมื่อกลุ่มข้อมูลจากสถานี A ชนกับข้อมูลที่สงมาจาก B จากนั้นสถานี A จะส่งสัญญาณวาเกิดการชนกันกลับไปยังตัวเอง เมื่อเกิดการชนกันขึ้นการส่งข้อมูลของสถานีใดๆ ก็ตองยึดเอาช่องทางการส่งข้อมูลไวและจะไม่ถูกขัดจังหวะจนกวาจะทำการส่งข้อมูลเสร็จดังรูป

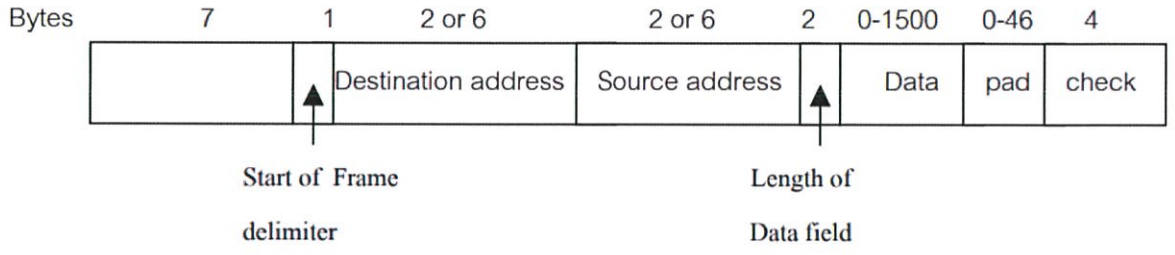


รูปที่ 2.27 แสดงการชนกันของข้อมูลในระบบเครือข่ายแบบ Ethernet

IEEE 802.3 FRAME FORMAT

โครงสร้างของ Frame ข้อมูลตามมาตรฐาน IEEE 802.3 คือจะเริ่มต้นด้วยส่วนที่เรียกวา Preamble ซึ่งมีความยาว 7 ไบต์แต่ละไบต์จะมีข้อมูลเหมือนกันหมดคือ "10101010" เมื่อผ่านการเข้ารหัสแบบแมนเชสเตอรจะทำให้ได้สัญญาณแบบสี่เหลี่ยมที่มีความถี่ 10 MHz เป็นเวลา 5.6 μS เพื่อใหปลายทางสามารถซิงโครไนซสัญญาณนาฬิกากับผู้สงได้ และตอไปจะเป็นไบต์เริ่มของเฟรม(Start of Frame) และมีข้อมมูลเป็น "10101011" เพื่อเป็นการบอกวาเป็นการเริ่มตนของเฟรม

แต่ละเฟรมจะประกอบไปด้วยแอดเดรสสองสวนคือ แอดเดรสของผู้ส่งและของผู้รับ ซึ่งสองแอดเดรสมีขนาดเป็น 2 หรือ 6 ไบต์ก็ได้ ที่บิตสูงสุดของแอดเดรสปลายทางเป็น "0" สำหรับปลายทางธรรมดาและเป็น "1" สำหรับปลายทางที่เป็นกลุม (หมายความว่าข้อมูลที่สงไปจะถูกรับโดยทุกสถานีภายในกลุม การส่งลักษณะนี้เรียกวา มัลติแคสท)



รูปที่ 2.28 โครงสร้างของเฟรม 802.3

มาตรฐานสื่อการสงข้อมูลของ IEEE 802.3

ตามมาตรฐานการสงข้อมูล IEEE 802.3 สื่อกลางการส่งข้อมูลจะสงข้อมูลด้วยความเร็ว 10 เมกะบิตตอวินาทียกเว้นมาตรฐาน 1BASE5 ที่มีการสงข้อมูลด้วยความเร็วเพียง 1 เมกะบิตต่อวินาทีแต่มีระยะการสงได้ไกลกวามาตรฐานที่นิยมได้แก่มาตรฐาน

10BASE5: เป็นการสงข้อมูลโดยใชสายสงข้อมูลแบบ RG – 11 หรือสายโคแอกเชียลแบบหนา ความยาวสูงสุดของเซกเมนต 500 เมตร (1640 ฟุต) สามารถตอตัว Transceiver ในแต่ละเซกเมนตได้สูงสุด 100 ตัว จำนวนสูงสุดของ DTE ในระบบเครือขายคือ 1024 ตัว ระยะห่างระหว่าง DTE ตองไม่ต่ำกว่า 2.5 เมตร การสงข้อมูลใชวิธีแบสแบนด

10BASE2: เป็นการสงข้อมูลโดยใชสายสงข้อมูลแบบ RG – 58A/U 11 หรือสายโคแอกเชียลแบบบางนั่นเอง ความยาวสูงสุดของเซกเมนตต้องไม่เกิน 200 เมตร (600 ฟุต) สามารถตอตัว Transceiver ในแต่ละเซกเมนตได้สูงสุด 30 ตัวและระยะห่างระหว่างตัว Transceiver กับเซกเมนต ตองไม่ต่ำกว่า 0.5 เมตร การสงข้อมูลใชวิธีแบสแบนด

10BASE-T: ใชสายสงข้อมูลแบบ 20 ถึง 24 AWG UTP หรือสายสงข้อมูลแบบคูบิดเกลียวและใช ตัวเชื่อมตอแบบ RJ-45 ระยะห่างระหว่างตัว Transceiver กับฮับต้องยาวไม่เกิน 100 เมตร (328 ฟุต) ฮับ 1 ตัวมีสถานีผู้ใชตออยู่ไม่เกิน 1023 สถานี

10BROAD36: ใชสายสงข้อมูลแบบสายโคแอกเชียล (RG-59/U CATV Type) ความยาวสูงสุดของ เซกเมนต 3600 เมตร ใชการสงข้อมูลแบบ Broadband

10BASE-F: ใชสายสงข้อมูลแบบใยแกว (Fiber Optic)

1BASE5: ใชสายสงข้อมูลแบบคูบิดเกลียวที่มีความยาวของเซกเมนตได้สูงสุด 500 เมตร ส่งข้อมูล ด้วยความเร็ว 1 เมกะบิตต่อวินาที

มาตรฐานของ LAN

LAN ของเครื่องพีซีที่ใชกันทั่วไปในปจจุบันมีลักษณะทางฮารดแวร์แยกเป็น 3 มาตรฐานใหญ่ ๆ คือ Ethernet, Accent และ Token-Ring ซึ่งแต่ละแบบมีรายละเอียดดังนี้

1. Ethernet มาตรฐาน IEEE 802.3

ใชการตอสายแบบบัสโดยมีกฎเกณฑหรือโปรโตคอลแบบ CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) มีความเร็ว Mbps มีการตอสายอยู่ 3 แบบ คือ 1) Thick (มาตรฐาน 10 Base 5) ใชสาย Coaxial ขนาดใหญ่โยงถึงกัน โดยแต่ละจุดจะมีอุปกรณ์ที่เรียกวา Transceiver เป็นตัวเชื่อม และจาก Transceiver นี้ออกไปยังการด LAN จะใชสายสั้น ๆ ทีเรียกวา AUI cable อีกทีหนึ่ง 2) Thin (มาตรฐาน 10 Base 2) ใชสาย Coaxial ขนาดเล็กโยงถึงกัน ใชวิธีต่อตรงเขากับคารด LAN โดยไม่ตองมี Transceiver-Twisted-Pair (มาตรฐาน 10 Base T) ใชสายคูไขว (Unshielded Twisted-Pair หรือ UTP) คล้ายสายโทรศัพท์ธรรมดา ตอจากหลายๆ เครื่อง เชน 8 หรือ 16 เครื่องเข้าหากลองรวมสาย (Wiring Concentrator หรือ Hub) เกิดเป็นสายลักษณะ Star ขึ้น จากนั้นจึงตอเขากับสายแบบ Thick หรือ Thin เพื่อเชื่อมโยงระหว่างแต่ละ Hub อีกทีหนึ่งหรืออาจตอระหว่าง Hub ด้วยสาย UTP

2. Arcnet

ใชการตอสายแบบ Star คือใชสาย Coaxial แบบ RG-62 (เหมือนที่ใชตอจอของเครื่องเมนเฟรม) โยง ทุกเครื่องเขากับอุปกรณ์รวมสายทีเรียกวา Hub ซึ่ง Hub นี้สามารถโยงกันเองเป็นชั้นๆได้อีกด้วย โดยมีกฎ เกณฑหรือโปรโตคอลเป็นแบบ Token-Passing ทั้งนี้ Arcnet มีความเร็ว 2.5 Mbps ซึ่งต่ำกว่า Ethernet แต่ละอุปกรณ์ต่าง ๆ ก็มีราคาถูกกว่าด้วยเช่นกัน แต่ปจจุบันไม่นิยมใชกันแลว

3. Token-Ring (มาตรฐาน IEEE 802.5)

พัฒนาขึ้นโดยการสนับสนุนจาก IBM ใชการตอสายแบบ Ring คือเป็นวงแหวนร้อยผ่านทุกเครื่องจน ครบรอบ แต่ในทางปฏิบัติจะตอสาย 2 ข้างเขากับกลองรวมสายที่เรียกวา hub หรือ media Access Unit (MAU) เกิดเป็นลักษณะคล้ายๆ แบบ star ขึ้น (แต่ถาไล่สายดูจริง ๆ จะพบวายังเป็น ring อยู่) ใชกฎเกณฑ หรือโปรโตคอล แบบ Token-passing มีความเร็ว 2 ชนิด คือ 4 Mbps และ 16Mbps

2.2.2.2 IEEE802.11

มาตรฐานหลักของระบบเครือข่ายไรสายและอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย คือ มาตรฐาน IEEE 802.11 เป็นมาตรฐานระบบเครือข่ายไรสายที่ถูกกำหนดขึ้นโดย Institute of Electrical and Electronic Engineers ซึ่งเป็นองคกรกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับการสื่อสารของอุตสาหกรรมคอมพิว เตอร์ โดยในสวนมาตรฐาน IEEE 802.XX นั้นจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการสื่อสารผ่านครือข่าย เชน IEEE 802.3 ก็คือมาตรฐานของเครือข่ายแบบ Ethernet โดยในสวนย่อย IEEE 802.11 ก็จะเป็นการสื่อสารกับเครือข่ายแต่เป็นแบบไร สายนั่นเอง มาตรฐาน IEEE 802.11 นั้นเริ่มประกาศใชตั้งแต่ป ค.ศ. 1997 มาตรฐานที่เกิดขึ้นนี้ยังมีขอจำกัดในด้านเทคโนโลยี ซึ่งกำหนดระบบการส่งสัญญาณด้วยความเร็ว 2 Mbps และได้มีการพัฒนาเรื่อยมา โดยมีสวนย่อยอยู่ด้วยกันถึง 9 สวน คือ a, b, c, d, e, f, g, h และ I โดยแต่ละชนิดนั้นก็จะมีลักษณะหรือมาตรฐานของรายละเอียดต่างกันไป ซึ่งหลังจาก 9 กลุ่มย่อยนี้ มีการพัฒนามาตรฐาน IEEE 802.11 ในด้านต่างๆจนเสร็จสิ้นแลวจึงได้มีการนำเอามาตรฐานที่พัฒนาเสร็จแลวมานำเสนอและผลิตออกเป็นผลิตภัณฑ ออกวางจำหน่าย โดยผลิตภัณฑแรกที่ออกวางจำหน่ายเป็นผลิตภัณฑที่พัฒนาโดยกลุ่มย่อย b จึงทำใหเกิดมาตรฐาน IEEE 802.11b ในป ค.ศ.1999 ย่านความถี่ที่เริ่มใช เบื้องตน คือ 2.4 GHz โดยมีความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลสูงสุดอยู่ที่ 11 Mbps ได้วางตลาดก่อนผลิตภัณฑกลุ่มอื่น จึงเป็นกลุมที่มาตรฐานได้รับการยอมรับและเป็นที่รูจักมากที่สุดในช่วงนี้ จากนั้นจึงตามด้วย กลุม a ที่ออกความถี่สูงสุดถึง 5 GHz และมีความเร็วสูงสุดถึง 54 Mbps ในทั้งนี้ไม่เกี่ยววา a จะเก่ากว่า b และ c จะออกมาใหม่ในอนาคตตามตัวอักษร แต่จะขึ้นอยู่กับวามาตรฐานของกลุ่มใดทำเสร็จก่อนก็จะออกเปิดตัวก่อน โดยไม่เรียงลำดับตามตัวอักษร

ตารางที่ 2.1 แสดงมาตรฐาน IEEE 802.11, 802.11a, 802.11b, 802.11g

	802.11	802.11a	802.11b	802.11g
Standard Approved เริ่มประกาศใช้	July 1997 กรกฎาคม 2540	September 1999 กันยายน 2542	September 1999 กันยายน 2542	Draft stage Completion Expected in 2002.
Available Bandwidth แถบความถี่ที่สามารถใช้ได	83.5MHz	300 MHz	83.5MHz	83.5MHz
Unlicensed Frequencies of Operation ช่วงความถี่ที่สามารถใช้ได	2.4-2.4835 GHz DSSS,FHSS	5.15-5.35 GHz,OFDM 5.725-5.825 GHz,OFDM	2.4-2.4835 GHz DSSS	2.4-2.4835 GHz DSSS, OFDM
Number of NonOverlapping Channels จำนวนช่องสัญญาณที่ไม่ทับซ้อนกัน	3 Indoor/Outdoor	4 Indoor (UNII1) 4 Indoor/Outdoor (UNII2) 4 Indoor/Outdoor (UNII3)	3 Indoor/Outdoor	3 Indoor/Outdoor
Data Rate per Channel อัตรา การส่งข้อมูลต่อช่อง	1, 2 Mbps	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps	1, 2, 5.5, 11 Mbps	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
Modulation type ชนิดของการมอดดูเลชัน	DQPSK(2 Mbps DSSS) DBPSK (1 Mbps DSSS) 4GFSK (2MbpsFHSS) 2GFSK (1MbpsFHSS)	BPSK (6, 9 Mbps) QPSK (12, 18 Mbps) 16-QAM (24, 36 Mbps) 64-QAM (48, 54 Mbps)	DQPSK/CCK (11, 5.5 Mbps) DQPSK (2 Mbps) DBPSK (1 Mbps)	OFDM/CCK (6,9,12,18,24, 36,48,54) OFDM (6,9,12,18,24, 36,48,54) DQPSK/CCK(22, 33, 11, 5.5)
Compatibility ความเข้ากันได้	802.11	Wiiii-Fi5	Wi-Fi	Wi-Fi at 11 Mbps And below

1. มาตรฐาน IEEE 802.11

มาตรฐาน IEEE 802.11 เหมือนกับมาตรฐาน IEEE 802.3 Ethernet ซึ่งใช้กับเครือข่าย LAN แบบใช้สาย และ IEEE 802.5 สำหรับเครือข่าย Token Ring อย่างไรก็ตามมาตรฐาน IEEE 802.11 จะมุ่งความสนใจไปที่ระดับล่างสุดสองระดับของ ISO Model (คือ Physical Layer และ Data Link Layer) ซึ่งจะทำให้ Application, Network OS, Protocol, รวมทั้ง TCP/IP ใด ๆก็ตามสามารถใช้งานบน 802.11 Compliant WLANs ได้ง่ายๆ เช่นเดียวกับใช้งานบน Ethernet โดยทั่วๆ ไปมาตรฐาน 802.11 นี้ใช้การส่งสัญญาณแบบคลื่นวิทยุที่ความถี่ 2.4 GHz ซึ่งเป็นความถี่ ISM (Industrial, Scientific and Medical) สามารถส่งข้อมูลได้ด้วยอัตราความเร็วค่อนข้างต่ำ คือ 1 และ 2 Mbps เท่านั้น โดยใช้เทคนิคการส่งสัญญาณหลักอยู่ 2 รูปแบบ คือ DSSS (Direct Sequent Spread Spectrum) และ FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) ซึ่งถูกคิดคนมาจากหน่วยงานทหาร การส่งสัญญาณทั้ง 2 รูปแบบจะใช้ความกว้างของช่องสัญญาณ (Bandwidth) ที่มาก กว่าการส่งสัญญาณแบบ Narrow Band แต่ทำให้สัญญาณมีความ

แรงมากกว่าซึ่งง่ายต่อการตรวจจับมากกว่าแบบ Narrow Band หน่วยงานทหารใช้วิธีการเหลานี้ในการปิดกั้นการใช้งานจากอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะมาทำให้ระบบเกิดปัญหา โดยการส่งสัญญาณแบบ FHSS สัญญาณจะกระโดดจากความถี่หนึ่งไปยังอีกความถี่หนึ่งในอัตราที่ได้กำหนดไว้แล้วซึ่งจะรู้กันเฉพาะตัวรับกับตัวส่งเท่านั้น สวนการส่งสัญญาณแบบ DSSS จะมีการส่ง Chipping Code ไปกับสัญญาณแต่ละครั้งด้วย ซึ่งจะมีเฉพาะตัวรับกับตัวส่งเท่านั้นที่จะรู้ลำดับของ Chip สำหรับการใช้งานระบบเครือข่ายแบบไร้สายทุกวันนี้ DSSS มีคุณสมบัติที่โดดเด่นและให้ Throughput ที่มากกว่า เมื่อเร็ว ๆนี้เองที่ได้มีการพัฒนาจนได้อัตราการส่งข้อมูล 11 Mbps ผ่านการส่งแบบ DSSS และเป็นมาตรฐานที่โดดเด่นของ WLAN ผลิตภัณฑ์ซึ่งรองรับมาตรฐาน 802.11b (อัตราส่งถ่ายข้อมูลสูง 11 Mbps) นี้สามารถทำงานร่วมกับผลิตภัณฑ์ซึ่งทำงานกับมาตร ฐาน DSSS แบบเก่า 802.11 (อัตราส่งถ่ายข้อมูล 1 และ 2 Mbps) ได้แต่ระบบ FHHS จะถูกใช้กับอุปกรณ์ที่มีกำลังส่งต่ำเป็น Application ที่ใช้งานในย่านต่ำ ๆ เช่น โทรศัพท์ไร้สายความถี่ 2.4 GHz แต่จะใช้งานร่วมกับผลิตภัณฑ์ DSSS ไม่ได้

2. มาตรฐาน IEEE 802.11b

มาตรฐาน IEEE 802.11b ซึ่งเป็นมาตรฐานระบบเครือข่ายไร้สายที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในโลก เพราะมีการเปิดตัวก่อนมาตรฐานอื่นและมีผลิตภัณฑ์ออกวางจำหน่ายแล้วมากและแพร่หลายที่สุด มาตรฐาน IEEE 802.11b นั้นล่าสุดได้รับการตั้งชื่อใหม่ว่า Wi-Fi โดยได้รับการรับรองมาตรฐานและกำหนดรายละเอียดโดยกลุ่ม WECA หรือ wireless Ethernet Compatibility Alliance ที่ประกอบด้วยสมาชิกจาก

ผู้ผลิตในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ชื่อดังอย่าง 3com, Cisco Systems, Intersil, Agere Systems, Nokia และ Symbol Technologies ซึ่งปัจจุบันก็ยังมีสมาชิกจากบริษัทต่าง ๆ อีกกว่า 110 บริษัทเข้าร่วมอยู่ในมาตรฐานนี้ สำหรับรายละเอียดด้านคุณสมบัติของ IEEE 802.11b จะสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 11 Mbps โดยใช้ความถี่คลื่นวิทยุที่ 2.4 GHz ใช้เทคนิคการส่งสัญญาณแบบ DSSS โดยย่านความถี่ที่ใช้เป็น ISM (Industrial, Scientific and Medical) Band จากระดับความเร็วที่ค่อนข้างต่ำคือทำได้เพียง 11 Mbps เท่านั้น เมื่อเทียบกับระบบ LAN แบบมีสายที่มาตรฐานปัจจุบัน อยู่ที่ระดับ 100 Mbps และล่าสุดมาตรฐานความเร็ว 1 Gbps กำลังเป็นที่ยอมรับและนิยมใช้งานมากขึ้นเรื่อย ๆ ก็จะเห็นว่า IEEE 802.11b นั้นค่อนข้างช้ากว่ามากไม่เพียงเท่านั้นคลื่นความถี่วิทยุที่ 2.4 GHz ที่ IEEE 802.11b ใช้อยู่นั้นยังมีอุปกรณ์อื่น ๆร่วมใช้งานอยู่ด้วยหลายชนิด เช่น เตาไมโครเวฟ หรือ โทรศัพท์มือถือซึ่งหากมีอุปกรณ์เหล่านี้ทำงานอยู่ใกล ๆ กับเครือข่าย IEEE 802.11b ก็จะทำให้ความเร็วในการรับส่งข้อมูลช้าลง แต่จุดเด่นก็คือการใช้ความถี่คลื่นวิทยุที่ค่อนข้างต่ำเพียง 2.4 GHz นั้นทำให้ IEEE 802.11b มีระยะทางในการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ค่อนข้างไกล ทำให้ชุดเครือข่ายไร้สายแบบ IEEE 802.11b ไม่จำเป็นต้องมีจุดรับส่งสัญญาณ หรือที่เรียกกันว่า Access Point หรือ Hot Spot มากนัก ซึ่งช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้ดี

3 มาตรฐาน IEEE 802.11a

มาตรฐาน IEEE 802.11a นั้นเกิดขึ้นหลังการวางตลาดของมาตรฐาน IEEE 802.11b โดยผลิตภัณฑ IEEE 802.11a มีจุดเดนที่เหนือกวา IEEE 802.11b ตรงที่ความเร็วในการรับส่งข้อมูลนั้นจะเร็วกว่า คือ ทำได้สูงสุดถึง 54 Mbps และเร็วกว่า IEEE 802.11b ในทุกระยะทาง (ความเร็วของเครือ ขายไรสายทุกมาตรฐานจะลดลงเมื่อระยะทางมากขึ้น) โดยมีความถี่คลื่นวิทยุอยู่ที่ 5 GHz ซึ่งเป็นย่านความถี่วิทยุของ Unlicensed National Information Infrastructure (U-NII) Band มีความกว้างของความถี่ทั้งหมด 300 MHz โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ระดับละ 100 MHz คือ ต่ำ, ปานกลาง และสูง ซึ่งแต่ละระดับมีระดับมีการสามารถใชงานและกำลังส่งแตกต่างกัน

- ยานความถี่ระดับต่ำ (Low Band) ยานความถี่ที่ทำงานจาก 5.15 ถึง 5.25 GHz กำลังสง สูงสุดเท่ากับ 50 mW

- ยานความถี่ระดับปานกลาง (Middle Band) ยานความถี่ที่ทำงานจาก 5.25 ถึง 5.35 GHz ด้วยกำลังส่งสูงสุดเทากับ 250 mW

- ยานความถี่ระดับสูง (High Band) ยานความถี่ที่ทำงานจาก 5.725 ถึง 5.825 GHz ด้วยกำลังส่งสูงสุดเทากับ 1000 mW

โดยกำลังส่งที่สูงของเครื่องรับ-ส่งสัญญาณของระบบเครือขายไรสายและชวงความถี่ 5.8 GHz จะทำใหสามารถส่งสัญญาณติดต่อกันระหว่างอาคารหนึ่งกับอีกอาคารหนึ่งได้ สวนการใชงานภายในอาคารจะใชงานในยานความถี่ระดับปานกลางและต่ำ ซึ่งในอเมริกาสามารถใชงานได้ทั้ง 3 ยาน ความถี่ แต่ปญหาเรื่องของกฎหมายเกี่ยวกับคลื่นความถี่ระดับ 5 GHz ที่ในแถบยุโรปและประเทศญี่ปุ่นมีขอกำหนดค่อนข้างเคร่งครัด คือ ในยุโรปกำลังทำขอตกลงร่วมกันระหว่าง IEEE และ European Telecommunications Standards Institute (ETSI) สวนในประเทศญี่ปุ่นอนุญาตใหใชได้เฉพาะยานความถี่ต่ำเทานั้น

ดังนั้นการใชงานในยานความถี่ปานกลาง และต่ำจึงมีความกว้างของสัญญาณรวมกันเทากับ 200 MHz สามารถส่งข้อมูลได้ด้วยอัตราเร็วสูงสุดถึง 54 Mbps ได้สำเร็จโดยใชหลักการส่งสัญญาณความถี่ย่อยโดยอัตราเร็วต่ำ ๆพรอม ๆกัน เมื่อนำทั้งหมดมารวมกันก็จะสามารถสร้างช่องสัญญาณที่มีอัตราเร็วสูงขึ้นได้ตามที่ได้รับอนุญาตใหใชชวงความถี่ดังกล่าว สามารถแบงการใชงานได้ ถึง 8 ชองสัญญาณโดยไม่ทับซ้อนกัน แต่ละชองสัญญาณมีความกว้างเทากับ 20 MHz ใชการมอดดูเลชั่นแบบ OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) ในการส่งสัญญาณซึ่งเป็นเทคนิกการสงสัญญาณแบบแยกส่งเป็นความถี่ย่อย ๆ (Narrow-Band Subcarriers) และมีความเป็นอิสระต่อกันแต่ละความถี่ย่อยจะมีความกว้างเทากับ 300 KHz จำนวน 52 ชอง สัญญาณความถี่ย่อยสัญญาณความถี่ย่อยจะทำการรับและส่งข้อมูลโดยสงไปแบบขนาน ด้านรับสัญญาณจะได้รับข้อมูลทั้งหมดพรอมกัน ซึ่งนั้นก็หมายความว่าข้อมูลที่สงจะมีขนาดใหญ่และตองการความต่อเนื่องในการสงสัญญาณ เพราะ ฉะนั้นเพื่อปองกันการสูญหายของข้อมูล (Data Loss Feature) จึงเพิ่ม Forward Error Correction (FEC) เขาไปใน 802.11a ด้วยซึ่งจะมีเฉพาะใน 802.11a เทานั้น (ไม่พบใน 802.11b)

4 มาตรฐาน IEEE 802.11g

เป็นมาตรฐานที่กำลังอยู่ระหว่างการพัฒนา และคาดว่าจะสามารถวางตลาดได้ในช่วงปลายปี 2002 จุดเด่นของ IEEE 802.11g ก็คือการใช้คลื่นความถี่วิทยุ 2.4 GHz ซึ่งเป็นคลื่นสาธารณะที่ได้รับอนุญาตให้ใช้งานได้โดยไม่ผิดกฎหมายเหมือนมาตรฐาน IEEE 802.11b แต่ใช้เทคโนโลยีแบบ OFDM ในการส่งสสัญญาณ ทำให้มีความเร็วสูงสุดมากกว่า 20 Mbps เหมือนมาตรฐาน IEEE 802.11a จุดเด่นที่สำคัญของ 802.1g ก็คือ สามารถใช้งานร่วมกับ 802.11b ที่มีอยู่แล้วได้

โครงสร้างการทำงานของระบบเครือข่ายไรสาย ในระบบเครือข่ายไรสาย IEEE 802.11 นั้นจะ แบงระดับชั้นของเทคโนโลยีออกเป็น 4 ระดับ นั่นคือ PHY (Physical Layer หรือ ชั้นกายภาพ), MAC (Media Access Controller หรือตัวควบคุมการเขาถึงสื่อ), OS (ระบบปฏิบัติการ) และApplication (แอพพลิเคชั่น) โดย PHY หรือขั้นกายภาพนั้นก็คือสวนของฮารดแวร์ที่แบง มาตรฐานออกเป็น a, b และ g โดยหากเลือกต่างชนิดกันก็ไม่สามารถสื่อสารกันไดรูเรื่องเพราะเป็นความถี่ที่ต่างกันจะติดต่อรับส่งข้อมูลกันไม่ได้ โดยปัจจุบันในสวนของ PHY นี้มีอยู่ทั้งสิ้น 4 มาตรฐาน คือ a, b, g และ IR (อินฟราเรด) สวนตอมาคือ MAC นั้นเป็นสวนของการทำงานเกี่ยวกับระบบรักษาความปลอดภัยของเครือข่ายการจัดการโครงสร้างหรือรูปแบบของข้อมูล การแปลงข้อมูล ซึ่งมาตรฐาน IEEE 802.11 นั้นใชมาตรฐาน MAC เดียวกันทั้งหมด คือได้กำหนดทางเลือกของการเข้ารหัสไวก่อนทำการส่งข้อมูล โดยใชอัลกอริทึมการเข้ารหัสแบบ 40 บิต ซึ่งรูจักกันในชื่อ RC4 นอกจากนั้นผู้ผลิตบางรายก็ยังเสนอใหมีการตรวจสอบก่อนใชงานโครงข่ายด้วยวิธีการที่เรียกวา Wired Equivalent Privacy (WEP) Shared-Key อันเดียวกันจะใชในการตรวจสอบก่อนที่จะทำการเข้ารหัสหรือถอด รหัสข้อมูลซึ่งจะมีเพียงผู้ใชงานที่ถูกตองเทานั้นจึงจะมี Shared-Key ที่ถูกตองในการถอดรหัสข้อมูลออกมาได้เนื่องด้วยเทคโนโลยีไรสายถูกคิดคนขึ้นมาจากหน่วยงานทางทหาร ฉะนั้นเรื่องความปลอด ภัยจึงเป็นหัวใจสำคัญอย่างยิ่ง นอกจากเรื่องความน่าเชื่อถือกับเรื่องความปลอดภัยแลวมาตรฐาน 802.11 ในสวน MAC นี้ ยังมีโหมดสนับสนุนการจัดการพลังงานอีก 2 รูปแบบ คือ Continuous Aware Mode และ Power Saving Polling Mode โดยโหมดแรกสัญญาณวิทยุจะสงอยูตลอดและทำใหสูญเสียพลังงาน ในขณะที่โหมดตอมาสัญญาณวิทยุจะอยู่ในภาวะนอนหลับหรือ Sleep เพื่อที่จะถนอมพลังงาน ส่วนของ OS และ Application นั้นก็คือระบบปฏิบัติการภายในเครื่องและแอพพลิ เคชั่นควบคุมการสื่อสาร ซึ่งตรงนี้ก็ใชงานเหมือนอย่างที่ใชงานกันอยู่กับเครือข่ายแบบมีสายในปจจุบัน (อรรถสิทธิ์ อิสราวุธ. 2545)

2.3 มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 GMP (21CFR11)

ส่วนย่อย A – บทบัญญัติทั่วไป

มาตราที่ 11.1 ขอบเขต

(a) ข้อบังคับในส่วนนี้จะกำหนดเกณฑ์ที่หน่วยงานใช้พิจารณา บันทึกอิเล็กทรอนิกส์, ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ และลายเซ็นที่เขียนด้วยลายมือ ที่บันทึกลงในบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือ, เชื่อถือได้ เทียบเท่ากับบันทึกกระดาษ และลายเซ็นที่เขียนด้วยลายมือบนกระดาษ

(b) ส่วนนี้ใช้กับบันทึกในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้น, แก้ไข, บำรุงรักษา, จัดเก็บ, เรียกค้น หรือ ส่งต่อภายใต้ข้อกำหนดที่กำหนดไว้ในกฎระเบียบของหน่วยงาน ส่วนนี้ยังใช้กับบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งไปยังหน่วยงานภายใต้ข้อกำหนดของพระราชบัญญัติอาหาร, ยา และเครื่องสำอางแห่งชาติ และพระราชบัญญัติบริการสาธารณสุข แม้ว่าจะไม่ได้ระบุไว้ในกฎระเบียบของหน่วยงานโดยเฉพาะ อย่าง ไรก็ตามส่วนนี้จะไม่ใช้กับบันทึกกระดาษที่ได้รับหรือถูกส่งโดยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์

(c) ในกรณีที่ลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์และบันทึกทางอิเล็กทรอนิกส์ สอดคล้องกับข้อกำหนดในส่วนนี้ หน่วยงานจะพิจารณาลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ให้เทียบเท่าลายเซ็นที่เขียนด้วยลายมือฉบับสมบูรณ์และสัญญาทั่วไปอื่น ๆ ตามที่หน่วยงานของรัฐกำหนด, ยกเว้นในกรณีที่มีผลบังคับใช้ในหรือหลังวันที่ 20 สิงหาคม 2540

(d) บันทึกอิเล็กทรอนิกส์ ที่สอดคล้องกับข้อกำหนดในส่วนนี้ อาจใช้แทนการบันทึกกระดาษได้ตามมาตราที่ 11.2 เว้นแต่จะต้องมีการบันทึกเป็นกระดาษ

(e) ระบบคอมพิวเตอร์ (รวมถึงฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์), อุปกรณ์ควบคุม และเอกสารที่เก็บรักษาภายใต้ส่วนนี้จะต้องพร้อมสำหรับการตรวจสอบของ FDA

(f) ส่วนนี้ไม่ใช้กับบันทึกที่ต้องมีการจัดตั้งหรือดูแลรักษาโดยมาตราที่ 1.326 ถึง 1.368 (1) บันทึกที่ตรงตามส่วนที่ 1 ส่วนย่อย J ของบทนี้ แต่ยังต้องอยู่ภายใต้บทบัญญัติอื่น ๆ ตามกฎหมายหรือข้อบัง คับยังคงอยู่ภายใต้ส่วนนี้

(g) ส่วนนี้ไม่ใช้กับลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับภายใต้มาตราที่ 101.11 (d) (2) ของบทนี้

(h) ส่วนนี้ไม่ใช้กับลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับภายใต้มาตราที่ 101.8 (d) (3) ของบทนี้

(i) ส่วนนี้ไม่ใช้กับบันทึกที่ต้องมีการจัดตั้งหรือดูแลโดยมาตราที่ 117 (4) ของบทนี้ แต่ยังต้องอยู่ภายใต้บทบัญญัติอื่น ๆ ตามกฎหมายหรือข้อบังคับยังคงอยู่ภายใต้ส่วนนี้

(j) ส่วนนี้ไม่ใช้กับบันทึกที่ต้องมีการจัดตั้งหรือดูแลโดยมาตราที่ 507 (5) ของบทนี้ แต่ยังต้องอยู่ภายใต้บทบัญญัติอื่น ๆ ตามกฎหมายหรือข้อบังคับยังคงอยู่ภายใต้ส่วนนี้

(k) ส่วนนี้ไม่ใช้กับบันทึกที่ต้องมีการจัดตั้งหรือดูแลโดยมาตราที่ 112 (6) ของบทนี้ แต่ยังต้องอยู่ภายใต้บทบัญญัติอื่น ๆ ตามกฎหมายหรือข้อบังคับยังคงอยู่ภายใต้ส่วนนี้

(l) ส่วนนี้ไม่ได้ใช้กับบันทึกที่ต้องมีการจัดตั้งหรือดูแลโดยส่วนย่อย L ของส่วนที่ 1 ของบทนี้ บันทึกที่ตรงตามส่วนที่ 1 ส่วนย่อย L (7) ของบทนี้ แต่ยังต้องอยู่ภายใต้บทบัญญัติอื่น ๆ ตามกฎหมายหรือข้อบังคับยังคงอยู่ภายใต้ส่วนนี้

(m) ส่วนนี้ไม่ได้ใช้กับบันทึกที่ต้องมีการจัดตั้งหรือดูแลโดยส่วนย่อย M ของส่วนที่ 1 ของบทนี้ บันทึกที่ตรงตามส่วนที่ 1 ส่วนย่อย M (8) ของบทนี้ แต่ยังต้องอยู่ภายใต้บทบัญญัติอื่น ๆ ตามกฎหมายหรือข้อบังคับยังคงอยู่ภายใต้ส่วนนี้

(n) ส่วนนี้ใช้ไม่ได้กับระเบียนที่ต้องมีการจัดตั้งหรือดูแลโดยส่วนย่อย O ของส่วนที่ 1 ของบทนี้ บันทึกที่ตรงตามส่วนที่ 1 ส่วนย่อย O (9) ของบทนี้ แต่ยังต้องอยู่ภายใต้บทบัญญัติอื่น ๆ ตามกฎหมายหรือข้อบังคับยังคงอยู่ภายใต้ส่วนนี้

(o) ส่วนนี้ไม่ใช้กับบันทึกที่ต้องมีการจัดตั้งหรือดูแลโดยมาตราที่ 121 (10) ของบทนี้ แต่ยังต้องอยู่ภายใต้บทบัญญัติอื่น ๆ ตามกฎหมายหรือข้อบังคับยังคงอยู่ภายใต้ส่วนนี้

มาตราที่ 11.2 การดำเนินการ

(a) สำหรับบันทึกต้องมีการเก็บรักษาแต่ไม่ได้ยื่นต่อหน่วยงาน บุคคลอาจใช้บันทึกอิเล็กทรอนิกส์แทนการบันทึกกระดาษ หรือลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์แทนลายเซ็นแบบดั้งเดิมทั้งหมดหรือบางส่วนโดยมีเงื่อนไขว่าต้องตรงตามข้อกำหนดของส่วนนี้

(b) สำหรับบันทึกที่ยื่นต่อหน่วยงาน บุคคลอาจใช้บันทึกอิเล็กทรอนิกส์แทนการบันทึกกระดาษ หรือลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์แทนลายเซ็นแบบดั้งเดิมทั้งหมดหรือบางส่วนโดยมีเงื่อนไขว่า:

(1) ข้อกำหนดของส่วนนี้จะได้รับ

(2) เอกสารหรือส่วนของเอกสารที่จะส่ง ได้รับการระบุไว้ในสมุดทะเบียนสาธารณะเลขที่ 92S-0251 เป็นประเภทของการรับที่หน่วยงานยอมรับในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ เอกสารนี้จะระบุเฉพาะประเภทเอกสารหรือส่วนของเอกสารที่ยอมรับได้ สำหรับการส่งในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยไม่ต้องบันทึกเป็นกระดาษ หากเอกสารที่หน่วยงานรับไม่ได้ระบุไว้ในสมุดทะเบียนของรัฐจะไม่ถือว่าเป็นเอกสารอย่างเป็นทางการ หากส่งทางอิเล็กทรอนิกส์รูปแบบของเอกสารดังกล่าวจะได้รับการพิจารณาอย่างเป็นทางการและต้องมาพร้อมกับบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ใดๆ บุคคลที่ต้องการยื่นบันทึกอิเล็กทรอ นิกส์ต่อหน่วยงานสามารถปรึกษากับหน่วยงานที่ได้รับการรับรอง เพื่อดูรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการ (เช่น วิธีการส่งสื่อรูปแบบไฟล์และโปรโตคอลทางเทคนิค) และตัดสินใจจะดำเนินการยื่นบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ต่อไปหรือไม่

มาตราที่ 11.3 คำจำกัดความ

(a) คำนิยามและการตีความข้อตกลงที่มีอยู่ในมาตราที่ 201 ของบทนี้จะใช้ในส่วนนี้ด้วย

(b) นิยามคำศัพท์ต่อไปนี้ใช้กับส่วนนี้ด้วย

(1) พระราชบัญญัติ หมายถึง พระราชบัญญัติอาหาร, ยา และเครื่องสำอางแห่งชาติ (ฉบับที่ 201-903 (21 U.S.C. 321-393))

(2) สำนักงาน หมายความ ว่าองค์การอาหารและยา

(3) ไบโอเมตริก (Biometrics) หมายถึง วิธีการตรวจสอบอัตลักษณ์ของบุคคลตามการวัดคุณลักษณะทางกายภาพของแต่ละบุคคลหรือการกระทำที่ทำซ้ำได้ซึ่งคุณลักษณะ และ/หรือการกระ ทำเหล่านั้นมีลักษณะเฉพาะสำหรับแต่ละบุคคลและสามารถวัดได้

(4) ระบบปิด หมายถึง สภาพแวดล้อมที่มีการควบคุมการเข้าถึงระบบโดยบุคคลที่รับผิดชอบต่อเนื้อหาของบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในระบบ

(5) ลายเซ็นดิจิตอล หมายถึง ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้วิธีการเข้ารหัสลับของการตรวจ สอบผู้ใช้งานโดยคำนวณจากการใช้ชุดของกฎและชุดของพารามิเตอร์เพื่อให้สามารถตรวจสอบข้อมูลประจำตัวของผู้ใช้งานและความสมบูรณ์ของข้อมูลได้

(6) บันทึกอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง การรวมข้อความ, ภาพ, ข้อมูลเสียง, หรือข้อมูลอื่น ๆ ในรูปแบบดิจิทัลที่สร้างขึ้น, แก้ไข, บำรุงรักษา, จัดเก็บ, เรียกค้น หรือแจกจ่ายโดยระบบคอมพิวเตอร์

(7) ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง การรวบรวมข้อมูลคอมพิวเตอร์ของสัญลักษณ์ใด ๆ หรือชุดของสัญลักษณ์ที่ดำเนินการหรือได้รับมอบอำนาจจากบุคคลใด ๆ เพื่อให้มีผลผูกพันตามกฎหมายของลายมือชื่อที่เขียนด้วยลายมือ

(8) ลายเซ็นที่เขียนด้วยลายมือ (Signature Handwritten Signature) หมายถึง ชื่อที่เขียนหรือเครื่องหมายทางกฎหมายของบุคคลด้วยลายมือของบุคคลนั้น และได้ดำเนินการรับรองความถูกต้องในรูปแบบถาวร จะมีการเก็บรักษาการลงลายมือชื่อด้วยการเขียนหรือทำเครื่องหมาย เช่นปากกา หรือ ตราประทับ ชื่อที่เขียนหรือเครื่องหมายตามกฎหมายในขณะที่ใช้กับกระดาษตามอัตภาพอาจใช้กับอุปกรณ์อื่นที่ตรวจสอบชื่อหรือเครื่องหมายได้เช่นกัน

(9) ระบบเปิด หมายถึง สภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมการเข้าถึงระบบโดยบุคคลที่รับผิด ชอบต่อเนื้อหาของบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในระบบ

ส่วนย่อย B – บันทึกอิเล็กทรอนิกส์

มาตราที่ 11.10 การควบคุมสำหรับระบบปิด

บุคคลที่ใช้ระบบปิดเพื่อสร้าง, แก้ไข, รักษา หรือส่งบันทึกอิเล็กทรอนิกส์จะต้องใช้กระบวน การและการควบคุมที่ออกแบบมาเพื่อรับรองความถูกต้อง, ความสมบูรณ์และเมื่อเป็นไปตามข้อกำหนดของการบันทึก เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ลงนามมีความยินยอม ลงนามบันทึกเป็นของแท้ ขั้นตอนและการควบคุมดังกล่าวต้องรวมถึงสิ่งต่อไปนี้:

(a) การตรวจสอบความถูกต้องของระบบเพื่อให้มั่นใจว่าถูกต้องน่าเชื่อถือ ได้ประสิทธิภาพตามที่ตั้งใจไว้อย่างสม่ำเสมอ และความสามารถในการตรวจสอบบันทึกที่ไม่ถูกต้อง หรือมีการเปลี่ยนแปลง

(b) ความสามารถในการสร้างสำเนาที่ถูกต้องและครบถ้วน ทั้งในรูปแบบที่สามารถอ่านได้ของมนุษย์และอิเล็กทรอนิกส์ เหมาะสำหรับการตรวจสอบและคัดลอกโดยหน่วยงาน บุคคลควรติดต่อหน่วยงานหากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความสามารถของหน่วยงานในการตรวจสอบและคัดลอกข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

(c) การคุ้มครองเพื่อให้สามารถเรียกค้นข้อมูลได้อย่างถูกต้องและพร้อมตลอดเวลาที่บันทึกข้อมูล

(d) จำกัดการเข้าถึงระบบให้กับบุคคลที่ได้รับอนุญาต

(e) ใช้การตรวจสอบที่มีการรักษาความปลอดภัยด้วยการประทับตราเวลาโดยคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกวันที่และเวลาของรายการ และการดำเนินการที่สร้าง, แก้ไข หรือลบระเบียนอิเล็กทรอนิกส์โดยอิสระ การบันทึกการเปลี่ยนแปลงจะต้องไม่ปิดบังข้อมูลที่บันทึกไว้ก่อนหน้านี้ เอกสารบันทึกดังกล่าวต้องเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลาอย่างน้อยเท่าที่จำเป็นสำหรับบันทึกเรื่องนั้นและจะต้องพร้อมสำหรับการตรวจสอบและคัดลอกโดยหน่วยงาน

(f) ใช้การเช็คระบบปฏิบัติการเพื่อบังคับให้มีการจัดลำดับขั้นตอนและเหตุการณ์ที่ได้รับอนุญาตตามความเหมาะสม

(g) ใช้การตรวจสอบอำนาจเพื่อให้แน่ใจว่า เฉพาะบุคคลที่ได้รับอนุญาตเท่านั้นที่สามารถใช้ระบบลงนามในระบบอิเล็กทรอนิกส์บันทึกข้อมูลเข้าถึงการทำงาน หรือใส่ข้อมูลบนระบบคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ส่งออกแก้ไขบันทึกหรือดำเนินการได้ทันที

(h) การใช้อุปกรณ์ (เช่น Terminal) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแหล่งข้อมูล, การป้อนข้อมูล หรือการปฏิบัติงานตามความเหมาะสม

(i) การกำหนดว่าบุคคลที่รักษาหรือใช้งานระบบลงนามอิเล็กทรอนิกส์/ลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์ ต้องผ่านการฝึกอบรมและประสบการณ์เพื่อปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย

(j) มีการกำหนดใช้ในนโยบายที่เป็นลายลักษณ์อักษรซึ่งทำให้บุคคลต้องรับผิดชอบต่อการดำเนินการที่เกิดขึ้นภายใต้ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ของตน เพื่อยับยั้งการบันทึกและการปลอมแปลงลายเซ็น

(k) การใช้การควบคุมที่เหมาะสมกับเอกสารของระบบ ได้แก่:

(1) การควบคุมการแพร่กระจายการเข้าถึงและการใช้เอกสารประกอบการดำเนินการ และบำรุงรักษาระบบอย่างเพียงพอ

(2) ขั้นตอนการตรวจทานและการเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน เพื่อรักษาการตรวจสอบให้เป็นไปตามที่เอกสารได้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาและปรับเปลี่ยนระบบเอกสาร

มาตราที่ 11.30 การควบคุมสำหรับระบบเปิด

บุคคลที่ใช้ระบบเปิดเพื่อสร้าง, แก้ไข, บำรุงรักษา หรือส่งบันทึกข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์จะต้องใช้กระบวนการและการควบคุมที่ออกแบบมาเพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์มีความลับ ถูกต้องตามความเป็นจริงและตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย ขั้นตอนและการควบคุมดังกล่าวต้องรวมถึงการระบุไว้ในมาตราที่ 11.10 ตามความเหมาะสมและมาตรการเพิ่มเติม เช่น การเข้ารหัสเอกสาร และการใช้มาตรฐานลายเซ็นดิจิทัลที่เหมาะสมเพื่อให้มั่นใจว่าถูกต้องตามความเป็นจริง, บันทึกมีความถูกต้อง, สมบูรณ์ และเป็นความลับ

มาตราที่ 11.50 การลงลายมือชื่อ

(a) บันทึกอิเล็กทรอนิกส์ที่ลงนามต้องมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการลงนามดังกล่าวซึ่งระบุอย่างชัดเจนว่าสิ่งต่อไปนี้:

(1) ชื่อผู้ลงลายมือชื่อ

(2) วันที่และเวลาที่ทำการลงลายมือชื่อ

(3) ความหมาย (เช่น การทบทวนการอนุมัติ, ความรับผิดชอบ หรือการให้เหตุผล) ที่เกี่ยว ข้องกับลายเซ็น

(b) รายการที่ระบุไว้ในวรรค (a) (1), (a) (2) และ (a) (3) ของหมวดนี้จะต้องมีการควบคุมเช่นเดียวกับบันทึกอิเล็กทรอนิกส์และจะรวมเป็นส่วนหนึ่งของรูปแบบใดก็ได้ที่มนุษย์สามารถอ่านได้จากบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ (เช่นการแสดงผลทางอิเล็กทรอนิกส์หรือการพิมพ์ออก)

มาตารที่ 11.70 ลายเซ็น/บันทึกการเชื่อมโยง

ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์และลายเซ็นที่เขียนด้วยลายมือที่ทำขึ้นเพื่อบันทึกทางอิเล็กทรอนิกส์ต้องเชื่อมโยงกับบันทึกทางอิเล็กทรอนิกส์ของตน เพื่อให้แน่ใจว่าลายเซ็นไม่สามารถตัด, คัดลอก หรือถ่ายโอนอย่างอื่นเพื่อปลอมแปลงบันทึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยวิธีการปกติ

ส่วนย่อย C – ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์

มาตราที่ 11.100 ข้อกำหนดทั่วไป

(a แต่ละบุคคลจะมีลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ซ้ำกัน และจะไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ หรือมอบ หมายให้กับบุคคลอื่นได้

(b) ก่อนที่องค์กรจะกำหนด, รับรอง หรือลงมือรับรองลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ของบุคคลอื่น หรือองค์ประกอบใด ๆ ของลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว องค์กรต้องตรวจสอบข้อมูลประจำตัวของบุคคลนั้น

(c) ผู้ใช้ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ก่อนหรือในเวลาที่ใช้รับรอง หน่วยงานที่ใช้ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ในระบบใน หรือหลังวันที่ 20 สิงหาคม 2540 มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เป็นความผูกพันทางกฎหมายที่เทียบเท่ากับแบบดั้งเดิมคือลายเซ็นที่เขียนด้วยลายมือ

(1) การรับรองจะต้องยื่นเป็นลายลักษณ์อักษรและลงลายเซ็นที่เขียนด้วยลายมือไปยังสำนัก งานปฏิบัติการภูมิภาค (HFC-100), 5600 Fishers Lane, Rockville, MD 20857

(2) บุคคลที่ใช้ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์จะต้องให้การรับรองเพิ่มเติม หรือคำยืนยันเพิ่มเติมว่าลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์เฉพาะเจาะจงมีผลผูกพันตามกฎหมายของลายเซ็นที่เขียนด้วยลายมือของผู้เซ็นชื่อ

มาตราที่ 11.200 ส่วนประกอบและการควบคุมลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์

(a) ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับไบโอเมตริกจะต้อง:

(1) ใช้องค์ประกอบประจำตัวที่แตกต่างกันอย่างน้อยสองอย่างเช่นรหัสประจำตัวและรหัส ผ่าน

(i) เมื่อบุคคลดำเนินการลงชื่อเข้าใช้การเข้าถึงระบบควบคุมแบบต่อเนื่องเป็นระยะ เวลาหนึ่ง ในการลงชื่อเข้าใช้ครั้งแรกจะต้องดำเนินการโดยใช้ส่วนประกอบลายมือชื่ออิเล็ก ทรอนิกส์ทั้งหมด การลงชื่อเข้าใช้ครั้งต่อ ๆ ไปจะต้องดำเนินการโดยใช้ส่วนประกอบลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์อย่างน้อยหนึ่งรายการที่สามารถใช้งานได้และออกแบบมาเพื่อใช้โดยบุคคลเท่านั้น

(ii) เมื่อบุคคลหนึ่งหรือหลายบุคคลลงชื่อเข้าใช้ไม่ได้ ระหว่างการเข้าใช้ระบบควบคุมเดียวและต่อเนื่อง การลงชื่อเข้าใช้แต่ละครั้งจะต้องกระทำโดยใช้องค์ประกอบลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด

(2) ใช้โดยเจ้าของตัวจริงเท่านั้น

(3) ดำเนินการเพื่อให้มั่นใจว่าการใช้ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ของบุคคลอื่นโดยไม่ได้ใช้ของตน เองต้องมีการทำงานร่วมกันของบุคคลสองคนขึ้นไป

(b) ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ที่อิงจากข้อมูลชีวภาพจะต้องได้รับการออกแบบมาเพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่สา-มารถนำมาใช้โดยบุคคลอื่นได้ นอกจากเจ้าของตัวจริงเท่านั้น

มาตราที่ 11.300 การควบคุมรหัสประจำตัว/รหัสผ่าน

บุคคลที่ใช้ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้รหัสประจำตัวร่วมกับรหัสผ่านจะต้องมีการควบคุมเพื่อรักษาความปลอดภัยและความสมบูรณ์ของตน การควบคุมดังกล่าวต้องรวมถึง:

(a) การรักษาเอกลักษณ์ของรหัสประจำตัวและรหัสผ่าน เพื่อไม่ให้มีบุคคลสองคนมีรหัสประจำตัวและรหัสผ่านเดียวกัน

(b) ตรวจสอบเป็นระยะ ๆ ว่ารหัสประจำตัวและรหัสผ่านได้รับการเรียกคืน หรือแก้ไข หรือไหม (เช่น เพื่อปกปิดเหตุการณ์ เช่น การใช้รหัสผ่าน)

(c) การจัดการความสูญเสียเพื่อยกเลิกการอนุญาตด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น สูญหาย, ถูกขโมย, หายไป หรือทำบัตรชำรุด และอุปกรณ์อื่น ๆที่มีหรือสร้างรหัสประจำตัว หรือข้อมูลรหัสผ่าน ให้ออกทดแทนชั่วคราว หรือถาวรโดยใช้การควบคุมที่เหมาะสมและเข้มงวด

(d) การป้องกันการทำธุรกรรมเพื่อป้องกันการใช้รหัสผ่านและ/หรือรหัสประจำตัวที่ไม่ได้รับอนุญาต รวมถึงการตรวจจับและรายงานความพยายามในการใช้งานโดยไม่ได้รับอนุญาตไปยังหน่วยรักษาความปลอดภัยของระบบโดยทันทีและอย่างเร่งด่วน

(e) การตรวจสอบเบื้องต้นของอุปกรณ์ เช่น โทเค็น หรือการ์ด ที่มีการสร้างรหัสประจำตัวหรือข้อมูลรหัสผ่านเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์เหล่านั้นทำงานได้อย่างถูกต้องและไม่ได้รับการเปลี่ยนแปลงโดยไม่ได้รับอนุญาต

2.3.2 OPC UA

OPC คืออะไร?

OPC เป็นมาตรฐานการทำงานร่วมกัน สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ปลอดภัยและเชื่อถือได้ในพื้นที่อุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและในอุตสาหกรรมอื่นๆ เป็นรูปแบบที่เป็นอิสระและช่วยให้มั่นใจได้ถึงการไหลเวียนของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆจากผู้ขายหลายราย OPC Foundationรับผิดชอบในการพัฒนาและบำรุงรักษามาตรฐานนี้

มาตรฐาน OPC เป็นชุดข้อกำหนดที่พัฒนาโดย ผู้จัดจำหน่ายในอุตสาหกรรม, ผู้ใช้งาน และนักพัฒนาซอฟต์แวร์ ข้อกำหนดเหล่านี้กำหนดการเชื่อมต่อระหว่าง Client และ Server ตลอดจนServer

และ Server รวมถึงการเข้าถึงข้อมูลเรียลไทม์, การตรวจสอบการเตือนภัย และเหตุการณ์การเข้าถึงข้อมูลที่ผ่านมาและแอ็พพลิเคชันอื่น ๆ

มาตรฐานนี้ได้ปล่อยใช้ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2539 มีจุดมุ่งหมายเพื่อ จำกัดโปรโตคอลเฉพาะของ PLC (เช่น Modbus, Profibus และอื่น ๆ) ลงในการเชื่อมต่อมาตรฐานที่ช่วยให้ระบบ HMI / SCADA สามารถเชื่อมต่อกับ "Middle-Man" ให้สามารถ Read/Write OPC ในคำขอเฉพาะอุปกรณ์ ช่วยให้ผู้ใช้งานใช้ระบบที่ดีที่สุดติดต่อได้อย่างราบรื่นผ่านทาง OPC

ในตอนแรกมาตรฐาน OPC ถูกจำกัดไว้ในระบบปฏิบัติการ Windows ตัวย่อ OPC เกิดจาก OLE (วัตถุที่เชื่อมโยงและฝังตัว) สำหรับ Process Control ซึ่งปัจจุบันเรียกว่า OPC Classic ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในหลายอุตสาหกรรมรวมถึงการสร้างระบบอัตโนมัติน้ำมันและก๊าซพลังงานทดแทนและระบบสาธารณูปโภคอื่น ๆ

การนำสถาปัตยกรรมที่มุ่งเน้นบริการในระบบการผลิต มาสู่ความท้าทายใหม่ ๆ ในด้านความปลอดภัยและการสร้างแบบจำลองข้อมูล OPC Foundation ได้จัดทำข้อกำหนดเฉพาะของ OPC UA เพื่อตอบสนองความต้องการเหล่านี้และในเวลาเดียวกันได้มีสถาปัตยกรรมแบบ Open-Platform ที่มีเทคโนโลยีที่มีคุณสมบัติโดดเด่นซึ่งสามารถพิสูจน์ได้ในอนาคต

วันนี้ OPC ย่อมาจาก Open Platform Communications นี่เป็นเพียงเหตุผลบางประการที่ทำให้สมาชิกจำนวนมากและองค์กรด้านเทคโนโลยีอื่น ๆ (Collaborations) หันมาใช้ OPC UA สำหรับแพลตฟอร์มการทำงานร่วมกันของพวกเขา

OPC Classic

ข้อกำหนด OPC Classic ใช้บนเทคโนโลยี Microsoft Windows โดยใช้ COM / DCOM (Distributed Component Object Model) สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างส่วนประกอบซอฟต์แวร์ ข้อกำหนดนี้ให้คำจำกัดความที่แตกต่างสำหรับการเข้าถึง Process Data, Alarm และ Historical Data

OPC Data Access (OPC DA)

OPC DA เป็นข้อกำหนดการแลกเปลี่ยนข้อมูลรวมถึงค่า, เวลา และข้อมูลที่มีคุณภาพ

OPC Alarms & Events (OPC AE)

OPC A&E เป็นข้อกำหนดการแลกเปลี่ยนข้อมูลข้อความ, แจ้งเตือน และเหตุการณ์ รวมถึงสถานะตัวแปรและการจัดการสถานะ

OPC Historical Data Access (OPC HDA)

OPC HDA เป็นข้อกำหนดวิธีการและการวิเคราะห์แบบสอบถามซึ่งอาจใช้กับข้อมูล, ประวัติที่ผ่านการประทับเวลา

ข้อกำหนดของ OPC Classic ได้ให้บริการแก่กลุ่มผู้ใช้ OPC เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเทคโนโลยีมีการพัฒนาขึ้นจึงจำเป็นต้องใช้ข้อกำหนด OPC

ในปี พ. ศ. 2551 OPC Foundation ได้เปิดตัว OPC Unified Architecture (OPC UA) ซึ่งเป็นสถาปัตยกรรมที่มุ่งเน้นการให้บริการแบบอิสระ ซึ่งรวมฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดของข้อกำหนด OPC Classic ที่มีอยู่และสามารถทำงานร่วมกับ OPC Classic ได้ หลายปัจจัยมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในการสร้าง OPC UA:

- Microsoft ได้ยกเลิก COM (Component Object Model) และ DCOM (Distributed COM) แล้วมาสนับสนุนสถาปัตยกรรม SOA แบบข้ามแพลตฟอร์ม (Service-Oriented Architecture)
- ผู้จัดจำหน่าย OPC ต้องการให้บริการชุดเดียวเพื่อเปิดเผยโมเดลข้อมูล OPC เช่นการเข้าถึง Process Data, Alarm และ Historical Data ฯลฯ
- เพื่อให้สามารถแข่งขันได้ ผู้จัดจำหน่าย OPC จำเป็นต้องใช้ OPC ในระบบที่ไม่ใช่ของ Microsoft รวมถึงอุปกรณ์เสริม
- องค์กรที่ทำงานร่วมกันต้องการวิธีที่เชื่อถือได้ และมีประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลที่มีโครง สร้างระดับสูง
- ผู้ใช้ต้องการความสามารถในการเข้าถึง OPC Server ผ่านทาง Firewalls อย่างปลอดภัย

OPC Unified Architecture

สถาปัตยกรรม OPC (UA) เปิดตัวในปี พ.ศ. 2551 เป็นสถาปัตยกรรมที่มุ่งเน้นการให้บริการอิสระของแพลตฟอร์มซึ่งรวมฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดของข้อกำหนดเฉพาะของ OPC Classic ไว้ในกรอบที่ขยายได้

วิธีการแบบหลายระดับนี้บรรลุเป้าหมายของข้อกำหนดแบบเดิม:

- ความเท่าเทียมกันของฟังก์ชัน: ข้อมูล COM OPC Classic ทั้งหมดจะถูกต่อกับ UA
- ความเป็นอิสระของแพลตฟอร์ม: จากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ฝังอยู่ในโครงสร้างพื้นฐานระบบคลาวด์
- ความปลอดภัย: การเข้ารหัส, การรับรองความถูกต้อง และการตรวจสอบ
- ความยืดหยุ่น: ความสามารถในการเพิ่มคุณสมบัติใหม่ ๆ โดยไม่กระทบกับแอพพลิเคชันที่มีอยู่
- แบบจำลองข้อมูลที่ครอบคลุม: สำหรับการกำหนดข้อมูลที่ซับซ้อน

Functional Equivalence

OPC UA ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและเพิ่มขีดความสามารถของข้อกำหนดจาก OPC Classic ใน OPC UA มีฟังก์ชันเทียบเท่ากับ OPC Classic แต่ยังมีความสามารถมากกว่านี้:

- Discovery: ค้นหาความพร้อมใช้งานของ OPC Servers บนเครื่องพีซีและ/หรือบนเครือข่าย
- Address Space: ข้อมูลทั้งหมดจะถูกแสดงตามลำดับชั้น (เช่น ไฟล์และโฟลเดอร์) เพื่อให้ลูกค้าของ OPC สามารถค้นพบและใช้ประโยชน์ได้จากโครงสร้างที่ซับซ้อนได้ง่าย

- On-Demand: อ่านและเขียนข้อมูล/ตามสิทธิ์การเข้าถึง
- Subscriptions: ตรวจสอบข้อมูลและรายงานข้อมูล ยกเว้นเมื่อค่าเปลี่ยนไปตามข้อกำ- หนดของลูกค้า
- Events: แจ้งข้อมูลที่สำคัญตามข้อกำหนดของลูกค้า
- Methods: ลูกค้าสามารถรันโปรแกรม ฯลฯ ตามวิธีการที่กำหนดไว้บนเซิร์ฟเวอร์ได้

การผนวกรวมระหว่างผลิตภัณฑ์ OPC UA และผลิตภัณฑ์ OPC Classic ทำได้ง่ายด้วย COM / Proxy ที่มีอยู่ในส่วนดาวน์โหลด

รูปแบบอิสระ

เนื่องจากรูปแบบฮาร์ดแวร์และระบบปฏิบัติการที่พร้อมใช้งาน จึงจำเป็นต้องมีความเป็นอิสระของรูปแบบ OPC UA ทำหน้าที่ใด ๆ ต่อไปนี้และอื่น ๆ :

- Hardware platforms: ฮาร์ดแวร์พีซีแบบดั้งเดิม, Cloud-based Server, PLCs, ไมโครคอนโทรลเลอร์ (ARM เป็นต้น)
- Operating Systems: Microsoft Windows, Apple OSX, Android หรือระบบปฏิบัติการ Linux เป็นต้น OPC UA มีโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทำงานร่วมกันระหว่างองค์กรจากเครื่องต่อเครื่องระหว่างเครื่องจักรไปจนถึงองค์กร

ความปลอดภัย

ข้อพิจารณาที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งในการเลือกเทคโนโลยีคือความปลอดภัย OPC UA เป็น Firewall-Friendly ในขณะที่แก้ปัญหาด้านความปลอดภัยโดยการให้ชุดควบคุม:

- Transport: โปรโตคอลจำนวนมากถูกกำหนดให้เป็นตัวเลือก เช่น การขนส่งแบบไบนารี่, OPC แบบ Ultra-Fast หรือ SOAP-HTTPS ที่เข้ากันได้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น
- การเข้ารหัส: ข้อความจะถูกส่งอย่างปลอดภัยที่ระดับการเข้ารหัส 128 หรือ 256 บิต
- การลงชื่อเข้าใช้ข้อความ: ข้อความจะได้รับตามที่ส่งมา
- Sequenced Packets: การเปิดเผยการส่งซ้ำของข้อความจะถูกตัดออกด้วยการเรียง ลำดับ
- การรับรองความถูกต้อง: แต่ละ Client และ Server จะถูกระบุผ่านใบรับรอง OpenSSL เพื่อให้สามารถควบคุมแอ็พพลิเคชันและระบบที่ได้รับอนุญาตให้เชื่อมต่อกันได้
- User Control: แอ็พพลิเคชันสามารถกำหนดให้ผู้ใช้ตรวจสอบสิทธิ์ (ข้อมูลรับรองการเข้าสู่ระบบ ฯลฯ) และยังสามารถจำกัดและเพิ่มขีดความสามารถด้วยสิทธิการเข้าถึงว่าเป็นแบบ View Only หรือไม่
- การตรวจสอบ: กิจกรรมโดยผู้ใช้และ/หรือระบบถูกบันทึกไว้ในการตรวจสอบการเข้าถึง

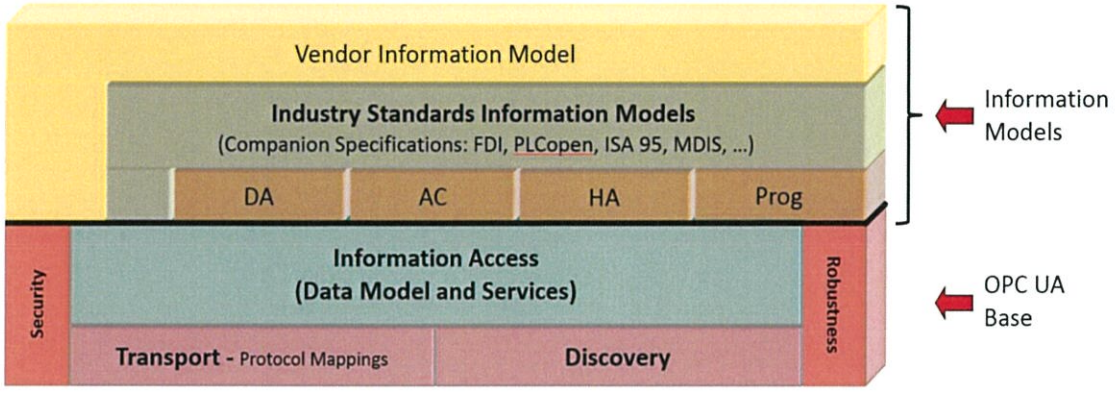
ความยืดหยุ่น

สถาปัตยกรรมแบบหลายระดับของ OPC UA มีคติ "เพื่ออนาคต" เทคโนโลยีและวิธีการที่เป็นนวัตกรรมใหม่ ๆ เช่น โปรโตคอล, การขนส่ง, อัลกอริทึม, การรักษาความปลอดภัย, มาตรฐานการเข้ารหัส

หรือแอพพลิเคชั่นเซอร์วิสสามารถรวมเข้ากับ OPC UA ในขณะที่รักษาความเข้ากันได้ย้อนหลังสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ ผลิตภัณฑ์ UA ที่สร้างขึ้นในวันนี้จะทำงานร่วมกับผลิตภัณฑ์ในวันพรุ่งนี้

Information Modeling

การสร้างแบบจำลองข้อมูล OPC UA จะเปลี่ยนข้อมูลเป็นสารสนเทศ ด้วยความสามารถเชิงวัตถุที่สมบูรณ์แบบ แม้กระทั่งโครงสร้างแบบหลายระดับที่ซับซ้อนที่สุดสามารถจำลองและขยายได้ ประเภทข้อมูลและโครงสร้างมีการกำหนดไว้ในโปรไฟล์ ตัวอย่างเช่น ข้อกำหนดแบบเดิมของ OPC ที่มีอยู่ถูกจำลองเป็นโปรไฟล์ UA ซึ่งสามารถขยายโดยองค์กรอื่นด้วยเช่นกัน:



รูปที่ 2.29 Information Modeling

2.3.3 OMAC (PackML)

ISA-TR88.00.02 (PackML)

ผู้ผลิต 2 รายแบ่งปันประสบการณ์การใช้งาน PackML ในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรอย่าง Mettler, Toledo และ Axon ที่สร้างขึ้นโดย Pro Mach แบ่งปันเรื่องราวของพวกเขา

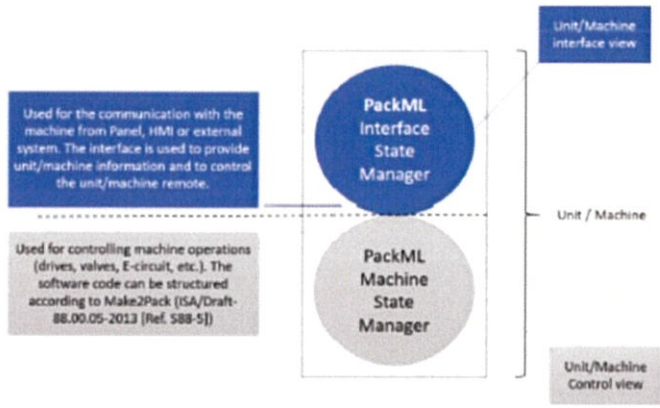
ผู้ผลิตเครื่องบรรจุภัณฑ์จำนวนมากพบว่าการใช้งาน PackML/ISATR88.00.02 ข้ามสายผลิต ภัณฑ์ของเครื่องไม่ยากเท่าที่คิด และผลตอบแทนเกินความคาดหมายเมื่อเริ่มใช้ PackML/ISA-TR88.00.02 OEM จะพบกับ:

- การออกแบบ, การสร้าง และกระบวนการทางวิศวกรรมรวดเร็วยิ่งขึ้น
- การทดสอบผลิตภัณฑ์ที่ง่ายขึ้นและระยะเวลาในการดำเนินการที่สั้นลง
- การตอบสนองต่อผลิตภัณฑ์และรอบการชำระเงินที่เร็วขึ้น
- ลดค่าใช้จ่ายในการรับประกัน
- การฝึกอบรมลูกค้าได้ง่ายขึ้น การแก้ปัญหาหลังการขายและการบริการสะดวกยิ่งขึ้น
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ได้เร็วขึ้น
- ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงขึ้น

เริ่มต้นใช้งาน

OEM ที่ต้องการใช้รูปแบบของ PackML สำหรับตัวจัดการสถานะเครื่องจักรมีสองสถานการณ์ที่แสดงในรูปที่ 2.30

1. PackML Gateway Unit/Machine
2. Full PackML Compliant Unit/Machine

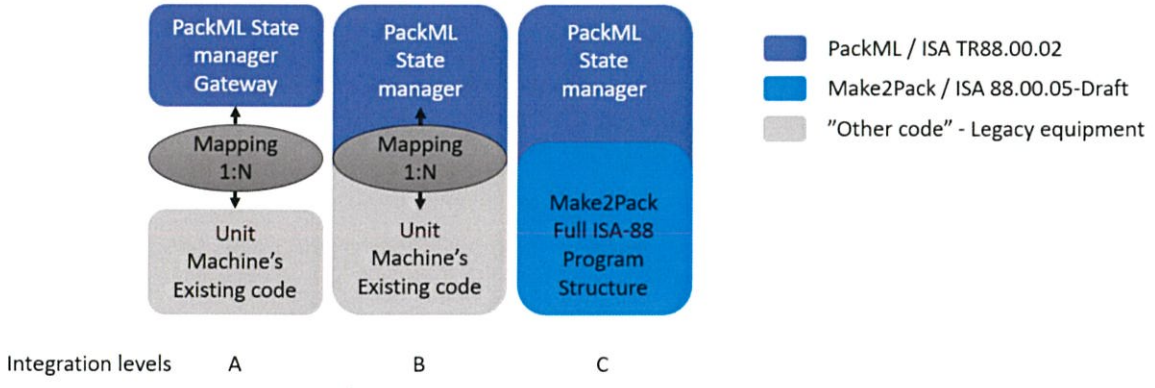


รูปที่ 2.30 PackML Interface vs State Manager

โปรแกรมจัดการสถานะการเชื่อมต่อ PackML จะใช้สำหรับการสื่อสารกับเครื่องจาก HMI หรือระบบภายนอก ใช้เพื่อรับสถานะเริ่มต้น, หยุด, หยุดชั่วคราว หรือเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ของเครื่อง ตัวจัดการสถานะการเชื่อมต่อของ PackML จะแสดงข้อมูลการสื่อสารระหว่างเครื่องจักรและ HMI หรือระบบควบคุมภายนอกอื่น ๆ (ตัวอย่างเช่น เครื่องจักร หรือระบบการควบคุมดูแล) ที่เปิดใช้งาน PackML

ตัวจัดการสถานะเครื่อง PackML เป็นแบบจำลองสถานะที่กำหนดโดยผู้จัดจำหน่ายเพื่อควบคุมเครื่องการดำเนินงาน สามารถจัดโครงสร้างตาม Make2Pack (ISA / Draft 88.00.05-2013)

โปรแกรมจัดการสถานะการเชื่อมต่อ PackML เป็นตัวจัดการสภาพของเครื่องจักร สามารถใช้งานได้ในระบบควบคุมเดียวกัน หรือในระบบควบคุมที่แยกต่างหาก เครื่อง PackML เต็มรูปแบบจะมีอินเทอร์เฟซร่วมกันหนึ่งเครื่อง และอีกหนึ่งเครื่องเป็นตัวจัดการสถานะของเครื่องจักรซึ่งรวมกันทั้งหมด



รูปที่ 2.31 PackML Implementation Types

Mettler-Toledo

Tom Dorward, Product Manager, Mettler Toledo

ในปี 2549-2550 Mettler Toledo กำลังพัฒนารูปแบบควบคุมใหม่โดยมีข้อกำหนดว่า เงื่อนไขของเครื่องต้องได้รับการตรวจสอบน้ำหนักบนสายพาน ไปยังระบบควบคุมของผู้ใช้งาน Mettler Toledo เริ่มมองหา PackML ซึ่งได้รับการยกย่องจากผู้ใช้งานหลายราย ทีมของ Mettler เริ่มทำความเข้าใจกับคุณค่าของ PackML ซึ่ง PackML เป็นมาตรฐานสำหรับเครื่องจักร ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ของ Mettler Toledo ทั้งหมด และความต้องการขั้นพื้นฐานสำหรับผลิตภัณฑ์การสื่อสารระดับสูงทั้งหมด

เมื่อมีการตัดสินใจที่จะใช้ PackML ก็เป็นส่วนเล็กๆ ของพัฒนาการ ความต้องการด้านการสื่อสารของเครื่องจักรอยู่ในข้อกำหนด PackML จึงเป็นทางออกที่กำหนดไว้ การดำเนินการ PackML ช่วยให้ประหยัดเวลาและเงินของ Mettler Toledo

การลดต้นทุนด้านวิศวกรรมและเวลา จากประสบการณ์ของ Mettler Toledo ที่ผ่านมา การจัด การเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า หรือจำเป็นต้องมีเอกสารที่จำเป็นต่อคำสั่งเพื่อดำเนินการตามคำขอด้วยรหัสมาตรฐานและแท็กของลูกค้า หรือง่ายเพื่อแสดงให้เห็นสิ่งที่พวกเขาจะได้รับตั้งแต่เริ่มแรก นับตั้งแต่ Mettler Toledo's ดำเนินการ PackML เอกสารยังคงสอดคล้องกับ PackML มาตรฐานเป็นฐานสำหรับการจัดทำเอกสาร, คำจำกัดความ, คำสั่ง และข้อมูลของ PackTag

มาตรฐานนี้ทำให้ Mettler Toledo ได้สร้างผลิตภัณฑ์มาตรฐาน และลดการสร้างรูปแบบที่กำหนดเองการออกแบบทางวิศวกรรมและเวลาในการทดสอบไม่จำเป็นต้องใช้อีกต่อไป เมื่อมีการเขียนซอฟต์แวร์แล้ว การมุ่งเน้นของ Mettler Toledo อยู่ในขั้นตอนการปรับปรุงมากกว่าการพัฒนาซ้ำ

ทีมสนับสนุน Mettler Toledo สามารถมุ่งเน้นไปที่วิธีการเชื่อมต่อโดยใช้ความรู้ทั่วไป, ฐาน ข้อมูล และคำสั่งทำให้ง่ายขึ้น ทำให้ระบุปัญหาและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

การขยายรูปแบบไปสู่กลุ่มผลิตภัณฑ์ OEM และผู้ใช้งาน

Mettler ได้ขยาย PackML ในหลายสายการผลิต ได้แก่ การตรวจสอบน้ำหนักผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องตรวจสอบ (การตรวจจับโลหะ วิสัยทัศน์ และเอ็กซ์เรย์) การใช้งาน PackML ได้ขยายออกไปจาก Fieldbus, OPC และระบบรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ProdX ตามมาตรฐานที่ใช้กับผลิตภัณฑ์และผู้ผลิตหลายรายให้ลูกค้าได้ใช้รูปแบบที่สอดคล้องกัน

Axon

Christopher Thomas, Director of Controls Technology

Ken Nyren, Engineering Manager, Axon

เมื่อใช้ PackML ทำให้ Axon ได้ลดเวลาในการทดสอบข้อบกพร่องลง 60 % ลดการออกแบบวิศวกรรมและเวลาในการผลิตลง 40% รวมถึงการสร้างและแก้จุดบกพร่อง ทำให้ระยะเวลาในการทดสอบเครื่อง Axon เป็นไปตามเวลาที่กำหนด แต่เวลาจากการเริ่มต้นและการทดสอบเครื่องก็จะลดลง 40% ตอนนี้ 80% ของเครื่อง Axon สามารถนำกลับมาใช้ใหม่และได้มาตรฐานในทุก ๆเครื่อง

Axon พบว่าเมื่อพวกเขาลดค่าใช้จ่ายล่วงหน้า จากการเริ่มต้นใช้ PackML ทำให้ผลตอบแทนเป็นไปอย่างดีและคุ้มค่า

ห้าปีในการใช้ PackML Axon สามารถผลิตเครื่องจักรได้เร็วขึ้น 80% ของชิ้นส่วนที่ได้รับการทดสอบแล้วประกอบด้วยระบบไฟฟ้า

ในการให้บริการและการสนับสนุน วิศวกรไฟฟ้าตอนนี้ไม่ต้องเดินทางไปยังไซต์ของลูกค้า บริการช่างเทคนิคก็สามารถปรับเปลี่ยนหรือแก้ปัญหาได้จากระยะไกลด้วยแล็ปท็อป และมาตรฐานที่เรียบง่ายทำให้เครื่องมีคุณภาพสูงขึ้นและลดลงค่าใช้จ่ายในการรับประกันลง

ตอนนี้ Axon มีฐานรหัส PackML ที่โตขึ้นจึงสามารถผลิตเครื่องใหม่ได้ภายในหนึ่งสัปดาห์ เวลานี้รวมถึงการโปรแกรม PLC และ HMI ที่พัฒนาขึ้นอย่างเต็มที่ จะพบข้อบกพร่องน้อยมาก เนื่องจากรูปแบบที่ใช้ซ้ำส่วนใหญ่ได้รับการทดสอบและแก้ไขปัญหาไว้ก่อนหน้านี้ เครื่องใหม่ที่สร้างขึ้นอาจใช้เวลาประมาณ 4-5 สัปดาห์ในการพัฒนาและทดสอบ

เนื่องจากเครื่อง Axon มีแบบแยกส่วน จึงสามารถเปิดและปิดคุณลักษณะพิเศษได้ จะช่วยให้พวกเขาสามารถสร้างเครื่องที่มีคุณสมบัติพื้นฐานได้ จากนั้นเมื่อเครื่องถูกขาย Axon สามารถแนะนำคุณสมบัติเพิ่มเติมเป็นโมดูลและสามารถใช้งานซอฟต์แวร์ได้ มีผลให้ Axon ได้เห็นเวลาในการปรับ ปรุงลดลงเป็นระยะ 4 สัปดาห์

Axon เกิดการสนับสนุนหลังการขายได้ง่ายขึ้น เนื่องจากโปรแกรมต่าง ๆมีคุณภาพและเหมือนกัน รูปแบบของ PackML ได้ช่วย Axon ให้ออกแบบ HMI ทั่วไป นี้หมายถึงความสอดคล้องกันระหว่างโมเดลมากขึ้น เครื่องจักรทั้งหมดมีลักษณะเหมือนกันและมีการติดตั้งแบบเดียวกัน ช่างบริการไม่ต้องกังวลกับทุกเครื่องที่แตกต่างกัน ซึ่งช่วยลดการฝึกอบรมและสนับสนุน

ภายในทีมวิศวกรของ Axon ชอบใช้ PackML เนื่องจากมีการบังคับใช้มาตรฐานการเขียนโปรแกรโปรแกรมเมอร์ต่างทำงานร่วมกันบนกฎเดียวกัน แทนที่จะโปรแกรมตามความคิดตัวเองในการทำงานพื้นฐานของเครื่องจักร

Axon ได้พัฒนาเครื่องทั้งหมดของพวกเขาให้เป็นไปตามมาตรฐาน PackML แม้ว่าจะไม่ได้รับการร้องขอจากลูกค้า สำหรับลูกค้าผู้ใช้งานที่รู้ประโยชน์ของ PackML และต้องการมัน Axon รู้สึกประสบความสำเร็จกับ PackML ทำให้พวกเขาได้เปรียบในการแข่งขัน ลูกค้าที่ไม่ชอบ PackML โดยปกติจะตระหนักถึงประโยชน์ที่จะได้รับเมื่อพวกเขามีประสบการณ์มากขึ้นด้วย

จุดเริ่มต้นที่ดีคือการเริ่มต้นจากสิ่งที่พบบ่อยในหลายๆ เครื่องจักรและเข้าใจวิธีการทำงานของโค้ดและวิธีการถ่ายโอนข้อมูลจากเครื่องหนึ่งไปยังเครื่องหนึ่ง ทำให้ทีมงานของคุณและคนอื่น ๆ ในองค์กรของคุณรู้สึกตื่นเต้นเกี่ยวกับการผลักดันไปข้างหน้า ประโยชน์ที่แท้จริงของ PackML คือความสามารถในการนำโมดูลมาใช้ใหม่ PackML เป็นตัวช่วยให้วิศวกรระบุความคล้ายคลึงกันระหว่างเครื่องจักรและเพิ่มโค้ดนำมาใช้ใหม่ในทุกเครื่อง เมื่อเวลาผ่านไปฐานรหัสจะเติบโตขึ้นและทำให้การผลิตเครื่องที่สองไม่จำเป็นต้องทำอีกครั้ง

2.4 SIMATIC IOT 2040

2.4.1 แนวคิดของ SIMATIC IOT 2040 (SIMATIC IOT 2040 Concept)

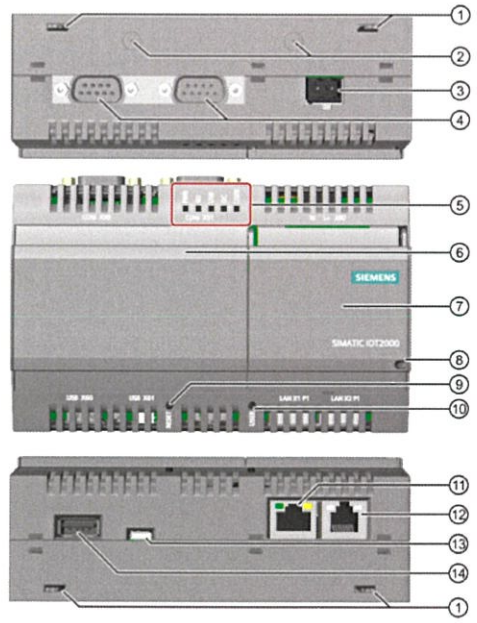
ผลิตภัณฑ์ SIMATIC IOT นำเสนอโซลูชันที่มีประสิทธิภาพมีขนาดกะทัดรัดและยืดหยุ่นที่สามารถเขียนโปรแกรมด้วย Arduino, node.js หรือ python เหมาะสำหรับ developer ที่ต้องการความยืดหยุ่นของระบบมากขึ้น

SIMATIC IOT 2040 เป็น Open industrial IOT gateway ที่สนับสนุนเมเกอร์ และนักพัฒนารุ่นใหม่ที่ต้องการเข้าใจ IIoT (Industrial internet of things) โดยขยายจาก protype พัฒนาด้วย opensource จากบอร์ดอย่าง Arduino, Intel Galileo หรือ Raspberry PI เพื่อนำไปสู่การใช้งานจริง

IOT2040 ไม่ใช่ PLC (Programable Logic controller) แต่เป็นสมองของทุกๆ IOT application เช่น เก็บข้อมูลจาก PLC หรือเซนเซอร์จากจุดไหนก็ได้ในโลก โดยต่อฮาร์ดแวร์เพิ่มเป็น Arduino shield ได้

SIMATIC IOT2040

- Intel Quark X1020 processor
- 1 GB RAM
- 2 x Ethernet interfaces
- 2 x RS232/422/485 interface
- Battery-buffered real-time clock



① Openings for push-in lugs for wall mounting
② Markings for the installation of antennae
③ Power supply connector
④ COM interfaces (RS232/422/485)
⑤ LED display, see section "Motherboard (Page 49)"
⑥ Cover on left
⑦ Cover on right
⑧ Securing device
⑨ RESET button for the CPU
⑩ USER button, programmable
⑪ Ethernet interface 10/100 Mbps
⑫ Ethernet interface 10/100 Mbps, prepared for PoE
⑬ USB Type Micro B
⑭ USB Type A

รูปที่ 2.32 รูปแสดง interfaces ของ SIMATIC IOT2040

บทที่ 3

วิธีการทำคู่มือประกอบการอธิบายการใช้งานฟังก์ชัน

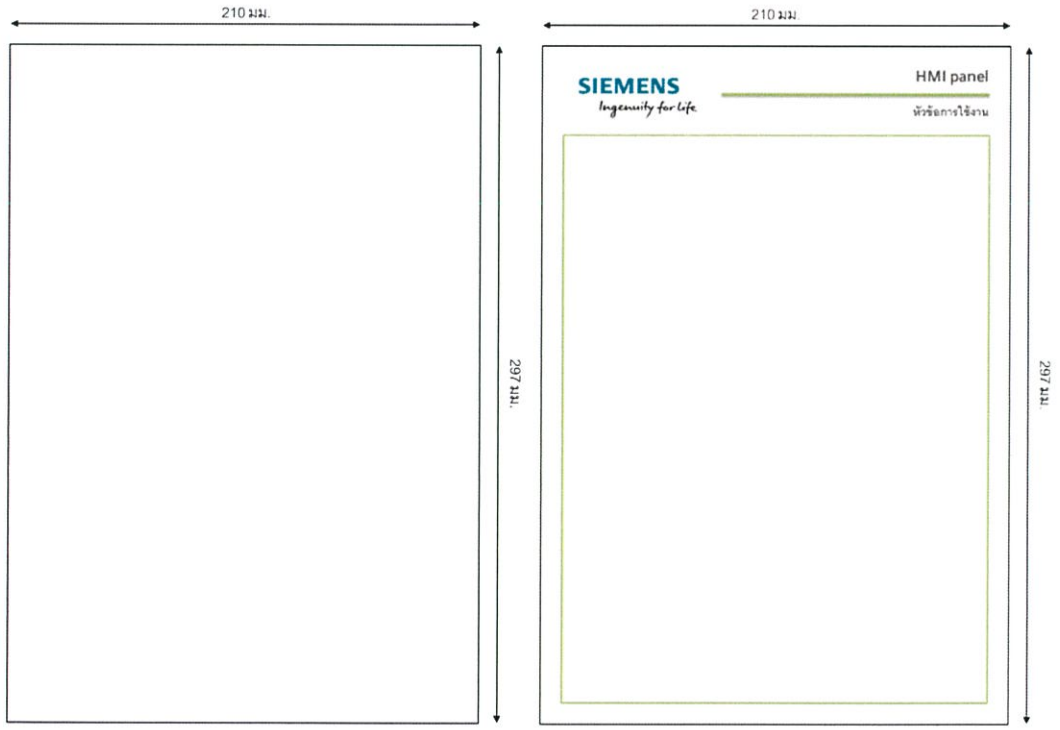
3.1 เคล็ดลับการใช้งาน (Tips and Trick)

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการทำเอกสารที่เป็นเคล็ดลับการใช้งานในส่วนของการใช้งานหน้าจอ HMI Panel เพื่อให้สามารถใช้งานในส่วนเพิ่มเติมได้ง่ายขึ้น ซึ่งเป็นเอกสารสั้นๆความยาว 1-2 หน้ากระดาษ A4 เช่น

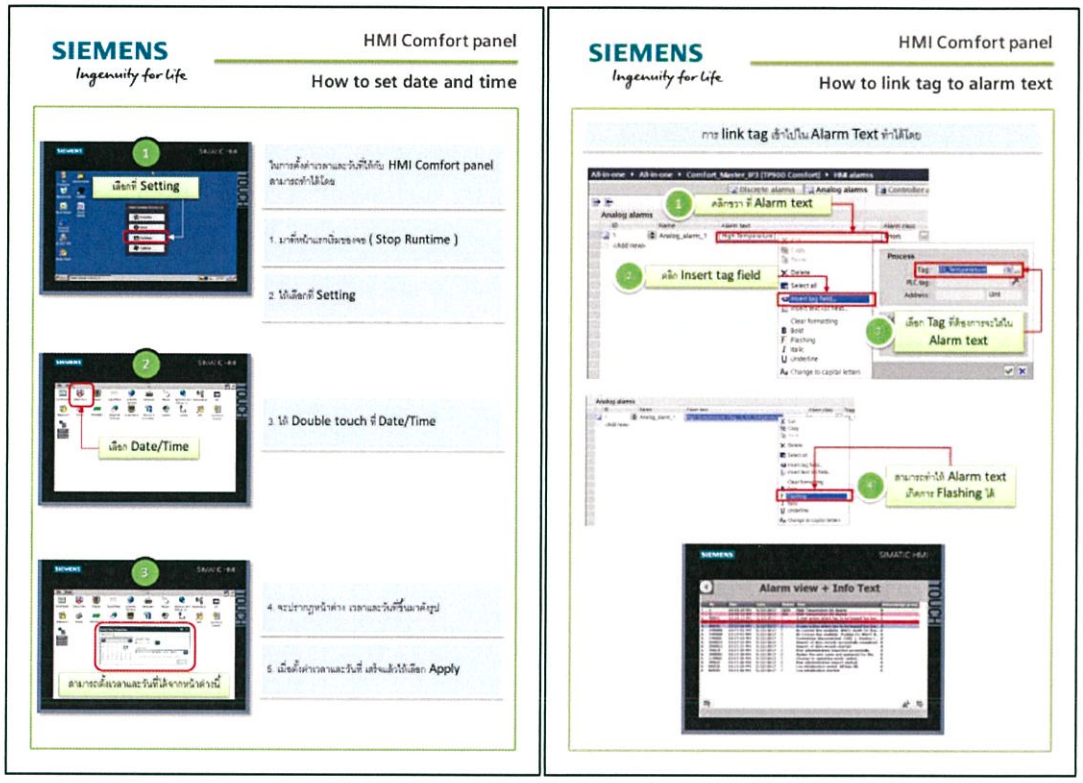
- การตั้งค่าเวลาและวันที่บนหน้าจอ HMI Panel
- การตั้งค่ารหัสผ่านสำหรับการใช้งานฟังก์ชัน Smart server
- การเพิ่ม HMI tag เข้าไปในข้อความ Alarm
- การปรับขนาดของหน้าจอ

3.1.1 ออกแบบรูปแบบมาตรฐานที่ใช้กับชิ้นงาน

ชิ้นงานมีขนาดเท่ากับหน้ากระดาษ A4 (210x297 มม.) และมีพื้นหลังดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขนาดและรูปแบบพื้นหลังของชิ้นงาน



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการนำไปใช้

3.2 คู่มือการใช้งานฉบับย่อ (Quick Engineering Guide)

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการทำเอกสารประกอบการใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆ บนหน้าจอ HMI Comfort Panel ในรูปแบบภาษาไทยเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและประหยัดเวลาจากการอ่านคู่มือฉบับภาษาต่างประเทศ

3.2.1 ออกแบบลักษณะเอกสาร

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงสัญลักษณ์และคำอธิบาย

ลำดับ	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
1		1.ลำดับขั้นตอน ใช้วงกลมสีส้มแบบเน้น 2.ขนาดความสูง 1.13 ซม. ความกว้าง 1.19 ซม. 3.ตัวอักษรแบบ Arial ขนาด 18 pt. สีดำ
2		1.เป็นข้อความอธิบายลำดับขั้นตอน ใช้สี่เหลี่ยมแบบละเอียดสีน้ำเงิน เส้นกรอบรูปสีแดง 2.ขนาดความสูง 1.2 ซม. ความกว้างไม่กำหนด 3.ตัวอักษรแบบ Arial ขนาด 14 pt. สีดำ 4.ความหนาเส้น ¾ pt

3		1.กรอบรูปแสดงลำดับขั้นตอน ใช้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มุมมน เส้นกรอบรูปสีแดง 2.ขนาดความสูงและความกว้างไม่กำหนด 3.ความหนาเส้น 1½ pt
4		1.เส้นบอกการเคลื่อนที่จากขั้นตอนหนึ่งไปอีกขั้นตอนหนึ่ง 2.ใช้ตัวเชื่อมต่อ ลูกศรโค้ง สีแดง 3.ความหนาเส้น 1½ pt
5		1.ใช้ประกอบคำอธิบายโดยรวมของขั้นตอนนั้น 2.ใช้กรอบสี่เหลี่ยม สีฟ้าน้ำแข็ง 3.ขนาดความสูงและความกว้างไม่กำหนด 4.ความหนาเส้น 1½ pt

3.2.2 ขั้นตอนการตั้งค่า และเขียนโปรแกรมทดสอบการใช้งาน

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการตั้งค่าและการเขียนโปรแกรมทดสอบการใช้งาน โดยมีฟังก์ชันดังต่อไปนี้

3.2.2.1 Faceplate with UDT

3.2.2.2 GMP

3.2.2.3 OPC UA Server

3.2.2.4 Send E-mail

3.2.2.5 Smart Server และ Smart Client

3.2.2.6 PDF View

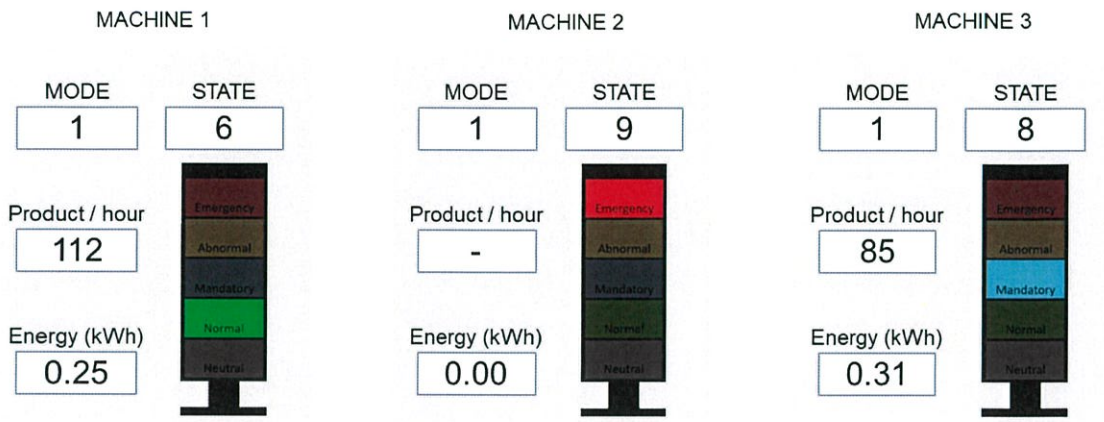
3.2.2.7 Media Player

3.2.2.8 SIMATIC IOT2040 Setting up

3.2.2.9 SIMATIC IOT2040 with S7-1200

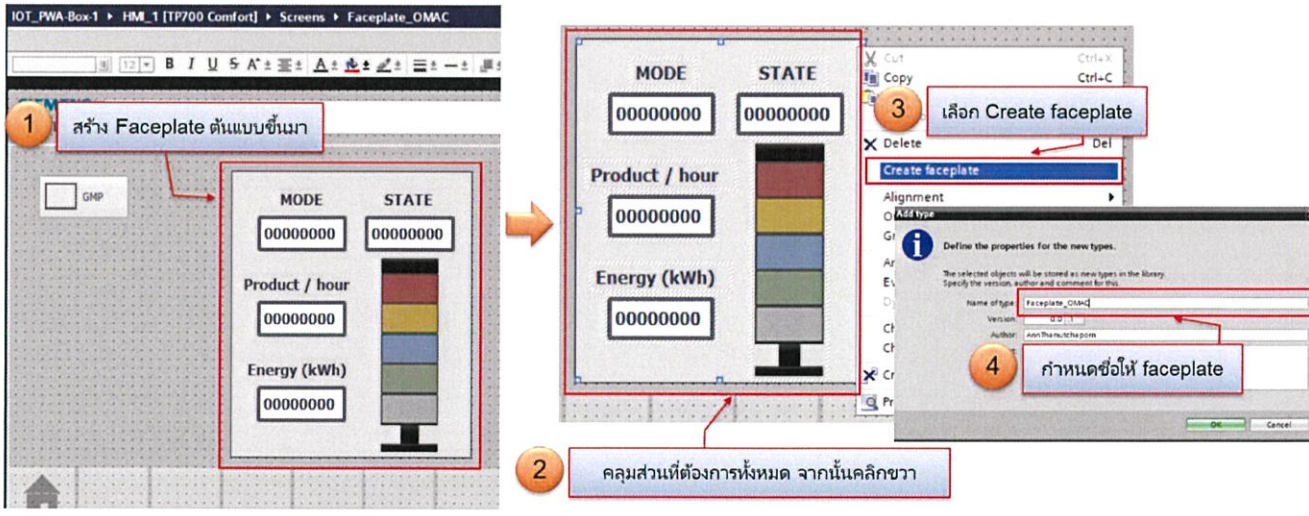
3.2.2.1 Faceplate with UDT

Faceplate เป็นการสร้าง Graphic User Interface มาตรฐานขึ้นมาเพื่อใช้งานกับข้อมูลที่เหมือนกันหลายๆชุด ในการ monitor หรือ control ข้อดีคือ ช่วยประหยัดเวลาในการ Engineering และเป็นมาตรฐานเดียวกัน



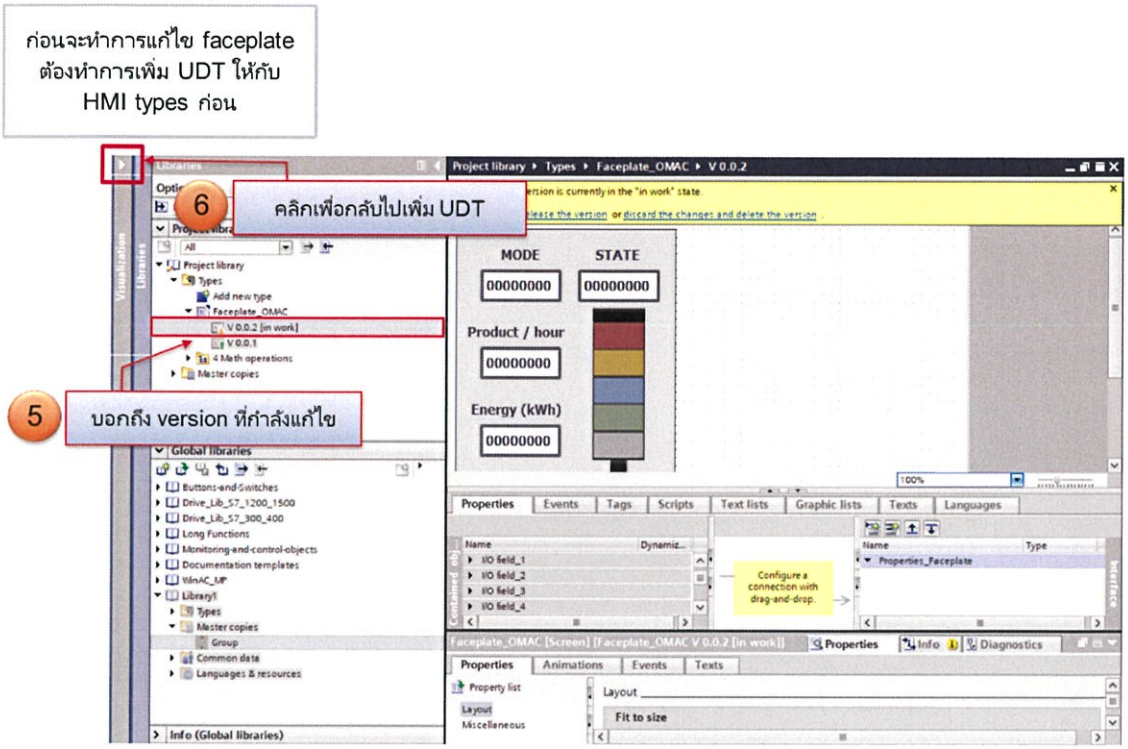
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการใช้ Faceplate

โดยในการตั้งค่าและเขียนโปรแกรมทดสอบการใช้งานสามารถทำได้ดังนี้



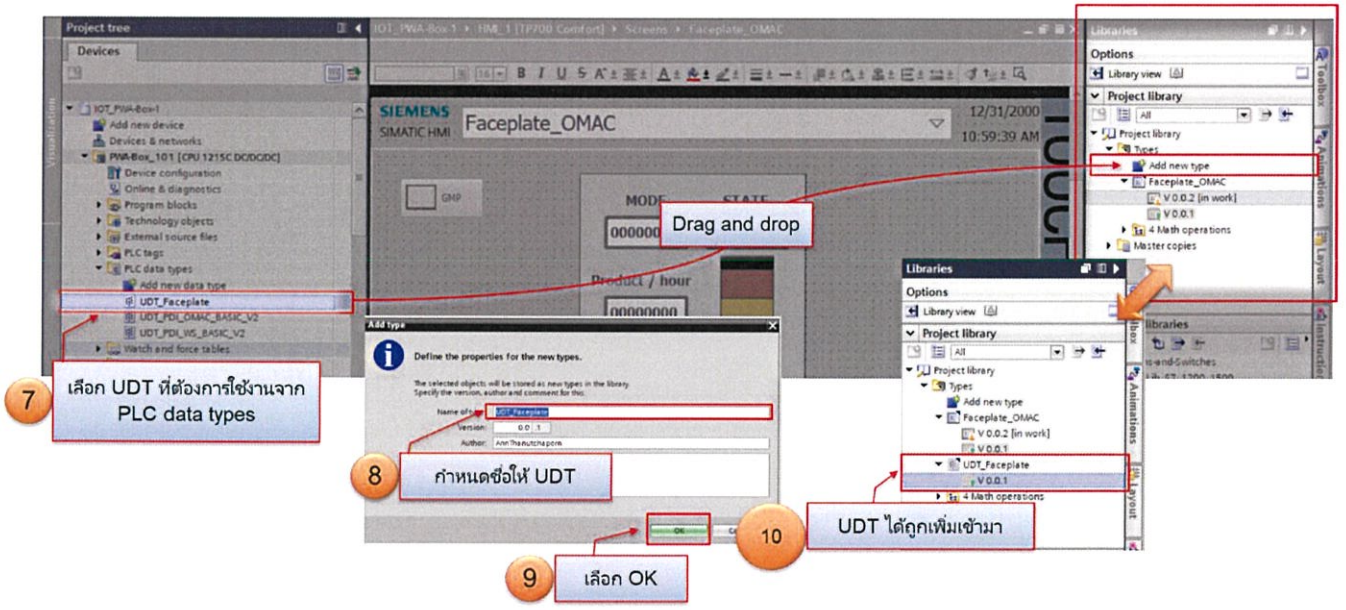
รูปที่ 3.4 การสร้าง Faceplate

1. สร้างหน้า Faceplate ต้นแบบขึ้นมา
2. ลากคลุมส่วนที่ต้องการสร้างเป็น Faceplate > คลิกขวา
3. เลือก Create faceplate จากนั้นจะมีหน้าต่างขึ้นมา
4. กำหนดชื่อให้ Faceplate จากนั้นคลิก OK



รูปที่ 3.5 หน้าต่าง Faceplate

5. สัญลักษณ์ V 0.0.2 [in work] บ่งบอกถึง version ที่กำลังถูกแก้ไข
6. คลิกที่ ▷ เพื่อกลับไปเพิ่ม UDT ให้กับ HMI types

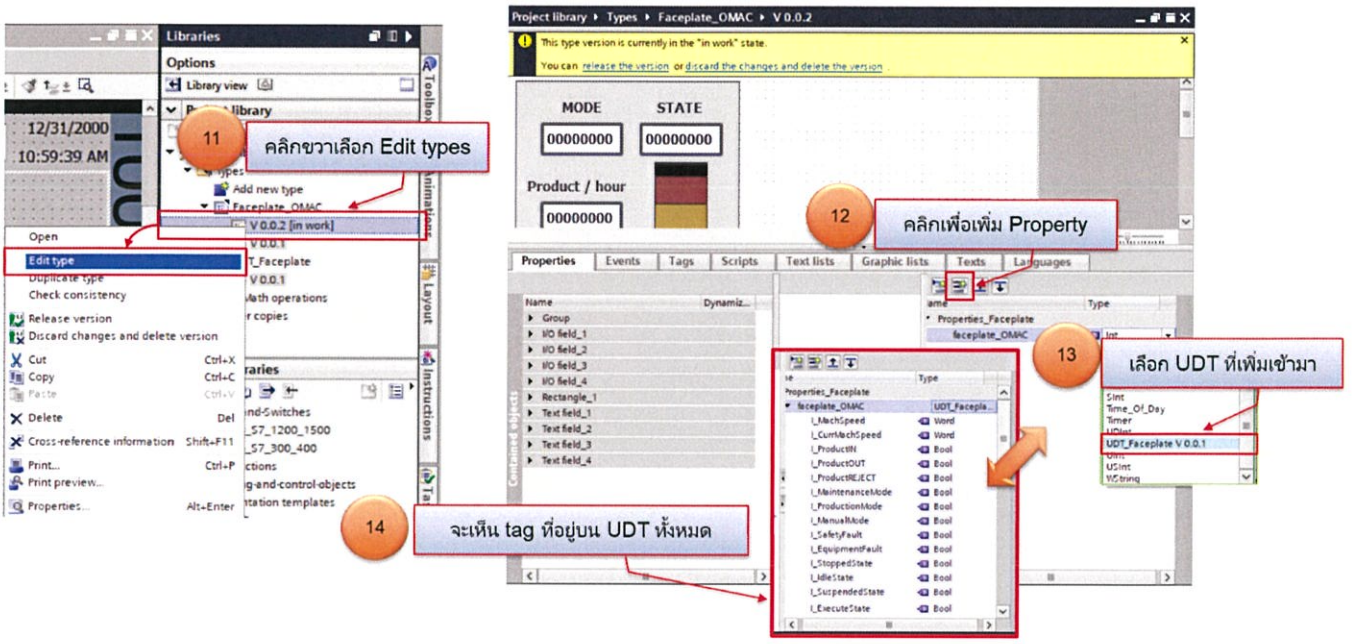


รูปที่ 3.6 การเพิ่ม UDT ให้กับ HMI types

7. ทำการเลือก UDT ที่ต้องการใช้งานจาก PLC data types จากนั้นลากแล้ววางที่ Project library ทางด้านขวา ดังรูปที่ 3.6 ขั้นตอนที่ 7
8. กำหนดชื่อให้ UDT

9. จากนั้นคลิก OK

10. จะพบว่ามี UDT ได้ถูกเพิ่มเข้ามา



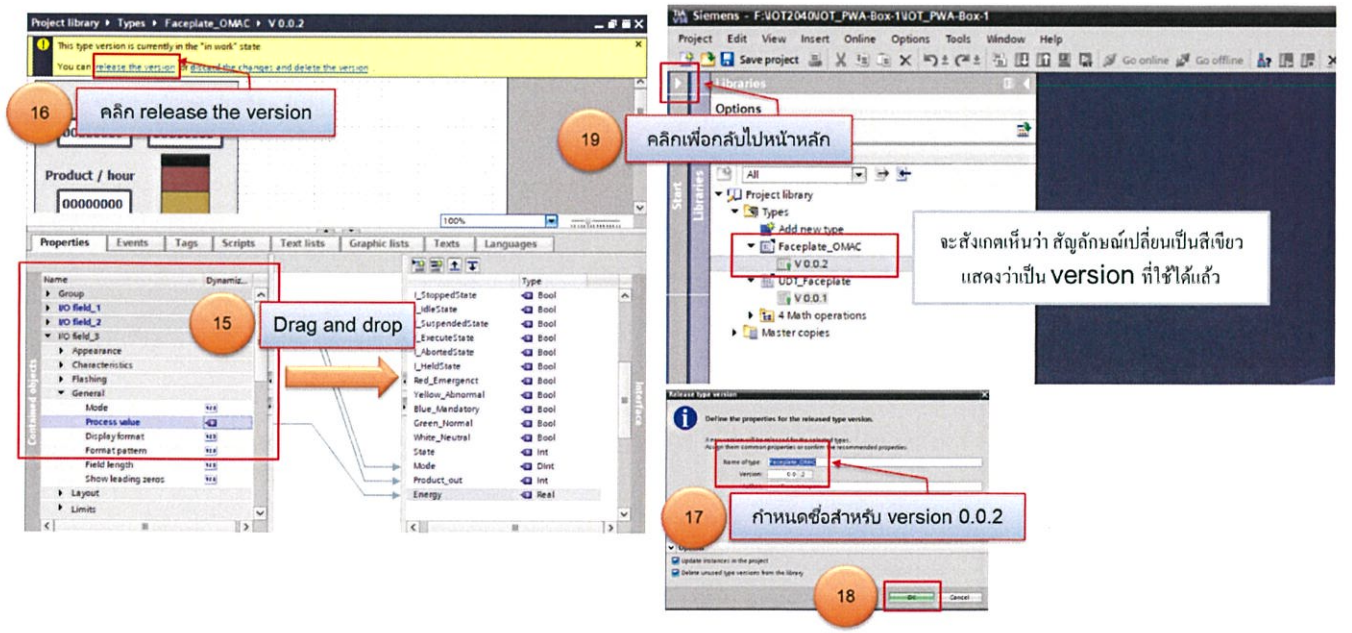
รูปที่ 3.7 การแก้ไข Faceplate

11. คลิกขวาที่ Faceplate ที่ต้องการแก้ไข > เลือก Edit type

12. คลิกเพื่อเพิ่ม Property ดังรูปที่ 3.7 ขั้นตอนที่ 12

13. ทำการเลือก UDT ที่ได้เพิ่มเข้ามา

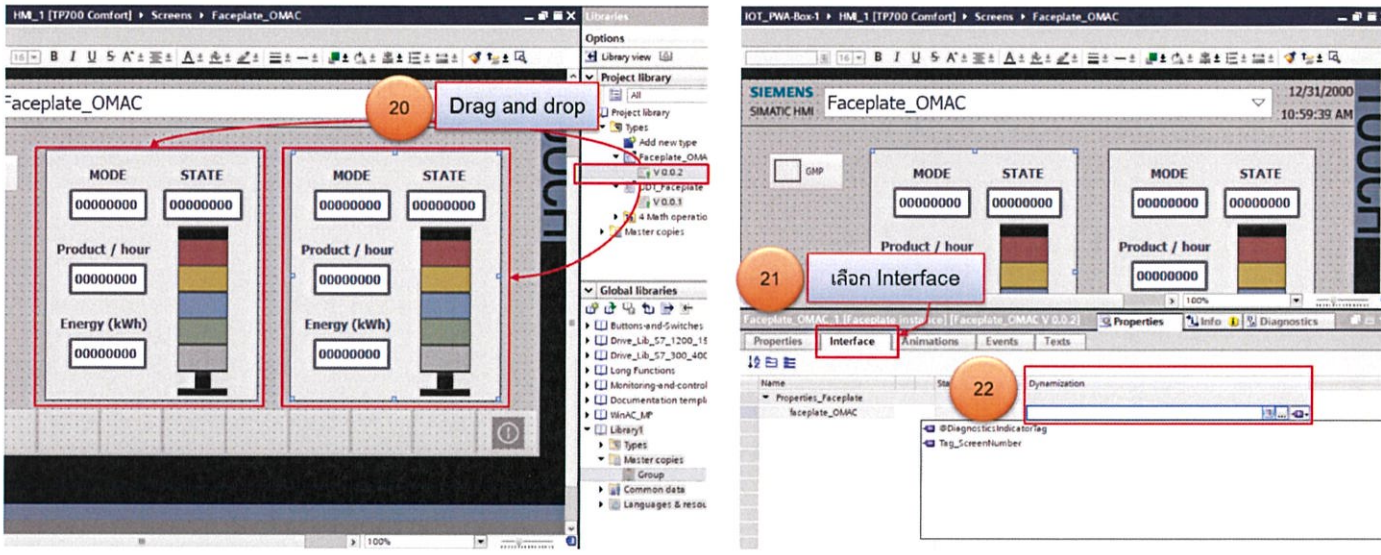
14. จะปรากฏ tag ที่อยู่บน UDT ทั้งหมด



รูปที่ 3.8 การตั้งค่า Faceplate

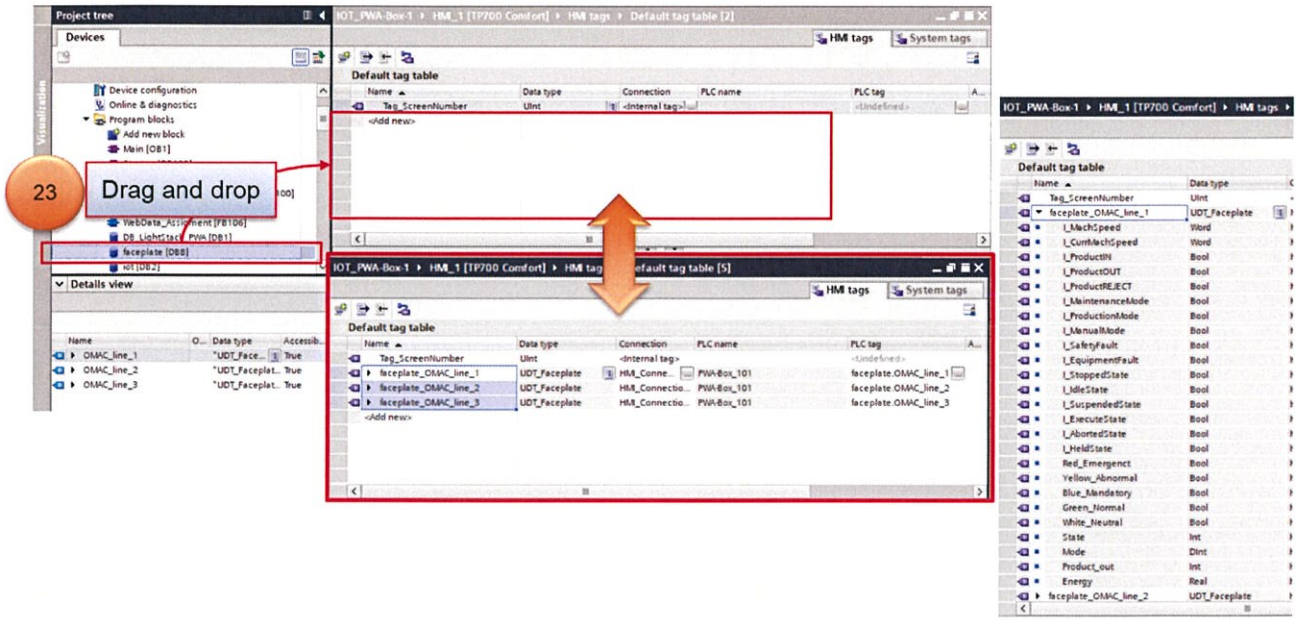
15. ทำการตั้งค่า property โดยการลากแล้ววางค่า process value ของแต่ละ object ไปยัง UDT tag ที่ต้องการ
16. จากนั้นคลิก release the versions เพื่อเป็นการแสดงว่าแก้ไขเสร็จสิ้น
17. กำหนดชื่อ Faceplate สำหรับ version ใหม่
18. คลิก OK จะพบว่า สัญลักษณ์ด้านหน้า versions จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวแสดงว่าเป็น versions ที่ใช้งานได้แล้ว

19. คลิกที่ ▷ เพื่อกลับไปหน้าหลัก



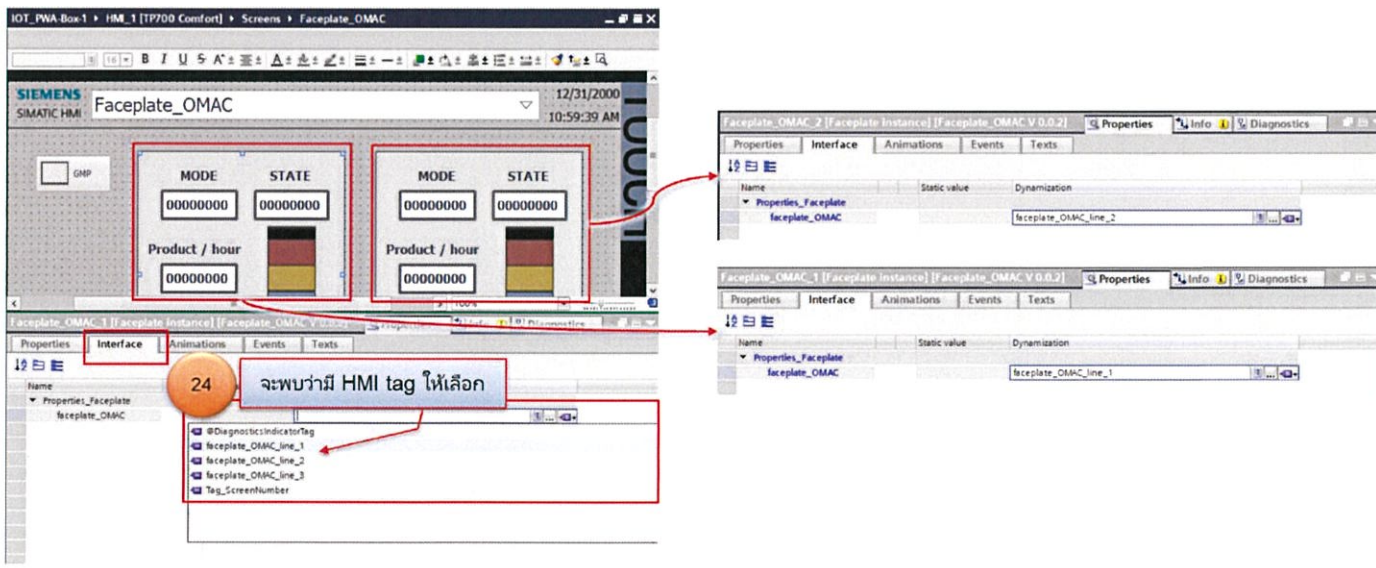
รูปที่ 3.9 การใช้งาน Faceplate

20. ในการใช้งาน Faceplate สามารถลากแล้ววางที่หน้าต่างหน้าจอได้เลย ดังรูปที่ 3.9
21. จากนั้นทำการคลิก Faceplate ที่ต้องการตั้งค่าก่อน > เลือก Properties > Interface
22. ให้เลือกที่ Dynamization > เลือกรูปแบบเป็น HMI tag แต่ในขั้นตอนนี้จะพบว่ายังไม่มี tag ให้เลือก จึงต้องทำการเพิ่ม tag ให้ HMI tag ก่อน



รูปที่ 3.10 การเพิ่ม HMI tag

23. ทำการเพิ่ม HMI tag โดยการเข้าไปใน Program block ของ PLC > เลือก data block ที่ใช้ UDT ที่สร้างไว้ > จากนั้นลากแล้ววางบนหน้าต่าง HMI tag ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.11 เชื่อมต่อ Faceplate กับ HMI tag

24. กลับมาที่หน้าจอใน Dynamization จะมี HMI tag ขึ้นมาให้เลือกได้แล้วดังรูปที่ 3.11

3.2.2.2 GMP (Good Manufacturing Practice)

บนหน้าจอ HMI Comfort Panel มีฟังก์ชันที่สอดคล้องกับมาตรฐาน GMP (21CFR11) ซึ่งเป็นมาตรฐานด้านอาหารและยา ซึ่งใน มาตราที่ 11.50 การลงลายมือชื่อ กำหนดไว้ว่า

(a) บันทึกอิเล็กทรอนิกส์ที่ลงนามต้องมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการลงนามดังกล่าวซึ่งระบุอย่างชัดเจนว่าสิ่งต่อไปนี้:

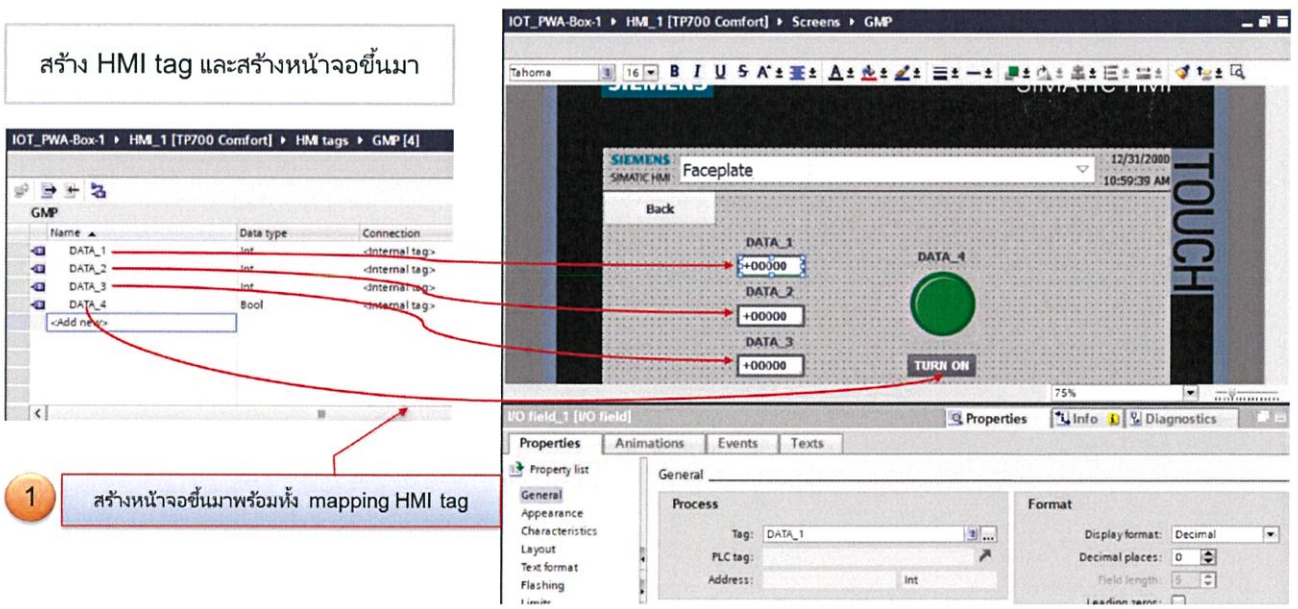
(1) ชื่อผู้ลงลายมือชื่อ

(2) วันที่และเวลาที่ทำการลงลายมือชื่อ

(3) ความหมาย (เช่น การทบทวนการอนุมัติ, ความรับผิดชอบ หรือการให้เหตุผล) ที่เกี่ยวข้องกับลายเซ็น

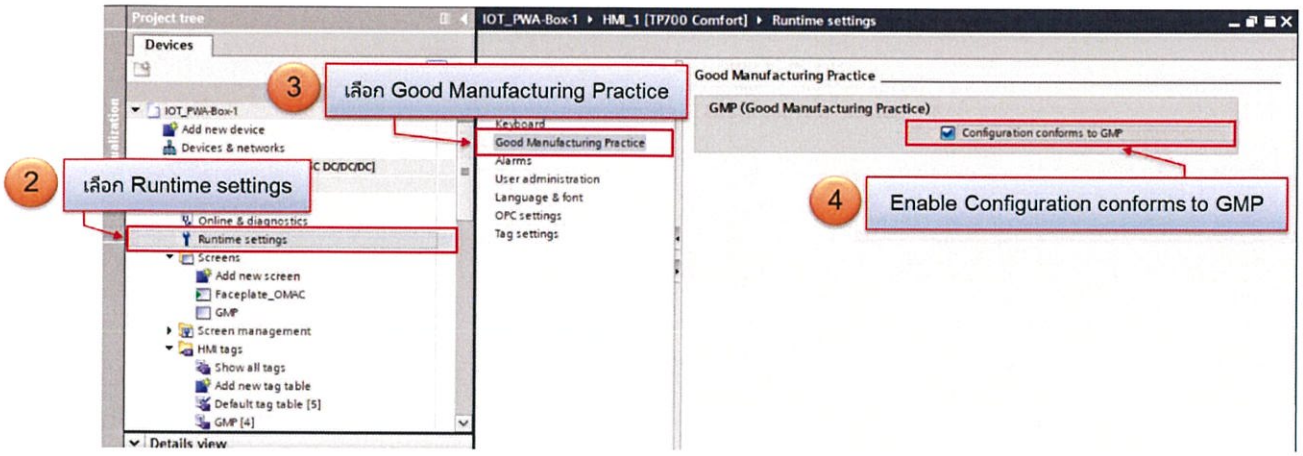
(b) รายการที่ระบุไว้ในวรรค (a) (1), (a) (2) และ (a) (3) ของหมวดนี้จะต้องมีการควบคุมเช่นเดียวกับบันทึกอิเล็กทรอนิกส์และจะรวมเป็นส่วนหนึ่งของรูปแบบใดก็ได้ที่มนุษย์สามารถอ่านได้จากบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ (เช่นการแสดงผลทางอิเล็กทรอนิกส์หรือการพิมพ์ออก)

การใช้ฟังก์ชัน GMP ให้สอดคล้องกับมาตรฐานสามารถทำได้ดังนี้



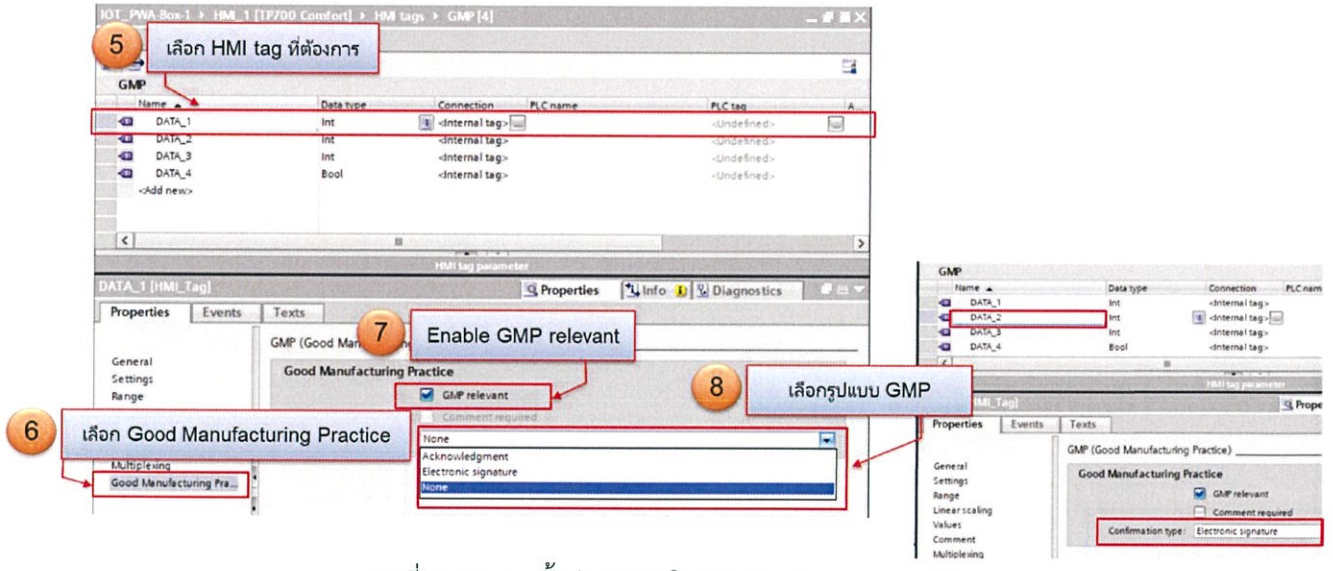
รูปที่ 3.12 การจำลองหน้าจอควบคุมสำหรับ GMP

1. สร้าง HMI tag และ หน้าจอขึ้นมาเพื่อจำลองการใช้งาน GMP



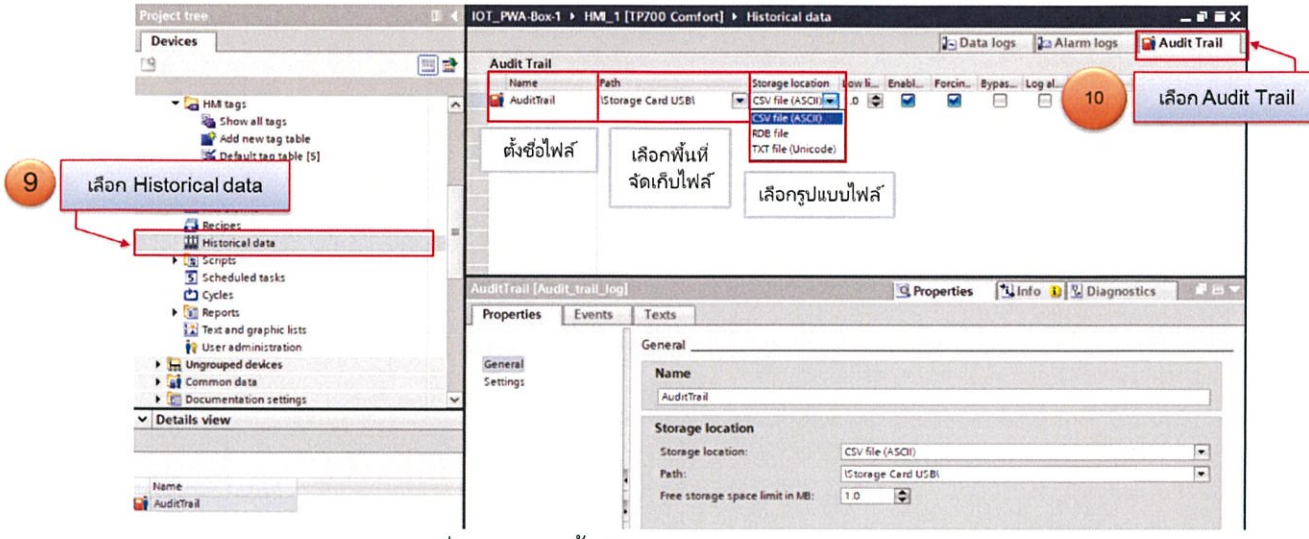
รูปที่ 3.13 การตั้งค่า GMP ใน Runtime settings

2. ดับเบิลคลิกที่ Runtime settings
3. คลิกที่ Good Manufacturing Practice
4. ทำเครื่องหมายถูกที่ Configuration conforms to GMP



รูปที่ 3.14 การตั้งค่า GMP ใน HMI tag

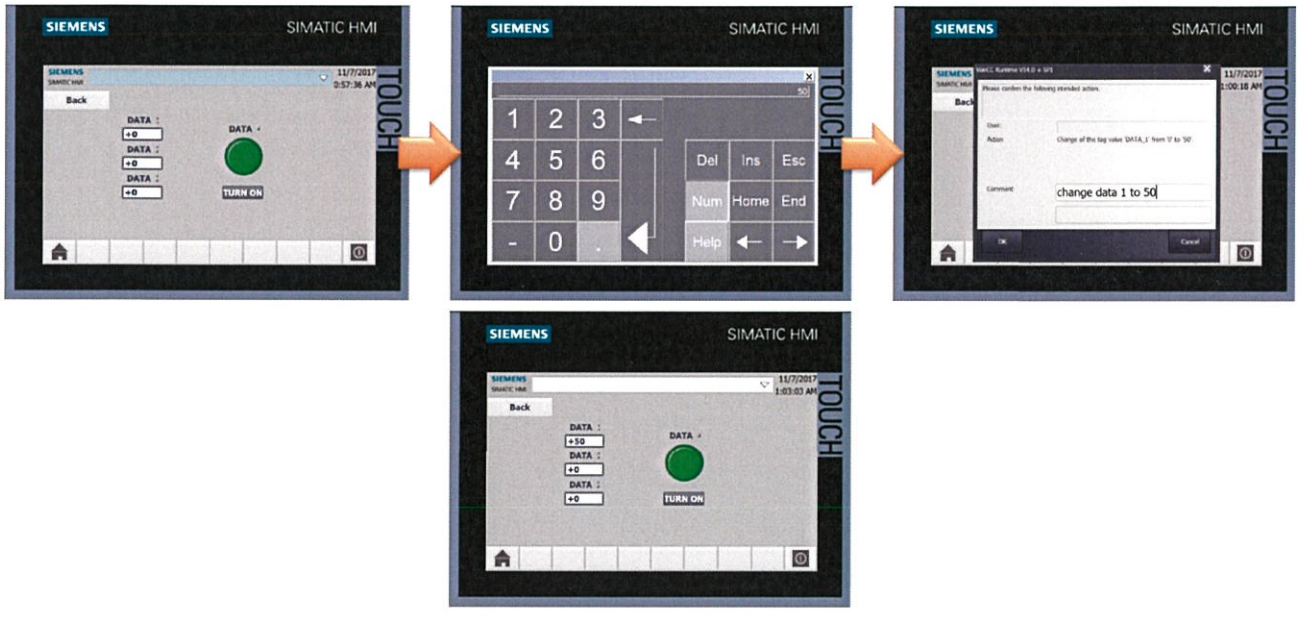
5. เปิดหน้าต่าง HMI tag ขึ้นมา > คลิก HMI tag ที่ต้องการตั้งให้เป็น GMP
6. เลือก Properties > Good Manufacturing Practice
7. ทำเครื่องหมายถูกที่ GMP relevant
8. เลือกรูปแบบ GMP



รูปที่ 3.15 การตั้งค่า Audit Trail

9. ดับเบิลคลิกที่ Historical data จะปรากฏหน้าต่างดังรูป 3.15

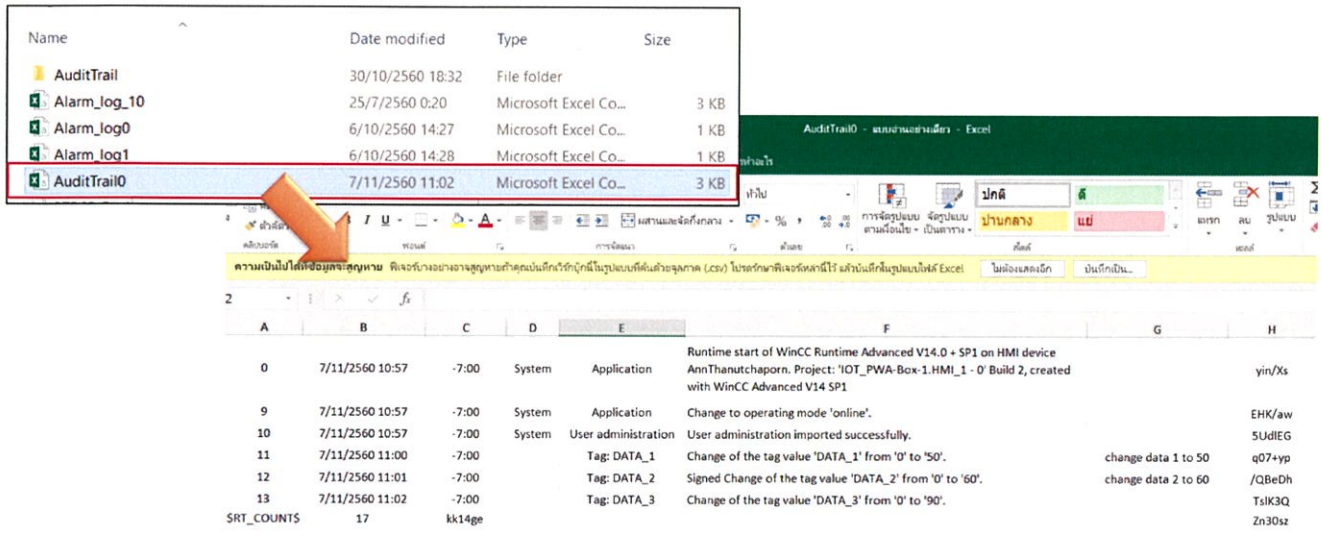
10. คลิกที่ Audit Trail จากนั้นกำหนดชื่อไฟล์, พื้นที่จัดเก็บ, รูปแบบไฟล์ ตามความต้องการ



รูปที่ 3.16 ทดสอบฟังก์ชัน GMP

11. ทำการทดสอบโปรแกรม โดยการลองเปลี่ยนค่า DATA_1 ในการเปลี่ยนแปลงค่าจะปรากฏหน้าต่างให้ใส่ข้อความ (เช่น การทบทวนการอนุมัติ, ความรับผิดชอบ หรือการให้เหตุผล) ซึ่งตรงตามที่มาตรฐาน GMP (21CFR11) กำหนด

12. การทำ GMP ทำให้ได้บันทึกอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด

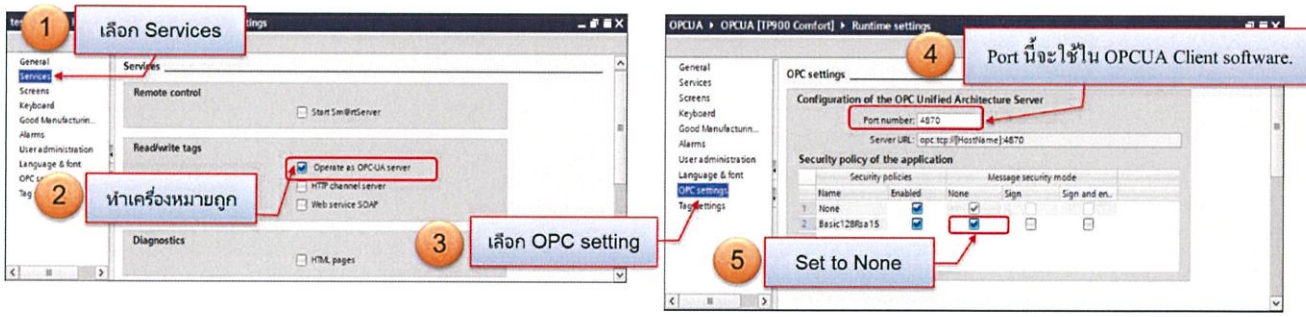


รูปที่ 3.17 บันทึกอิเล็กทรอนิกส์ด้วย Audit Trail

3.2.2.3 OPC UA server

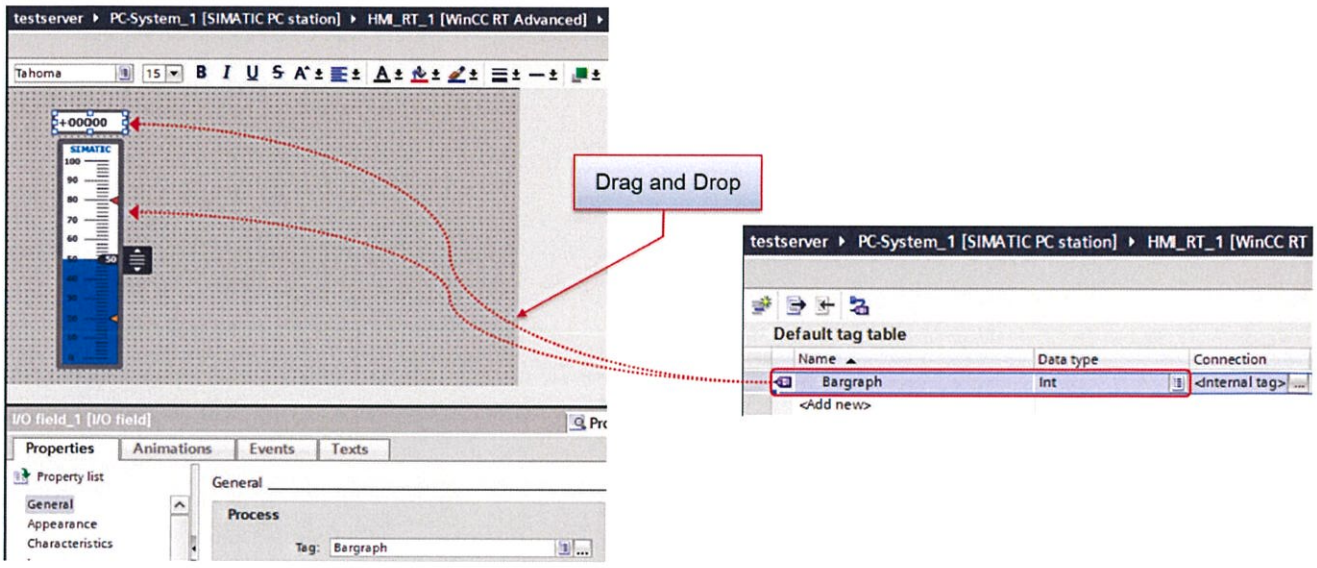
OPC เป็นมาตรฐานการทำงานร่วมกัน สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ปลอดภัยและเชื่อถือได้ในพื้นที่อุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เป็นรูปแบบที่เป็นอิสระและช่วยให้มั่นใจได้ถึงการไหลเวียนของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ

การใช้ฟังก์ชัน OPC UA server สามารถทำได้ดังนี้



รูปที่ 3.18 การตั้งค่า OPC UA server

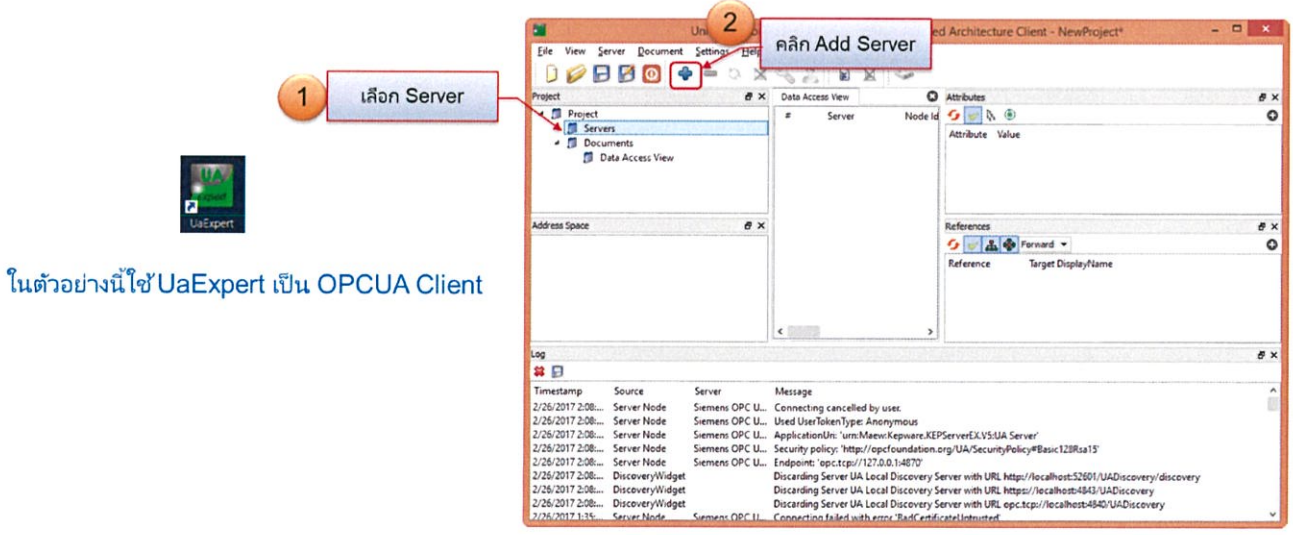
1. หลังจากทำการเพิ่มหน้าจอเข้ามาในโปรแกรมแล้ว ให้ดับเบิลคลิกที่ Runtime settings > คลิก Services
2. ทำเครื่องหมายถูกที่ Operate as OPC UA server
3. คลิกที่ OPC settings
4. จะสังเกตเห็นพอร์ทที่จะใช้ใน OPC UA client software
5. ในส่วนนี้จะเป็นการตั้งค่าความปลอดภัย



รูปที่ 3.19 การจำลองหน้าจอควบคุมสำหรับ OPC UA server

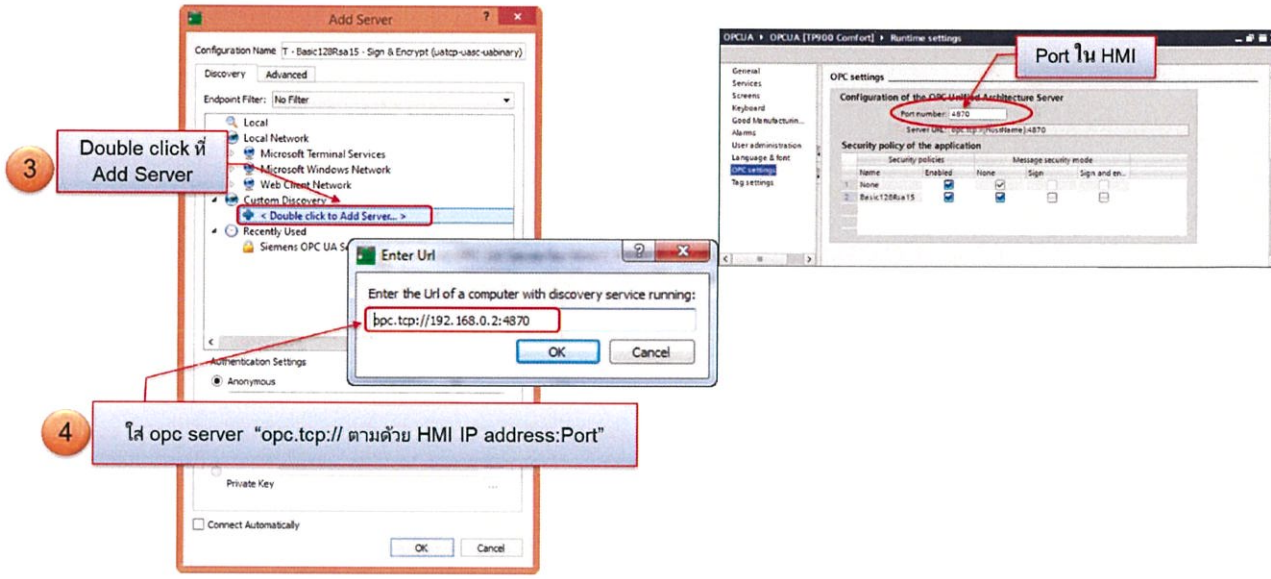
6. ทำการสร้างหน้าจอขึ้นมาเพื่อทดสอบการใช้งานฟังก์ชัน > download ลงไปที่หน้าจอ HMI Comfort panel
7. ในส่วนของทาง OPC UA server ได้ทำการตั้งค่าเสร็จเรียบร้อย ต่อไปจะเป็นการใช้ OPC UA client software มาทดสอบการใช้งาน

การใช้งาน OPC UA client software มาทดสอบสามารถทำได้ดังนี้



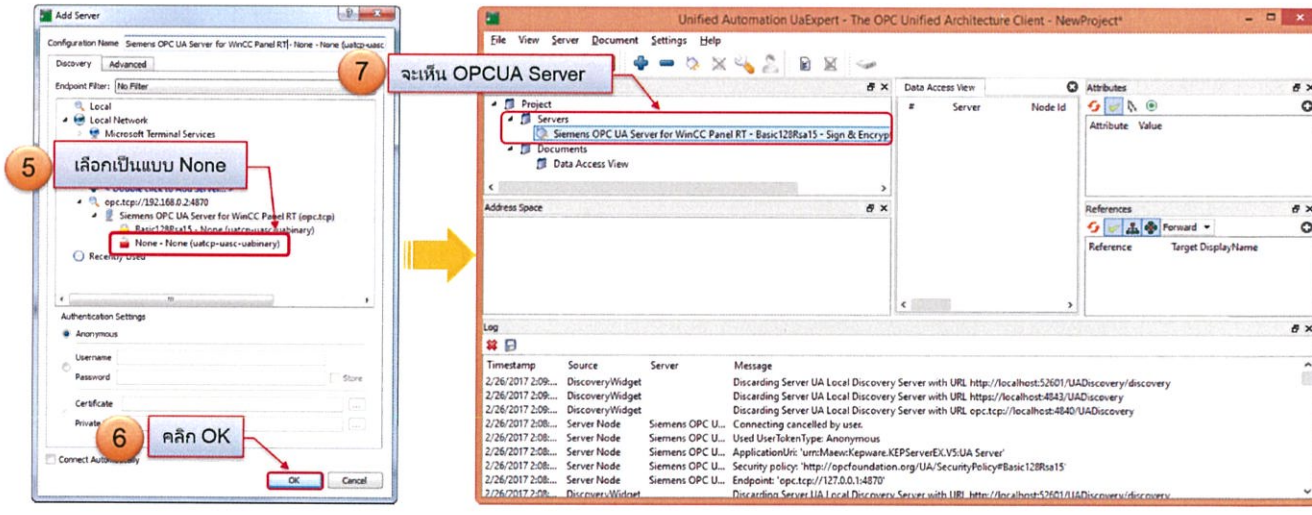
รูปที่ 3.20 OPC UA client software (โปรแกรม UaExpert)

1. เมื่อทำการติดตั้งโปรแกรม OPC UA client software (โปรแกรม UaExpert) เรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.20 ให้เลือกที่ server
2. คลิกที่เครื่องหมายบวกด้านบนดังรูปที่ 3.20 เพื่อเพิ่ม server



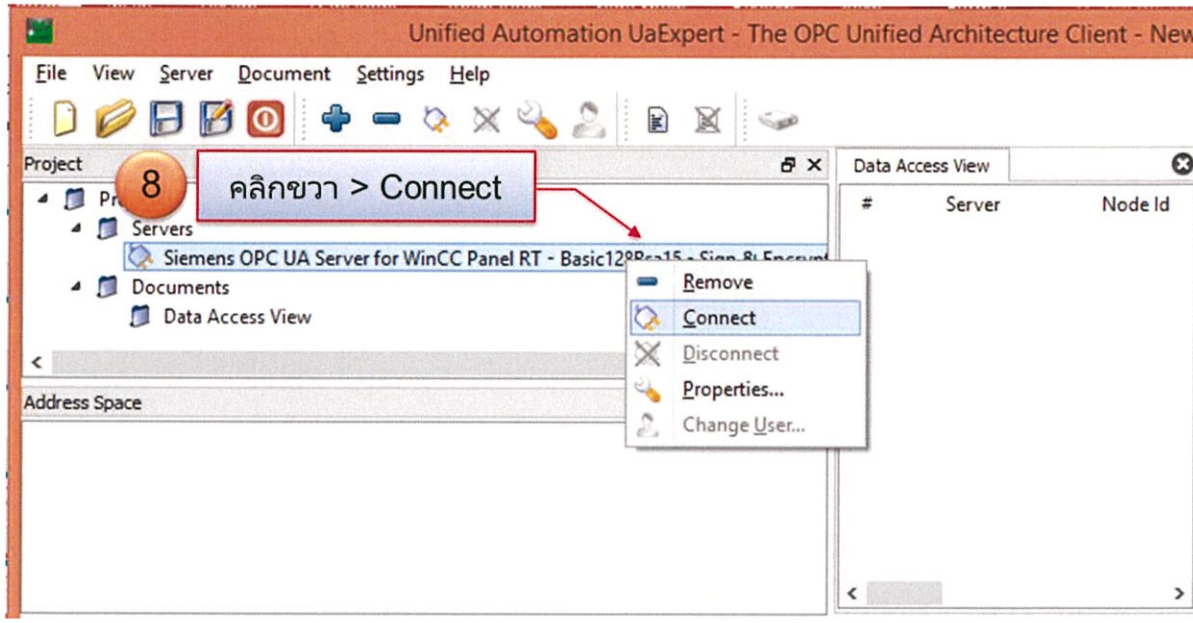
รูปที่ 3.21 การเพิ่ม server

3. ดับเบิลคลิกที่ < Double click to Add Server...> จะปรากฏหน้าต่างให้ป้อน Url
4. ป้อน OPC UA server "opc.tcp:// ตามด้วย HMI IP address:Port"



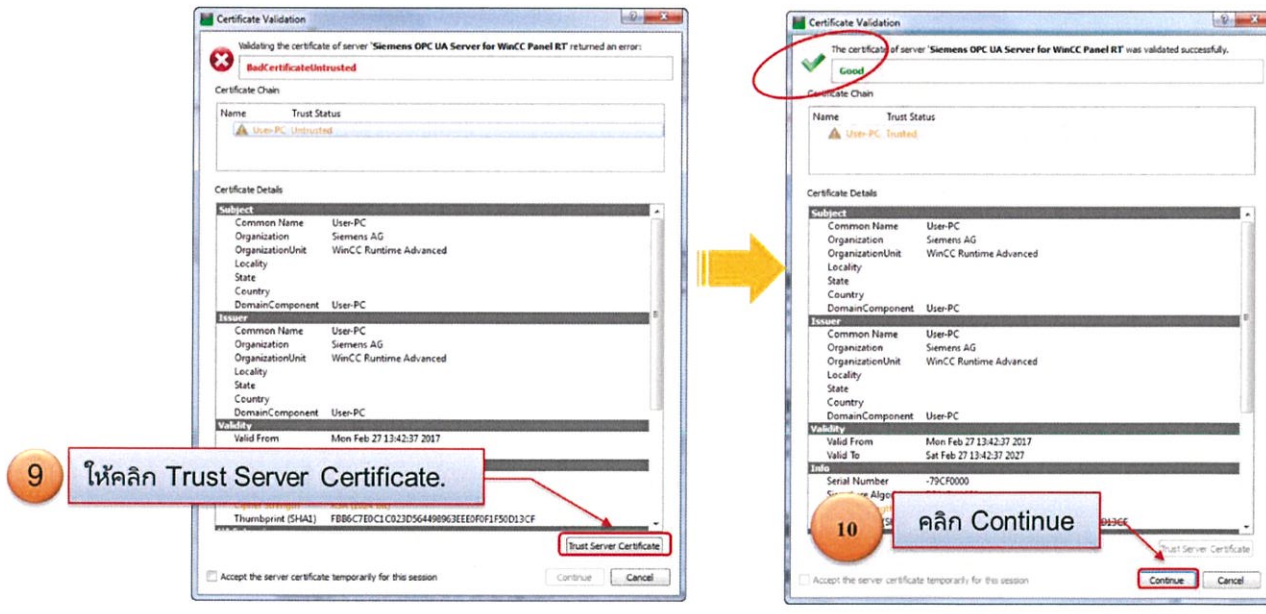
รูปที่ 3.22 เพิ่ม server เรียบร้อยร้อย

5. เมื่อเพิ่ม server เรียบร้อยแล้ว ให้เลือกระดับความปลอดภัยตามที่ได้ตั้งค่าไว้ในรูปที่ 3.18
6. จากนั้นคลิก OK
7. จะปรากฏ OPC UA server ดังรูปที่ 3.22



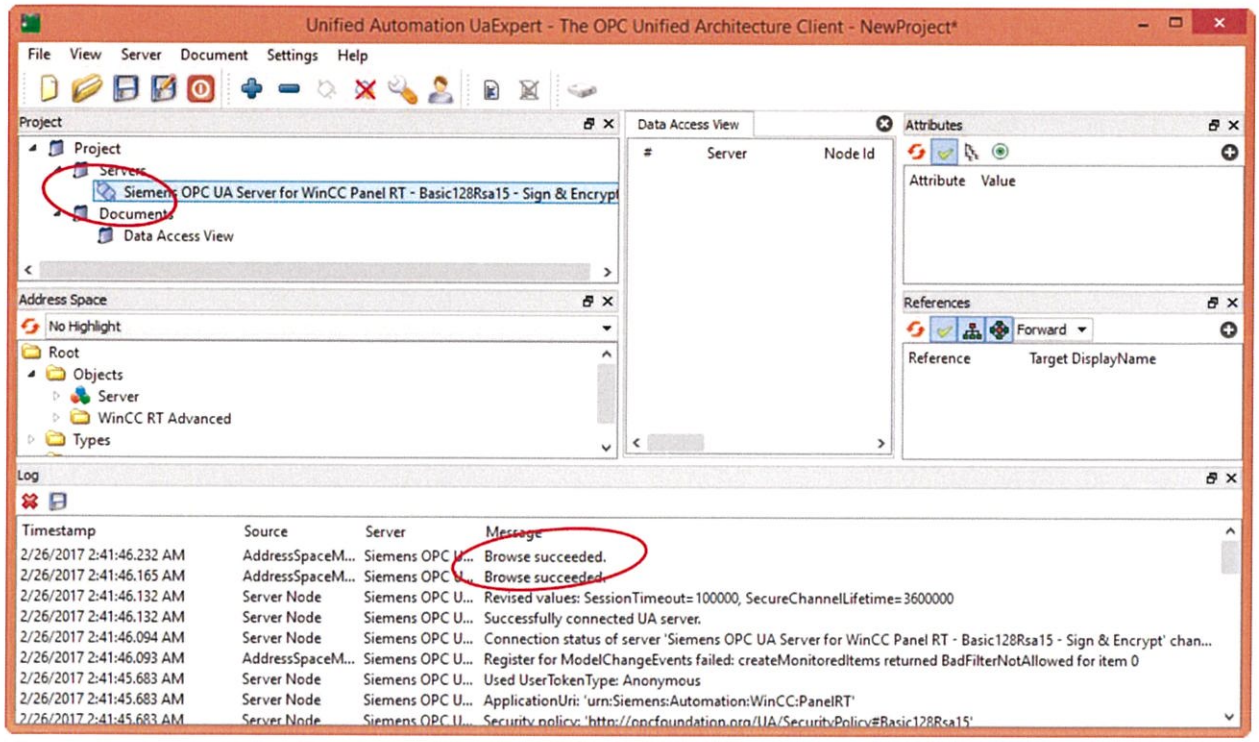
รูปที่ 3.23 การเชื่อมต่อกับ server

8. คลิกขวาที่ server > เลือก Connect



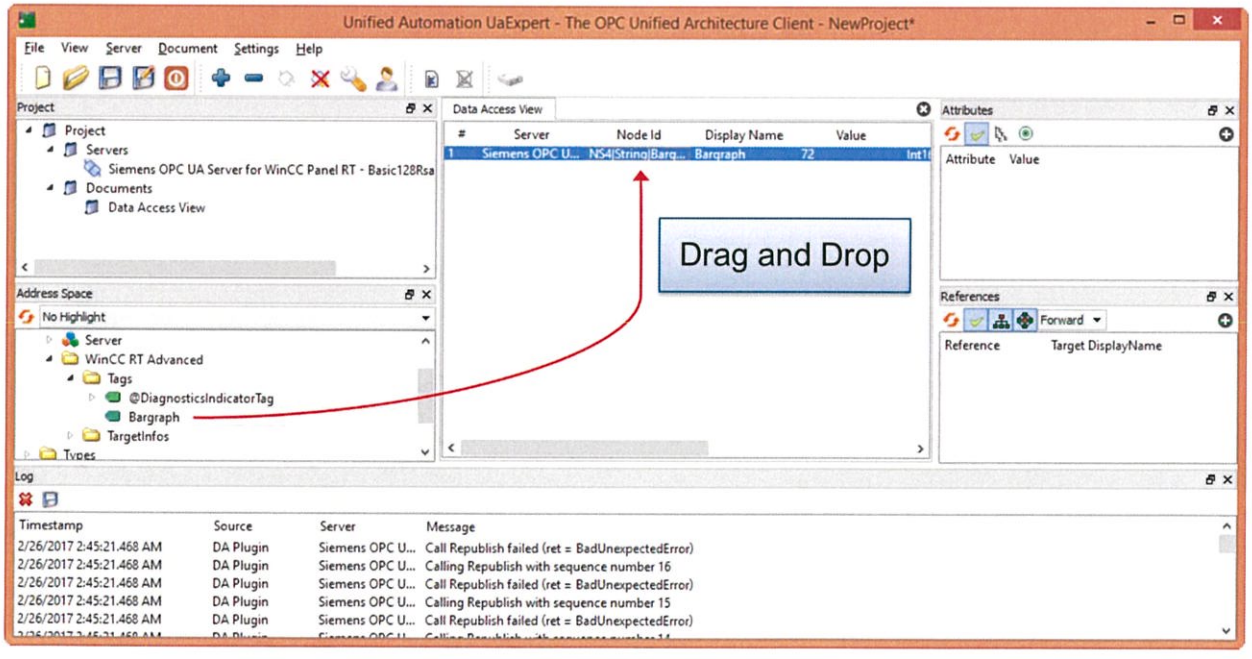
รูปที่ 3.24 การสร้างความเชื่อมั่นในครั้งแรกที่เชื่อมต่อ

9. ในการเชื่อมต่อครั้งแรก Client software จะถามเพื่อเชื่อมต่อกับ Siemens OPC UA Server ให้คลิก Trust Server Certificate
10. คลิก Continue



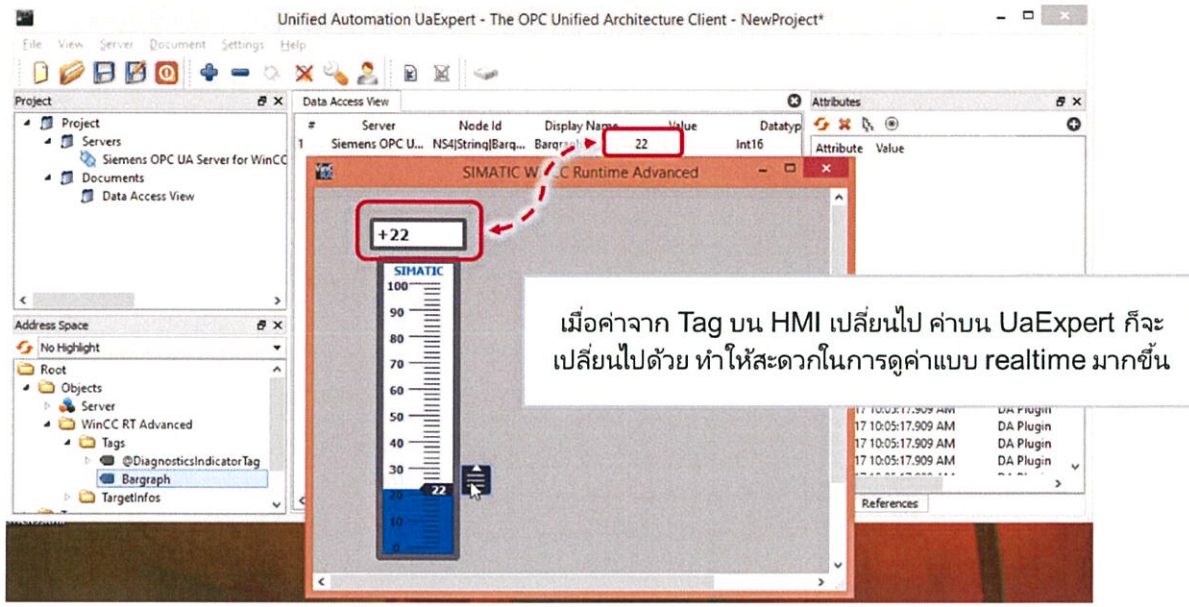
รูปที่ 3.25 การเชื่อมต่อสำเร็จ

11. เมื่อเชื่อมต่อสำเร็จจะปรากฏดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.26 การดูข้อมูลจาก HMI tag ผ่าน OPC UA server

12. หน้าต่าง Address Space จะปรากฏ tag ทั้งหมดที่อยู่บน HMI Comfort panel สามารถลากแล้ววาง tag ที่ต้องการมายังหน้าต่าง Data Access view ได้

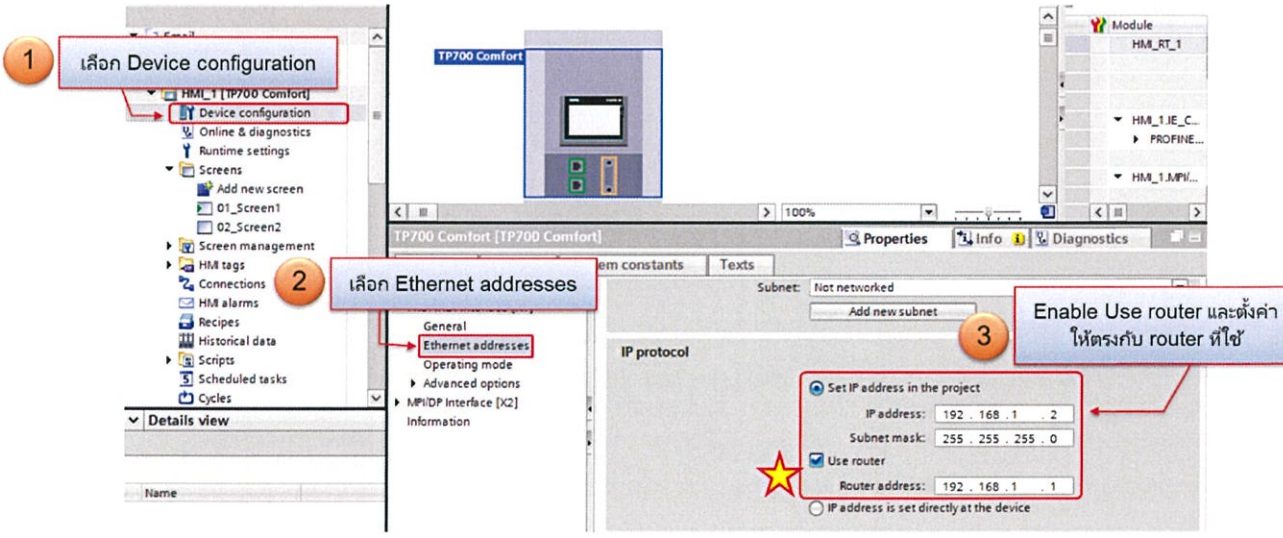


รูปที่ 3.27 การเปลี่ยนแปลงค่าจาก HMI Comfort panel

13. จากรูปที่ 3.27 จะเห็นว่าเมื่อค่าจาก Tag บน HMI เปลี่ยนไป ค่าบน UaExpert ก็จะเปลี่ยนไปด้วย ทำให้สะดวกในการดูค่าแบบ realtime มากขึ้น

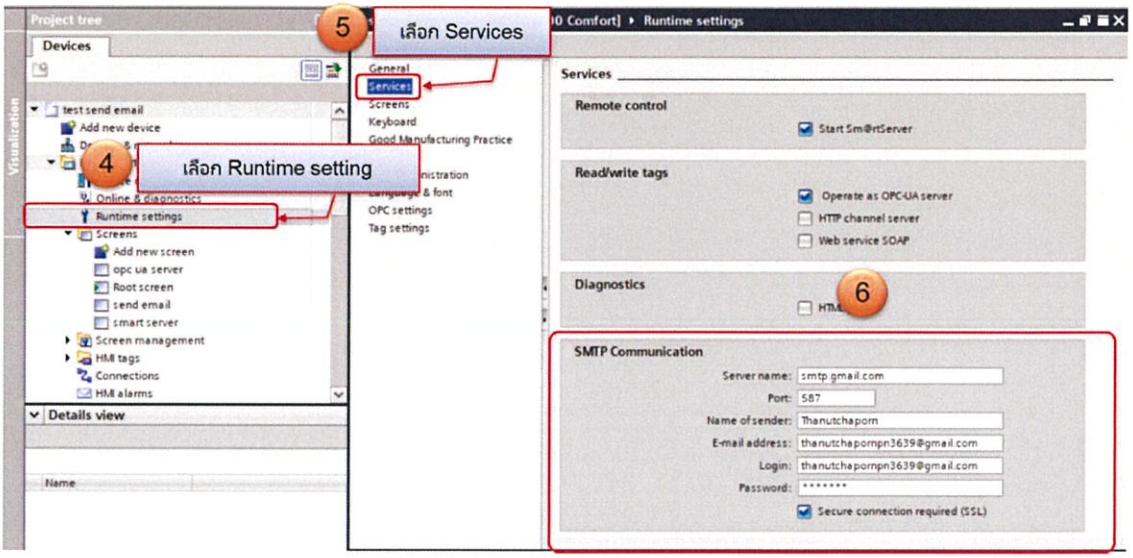
3.2.2.4 Send E-mail

ฟังก์ชันการส่งอีเมลสามารถตั้งค่าและเขียนโปรแกรมทดสอบได้ดังนี้



รูปที่ 3.28 การตั้งค่าการใช้ router

1. ดับเบิลคลิกที่ Device configuration
2. เลือก Ethernet addresses
3. ในการใช้งานฟังก์ชันส่งอีเมลจะต้องมีการตั้งการให้ใช้ router ดังรูปที่ 3.28

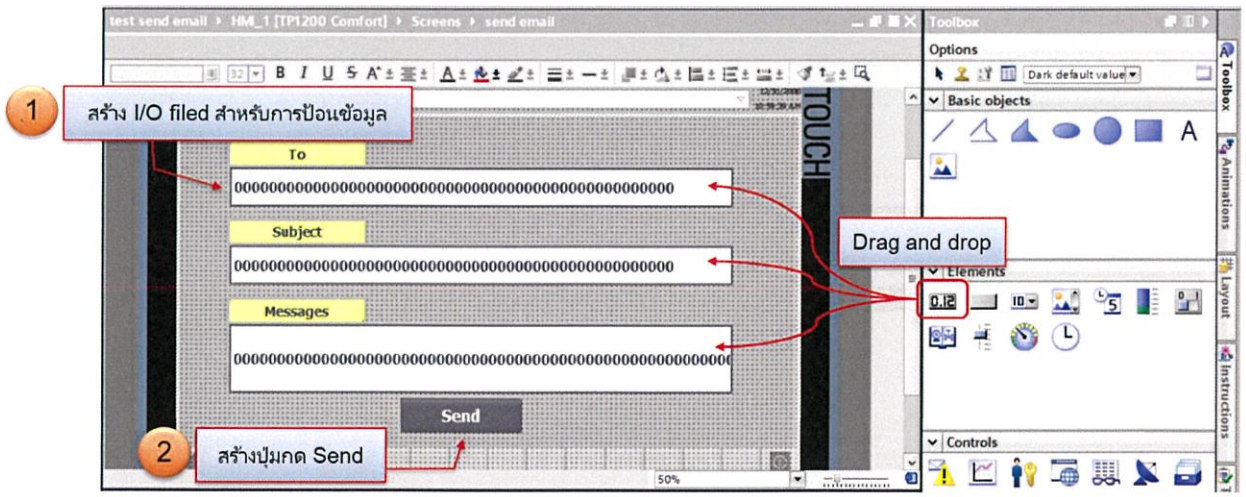


รูปที่ 3.29 การตั้งค่า SMTP

4. ดับเบิลคลิกที่ Runtime settings
5. เลือก Services
6. ทำการตั้งค่าในส่วน SMTP Communication เช่น

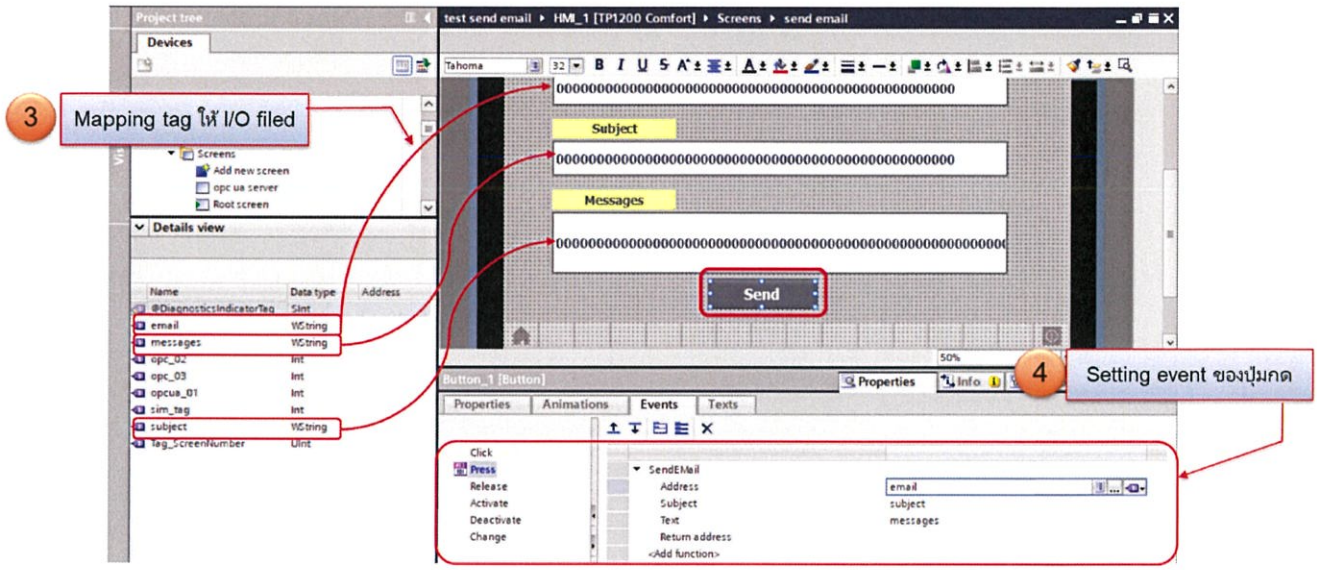
Server name:	smtp.gmail.com
Port:	587
Name of sender:	xxxxxxxxx
E-mail address:	xxxx@gmail.com
Login:	xxxx@gmail.com
Password:	xxxxxxx

ในขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้างหน้าจอสำหรับส่งอีเมล



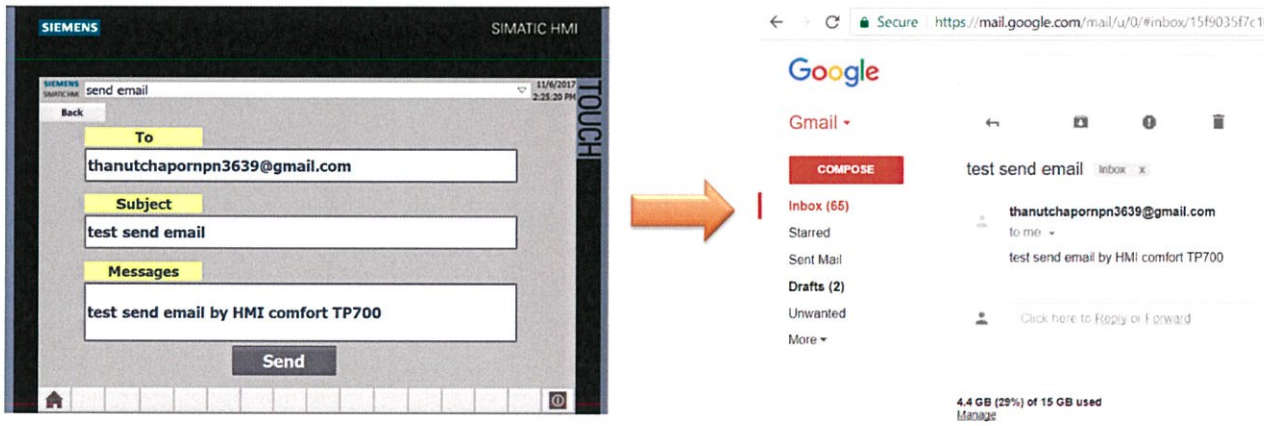
รูปที่ 3.30 สร้างหน้าจอสำหรับการใช้ฟังก์ชันส่งอีเมล

1. สร้าง I/O filed สำหรับการป้อนข้อมูล
2. สร้างปุ่มกดเพื่อใช้ในการส่งอีเมล



รูปที่ 3.31 การตั้งค่าปุ่มกดสำหรับส่งอีเมล

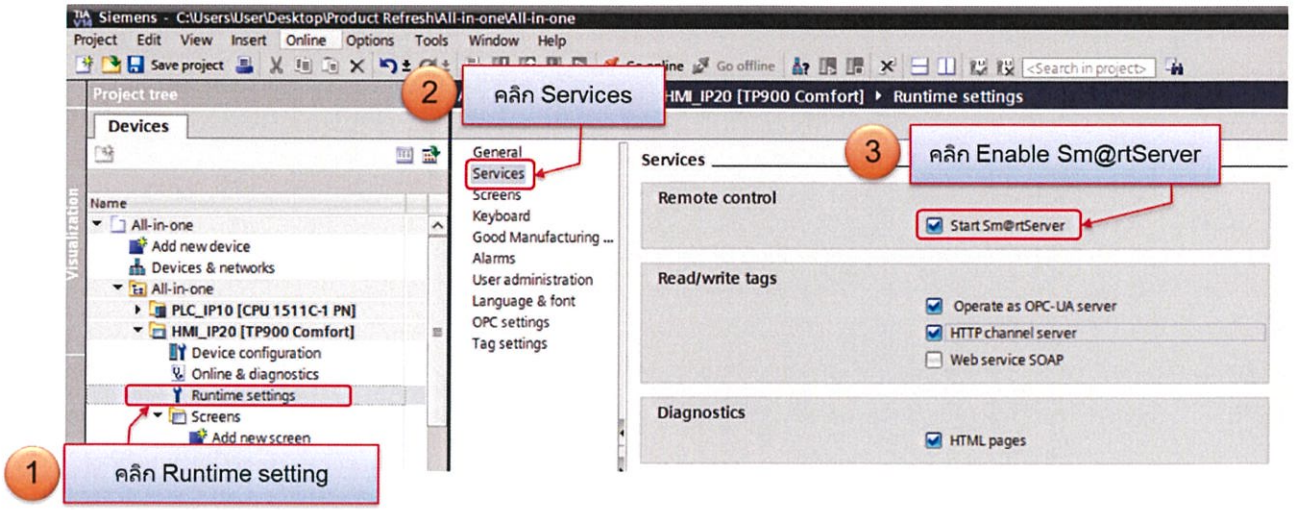
3. ทำการเชื่อมต่อ HMI tag ที่สร้างไว้เข้ากับ I/O filed
4. ทำการตั้งค่าปุ่มกดดังรูปที่ 3.31
5. ทดสอบการใช้งานฟังก์ชันส่งอีเมล



รูปที่ 3.32 การทดสอบการส่งอีเมล

3.2.2.5 Smart server และ Smart client

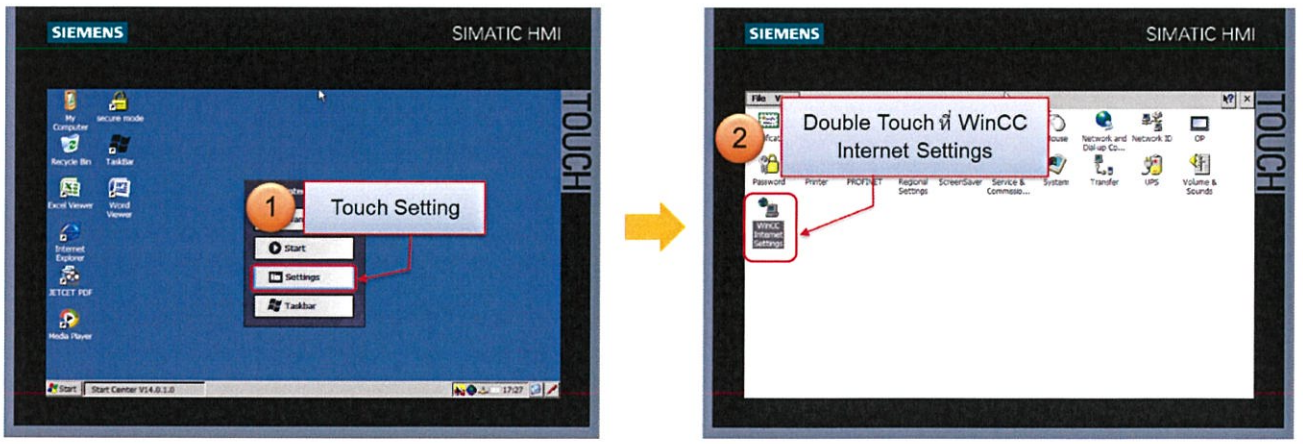
ฟังก์ชัน Smart server สามารถตั้งค่าและเขียนโปรแกรมทดสอบได้ดังนี้



รูปที่ 3.33 การตั้งค่าเพื่อเปิดใช้งาน Smart Server

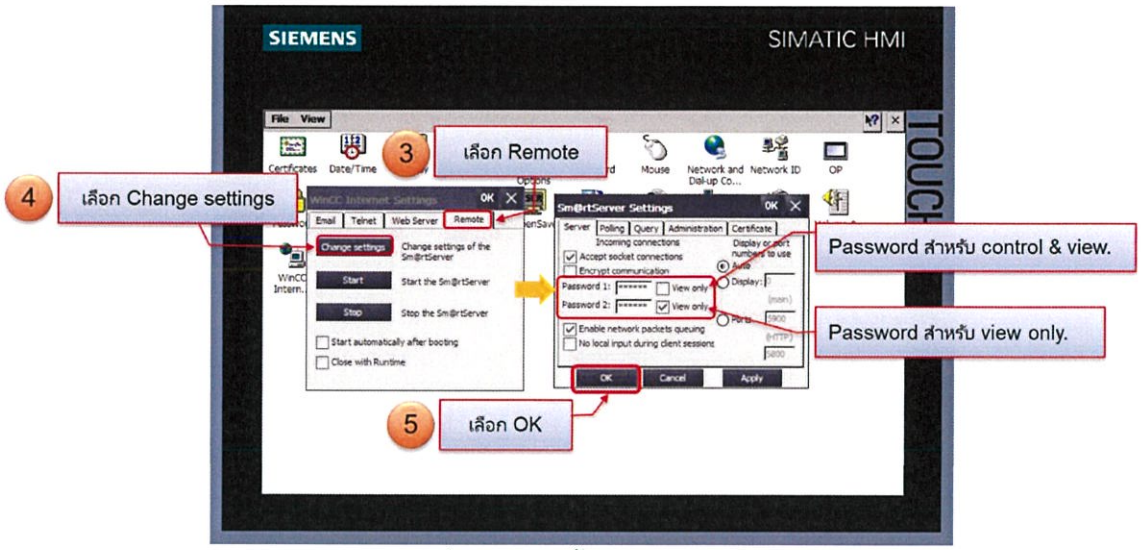
1. คลิกที่ Runtime setting
2. คลิกที่ Services
3. ทำเครื่องหมายถูกที่ Sm@rtServer

ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการตั้งค่ารหัสผ่านสำหรับการใช้งาน Smart server ซึ่งในการตั้งค่ารหัสผ่านจะตั้งค่าที่อุปกรณ์ HMI โดยตรงไม่ผ่านโปรแกรม TIA Portal โดยทำการเข้าไปที่หน้า Stop Runtime ของหน้าจอ HMI ดังรูปที่



รูปที่ 3.34 การตั้งค่ารหัสผ่าน

1. คลิกที่ Setting
2. ดับเบิ้ลคลิกที่ WinCC Internet Setting ดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.35 การตั้งค่ารหัสผ่าน

3. เลือกที่ Remote
4. เลือก Change settings
5. ทำการตั้งรหัสผ่านตามต้องการ จากนั้นคลิก OK ดังรูปที่ 3.35

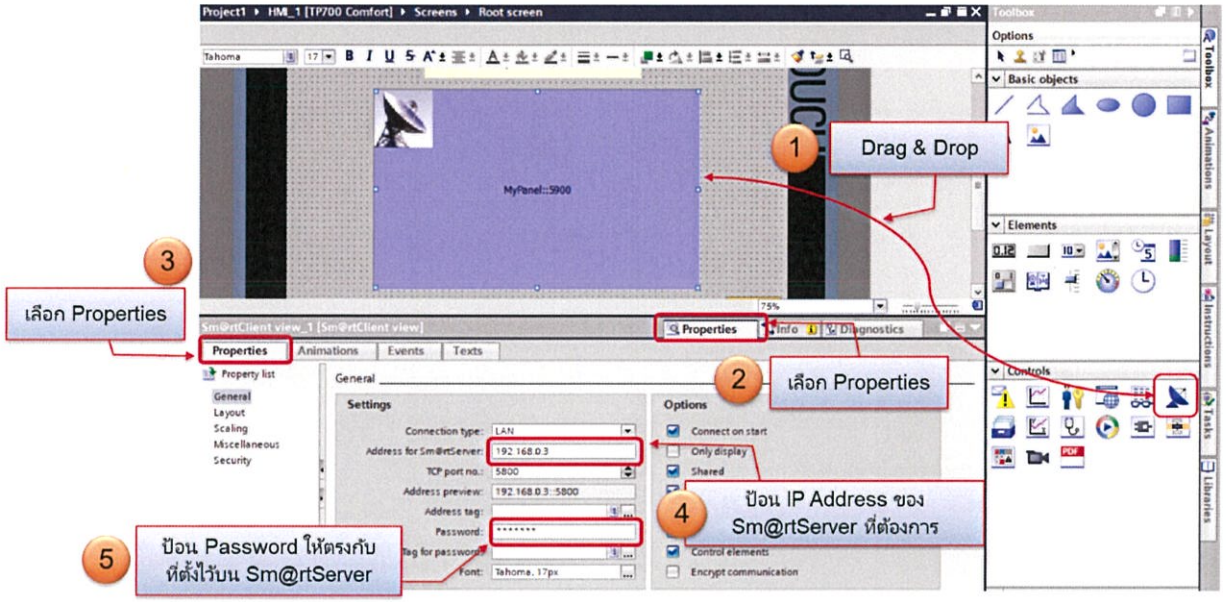
รูปที่ 3.36 การตั้งค่ารหัสผ่าน

6. หากมีการถามให้ทำการ Restart ให้เลือก Yes ดังรูปที่ 3.36

การใช้งานผ่าน Smart Client สามารถทำได้ 4 รูปแบบดังนี้

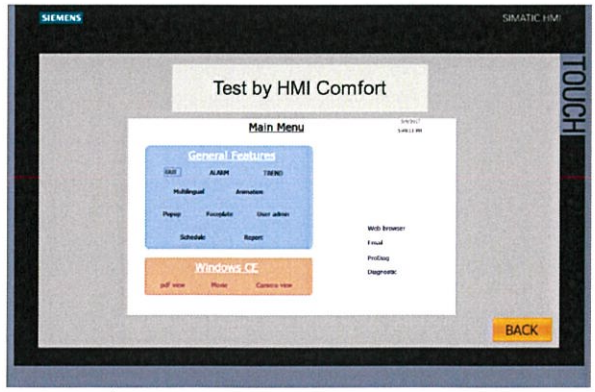
1. Smart Client บน HMI Panel
2. Smart Client บน Internet Explorer
3. Smart Client บน Smart Client software
4. Smart Client บน VNC software

การใช้งานผ่าน Smart Client บน HMI Panel สามารถทำได้ดังนี้



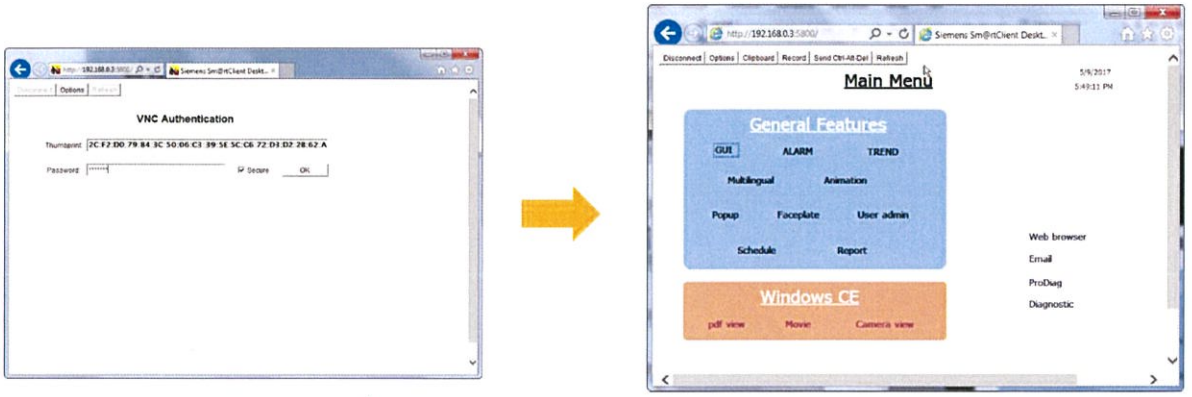
รูปที่ 3.37 การตั้งค่า Smart Client บน HMI Panel

1. ลาก มาวางบนหน้าจอ
2. เลือก Properties
3. เลือก Properties ที่มุมซ้าย
4. ป้อน IP Address ของ Smart Server ที่ต้องการ
5. ป้อน Password ให้ตรงกับที่ตั้งไว้บน Smart Server



รูปที่ 3.38 Smart Client บน HMI Panel

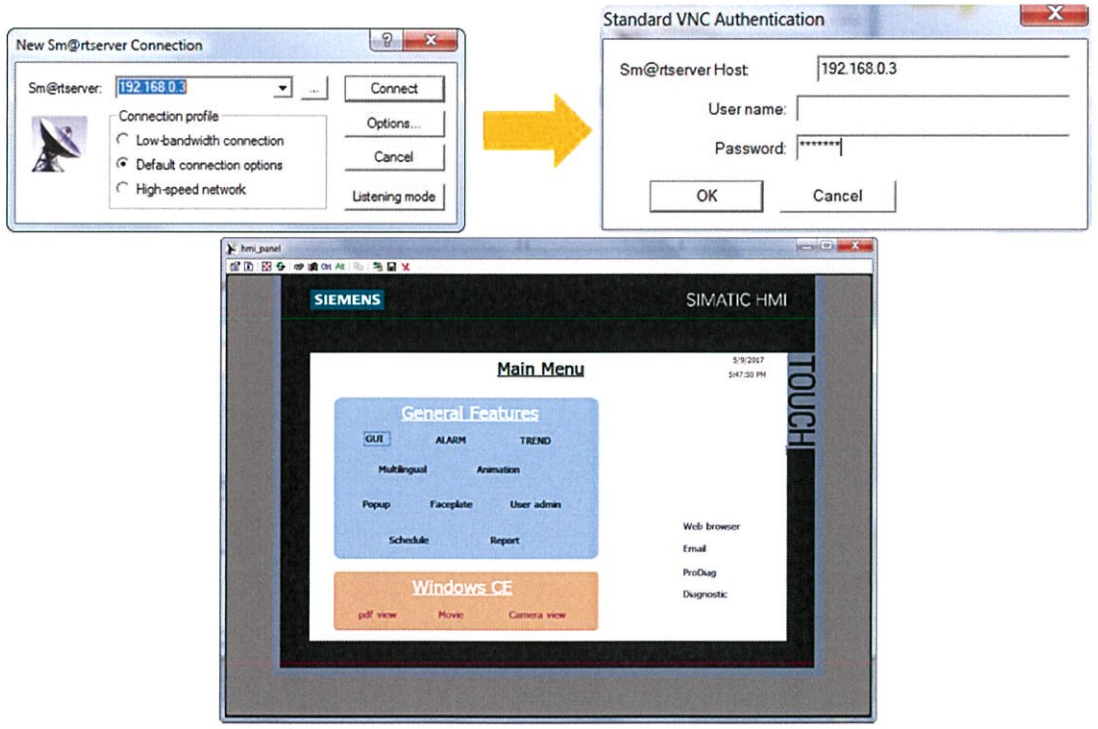
การใช้งานผ่าน Smart Client บน Internet Explorer สามารถทำได้ดังนี้



รูปที่ 3.39 Smart Client บน Internet Explorer

1. เปิด Internet Explorer
2. เข้าด้วย http://IP Address:5800
3. ป้อน password > OK แล้วเราจะเห็นหน้าจอตามที่โปรแกรมไว้บน HMI ซึ่งสามารถควบคุมผ่าน Smart Client ได้ถ้าเราไม่ได้ตั้งเป็น View only ในขั้นตอน Settings ดังรูปที่ 3.39
4. Internet Explorer ที่ใช้งานจะต้องมีการติดตั้ง JAVA

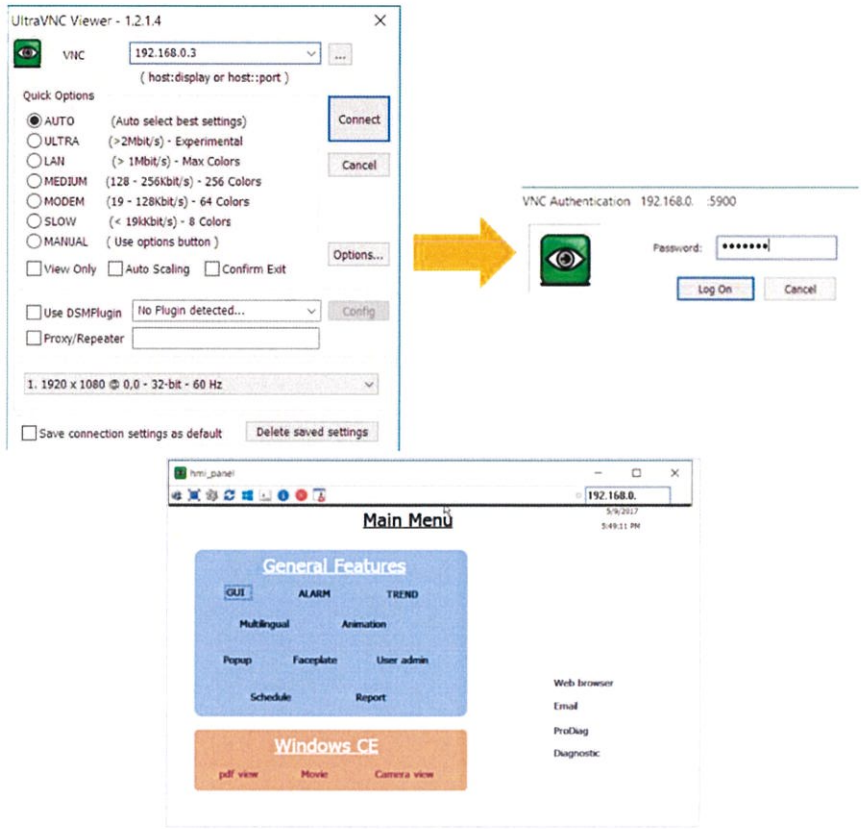
การใช้งานผ่าน Smart Client บน Smart Client software สามารถทำได้ดังนี้



รูปที่ 3.40 Smart Client บน Smart Client software

1. เปิดโปรแกรม Smart Client ขึ้นมา
2. ป้อน IP Address และ Password ที่ตั้งไว้ จากนั้นคลิก OK ดังรูปที่ 3.40

การใช้งานผ่าน Smart Client บน VNC software สามารถทำได้ดังนี้

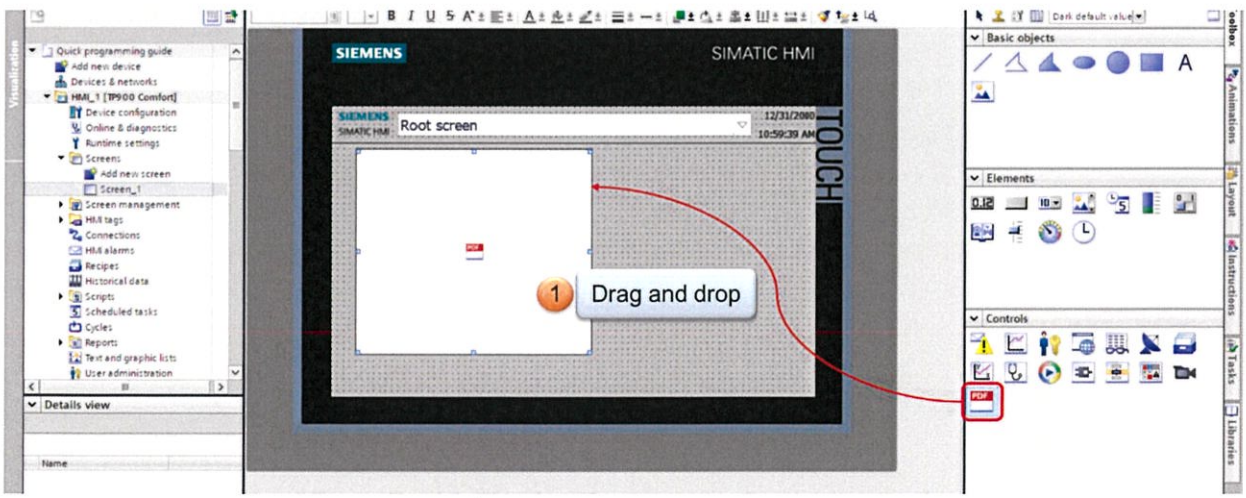


รูปที่ 3.41 Smart Client บน VNC software

1. เปิดโปรแกรม VNC ขึ้นมา
2. ป้อน IP Address และ Password ที่ตั้งไว้ จากนั้นคลิก OK ดังรูปที่ 3.41

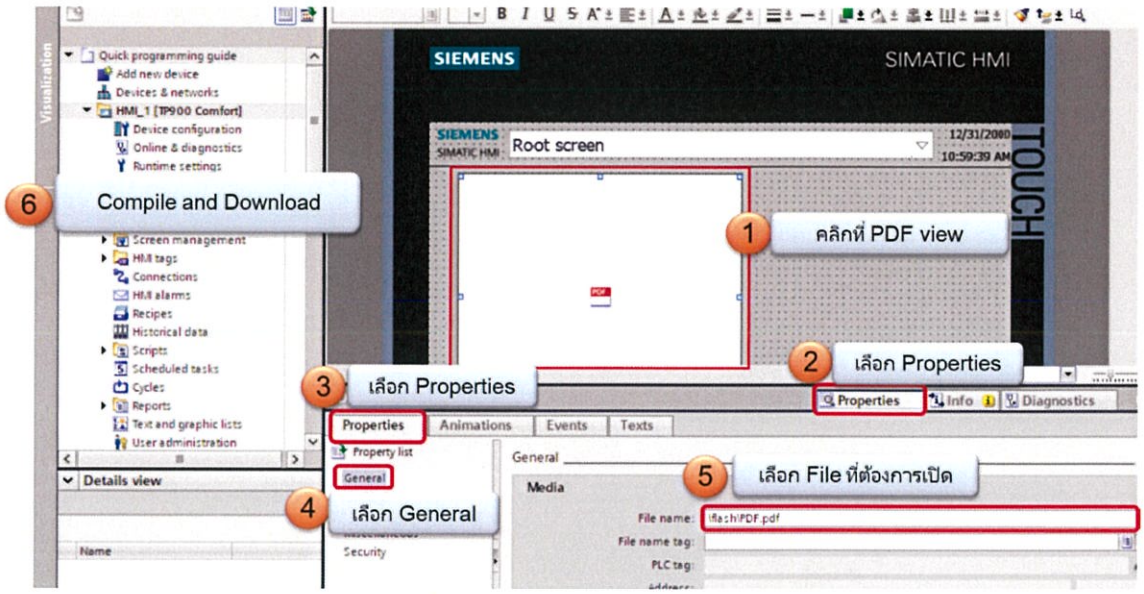
3.2.2.6 PDF View

PDF View เป็นฟังก์ชันที่เพิ่มขึ้นมาในรุ่นของ HMI Comfort Panel เป็นการอ่านไฟล์นามสกุล .pdf จากหน่วยความจำภายในและภายนอก



รูปที่ 3.42 การวาง PDF View

1. ลาก มาวางบนหน้าจอ

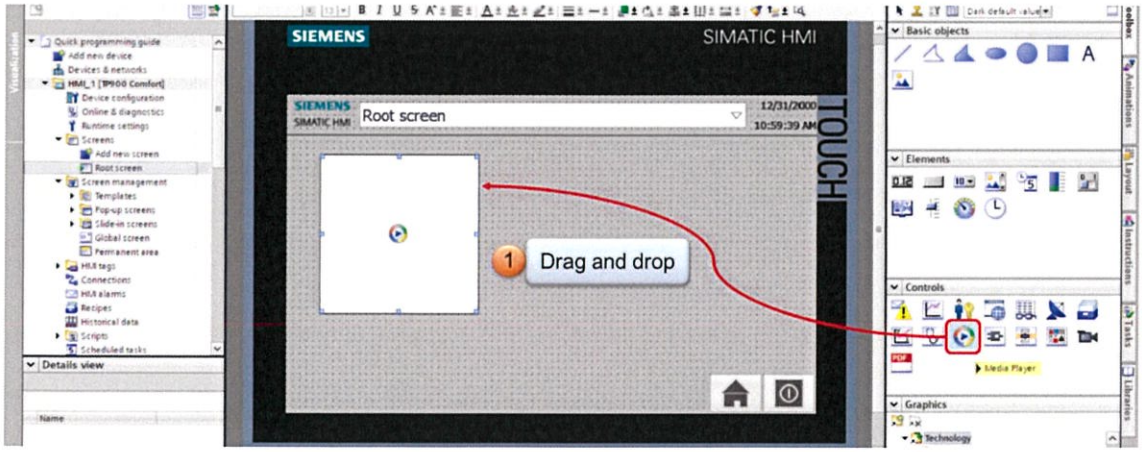


รูปที่ 3.43 การตั้งค่า PDF View

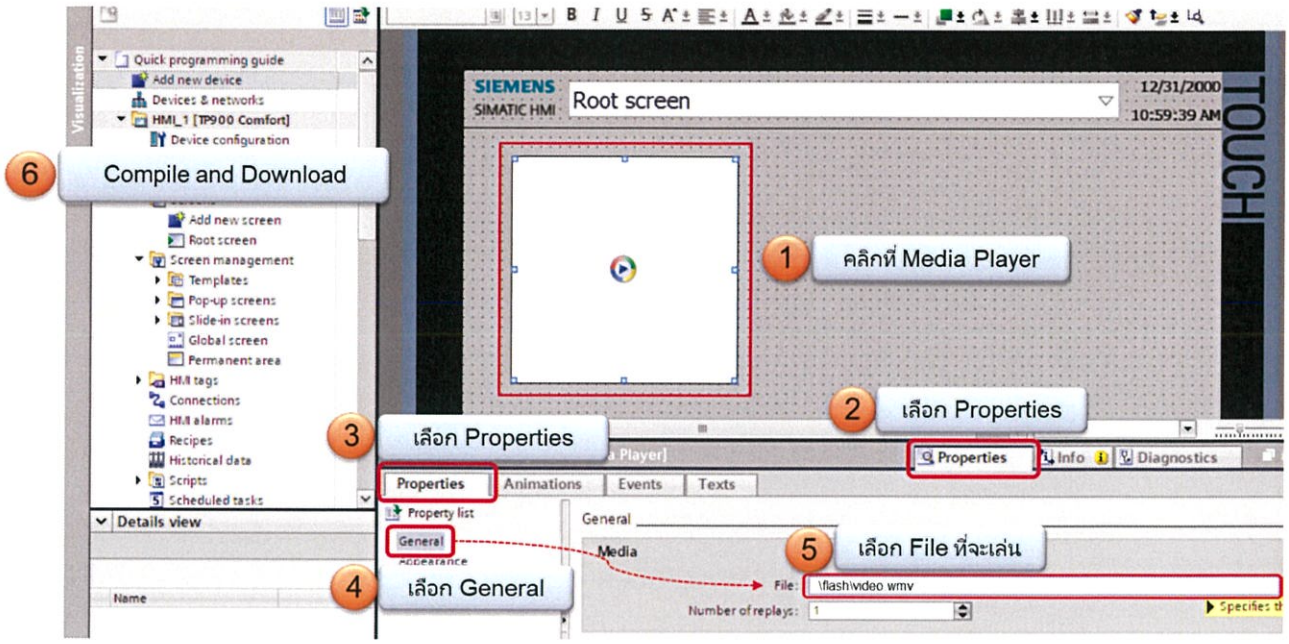
1. คลิกเลือกที่ PDF View
2. เลือก Properties
3. เลือก Properties ที่มุมซ้าย
4. เลือก General
5. เลือก File ที่ต้องการเปิด โดยมีรูปแบบเป็น “\ที่อยู่ไฟล์ \ ชื่อไฟล์ของ PDF.pdf”
6. Compile and Download ดังรูปที่ 3.43

3.2.2.7 Media Player

Media Player เป็นการอ่านไฟล์ Audio ที่รองรับ .mpa .mp2 .mp3 .wav และไฟล์ Video ที่รองรับ .mpg .mpeg .mpv .mpe .wmv .asf .avi จากหน่วยความจำภายในและภายนอก



รูปที่ 3.44 การวาง Media Player

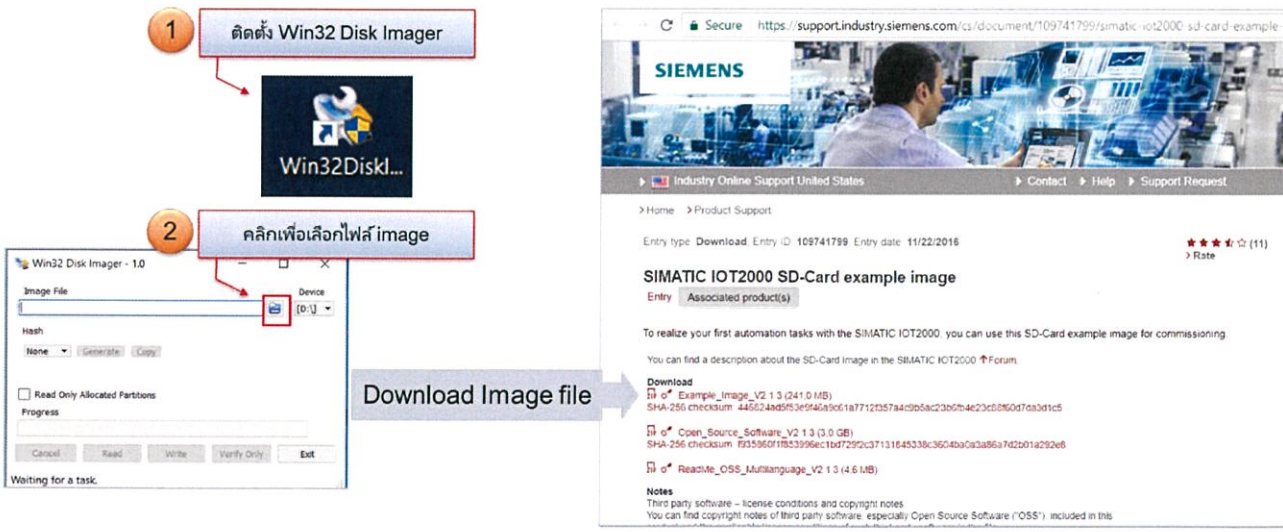


รูปที่ 3.45 การตั้งค่า Media Player

1. คลิกเลือกที่ Media Player
2. เลือก Properties
3. เลือก Properties ที่มุมซ้าย
4. เลือก General
5. เลือก File ที่ต้องการเปิด โดยมีรูปแบบเป็น “\ที่อยู่ไฟล์ \ ชื่อไฟล์ของ video หรือ audio.สกุลไฟล์”
6. Compile and Download ดังรูปที่ 3.45

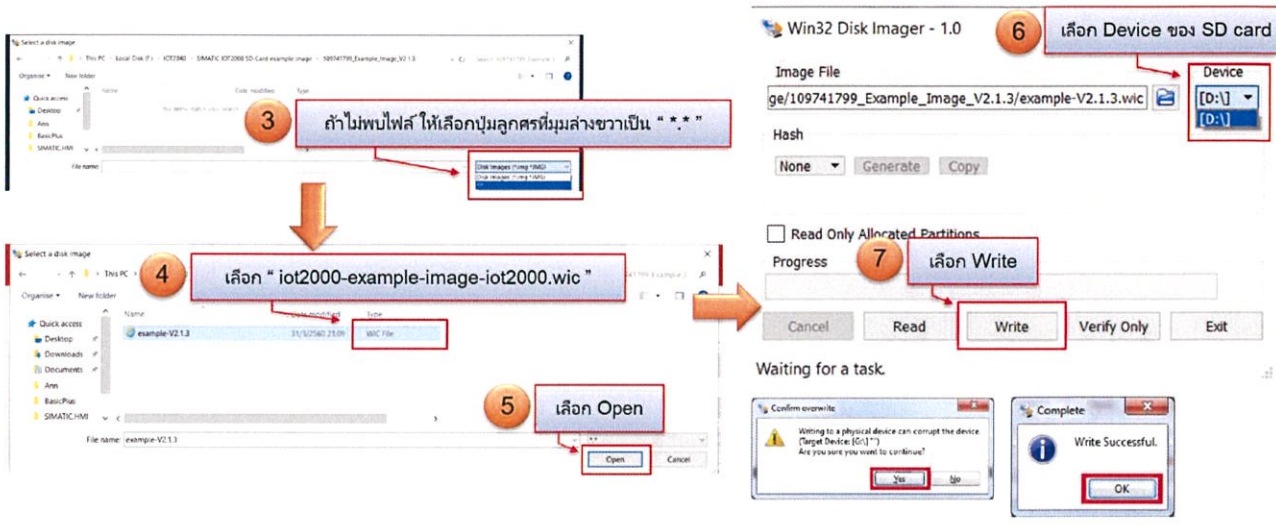
3.2.2.8 SIMATIC IOT2040 Setting up

ในการเริ่มต้นใช้งาน SIMATIC IOT2040 มีขั้นตอนดังนี้



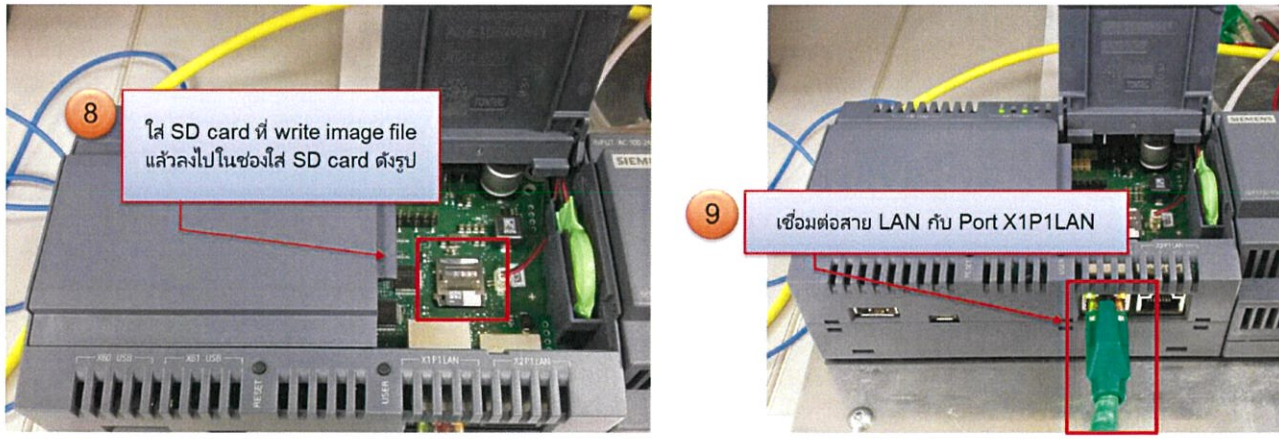
รูปที่ 3.46 ทำการ Download Image file

1. ทำการติดตั้งโปรแกรม Win32 Disk Image เพื่อใช้ในการเขียน Image file ลงบน Micro SD card
2. เปิดโปรแกรม Win32 Disk Image > คลิกเพื่อเพิ่มไฟล์ ดังรูปที่ 3.46



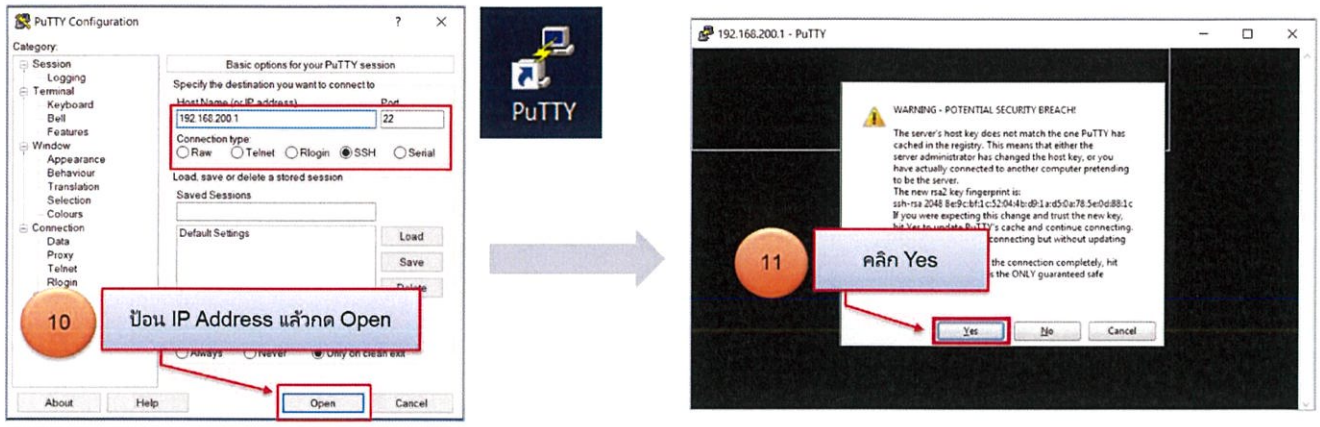
รูปที่ 3.47 ขั้นตอนการเขียน Image file ลงบน Micro SD card

3. ถ้าไม่พบไฟล์ ให้เลือกปุ่มลูกศรที่มุมล่างขวาเป็น " *.* "
4. เลือก " iot2000-example-image-iot2000.wic " ไฟล์ที่ Download มาจากเว็บไซต์
5. เลือก Open
6. เลือก Device ของ SD card
7. เลือก Write



รูปที่ 3.48 การใส่ Micro SD card และการเชื่อมต่อสาย LAN

8. ใส่ SD card ที่ write image file แล้วลงไปในช่องใส่ SD card ดังรูป
9. เชื่อมต่อสาย LAN กับ Port X1P1LAN

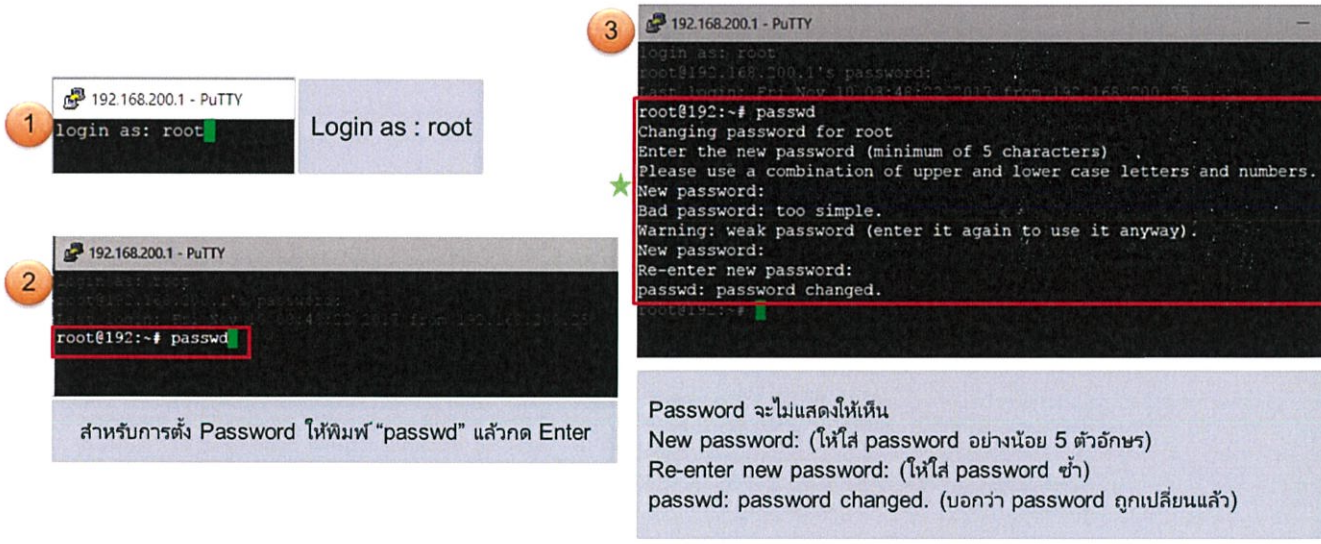


รูปที่ 3.49 ติดตั้งโปรแกรม PuTTY สำหรับตั้งค่า SIMATIC IOT2040

10. ทำการติดตั้งโปรแกรม PuTTY สำหรับตั้งค่า SIMATIC IOT2040 > ป้อน IP Address แล้วกด Open

11. คลิก Yes

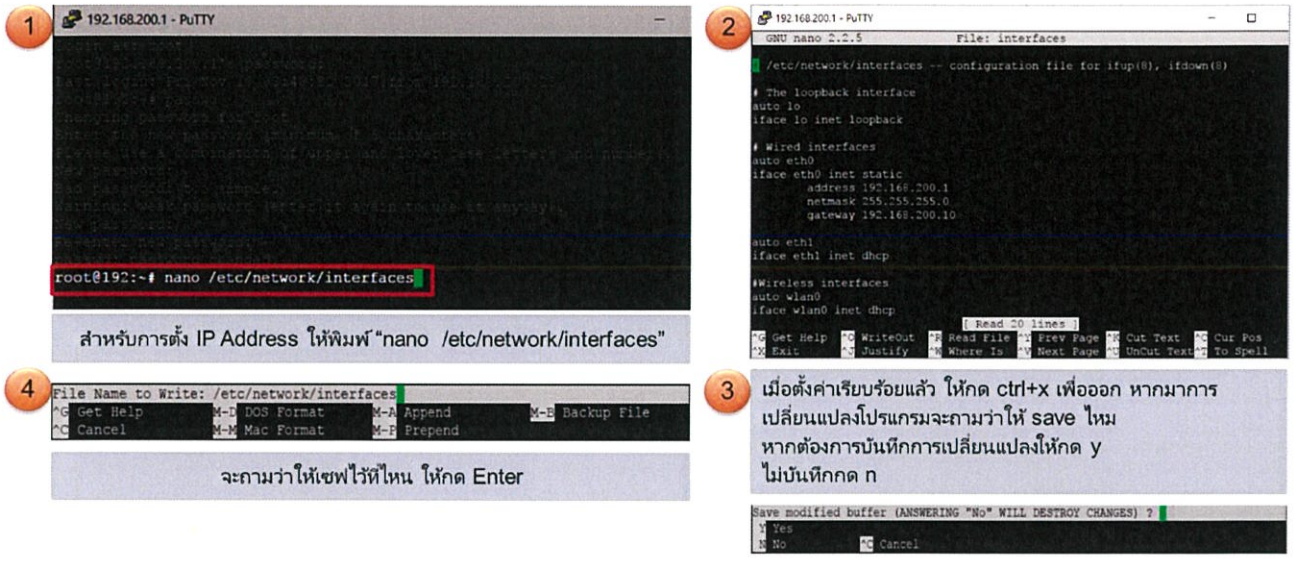
ขั้นตอนต่อไปเป็นการตั้งค่าโดยใช้โปรแกรม PuTTY



รูปที่ 3.50 การใช้คำสั่งเพื่อตั้งค่า Password ให้กับ SIMATIC IOT2040

1. ในการ Login เข้าใช้ SIMATIC IOT2040 ให้ login as: root
2. สำหรับการตั้ง Password ให้พิมพ์คำสั่ง passwd จากนั้นกด Enter
3. จะขึ้นข้อความดังรูปที่ 3.49 เพื่อให้ตั้งค่า Password

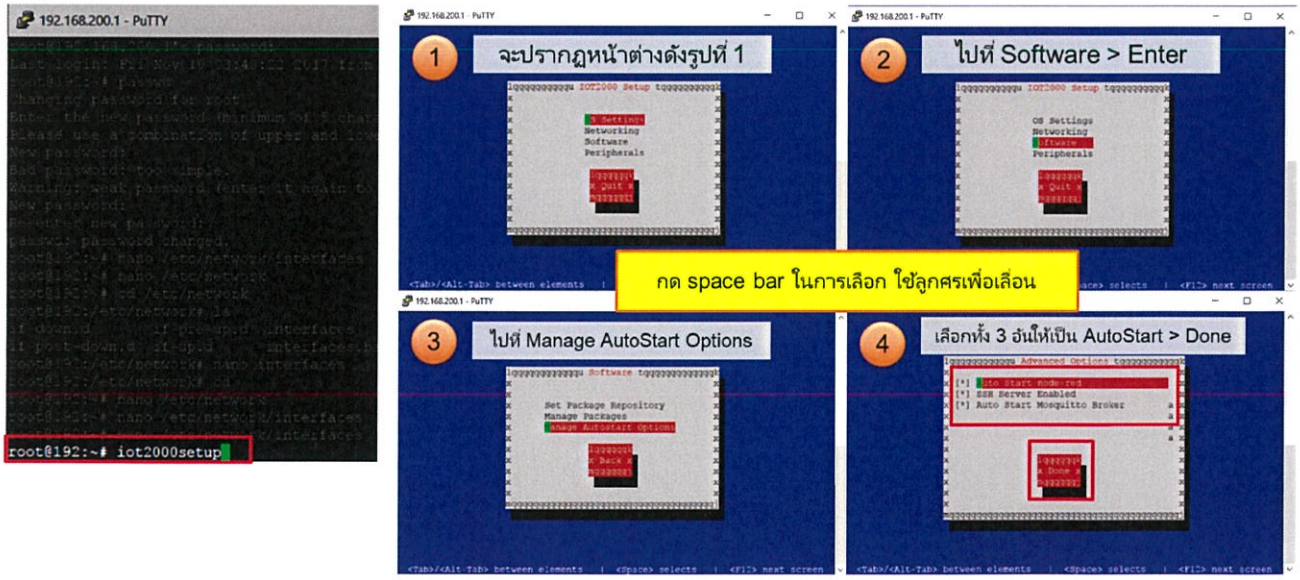
การตั้งค่า IP Address สามารถทำได้ดังนี้



รูปที่ 3.51 การใช้คำสั่งเพื่อตั้งค่า IP Address ให้กับ SIMATIC IOT2040

1. ทำการพิมพ์คำสั่ง nano /etc/network/interfaces
2. จะปรากฏข้อความดังรูปที่ 3.50 เพื่อตั้งค่า IP Address
3. เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว ให้กด ctrl+x เพื่อออก หากมาการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมจะถามว่าให้ save หาก ต้องการบันทึกการเปลี่ยนแปลงให้กด y ไม่บันทึกกด n
4. กด Enter

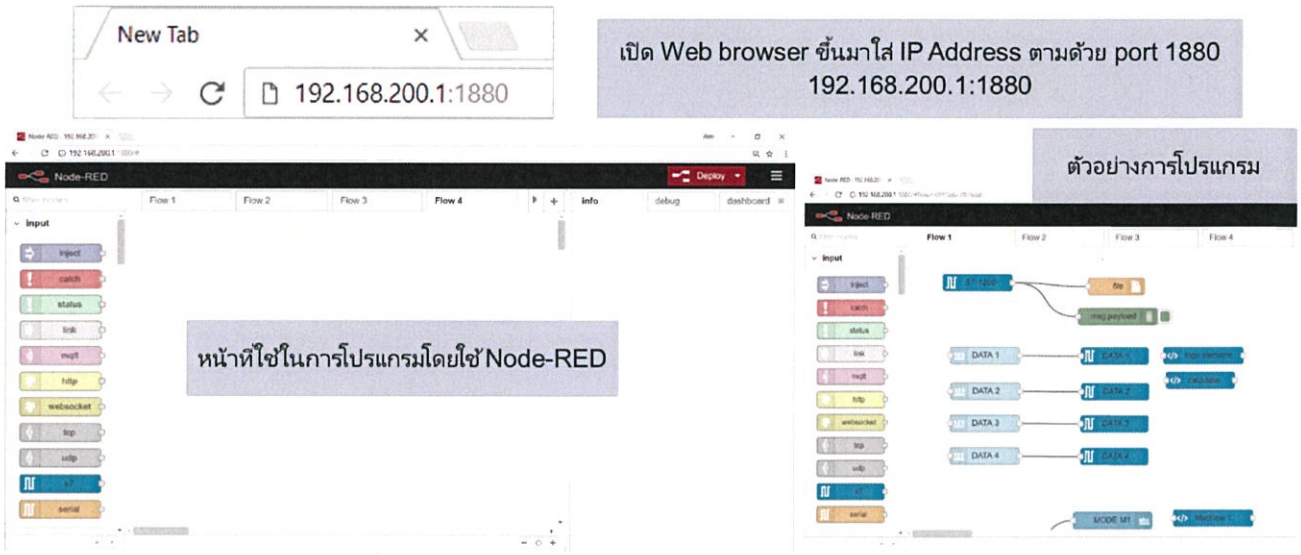
การตั้งค่าให้โปรแกรม AutoStart



รูปที่ 3.52 การใช้คำสั่งเพื่อตั้งค่า AutoStart ให้กับ SIMATIC IOT2040

1. พิมพ์คำสั่ง iot2000setup > กด Enter
2. ไปที่ Software > Enter
3. ไปที่ Manage AutoStart Options
4. เลือกทั้ง 3 อันให้เป็น AutoStart > Done

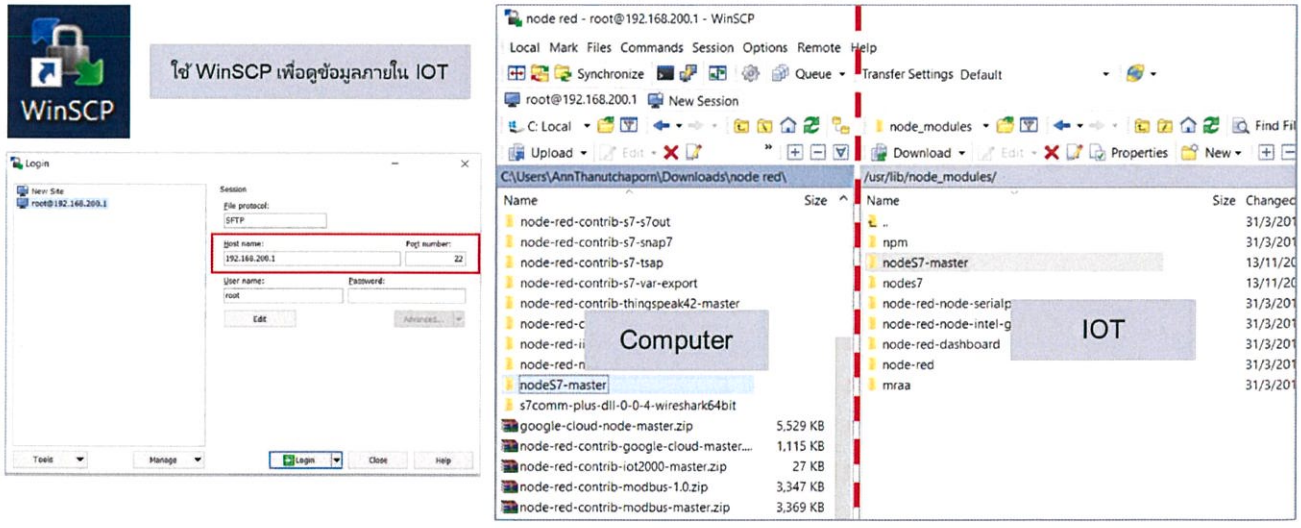
การเขียนโปรแกรมด้วย Node-RED สามารถทำได้ดังนี้



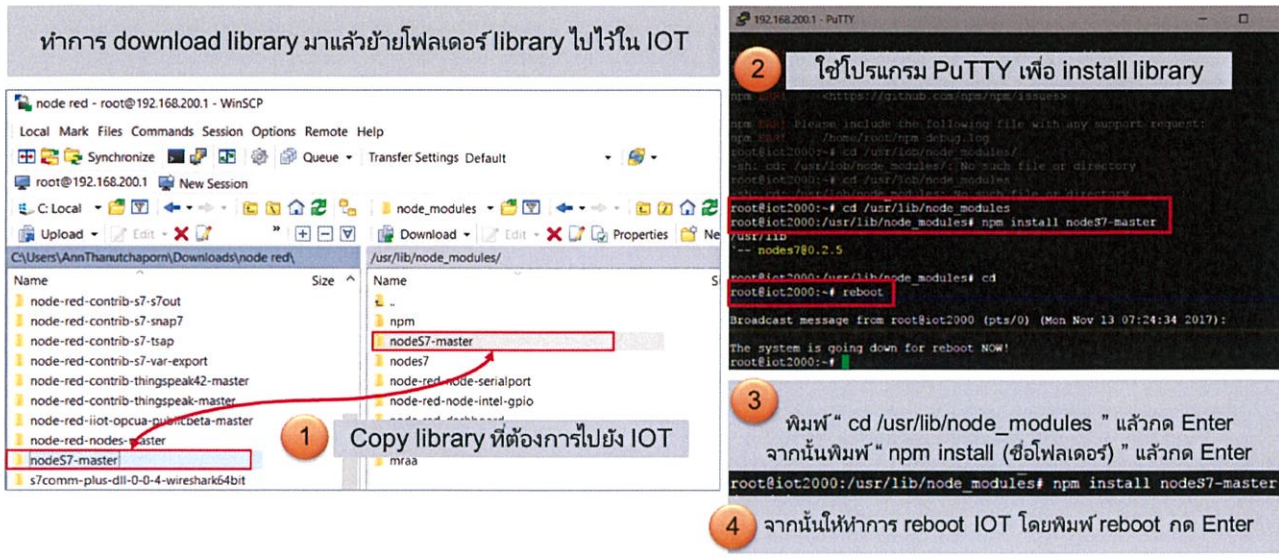
รูปที่ 3.53 เข้า Node-RED ด้วย Web browser

1. เปิด Web browser ขึ้นมา
2. ใส่ IP Address ของ SIMATIC IOT2040 ตามด้วยพอร์ต 1880 ดังรูปที่ 3.53

การเพิ่ม Library ให้กับ Node-RED

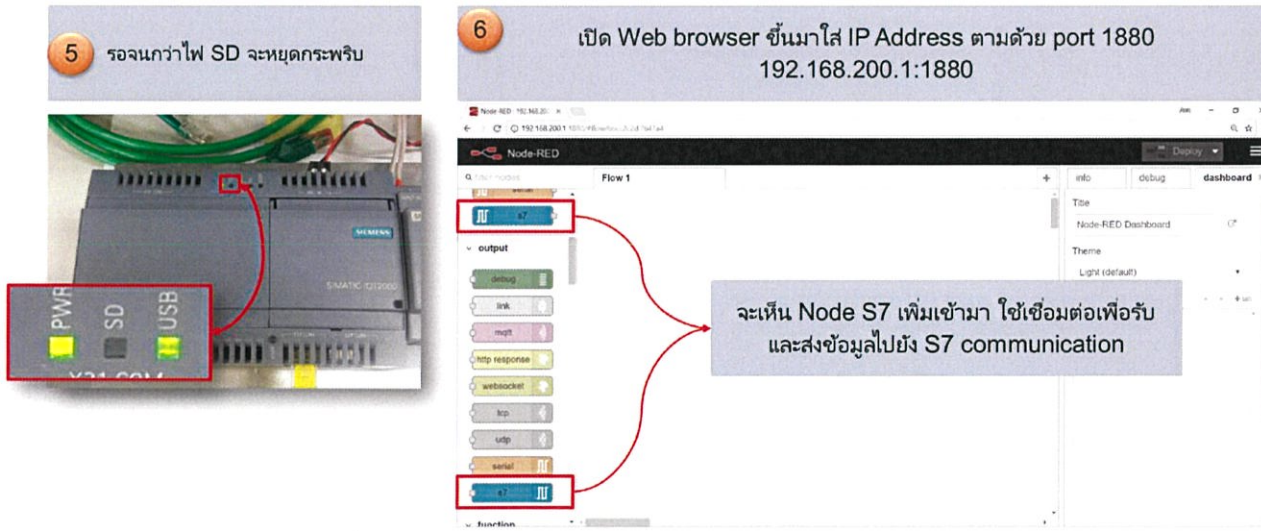


รูปที่ 3.54 โปรแกรม WinSCP



รูปที่ 3.55 การเพิ่ม Library

1. เปิดโปรแกรม WinSCP จากนั้น Copy library ที่ต้องการไปยัง IOT
2. ใช้โปรแกรม PuTTY เพื่อ install library
3. พิมพ์ " cd /usr/lib/node_modules " แล้วกด Enter > จากนั้นพิมพ์ "npm install (ชื่อโฟลเดอร์)" แล้วกด Enter
4. จากนั้นให้ทำการ reboot IOT โดยพิมพ์ reboot กด Enter

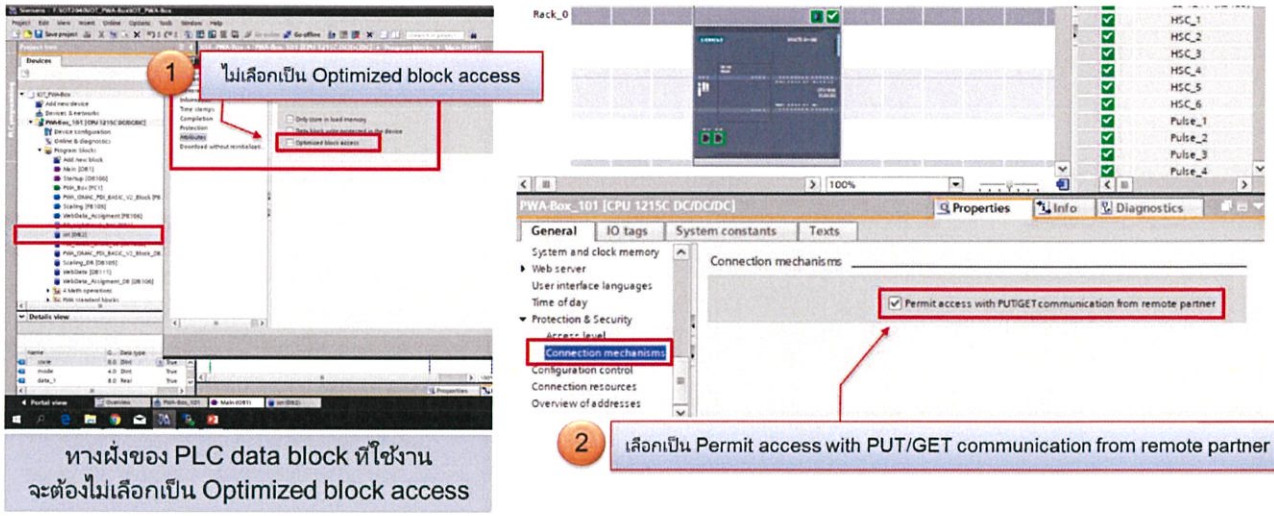


รูปที่ 3.56 การ Reboot SIMATIC IOT2040

5. รอจนกว่าไฟ SD จะหยุดกระพริบ
6. เปิด Web browser ขึ้นมาใส่ IP Address ตามด้วย port 1880 (เช่น 192.168.200.1:1880)
7. จะเห็น Node S7 เพิ่มเข้ามา ใช้เชื่อมต่อเพื่อรับและส่งข้อมูลไปยัง S7 communication

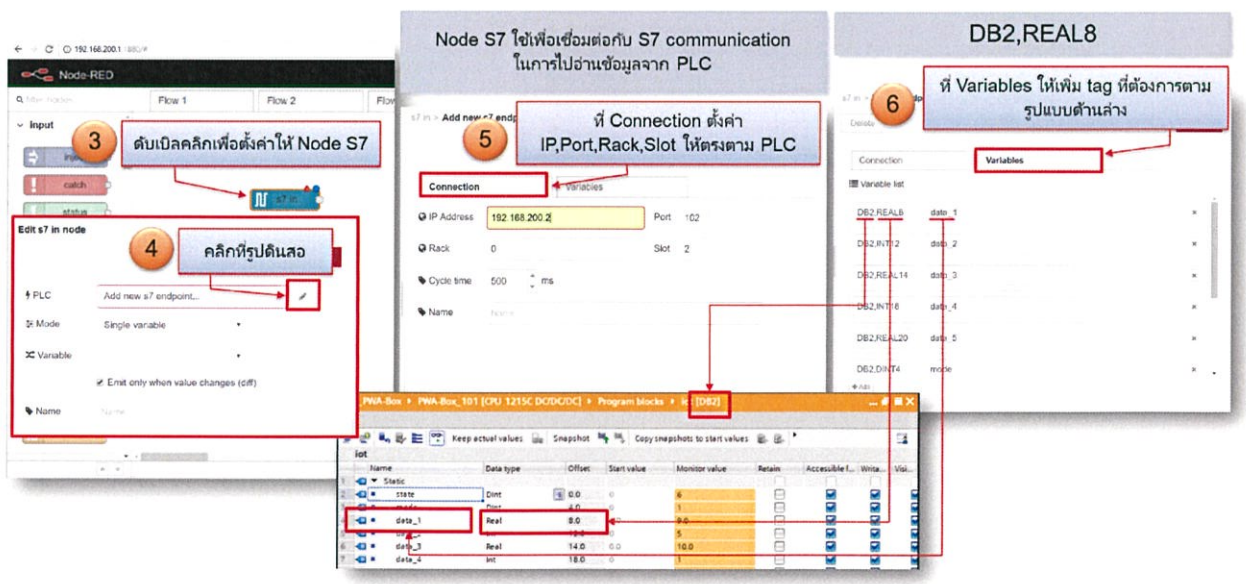
3.2.2.9 SIMATIC IOT2040 with S7-1200

SIMATIC IOT2040 จะทำหน้าที่เป็น Gate way เพื่อส่งผ่านข้อมูลจาก PLC ไปยังระบบเน็ตเวิร์คภายนอก มีขั้นตอนดังนี้



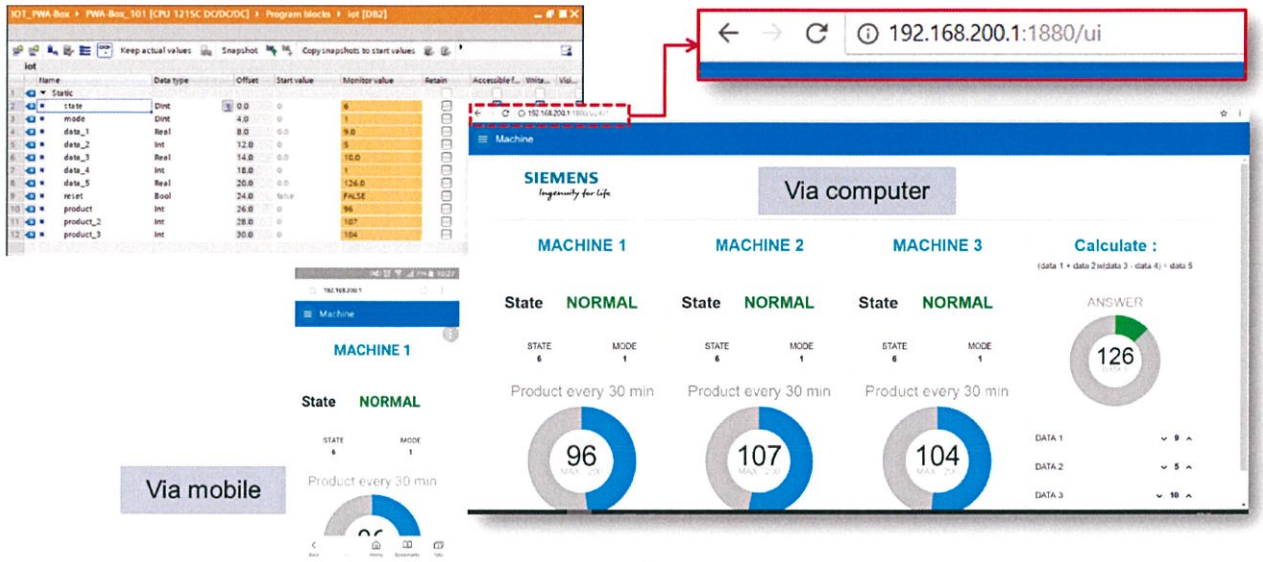
รูปที่ 3.57 การตั้งค่า PLC เพื่อเชื่อมต่อกับ SIMATIC IOT2040

1. เลือก Data block ที่ต้องการจะส่งข้อมูลผ่าน SIMATIC IOT2040 ตั้งค่าไม่เลือกเป็น Optimized block access
2. ตั้งค่า Properties เลือกเป็น Permit access with PUT/GET communication from remote partner



รูปที่ 3.58 การตั้งค่า Node S7 เพื่อเชื่อมต่อกับ PLC

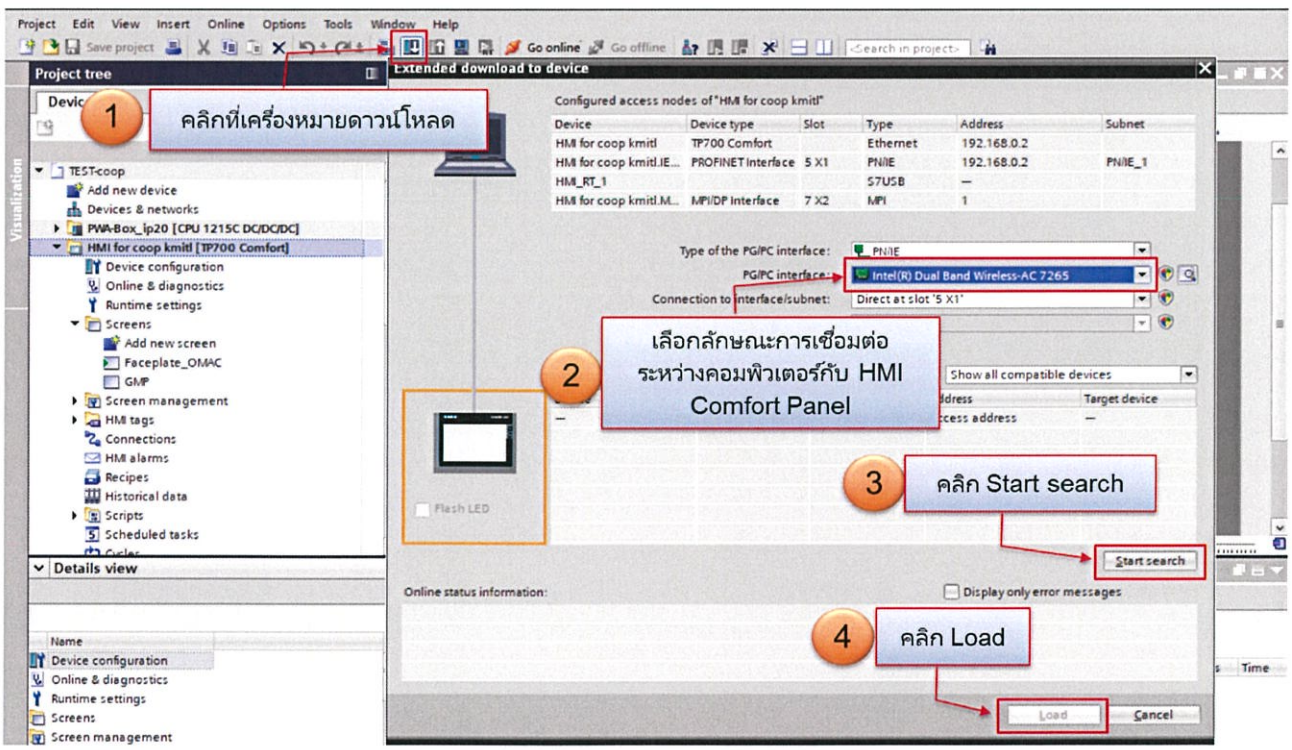
3. ดับเบิลคลิกเพื่อตั้งค่าให้ Node S7 ดังรูปที่ 3.58
4. คลิกที่รูปดินสอ
5. ที่ Connection ตั้งค่า IP Address, Port, Rack, Slot ให้ตรงตาม PLC
6. ที่ Variables ให้เพิ่ม tag ที่ต้องการ



รูปที่ 3.59 ตัวอย่างการเชื่อมต่อผ่าน Node-RED

3.3 ขั้นตอนการทดสอบการใช้งานกับอุปกรณ์จริง

3.3.1 ทำการดาวน์โหลดไฟล์โปรเจคโปรแกรมเข้าสู่ HMI Comfort Panel



รูปที่ 3.60 การดาวน์โหลดโปรเจคโปรแกรมเข้าสู่ HMI Comfort Panel

1. คลิกที่เครื่องหมาย เมื่อต้องการทำการดาวน์โหลด
2. เลือกลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับ HMI Comfort Panel ซึ่งมีชื่อของอุปกรณ์ต่างกันในคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง หากใช้การเชื่อมต่อด้วยสาย LAN จะมีชื่อเรียก เช่น Realtek PCIe GBE Family Controller, Intel® Ethernet Connection I218-V เป็นต้น หากใช้การเชื่อมต่อด้วย Wireless จะมีชื่อเรียก เช่น Intel® Dual Band Wireless-AC 7265, Realtek RTL8187L Wireless เป็นต้น
3. คลิกที่ Start search จะพบกับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายเน็ตเวิร์คเดียวกัน
4. คลิก Load
5. รอจนกว่าการดาวน์โหลดจะเสร็จสิ้น

รูปที่ 3.61 การดาวน์โหลดโปรเจคโปรแกรม

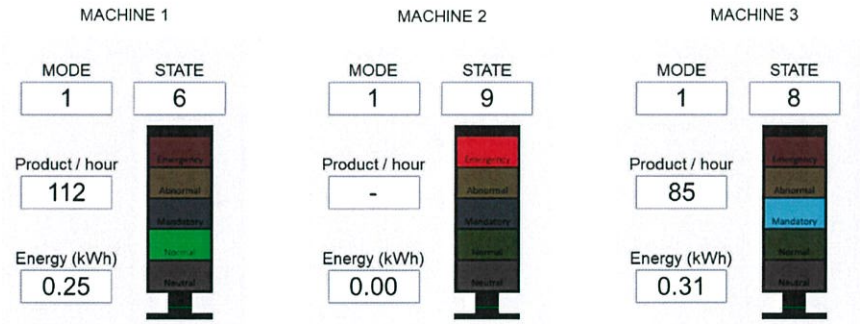
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้งานฟังก์ชันที่สอดคล้องกับการเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ 4.0 เช่น การใช้ฟังก์ชัน Smart Server / Smart Client เพื่อควบคุมการใช้งานหน้าจอ HMI ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่อื่น ๆได้, การใช้งานฟังก์ชัน OPC UA Server เพื่อการนำข้อมูลระดับเครื่องจักรขึ้นสู่ระดับสารสนเทศได้, การประยุกต์ใช้ SIMATIC HMI ให้สอดคล้องกับมาตรฐาน GMP ที่เป็นมาตรฐานสำหรับอุตสาหกรรมยา, การสร้างไฟแสดงผลตามมาตรฐาน OMAC ที่เป็นมาตรฐานสำหรับอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ได้ผลการดำเนินงานดังนี้

4.1 ผลการใช้งานฟังก์ชัน Faceplate with UDT

ฟังก์ชัน Faceplate with UDT ซึ่งมีการประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับมาตรฐาน OMAC ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ผลคือสามารถสร้างหน้าแสดงผลเพียงครั้งเดียวและเก็บอยู่ในรูปแบบ Library เพื่อให้สามารถเรียกใช้ได้เลยโดยไม่ต้องสร้างหน้าใหม่



รูปที่ 4.1 ลักษณะการใช้งานฟังก์ชัน Faceplate with UDT

Color	Meaning	Description and operator task	condition	Light	Signal
Red	Emergency	Hazardous condition. Immediate action to deal with hazardous condition (e.g. switch off Energy supply).	State = 2 ("Stopped")	Static	Bit[0]
			State = 9 ("Aborted")	Flashing	Bit[1]
Yellow	Abnormal	Abnormal condition impending critical conditions. Monitoring and/or intervention (e.g. by reestablishing intended function).	State = 5 ("Suspended") & Starved & NOT blocked	Static	Bit[2]
			State = 5 ("Suspended")	Flashing	Bit[3]
Blue	Mandatory	Indication of a condition that requires an operator action.	State = 8 ("Held")	Static	Bit[4]
				Flashing	Bit[5]
Green	Normal	Normal condition	State = 4 ("Idle"), State = 6 ("Execute")	Static	Bit[6]
				Flashing	Bit[7]
White	Neutral	Other condition, may be used whenever doubts exist about the implementation of RED,YELLOW,BLUE or GREEN	Mode = 1 ("Production")	Static	Bit[8]
			Mode ≠ 1 ("≠ Production")	Flashing	Bit[9]

รูปที่ 4.2 ความหมายของสีที่อ้างอิงตามมาตรฐาน OMAC

4.2 ผลการใช้งานฟังก์ชัน GMP

บนหน้าจอ HMI Comfort Panel มีฟังก์ชันที่สอดคล้องกับมาตรฐาน GMP (21CFR11) ซึ่งเป็นมาตรฐานด้านอาหารและยา ซึ่งใน มาตราที่ 11.50 การลงลายมือชื่อ กำหนดไว้ว่า

(a) บันทึกอิเล็กทรอนิกส์ที่ลงนามต้องมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการลงนามดังกล่าวซึ่งระบุอย่างชัดเจนว่าสิ่งต่อไปนี้:

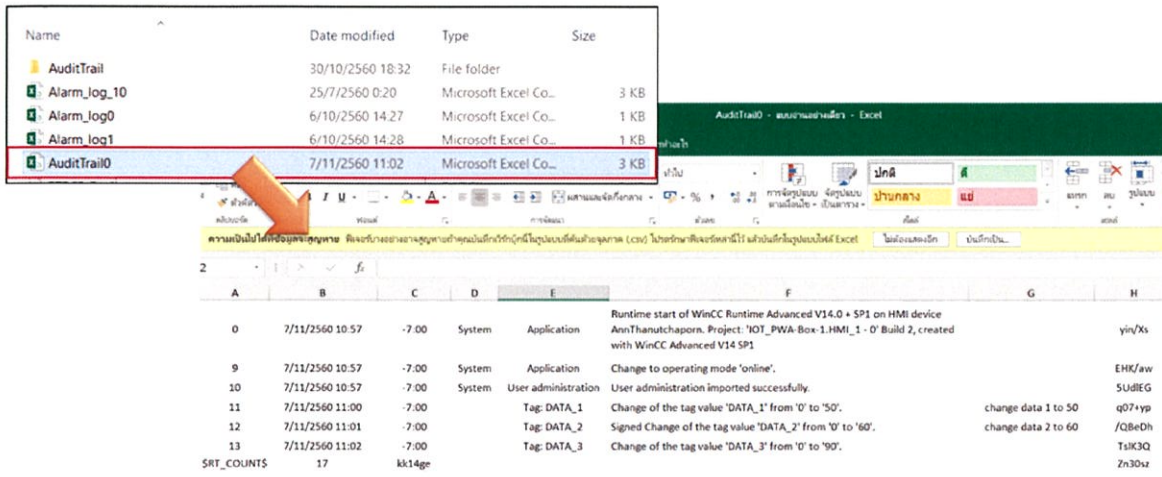
(1) ชื่อผู้ลงลายมือชื่อ

(2) วันที่และเวลาที่ทำการลงลายมือชื่อ

(3) ความหมาย (เช่น การทบทวนการอนุมัติ, ความรับผิดชอบ หรือการให้เหตุผล) ที่เกี่ยวข้องกับลายเซ็น

(b) รายการที่ระบุไว้ในวรรค (a) (1), (a) (2) และ (a) (3) ของหมวดนี้จะต้องมีการควบคุมเช่นเดียวกับบันทึกอิเล็กทรอนิกส์และจะรวมเป็นส่วนหนึ่งของรูปแบบใดก็ได้ที่มนุษย์สามารถอ่านได้จากบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ (เช่นการแสดงผลทางอิเล็กทรอนิกส์หรือการพิมพ์ออก)

รูปที่ 4.3 ลักษณะการใช้งานฟังก์ชัน GMP

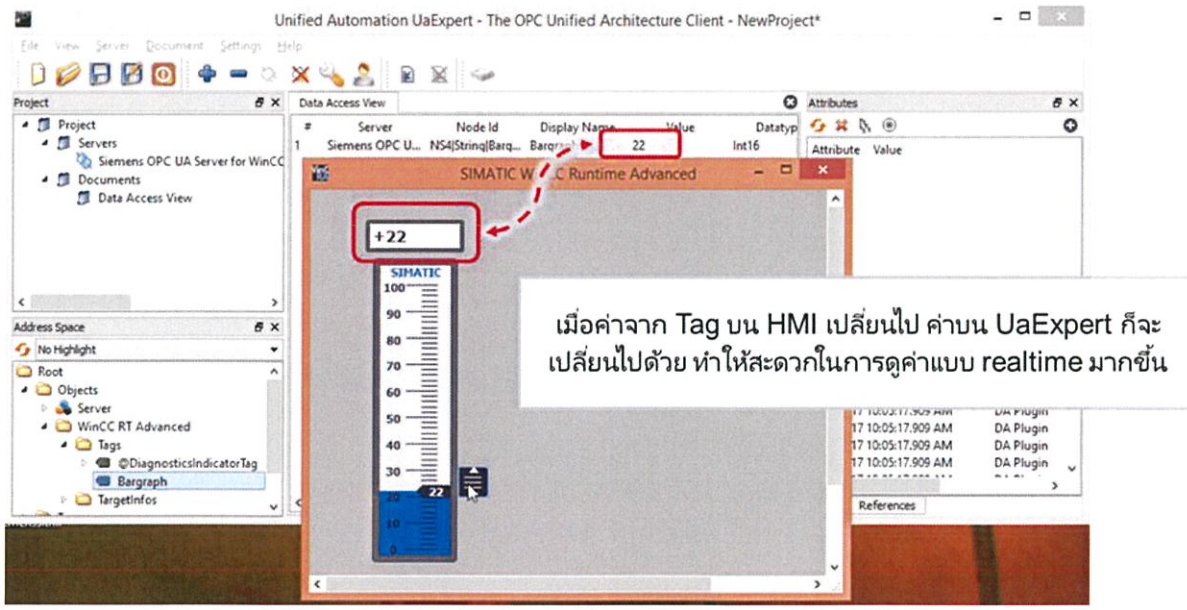


รูปที่ 4.4 บันทึกอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบ Audit Trail

ผลการใช้งานฟังก์ชัน GMP สอดคล้องกับมาตรฐาน GMP (21CFR11) ซึ่งเป็นมาตรฐานด้านอาหารและยา ซึ่งกำหนดให้มีบันทึกอิเล็กทรอนิกส์, ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเข้าใช้งาน, และการให้เหตุผล ในผลการใช้งานสามารถให้บันทึกข้อมูลได้ครบทุกส่วนตามมาตรฐาน GMP (21CFR11)

4.3 ผลการใช้งานฟังก์ชัน OPC UA Server

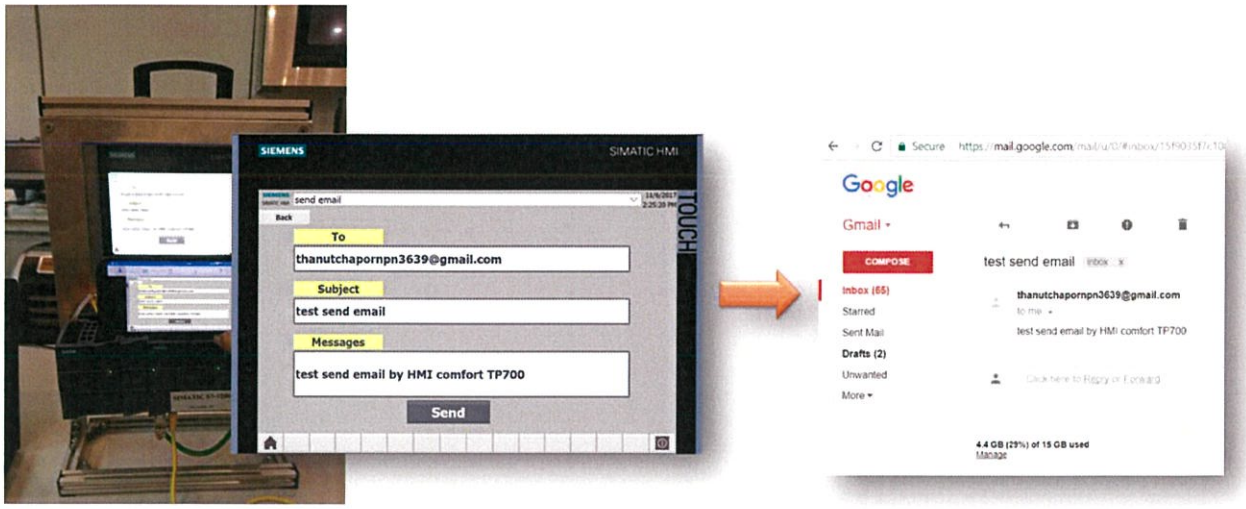
ผลการใช้งานฟังก์ชัน OPC UA Server ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ง่ายขึ้น และสามารถใช้งานฟังก์ชัน OPC UA Server ได้กับอุปกรณ์ระดับกลางอย่าง HMI Comfort Panel



รูปที่ 4.5 การใช้งานฟังก์ชัน OPC UA Server

4.4 ผลการใช้งานฟังก์ชัน Send E-mail

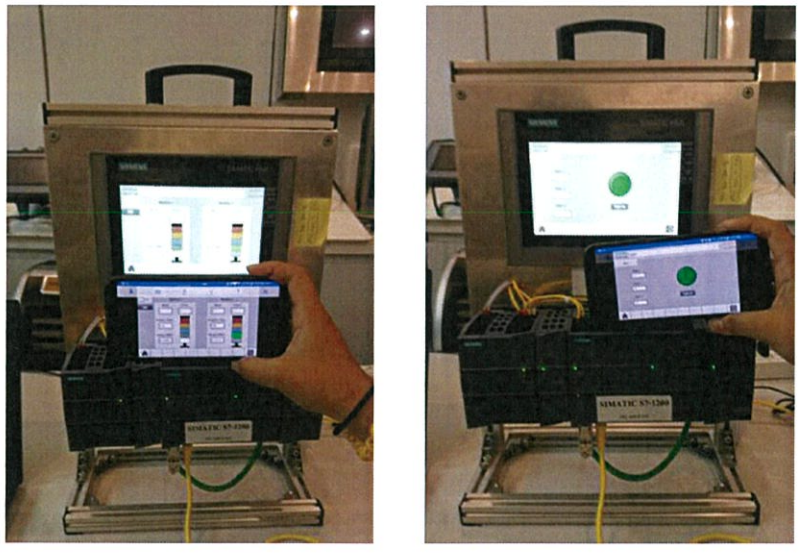
สามารถส่งอีเมลออกสู่ระบบอินเตอร์เน็ตภายนอกได้



รูปที่ 4.6 การใช้งานฟังก์ชัน Send E-mail

4.5 ผลการใช้งานฟังก์ชัน Smart Server / Smart Client

ฟังก์ชัน Smart Server / Smart Client เหมาะกับระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ 4.0 เนื่องจากสามารถใช้งานผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่าง ๆได้



รูปที่ 4.7 การใช้งานฟังก์ชัน Smart Server / Smart Client ผ่านโทรศัพท์มือถือ

รูปที่ 4.8 การใช้งานฟังก์ชัน Smart Server / Smart Client ผ่านคอมพิวเตอร์

4.6 ผลการใช้งานฟังก์ชัน PDF View

ใน HMI Comfort Panel ได้เพิ่มฟังก์ชัน PDF View ขึ้นมา ทำให้สามารถนำไฟล์สกุล PDF มาแสดงบนหน้าจอได้ เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง เช่น นำเอกสารที่ใช้ในการซ่อมบำรุงมาแสดงไว้บน HMI Comfort Panel หรือ เอกสารที่จำเป็นที่ต้องใช้งาน

รูปที่ 4.9 การใช้งานฟังก์ชัน PDF View

4.7 ผลการใช้งานฟังก์ชัน Media Player

รูปที่ 4.10 การใช้งานฟังก์ชัน Media Player

4.8 ผลการใช้งาน SIMATIC IOT2040 with S7-1200

SIMATIC IOT2040 จะทำหน้าที่เป็น Gate way เพื่อส่งผ่านข้อมูลจาก PLC ไปยังระบบเน็ตเวิร์คภายนอก ซึ่งช่วยให้สามารถรับรู้ข้อมูลได้ทุกที่บนโลกเพียงมีการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต

รูปที่ 4.11 การใช้งาน SIMATIC IOT2040 with S7-1200

บทที่ 5
สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้งานฟังก์ชันที่สอดคล้องกับการเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ 4.0 เช่น การใช้ฟังก์ชัน Smart Server / Smart Client ช่วยให้สามารถเข้าถึงและควบคุมหน้าจอ SIMATIC HMI ได้ แม้ว่าจะอยู่ต่างประเทศ, การใช้งานฟังก์ชัน OPC UA Server ช่วยให้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างชั้นของข้อมูลได้ง่ายขึ้น, การประยุกต์ใช้ SIMATIC HMI ให้สอดคล้องกับมาตรฐาน GMP, การสร้างไฟแสดงผลตามมาตรฐาน OMAC เป็นต้น

สรุปผลได้ว่าฟังก์ชันที่นำมาประยุกต์ใช้เป็นประโยชน์สำหรับการเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ 4.0 เป็นอย่างมาก ซึ่งช่วยให้การเข้าถึงข้อมูลเป็นไปได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น ถ้าเปรียบเทียบกับระบบอุตสาหกรรมในอดีตที่ต้องทำการควบคุมหรือสั่งการที่เครื่องเท่านั้น แต่ในปัจจุบันด้วยฟังก์ชันที่สนับสนุนระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ 4.0 มากขึ้นจึงทำให้เกิดความสะดวกสบาย และยังสามารถประยุกต์งานฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐาน เพื่อเพิ่มมูลค่าและความเป็นมาตรฐานให้กับเครื่องจักรได้อีกด้วย

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

5.2.1 การปรับตัวให้เข้ากับผู้อื่นเนื่องจากช่วงอายุที่ต่างกันระหว่างนักศึกษากับเพื่อนร่วมงาน

5.2.2 ขนบธรรมเนียมขององค์กรจำเป็นต้องเรียนรู้และปฏิบัติตาม

5.2.3 การติดต่อสื่อสารกับบุคคลภายนอก มีอุปสรรคด้านคำศัพท์เฉพาะทางทำให้เกิดความเข้าใจที่ไม่ตรงกัน จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิธีการสื่อสารให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น

5.2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาและทำการทดลองมีราคาค่อนข้างสูง จึงต้องระมัดระวังในการใช้งาน

5.2.5 ในการเริ่มทำงานต้องมีการคิดและวางแผนก่อนเสมอ เพื่อให้งานที่ทำเป็นไปตามแบบแผนที่วางไว้

5.2.6 การทำงานเป็นทีม ต้องมีการประชุมงานเพื่อวางแผน ให้เข้าใจตรงกันและแบ่งงานกันทำ

5.2.7 ในงานสัมมนาจะต้องมีการเตรียมความพร้อม และพร้อมแก้ไขสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นเสมอ

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการปฏิบัติสหกิจศึกษาครั้งนี้ทางแผนก Digital Factory / Process Industries & Drives สามารถนำคู่มือการใช้งานฉบับย่อที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้นไปใช้ประโยชน์ได้ ทั้งในเรื่องของการแนะนำเทคโนโลยีใหม่ ๆให้กับกลุ่มผู้ใช้งานเดิมของบริษัทและกลุ่มผู้ใช้งานรายใหม่ที่สนใจ อาจจะเพิ่มโอกาสทางการตลาดด้วยการจัดอบรบระยะสั้นให้กลุ่มผู้ใช้งานได้ทดลองใช้งานจริง ด้วยฟังก์ชันที่น่าสนใจและมีประโยชน์ต่อระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ 4.0 ในปัจจุบันและอนาคต

บรรณานุกรม

[1] เว็บไซต์บริษัท Siemens Limited Thailand สืบค้นวันที่ 10 กันยายน 2560,

เข้าถึงได้จาก : www.support.industry.siemens.com

[2] เว็บไซต์องค์กรณ์ OPC foundation สืบค้นวันที่ 25 ตุลาคม 2560,

เข้าถึงได้จาก : opcfoundation.org

[3] มาตรฐาน GMP (21CFR11) สืบค้นวันที่ 27 ตุลาคม 2560
เข้าถึงได้จาก :

www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=11&showFR=1

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

SIMATIC HMI Manual

SIEMENS

SIMATIC HMI

HMI devices
Comfort Panels

Operating Instructions

Preface

Overview 1

Safety instructions 2

Mounting and connecting the HMI device 3

Commissioning the device 4

Commissioning a project 5

Operating a project 6

Maintenance and care 7

Technical information 8

Technical Support A

Markings and symbols B

Abbreviations C

07/2017
A5E36770603-AB

SIEMENS

SIMATIC HMI

HMI devices
Basic Panels 2nd Generation

Operating Instructions

Preface

Overview 1

Safety instructions 2

Mounting and connecting 3

Operating the device 4

Configuring the device 5

Commissioning a project 6

Maintenance and care 7

Technical specifications 8

Technical Support A

Abbreviations B

10/2016
A5E33293231-AB

ภาคผนวก ข.

SIMATIC IOT Manual

APPLICATION EXAMPLE 12/2016

SIMATIC IOT2000 - GETTING STARTED

SIMATIC IOT2000 GETTING STARTED WITH ECLIPSE PLUGIN / V2.0 / DOCUMENTATION

HTTPS://SUPPORT.INDUSTRY.SIEMENS.COM/CS/WW/EN/VIEW/109744106

SIEMENS

SIMATIC

SIMATIC IOT
SIMATIC IOT2020,
SIMATIC IOT2040

Operating Instructions

Preface

Overview 1

Safety instructions 2

Installing and connecting the device 3

Software and commissioning 4

Expand device 5

Maintaining and repairing the device 6

Technical specifications 7

Technical support A

List of abbreviations B

10/2016
A5E37656492-AB

ภาคผนวก ค.

การประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรม

IEEE Standard for Information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks—Specific requirements

Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications

802.11™

IEEE Computer Society

Sponsored by the
LAN/MAN Standards Committee

IEEE
3 Park Avenue
New York, NY 10016-5997, USA

12 June 2007

IEEE Std 802.11™-2007
(Revision of
IEEE Std 802.11-1999)

Application example • 12/2016

SIMATIC IOT2000 S7-Communication

SIMATIC IOT2020, SIMATIC IOT2040

Implementing ISA-TR88.00.02 (PackML)

How OEMs Turn Promise into Benefits

ภาคผนวก ง.

เคล็ดลับการใช้งาน (Tips and Trick)

SIEMENS
Ingenuity for life

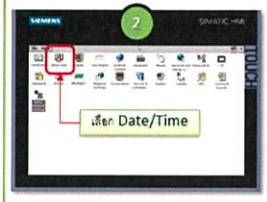
HMI Comfort panel

How to set date and time

ในการตั้งค่าเวลาและวันที่ให้กับ HMI Comfort panel สามารถทำได้โดย

1. มาที่หน้าแรกเริ่มของจอ (Stop Runtime)

2. ให้เลือกที่ Setting



3. ให้ Double touch ที่ Date/Time

4. จะปรากฏหน้าต่าง เวลาและวันที่ขึ้นมาดังรูป

5. เมื่อตั้งค่าเวลาและวันที่ เสร็จแล้วให้เลือก Apply

SIEMENS
Ingenuity for life

HMI Comfort panel

How to set Password of Sm@rt Server

ในการตั้งค่าเวลาและวันที่ให้กับ HMI Comfort panel สามารถทำได้โดย

1. มาที่หน้าแรกเริ่มของจอ (Stop Runtime)

2. ให้เลือกที่ Setting

3. ให้ Double touch ที่
WinCC Internet Setting

4. จะปรากฏหน้าต่าง เวลาและวันที่ขึ้นมาดังรูป
เลือก Remote

5. เลือก Change setting

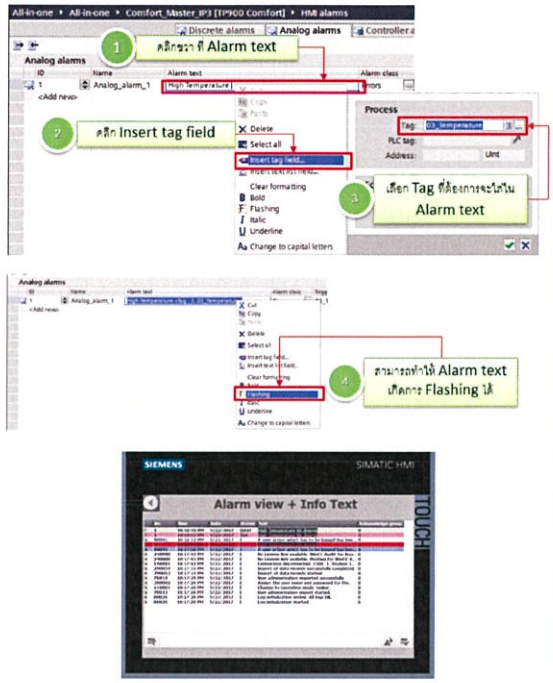
6. สามารถตั้ง Password ได้ 2 แบบ คือ
- View only
- View and Control

SIEMENS
Ingenuity for life

HMI Comfort panel

How to link tag to alarm text

การ link tag เข้าไปใน Alarm Text ทำได้โดย

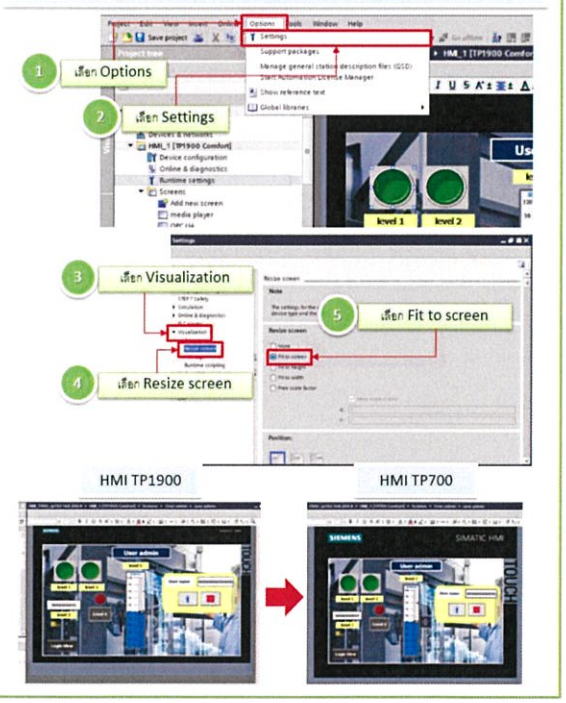


SIEMENS
Ingenuity for life

HMI Comfort panel

How to resize screen

เมื่อเราต้องการจะเปลี่ยนขนาดหน้าจอ เช่น จาก TP1900 ไปเป็น TP700
แล้วต้องการให้ resize screen ทำได้โดย



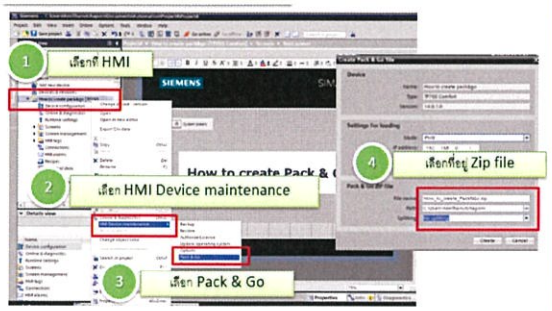
SIEMENS
Ingenuity for life

HMI panel

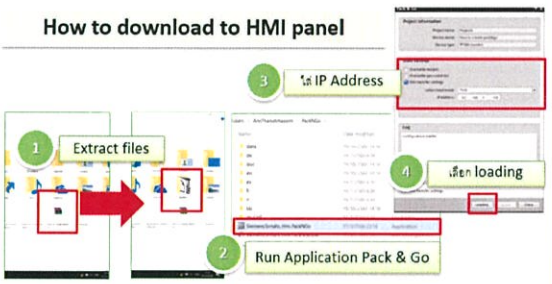
How to use Pack & Go

Pack & Go คือ Option ที่ช่วยให้ง่ายในการ download หน้าจอ โดยไม่ต้องใช้โปรแกรม TIA Portal Wincc software สามารถ create pack & go แล้ว download ลง HMI Panel ได้ผ่าน Application ที่สร้างมากับ pack & go

How to create Pack & Go



How to download to HMI panel



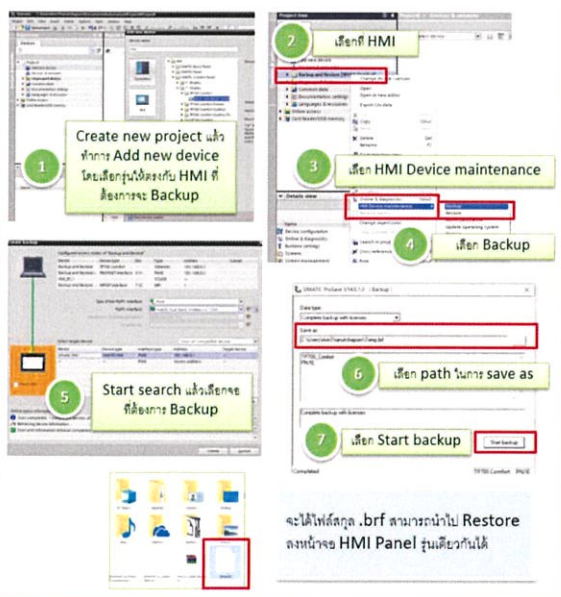
SIEMENS
Ingenuity for life

HMI panel

How to Backup and Restore

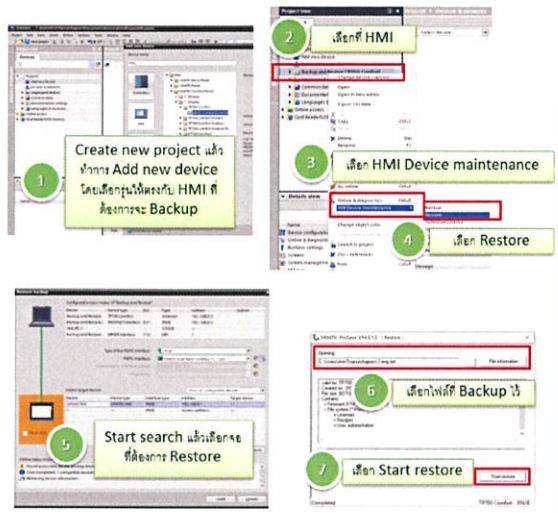
Backup เป็นการ Backup หน้าจอบน HMI Panel มาอยู่ในรูปแบบไฟล์ .brf และสามารถนำไฟล์ .brf ไป Restore ลงหน้าจอ HMI Panel รุ่นเดียวกัน อีกตัวได้

How to Backup



จะได้ไฟล์สกุล .brf สามารถนำไป Restore ลงหน้าจอ HMI Panel รุ่นเดียวกันได้

How to Restore



การ Restore จะทำให้ได้หน้าจอในแบบเดียวกันกับหน้าจอที่ Backup ขึ้นมา

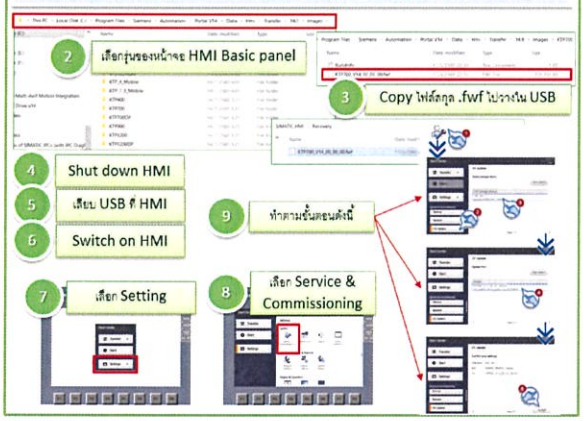
Requirements

1. USB ต้องเป็นแบบ FAT32
2. USB ต้องเป็น USB version 2.0 หรือ ต่ำกว่า
3. HMI image file ต้องเป็น Version V14.
4. Recovery file สามารถ download ได้ที่

https://support.industry.siemens.com/cs/document/109744950/usb-recovery-(reset-to-factory)-mode-for-2nd-generation-basic-panels?dti=0&lc=en-WW

Copy HMI image file ลงใน "SIMATIC.HMI\Recovery\" บน USB (ไฟล์สกุล .fwf)

Note: สามารถหา HMI image file ได้ อยู่ใน
"Programs\Siemens\Automation\Portal V14\Data\Hmi\Transfer\14.0\Images"

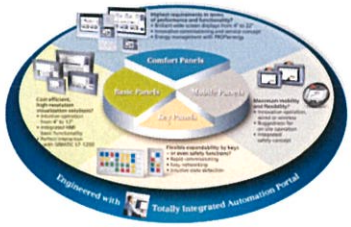


ภาคผนวก จ.

คู่มือการใช้งานฉบับย่อ (Quick Engineering Guide)

Contents

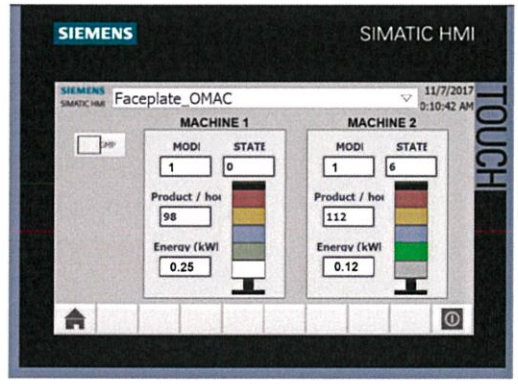
SIEMENS



- Structure 3
- Create faceplate 4
- Faceplate configure 5
- Add PLC data types to HMI types 6
- Edit faceplate 7
- Configure faceplate with UDT 8
- Using faceplate 9
- Add HMI tag 10
- Configure interface 11

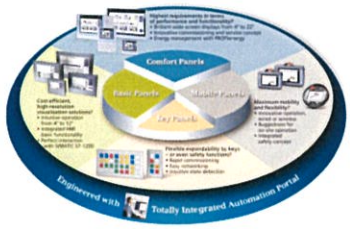
Faceplate with UDT

SIEMENS



Contents

SIEMENS



- Create HMI tag and screen 3
- Runtime settings 4
- Configure HMI tag 5
- Audit Trail 6

Electronic signature

SIEMENS

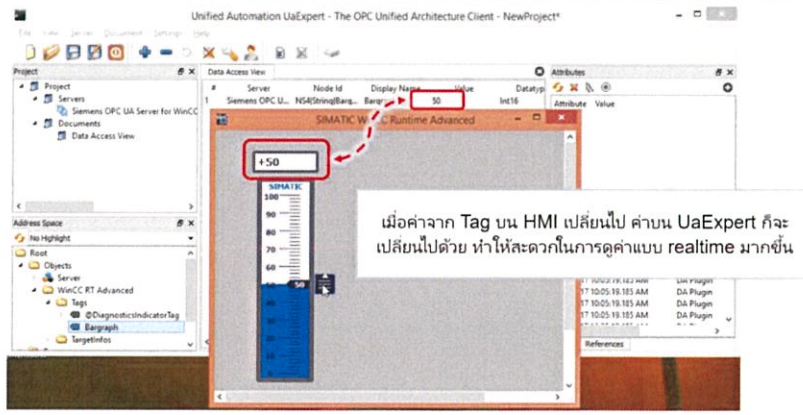
Contents

SIEMENS

OPCUA Server None security	4
- Enable OPCUA Server on HMI	5
- Connect to OPCUA client	7
- Select Tag	13
OPCUA Server Use security	16
- Enable OPCUA Server on HMI	17
- Connect to OPCUA client	18
- Making OPCUA server trusts client	24

Result

SIEMENS



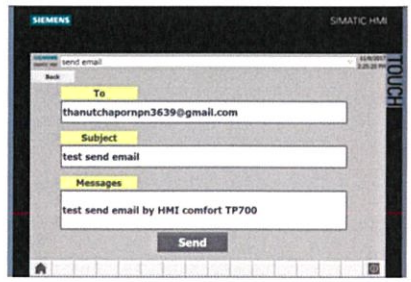
Contents

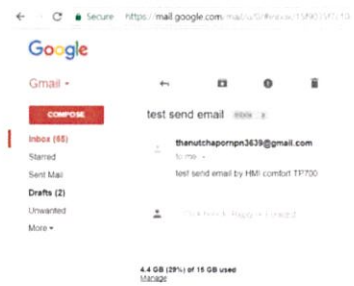
SIEMENS

- Setting 3
- Create screen 5
- Test send Email 7
- Comfort Internet Setup 8
- Addendum (Comfort Internet Setup) 9

Test send email

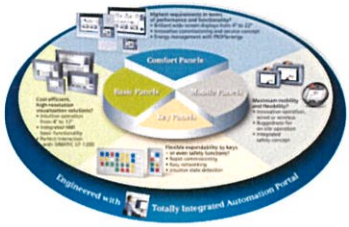
SIEMENS





Contents

SIEMENS



Setup Sm@rtServer on TIA Portal	5
Setup Sm@rtServer on HMI	7
Setup Sm@rtClient on HMI	11
Test by Internet Explorer	14
Test by Sm@rtClient software	15
Test by VNC software	16
Test by HMI Comfort	17

Test by Sm@rtClient software

SIEMENS

เปิดด้วย Sm@rtClient software เพียงแค่ใส่ IP address > connect

ป้อน password > OK แล้วเราจะเห็นหน้าจอตามที่โปรแกรมไว้บน HMI ซึ่งสามารถควบคุมผ่าน Sm@rt Client ได้ถ้าเรา ไม่ได้ตั้งเป็น View only ในขั้นตอน Settings.

Contents

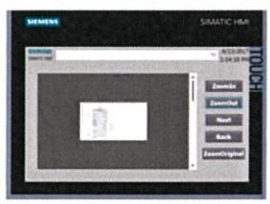
SIEMENS

Drag and drop	4
Setting PDF View	5
Add file to HMI	
-Using Internal memory	7
-Using External memory	9
การสร้างปุ่มควบคุม PDF view	11

การสร้างปุ่มควบคุม PDF view

SIEMENS

Zoom In



Zoom Out

Next

Back

Contents

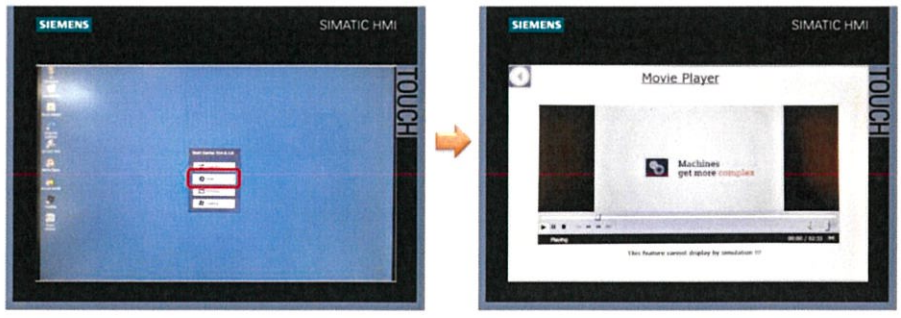
SIEMENS

Drag and drop	3
Setting Media Player	4
Add file to HMI	
-Using Internal memory	6
-Using External memory	8

Media Player

SIEMENS

กลับสู่หน้าเริ่มต้น แล้ว Touch ที่ Start



Introduction

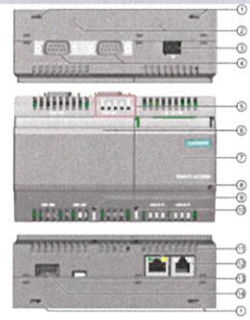
SIEMENS

Product description

The devices of the SIMATIC IOT family offer a robust, compact and flexible solution with a focus on the IOT environment and round off the SIMATIC IPC product range in the lower output range.

Features

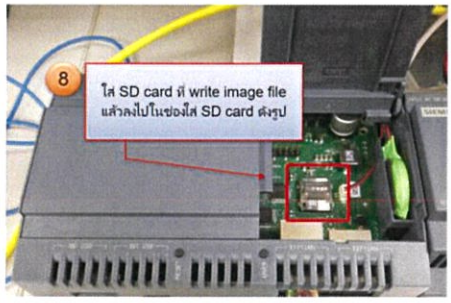
- High degree of ruggedness
- Compact design as per LOGO!
- External RS232/RS422/RS485, Ethernet and USB interfaces
- Internal interfaces for Arduino Shield and Mini PCIe card
- Freely programmable interfaces
- Maintenance-free operation possible

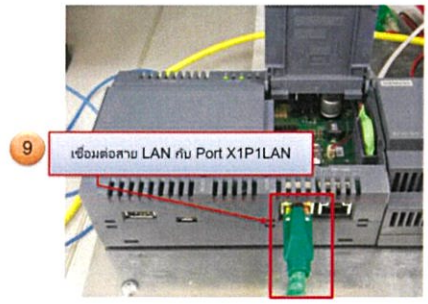


① Openings for push-in lugs for wall mounting
② Markings for the installation of antennae
③ Power supply connector
④ COM interfaces (RS232/422/485)
⑤ LED display, see section "Motherboard (Page 49)"
⑥ Cover on left
⑦ Cover on right
⑧ Securing device
⑨ RESET button for the CPU
⑩ USER button, programmable
⑪ Ethernet interface 10/100 Mbps
⑫ Ethernet interface 10/100 Mbps, prepared for PoE
⑬ USB Type Micro B
⑭ USB Type A

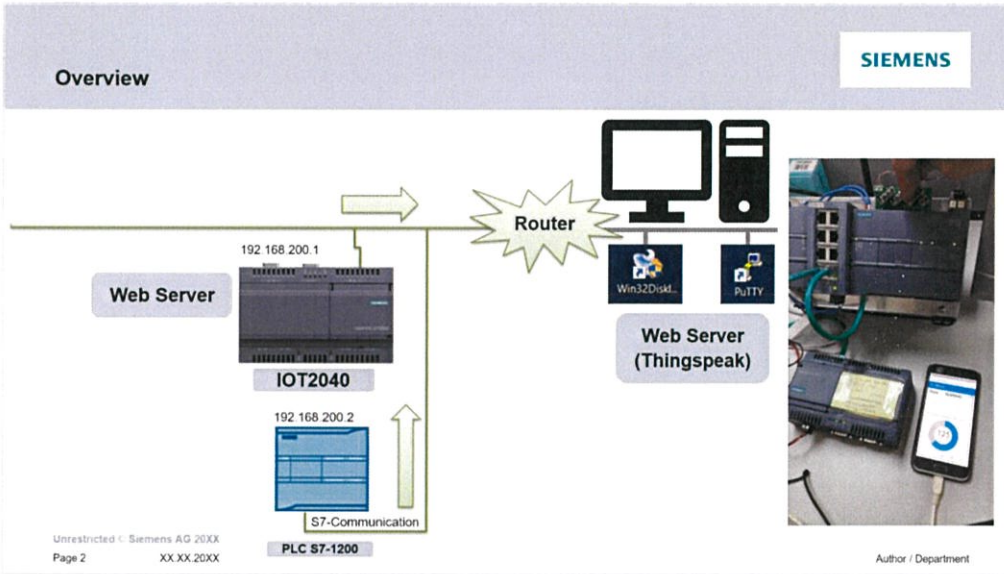
Insert SD card to SD card slot

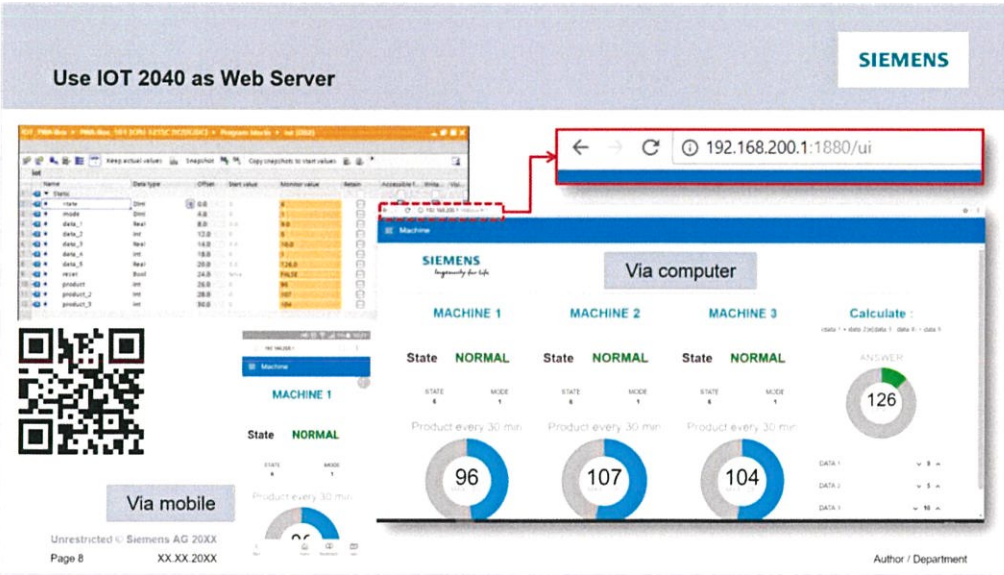
SIEMENS





SIEMENS
Ingenuity for life
TIA Portal Openness
SIMATIC IOT2040
IOT 2040 with S7-1200
Restricted © Siemens AG 2017


Overview
SIEMENS
Router
192.168.200.1
Web Server
IOT2040
192.168.200.2
S7-Communication
PLC S7-1200
Win32Diskl...
PuTTY
Web Server
(Thingspeak)
Unrestricted © Siemens AG 20XX
Page 2
XX.XX.20XX
Author / Department


Use IOT 2040 as Web Server
SIEMENS
192.168.200.1:1880/ui
Via computer
MACHINE 1
MACHINE 2
MACHINE 3
Calculate :
State NORMAL
Product every 30 min
96
107
104
ANSWER
126
Via mobile
Unrestricted © Siemens AG 20XX
Page 8
XX.XX.20XX
Author / Department

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นางสาวธนัชพร พางาม

วัน เดือน ปีเกิด 3 มิถุนายน 2539

ที่อยู่ 741/43 ถ.เพชรเกษม แขวงคูหาสวรรค์ เขตภาษีเจริญ จ.กรุงเทพมหานคร 10160

Email thanutchapornpn3639@gmail.com

โทรศัพท์ 0988273790

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2554 – 2556 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตรีวัดอัปสรสวรรค์ จ.กรุงเทพมหานคร
- พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Digital factory/Process Industries & drives

บริษัท Siemens Limited Thailand

- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก Digital factory/Process Industries & drives

บริษัท Siemens Limited Thailand