การประยุกต์ใช้โปรแกรมไอไอโอที : THINGWORX

INDUSTRIAL INTERNET OF THING (IIOT) APPLICATION : THINGWORX

กานต์พิชชา สุขวี

ชิษณุพงศ์ สายบัว

วรพล ปาละบรรจง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

การประยุกต์ใช้โปรแกรมไอไอโอที : THINGWORX

INDUSTRIAL INTERNET OF THING (IIOT) APPLICATION : THINGWORX

กานต์พิชชา สุขวี

ชิษณุพงศ์ สายบัว

วรพล ปาละบรรจง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INDUSTRIAL INTERNET OF THING (IIOT)

APPLICATION : THINGWORX

Kantpitcha Sukvee

Chitsanupong Saibua

Worapol Palabanjong

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERRING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การประยุกต์ใช้โปรแกรมไอไอโอที : THINGWORX

INDUSTRIAL INTERNET OF THING (IIOT) APPLICATION : THINGWORX

นักศึกษาผู้จัดทำ นางสาวกานต์พิชชา สุขวี **รหัสนักศึกษา** 58010080

นายชิษณุพงศ์ สายบัว **รหัสนักศึกษา** 58010298

นายวรพล ปาละบรรจง **รหัสนักศึกษา** 58011100

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2561

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์สักรียา ชีตวงศ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การประยุกต์ใช้โปรแกรมไอไอโอที : THINGWORX		
	INDUSTRIAL INTERNET OF THING (IIOT) APPLICATION : THINGWORX		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวกานต์พิชชา	สุขวี	รหัสนักศึกษา 58010080
	นายชิษณุพงศ์	สายบัว	รหัสนักศึกษา 58010298
	นายวรพล	ปาละบรรจง	รหัสนักศึกษา 58011100
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์สักรียา ชิตวงศ์		
ปีการศึกษา	2561		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้เป็นการศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้งาน โปรแกรมไอโอที เพื่อที่จะสามารถประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมได้ และจัดทำเป็นกรณีศึกษา ซึ่งโปรแกรมไอโอทีที่ใช้ในการศึกษาคือ โปรแกรม ThingWorx เป็นซอฟต์แวร์ของบริษัท PTC ร่วมกับโปรแกรม KEPseverEX 6 ซึ่งการทำงานของ ThingWorx มีหลายส่วนประกอบด้วยกันตั้งแต่การรับข้อมูลจากเซนเซอร์หรือฮาร์ดแวร์ ไปยังซอฟต์แวร์ และสามารถนำข้อมูลที่ได้เหล่านั้นมาบริหารจัดการ เช่น Status Monitoring หรือ Alert Monitoring เป็นต้น โดยจะทำการศึกษาในส่วนการเชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์เป็นอันดับแรก จากนั้นศึกษาในส่วนรายละเอียด คุณลักษณะต่างๆ รวมไปถึงการตั้งค่าโปรแกรมเพื่อที่สามารถจัดทำเป็นกรณีศึกษาหรือตัวอย่างในการประยุกต์ใช้งานซอฟต์แวร์กับอุปกรณ์ในอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	INDUSTRIAL INTERNET OF THING (IIOT) APPLICATION : THINGWORX	
Authors	Ms. Kantpitcha	Sukvee
	Mr. Chitsanupong	Saibua
	Mr. Worapol	Palabanjong
Thesis Advisor	Assoc. Porf. Sakreya	Chitwong
Year	2018	

ABSTRACT

This thesis is a study and learn of the program IoT (Internet of things) so it can be used to connect devices in the industry and document case studies. The program used in the study is a software program Thingworx It's a software of company PTC in conjunction with KEPseverEX which is composed of many parts start from getting information from sensors or hardware. To software the data can then be managed like Alert Monitoring Status Monitoring or not, etc. It studies the connection between hardware and software .Then studied in detail. Features the setup program to be prepared in case studies or examples of application software with the industry.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ.สักรียา ชิตวงศ์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษา และคำแนะนำต่างๆ จนช่วยให้การทำปริญญานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

และขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เป็นที่เคารพยิ่งที่เป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา รวมทั้งส่งเสียจนได้ร่ำเรียนถึงทุกวันนี้ และขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน และน้องที่ให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ ให้ความรักความปราณี จนทำให้การทำปริญญานิพนธ์ให้สำเร็จสำเร็จดังสมประสงค์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้โอกาสที่ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่องนี้ รวมทั้งมอบสิ่งดีๆ ตลอดเวลาสี่ปีที่ผู้จัดทำศึกษาอยู่ในสถาบันแห่งนี้ คุณความดีใดที่ได้ปรากฏในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ บิดา มารดา ครู-อาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1
1.2 หลักการและเหตุผลของปริญญานิพนธ์ 1
1.3 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 2
1.4 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2
1.5 ขั้นตอนการศึกษา 2
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ThingWorx 3
2.2 Internet of Things (IoT) 4
2.2.1 แบ่งกลุ่ม Internet of Things 4
2.2.2 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง 5
2.2.3 ประโยชน์ของ Internet of Things 7
2.2.4 ข้อบกพร่องของ Internet of Things 8
2.2.5 การประยุกต์ Internet of Things กับสิ่งต่างๆ 8
2.3 OLE for Process Control (OPC) 9
2.4 Protocol TCP/IP 10
2.4.1 องค์ประกอบหลักของโปรโตคอล 11
2.4.2 ตัวอย่างของโปรโตคอล 11
2.5 HMI 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6 PLC 12

2.6.1 โครงสร้างของ PLC 13

2.6.2 ข้อดีของ PLC 13

2.6.3 ข้อเสียของ PLC 14

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 15

3.1 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ PLC 15

3.1.1 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ PLC กรณีใช้ Simens S7-1200 15

3.1.2 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ PLC กรณีใช้ PLCSIM Advanced V2 20

3.2 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจักร 24

3.3 การ Configuration โปรแกรม KepserverEx ในการเชื่อมต่อกับ PLC 26

3.4 การ Configuration โปรแกรม ThingWorx 40

3.5 การสร้าง Mashup เพื่อทำ HMI 43

3.6 การ Configuration and Setup สำหรับ Asset Advisor 48

3.7 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษา 53

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 62

4.1 วิธีการทดลอง 62

4.1.1 การทดลองการเชื่อมต่อระหว่าง PLCSIM กับ KepseverEX 62

4.1.2 การทดลองการเชื่อมต่อระหว่าง KepseverEX กับ ThingWorx 63

4.1.3 การทดลองการแสดงผลข้อมูลในหน้า HMI ผ่านเครื่องลูกข่าย 63

4.2 ผลการทดลอง 64

บทที่ 5 สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ 69

5.1 สรุปผลปริญญานิพนธ์ 69

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.3 แนวทางในการพัฒนา 70
5.4 ประสบการณ์ที่ได้รับ 70

บรรณานุกรม 71

ภาคผนวก 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	อธิบายแต่ละ Network layers ของ Internet of Things โดย IBM	5
2.2	การเติบโตของจำนวนข้อมูลที่สร้างขึ้นระหว่าง ค.ศ. 2005-2014	7
2.3	การสื่อสารของอุปกรณ์คนละยี่ห้อผ่าน OPC	10
2.4	PLC รุ่น S7-1200	14
3.1	ไอคอนของโปรแกรม TIA PORTAL V14	15
3.2	การตั้งชื่อไฟล์ในโปรแกรม	15
3.3	การเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อ	16
3.4	การ Add Device อุปกรณ์	16
3.5	การ Detect เพื่อตรวจจับอุปกรณ์	17
3.6	การ Start Search เพื่อค้นหาอุปกรณ์	17
3.7	การ Detect กับอุปกรณ์	18
3.8	การ Compile	18
3.9	การ Configuration อุปกรณ์	19
3.10	การ Download to Device	19
3.11	การ Load อุปกรณ์	20
3.12	Compile และ Start Simulation	20
3.13	การ Load อุปกรณ์	21
3.14	คลิก Start All แล้วคลิก Finish	21
3.15	Switch to Project View	22
3.16	การ New Project	22
3.17	เมื่อโหลด Project สำเร็จ	22
3.18	ตั้งค่าที่ NetToPLCsim	23
3.19	Start Server	23
3.20	หน้า SIMtable_1 ทำการควบคุมแทน PLC	24
3.21	Main Block การควบคุมการทำงานของเครื่องจักร	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.22	Main Block การควบคุมการทำงานของเครื่องจักร	25
3.23	Main Block การแปลงค่าอุณหภูมิ	25
3.24	Main Block การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ	25
3.25	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	26
3.26	ThingWorx Console	26
3.27	Controls Advisor	26
3.28	รายละเอียดใน Connection Information	27
3.29	การกรอกข้อมูลจาก ThingWorx	27
3.30	ข้อความ ถ้าทำการเชื่อมต่อสำเร็จ	27
3.31	การ Add Channel เพื่อเชื่อมต่อ PLC กับ KepserverEx	28
3.32	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	28
3.33	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	29
3.34	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	29
3.35	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	30
3.36	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	30
3.37	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	31
3.38	การ Add Device เพื่อเพิ่มอุปกรณ์	31
3.39	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	32
3.40	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	32
3.41	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	33
3.42	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	33
3.43	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	34
3.44	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	34
3.45	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	35
3.46	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	35
3.47	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.48	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	36
3.49	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	37
3.50	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	37
3.51	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	38
3.52	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	38
3.53	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	38
3.54	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	39
3.55	การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC	39
3.56	ThingWorx Console	40
3.57	หน้า ThingWorx Composer	40
3.58	การเพิ่ม Thing ใน ThingWorx Composer	41
3.59	การเพิ่ม Remote Thing เพื่อเพิ่มอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อ	41
3.60	การตั้งชื่อ Thing ที่ต้องการเชื่อมต่อ	42
3.61	การตรวจสอบ Value เมื่อให้สวิตช์หยุดทำงาน	42
3.62	การตรวจสอบ Value เมื่อให้สวิตช์ทำงาน	42
3.63	สร้าง New Mashup	43
3.64	เลือก Mashup Type และ Layout Options	43
3.65	ตั้งชื่อ Mashup	44
3.66	ออกแบบ Mashup	44
3.67	เลือก Widget ที่ต้องการใช้งาน	45
3.68	การดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อนำมาใช้งาน	45
3.69	การดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อนำมาใช้งาน	46
3.70	การดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อนำมาใช้งาน	46
3.71	การดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อนำมาใช้งาน	47
3.72	การดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อนำมาใช้งาน	47
3.73	การดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อนำมาใช้งาน	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.74	HMI ของ Check Box ที่สร้างขึ้น	48
3.75	HMI ของ Check Box ที่สร้างขึ้น	48
3.76	Configuration and Setup	48
3.77	การเพิ่มอุปกรณ์	49
3.78	การสร้างอุปกรณ์	49
3.79	การเพิ่มรายละเอียดให้กับอุปกรณ์	49
3.80	การเพิ่มรายละเอียดให้กับอุปกรณ์	50
3.81	การตั้งค่าสถานะให้กับอุปกรณ์	50
3.82	ทำการเลือก Tag ของอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อ	51
3.83	เขียนเงื่อนไขสถานะ Unplanned Downtime	51
3.84	ทำการสร้างเงื่อนไขให้สถานะ Warning	51
3.85	ทำการสร้างเงื่อนไขให้สถานะ Running	52
3.86	ทำการสร้างเงื่อนไขให้สถานะ Planned Downtime	52
3.87	Asset Advisor	52
3.88	อุปกรณ์ที่ได้ทำการเพิ่ม	53
3.89	การ Add Data ของ Grid	53
3.90	การ Binding ข้อมูลของ Grid	54
3.91	การ Binding ข้อมูลของ ValueDisplay	54
3.92	การ Add Data ของ Timeline Chart	55
3.93	การ Binding ข้อมูลของ Timeline Chart	55
3.94	การ Binding ข้อมูลของ Timeline Chart	56
3.95	การ Binding ข้อมูลของ Timeline Chart	56
3.96	การ Add Data ของ Contained Mashup	57
3.97	การ Binding ข้อมูลของ Contained Mashup	57
3.98	การ Add Data ของ Grid	58
3.99	การ Binding ข้อมูลของ Grid	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.100 การ Binding ข้อมูลของ Grid....59
3.101 การ Binding ข้อมูลของ Grid....59
3.102 การ Add Data ของ Gauge....60
3.103 การ Binding ข้อมูลของ Gauge....60
3.104 การ Add Data ของ TimelineSeriesChart....61
3.105 การ Binding ข้อมูลของ TimelineSeriesChart....61
4.1 SIM Table_1....62
4.2 Tag ที่ได้ทำการสร้างไว้....62
4.3 การตรวจสอบ Value เมื่อให้สวิตช์หยุดการทำงาน....63
4.4 URL หน้า HMI ของแม่ข่าย....63
4.5 IP Address ของแม่ข่าย....64
4.6 URL ที่ลูกข่ายสามารถนำไปใช้งานต่อได้....64
4.7 หน้า HMI ที่แสดงสถานะ Running....65
4.8 หน้า HMI ที่แสดงสถานะ Warning....65
4.9 หน้า HMI ที่แสดงสถานะ Unplanned Downtime....66
4.10 Status จะมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าใน KepserverEx....67
4.11 หน้า HMI ของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง....67
4.12 รายละเอียดต่างๆ ของเครื่องจักร....68
4.13 เมื่อ กด Start ตัว Timer หน้า HMI จะเริ่มทำงาน....68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการใช้งาน โปรแกรมไอโอที (Internet of Things) ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมได้และได้จัดทำเป็นกรณีศึกษา สำหรับซอฟต์แวร์ไอโอทีที่ใช้งานเป็น Thingworx ซึ่งเป็น IoT Platform ตัวหนึ่งของบริษัท PTC ที่สามารถเชื่อมต่อข้อมูลมาจากอุปกรณ์ส่งสัญญาณไอโอทีได้โดยตรงไม่ว่าจะติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งใด และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่เชื่อมต่อเข้ามาได้โดยอัตโนมัติ รวมถึงการบริหารจัดการข้อมูล ความปลอดภัย และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับไอโอที ทั้งหมด

1.2 หลักการและเหตุผลของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันอินเตอร์เน็ตได้ครอบคลุมในการให้บริการเกือบทุกภูมิภาคทั่วโลก เพราะฉะนั้นหากทุกสิ่งถูกเชื่อมต่อกันด้วยอินเตอร์เน็ต จะก่อให้ประโยชน์มากมายที่จะส่งผลดีต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในแง่ของความสะดวกสบาย และรวดเร็ว เนื่องจากอุปกรณ์เทคโนโลยีทุกชิ้น สามารถติดต่อสื่อสารกันเองเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ได้มากที่สุด ซึ่งไอโอทีนั้นมีประโยชน์ต่อการใช้งานในด้านต่างๆ มากมาย รวมไปถึงการใช้งานในภาคอุตสาหกรรมด้วย ซึ่งในปัจจุบันผู้ประกอบการทั้งหลายได้เห็นถึงประโยชน์และความสำคัญของไอโอที จึงมีการริเริ่มการใช้เทคโนโลยีนี้ในโรงงานอุตสาหกรรมของตนเองมากขึ้น

ThingWorx คือ IoT Platform Solution สำเร็จรูป ที่มีความพร้อมสำหรับองค์กรมากที่สุดในปัจจุบันซึ่งมีความสามารถทำให้องค์กรสามารถเชื่อมต่อ และติดตั้งระบบไอโอทีได้อย่างรวดเร็ว และง่ายที่สุด ThingWorx สามารถเชื่อมต่อไปยังผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทางธุรกิจอื่นๆ ได้อย่างกว้างขวางในทุกอุตสาหกรรม การทำงานของ ThingWorx มีหลายส่วนประกอบกันตั้งแต่เซนเซอร์และฮาร์ดแวร์ ไปยังซอฟต์แวร์ และการรวมการระบบเข้าด้วยกัน ซึ่งระบบ ThingWorx นั้นมีเครื่องมือในการพัฒนาการแสดงของข้อมูลไอโอที ที่ละเอียดแต่ใช้งานง่าย ซึ่งใช้เวลาน้อยมากในการสร้างจุดแข็งให้กับองค์กรในด้านต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาการใช้งานโปรแกรมไอไอโอที สำหรับกรณี ThingWorx
2. ศึกษาวิธีการเชื่อมต่อโปรแกรมไอไอโอทีกับอุปกรณ์ทางอุตสาหกรรม
3. ศึกษาวิธีการประยุกต์ใช้งานโปรแกรมไอไอโอที สำหรับกรณีศึกษา

1.4 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

สามารถเรียนรู้การใช้งานโปรแกรมไอไอโอที สำหรับกรณี ThingWorx พร้อมทั้งประยุกต์ใช้งานเป็นกรณีศึกษา รวมถึงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ในอุตสาหกรรม

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษารายละเอียดโปรแกรม ThingWorx และโปรแกรม KepseverEx
2. ศึกษาการเชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์
3. ทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์
4. ออกแบบและจัดทำเป็นกรณีศึกษา

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถใช้งานโปรแกรมไอไอโอที สำหรับกรณี ThingWorx ได้
2. สามารถเชื่อมต่อโปรแกรมไอไอโอทีกับอุปกรณ์ทางอุตสาหกรรม
3. สามารถประยุกต์ใช้งานโปรแกรมไอไอโอที สำหรับกรณีศึกษา 1 กรณี
4. สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประกอบอาชีพต่อไปในอนาคตหลังจากจบการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้โปรแกรมไอไอโอทีในอุตสาหกรรม

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ Software ThingWorx และ KepserverEX ซึ่งจะกล่าวถึงความสำคัญของ Internet of Things, PLC, OPC, Protocal, HMI ซึ่งจะมีรายละเอียดแสดงดังนี้

2.1 ThingWorx [1]

ThingWorx คือ Industrial IoT Development Platform หรือ Internet of Things สำหรับงานทางด้านอุตสาหกรรม เนื่องจากปัจจัยในงานทางด้านอุตสาหกรรมนั้นมีความต้องการในหลายเรื่อง เช่น

- ประเภทการเชื่อมต่อข้อมูลที่หลากหลาย ในโรงงานอุตสาหกรรมมีเครื่องจักรหลายประเภท ตั้งแต่ ระบบจัดการทรัพยากรภายในโรงงาน (ไฟฟ้า, น้ำดี, น้ำเสีย), เครื่องจักรในสายพานการผลิต (PLC, CNC) ไปจนถึงหุ่นยนต์ช่วยผลิต ThingWorx สามารถเชื่อมต่อข้อมูลได้หลากหลายประเภท และยังรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในภาคอุตสาหกรรมโดยตรงด้วย "ThingWorx Industrial Connectivity"
- ความรวดเร็วในการ Implement ปัจจัยสำคัญในการผลิตสินค้าคือ "เวลา" หากใช้เวลาในการติดตั้งระบบไอโอทีมาก จะส่งผลให้เกิดการสูญเสียรายได้จากการผลิตมากตามไปด้วย ระยะเวลาในการ Implement หรือ ติดตั้งระบบด้วย ThingWorx สามารถทำได้ภายใน 1-2 ชั่วโมงเท่านั้น
- ความยุ่งยากในการจัดการระบบ โรงงานขนาดใหญ่มีความหลากหลายของระบบการทำงาน ทำให้การจัดการ ตรวจสอบ และควบคุม นั้นยุ่งยากและซับซ้อน ThingWorx Manufacturing Apps เป็นตัวช่วยจัดการระบบต่างๆ ภายในโรงงาน ตั้งแต่การตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักรตรวจสอบสถานะการทำงาน รวมไปถึง Workflow ในการผลิตสินค้า อีกทั้งยังสามารถเชื่อมต่อระบบหลายๆ ระบบเข้าด้วยกัน
- ระบบตรวจสอบสอบความผิดพลาดของเครื่องจักร ปัญหาสำคัญที่ทุกโรงงานพบคือ เครื่องจักรหยุดการทำงานโดยไม่ทราบสาเหตุ ThingWatcher คือ ระบบ Anormaly Detection จะทำหน้าที่ในการตรวจจับการทำงานของเครื่องจักร หากมีการทำงานที่ผิดพลาดไปจากการทำงานปกติจะมีการแจ้งเตือนล่วงหน้าทำให้ผู้ดูแลสามารถเตรียมตัวในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรได้ทันเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกในโรงงานผลิตสินค้ามีข้อมูลมากมายเกิดขึ้นทุกนาที ทุกชั่วโมง ThingWorx สามารถนำข้อมูลจำนวนมากนั้นมาทำการวิเคราะห์เชิงลึกด้วย ThingWorx Analytic เพื่อนำไปพยากรณ์อนาคต ยอดขาย พฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภค หรือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพในการผลิต

2.2 Internet of Things (IoT) [2]

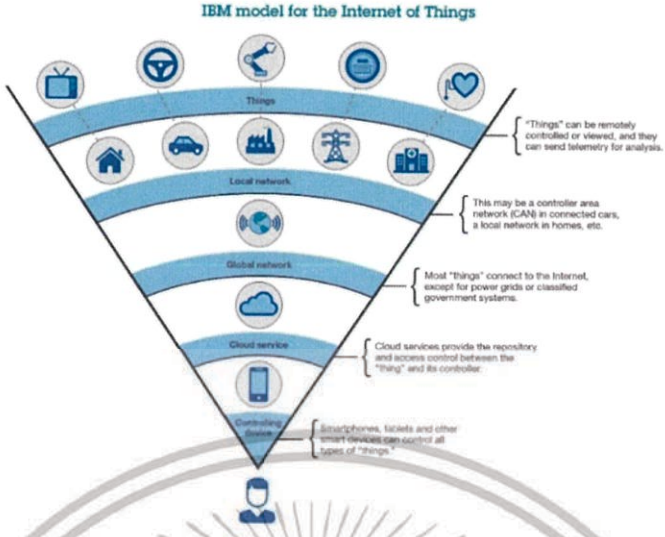
ไอโอที คือ "อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง" หมายถึง การที่อุปกรณ์ต่างๆ หรือ สิ่งต่างๆ ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่าง สู่โลกอินเตอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (การสั่งการเปิดไฟฟ้าภายในบ้านด้วยการเชื่อมต่อ อุปกรณ์ควบคุม เช่น มือถือ ผ่านทางอินเตอร์เน็ต) รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทาง การเกษตร อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่างๆ ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต รวมไปถึงการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์และอุปกรณ์ที่เรียกว่า M2M ย่อมาจาก Machine to Machine คือ เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมอุปกรณ์ กับเครื่องมือต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยการเชื่อมโยงช่วยให้สื่อสารกันได้ผ่านระบบอินเตอร์เน็ต โดยเทคโนโลยีนี้จะเป็นทั้งประโยชน์อย่างมหาศาล และมีความเสี่ยงไปพร้อมๆ กัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่ายอินเตอร์เน็ตไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่หวังดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ข้อมูลสารสนเทศ หรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลได้ ดังนั้นการพัฒนาไปสู่ Internet of Things จึงจำเป็นต้องมีมาตรการและเทคนิคในการรักษาความปลอดภัยควบคู่กันไปด้วย

2.2.1 แบ่งกลุ่ม Internet of Things [2]

ปัจจุบันมีการแบ่งกลุ่ม Internet of Things ตามตลาดการใช้งานเป็น 2 กลุ่ม ดังรูปที่ 2.1 ได้แก่

1. Commercial IoT คือแบ่งจาก Local Network ที่มีหลายเทคโนโลยีที่แตกต่างกันในโครงข่าย Sensor nodes โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะเชื่อมต่อแบบ IP Network เพื่อเข้าสู่อินเตอร์เน็ต
2. Industrial IoT คือแบ่งจาก Local Communication ที่เป็น Bluetooth หรือ Ethernet (Wired or Wireless) โดยตัว อุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะสื่อสารภายในกลุ่ม Sensor nodes เดียวกันเท่านั้นหรือเป็นแบบ Local Devices เพียงอย่างเดียวอาจไม่ได้เชื่อมสู่อินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 อธิบายแต่ละ Network Layers ของ Internet of Things โดย IBM [2]

2.2.2 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง [3]

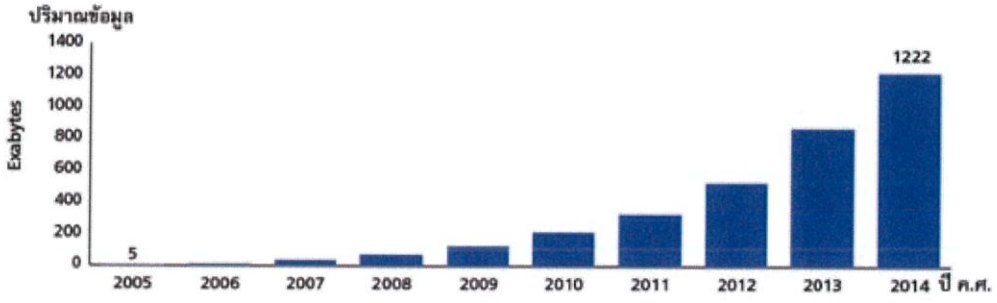
เทคโนโลยี ไอโอที มีความหมายโดยกว้าง คือเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลที่เชื่อมต่อวัตถุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และผู้คนเข้าเป็นโครงข่ายเดียวกัน อย่างไรก็ตามหลักการดังกล่าวตั้งอยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยีและวิทยาการที่เกี่ยวข้องหลากหลายสาขา ซึ่งได้สร้างสภาวะแวดล้อมทางเทคโนโลยีที่เหมาะสม ทำให้เกิดการประยุกต์ใช้งานที่มีพัฒนาดังที่กล่าวมา เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและเป็นรากฐาน ของไอโอที มีดังต่อไปนี้

1. เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ต (Internet) แนวคิดแรกเริ่มในการพัฒนาโครงข่ายอินเตอร์เน็ต คือการสร้างโครงข่ายที่สามารถเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์จากหลากหลายผู้ผลิตให้สื่อสารกันได้โดยผ่านโปรโทคอล TCP/IP ทั้งนี้ระบบอินเตอร์เน็ตได้ขยายตัวขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการเชื่อมต่อโครงข่ายย่อยต่างๆ จากทุกมุมโลกเข้าด้วยกันและทำให้อุปกรณ์หลากหลายชนิดที่มีมาตรฐานแตกต่างกัน ติดต่อสื่อสารกันได้ไม่ว่าจะอยู่ ณ ตำแหน่งใดในโลกหลักการดังกล่าวเป็นที่มาของแนวคิดที่ว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายอินเตอร์เน็ต ไม่จำเป็นต้องเป็นคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่ยังสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น โทรศัพท์มือถือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสวมใส่อุปกรณ์เซนเซอร์ หรือ “Things” เข้ากับโครงข่ายอินเตอร์เน็ตดั้งเดิมที่มีอยู่ได้ ด้วยเหตุนี้จะช่วยให้อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ในระบบอินเตอร์เน็ตส่งข้อมูลเพื่อจัดเก็บและเข้าถึงจากผู้ใช้งานระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เทคโนโลยีเซนเซอร์ (Sensor Technology) เซนเซอร์คืออุปกรณ์ที่ใช้วัดและเปลี่ยนปริมาณทางธรรมชาติที่วัดได้เช่น ความดัน อุณหภูมิ ปริมาณแสง ความชื้น ความเข้มข้น การเคลื่อนไหว ฯลฯ ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าและข้อมูลเชิงตัวเลข อุปกรณ์เซนเซอร์ ถูกใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาประมวลผลและนำมาใช้งานที่มีการเก็บข้อมูลผ่านโครงข่ายที่มีการเชื่อมต่อเซนเซอร์จำนวนมากเข้าด้วยกัน จะเป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้งานบางประเภทที่ต้องการวัดปริมาณ ณ ตำแหน่งที่แตกต่างกัน อุปกรณ์เซนเซอร์เปรียบได้กับหูและตาของระบบไอโอที ทั้งนี้เซนเซอร์ได้ถูกติดตั้งลงไปในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่จำนวนมาก เช่น โทรศัพท์สมัยใหม่อาจประกอบด้วยเซนเซอร์ที่ใช้วัดปริมาณของตัวแปรที่แตกต่างกันมากกว่า 13 ชนิด ฯลฯ
3. เทคโนโลยี Machine to Machine หรือ M2M หมายถึงระบบสื่อสารสมัยใหม่ระหว่างอุปกรณ์ที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางที่เป็นมนุษย์เข้าไปมีส่วนร่วมในการสื่อสาร เทคโนโลยีดังกล่าวอาจครอบคลุมการทำงานร่วมกันของโครงข่ายเซนเซอร์ (Sensor Network) และ Machine Learning ที่ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สื่อสารกันได้อย่างอัตโนมัติ การสื่อสารแบบ M2M ถือว่าเป็นกลไกสำคัญของไอโอทีในส่วนของการสื่อสารแบบ Thing to Things
4. เทคโนโลยี Big Data เทคโนโลยี Big Data เกิดจากความพยายามที่จะจัดการข้อมูลที่เกิดจากการใช้งานระบบสารสนเทศที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมหาศาลมีความหลากหลายและมีลักษณะแบบไม่มีโครงสร้าง ดังรูปที่ 2.2 บ่งชี้ว่า ปริมาณข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นจากผู้ใช้งานประเภทองค์กรทั่วโลกได้เพิ่มขึ้น 240 เท่า จาก 5 Exabytes เป็น 1222 Exabytes ระหว่างปี 2005 จนถึงปี 2014 ตามลำดับ การเติบโตดังกล่าวได้สร้างความซ้ำซ้อนและความยุ่งยากให้กับการจัดเก็บ วิเคราะห์และสืบค้นข้อมูล เทคโนโลยี Big Data ได้เข้ามามีบทบาทในการประมวลผลข้อมูลโดยการจัดการข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบไม่มีโครงสร้างให้เป็นข้อมูลที่มีโครงสร้าง นอกจากนี้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ วิทยาศาสตร์ทางข้อมูลและวิทยาการ Machine Learning ได้ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีขนาดมหาศาลและวิเคราะห์ความสัมพันธ์หรือค่าทางสถิติที่มีประโยชน์ต่อการตัดสินใจได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การเติบโตของจำนวนข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นระหว่าง ค.ศ. 2005-2014 [3]

2.2.3 ประโยชน์ของ Internet of Things [4]

หากทุกสิ่งถูกเชื่อมต่อกันด้วยอินเตอร์เน็ต จะก่อให้ประโยชน์มากมายที่จะส่งผลดีต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในแง่ของความสะดวกสบาย และความรวดเร็ว เนื่องจากอุปกรณ์เทคโนโลยีทุกชิ้นสามารถติดต่อสื่อสารกันเองได้ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ได้มากที่สุด ซึ่งไอโอทีนั้นจึงมีประโยชน์ต่อการใช้งานในด้านต่างๆ มากมาย เช่น

ด้านการแพทย์ : ปัจจุบันวิทยาการทางการแพทย์ ได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาร่วมด้วยมากขึ้น เช่น กล้องขนาดเล็กที่ส่งเข้าไปภายในร่างกายของคนไข้ ทำให้สามารถเห็นอวัยวะภายในได้โดยไม่ต้องทำการผ่าตัด ซึ่งช่วยลดความเจ็บปวด และเวลาในการรักษาให้สั้นลง ซึ่งถ้าหากมีการนำไอโอทีเข้ามามีส่วนร่วมด้วยจะช่วยในด้านความสะดวกรวดเร็วในการติดต่อระหว่างแพทย์และคนไข้ได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น เช่น การฝังชิปไว้ในร่างกายผู้ป่วย ที่สามารถติดต่อแพทย์ให้อัตโนมัติเมื่อมีเหตุการณ์ผิดปกติ

ด้านการโฆษณา : การทำโฆษณาบนนั้นนอกจากจะเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้หลากหลายขึ้นแล้ว ยังช่วยประหยัดต้นทุนในการเช่าพื้นที่โฆษณาได้อีกด้วย การนำแนวคิดไอโอทีเข้ามาเสริม ระหว่างที่เดินผ่านหน้าร้าน สินค้าก็จะมีโฆษณาแสดงขึ้นมาโดยอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น หากมีผู้คนเดินผ่านหน้าร้านสินค้า (ซึ่งถูกตรวจจับได้โดยระบบเซนเซอร์)ก็จะปรากฏภาพโฆษณาขึ้นให้ผู้คนที่เดินผ่านไปมาได้เห็นทันที ซึ่งจะส่งผลให้สามารถเข้าถึงกลุ่มลูกค้าได้หลากหลายยิ่งขึ้น

ด้านการลดต้นทุน : เช่น การลดต้นทุนให้กับการไฟฟ้า ในการที่ต้องมีพนักงานมาคอยตรวจเช็ค และจดมิเตอร์ไฟฟ้าในทุกเดือน ถือเป็นต้นทุนอย่างหนึ่งที่การไฟฟ้าต้องจ่ายเพื่อจ้างพนักงานให้ทำหน้าที่นี้ หากมีการนำแนวคิดไอโอทีมาใช้จะส่งผลให้สามารถตัดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ไปได้ เนื่องจากมิเตอร์จะทำการส่งข้อมูลไปยังระบบที่คอยบันทึกข้อมูลการใช้ไฟของการไฟฟ้าเอง โดยไม่ต้องใช้คนจด อีกทั้งยังช่วยลดการใช้ไฟฟ้าได้อีกด้วย จากการที่สามารถบอกอัตราการใช้ไฟของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ข้อบกพร่องของ Internet of Things [5]

ไอโอทีนั้นหากถูกพัฒนาอย่างสมบูรณ์แบบ จะมีประโยชน์ต่อผู้ใช้เป็นอย่างมาก ในแง่ของความสะดวกสบาย และรวดเร็ว ช่วยลดขั้นตอนความยุ่งยากในการทำกิจกรรมประจำวันต่างๆ แต่ถึงอย่างนั้น ก็ยังคงมีข้อบกพร่อง ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

ปัญหาด้านการส่งข้อมูล : หัวใจหลักของแนวคิดไอโอที คือระบบเครือข่ายที่เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์ต่างๆ และเครือข่ายที่สำคัญที่สุดคือ เครือข่ายอินเตอร์เน็ตหมายความว่าจะต้องพึ่งพาเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเป็นหลัก ซึ่งถ้าหากเครือข่ายดังกล่าวไม่สามารถใช้งานได้ชั่วคราว หรือเกิดการผิดพลาดทางการส่งข้อมูล ก็จะส่งผลให้อุปกรณ์ต่างๆ ไม่สามารถทำงานได้

ปัญหาด้านความปลอดภัย : เมื่อทุกสิ่งถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน การรักษาความปลอดภัยยิ่งสามารถทำได้ยากยิ่งขึ้น เนื่องจากหากสามารถเจาะเข้าอุปกรณ์ชิ้นหนึ่งในเครือข่ายนั้นได้ ก็จะสามารถเข้าถึงอุปกรณ์ชิ้นอื่นได้ง่ายขึ้น เนื่องจากไอโอทีนั้นคือการเชื่อมต่อทุกสิ่งเข้าด้วยกัน ดังนั้นอุปกรณ์ทุกชิ้นจึงเปรียบเสมือนอยู่ในเครือข่ายข้อมูลเดียวกัน เท่ากับว่าข้อมูลทุกชนิดที่อุปกรณ์ชิ้นหนึ่งได้รับ อุปกรณ์ชิ้นอื่นก็จะได้รับด้วย เนื่องจากต้องนำไปประมวลผลเพื่อทำงานร่วมกัน

ปัญหาการประมวลผลผิดพลาด : ถึงแม้ไอโอทีต้องการให้อุปกรณ์ต่างๆ ติดต่อสื่อสารกันเอง และกระทำสิ่งต่างๆ อัตโนมัติโดยไม่ต้องรอคำสั่งของผู้ใช้ แต่อย่างไรก็ต้องป้อนข้อมูล และเขียนโปรแกรมคำสั่งเพื่อให้อุปกรณ์นั้นๆ สามารถทำงานได้ ซึ่งบางครั้งอาจจะเกิดจากความผิดพลาดจากการเขียนคำสั่งไม่ครอบคลุม ไอโอทีนั้นคือการเชื่อมต่อทุกสิ่งเข้าด้วยกัน ดังนั้นหากอุปกรณ์ชิ้นหนึ่งประมวลผลผิดพลาด ก็มีแนวโน้มว่าอุปกรณ์ชิ้นอื่นจะทำงานผิดพลาดตามไปด้วย และหากเกิดข้อผิดพลาดขึ้นมาครั้งหนึ่ง ก็จะส่งผลให้หมดความน่าเชื่อถือไปทันที

2.2.5 การประยุกต์ Internet of Things กับสิ่งต่างๆ [6]

ปัจจุบันข้อมูลข่าวสารที่ถูกส่งผ่านทางอินเตอร์เน็ตมีจำนวนมากขึ้น และเส้นทางของข้อมูลนั้นกำลังเปลี่ยนไป โดยที่สิ่งของวัตถุต่างๆ กลายเป็นส่วนหนึ่งของระบบข้อมูลที่เรียกว่า IoT โดยการใช้ตัวเซนเซอร์ หรือตัวเก็บข้อมูลซึ่งฝังอยู่ในวัตถุต่างๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะสร้างความได้เปรียบเพราะจะรู้ข้อมูลแม่นยำมากกว่าการแพร่กระจายของไอโอที ปัจจุบัน IoT แบ่งตามการนำไปใช้ประโยชน์ได้เป็น 6 ประเภท โดยจะอยู่กลุ่มหลักๆ คือ กลุ่มข้อมูลและการวิเคราะห์ และกลุ่มระบบอัตโนมัติและควบคุม

1. Tracking Behaviour IoT สามารถใช้เป็นประโยชน์ในการติดตามพฤติกรรม รวมทั้งติดต่อสื่อสารกับสินค้า เช่น บริษัทขายปลีก ตัวเซนเซอร์จะช่วยรวบรวมข้อมูลของสมาชิก และเสนอส่วนลดสินค้าเมื่อมีการกลับมาซื้อสินค้าชนิดนั้นซ้ำ

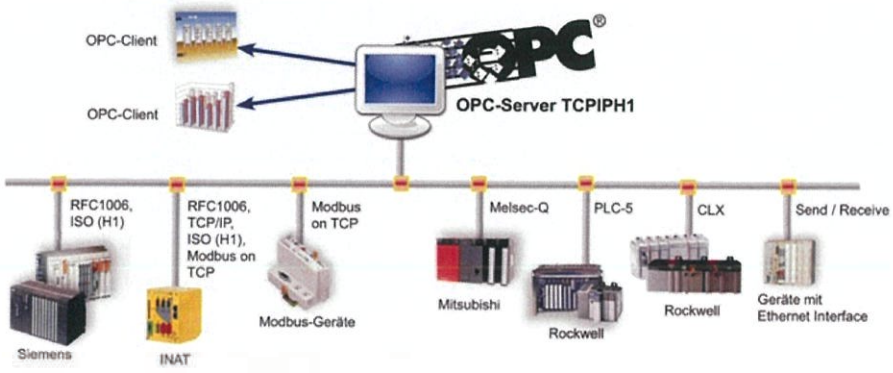
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Enhance Situational Awareness ข้อมูลที่ได้จากตัวเซนเซอร์สามารถรายงานสภาพของสิ่งแวดล้อม เพื่อจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจ เช่น ระบบความปลอดภัย จะใช้ตัวเครือข่ายเซนเซอร์ซึ่งรวมเอาระบบภาพ เสียง และตัวจับการสั่นสะเทือน เพื่อชี้ถึงบุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้ามา
3. Sensor - driven Decision Analytics IoT สามารถใช้ประโยชน์ในการวางแผนและการตัดสินใจระยะยาวที่สลับซับซ้อน โดยเทคโนโลยีจำเป็นต้องใช้การรวบรวมข้อมูลจำนวนมาก และระบบคำนวณที่ใช้กับระบบซอฟต์แวร์ที่ทันสมัยที่จะสามารถแสดงข้อมูลกราฟฟิกสำหรับการวิเคราะห์ เช่น ในอุตสาหกรรมและแก๊สธรรมชาติ การใช้ระบบเครือข่ายตัวเซนเซอร์ที่สามารถระบุตำแหน่งที่แม่นยำ สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายจำนวนมากได้
4. Process Optimization ช่วยพัฒนากระบวนการต่างๆ ในบางอุตสาหกรรม เช่น การผลิตสารเคมี จะทำการติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์จำนวนมากเพื่อควบคุมระบบที่ดีกว่า โดยเซนเซอร์เหล่านี้จะช่วยรวบรวมข้อมูลไปยังระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงกระบวนการอุณหภูมิส่วนผสม
5. Optimized Resource Consumption เครือข่ายตัวเซนเซอร์และตัวเซนเซอร์ตอบรับอัตโนมัติ สามารถช่วยวิเคราะห์ประมาณการบริโภคทรัพยากรได้อย่างเหมาะสม เช่น พลังงาน และน้ำ ในสหรัฐอเมริกาได้นำตัววัด “Smart” ซึ่งช่วยแสดงการใช้พลังงานผ่านอุปกรณ์ที่สามารถแสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริง แก่ลูกค้ารายย่อยและรายใหญ่ ด้วยข้อมูลการคิดราคาตามที่ใช้
6. Complex Autonomous Systems ระบบอัตโนมัติที่สมบูรณ์สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ปัจจุบันได้อย่างรวดเร็ว โดยระบบนี้ได้เลียนแบบการตอบสนองของมนุษย์แต่ในระดับซึ่งสูงกว่า เช่น ในอุตสาหกรรมรถยนต์ราคาสูง ได้มีการพัฒนาระบบเบรกอัตโนมัติเพื่อป้องกันการชนของรถยนต์

2.3 OLE for Process Control (OPC) [7]

OPC คือ OLE For Process Control คือ หากมีคอนโทรลเลอร์ (PLC, DCS) แต่ต้องการจะสื่อสารกับอุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ เช่น HMI, SCADA หรือ Remote Unit ต่างๆ ที่คนละยี่ห้อกันเพื่อให้สามารถสื่อสารกันได้จะต้องใช้ OPC ในการสื่อสาร ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นตัวแปลภาษาของอุปกรณ์ให้คุยกันรู้เรื่อง ดังรูปที่ 2.3 แต่ถ้าอุปกรณ์ยี่ห้อเดียวกัน ก็ขึ้นอยู่กับบริษัทนั้นๆ ว่าต้องใช้ OPC หรือไม่ ส่วนมากหากอุปกรณ์ยี่ห้อเดียวกันก็ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ OPC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การสื่อสารของอุปกรณ์คนละยี่ห้อผ่าน OPC [7]

ด้วยรูปแบบมาตรฐานของข้อมูลแบบเปิด จึงทำให้ผู้ผลิตอุปกรณ์ทั้งหลายบนโลกใบนี้สามารถพัฒนาระบบสื่อสารข้อมูลของตนให้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน บ้างก็เป็น Server ผู้ให้ข้อมูล ซึ่งก็มักจะเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ ในโรงงาน เช่น เซนเซอร์ คอนโทรลเลอร์, PLC หรือ HMI กับ Client ผู้ใช้ข้อมูลซึ่งมักจะเป็นระบบการบริหารจัดการทรัพยากรต่างๆ เช่น HMI, SCADA ทั้งนี้การประยุกต์ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นการช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างค่ายกัน หรือการรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่หลากหลายในเชิงของข้อมูลมีรูปแบบและมารตรฐานที่แตกต่างกันทำได้ง่ายขึ้น

2.4 Protocol TCP/IP [8]

โปรโตคอล หรือ TCP/IP ย่อมาจากคำว่า Transmission Control Protocol / Internet Protocol คือ ข้อกำหนดหรือข้อตกลงในการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ หรือภาษาสื่อสารที่ใช้เป็นภาษากลางในการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกันการที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ถูกเชื่อมโยงกันไว้ในระบบจะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้นั้นจำเป็นจะต้องมีการสื่อสารที่เรียกว่า โปรโตคอล (Protocol) เช่นเดียวกับคนที่ต้องมีภาษาพูดเพื่อให้สื่อสารเข้าใจกันได้

โปรโตคอลช่วยให้ระบบคอมพิวเตอร์สองระบบ ที่แตกต่างกันสามารถสื่อสารกันอย่างเข้าใจได้ ทั้งวิธีการส่งและรับข้อมูล วิธีการตรวจสอบข้อผิดพลาดของการส่งและรับข้อมูล การแสดงผลข้อมูลเมื่อส่งและรับกันระหว่างเครื่องสองเครื่อง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าโปรโตคอลมีความสำคัญมากในการสื่อสารบนเครือข่าย หากไม่มีโปรโตคอลแล้ว การสื่อสารบนเครือข่ายจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ สำหรับ TCP/IP มีการแบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ Application, Host-to-Host, Internet Layer, Network Access

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 องค์ประกอบหลักของโปรโตคอล

องค์ประกอบหลักของโปรโตคอล ประกอบไปด้วย

1. Syntax หมายถึงรูปแบบ (Format) หรือโครงสร้าง (Structure) ของข้อมูลทำให้รู้ว่าข้อมูลที่ส่งมานั้นคืออะไร เช่น มีข้อมูลถูกส่งมาเป็นจำนวน 16 บิต 8 บิตแรกจะหมายถึงแอดเดรสของผู้ส่ง 8 บิตถัดไปเป็นแอดเดรสของผู้รับ ถ้าไม่มีการกำหนดจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าแต่ละบิตที่ส่งมานั้น คืออะไร

2. Semantics คือความหมายของข้อมูลที่ได้รับมา ว่าสิ่งที่รับมานั้นใช้ทำอะไร เนื่องจาก Entity เมื่อได้รับ Syntax มาแล้วจึงสามารถรู้ได้ว่าสิ่งที่รับมานั้นคืออะไร แต่ไม่รู้ว่าจะนำไปใช้อย่างไร จึงต้องมี Semantics เพื่อให้ทราบว่าสิ่งที่ได้รับมานั้นใช้ทำอะไร เช่น เมื่อได้รับบิตตรวจสอบมาแล้วจึงนำบิตตรวจสอบไปตรวจสอบกับข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่

3. Timing คือข้อกำหนดของเวลาที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูล เนื่องจากเอนติตี้แต่ละตัวนั้นมีความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลได้ไม่เท่ากัน เช่น ตัวหนึ่งมีความเร็วในการรับข้อมูล 1 Mbps แต่อีกตัวหนึ่งมีความเร็วในการส่งข้อมูล 100 Mbps ตัวที่รับข้อมูลมีความช้ากว่าการส่งข้อมูล ถ้าไม่มีโปรโตคอลแล้วข้อมูลส่วนใหญ่จะหายไป เนื่องจากตัวรับไม่สามารถรับข้อมูลได้ทัน

2.4.2 ตัวอย่างของโปรโตคอล

1. โปรโตคอล HTTP หรือ Hypertext Transfer Protocol จะใช้เมื่อเรียกโปรแกรมบราวเซอร์ (Browser)

2. โปรโตคอล TCP/IP หรือ Transfer Control Protocol / Internet Protocol คือเครือข่ายโปรโตคอลที่สำคัญมากที่สุด เนื่องจากเป็นโปรโตคอลที่ใช้ในระบบเครือข่าย Internet รวมทั้ง Intranet ซึ่งประกอบด้วย 2 โปรโตคอลคือ TCP และ IP

3. โปรโตคอล SMTP หรือ Simple Mail Transfer Protocol คือ โปรโตคอล ที่ใช้ในการรับส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

นอกจากโปรโตคอลที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีโปรโตคอลต่างๆ อีกมากมาย เช่น การโอนย้ายระหว่างกัน ใช้โปรโตคอลชื่อ FTP หรือ File Transfer Protocol การโอนย้ายข้อมูลข่าวสารระหว่างกันก็ใช้โปรโตคอลชื่อ NNP หรือ Network News Transfer Protocol เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 HMI [9]

HMI (Human Machine Interface) คือ หน่วยแสดงผลแบบกราฟฟิกและเป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกับมนุษย์ การใช้งานร่วมกันระหว่าง PLC กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงเรียกว่า HMI โดยนำคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร เพื่อควบคุมและเป็นจอแสดงผล HMI เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในทุกๆ อุตสาหกรรม HMI มีหลายรุ่นตามลักษณะการใช้งาน ตั้งแต่การใช้งานขั้นพื้นฐานที่นิยมเรียกกันว่าหน้าจอ HMI (HMI Panel) ไปจนถึงการใช้งานขั้นสูงที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ หรือที่นิยมเรียกกันว่า SCADA ในการเขียนโปรแกรมหน้าจอ จะใช้ซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า WinCC ซึ่งรวมอยู่ใน TIA Portal งานอุตสาหกรรมในปัจจุบันเกือบทุกประเภทจะมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ PLC เป็นตัวควบคุมและจะต้องใช้งานร่วมกัน กับ HMI โดยใช้ HMI ทำหน้าที่เป็นตัวสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ Module PLC หรือจอแสดงผลต่างๆ โดยให้ PLC สั่งงานไปที่เครื่องจักรอีกทีเพื่อนำไปใช้งานกับเครื่องจักรต่างๆ ในกระบวนการผลิต

2.6 PLC [10]

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ หรือ PLC (Programmable Logic Control) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ ดังรูปที่ 2. 4 ภายในมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิทช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะต่อออกไปเพื่อทำการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักร และยังสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้ โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC ซึ่งในปัจจุบันนอกจาก PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand Alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกันเพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย ดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

การใช้ PLC ในการควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard-Wired ดังนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด – สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิมการกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าและสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 โครงสร้างของ PLC

PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้

หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ชนิด ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

1. RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

3. EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

2.6.2 ข้อดีของ PLC

- มีขนาดเล็ก ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อย การติดตั้งทำได้ง่าย
- PLC ใช้โปรแกรมในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแทนการควบคุมแบบดั้งเดิมที่ใช้การเดินสายวงจรไฟฟ้า (วงจรควบคุมหรือวงจรคอนโทรล) ทำให้การปรับเปลี่ยนการควบคุมเครื่องจักรทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่า เพียงแค่ปรับเปลี่ยนที่โปรแกรม PLC โดยไม่ต้องแก้ไขที่วงจรไฟฟ้าซึ่งทำได้ยากกว่ามาก
- PLC สามารถเก็บข้อมูลและรายละเอียดการทำงานของเครื่องจักร และสามารถ เชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ของโรงงานอุตสาหกรรมได้ง่าย
- เมื่อเครื่องจักรทำงานผิดพลาดหรือหยุดทำงาน สามารถตรวจสอบความผิดพลาดได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า วงจรไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรแบบดั้งเดิม โดยเชื่อมต่อ PLC กับ คอมพิวเตอร์ เพื่อดูการทำงานของโปรแกรม

- โดยรวมแล้วการควบคุมเครื่องจักรด้วย PLC มีราคาถูกกว่าการควบคุมด้วยวงจรควบคุมแบบดั้งเดิม

2.6.3 ข้อเสียของ PLC

- หากระบบควบคุมไม่ซับซ้อน การควบคุมโดยใช้ PLC อาจมีค่าใช้จ่ายสูงกว่า การใช้วงจรคอนโทรลแบบดั้งเดิมที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า
- PLC อาจทนสภาพแวดล้อมได้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้วงจรไฟฟ้าแบบดั้งเดิม เช่น อุปกรณ์รีเลย์ แต่หากมีการติดตั้งที่เหมาะสมและมีการป้องกัน เช่น ติดตั้งในตู้ ที่มีฝาปิด PLC จะสามารถทนสภาพแวดล้อมได้เทียบเท่ากับการใช้วงจรแบบดั้งเดิม

รูปที่ 2.4 PLC รุ่น S7-1200 [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในการนำไอโอทีมาประยุกต์ในอุตสาหกรรมนั้น จะแบ่งการดำเนินงานหลักๆ เป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ การเชื่อมต่อ PLC, การเขียน Main Block ในการควบคุม PLC, การ Configuration ในโปรแกรม-KepserverEx และในโปรแกรม ThingWorx และการนำไปประยุกต์ใช้งานเพื่อทำกรณีศึกษาในโปรแกรม ThingWorx สาเหตุที่ต้องแบ่งการดำเนินงานเป็น 4 ส่วนนั้นเพราะว่า ในการประยุกต์ไอไอโอที จะต้องทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ต้องการนำข้อมูลมาใช้งานซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุด เพื่อที่จะดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ไปประยุกต์ใช้งานในส่วนต่างๆ

3.1 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ PLC

ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ PLC จะแบ่งออกเป็น 2 กรณีได้แก่

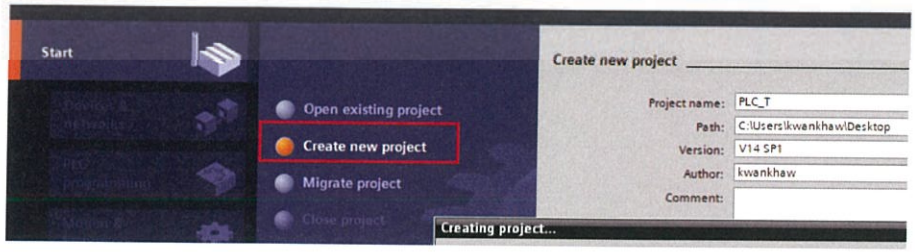
3.1.1 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ PLC กรณีใช้ Simens S7-1200

สามารถทำตามขั้นตอนดังรูปที่ 3.1 ถึง 3.12

1. กดเปิดโปรแกรม TIA Portal V14

รูปที่ 3.1 ไอคอนของโปรแกรม TIA PORTAL V14

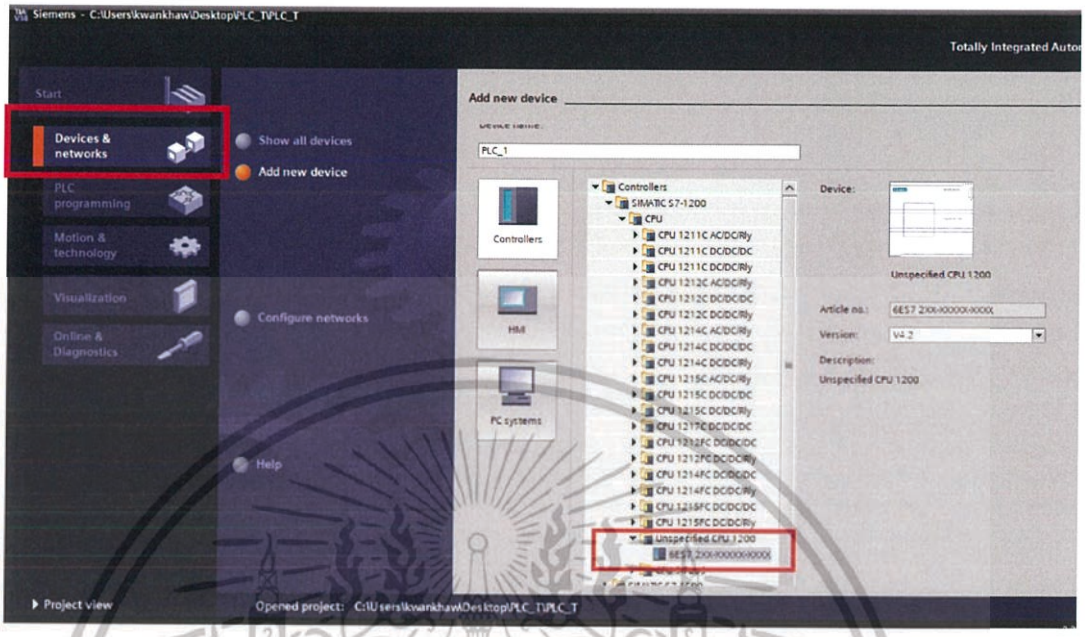
2. กด Start เลือก Create new project จากนั้นทำการตั้งชื่อไฟล์



รูปที่ 3.2 การตั้งชื่อไฟล์ในโปรแกรม

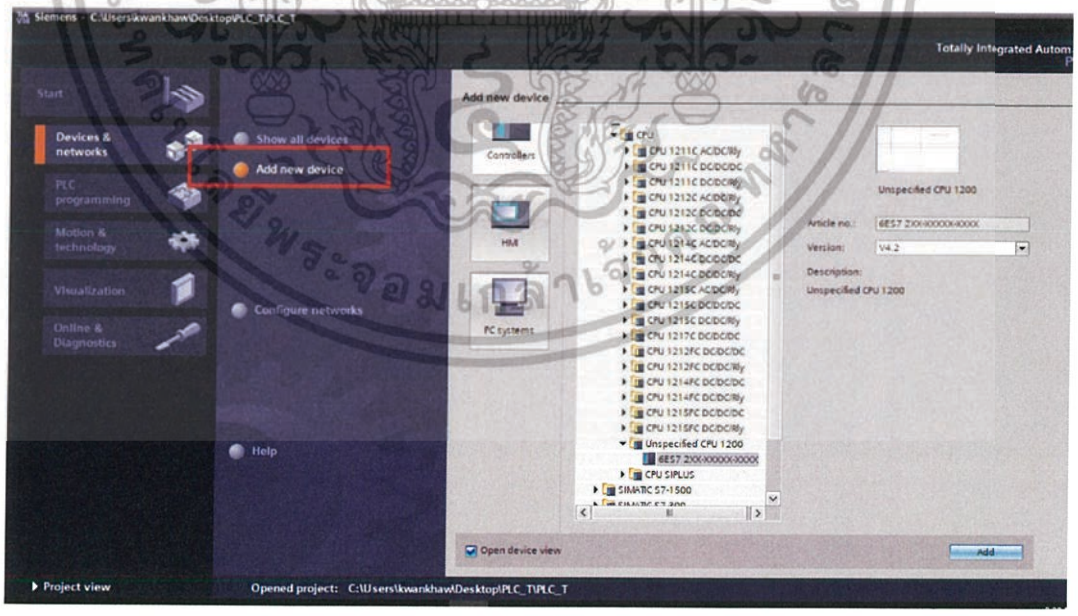
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กดที่ Devices & Networks จากนั้นเลือกอุปกรณ์ที่การเชื่อมต่อ ในที่นี้จะเลือกใช้รุ่น S7-1200



รูปที่ 3.3 การเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อ

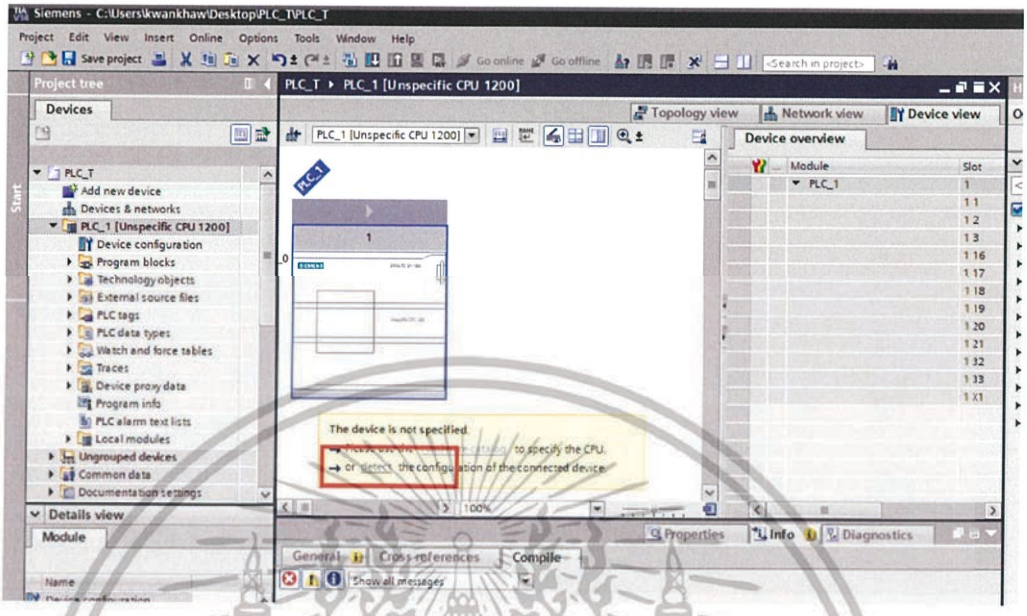
4. กด Add New Device



รูปที่ 3.4 การ Add Device อุปกรณ์

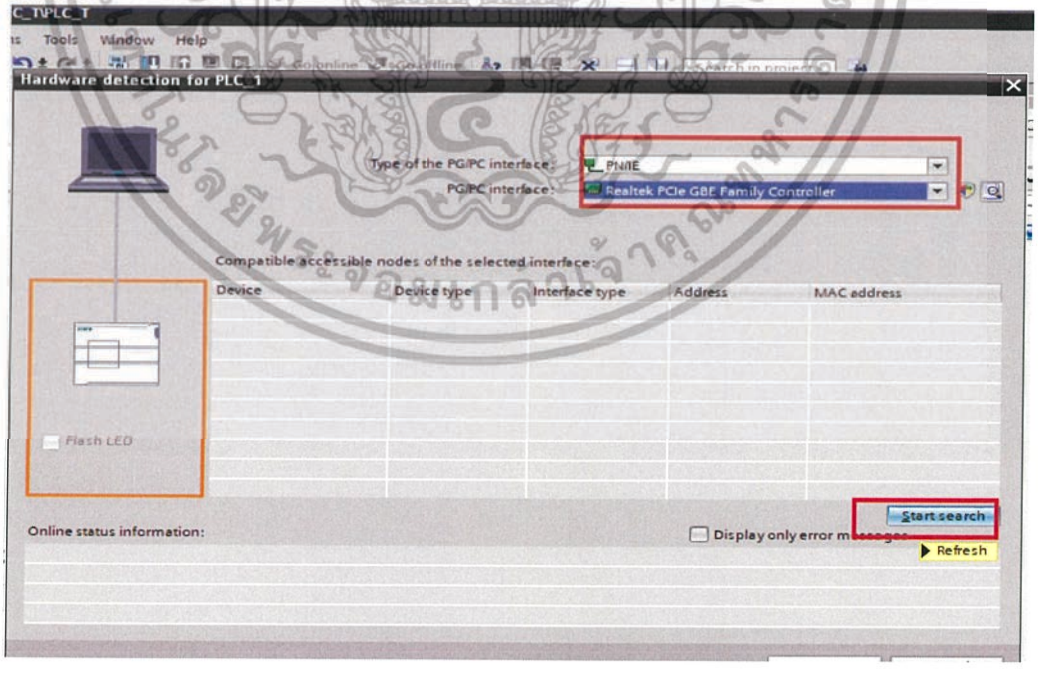
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กด Detect



รูปที่ 3.5 การ Detect เพื่อตรวจจับหาอุปกรณ์ที่ต้องการทำการเชื่อมต่อ

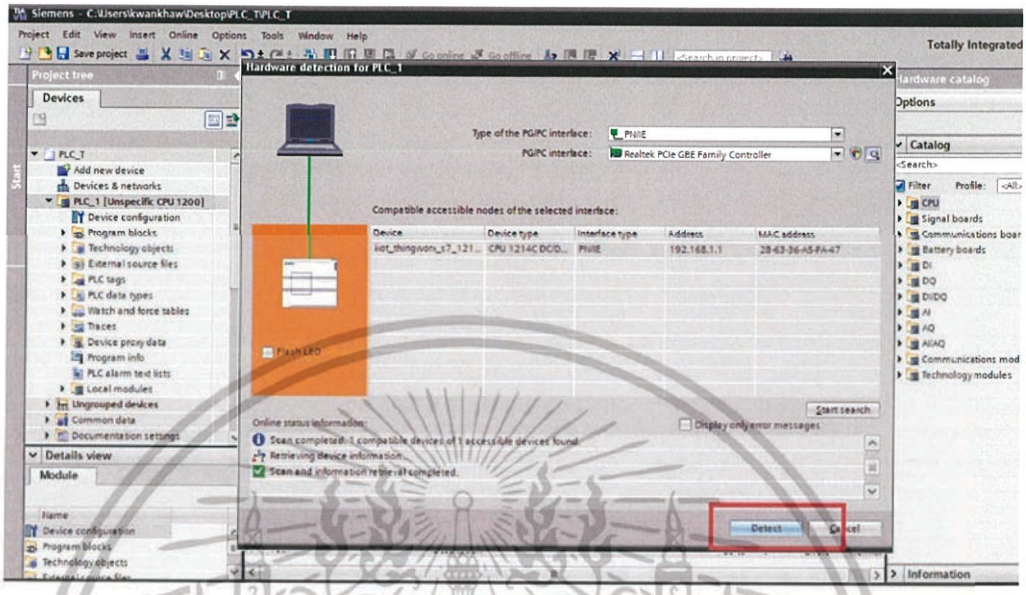
6. เลือก PG/PC Interface เป็น Realtel PCIe Family Controller หลังจากนั้นกด Start Search



รูปที่ 3.6 การ Start Search เพื่อค้นหาอุปกรณ์

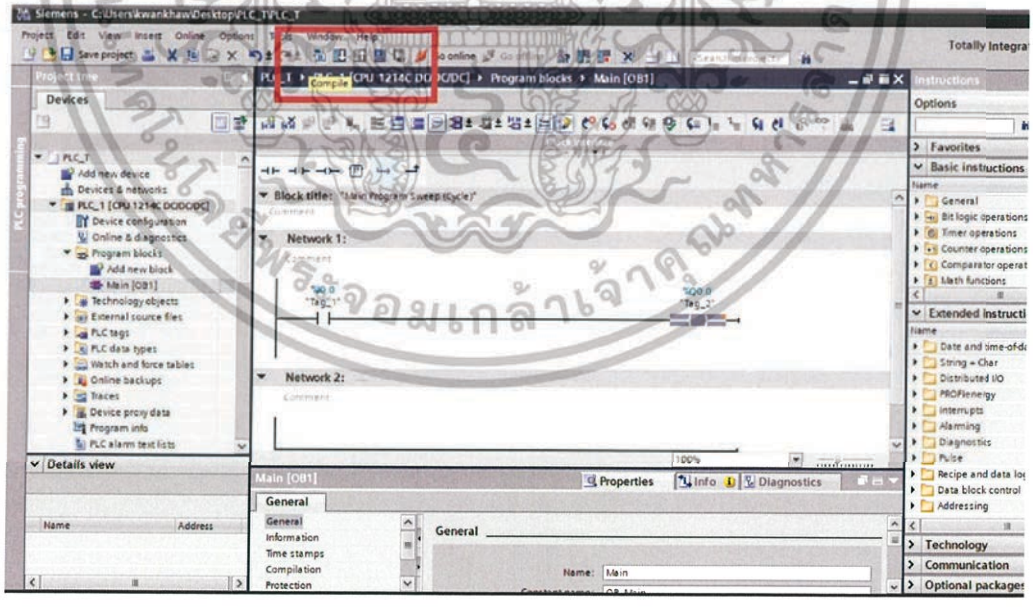
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เมื่อ Search เจอ PLC ที่ต้องการเชื่อมต่อ จะแสดง Scan and Information Retrieval Completed. ดังรูปที่ 3.7 จากนั้น กด Detect



รูปที่ 3.7 การ Detect กับอุปกรณ์

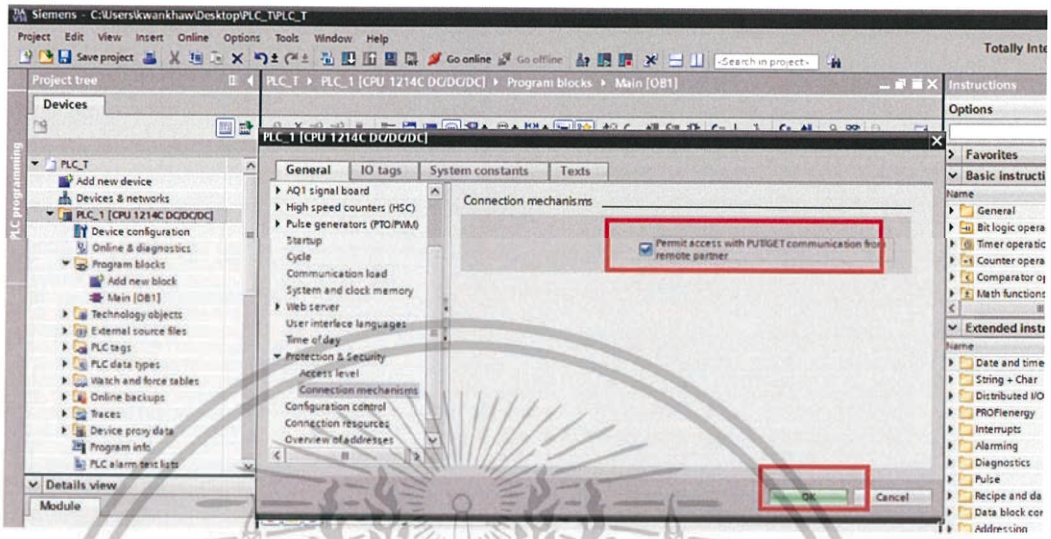
8. ทำการเขียน Main Block จากนั้นทำการกด Compile



รูปที่ 3.8 การ Compile

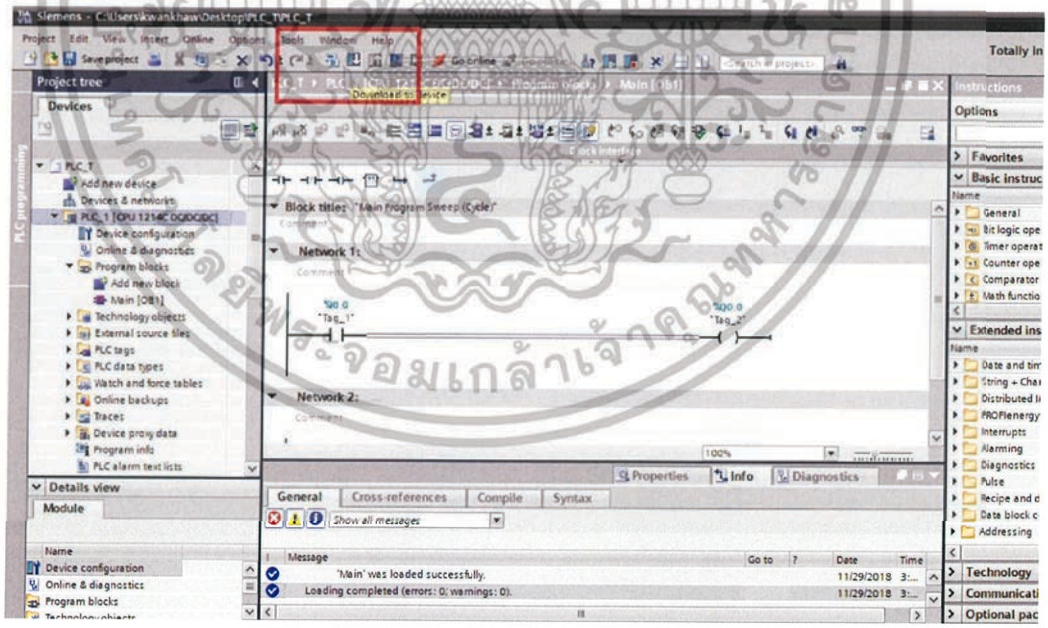
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. จากนั้นคลิกขวาที่ PLC_1 เลือก Properties จากนั้นติ๊กในช่อง Permit access with PUT/Get communication from remote partner และกด OK



รูปที่ 3.9 แสดงการ Configuration อุปกรณ์

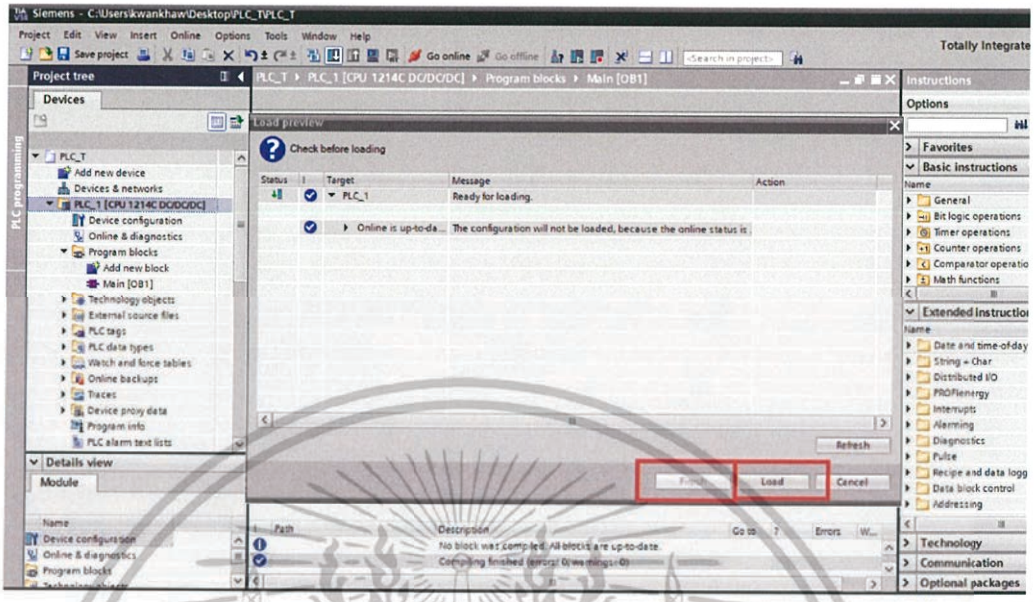
10. กด Download to Device



รูปที่ 3.10 การ Download to Device

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. กด Load และ Finish

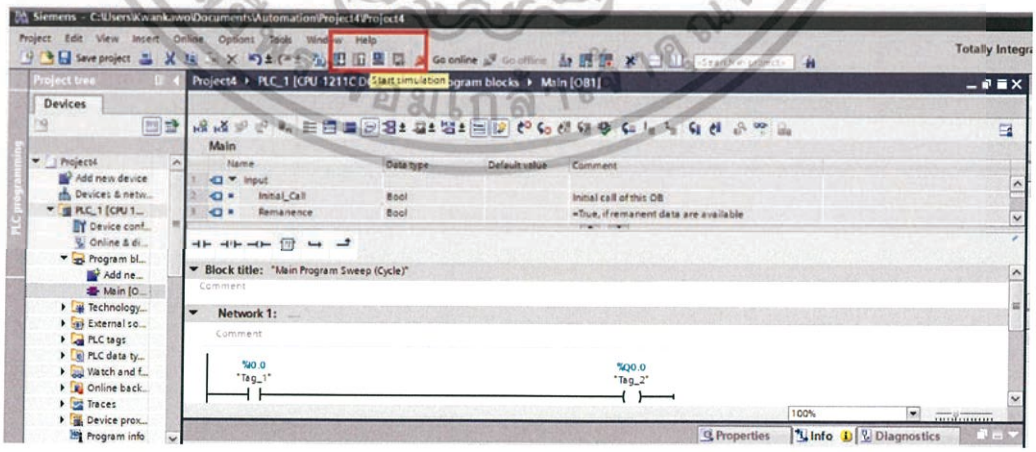


รูปที่ 3.11 การ Load อุปกรณ์

3.1.2 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ PLC กรณีใช้ PLCSIM Advanced V2

ในที่นี้จะใช้ PLC รุ่น S7-1200 ในการ Simulate เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆ แทนตัว PLC โดยสามารถทำตามขั้นตอน ดังรูปที่ 3.12 ถึง 3.20

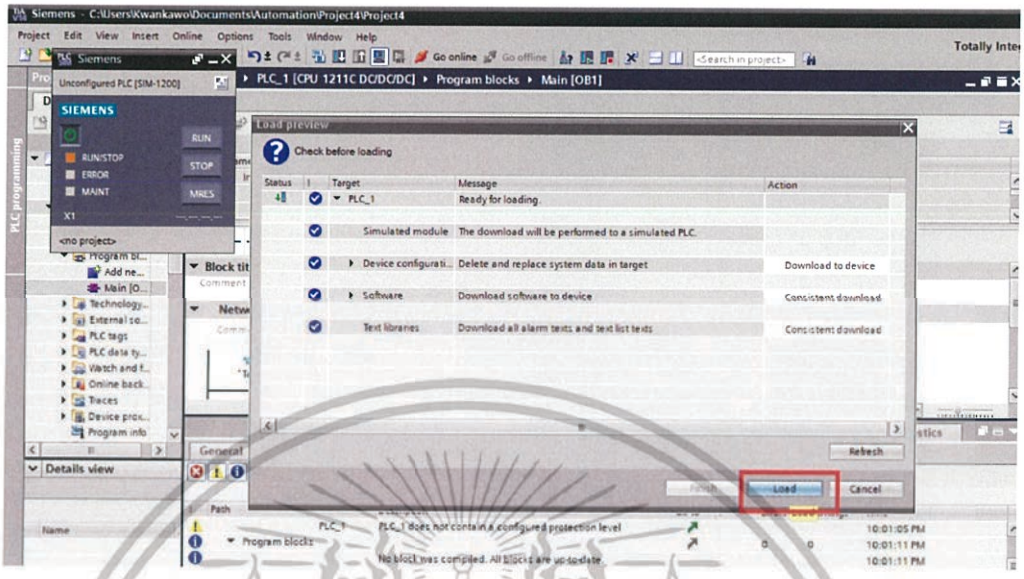
1. เริ่มสร้าง Project เหมือนรูปที่ 3.1 เมื่อทำการเขียน Main Block เสร็จ กด Compile และ Start Simulation



รูปที่ 3.12 Compile และ Start Simulation

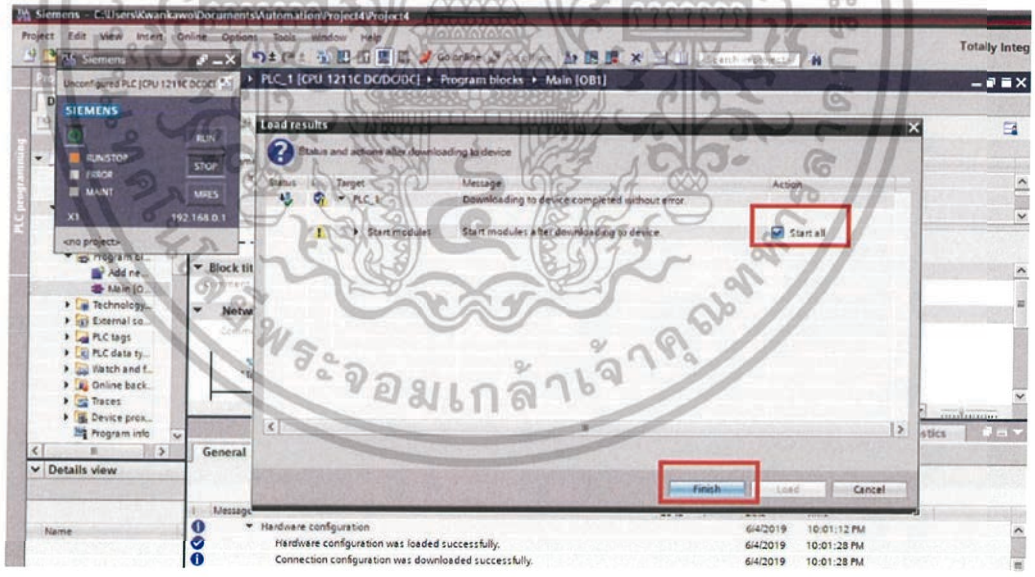
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จะขึ้นหน้าต่างดังรูปที่ 3.13 จากนั้นกด Load



รูปที่ 3.13 การ Load อุปกรณ์

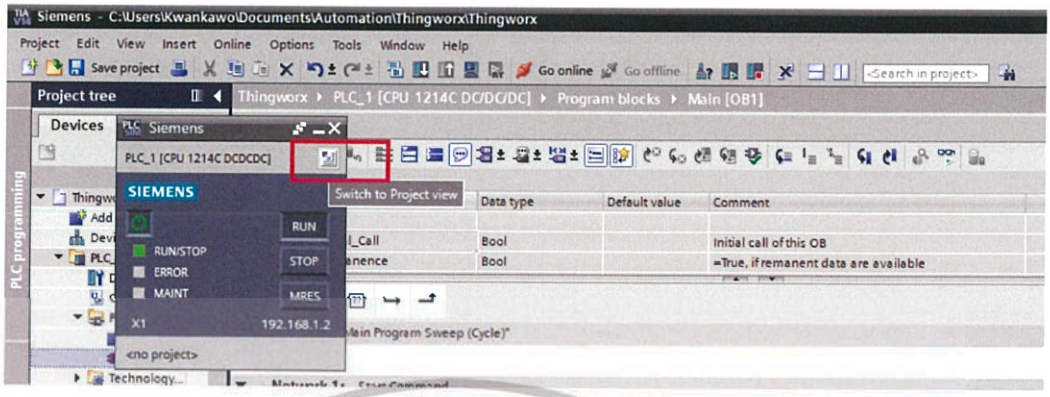
3. ทำการติ๊ก Start All จากนั้นกด Finish



รูปที่ 3.14 คลิก Start All แล้วคลิก Finish

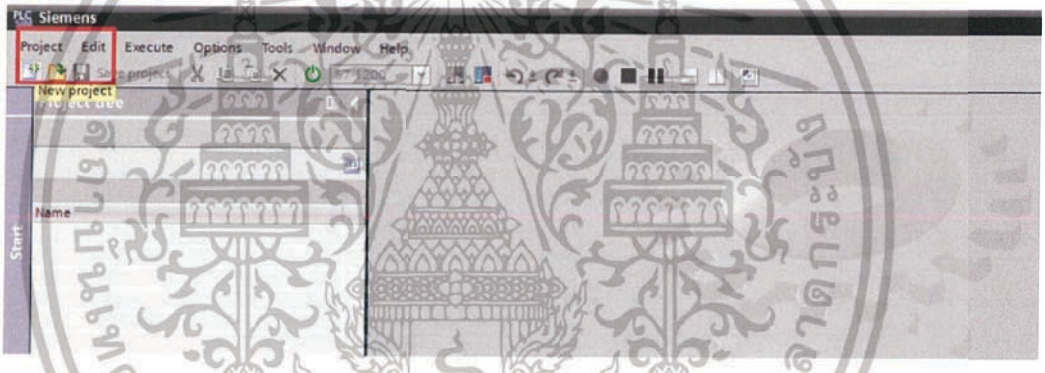
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการกด Switch to Project View



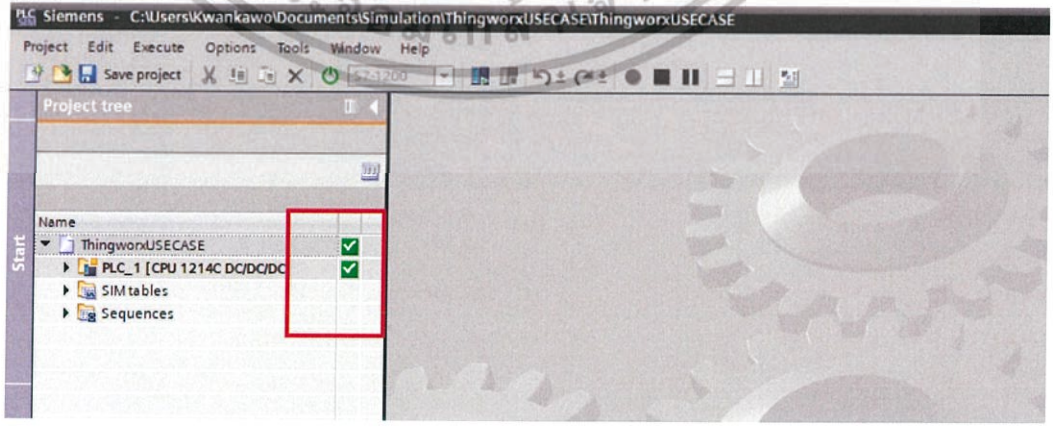
รูปที่ 3.15 Switch to Project View

5. กด New Project จากนั้นตั้งชื่อ และกด Ok



รูปที่ 3.16 การ New Project

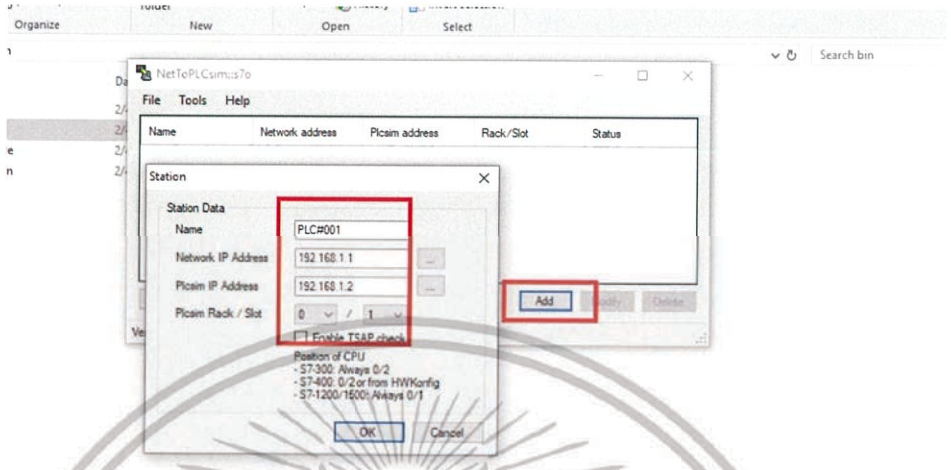
6. เมื่อโหลด Project เสร็จ รอจนขึ้นดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 เมื่อโหลด Project สำเร็จ

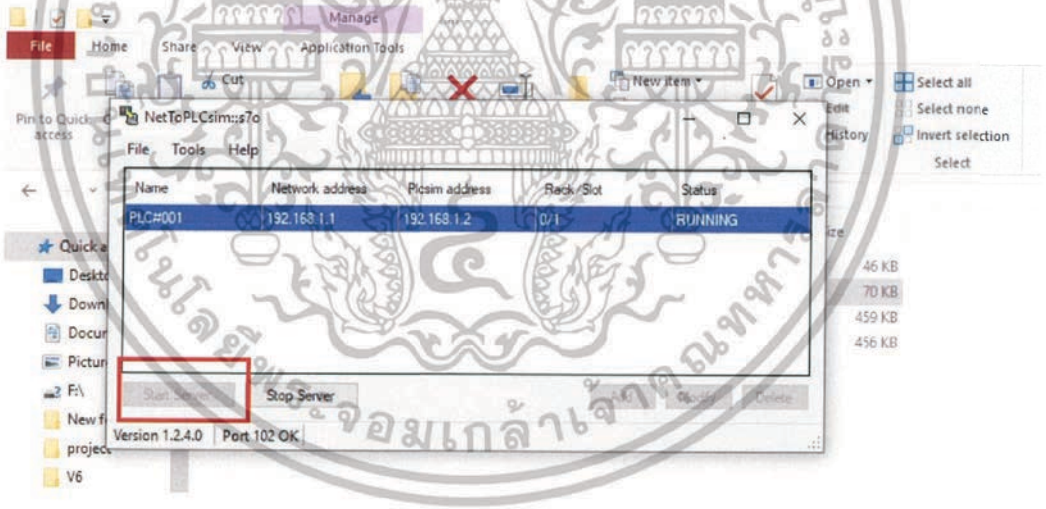
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ในการใช้งาน PLCSIM ร่วมกับ KepseverEX จำเป็นต้องใช้โปรแกรม NetToPLCsim ช่วยในการเชื่อมต่อโดยไปที่ NetToPLCsim ทำการกด Add แล้วเลือกข้อมูล ดังรูปที่ 3.18 จากนั้นกด OK



รูปที่ 3.18 ตั้งค่าที่ NetToPLCsim

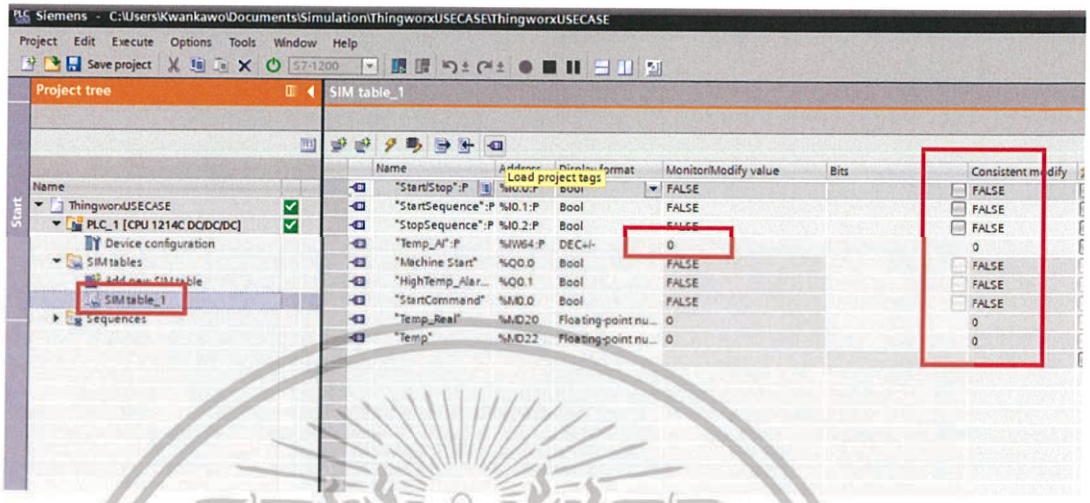
8. ทำการ Start Server ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 Start Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ทำการเปิด Simtable_1 เพื่อควบคุมการทำงานของ PLC ตาม Tag ที่จะนำมาใช้งาน ตามที่ได้ทำการสร้างไว้ ใน Main Block โดยสามารถติ๊กถูกเพื่อทำการ Start/Stop และป้อนค่าอุณหภูมิ

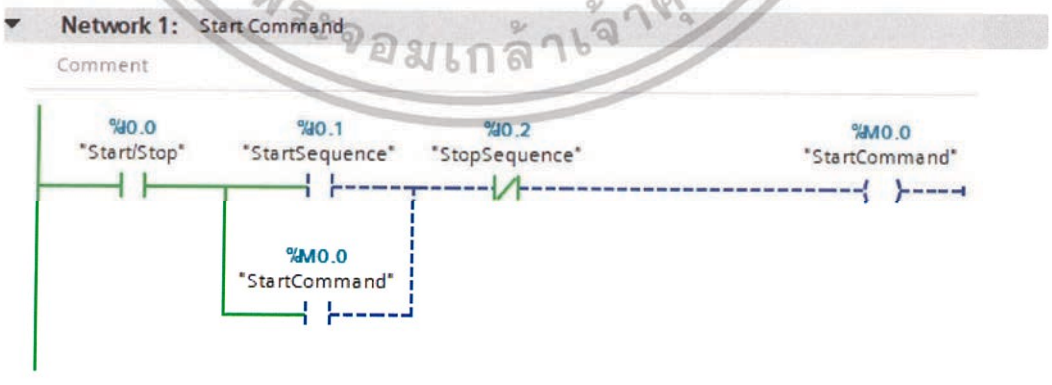


รูปที่ 3.20 หน้า SIMtable_1 ทำการควบคุมแทน PLC

3.2 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

ทำการสร้าง Main Block ที่ต้องการ เพื่อนำมาควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

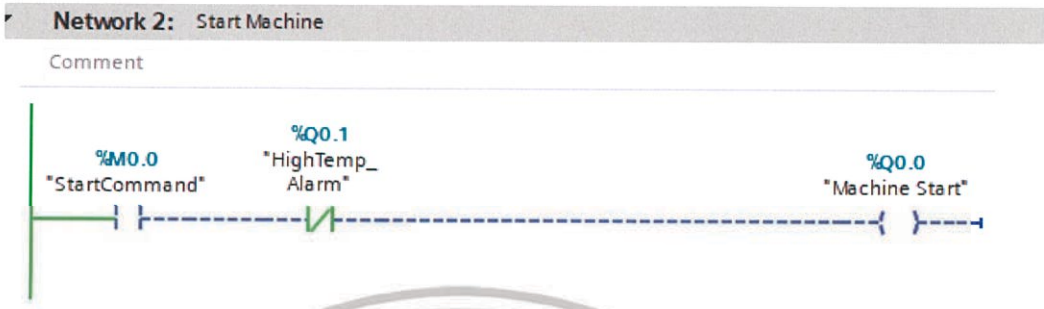
1. จากรูปที่ 3.21 แสดงการเริ่มการทำงาน และหยุดการทำงานของเครื่องจักร โดย Start/Stop เป็นคำสั่งปิดเปิดเครื่องของเครื่องจักร Start/Stop Sequence เป็นการเริ่มต้นการทำงานของเครื่องจักรเพื่อที่จะได้ชิ้นงาน และ Start Command เป็นคำสั่งในการเริ่มต้นเครื่องจักร ให้เครื่องจักรเริ่มทำงาน



รูปที่ 3.21 Main Block การควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

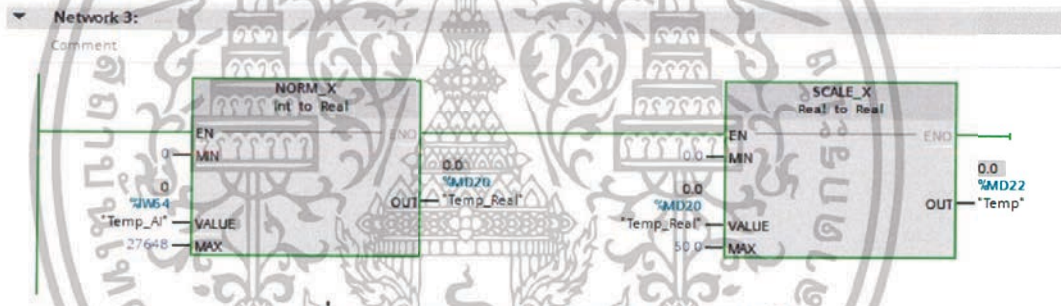
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากรูปที่ 3.22 เมื่อเครื่องจักรมีการทำงาน จะสั่งให้ Machine Start แต่ถ้า HighTemp Alarm ทำงาน หรือว่า Overheat จะส่งผลให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน



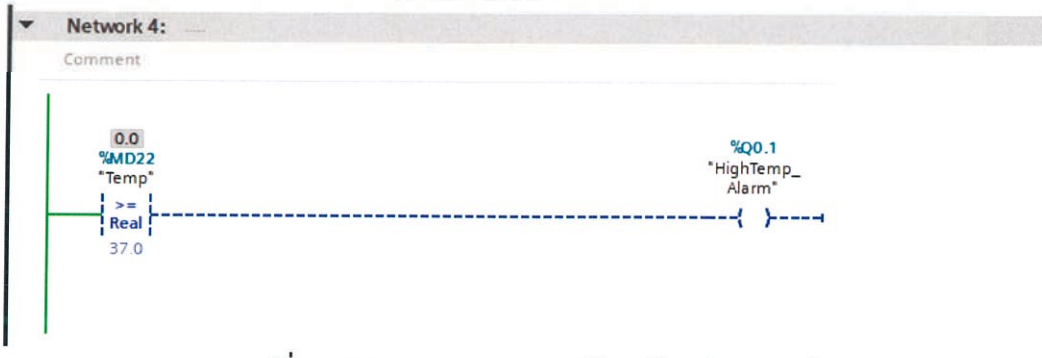
รูปที่ 3.22 Main Block การควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

3. จากรูปที่ 3.23 เป็นการแปลงค่าอุณหภูมิจาก Integer เป็น Real โดยได้ Set Scale ค่า Integer ไว้ที่ 0-27648 หรือ Real 0-50



รูปที่ 3.23 Main Block การแปลงค่าอุณหภูมิ

4. จากรูปที่ 3.24 เป็นการเปรียบเทียบของค่าอุณหภูมิ โดยเมื่ออุณหภูมิมีค่าเกิน 37 องศา เซลเซียส ตามที่ได้ตั้งไว้ จะส่งผลให้ High Temp Alarm ทำงาน โดยไปสัมพันธ์กับรูปที่ 3.22 โดยจะสั่งให้เครื่องจักรหยุดทำงาน



รูปที่ 3.24 Main Block การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

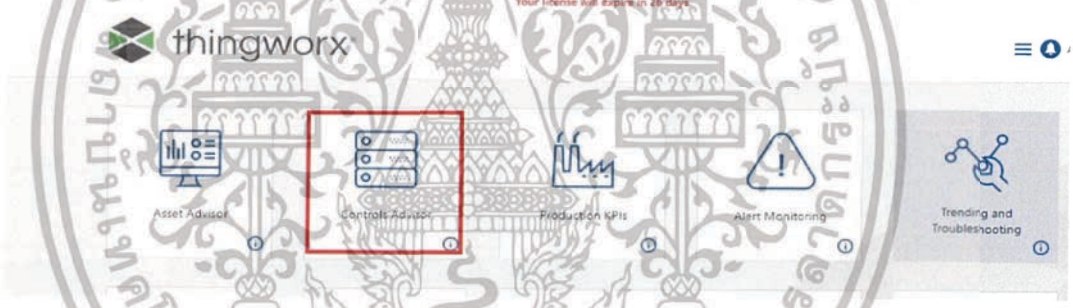
3.3 การ Configuration โปรแกรม KepserverEx ในการเชื่อมต่อกับ PLC

ในการ Configuration KepserverEx สามารถทำตามขั้นตอน ดังรูปที่ 3.25 ถึง 3.55

1. คลิก ขวาที่ Project เลือก Properties

รูปที่ 3.25 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

2. เปิดไปที่ Web sServer ของ ThingWorx จากนั้น คลิก ที่ Controls Advisor



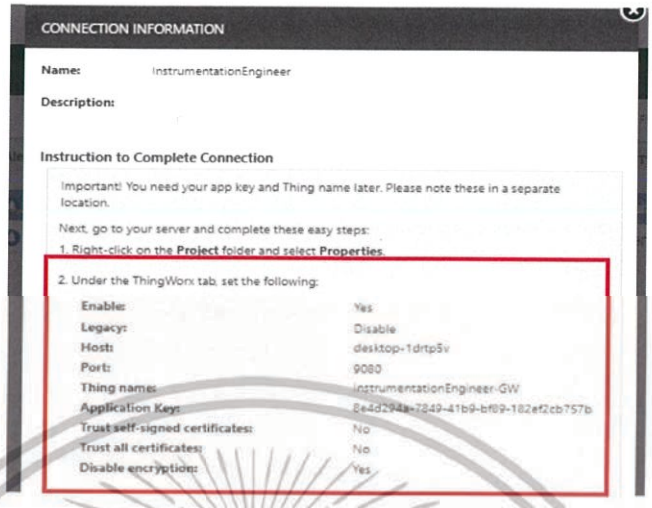
รูปที่ 3.26 ThingWorx Console

3. คลิก ที่ View Connection Information

รูปที่ 3.27 Controls Advisor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เลือกข้อมูล เพื่อนำไปกรอกข้อมูลใน KepserverEx ให้ตรงกัน

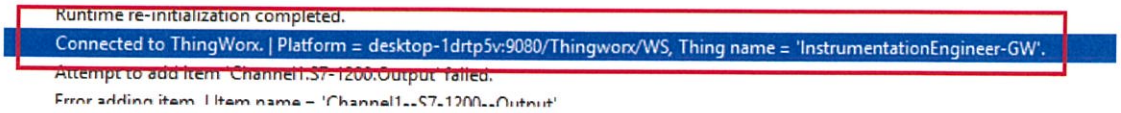


รูปที่ 3.28 รายละเอียดใน Connection Information

5. เลือก ThingWorx และทำการกรอกข้อมูล Host / Port / Application ให้ตรงกับ Server ThingWorx ที่สร้างไว้ ตามวิธีด้านล่างนี้

รูปที่ 3.29 การกรอกข้อมูลจาก ThingWorx

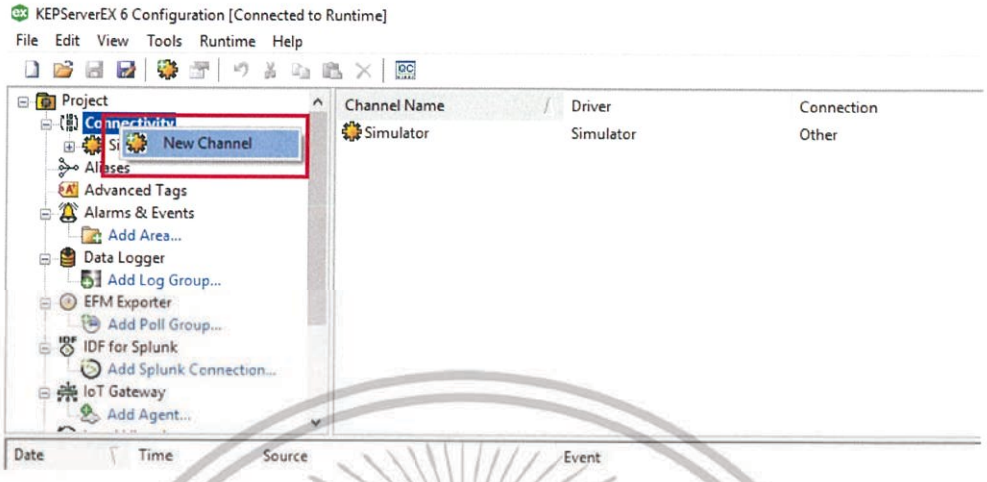
6. เมื่อเชื่อมต่อสำเร็จ จะขึ้นข้อความ ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 ข้อความ เมื่อทำการเชื่อมต่อสำเร็จ

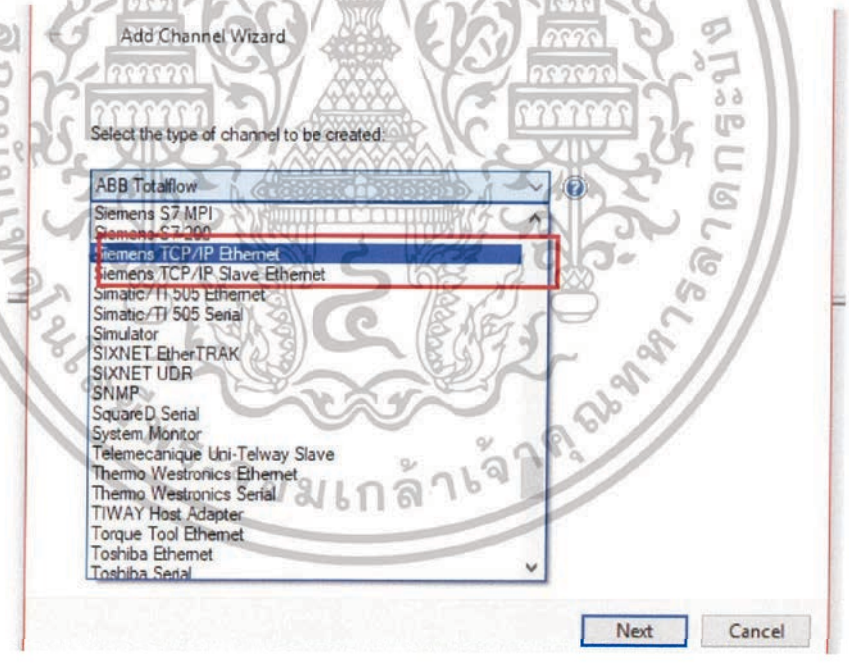
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คลิกขวาที่ Connectivitiy เลือก New Channel



รูปที่ 3.31 การ Add Channel เพื่อเชื่อมต่อ PLC กับ KepserverEx

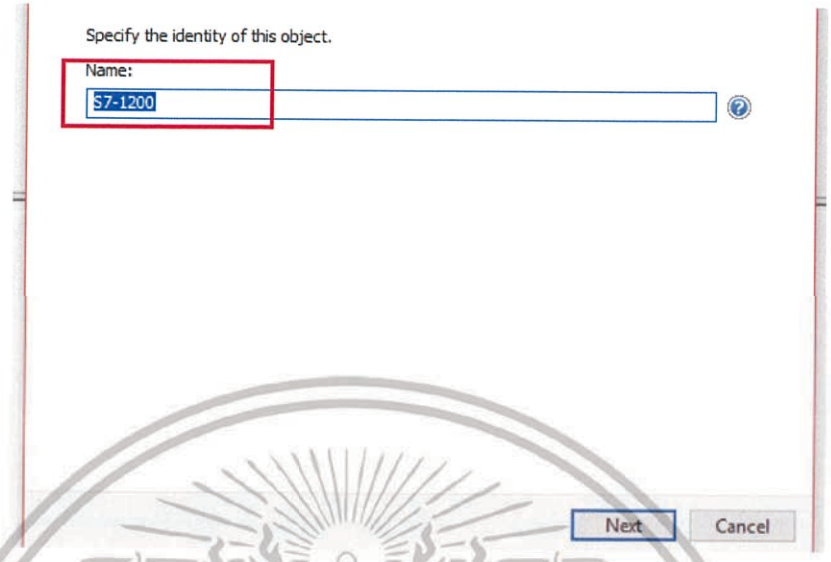
8. เลือก Type Channel เป็น Siemens TCP/IP Ethernet และกด Next



รูปที่ 3.32 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

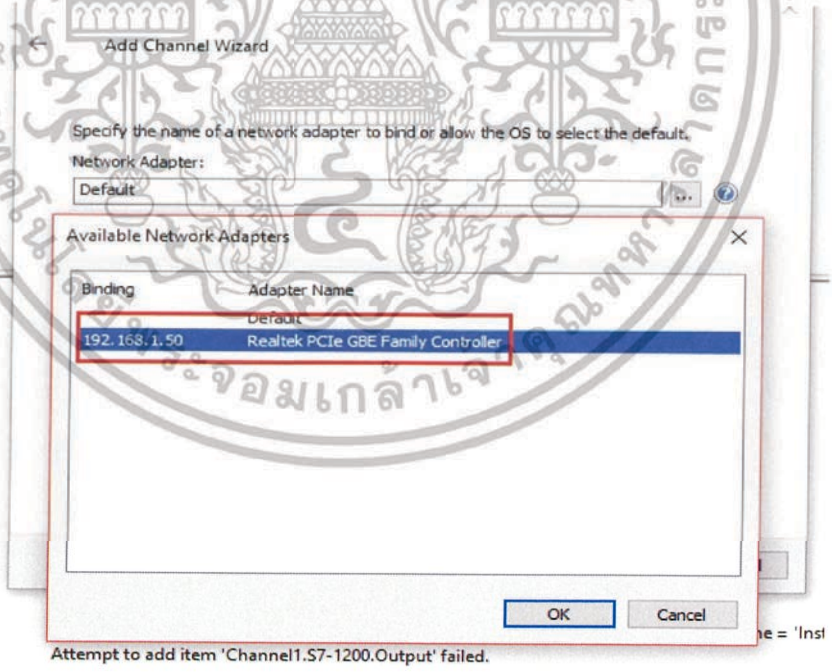
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ตั้งชื่ออุปกรณ์ PLC ที่ทำการเชื่อมต่อ และกด Next



รูปที่ 3.33 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

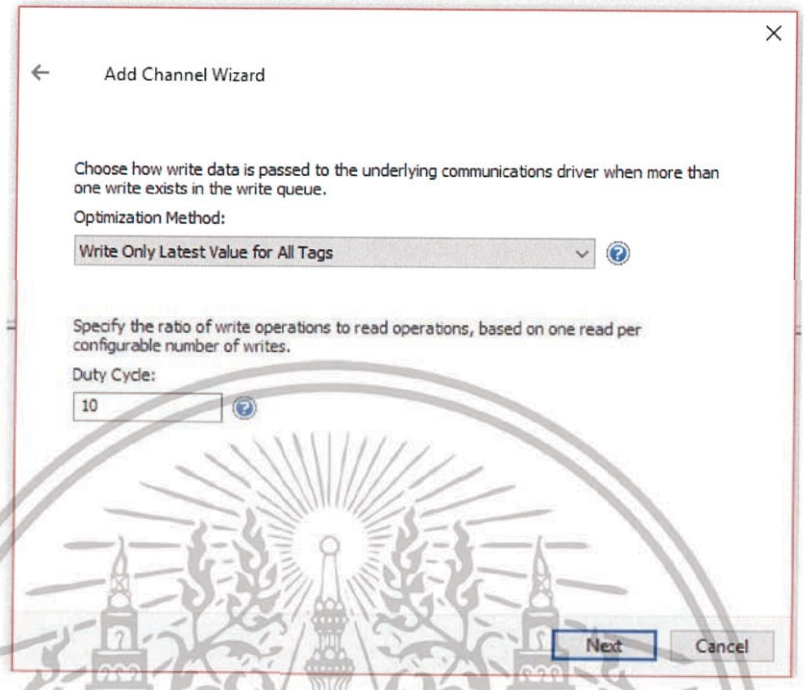
10. เลือก Network Adapters ของพอร์ต LAN ที่ใช้เชื่อมต่อกับ PLC จากนั้นกด OK และ Next



รูปที่ 3.34 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

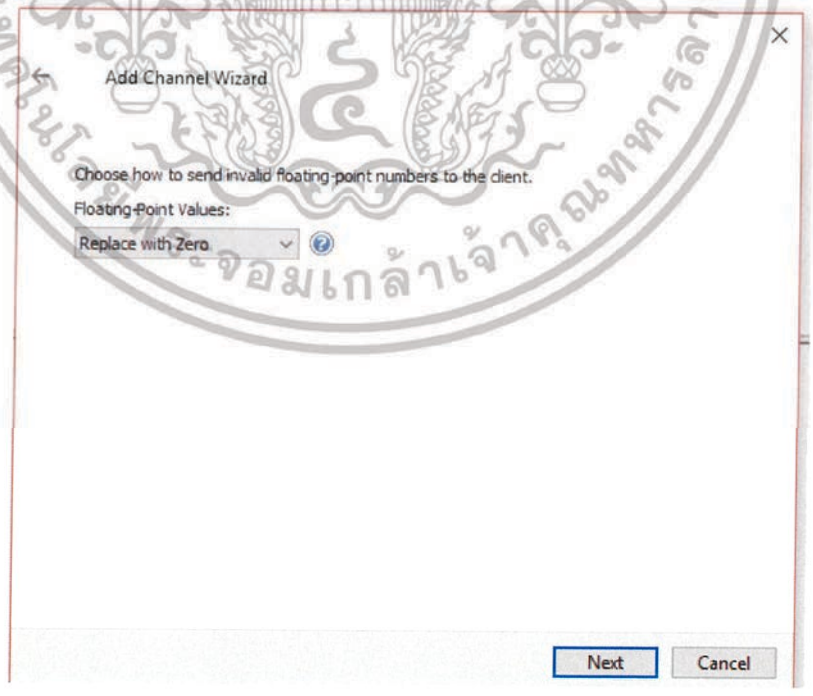
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. เลือกข้อมูลให้ตรงดังรูปที่ 3.35 และกด Next



รูปที่ 3.35 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

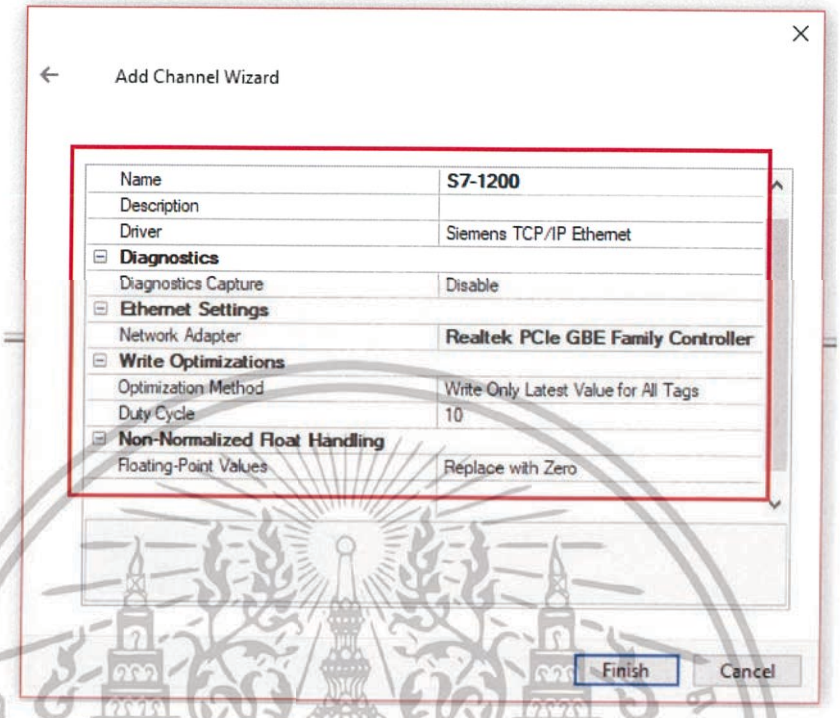
12. เลือกข้อมูลให้ตรงดังรูปที่ 3.36 และกด Next



รูปที่ 3.36 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

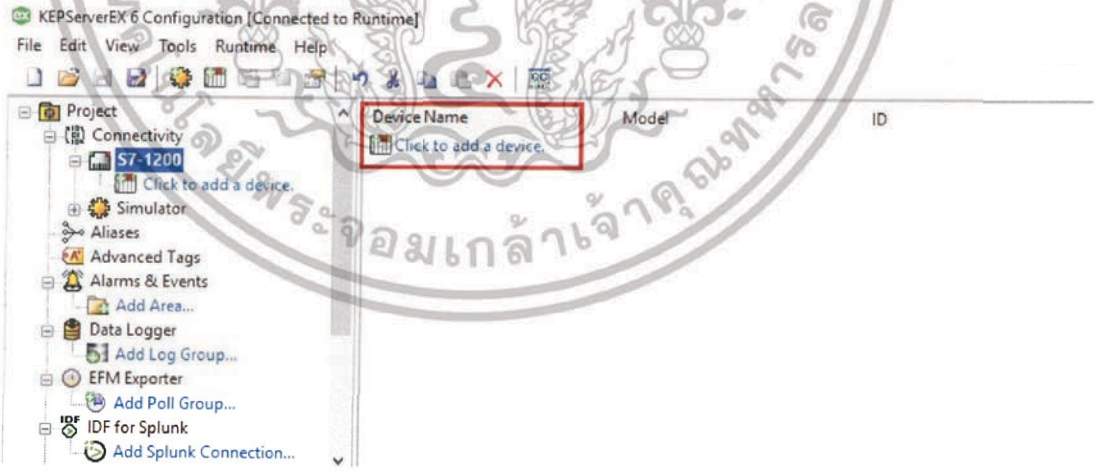
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ตรวจสอบข้อมูลให้ถูกต้อง จากนั้นกด Finish



รูปที่ 3.37 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

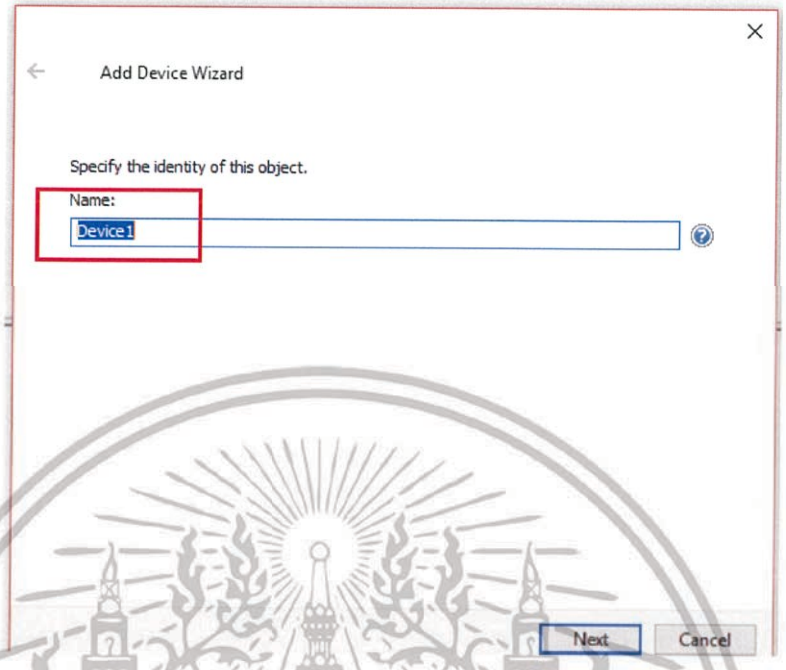
14. จากนั้นเลือก Click to Add a Device จาก Channel ที่สร้างขึ้น



รูปที่ 3.38 การ Add Device เพื่อเพิ่มอุปกรณ์

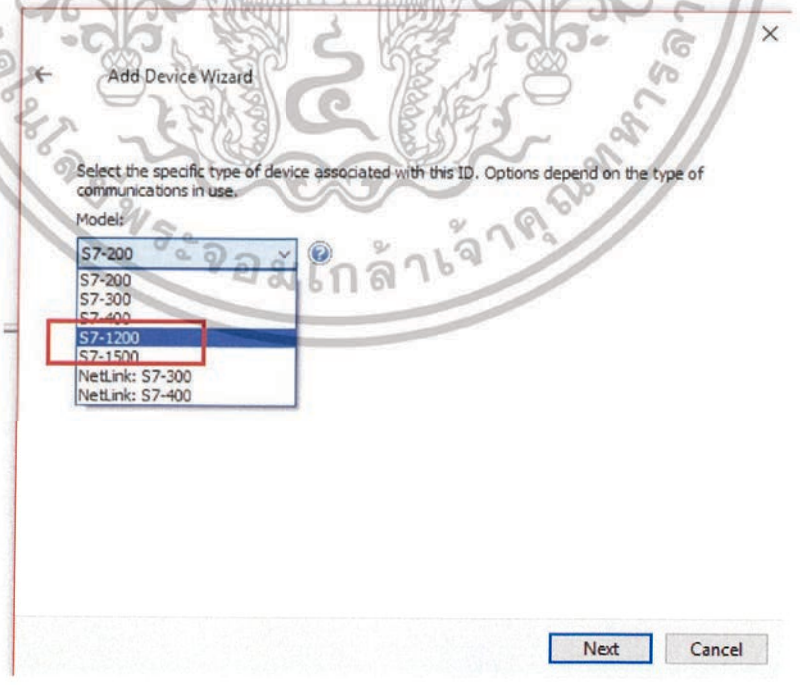
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. ทำการตั้งชื่อให้กับอุปกรณ์ และกด Next



รูปที่ 3.39 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

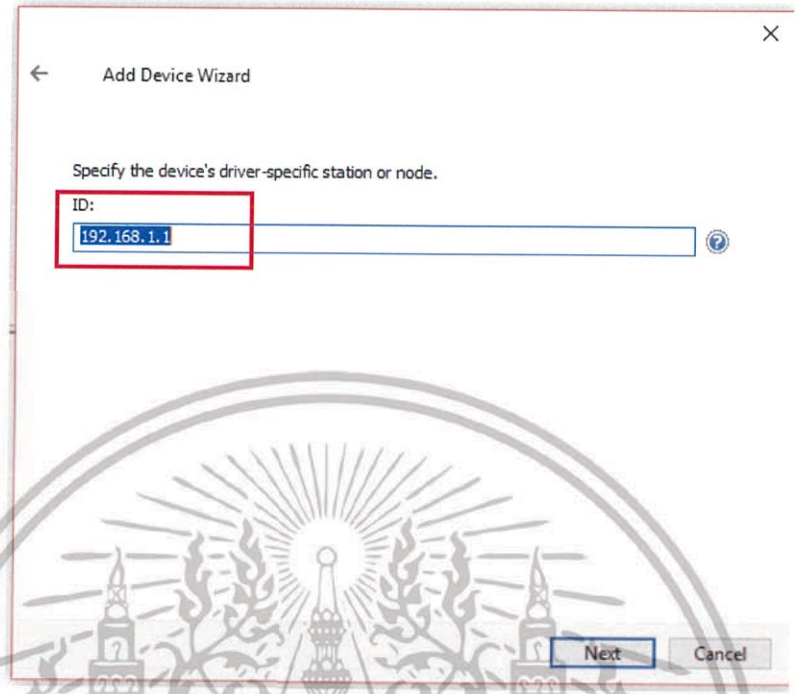
16. เลือก Model ให้ตรงกับรุ่น PLC ที่ใช้งาน ในที่นี้เลือกใช้รุ่น S7-1200 จากนั้นกด Next



รูปที่ 3.40 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

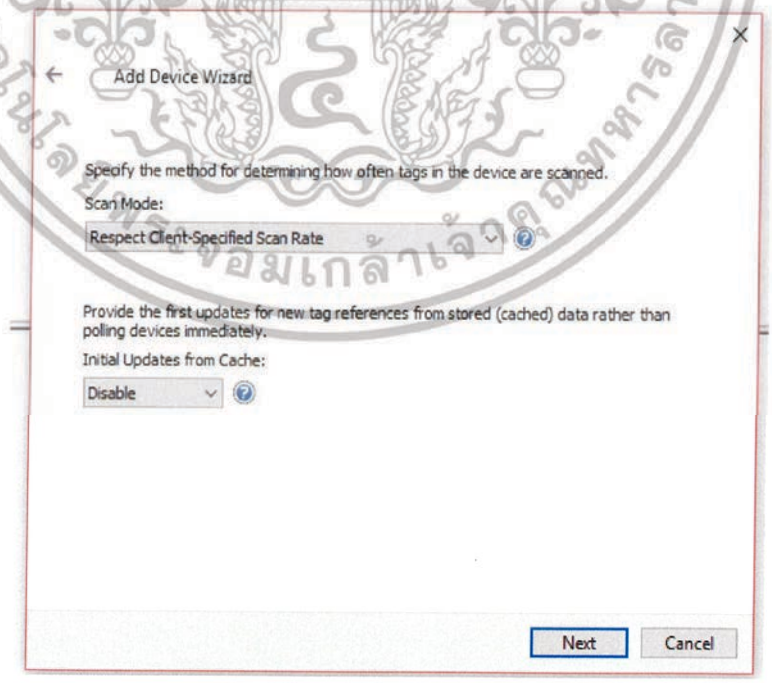
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17. จากนั้นใส่ IP Address ของ PLC ในที่นี้จะใช้ 192.168.1.1 และกด Next



รูปที่ 3.41 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

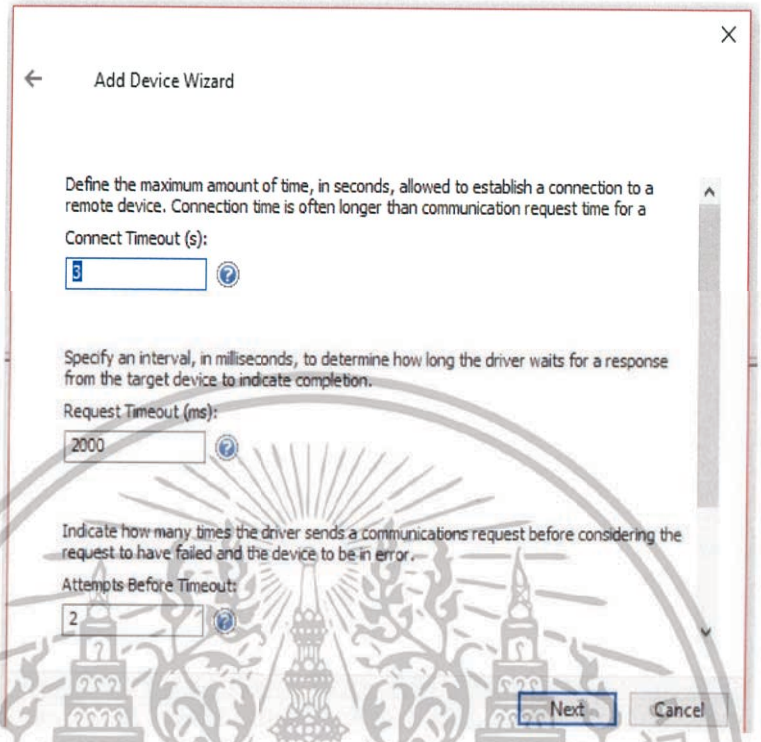
18. เลือกข้อมูลให้ตรงดังรูปที่ 3.42 และกด Next



รูปที่ 3.42 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

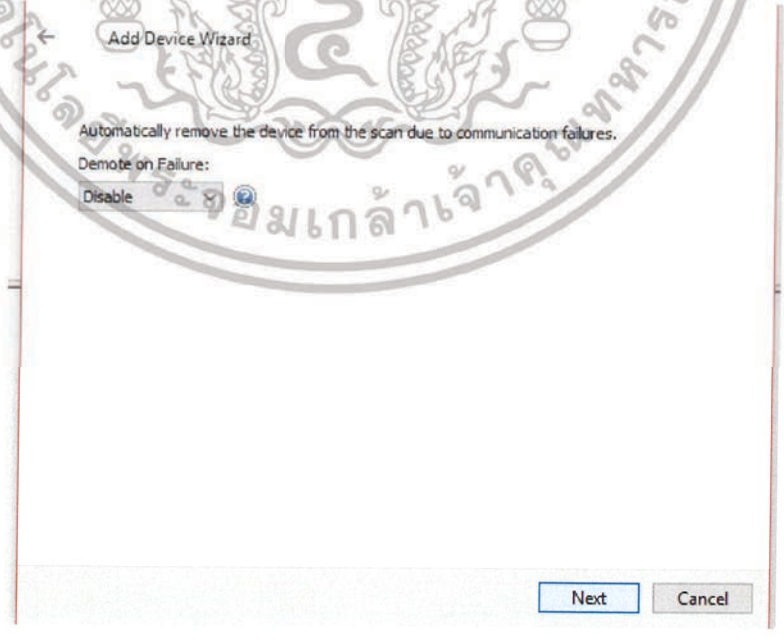
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. เลือกข้อมูลให้ตรงดังรูปที่ 3.43 และกด Next



รูปที่ 3.43 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

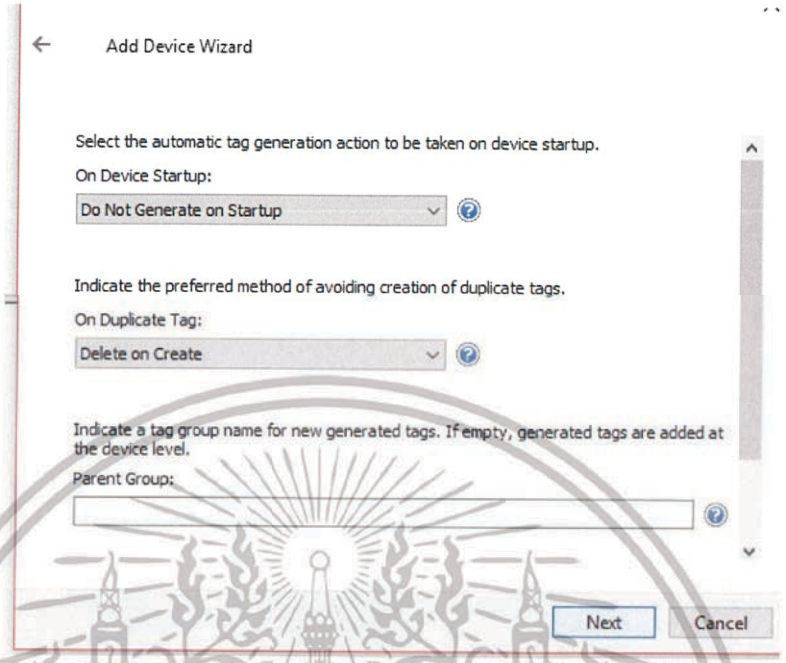
20. เลือกข้อมูลให้ตรงดังรูปที่ 3.44 และกด Next



รูปที่ 3.44 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

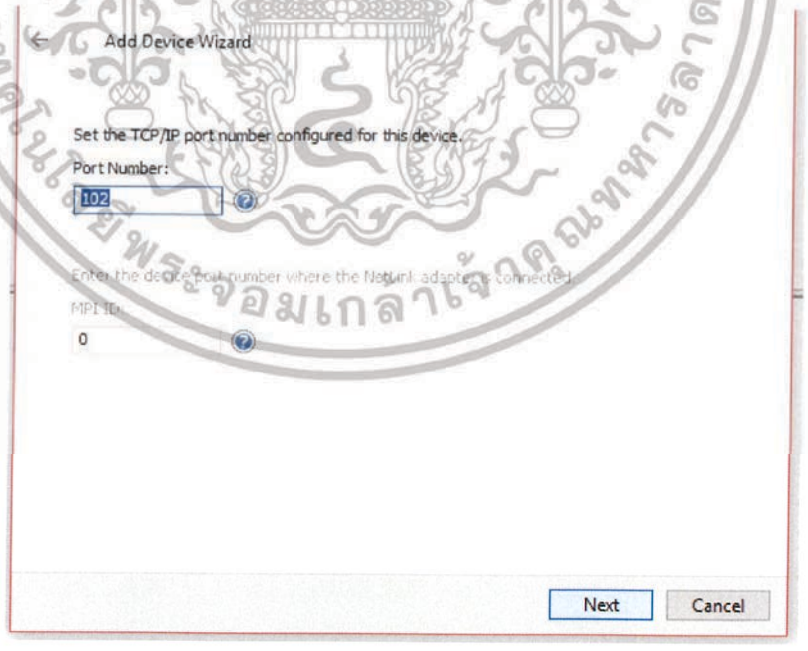
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. เลือกข้อมูลให้ตรงดังรูปที่ 3.45 และกด Next



รูปที่ 3.45 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

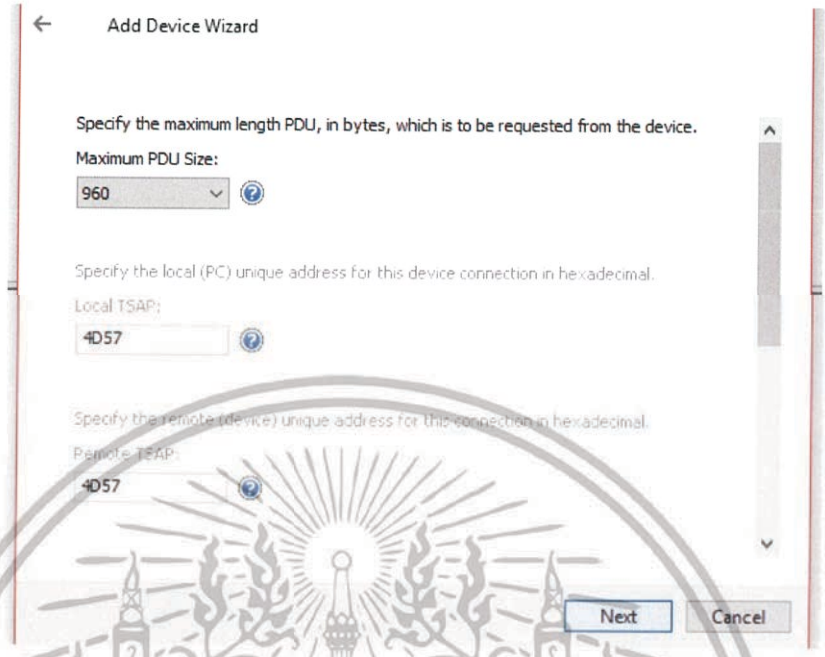
22. เลือกข้อมูลให้ตรงดังรูปที่ 3.46 และกด Next



รูปที่ 3.46 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

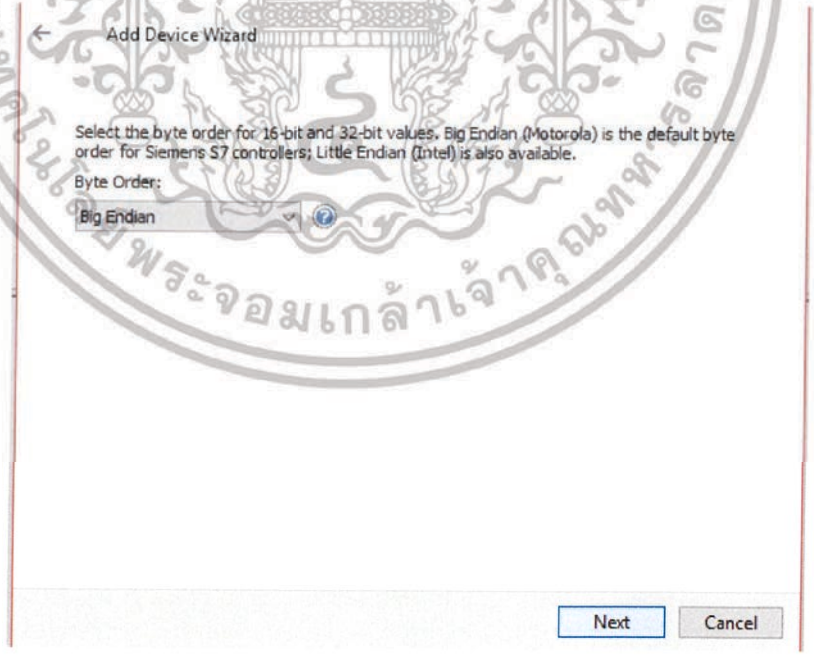
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23. เลือกข้อมูลให้ตรงดังรูปที่ 3.47 และกด Next



รูปที่ 3.47 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

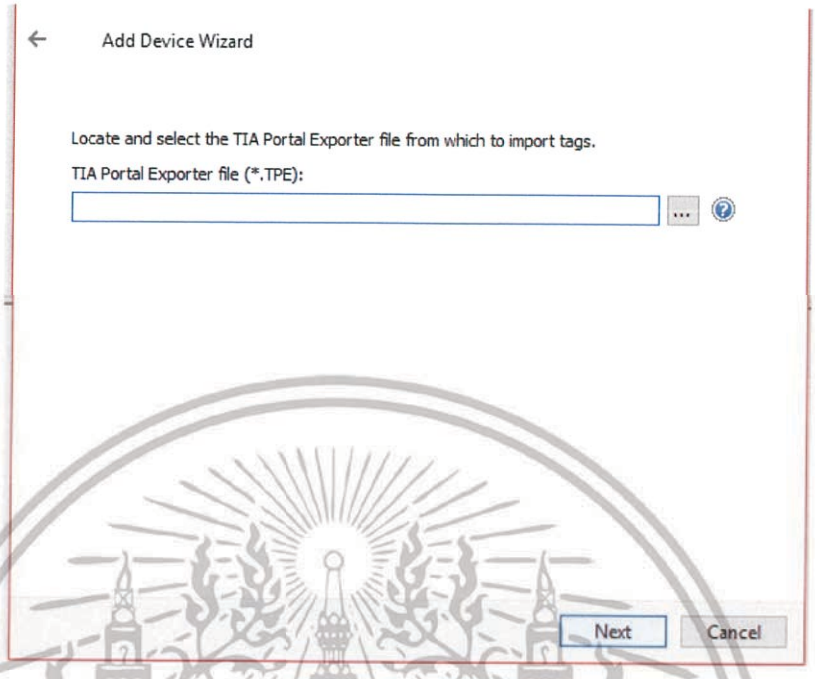
24. เลือกข้อมูลให้ตรงดังรูปที่ 3.48 และกด Next



รูปที่ 3.48 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

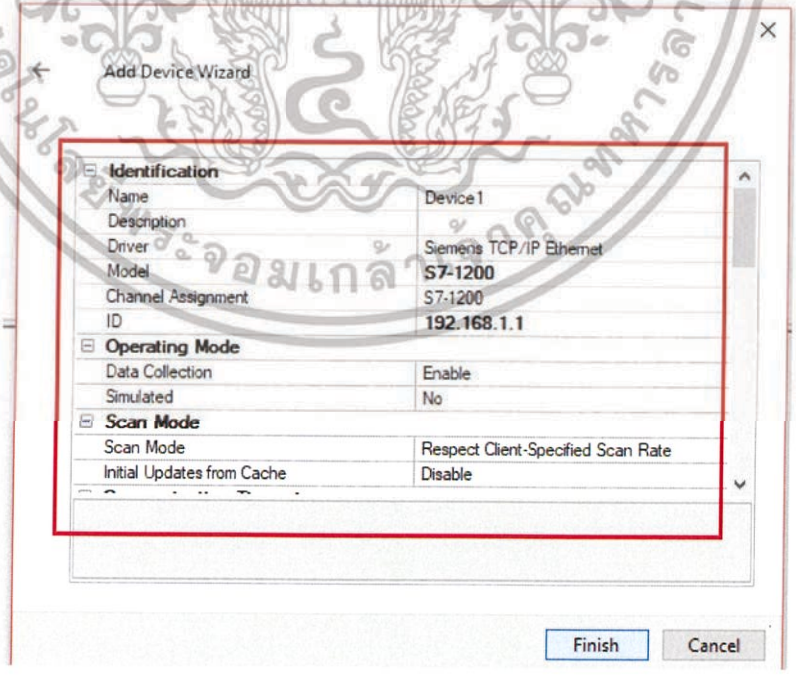
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. เลือกข้อมูลให้ตรงดังรูปที่ 3.49 และกด Next



รูปที่ 3.49 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

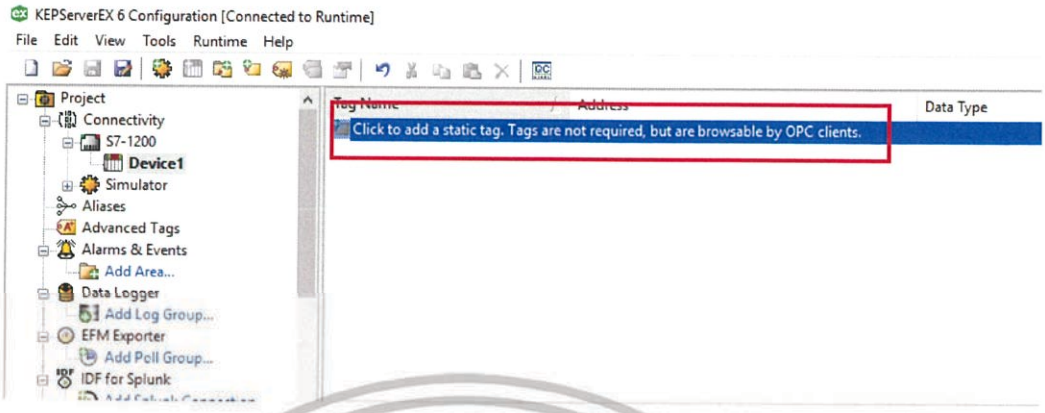
26. ตรวจสอบข้อมูลให้ถูกต้อง และกด Next



รูปที่ 3.50 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

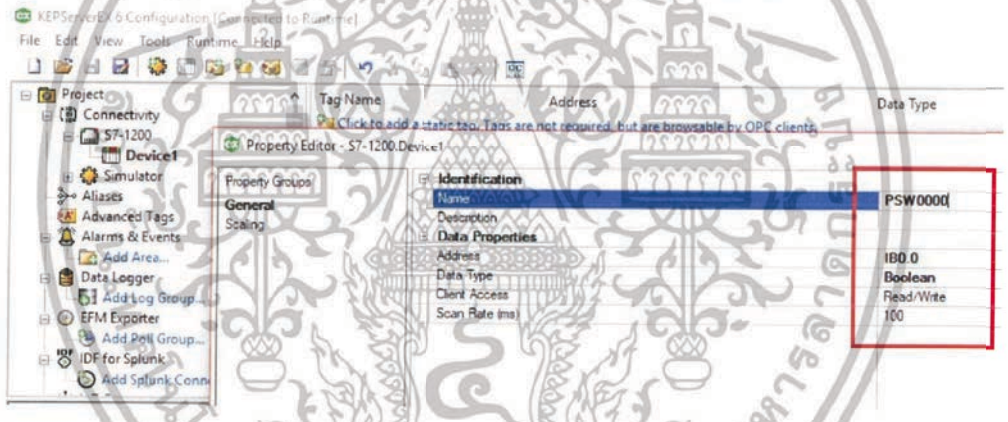
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27. Click to add a static tag จาก Device ที่ทำการสร้างขึ้น



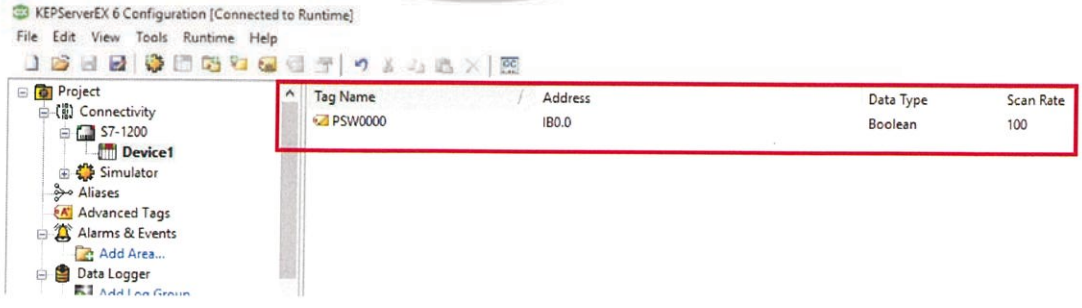
รูปที่ 3.51 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

28. ตั้งชื่อ Name, Address, Data Type ของ Tag ที่ต้องการนำไปใช้งาน



รูปที่ 3.52 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

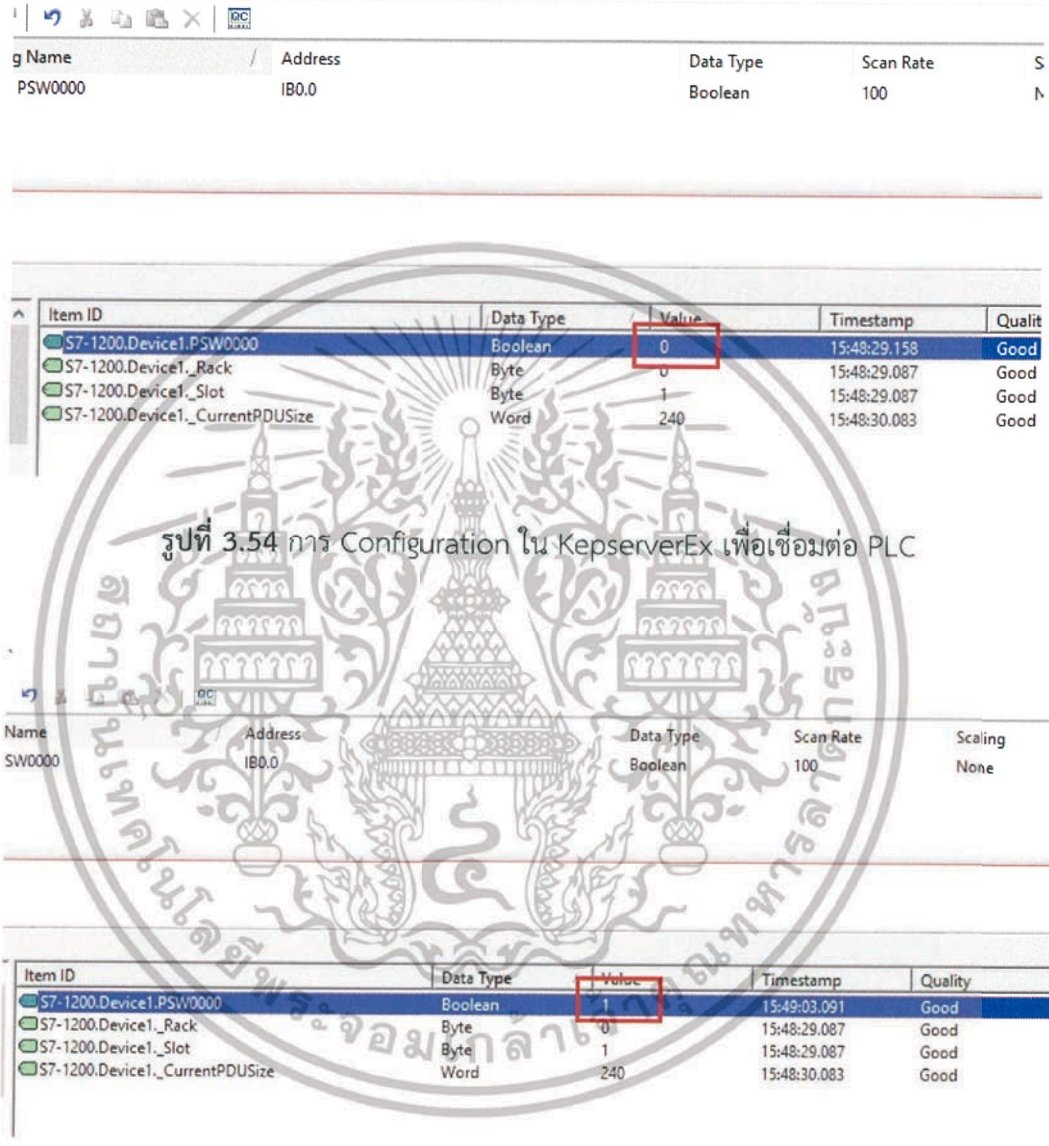
29. เมื่อตั้งค่าเสร็จจะขึ้น Tag ที่สร้างเสร็จดังรูปที่ 3.53



รูปที่ 3.53 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30. คลิกที่ OPC Quick Client เพื่อดูค่า Value ของ Tag ที่ทำการเชื่อมต่อจาก PLC เมื่อเปลี่ยนให้สวิตช์ทำงานที่ PLC จะขึ้นค่า Value = 1 และเมื่อเปลี่ยนให้สวิตช์หยุดทำงานที่ PLC จะขึ้น Value = 0 ดังรูปที่ 3.54 และ 3.55



รูปที่ 3.54 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

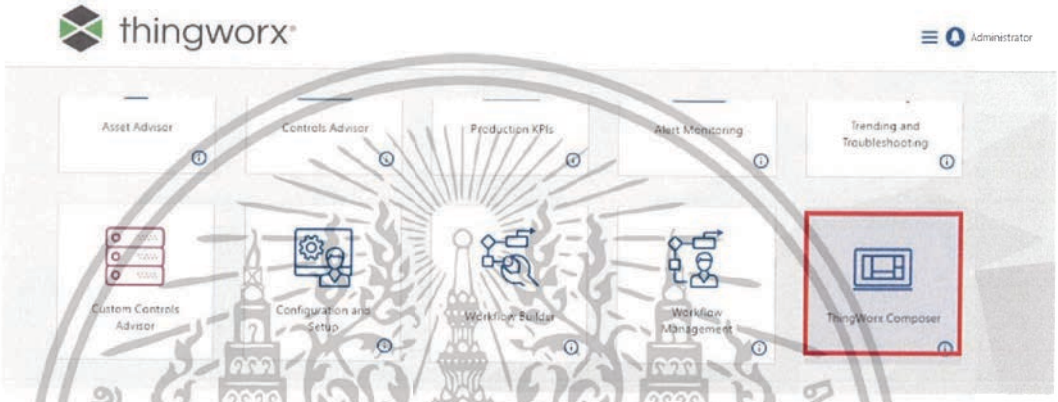
รูปที่ 3.55 การ Configuration ใน KepserverEx เพื่อเชื่อมต่อ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การ Configuration โปรแกรม ThingWorx

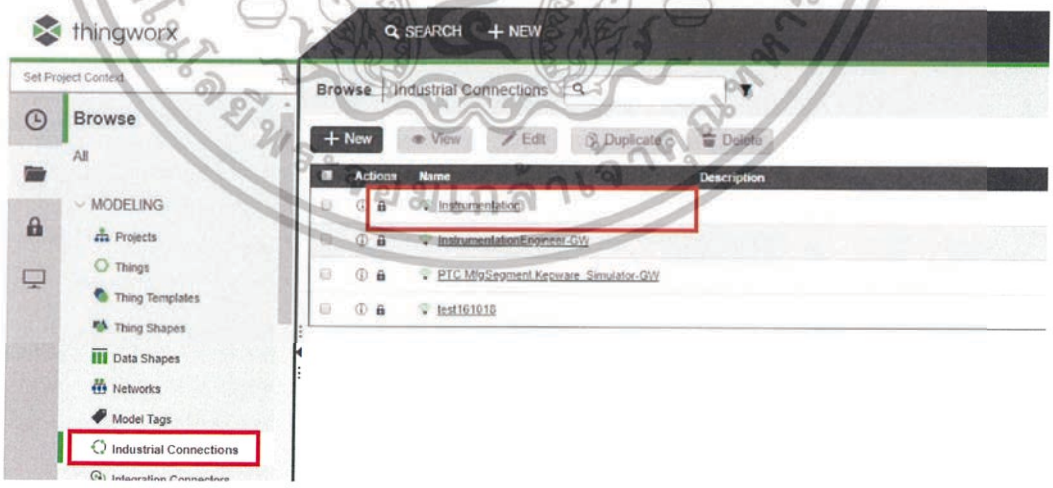
จะทำการสร้าง Thing เพื่อนำไปใช้งานในส่วนอื่นๆ ของ ThingWorx โดยจะดึงค่า Tag หรือค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ต้องการนำมาใช้งาน โดย Tag ที่ทำการสร้างไว้ใน KepserverEx ซึ่งสัมพันธ์กับ PLC เพื่อนำไปใช้งาน สามารถทำตามขั้นตอนดังรูปที่ 3.56 ถึง 3.62

1. ไปที่ Web Server ของ ThingWorx และเลือก ThingWorx Composer



รูปที่ 3.56 ThingWorx Console

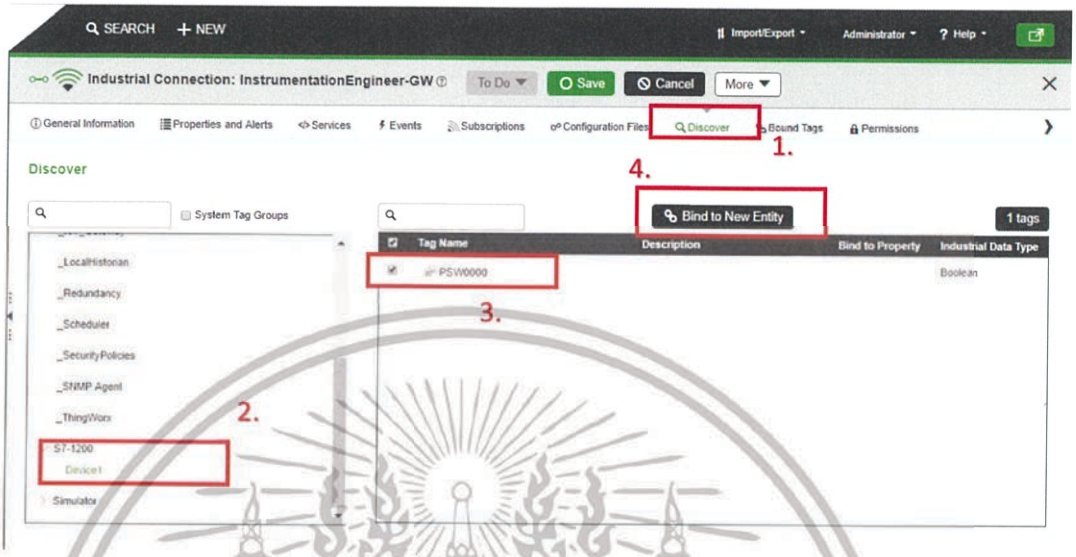
2. เลือก Industrial Connections จากนั้นเลือก Server ที่ทำการทำเชื่อมต่ออยู่กับ โปรแกรม KepseverEX



รูปที่ 3.57 หน้า ThingWorx Composer

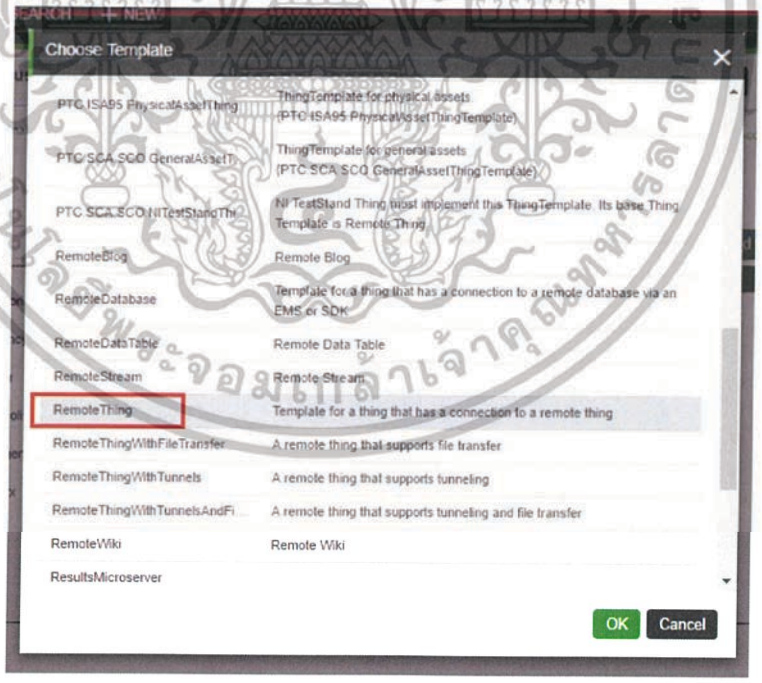
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อคลิกเข้าไป จะพบดังรูปที่ 3.58 จากนั้นเลือกที่ Discover เลือก Channel ที่สร้างไว้ใน KepserverEx จากนั้นกดเลือก Tag ที่สร้างไว้และติ๊กถูกจากนั้นคลิกที่ Bind to New Entity



รูปที่ 3.58 การเพิ่ม Thing ใน ThingWorx Composer

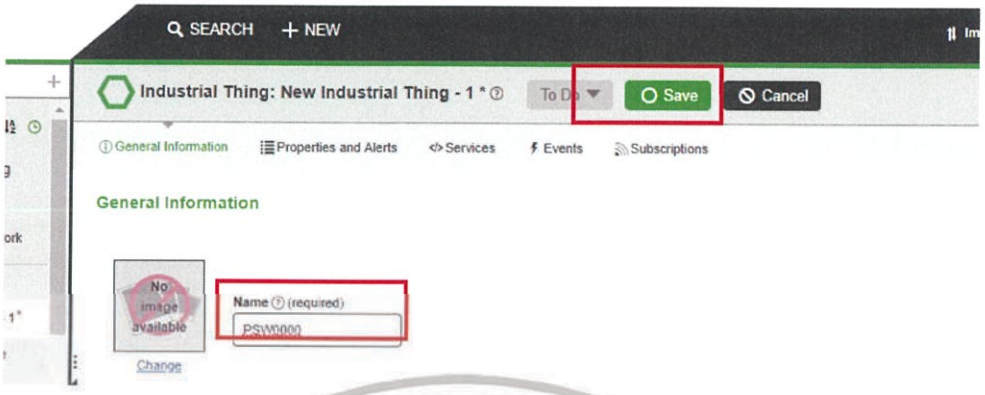
4. เลือก Remote Thing



รูปที่ 3.59 การเพิ่ม Remote Thing เพื่อเพิ่มอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อ

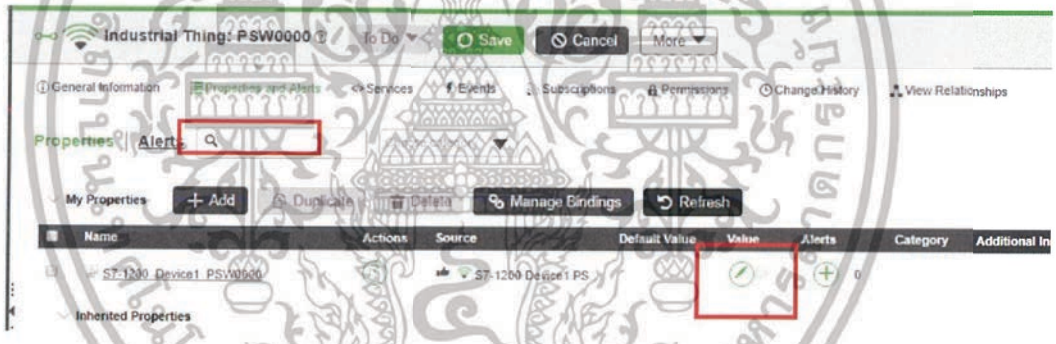
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการตั้งชื่อ จากนั้นกด Save

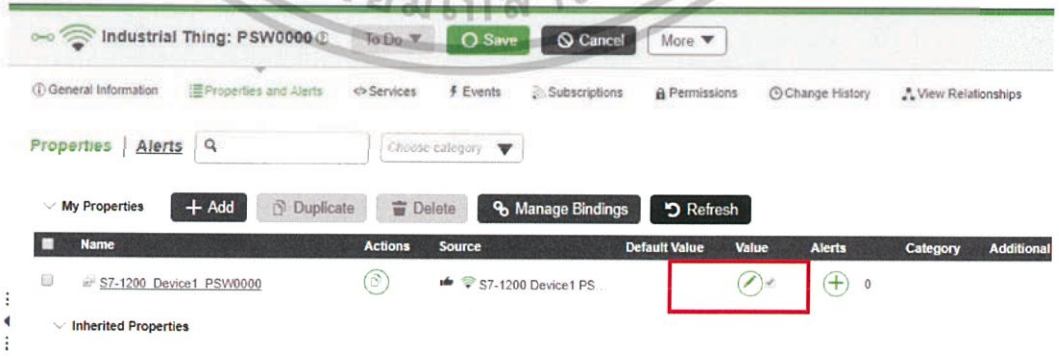


รูปที่ 3.60 การตั้งชื่อ Thing ที่ต้องการเชื่อมต่อ

6. จากนั้นคลิก Properties and Alerts ตรวจสอบที่ค่า Value เมื่อเปลี่ยนให้สวิตช์ทำงานที่ PLC จะขึ้นเครื่องหมายติ๊กถูก และเมื่อเปลี่ยนให้สวิตช์หยุดทำงานที่ PLC จะไม่ขึ้น ดังรูปที่ 3.61 และ 3.62 แสดงว่าสามารถเชื่อมต่อ KepserverEx และ ThingWorx สำเร็จ



รูปที่ 3.61 การตรวจสอบ Value เมื่อให้สวิตช์หยุดทำงาน



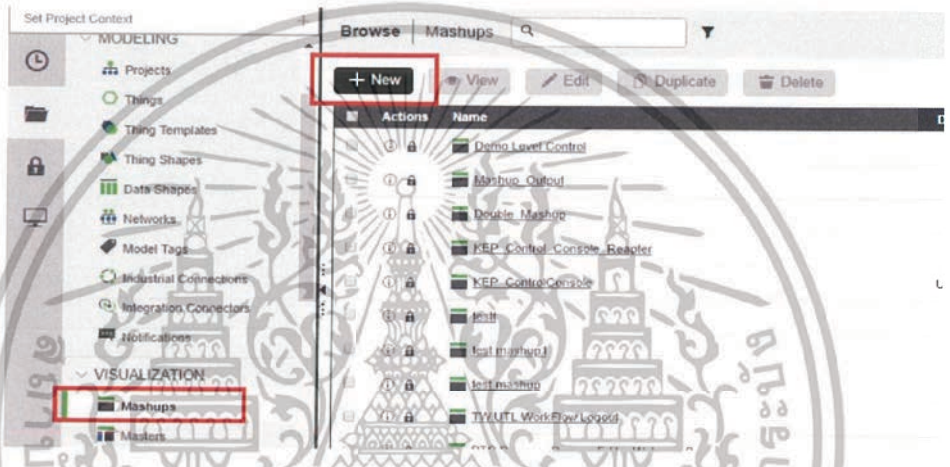
รูปที่ 3.62 การตรวจสอบ Value เมื่อให้สวิตช์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การสร้าง Mashup เพื่อทำ HMI

ในการทำ HMI ผ่าน Mashup จะมี Widget ให้เลือกใช้งานได้อย่างหลากหลาย เพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะใช้งาน เช่น Check box, Gauge, Lable, Chart, Autorefresh ในรูปแบบต่างๆ เป็นต้น สามารถทำตามขั้นตอนดังรูปที่ 3.63 ถึง 3.75 เพื่อทำการทดสอบว่า PLC ที่ทำการเชื่อมต่อสามารถนำมาแสดงบนหน้า HMI ได้หรือไม่

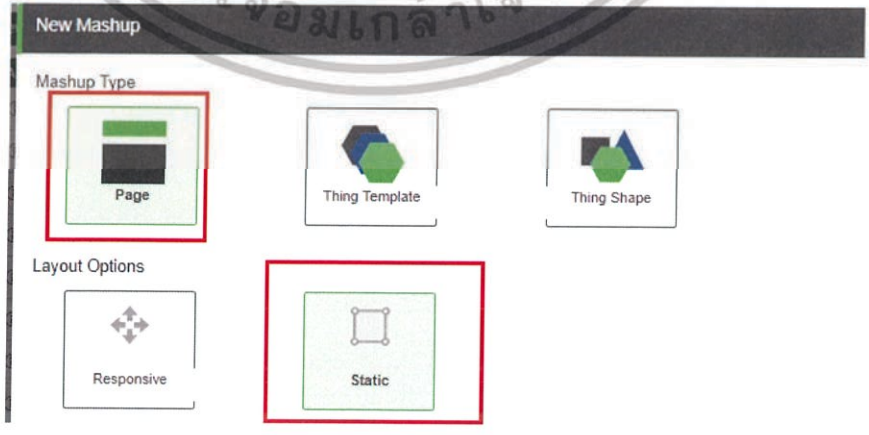
1. คลิกที่ Mashups แล้วกด New



รูปที่ 3.63 สร้าง New Mashup

2. เลือก Mashup Type เป็น Page และ Layout Options เป็น Static

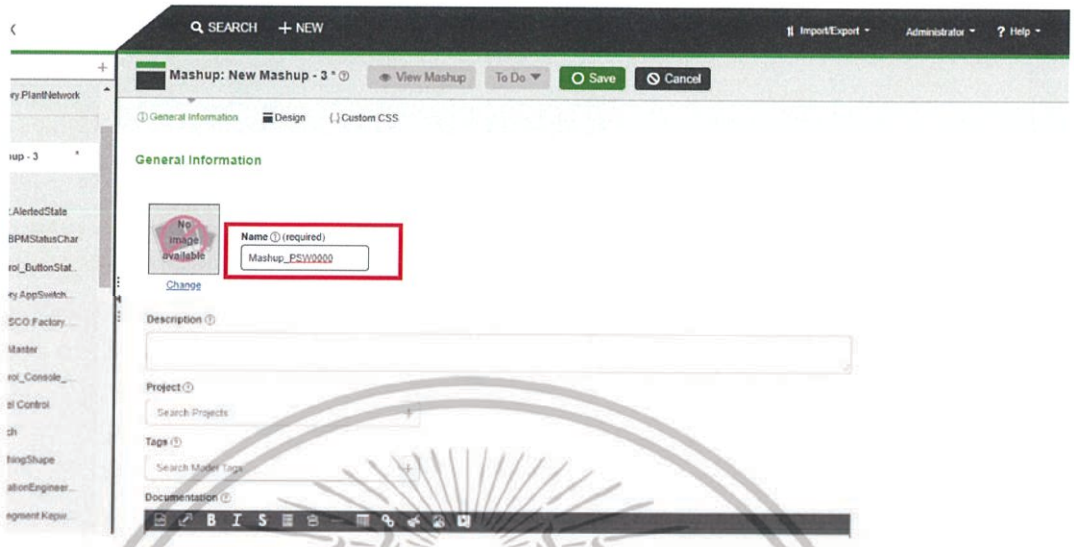
หมายเหตุ** Responsive ขนาดหน้าจอของ Mashup หรือ HMI จะมีขนาดปรับเปลี่ยนไปตามหน้าจอของผู้ใช้งาน ในขณะที่ Static ขนาดหน้าของ Mashup หรือ HMI จะมีขนาดคงที่



รูปที่ 3.64 เลือก Mashup Type และ Layout Options

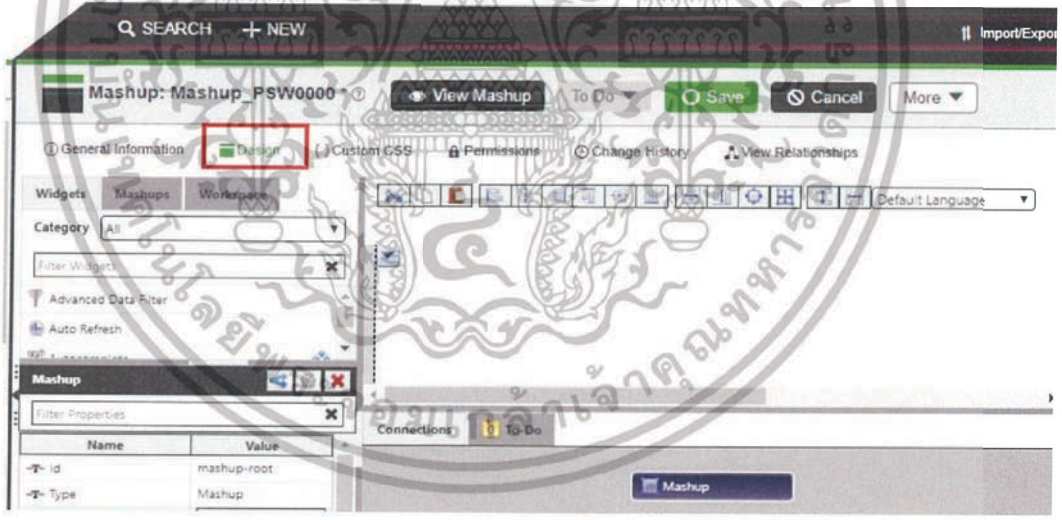
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการตั้งชื่อ Mashup และกด Save



รูปที่ 3.65 ตั้งชื่อ Mashup

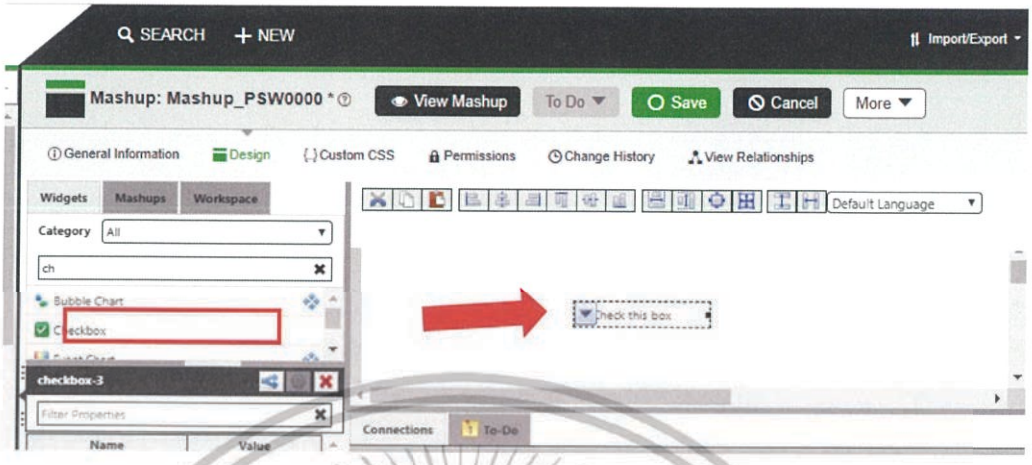
4. คลิกที่ Design เพื่อทำการออกแบบหน้า Mashup



รูปที่ 3.66 ออกแบบ Mashup

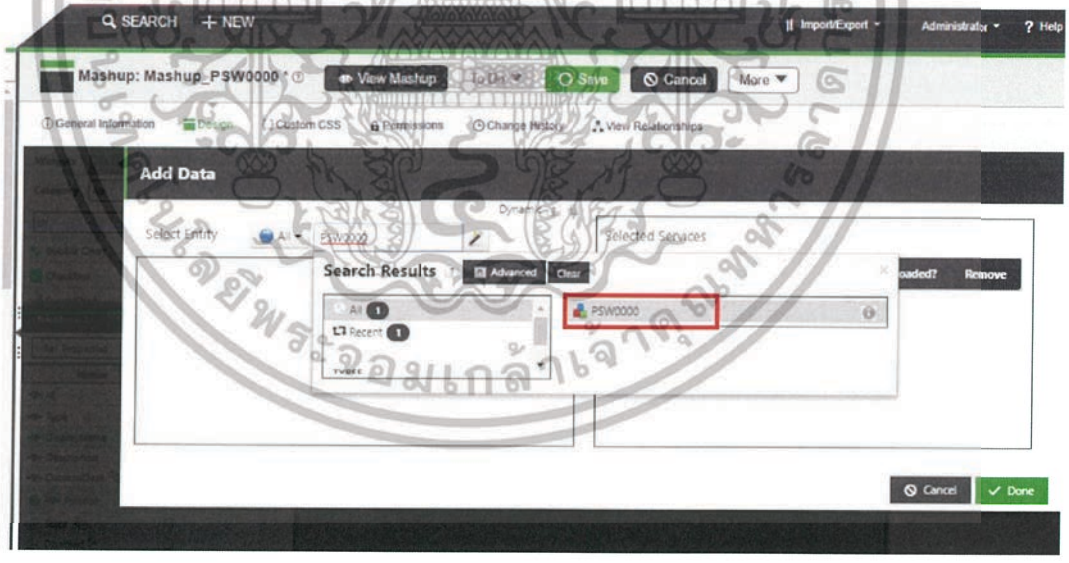
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เลือก CheckBox จาก Widgets จากนั้นลากไปยังพื้นที่ที่ว่าง จากนั้นคลิก + ด้านขวามือ



รูปที่ 3.67 เลือก Widget ที่ต้องการใช้งาน

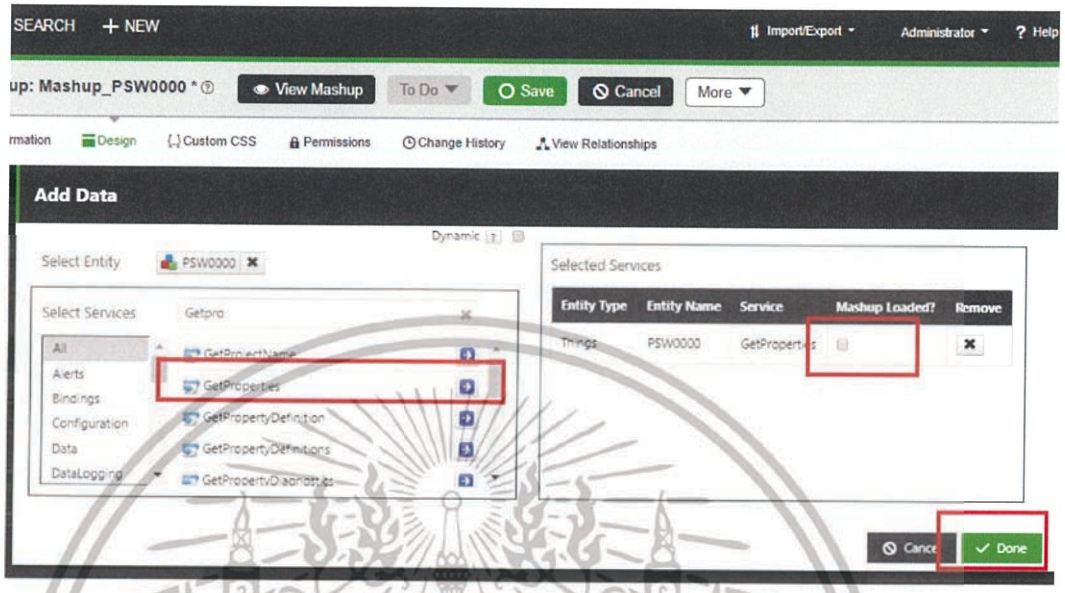
6. เมื่อคลิก + จะขึ้นดังรูปที่ 3.68 จากนั้นจึงนำค่า Data จาก Thing ที่เชื่อมต่อไว้ ดึงมาใส่ใน Mashup เพื่อแสดงบน Web Browser ตามความต้องการของผู้ใช้หรือจะเพิ่มเงื่อนไขการทำงานของ Mashup



รูปที่ 3.68 การดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อนำมาใช้งาน

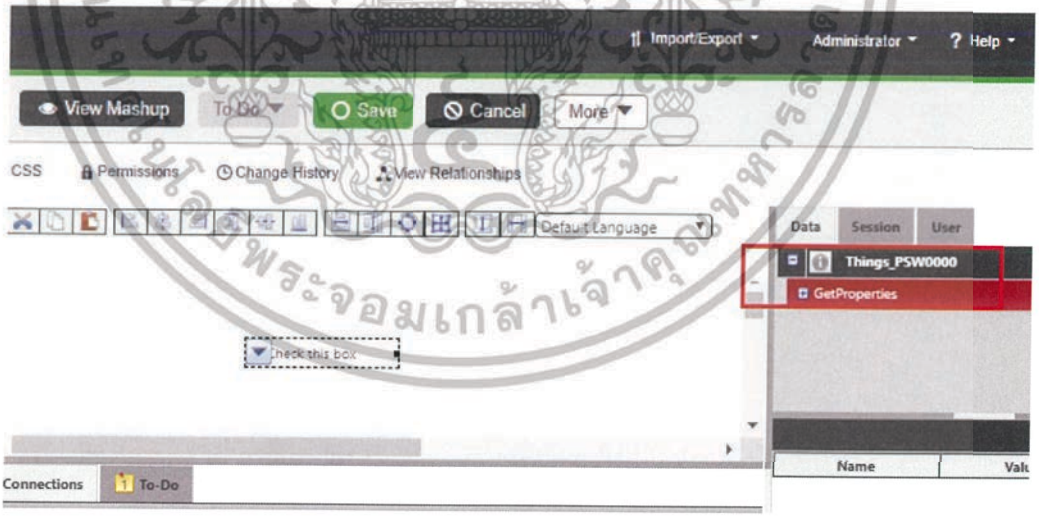
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Search หาคำสั่ง GetProperties จากนั้นกดลูกศรสีฟ้า จากนั้น ติ๊กถูกที่ Mashup Loaded? และกด Done



รูปที่ 3.69 การดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อมาใช้งาน

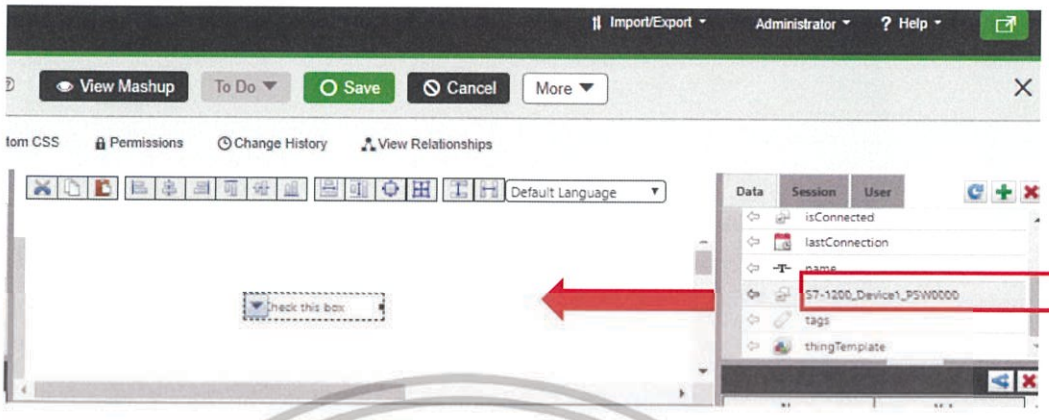
8. จากนั้น คลิกเครื่องหมาย +GetProperties



รูปที่ 3.70 การดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อมาใช้งาน

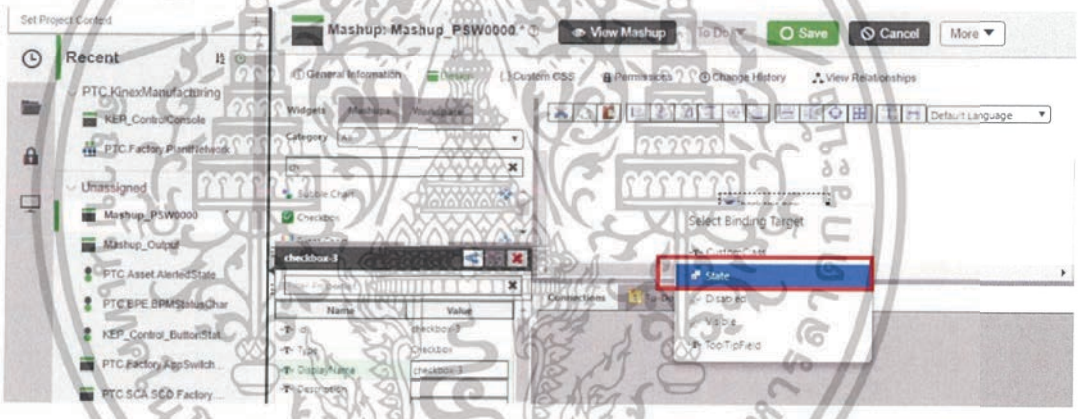
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. จากนั้นทำการลาก Data ไปยัง Checkbox



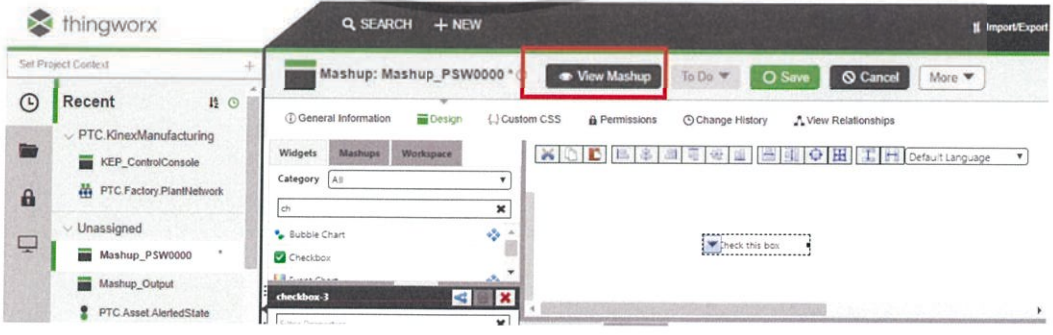
รูปที่ 3.71 การดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อมาใช้งาน

10. จากนั้นกดเลือก State



รูปที่ 3.72 การดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อมาใช้งาน

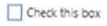
11. จะได้ตามรูปด้านล่าง จากนั้นคลิกที่ View Mashup



รูปที่ 3.73 การดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. เมื่อคลิกที่ View Mashup จะขึ้นหน้าต่างแสดงผล HMI ขึ้นมา ตามที่ออกแบบไว้ จากรูป Check Box ยังไม่แสดงเครื่องหมายติ๊กถูกเพราะยังไม่เปลี่ยนให้สวิตช์ที่ PLC ทำงาน



รูปที่ 3.74 HMI ของ Check Box ที่สร้างขึ้น

13. เมื่อทำการเมื่อเปลี่ยนให้สวิตช์ทำงานที่ PLC จะขึ้นเครื่องหมายติ๊กถูก

รูปที่ 3.75 HMI ของ Check Box ที่สร้างขึ้น

3.6 การ Configuration and Setup สำหรับ Asset Advisor

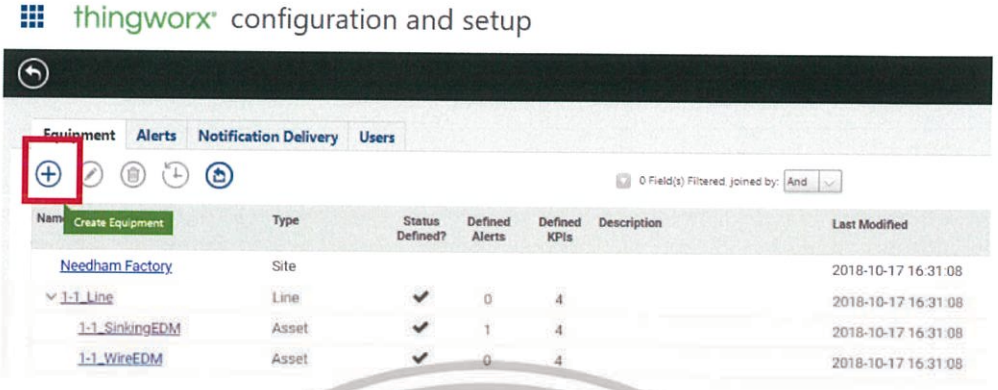
ใน ThingWorx สามารถเพิ่มอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม ในกระบวนการผลิต เพื่อเฝ้าติดตามสถานะการทำงานของเครื่องจักร และยังสามารถตั้งค่าการทำงานของเครื่องจักรได้ โดยสามารถดูผ่าน Asset Advisor โดยสามารถทำการ Configuration อุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.76 ถึง 3.88

1. เปิด Web Server ของ ThingWorx

รูปที่ 3.76 Configuration and Setup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คลิก Configuration and Setup จากนั้นคลิก+ เพื่อเพิ่มอุปกรณ์ในทีนี่จะเพิ่มตัว P0-1 Turning#1

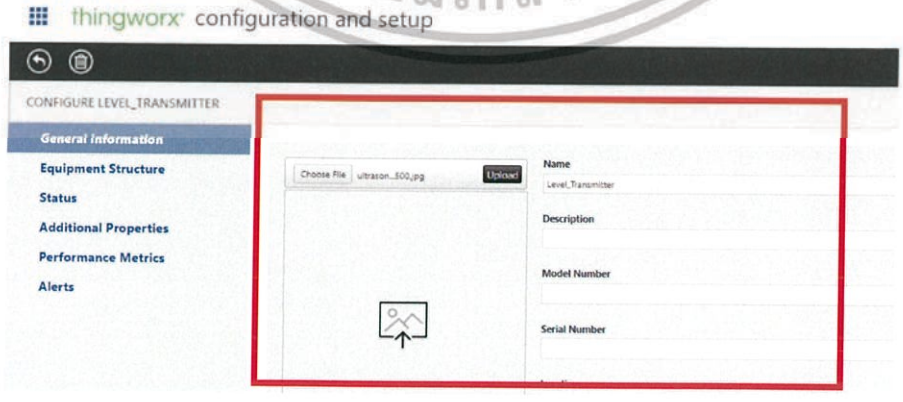


รูปที่ 3.77 การเพิ่มอุปกรณ์

3. ทำการตั้งชื่อให้กับอุปกรณ์ เลือก Type เป็น Asset จากนั้นกด OK

รูปที่ 3.78 การสร้างอุปกรณ์

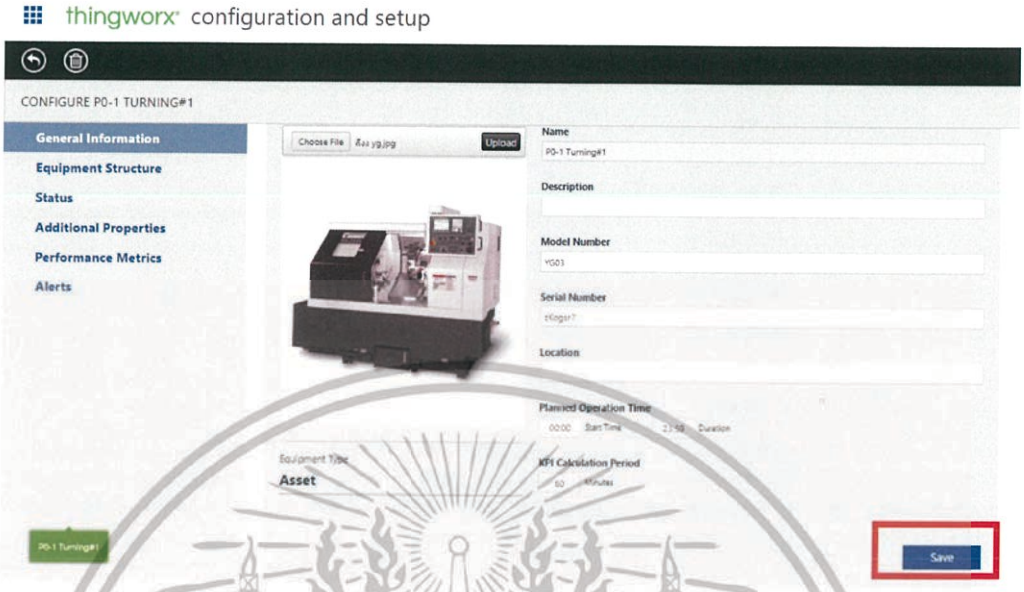
4. อัพโหลดรูปภาพของอุปกรณ์ และเขียนรายละเอียดให้กับตัวอุปกรณ์



รูปที่ 3.79 การเพิ่มรายละเอียดให้กับอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่ออัพโหลดสำเร็จ จะแสดงดังรูปที่ 3.80 จากนั้นกด Save



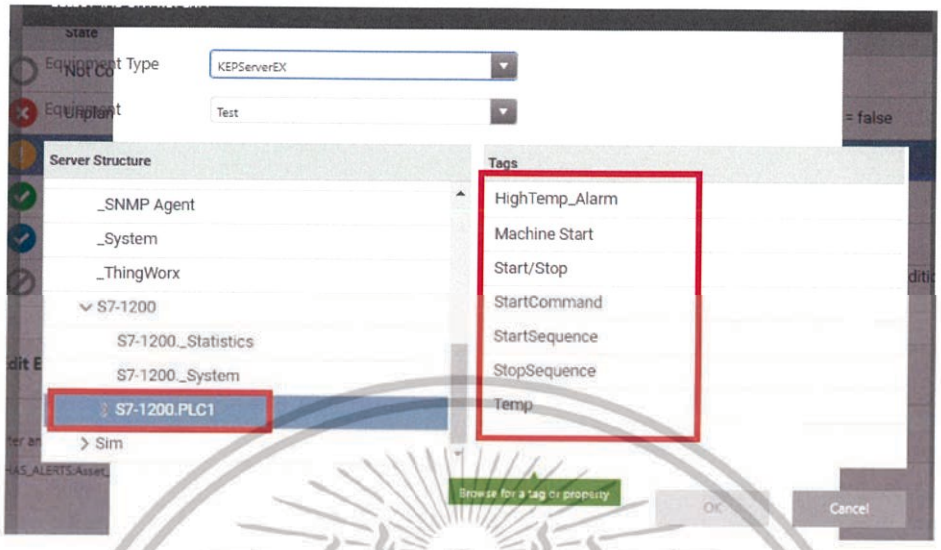
รูปที่ 3.80 การเพิ่มรายละเอียดให้กับอุปกรณ์

6. ไปที่ Status เพื่อกำหนดสถานะให้กับอุปกรณ์และเลือก Status ต่างๆ เพื่อทำการแสดงผล

รูปที่ 3.81 การตั้งค่าสถานะให้กับอุปกรณ์

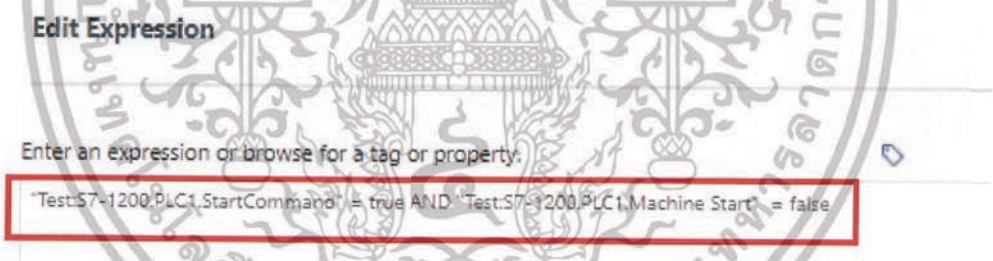
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. จากนั้นทำการเลือก Tag ที่สร้างไว้ใน KeperverEx ที่ต้องการนำมาใช้งาน



รูปที่ 3.82 ทำการเลือก Tag ของอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อ

8. Tag ที่เลือกจะแสดงด้านล่าง ทำการเขียนเงื่อนไขให้สถานะต่างๆ ดังรูปที่ 3.83 แสดงเงื่อนไขสถานะ Unplanned Downtime



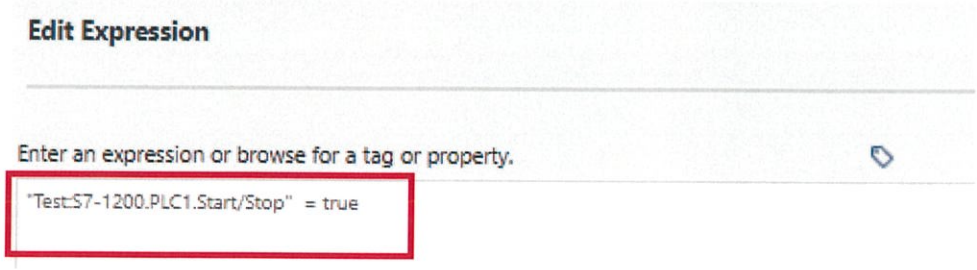
รูปที่ 3.83 เขียนเงื่อนไขสถานะ Unplanned Downtime

9. สร้างเงื่อนไขเพื่อแสดงสถานะ Warning

รูปที่ 3.84 ทำการสร้างเงื่อนไขให้สถานะ Warning

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. สร้างเงื่อนไขเพื่อแสดงสถานะ Running

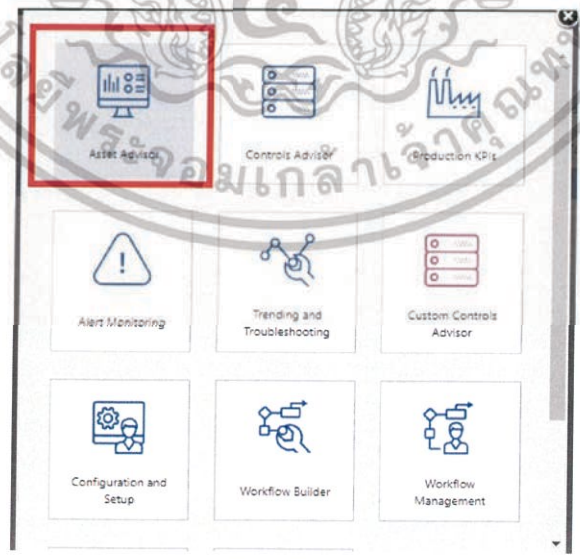


รูปที่ 3.85 ทำการสร้างเงื่อนไขให้สถานะ Running

11. สร้างเงื่อนไขเพื่อแสดงสถานะ Planned Downtime

รูปที่ 3.86 ทำการสร้างเงื่อนไขให้สถานะ Planned Downtime

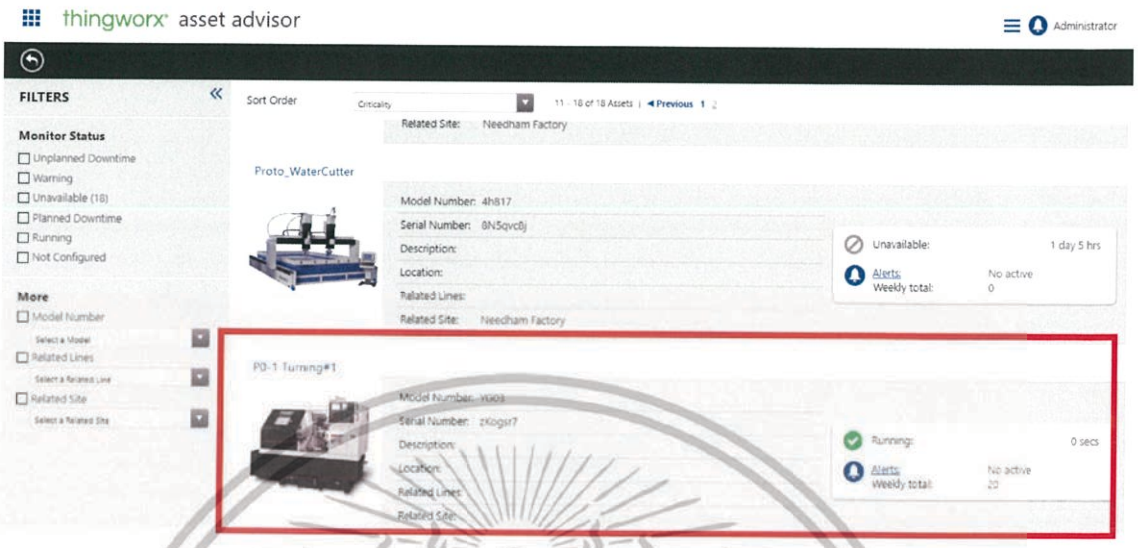
12. จากนั้นไปที่ Asset Advisor



รูปที่ 3.87 Asset Advisor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. จะพบอุปกรณ์และข้อมูลที่เก็บไว้

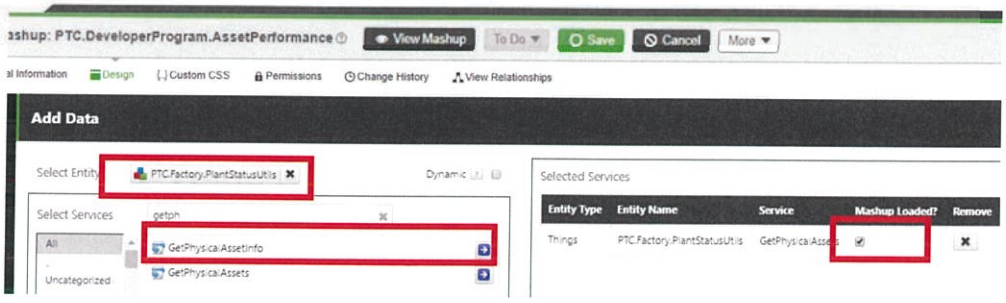


รูปที่ 3.88 แสดงอุปกรณ์ที่ได้ทำการเพิ่ม

3.7 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษา

ในการทำกรณีศึกษา สามารถทำตามขั้นตอนดังรูปที่ 3.89 ถึง 3.105 โดยนำข้อมูลจาก PLC แล้วทำการ Configuration ตามหัวข้อ 3.1-3.4 และทำการออกแบบและสร้าง HMI ตามหัวข้อ 3.5 และเลือก Layout Options เป็น Responsive เมื่อทำการสร้างหน้า HMI ตามที่ต้องการแล้วเป็นขั้นตอนการนำค่า Tag ที่ทำการสร้างจาก KepserverEx เข้ามาเพื่อใช้งานใน ThingWorx จะต้องมีการ Binding ข้อมูล เพื่อทำการผูกข้อมูลที่ต้องการไปยัง Widget ตามประเภทที่ต้องการ เพื่อให้แสดงผลออกมาตามคำสั่งที่สร้างไว้

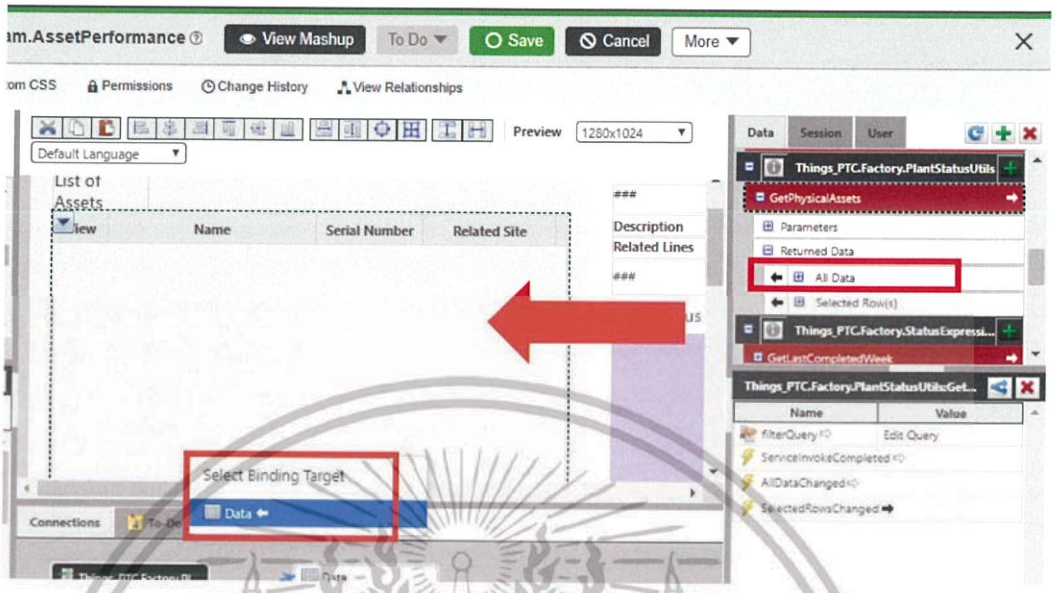
1. ทำการออกแบบ HMI ใน ThingWorx Composer และเลือก Widget ที่ต้องการใช้งาน ในที่นี้เป็น Widget ประเภท Grid จากนั้นทำการกด+ เพื่อ Add Data ดังรูปที่ 3.89 ทำการ Search ข้อมูลตามด้านล่าง และติ๊ก Mashup Loaded?



รูปที่ 3.89 การ Add Data ของ Grid

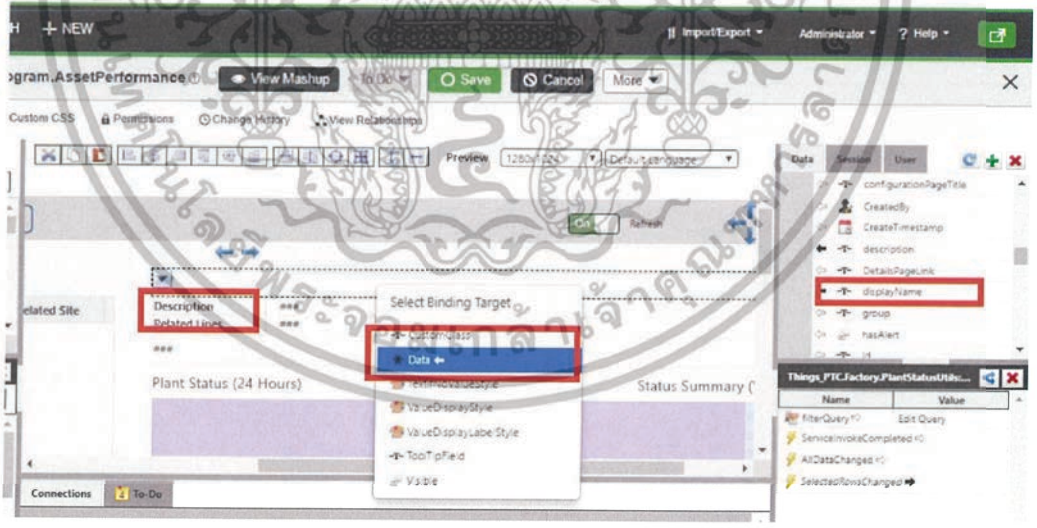
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการลาก All Data ของ GetPhysicalAssets ไปที่ตัว Grid แล้วเลือก All Data



รูปที่ 3.90 การ Binding ข้อมูลของ Grid

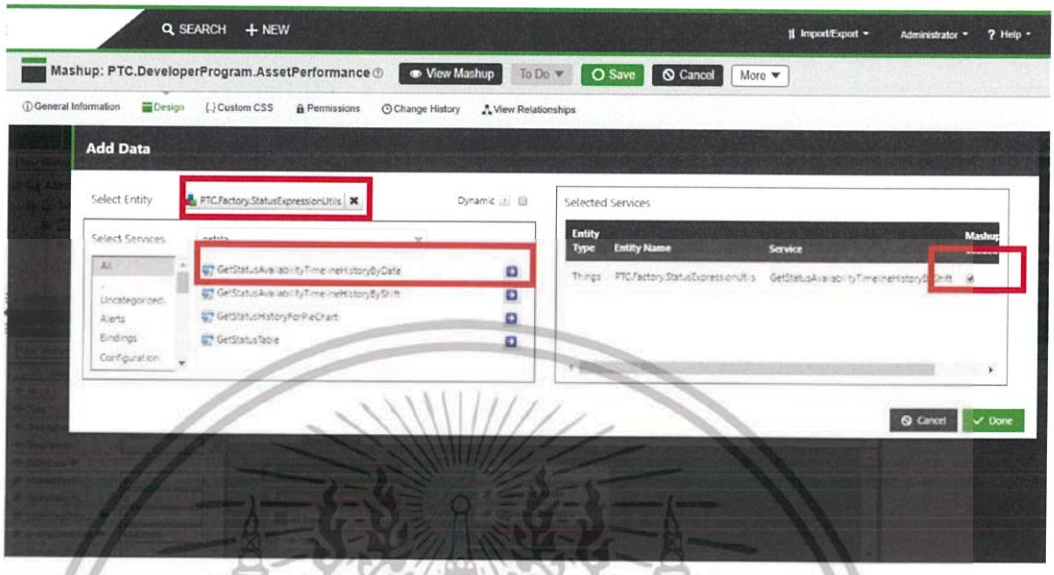
3. ถัดไปเป็น Widget ประเภท ValueDisplay ทำการลาก Displayname ของ GetPhysicalAssets ไปยัง Description และ Related Line แล้วเลือกข้อมูลที่ต้องการแสดงเป็น Data



รูปที่ 3.91 การ Binding ข้อมูลของ ValueDisplay

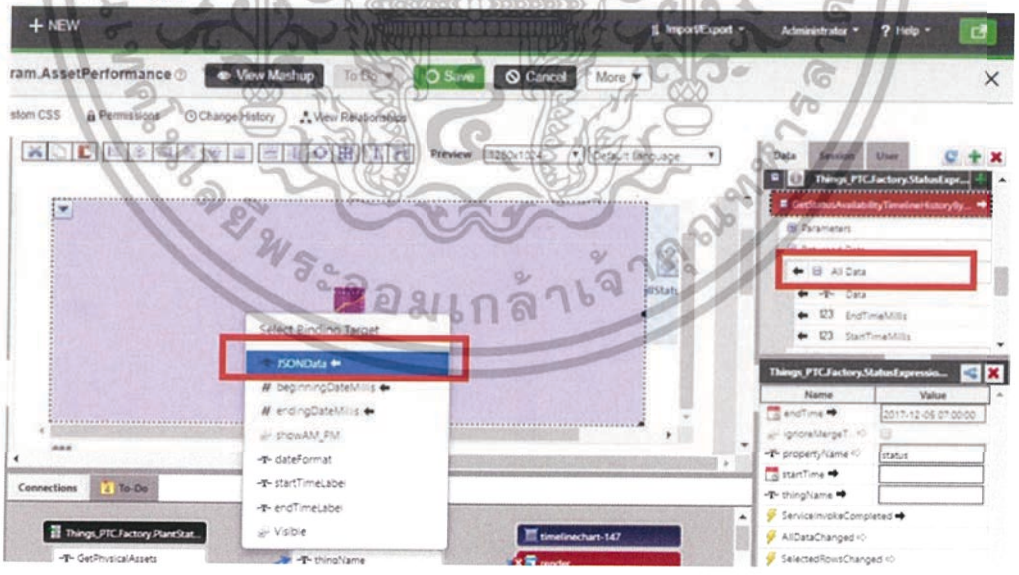
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ถัดไปเป็น Widget ประเภท Timeline Chart ทำการ Add Data และ Search ข้อมูลตามด้านล่าง จากนั้นติ๊ก Mashup Loaded?



รูปที่ 3.92 การ Add Data ของ Timeline Chart

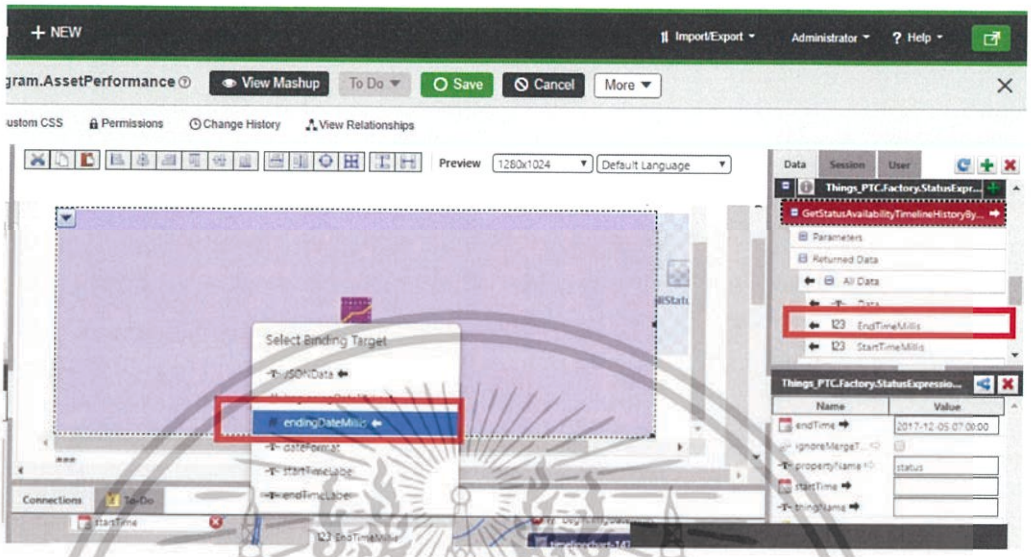
5. ทำการลาก Data ของ GetStatusAvailabilityTimelineHistoryByshift ไปยัง Timeline Chart แล้วเลือกข้อมูลที่ต้องการแสดงเป็น JSONdata



รูปที่ 3.93 การ Binding ข้อมูลของ Timeline Chart

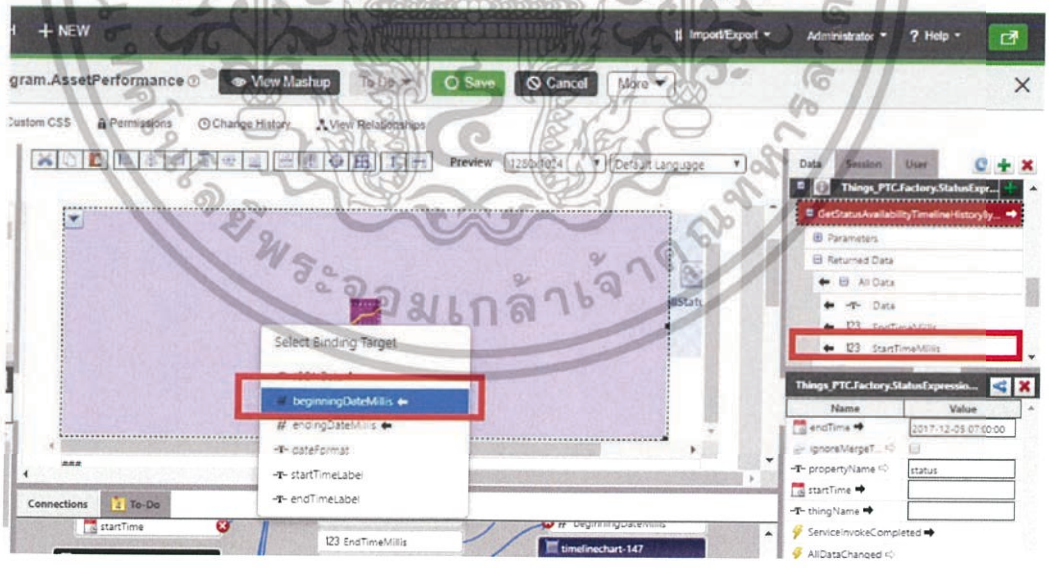
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการลาก EndTimemillis ของ GetStatusAvailabilityTimelineHistoryByshift ไปยัง Timeline Chart แล้วเลือกข้อมูลที่ต้องการแสดงเป็น EndindDateMillis



รูปที่ 3.94 การ Binding ข้อมูลของ Timeline Chart

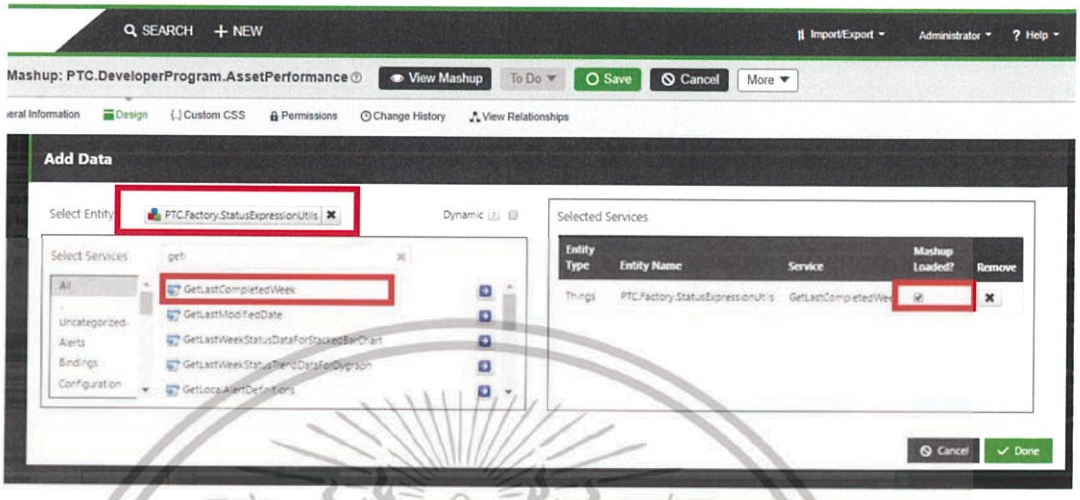
7. ทำการลาก StartTimemillis ของ GetStatusAvailabilityTimelineHistoryByshift ไปยัง Timeline Chart แล้วเลือกข้อมูลที่ต้องการแสดงเป็น BeginningDateMillis



รูปที่ 3.95 การ Binding ข้อมูลของ Timeline Chart

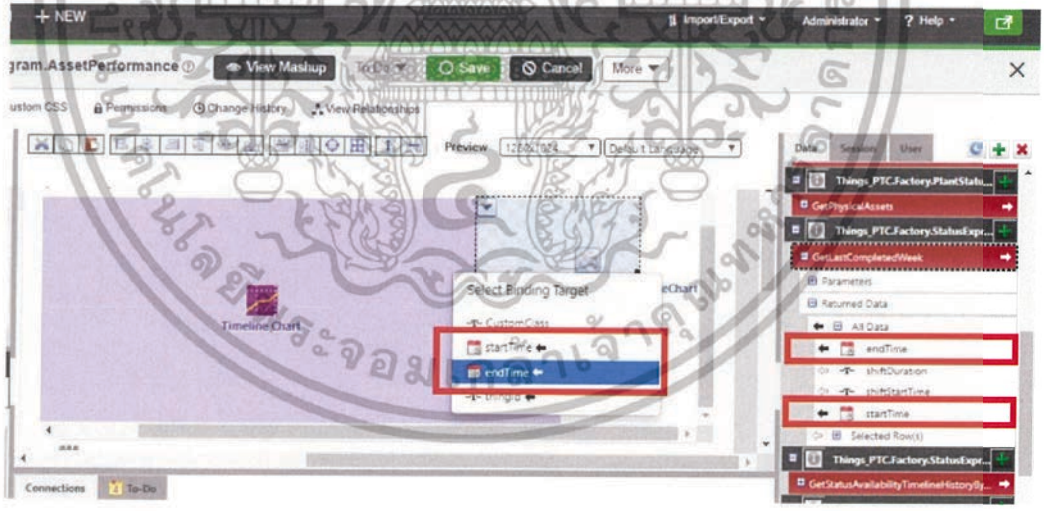
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ถัดไปเป็น Widget ประเภท Contained Mashup ทำการ Add data และ Search ข้อมูลตามด้านล่าง จากนั้นติ๊ก Mashup Loaded?



รูปที่ 3.96 การ Add Data ของ Contained Mashup

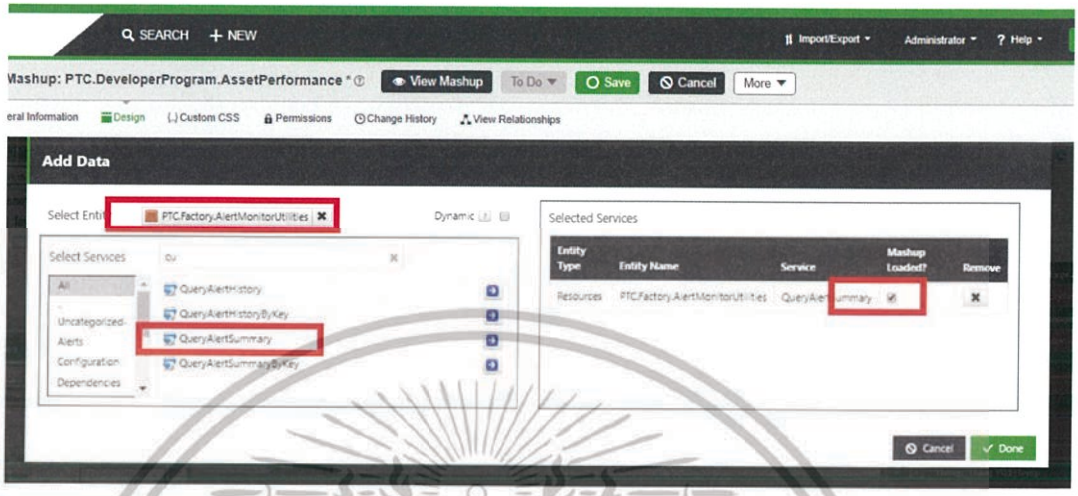
9. ทำการลาก StartTime และ Endtime ของ GetLastCompleteWeek ไปยัง Contained Mashup แล้วเลือกข้อมูลที่ต้องการแสดงเป็น StartTime และ Endtime ตามลำดับ



รูปที่ 3.97 การ Binding ข้อมูลของ Contained Mashup

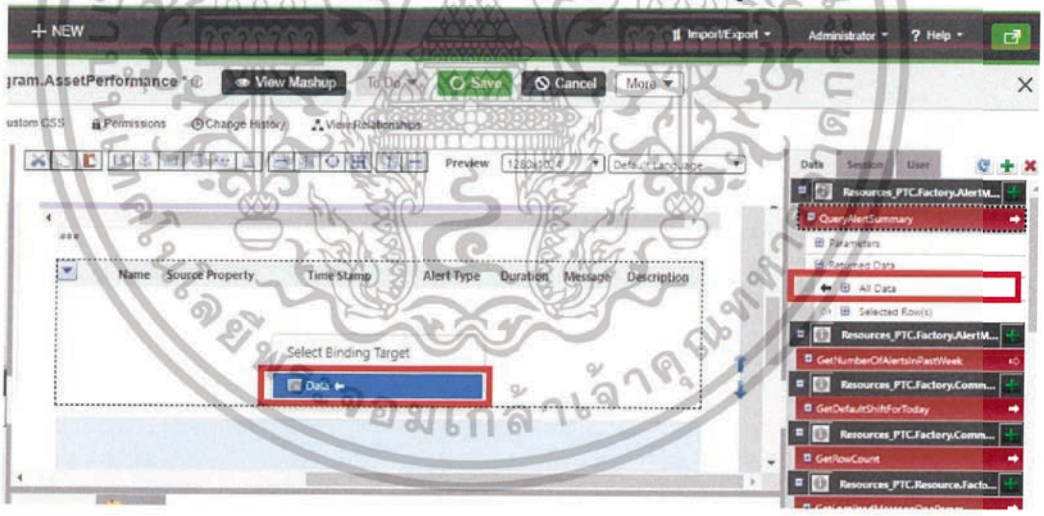
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ถัดไปเป็น Widget ประเภท Grid ทำการ Add Data และ Search ข้อมูลตามด้านล่าง จากนั้นติ๊ก Mashup Loaded?



รูปที่ 3.98 การ Add Data ของGrid

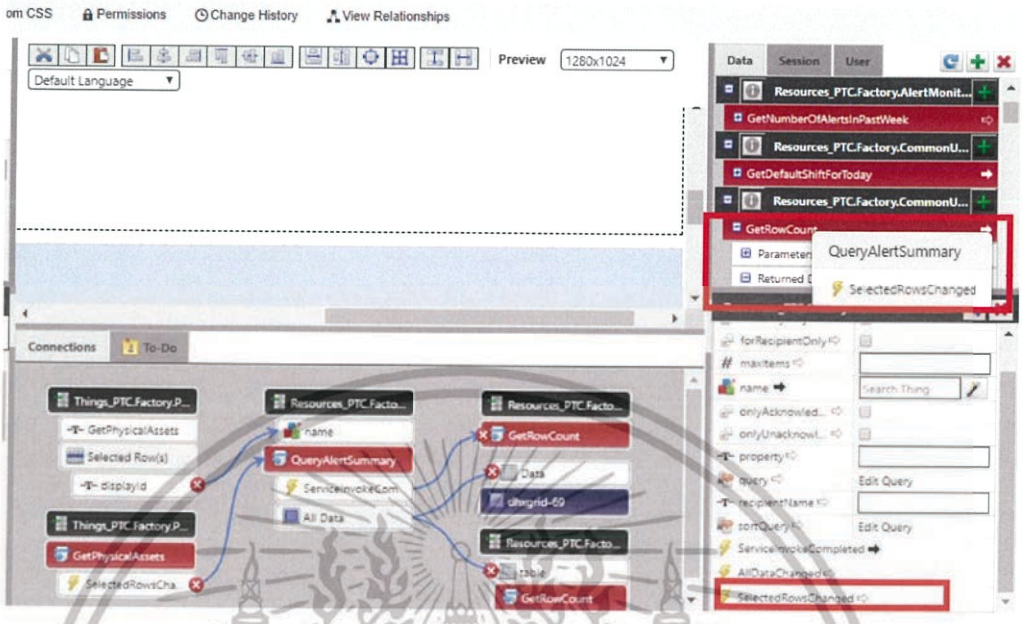
11. เลือก All Data ของ QueryAlertSummary ไปยัง Grid เลือกข้อมูลเป็น Data



รูปที่ 3.99 การ Binding ข้อมูลของ Grid

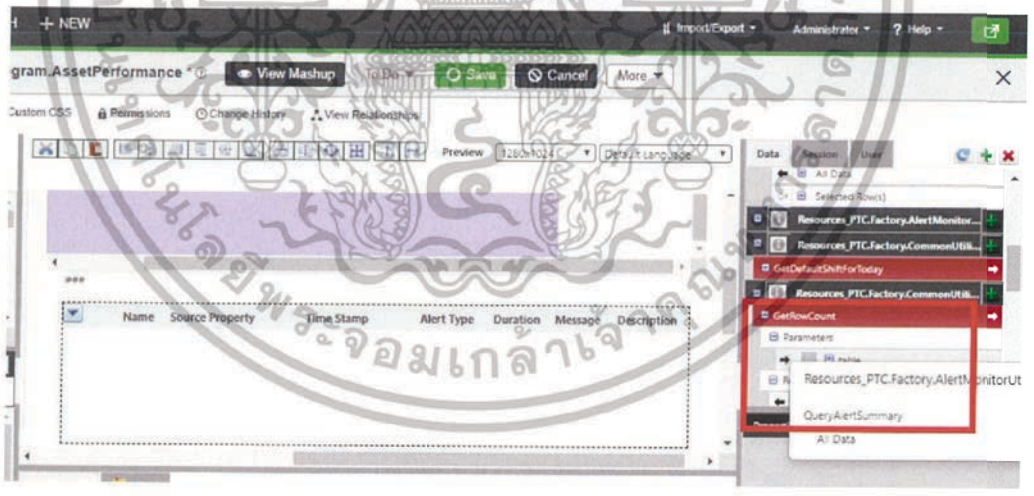
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ลาก SelectedRowschanged ไปยัง QueryAlertSummary



รูปที่ 3.100 การ Binding ข้อมูลของ Grid

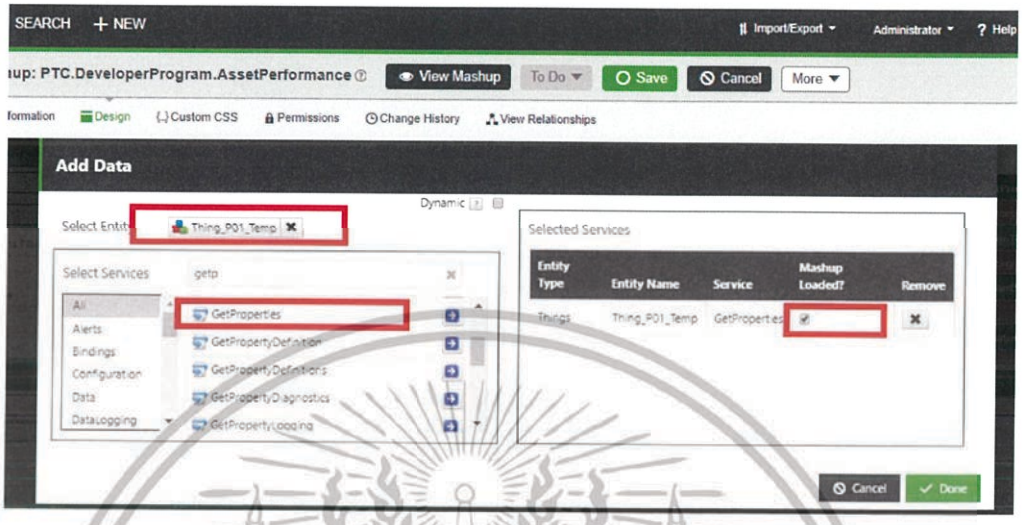
13. ทำการลาก All Data ของ QueryAlertSummary ไปยัง GetRowsCount



รูปที่ 3.101 การ Binding ข้อมูลของ Grid

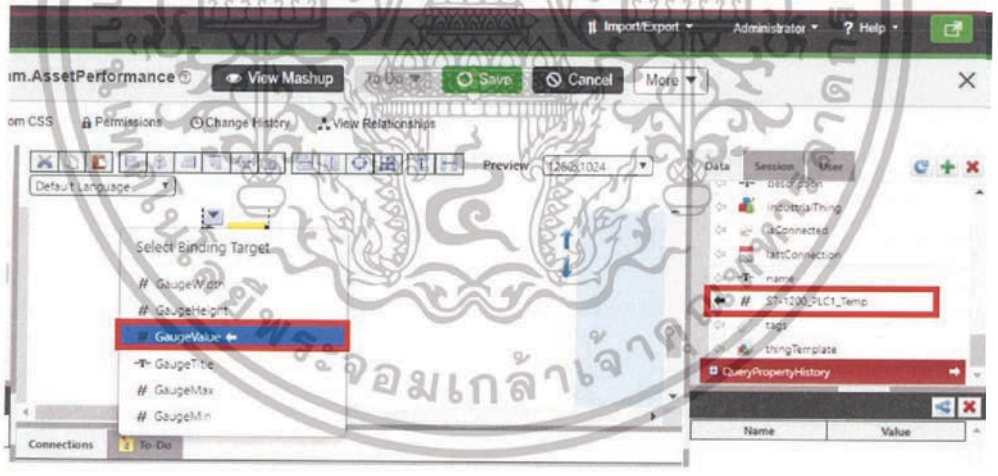
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. ถัดไปเป็น Widget ประเภท Gauge ทำการ Add Data และ Search ข้อมูลตามด้านล่าง จากนั้นติ๊ก Mashup Loaded?



รูปที่ 3.102 การ Add Data ของ Gauge

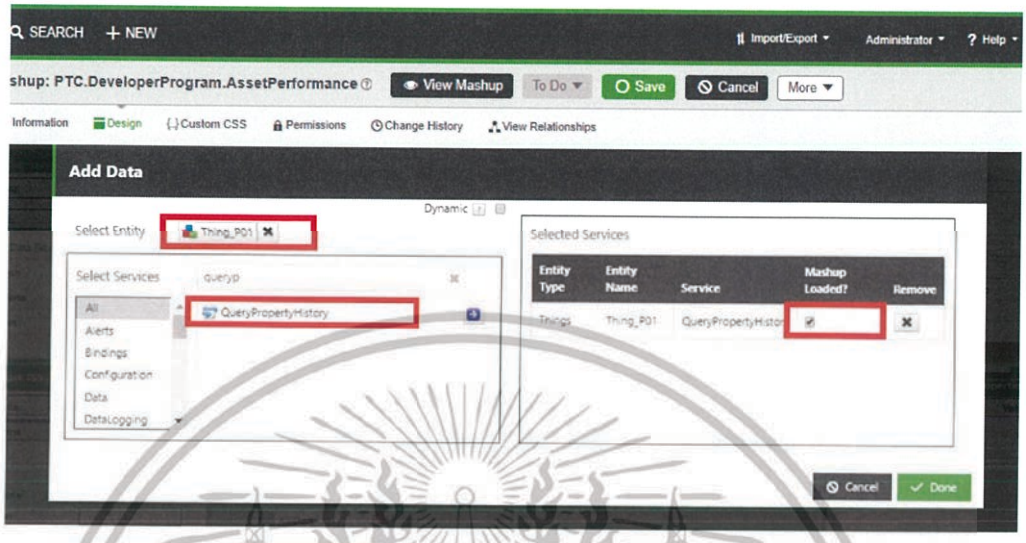
15. ทำการลาก #S7-1200_PLC1_Temp ไปยัง Gauge เลือกข้อมูลเป็น GaugeValue



รูปที่ 3.103 การ Binding ข้อมูลของ Gauge

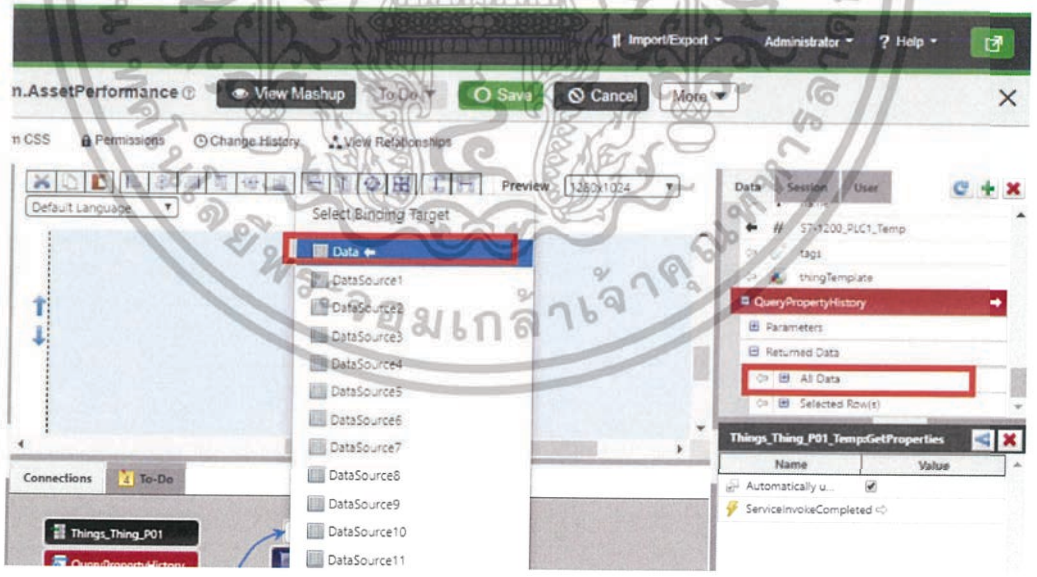
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. ถัดไปเป็น Widget ประเภท TimelineSeriesChart ทำการ Add Data และ Search ข้อมูลตามด้านล่าง จากนั้นติ๊ก Mashup Loaded?



รูปที่ 3.104 การ Add Data ของ TimelineSeriesChart

17. ทำการลาก All Data ของ QueryPropertyHistory ไปยัง TiimelineSeriesChart แล้วเลือกข้อมูลเป็นประเภท Data



รูปที่ 3.105 การ Binding ข้อมูลของ TimelineSeriesChart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

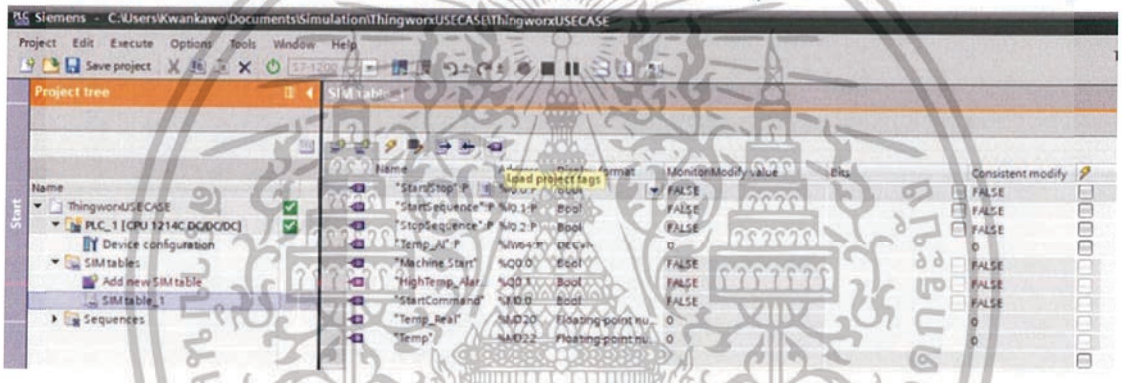
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 วิธีการทดลอง

4.1.1 การทดลองการเชื่อมต่อระหว่าง PLCSIM กับ KepseverEX

เมื่อทำการเชื่อมต่อ PLCSIM และ KepserverEx ในส่วนของ KepserverEx ที่ได้ทำการสร้าง Tag ไว้จะขึ้น Quality Good ดังรูปที่ 4.2 เมื่อทำการเชื่อมต่อได้สำเร็จ และจะสามารถควบคุมการทำงานของ PLCSIM ผ่าน SIM Table_1 ดังรูปที่ 4.1 จากนั้นทำการ Modify Value ของ Temp_AI, Start/Stop, StartSequence และ StopSequence จากนั้นสังเกตุการเปลี่ยนแปลงค่าของ Tag ที่สร้าง



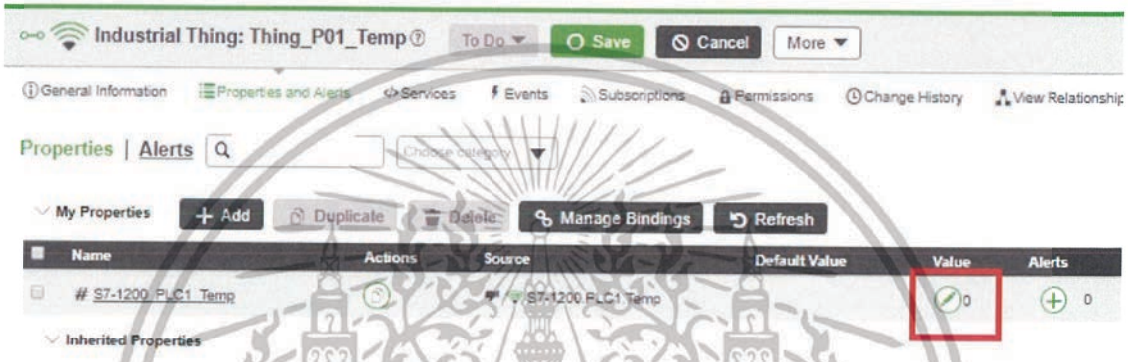
รูปที่ 4.1 SIM Table_1

รูปที่ 4.2 Tag ที่ได้ทำการสร้างไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การทดลองการเชื่อมต่อระหว่าง KepseverEX กับ ThingWorx

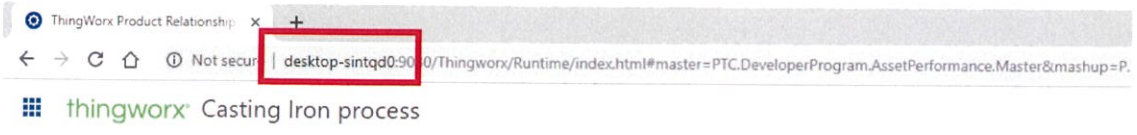
หลังจากที่ทำการเชื่อมต่อระหว่าง PLC และ KepserverEx ได้สำเร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการนำข้อมูลจาก PLC เชื่อมต่อไปยัง ThingWorx โดยผ่าน KepserverEx ที่ทำหน้าที่เสมือนเป็น OPC Server ที่สื่อสารระหว่างอุปกรณ์โดยเมื่อเชื่อมต่อระหว่าง KepservreEx และ ThingWorx สำเร็จ จากนั้นทำการ Modify Value ของ Temp_AI สังเกตุการเปลี่ยนแปลงค่าของ Tag ใน ThingWorx ที่ดึงมาจาก KepseverEx ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การตรวจสอบ Value เมื่อให้สวิตช์หยุดการทำงาน

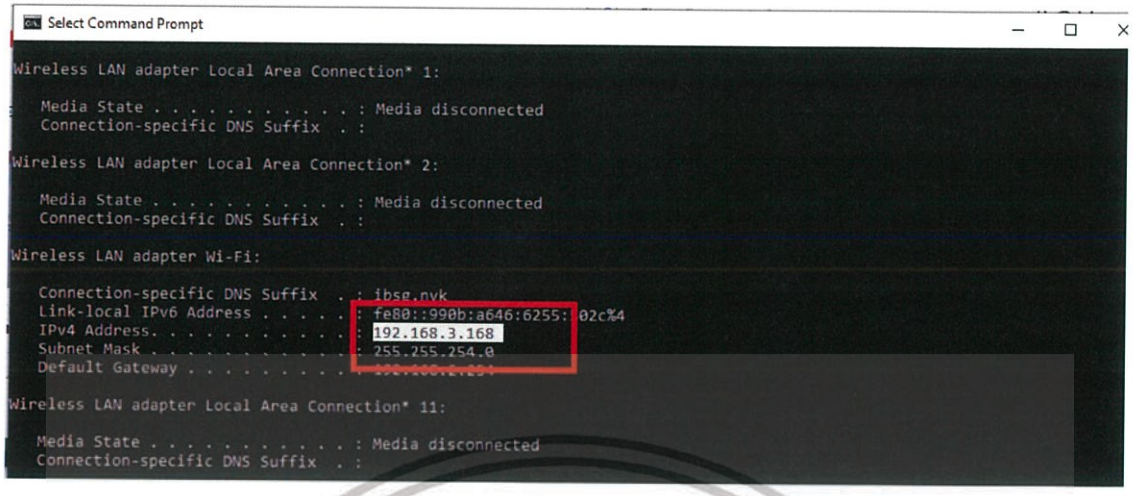
4.1.3 การทดลองการแสดงผลข้อมูลในหน้า HMI ผ่านเครื่องลูกข่าย

หลังจากที่ทำการออกแบบ HMI เพื่อนำไปใช้งานแล้ว หากต้องการให้หน้า HMI ที่ได้สร้างไว้ สามารถแสดงผล Real-time ผ่านอุปกรณ์อื่นๆ นั้น สามารถทำได้แบบ Localhost Server โดยที่จะต้องนำ Link Local หรือ IP Address ของแม่ข่าย ซึ่งได้มาจาก ipconfig ดังรูปที่ 4.5 นำไปใส่ใน URL ของหน้า HMI ที่ได้ทำการสร้างไว้ ดังรูปที่ 4.4 แล้วตามด้วยพอร์ท จะได้ดังรูปที่ 4.6 จากนั้นสังเกตุว่าสามารถเชื่อมต่อได้หรือไม่ โดยจะต้องออนไลน์บนวง LAN เดียวกันหรือมีการจำกัดสถานที่ แต่ถ้าหากต้องการให้ HMI สามารถออนไลน์แบบระยะไกล ไม่มีขีดจำกัดเรื่องสถานที่ผู้ใช้งานสามารถทำการใช้ Cloud Server มาเป็นตัวช่วย ในการเก็บข้อมูลออนไลน์ได้



รูปที่ 4.4 URL หน้า HMI ของแม่ข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 IP Address ของแม่ข่าย

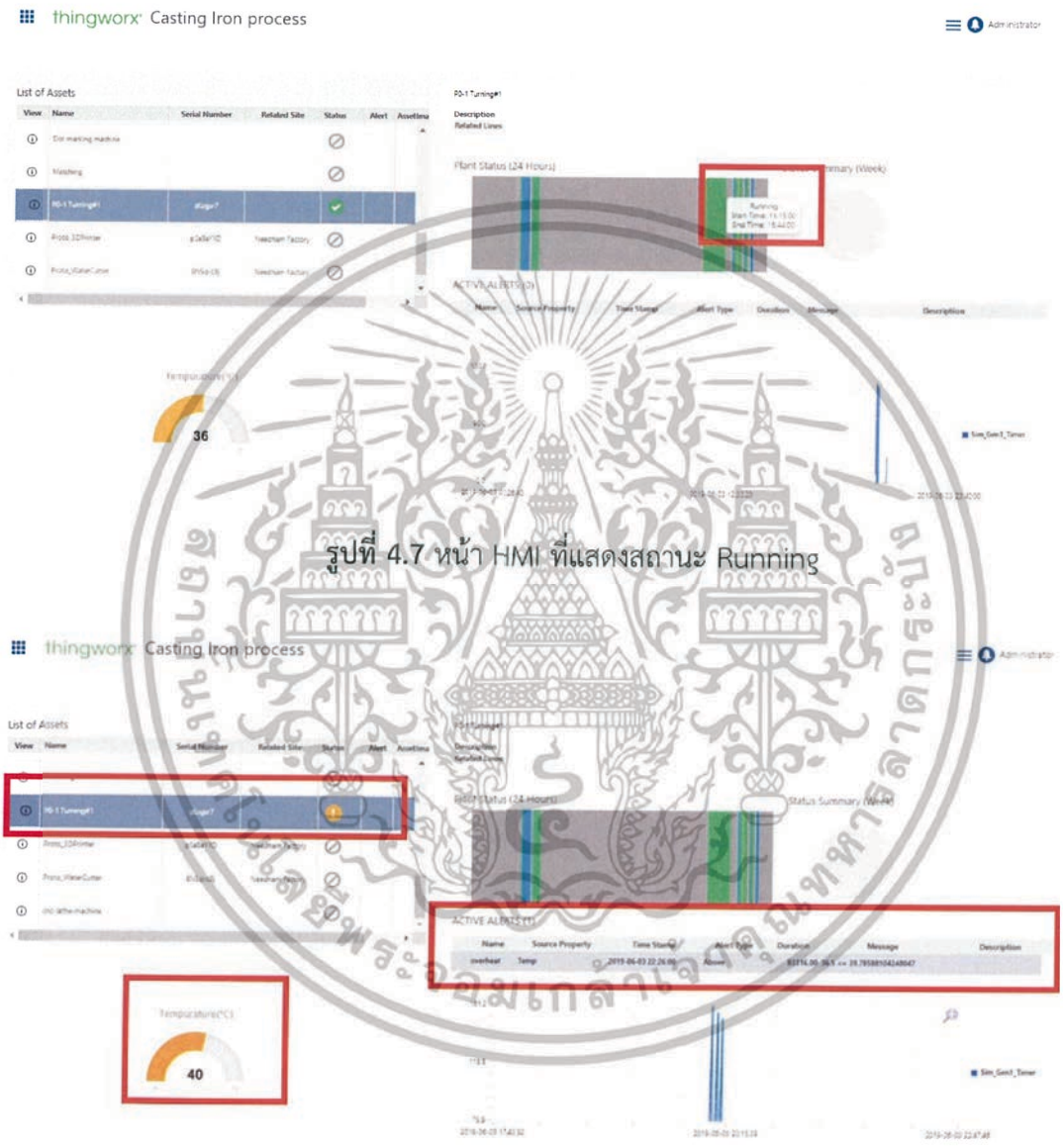
รูปที่ 4.6 URL ที่ลูกข่ายสามารถนำไปใช้งานต่อได้

4.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองที่ 4.1.1 เป็นการตรวจสอบสถานะกระบวนการผลิตแบบ Mornitoring โดยจะดึงข้อมูล Simulator จาก PLC ที่ทำการเชื่อมกับโปรแกรม KepserverEx มาแสดงผลสถานะการทำงานแบบ Real-time ให้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยส่วนแรกจะแสดงการทำงานตรวจสอบสถานะของเครื่องจักร โดยทำการควบคุมผ่านทาง PLCSim เมื่อทำการ Start Sequence หรือเริ่มการทำงานของเครื่องจักรและไลน์การผลิตที่ได้ทำการสร้างไว้ใน ดังรูปที่ 4.1 จะส่งผลให้ตัว Timer เริ่มทำงาน จนกระทั่งหยุดการทำงานของ PLC จะแสดงระยะเวลาการทำงาน ดังรูปที่ 4.7 และจะเก็บข้อมูลระยะเวลาการทำงานของเครื่องจักรไว้ย้อนหลังเป็นรายสัปดาห์ โดยสถานะการทำงานของเครื่องจักรจะสัมพันธ์กับเงื่อนไขที่ได้สร้างไว้ ตามหัวข้อที่ 3.6 พร้อมทั้งบอก Cycle Time ของเครื่องจักรที่ผลิตสินค้าออกมาแต่ละชิ้น ว่าค่าเฉลี่ยเป็นอย่างไรแตกต่างไปจาก Cycle Time ของเครื่องจักรมากน้อยเพียงใด ซึ่งเวลาดีเลย์อาจจะเกิดจากพนักงานบกพร่องต่อหน้าที่ หรือสาเหตุอื่นๆ ซึ่งจะช่วยให้หาจุดแก้ไขเพื่อที่จะได้ผลิตชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนที่สองจะแสดงอุณหภูมิของเครื่องจักร ณ เวลาปัจจุบัน ถ้าหากสถานะการทำงานเป็น Warning ซึ่งเกิดจากภาวะ Overheat หรืออุณหภูมิมีค่าสูงเกินกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มต้นคือ 37 องศาเซลเซียส หน้า HMI ก็จะแสดง Active Alert และบอกรายละเอียดของสถานะว่าเกิดจากอะไร เวลาเมื่อไหร่ พร้อมทั้งแสดงอุณหภูมิ เพื่อที่จะได้ซ่อมบำรุงได้ทัน ไม่ต้องเสียเวลาในการหยุดกระบวนการผลิต



รูปที่ 4.7 หน้า HMI ที่แสดงสถานะ Running

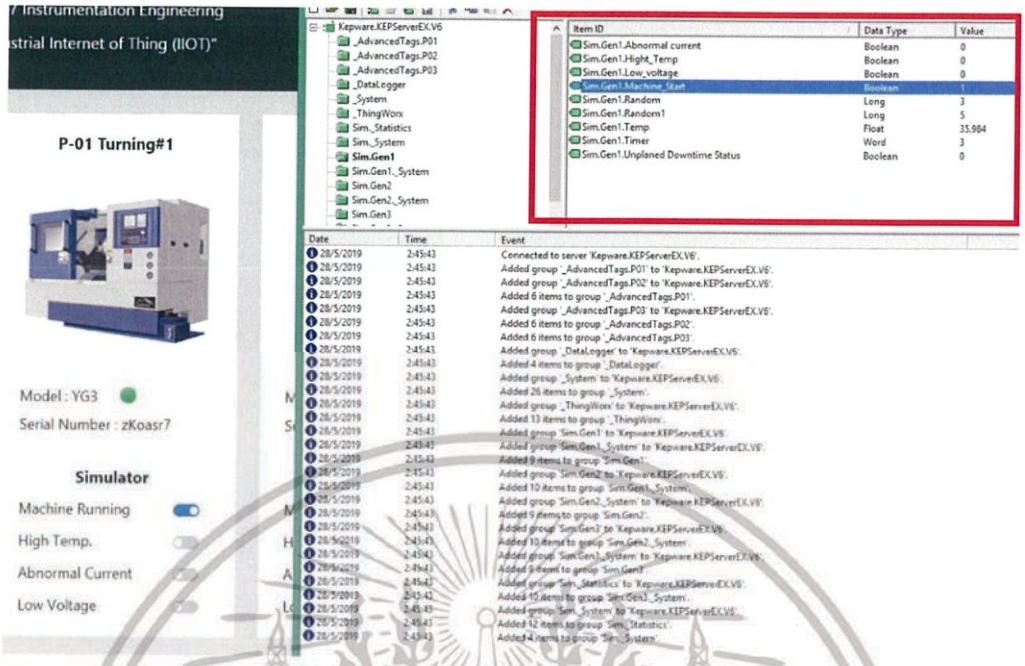
รูปที่ 4.8 หน้า HMI ที่แสดงสถานะ Warning

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

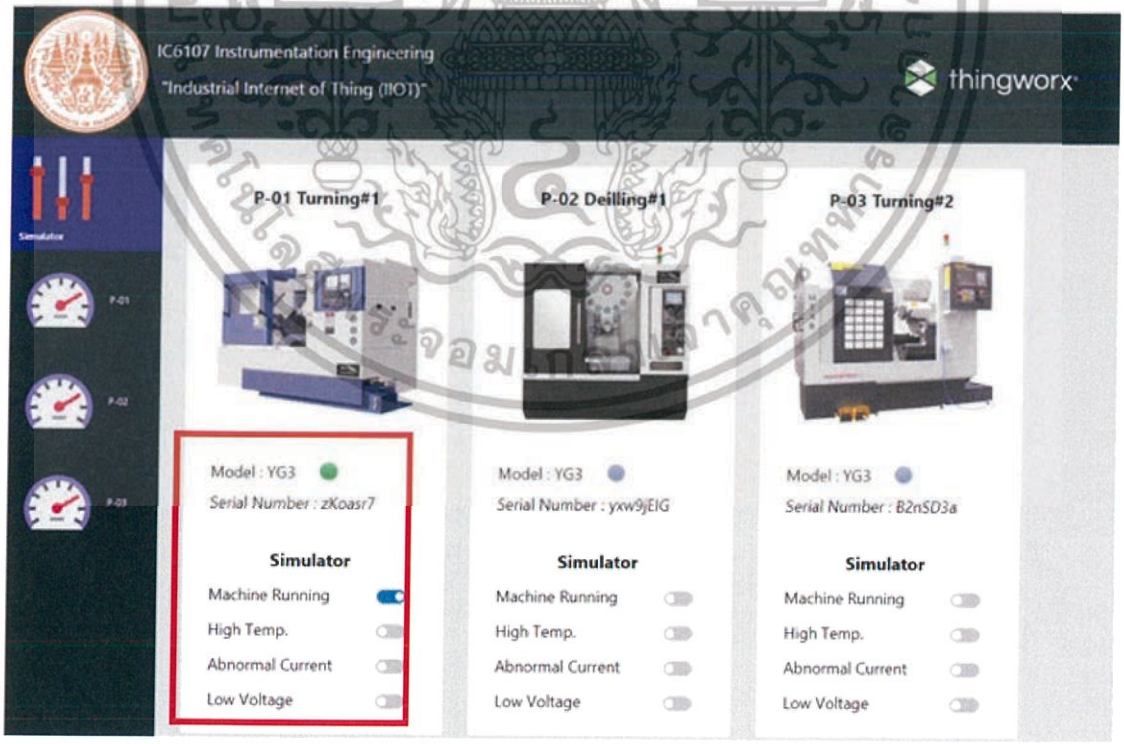
รูปที่ 4.9 หน้า HMI ที่แสดงสถานะ Unplanned Downtime

นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบหน้า HMI ได้หลากหลายตามที่ต้องการ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน ดังรูปที่ 4.10 ถึง 4.13 หน้า HMI นี้จะแสดงรายละเอียดเฉพาะของเครื่องจักรนั้นๆ แบบ Real-time โดยส่วนแรกจะสามารถควบคุมสถานะการทำงานผ่านทางหน้า HMI หรือทาง KepserverEx ได้ทั้งสองแบบ ดังรูปที่ 4.10 เมื่อทำการ On/Off ใน KepserverEx จะส่งผลให้สถานะของเครื่องจักรเปลี่ยนแปลง โดยสถานะจะถูกกำหนดจาก KepserverEx และถ้าเกิดสถานะผิดปกติกับเครื่องจักร เช่นอุณหภูมิสูง เกิดการลัดวงจรของไฟฟ้า หรือ แรงดันต่ำ จะแสดงสถานะแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.13 ส่วนที่สอง จะแสดงรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องจักร และเวลาในการทำงานทั้งหมด ดังรูปที่ 4.2 และ 4.3 สถานะการทำงาน ค่า OEE หรือค่าประสิทธิภาพของเครื่องจักร แสดงเป็นกราฟในการทำงานของเครื่องจักรเพื่อดูข้อมูลย้อนหลัง รวมถึงกราฟสถานะของเครื่องจักรในกรณีต่างๆ เช่น สถานะ Unplanned Downtime เพื่อนำไปวางแผนพัฒนาปรับปรุงระบบให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



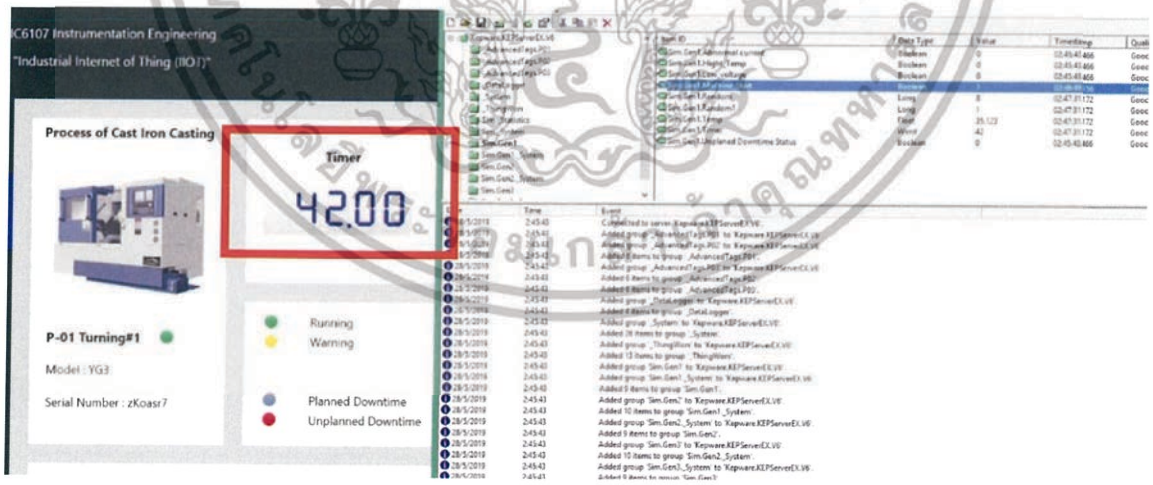
รูปที่ 4.10 Status จะมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าใน KepserverEx



รูปที่ 4.11 หน้า HMI แสดงรายละเอียดเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 รายละเอียดต่างๆ ของเครื่องจักร



รูปที่ 4.13 เมื่อ กด Start ตัว Timer หน้า HMI จะเริ่มทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลปริญญานิพนธ์

จากการศึกษาแพลตฟอร์ม ThingWorx นั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรมได้จริง โดยสามารถประยุกต์การใช้งานต่างๆ การออกแบบหน้า HMI ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานได้ โดย ThingWorx นั้น เป็นแพลตฟอร์มที่สามารถใช้งานได้หลากหลายในด้านอุตสาหกรรม และด้านอื่นๆโดย กรณีศึกษาที่จัดทำขึ้นโดยหลักๆเป็นการแสดงสถานะ และข้อมูลจากเครื่องจักร ตามที่ได้ทำการเขียน Main Block ในการควบคุมไว้ โดยข้อมูลดังกล่าวนี้สามารถนำไปวิเคราะห์ข้อมูลส่วนอื่นๆได้ เช่น การแสดงผลแบบ Real-time การซ่อมบำรุงเครื่องจักร การคาดเดาข้อมูลในอนาคต การเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ในการผลิต รวมถึงประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักร ตลอดจนการควบคุมกระบวนการผลิต โดยอาจไม่ได้อยู่ในที่เดียวกันกับเครื่องจักร แต่สามารถควบคุมสั่งการได้โดยไม่มีขีดจำกัดเรื่องสถานที่ นอกจากนี้สามารถนำไปใช้งานร่วมกับ Cloud Server เพื่อจัดเก็บข้อมูลและติดตามจากระยะไกล

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1. จากการทำโครงงานนี้ใช้เวลาในการศึกษารายละเอียดของโปรแกรมและออกแบบหน้า HMI ที่มากเกินไป ทำให้การดำเนินงานช้า ถ้าเวลาในการการศึกษารายละเอียดของโปรแกรมและออกแบบหน้า HMI นั้นสั้นกว่านี้ การดำเนินงานอาจจะเร็วกว่านี้

2. เอกสารคู่มือการใช้งานหาได้ยาก และไม่ละเอียดพอ จึงทำให้เสียเวลาและจำเป็นต้องค้นหาในอินเตอร์เน็ตและส่ง E-mail สอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ

3. ในการทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมงาน จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผน และพูดคุยในการแบ่งงานให้เหมาะสมในแต่ละบุคคล

4. เนื่องจาก ThingWorx เป็นแพลตฟอร์มที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน จึงต้องเรียนรู้และศึกษาข้อมูลเป็นเวลานานกว่าจะเกิดความคุ้นเคย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางในการพัฒนา

- สามารถนำโครงงานนี้ไปประยุกต์ใช้งานทางด้านอุตสาหกรรม
- สามารถนำไปประยุกต์การใช้งานในหลายๆด้าน ให้หลากหลายขึ้น เช่นการเกษตร การคมนาคม
- สามารถนำไปพัฒนาในด้านการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้หลากหลายขึ้น เช่น การเชื่อมต่อไร้สายผ่าน IoT Gateway

5.4 ประสบการณ์ที่ได้รับ

หลังจากที่ได้ทำโครงงานนี้สิ่งที่ได้รับ คือ การนำไอโอทีมาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมเพื่อทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายในระบบเครือข่ายที่รองรับอินเตอร์เน็ต เพื่อดึงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ มาใช้งานเพื่อความสะดวก รวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่าย นอกจากนี้ทำให้เรียนรู้วิธีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในอุตสาหกรรม รวมไปถึงได้รู้จักการวางแผนการทำงาน การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมไปถึงการได้แบ่งปันความรู้ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันระหว่างเพื่อนที่ต่างโครงงาน ซึ่งสามารถนำประสบการณ์ต่างๆ เหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เพื่อที่จะได้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและพัฒนาตนเองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Metrosystems, “THINGWORX คืออะไร?”, 2560 [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://metrosystems-des.com/thingworx/ , สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2561

[2] DevBun, “ Internet Of Things (IoT) คืออะไร “, 2560 [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://blog.sogoodweb.com/Article/Detail/59554 , สืบค้นเมื่อ 29 สิงหาคม 2561

[3] ถิรพิรุฬห์ ทองคำวิฑูรย, “เทคโนโลยี IoTและข้อเสนอแนะในการบริหารคลื่นความถี่ในประเทศไทย”, 2560 [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://www.tci-thaijo.org/index.php/NBTC_Journal/article , สืบค้นเมื่อ 19 เมษายน 2562

[4] NEPTIE, “NETPIE: Internet of Things”, 2559. [ระบบออนไลน์] แหล่งทีมา : https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/netpie.html , สืบค้น เมื่อ 19 เมษายน 2562

[5] รุ่งธรรม บัวแตง, “ข้อบกพร่อง Internet of Things”, 2559 [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.dstd.mi.th/board/index.php?topic=2070.0 , สืบค้นเมื่อ 19 เมษายน 2562

[6] มหศักดิ์ เกตุฉำ, “Internet of Thing”, 2561 [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://203.155.220.230/mainfo/data_DDS/document/internet-of-things.pdf , สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม 2562

[7] ศศิวิภา หาสุข, “OLE for Process Control (OPC)”, 2560 [ระบบออนไลน์] แหล่งทีมา : http://automationreview.blogspot.com/2013/10/ole-for-process-control , สืบค้นเมื่อ 12 มีนาคม 2562

[8] ณิชา จิ๋วสุข, “โปรโตคอล (Protocol) ”, 2560 [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://sites.google.com/site/nicha410no35/baeb-thdsxb , สืบค้นเมื่อ 28 มีนาคม 2562

[9] กุลชาติ มีทรัพย์หลาก, “คุณสมบัติของ HMI และการใช้งานจอTouch Screen”, 2560 [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.siam-automation.com/article/9/คุณสมบัติของ-hmi-และการใช้งานจอtouch-screen , สืบค้นเมื่อ 28 มีนาคม 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] ฉัตรชัย ริบรวมทรัพย์, “ความรู้พื้นฐานเรื่อง PLC”, 2560 [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.advanceelectronic.com/blog/detail/113/th/PLC.html , สืบค้นเมื่อ 12 มีนาคม 2562

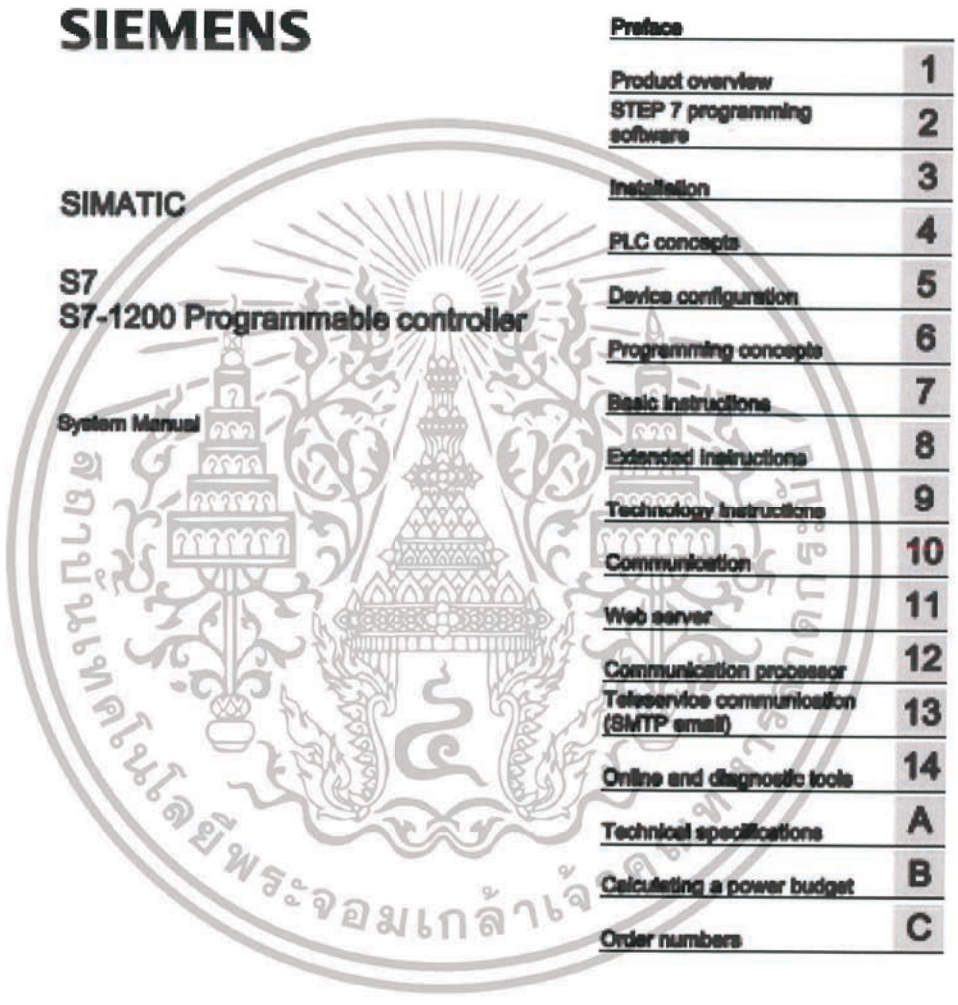
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

SIMATIC S7 S7-1200 Manual



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

KEPServerEX V6 - Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ThingWorx Manufacturing Guide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้