

การประยุกต์ใช้ WW InTouch แทนส่วนติดต่อผู้ใช้งานของ Yokogawa DCS  
APPLYING WW INTOUCH TO REPLACE USER INTERFACE OF  
YOKOGAWA DCS



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประยุกต์ใช้ WW InTouch แทนส่วนติดต่อผู้ใช้งานของ Yokogawa DCS  
APPLYING WW INTOUCH TO REPLACE USER INTERFACE OF  
YOKOGAWA DCS



T144400



เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 144400  
วันเดือนปี 24 พ.ย. 2559

b. 128186074  
i. ....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2558

APPLYING WW INTOUCH TO REPLACE USER INTERFACE OF  
YOKOGAWA DCS



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULLFILMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG  
ACADEMIC YEAR 2015

สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง  
ใบรับรองปริญญาโท

.....

หัวข้อปริญญาโท การประยุกต์ใช้ WW InTouch แทนส่วนติดต่อผู้ใช้งานของ Yokogawa DCS  
นักศึกษาผู้จัดทำ นายรัชพล อรรถเสวีวงศ์ รหัสนักศึกษา 55011035  
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ  
ปีการศึกษา 2558

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์	

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การประยุกต์ใช้ WW InTouch แทนส่วนติดต่อผู้ใช้งานของ Yokogawa DCS		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายรัชพล	อรรถเสวีวงศ์	รหัสนักศึกษา 55011035
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์		
ปีการศึกษา	2558		

### บทคัดย่อ

ในปริญญานิพนธ์นี้ มีการอธิบายถึงแนวคิดในการแทนที่ระบบควบคุมแบบการกระจายส่วนหรือดีซีเอส ของบริษัท Yokogawa ด้วยระบบที่ใช้ตัวควบคุมเชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้ หรือพีแอลซีของบริษัท Mitsubishi สำหรับโครงการปรับปรุงระบบอัตโนมัติใหม่ และมีการนำเสนอเทคนิคการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ WW InTouch ในการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานแบบกราฟิก หรือจียูไอ เพื่อใช้งานแทนที่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของดีซีเอส Yokogawa ของระบบเดิม นอกจากนี้ได้มีการสร้างฟังก์ชันการใช้งานเพิ่มเติมสำหรับการล็อกอินเข้าใช้งานและการยืนยันก่อนการประมวลผลคำสั่งอีกด้วย ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า หน้าต่างส่วนจียูไอที่สร้างขึ้นมานั้น ทำงานได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับข้อกำหนดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในระบบเดิม

Thesis Title	Applying WW InTouch to replace User Interface of Yokogawa DCS
Author	Ratchaphon Autthasereevong
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Sawai Pongswatd
Year	2015

## ABSTRACT

A concept to replace the distributed control system (DCS) branded Yokogawa by the system using programmable logic control (PLC) branded Mitsubishi for a revamping automation project is described in this thesis. A technique for applying the WW InTouch software to create the graphic user interface (GUI) for use instead of the replaced Yokogawa-DCS user interface is presented. Additional functions for user login and user confirmation before executing a command are also created. Experimental results confirms that the developed GUI windows function correctly in accordance with the replaced user interface specification.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากผู้จัดทำได้รับความสนับสนุนจากบริษัท พีเอส เอนจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด ทางบริษัทได้เปิดโอกาสให้ผู้จัดทำได้เข้าร่วมโครงการงานศึกษา เพื่อเป็นการศึกษาและเรียนรู้การทำงานสถานประกอบการจริง ผู้จัดทำขอขอบพระคุณในความช่วยเหลือต่างๆจากบุคลากรภายในบริษัท ทั้งการให้คำแนะนำและให้คำปรึกษา รวมทั้งถ่ายทอดความรู้ประสบการณ์ให้แก่ผู้จัดทำตลอดระยะเวลาที่ผู้จัดทำมีโอกาสศึกษาการทำงานอยู่ในบริษัทเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ และช่วยเหลือดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจากหลายฝ่าย ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณพิสิทธิ์ แซ่ลิ่ม ที่ให้โอกาสนักศึกษาได้เข้ามาสร้างประสบการณ์การทำงานจริง คุณภาณุมาตร์ ลาสุดี คุณนารา รักษาม ที่คอยให้คำแนะนำและถ่ายทอดวิชาความรู้รวมถึงประสบการณ์การทำงานใหม่ ๆ ให้อยู่เสมอ ซึ่งเป็นสิ่งที่ยูนอกเหนือจากการศึกษาในห้องเรียนหรือจากในหนังสือเล่มใด

รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของปริญญาโทที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ รวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นปัญหาทางด้านวิชาการ หรือปัญหาในการดำเนินงาน รวมทั้งให้กำลังใจ ตั้งแต่เริ่มทำปริญญาโทจนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ทั้งทางด้านทฤษฎีและทางด้านปฏิบัติมาตลอดการศึกษาในระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานในสถานประกอบการจริงได้เป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณผู้สร้างเว็บไซต์และเอกสารอ้างอิงต่างๆ ที่ผู้จัดทำนำมาใช้เป็นข้อมูลในการทำโครงการและเป็นแหล่งอ้างอิง

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณครอบครัวที่คอยให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำมาโดยตลอด

ผู้จัดทำ

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ .....	IV
สารบัญตาราง .....	VI
สารบัญภาพ .....	VII
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญาโท .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาโท .....	2
1.3 ขอบเขตของปริญญาโท .....	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา .....	2
1.5 รายละเอียดของปริญญาโท .....	3
บทที่ 2 แนวคิดในการใช้งาน PLC แทน DCS ในกรณีศึกษา .....	4
2.1 กล่าวนำ .....	4
2.2 การสร้างส่วนแสดงผลในระบบอัตโนมัติ .....	4
2.2.1 องค์ประกอบหลักของส่วนแสดงผล .....	4
2.2.2 สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเมื่อสร้างส่วนแสดงผล .....	5
2.3 โครงสร้างของระบบอัตโนมัติที่ใช้ DCS .....	6
2.4 โครงสร้างของระบบอัตโนมัติที่ใช้ PLC .....	9
2.5 แนวคิดในการใช้งาน Mitsubishi PLC แทนที่ Yokogawa DCS .....	12
บทที่ 3 การประยุกต์ใช้ WW InTouch ในการสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งานที่นำเสนอ .....	15
3.1 กล่าวนำ .....	15
3.2 การออกแบบการแสดงผล .....	16
3.2.1 หน้า Login .....	17
3.2.2 หน้า Overview Manu .....	22
3.2.3 หน้า Overview Equipment .....	24

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2.4 หน้า Plasticizer Preparation .....	28
3.2.5 หน้า System Diagnostics .....	31
3.2.6 ฟังก์ชัน Confirm .....	34
3.2.7 ฟังก์ชัน Multi Page .....	39
3.2.8 ฟังก์ชัน Communication Error .....	42
3.3 อินพุตและเอาต์พุต .....	42
3.4 การติดต่อสื่อสารด้วย DASEVER Manager ในโปรแกรม SMC .....	44
3.5 การเข้าถึงอินพุตและเอาต์พุตด้วย Access Name .....	45
3.5.1 การสร้าง Access Name .....	46
<b>บทที่ 4 ผลการทดสอบระบบที่นำเสนอ .....</b>	<b>48</b>
4.1 กล่าวนำ .....	48
4.2 ทดสอบส่วนของการเชื่อมต่อ .....	48
4.2.1 ทำการทดสอบการเชื่อมต่อของ PLC กับโปรแกรม Wonderware .....	48
4.3 ทดสอบการแสดงผลและฟังก์ชันการใช้งาน .....	50
4.3.1 ทดสอบฟังก์ชันการทำงานต่างๆที่สร้างใน WindowMaker .....	50
<b>บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>56</b>
5.1 สรุปผล .....	56
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข .....	56
5.2.1 ปัญหาที่พบ .....	56
5.2.2 วิธีแก้ไขปัญหา .....	56
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	56
<b>บรรณานุกรม .....</b>	<b>57</b>

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 สถานะของอุปกรณ์ .....	29
3.2 สถานะการทำงานของฟังก์ชัน .....	39
3.3 ตัวอย่างขออินพุตและเอาต์พุต .....	43



# สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ขนาด Resolution ของหน้าจอ .....	5
2.2 ตัวอย่างการออกแบบตัวแปรของอุปกรณ์ .....	5
2.3 ประเภทของผู้ใช้งาน .....	6
2.4 องค์ประกอบของระบบ DCS .....	9
2.5 โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC .....	10
2.6 องค์ประกอบของระบบ PLC .....	12
2.7 ตัวอย่างของ Extension Base .....	13
2.8 แนวคิดการใช้งาน Mitsubishi PLC แทนที่ Yokogawa DCS .....	13
2.9 ลำดับการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของ Tagname .....	14
2.10 ตัวอย่างการเปลี่ยนตัวแปรจาก DCS เป็น PLC .....	14
3.1 การเข้าถึงและการเชื่อมต่อระบบ .....	15
3.2 หัวข้อการแปลงข้อมูลจาก DCS ไป PLC .....	16
3.3 กราฟิกหน้า Login .....	17
3.4 การตั้งรหัสพาสเวิร์ด.....	18
3.5 Configure Users .....	18
3.6 เงื่อนไขของการ Logout .....	19
3.7 เงื่อนไขของการเปลี่ยนพาสเวิร์ด.....	20
3.8 เงื่อนไขของการปิด WindowViewer .....	21
3.9 หน้า Overview Menu .....	22
3.10 เลือก Animation Link .....	23
3.11 เลือก Window ที่ต้องการ.....	23
3.12 หน้า Overview Equipment .....	24
3.13 ตัวอย่าง POP-UP ของอุปกรณ์.....	25
3.14 เลือก Animation Link .....	26
3.15 Call QuickFunctions PopCV .....	27
3.16 หน้า Plasticizer Preparation .....	28
3.17 เลือก Animation Link .....	30
3.18 เงื่อนไขของการปรากฏขึ้น.....	30
3.19 หน้า System Diagnostic .....	31
3.20 เลือก Animation Link .....	32

## สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21 เงื่อนไขของการเปลี่ยนสีสถานะ.....	33
3.22 Input -> Discrete Tagname .....	33
3.23 POP-UP Confirm .....	34
3.24 เลือก Animation Link .....	35
3.25 Call QuickFunctions Confirmpop .....	36
3.26 QuickFunctions Confirmpop .....	37
3.27 เงื่อนไขเมื่อกดยืนยัน.....	38
3.28 หน้า Multi Page .....	39
3.29 การสร้าง Tag ตัวแปร.....	40
3.30 เลือก Animation Link .....	40
3.31 เงื่อนไขการทำงานของฟังก์ชัน.....	41
3.32 POP-UP Communication Error .....	42
3.33 การตั้งค่า DASever Manager .....	44
3.34 วิธีการ Add device Group .....	45
3.35 Data Access with I/O .....	46
3.36 หน้าต่าง Access Name .....	46
3.37 การตั้งค่า Access Name .....	47
3.38 List of Access Name .....	47
4.1 การแบ่งหัวข้อการทดสอบ .....	48
4.2 Device Group เป็นสีเขียวสามารถเชื่อมต่อได้ .....	49
4.3 Device Group เป็นสีแดงไม่สามารถเชื่อมต่อได้ .....	49
4.4 กรอก User Name .....	50
4.5 เมื่อทำการ Login สำเร็จ .....	51
4.6 ฟังก์ชันเปลี่ยนพาสเวิร์ด .....	51
4.7 วาล์วกำลังเปิดอยู่ .....	52
4.8 วาล์วกำลังปิดอยู่ .....	52
4.9 วาล์วกำลังอยู่สถานะปิดปกติ .....	52
4.10 กดเปลี่ยนแปลงค่า จะขึ้นป๊อปอัพ Confirm .....	53
4.11 เมื่อกด “YES” ยืนยันคำสั่งจึงเปลี่ยนแปลง.....	53

## สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12 เมื่อกด “NO” ยกเลิกคำสั่งจึงไม่เปลี่ยนแปลง.....	54
4.13 เมื่อใช้งานฟังก์ชัน Multipage .....	54
4.14 ขึ้นป๊อปอัพ Communication Error .....	55



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เมื่อพิจารณาระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม (Industrial Automation System) ตามประเภทของตัวควบคุม (Controller) อาจแบ่งออกเป็นสามระบบหลักๆ ด้วยกัน คือ ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนหรือดีซีเอส (Distributed Control System: DCS) ระบบควบคุมที่ใช้ตัวควบคุมเชิงตรรกแบบโปรแกรมได้หรือพีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC) และระบบสกาดา (Supervisory Control and Data Acquisition: SCADA) โดยทั่วไปนิยมใช้ระบบ DCS ในกลุ่มอุตสาหกรรมกระบวนการ (Process Industry or Process Manufacturing) ดังเช่น อุตสาหกรรมน้ำมันและก๊าซ ปิโตรเคมี เยื่อกระดาษและกระดาษ และโรงไฟฟ้า ที่มีการควบคุมกระบวนการโดยส่วนใหญ่เป็นแบบการควบคุมแบบต่อเนื่อง (Continuous Control) ในส่วนของระบบควบคุมที่ใช้ PLC นิยมใช้ในกลุ่มอุตสาหกรรมแบบดิสครีต (Discrete Industry or Discrete Manufacturing) เช่น อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ และอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีสายการผลิตโดยนำเอาชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ มีกระบวนการผลิตเป็นขั้นตอนโดยใช้การควบคุมแบบลำดับขั้น (Sequence Control) และมีการประมวลผลของตัวควบคุมด้วยสัญญาณแบบไม่ต่อเนื่องหรือดิสครีต สำหรับระบบ SCADA นิยมใช้ในกลุ่มอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องระบบสาธารณูปโภค (Utilities) รวมถึงกลุ่มอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่มีความต้องการในการตรวจวัดและควบคุมกระบวนการในระยะไกล (Remote Monitoring and Control) ในอดีตการออกแบบและสร้างระบบทั้งสามมีความแตกต่างกันที่ชัดเจนเพื่อให้ตอบสนองกับความต้องการในการใช้งานของผู้ใช้ได้ แต่ในปัจจุบัน เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ รวมทั้งเทคโนโลยีโครงข่ายและการสื่อสาร ทำให้บริษัทผู้ผลิตพัฒนาระบบ DCS ที่สามารถรองรับการประมวลผลของสัญญาณดิสครีตได้ และในขณะเดียวกันบริษัทผู้ผลิต PLC ก็มีการพัฒนาให้ PLC มีฟังก์ชันการทำงานที่รองรับกับการควบคุมแบบต่อเนื่องได้ ทำให้เริ่มมีการนำเอา PLC มาใช้งานแทนตัวควบคุมแบบพีไอทีแบบลูปเดี่ยว (Single-Loop PID Controller) ในโรงงานขนาดเล็ก

จากข้อมูลที่ได้ศึกษาในปัจจุบัน มีโรงงานแห่งหนึ่งในกลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ ที่ต้องการปรับปรุงระบบอัตโนมัติ (Revamping Project) ที่ในระบบเดิมมีทั้งส่วนของการควบคุมแบบต่อเนื่องและแบบดิสครีต ทั้งนี้การปรับปรุงระบบด้วยการอัพเกรดระบบ DCS ที่มีอยู่เดิมให้เป็นระบบ DCS รุ่นใหม่มีค่าใช้จ่ายสูง โรงงานแห่งหนึ่งจึงมีแนวคิดที่จะนำเอาระบบควบคุมโดยใช้ PLC มาใช้งานแทนระบบควบคุม DCS ที่มีอยู่เดิม

ในปฏิญานีพนธ์นี้จึงได้นำเสนอแนวคิดในการใช้งาน PLC ของ Mitsubishi แทนระบบ DCS ของ Yokogawa เป็นกรณีศึกษา และได้ออกแบบและสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งานโดยใช้โปรแกรม WW InTouch ให้สามารถทำงานร่วมกับระบบควบคุม PLC ของ Mitsubishi โดยส่วนติดต่อผู้ใช้งานที่สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปใช้งานแทนส่วนติดต่อผู้ใช้งานของระบบเดิมที่ใช้ DCS ได้ นอกจากนี้ยังได้มีการเพิ่มฟังก์ชันการใช้งาน คือ การล็อกอินเข้าใช้งาน ฟังก์ชันยืนยันการเปลี่ยนแปลง เพิ่มเติมอีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของปฏิญานีพนธ์

- 1.2.1 ศึกษาการใช้งานระบบ PLC แทนที่ระบบเดิมที่ใช้ DCS ในการปรับปรุงระบบอัตโนมัติใหม่
- 1.2.2 สร้างส่วนแสดงผลแบบกราฟิกและติดต่อกับผู้ใช้งาน (Graphic User Interface) ที่รองรับกับระบบควบคุม PLC ที่ต้องการนำไปใช้งานแทนที่ระบบเดิมที่ใช้ DCS
- 1.2.3 ออกแบบฟังก์ชันการใช้งานเพิ่มเติม คือ ฟังก์ชันการล็อกอินเข้าใช้งาน และฟังก์ชันยืนยันก่อนการประมวลผลคำสั่ง

## 1.3 ขอบเขตของปฏิญานีพนธ์

- 1.3.1 ศึกษาการแทนที่ระบบอัตโนมัติเดิมที่ใช้ Yokogawa DCS ไปเป็นระบบ Mitsubishi PLC
- 1.3.2 สร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งานแบบกราฟิกโดยใช้โปรแกรม WW InTouch ที่สามารถใช้งานร่วมกับระบบควบคุม PLC ได้
- 1.3.3 ออกแบบฟังก์ชันการทำงานเพิ่มเติมโดยการเขียน Script ที่เป็น QuickFunctions จากโปรแกรม WW InTouch

## 1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ในขั้นตอนการศึกษานั้นเราจะแบ่งได้ 4 หัวข้อหลัก ๆ คือ

- 1.4.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล
  - ศึกษาข้อมูลของการแทนที่ระบบที่ใช้เป็นระบบ DCS ไปเป็นระบบ PLC
  - ศึกษารูปแบบการสร้างส่วนแสดงผลเบื้องต้น
  - ศึกษาฟังก์ชันการทำงานเดิมของกราฟิก

#### 1.4.2 ทำการเขียน HMI กราฟิก

- สร้างส่วนแสดงผลโดยใช้โปรแกรม WW InTouch

#### 1.4.3 ออกแบบฟังก์ชันเพิ่มเติม

- ออกแบบฟังก์ชันการแสดงผลเพิ่มเติม เช่น ฟังก์ชันการล็อกอินเข้าใช้งาน เป็นต้น

#### 1.4.4 ทดสอบการใช้งาน

- ทดสอบการใช้งานของส่วนการเชื่อมต่อ
- ทดสอบการใช้งานของส่วนแสดงผล
- ทดสอบการใช้งานของส่วนฟังก์ชันการใช้งาน

### 1.5 รายละเอียดของปฏิญญานิพนธ์

- ปฏิญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำทั้งหมด 5 บท โดยแต่ละบทมีรายละเอียดดังนี้
- บทที่ 1 บทนำในบทนี้จะอธิบายถึงความเป็นมาของปฏิญญานิพนธ์ วัตถุประสงค์ ขอบเขตของการทำงาน และขั้นตอนการศึกษา
- บทที่ 2 แนวคิดในการใช้งาน PLC แทน DCS ในกรณีศึกษาบทนี้จะอธิบายถึงแนวคิดของการแทนที่ระบบควบคุมอัตโนมัติ
- บทที่ 3 การประยุกต์ใช้ WW InTouch ในการสร้างส่วนแสดงผลที่นำเสนอบทนี้จะอธิบายถึงวิธีการสร้างส่วนแสดงผลและฟังก์ชันการใช้งาน
- บทที่ 4 ผลการทดสอบระบบที่นำเสนอในบทนี้จะอธิบายถึงผลการทดสอบของส่วนแสดงผลและฟังก์ชันการใช้งาน
- บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะบทนี้จะอธิบายถึงบทสรุปของงานทั้งหมด ปัญหาที่เกิดขึ้นและข้อเสนอแนะ

## บทที่ 2

# แนวคิดในการใช้งาน PLC แทน DCS ในกรณีศึกษา

### 2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะอธิบายถึงทฤษฎีของการสร้างส่วนแสดงผลในระบบอัตโนมัติว่ามีส่วนประกอบตามหลักสากลอย่างไรที่จะสร้างส่วนแสดงผล การวิเคราะห์ให้ผู้ใช้งานส่วนแสดงผลเพื่อจะสามารถทำออกมาได้เหมาะสมกับผู้ใช้งาน หลักการของระบบ PLC และระบบ DCS นั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้างที่สามารถจะแทนที่กันได้ รวมถึงแนวคิดการใช้งานระบบ Mitsubishi PLC มาแทนที่ระบบ Yokogawa DCS

### 2.2 การสร้างส่วนแสดงผลในระบบอัตโนมัติ

ในการที่จะสร้างส่วนแสดงผล (HMI) จะมีแนวทางการสร้างขึ้นมาในรูปแบบตามหลักสากล โดยสามารถยืดหยุ่นการสร้างได้โดยไม่ต้องสร้างตามแนวทางที่กำหนดไว้ทุกประการ ขึ้นอยู่กับการใช้งานของผู้ใช้งานว่าต้องการให้มีรูปแบบไหน [1]

#### 2.2.1 องค์ประกอบหลักของส่วนแสดงผล

องค์ประกอบหลักของส่วนแสดงผลนั้นจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ๆ คือ

##### 1. Computer Based HMI

- Color
- Shape
- Flashing

##### 2. Windows

- Main Window
- Secondary (sometime called pop-up)

##### 3. Display Components

- General Graphic
- Bar Graphs
- Digital Display
- Alarm Message Lists

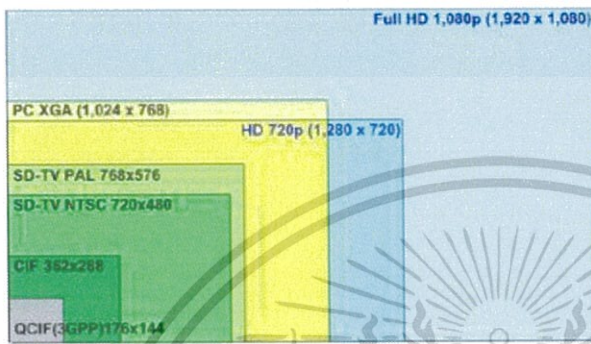
##### 4. Inputs

- Keyboard
- Mouse
- Joystick

## 2.2.2 สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเมื่อสร้างส่วนแสดงผล

ในการที่เราจะสร้างส่วนแสดงผลใหม่นั้นมีหลายส่วนที่เราจะต้องคำนึงถึงผู้ใช้งานว่าต้องการให้ออกมาในรูปแบบไหน เช่น

1. การมองเห็นภาพรวมของหน้าจอทั้งหมด อย่างแรกที่เราจะเริ่มต้นคือจะต้องรู้ก่อนว่าเราจะใช้ Resolution หน้าจอขนาดเท่าไร เราถึงสามารถสร้างส่วนแสดงผลให้พอดีกับขนาดหน้าจอได้ จะมีตัวอย่างของ Resolution ดังรูปที่ 2.1

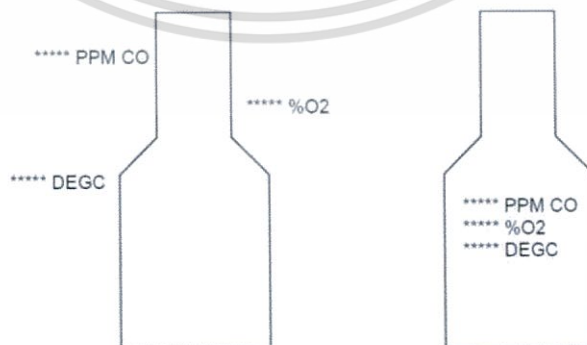


เปรียบเทียบการแสดงผล สำหรับจอภาพ ตามมาตรฐานต่างๆ

- Full HD (High Definition) 1920 x 1080 Pixel
- HD (High Definition) 1280x720
- PC XGA (Extended Graphics Array) 1024x768
- SD (Standard Definition) PAL TV 768x576
- SD (Standard Definition) NTSC TV 720x480
- CIF (Common Intermediate Format) 352x288
- QCIF (Quarter Common Intermediate Format) 176x144

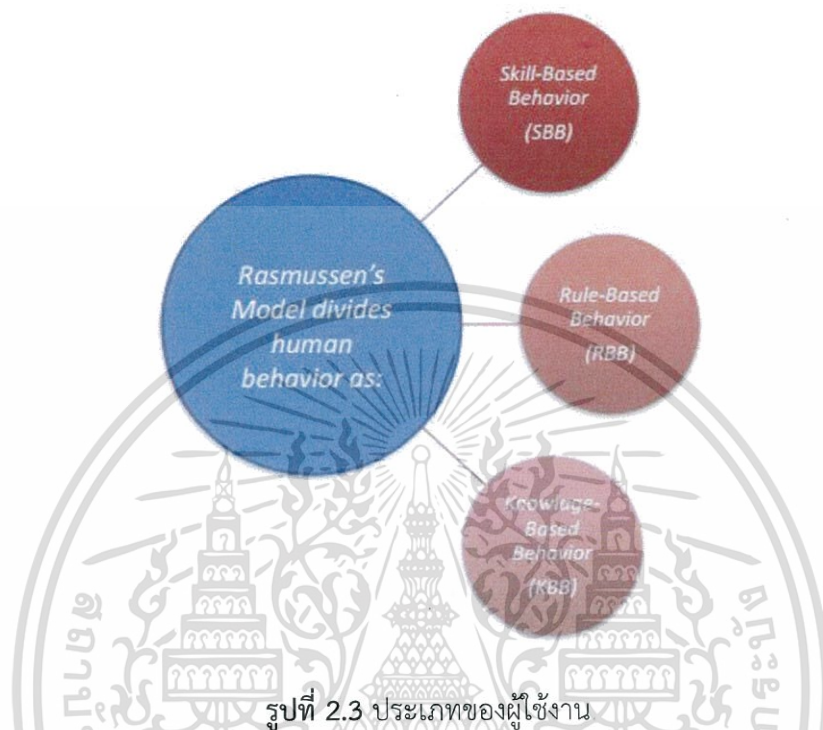
รูปที่ 2.1 ขนาด Resolution ของหน้าจอ

2. จุดโฟกัสสายตา เมื่อผู้ใช้งานมองไปที่ตัวแปรต่าง ๆ ควรจะสามารถเข้าใจว่าตัวแปรนั้นเป็นของอุปกรณ์ตัวไหน และสามารถมองเห็นค่าที่เกี่ยวข้องอยู่ในจุด ๆ เดียวกัน เพื่อความสะดวกสบายในการทำงานของผู้ใช้งาน แสดงตัวอย่าง ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการออกแบบตัวแปรของอุปกรณ์

3. การแบ่งประเภทของผู้ใช้งาน ในการใช้งานส่วนแสดงผลเพื่อควบคุมจะต้องดูว่าผู้ใช้งานนั้นมีพฤติกรรมการใช้งานในรูปแบบใด เช่น ตัดสินใจตามทักษะ ตัดสินใจตามกฎระเบียบหรือ ตัดสินใจตามความรู้ ดังรูปที่ 2.3 เราจะต้องสร้างข้อความเพื่อเตือนให้ผู้ใช้งานเหล่านั้นตระหนักถึงผลที่จะเกิดขึ้น



รูปที่ 2.3 ประเภทของผู้ใช้งาน

## 2.3 โครงสร้างของระบบอัตโนมัติที่ใช้ DCS [2]-[3]

ระบบ DCS (Distributed Control System) คือ ระบบควบคุม (Control) และเฝ้าดู (monitor) ที่ใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับระบบควบคุมทั้งหมดและใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เช่น โรงกลั่นน้ำมัน แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและเคมีคอลทั้งหลาย ทั้งนี้ระบบ DCS ยังมีให้เลือกใช้หลายยี่ห้อด้วยกัน เช่น Honeywell, Yokogawa, Siemens, Emerson, ABB เป็นต้น และระบบ DCS นั้นยังมีความเสถียรและแม่นยำค่อนข้างสูงมาก จึงเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงสูงเช่น อุตสาหกรรมปิโตรเคมี เป็นต้น ดังนั้นไม่ต้องสงสัยเลยว่าทำไมระบบ DCS นั้นถึงมีราคาค่อนข้างแพง

เนื่องจากระบบควบคุมในสมัยแรก ๆ นั้นจะใช้ Relay เป็นตัวควบคุมทั้งระบบ แต่ต่อมาได้พัฒนามาเป็น PLC โดยภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมของ PLC นั้น จะมีทั้งหมด 5 ภาษา คือ Ladder (LD), Instruction List (IL), Sequence Function Chart (SFC), Structure Text (ST) และ Function Block Diagram (FBD) หากต้องการ operate ผ่าน graphic นั้น PLC นั้นจะต้องต่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น คือ MMI (Man Machine Interface) หรือบางทีเรียกว่า HMI (Human Machine Interface) ซึ่งในตัว PLC ส่วนใหญ่จะไม่มี built-in โดยที่ HMI จะสามารถแสดงค่าและ

สถานะต่าง ๆ ของ process และสามารถ Operate ได้ ซึ่ง HMI มีส่วนที่ต้องแสดงที่สำคัญ คือ Historical Report, Alarm Message, Trend

DCS เป็นระบบที่พัฒนามาหลังจากที่มี PLC โดยจะมีภาษาที่ใช้เขียนแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับยี่ห้อ แต่ก็ยังมีพื้นฐานของ PLC logic อยู่ การใช้งานจริงในระบบควบคุมใหญ่ ๆ ที่เป็น process ที่ค่อนข้างนิ่ง (เช่น process oil and gas) จะมีความเสถียรมากกว่า และ DCS จะมีการรวม Graphic, Trend, Historical, Alarm Message รวมอยู่ในตัวเองแล้ว

### DCS Architecture

สถาปัตยกรรม DCS ของผู้ผลิตแต่ละบริษัทอาจมีโครงสร้างต่างกันตามการออกแบบของผู้ผลิตแต่ละบริษัทดังรูปที่ 2.4 แต่ DCS ของผู้ผลิตทุกบริษัทต้องแบ่งอุปกรณ์ประกอบภายในของ DCS สตามหน้าที่การปฏิบัติงานและความรับผิดชอบเป็น หน่วยเครื่องมือ (module) เสมอ แม้ว่าอุปกรณ์ประกอบของ DCS ของผู้ผลิตแต่ละรายจะมีชื่อเรียกต่างกัน แต่ DCS ต้องประกอบด้วยหน่วยเครื่องมือลักษณะคล้ายคลึงกันดังนี้

1. หน่วยเชื่อมต่อกระบวนการ (Process Interface Module) เป็นอุปกรณ์ติดต่อระหว่าง DCS กับกระบวนการผลิต ทำหน้าที่ รับสัญญาณวัดจากกระบวนการผลิตให้กับ DCS และส่งสัญญาณควบคุมจาก DCS ไปยังกระบวนการผลิต หน่วยเชื่อมต่อกระบวนการเบื้องต้นของ DCS ประกอบด้วยหน่วยรับสัญญาณแอนะล็อก (Analog Input Module) หน่วยส่งสัญญาณแอนะล็อก (Analog Output Module) หน่วยรับสัญญาณดิจิทัล (Digital Input Module) และหน่วยส่งสัญญาณดิจิทัล (Digital Output Module)

2. หน่วยควบคุมกระบวนการ (Process Control Module) เป็นอุปกรณ์หลักของ DCS สำหรับควบคุมกระบวนการผลิต โดยรับข้อมูลของกระบวนการผลิตจากหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการเพื่อคำนวณค่าของสัญญาณควบคุมและส่งกลับไปยังหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตอีกทีหนึ่งหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการจะติดต่อกับหน่วยควบคุมกระบวนการโดยเครือข่ายย่อยความเร็วต่ำของ DCS การควบคุมกระบวนการผลิตเบื้องต้นของ DCS ประกอบด้วย การควบคุมแบบดิจิทัลโดยตรงและการควบคุมแบบติดและดับ

3. หน่วยติดต่อและปฏิบัติงานของพนักงาน (Operator Interface Module) และหน่วยปฏิบัติการของวิศวกร (Engineering Workstation) เป็นอุปกรณ์ติดต่อระหว่าง DCS กับผู้ใช้ระดับวิศวกรและพนักงานทั่วไป DCS อาจแยกหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของพนักงานและวิศวกรเป็นอุปกรณ์ 2 ชุด หรือใช้อุปกรณ์ชุดเดียวร่วมกันทำหน้าที่เป็นหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของพนักงานและวิศวกร หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของพนักงานทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ติดต่อกับพนักงานเพื่อตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิต หน่วยปฏิบัติการของวิศวกรทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ติดต่อระหว่าง DCS กับวิศวกรสำหรับการจัด

โครงสร้างของระบบควบคุมและเชื่อมต่อเครื่องมือภายในระบบ DCS การกำหนดรายละเอียดและลำดับการแสดงผลภาพกราฟิกสำหรับพนักงาน การเก็บบันทึกข้อมูลแสดงแนวโน้มประวัติกระบวนการ และข้อมูลเตือนเหตุการณ์ต่าง ๆ ของ DCS

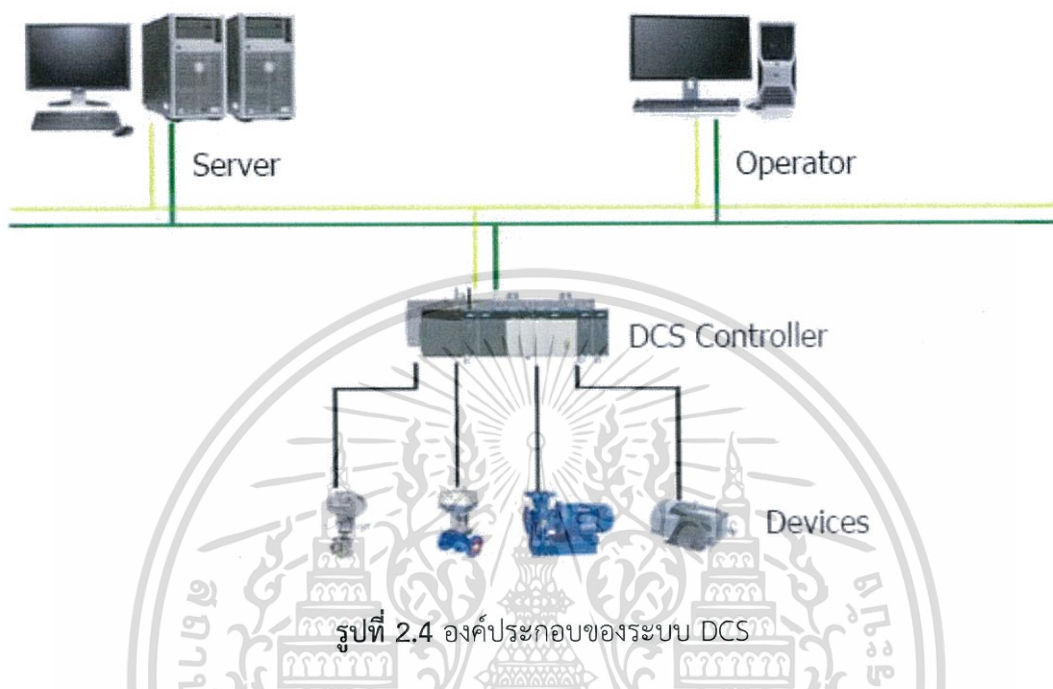
4. หน่วยเชื่อมต่อเครือข่าย (Communication Module) เป็นอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ทุกส่วนของ DCS กับเครือข่ายคมนาคม หน่วยเชื่อมต่อเครือข่ายเบื้องต้นของ DCS จะเชื่อมโยงอุปกรณ์ควบคุมกระบวนการกับอุปกรณ์ติดต่อและปฏิบัติการของพนักงาน

5. หน่วยเก็บข้อมูลและประวัติกระบวนการ (Process Data and History Module) เป็นอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลสำหรับการควบคุมกระบวนการผลิตของ DCS และข้อมูลประวัติของกระบวนการหน่วยเก็บข้อมูลและประวัติกระบวนการของ DCS มักติดตั้งร่วมกับหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของพนักงานและวิศวกร แต่ DCS อาจแยกหน่วยเก็บข้อมูลและประวัติกระบวนการอุปกรณ์อิสระโดยมีอุปกรณ์เชื่อมต่อกับเครือข่ายคมนาคมของตนเอง อุปกรณ์เก็บข้อมูลเบื้องต้นของ DCS ประกอบด้วยอุปกรณ์เก็บข้อมูลชนิดจากแม่เหล็ก (Magnetic Disk) และเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape)

6. หน่วยเชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network Interface Module) เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายของ DCS กับเครือข่ายของคอมพิวเตอร์อื่นสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลและบริหารระบบควบคุม DCS สามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ภายนอกระบบ DCS โดยใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อของหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของพนักงานและวิศวกร หรือเชื่อมต่อกับเครือข่ายของ DCS โดยตรงโดยใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์

7. หน่วยเชื่อมต่อกับระบบเครื่องมือย่อย (Subsystem Interface Module) เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่าง DCS เครื่องมืออื่นในระบบควบคุมภายนอกระบบ DCS เช่น พีแอลซี ก๊าซโครมาโตกราฟ (Gas Chromatograph) อุปกรณ์รับและส่งข้อมูลระยะไกล (Remote Input/Output Device) และเครื่องมืออื่น ๆ ในระบบควบคุมที่มีหน่วยประมวลผลของตนเอง DCS สามารถติดต่อกับเครื่องมืออื่นในระบบควบคุมโดยผ่านเครือข่ายย่อยของหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการหรือเชื่อมต่อกับเครือข่ายคมนาคมของ DCS โดยตรงโดยใช้หน่วยเชื่อมต่อระบบเครื่องมือย่อยเช่นเดียวกับการเชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ระบบอื่น

8. หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Supply Module) เป็นอุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ทุกส่วนของ DCS อุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้า ทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนและปรับระดับแรงดันให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ของ DCS และเก็บพลังงานไฟฟ้าสำรองสำหรับระบบ DCS



## 2.4 โครงสร้างของระบบอัตโนมัติที่ใช้ PLC [4]

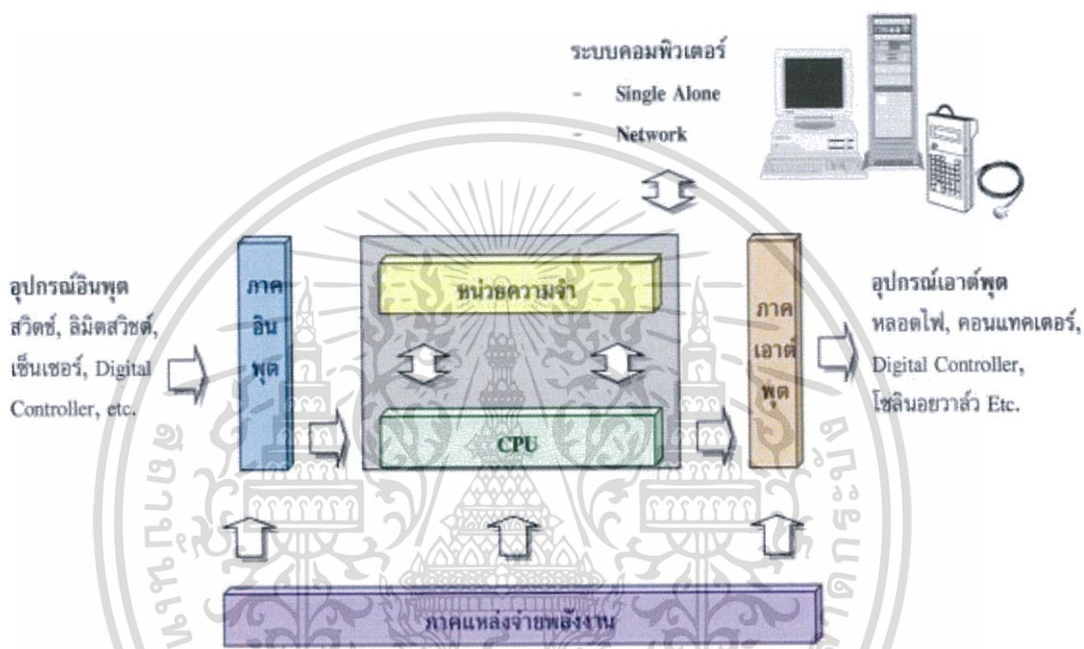
PLC ย่อมาจาก Programmable Logic Controller ซึ่งหมายถึง ตัวควบคุมเชิงตรรกะที่โปรแกรมได้ PLC นั้นเป็นอุปกรณ์ควบคุมที่มีความสำคัญมากสำหรับระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยที่ เราจะเห็นว่าเครื่องจักรอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นั้นจะถูกควบคุมการทำงานด้วย PLC แต่ PLC จะทำงานได้นั้นก็ต้องมีโปรแกรมควบคุมนั่นก็คือกลุ่มคำสั่ง (Instruction Set) ที่เขียนโดยโปรแกรมเมอร์ ดังนั้นการที่จะเขียนโปรแกรม PLC เพื่อให้ทำงานควบคุมเครื่องจักรตามต้องการ การแก้ไขโปรแกรม การตรวจสอบความผิดปกติในการทำงานของเครื่องจักรหรือ PLC เราจำเป็นจะต้องรู้ถึงภาษาที่ใช้ในการเขียน โปรแกรมที่ใช้ในการเขียน และการใช้งาน เป็นต้น

ภาษาที่ใช้ในการโปรแกรม PLC มีมาตรฐานเดียวกันโดยใช้มาตรฐาน IEC61131-3 สามารถโปรแกรม PLC ได้ด้วย

- IL (Instruction List)
- LD (Ladder Diagrams)
- FBD (Function Block Diagrams)
- SFC (Sequential Function Chart)
- ST (StructuredText)

รูปที่ 2.5 แสดงถึงโครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC ซึ่งจะมีส่วนประกอบที่สำคัญ ที่สามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)
2. หน่วยความจำ (Memory)
3. หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Unit)
4. หน่วยจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)
5. หน่วยอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก (Peripheral Device)



รูปที่ 2.5 โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC

1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) หน่วยประมวลผลกลางจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ PLC โดยทั่วไปจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิตเป็นตัวประมวลผลโดยจะทำการรับข้อมูลจากอินพุตแล้วทำการประมวลผล หลังจากนั้นจะส่งผลที่ได้ไปยังเอาต์พุต ต่อจากนั้นจะทำการรับอินพุตเข้ามาใหม่แล้วทำซ้ำกิจกรรมดังกล่าวข้างต้นไปเรื่อย ๆ การทำงานและประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลางจะอยู่ภายใต้โปรแกรมที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไป นอกจากนี้หน่วยประมวลผลกลางยังทำหน้าที่ควบคุมการติดต่ออุปกรณ์เชื่อมต่ออื่น ๆ เช่น เครื่องโปรแกรมเป็นต้น
2. หน่วยความจำ (Memory) หน่วยความจำจะทำหน้าที่เก็บโปรแกรม และข้อมูลของ PLC หน่วยความจำจะเป็นตัวกำหนดความสามารถของ PLC โดยทั่วไปจะบอกเป็นจำนวนบรรทัดของโปรแกรมหน่วยความจำของ PLC จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

- หน่วยความจำ ระบบ (ROM) ใช้สำหรับเก็บโปรแกรมบริหารระบบและข้อมูลของระบบทั้งโปรแกรมบริหารระบบและข้อมูลของระบบ ผู้ใช้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่อาจสามารถตรวจสอบข้อมูลได้

- หน่วยความจำ ผู้ใช้ (User memory) ใช้สำหรับเก็บโปรแกรมผู้ใช้ ข้อมูลของหน่วยอินพุต/เอาต์พุตและอุปกรณ์ภายใน (เช่น Timer, Counter เป็นต้น) หน่วยความจำผู้ใช้นี้ยังสามารถจำแนกตามชนิดของวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาสร้างได้แก่ แรม (RAM) อีพรอม (EPROM) และอีอีพรอม (EEPROM) โปรแกรมผู้ใช้คือโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นเพื่อควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการให้ทำงานตามต้องการ

3. หน่วยอินพุต/เอาต์พุตหน่วยอินพุตทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์ภายนอกเมื่อรับคำสั่งภาวะจากอุปกรณ์ตรวจรู้ต่าง ๆ ของเครื่องจักรเช่นลิมิต สวิตช์ (Limit Switch), สวิตช์แสง, พร็อกซิมีตี สวิตช์ (Proximity Switch) และสวิตช์อุณหภูมิ เป็นต้นแล้วส่งคำสั่งกล่าวไปให้หน่วยประมวลผลกลางทำการประมวลผลตามโปรแกรมคำสั่งของผู้ใช้นอกจากนี้หน่วยอินพุตยังทำหน้าที่แยกวงจรไฟฟ้าของสัญญาณขาเข้ากับอุปกรณ์ภายใน PLC เพื่อป้องกันไม่ให้หน่วยประมวลผลได้รับอันตรายหน่วยเอาต์พุต จะทำหน้าที่ส่งคำสั่งสัญญาณที่ได้จากการประมวลผลไปขับอุปกรณ์ภายนอก เช่นมอเตอร์ วาล์ว บีม และหลอดไฟ เป็นต้น เช่นเดียวกับหน่วยอินพุตหน่วยเอาต์พุตสามารถทำหน้าที่แยกกราวด์ของสัญญาณภายในกับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า PLC จะมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตทำงานแบบ ON/OFF อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้มีการพัฒนา Programmable Controller ให้มีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถรับส่งสัญญาณนอกได้

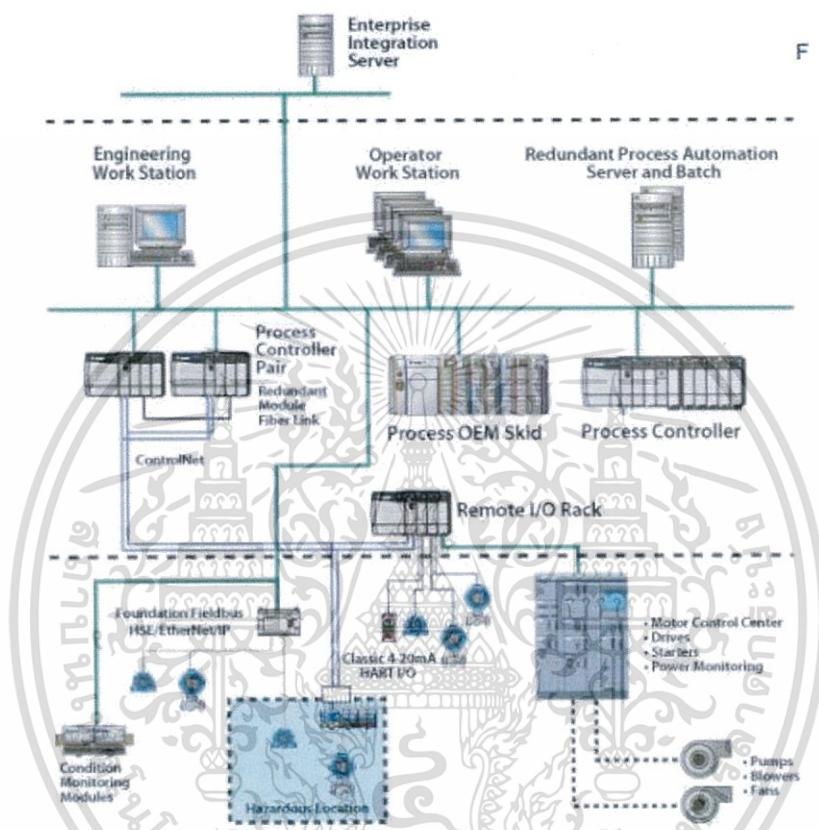
4. หน่วยจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)ภาคแหล่งจ่ายพลังงานทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายใน PLC ได้แก่อุปกรณ์ไอซี เป็นต้น นอกจากนี้ยังจ่ายพลังงานเลี้ยงวงจรที่นำมาต่อเข้ากับพีแอลซีทั้งภาคอินพุตและเอาต์พุต

5. หน่วยอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก (Peripheral Device)

- PROGRAMMING CONSOLE
- EPROM WRITER
- PRINTER
- GRAPHIC PROGRAMMING
- CRT MONITOR
- HANDHELD
- etc.

## PLC Architecture

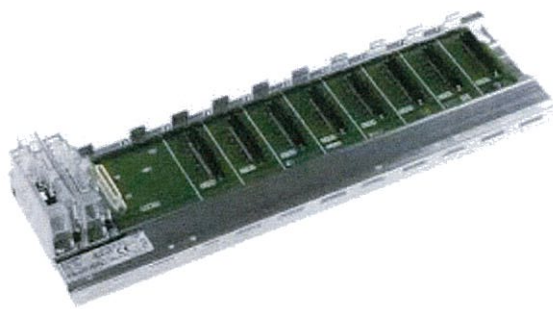
รูปที่ 2.6 อธิบายถึงองค์ประกอบของระบบ PLC ที่มีในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติ



รูปที่ 2.6 องค์ประกอบของระบบ PLC

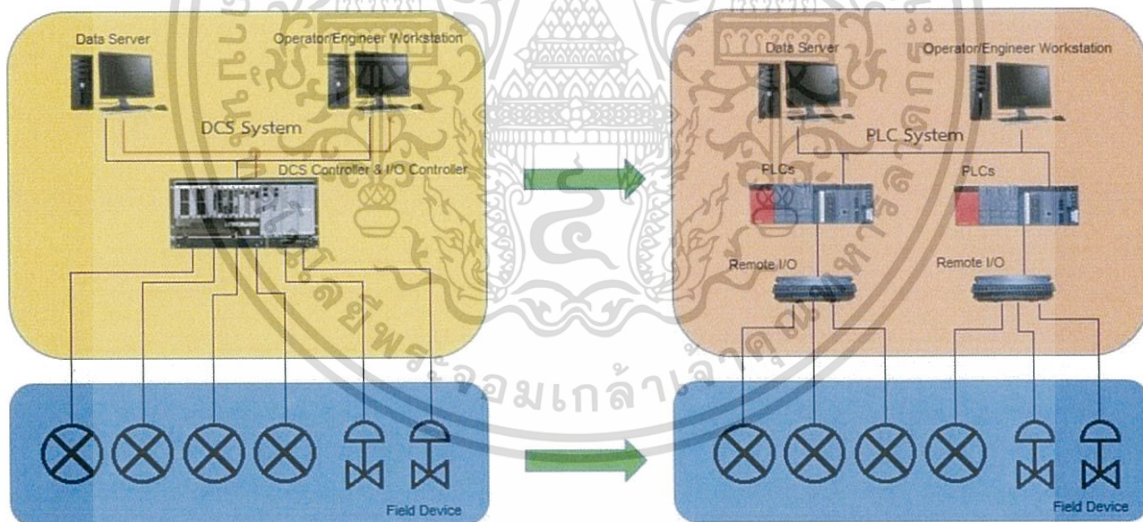
## 2.5 แนวคิดในการใช้งาน Mitsubishi PLC แทนที่ Yokogawa DCS

จากการที่ได้ศึกษาโครงสร้างของระบบ DCS และระบบ PLC ไปแล้วนั้นเราทราบว่าทั้งสองระบบนั้นมีความคล้ายคลึงกัน จะต่างกันที่ขนาดของระบบซึ่งเราจะต้องเลือกใช้อย่างเหมาะสม โดยที่ระบบ DCS นั้นจะเป็นระบบที่ค่อนข้างใหญ่กว่าระบบ PLC ดังนั้นการที่จะนำระบบ PLC มาแทนที่อาจจะจำเป็นต้องใช้จำนวน Controller PLC มากกว่า 1 ตัว และเนื่องด้วยข้อจำกัดจำนวนอินพุตและเอาต์พุตของ PLC ในแต่ละโมดูลนั้น ทำให้จำเป็นต้องเพิ่ม Extension Base ดังรูปที่ 2.7 ที่เชื่อมต่อมาจาก Main Base เพื่อที่จะมารองรับโมดูลเพิ่มเติมของอินพุตและเอาต์พุต

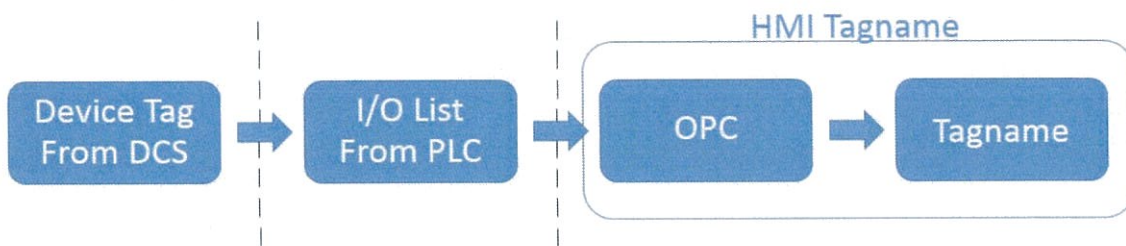


รูปที่ 2.7 ตัวอย่างของ Extension Base

ในส่วนของการแทนที่กันนั้นจะแทนที่กันโดยเปลี่ยน Controller จาก DCS ไปเป็น PLC เพียงอย่างเดียว ดังรูปที่ 2.8 ส่วนอุปกรณ์ระดับ Field Device ทุกตัวนั้นยังคงไว้เช่นเดิม ฟังก์ชันการควบคุมทุกอย่างยังเหมือนเดิม ดังนั้นข้อมูลที่ใช้แสดงผลในส่วนแสดงผลนั้นก็ยังคงเหมือนเดิมเพียงแต่เปลี่ยนรูปแบบมาจากระบบ DCS เพื่อให้สามารถใช้งานได้กับแต่ละรูปแบบของระบบ PLC โดยหลักการของกระบวนการเปลี่ยนแปลงนั้นสามารถดูได้ ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.8 แนวคิดการใช้งาน Mitsubishi PLC แทนที่ Yokogawa DCS



รูปที่ 2.9 ลำดับการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของ Tagname

เนื่องจากการที่เปลี่ยนระบบควบคุมจากระบบ DCS เป็นระบบ PLC นั้น ตัวแปรอินพุตและเอาต์พุตนั้นก็ต้องเปลี่ยนแปลงไปตามรูปแบบระบบของแต่ละบริษัท โดยที่ตัวแปรของ Mitsubishi PLC นั้นจะกำหนดให้อินพุตเป็น “X” และ เอาต์พุตเป็น “Y” โดยจะยกตัวอย่างให้เห็นดังรูปที่ 2.10

Type	Yokogawa DCS Tag	Mitsubishi PLC Tag
Input	%Z11	X11
Output	%Z12	Y12

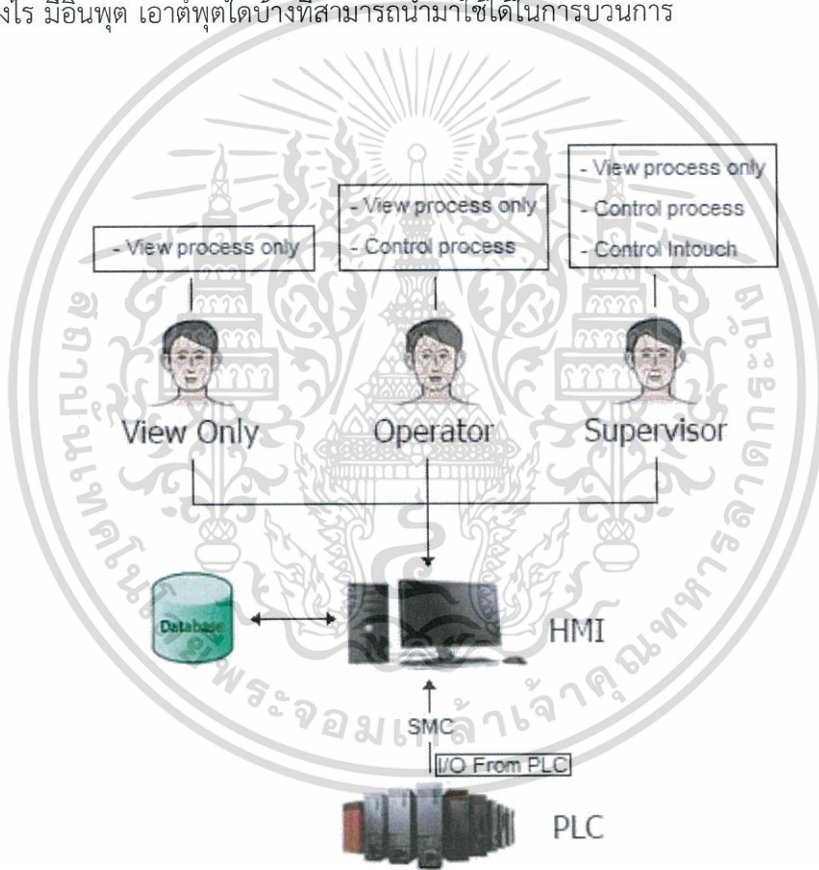
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการเปลี่ยนตัวแปรจาก DCS เป็น PLC

### บทที่ 3

## การประยุกต์ใช้ WW InTouch ในการสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งานที่นำเสนอ

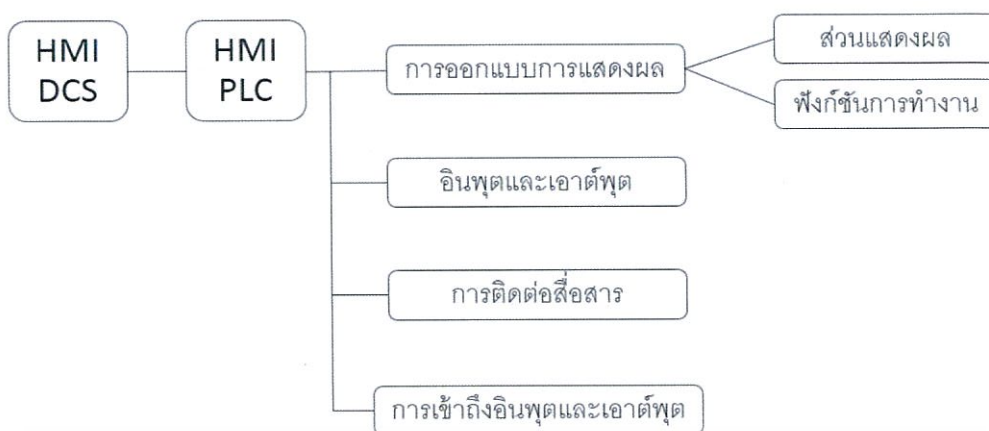
### 3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบส่วนแสดงผลการทำงานของกระบวนการจำเป็นต้องศึกษาจากโปรแกรมควบคุม กระบวนการผลิตต้นแบบที่ทางบริษัทได้ทำไว้ก่อน เพื่อดูว่าฟังก์ชันการทำงานว่ามีขั้นตอนในการทำงานอย่างไร มีความสัมพันธ์กับฟังก์ชันของอุปกรณ์อื่น ๆ อย่างไร มีลำดับในการทำงานอย่างไร มีอินพุต เอาต์พุตใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ได้ในการบวนการ



รูปที่ 3.1 การเข้าถึงและการเชื่อมต่อระบบ

จะสามารถแบ่งหัวข้อของการศึกษาข้อมูลของระบบ DCS เพื่อจะนำมาใช้ในการสร้าง SCADA ในระบบ PLC หลักๆได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 หัวข้อการแปลงข้อมูลจาก DCS ไป PLC

### 3.2 การออกแบบการแสดงผล

ในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบหน้ากราฟิกเพื่อใช้งานในการแสดงผลของค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความดัน ค่าอัตราการไหลและสถานะการเปิด-ปิดวาล์วในกระบวนการผลิต โดยใช้โปรแกรม Wonderware InTouch 2014 R2 ในการออกแบบกราฟิก ซึ่งจะออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานและใกล้เคียงกับกราฟิกที่ใช้แสดงผลของในระบบ SCADA ที่ติดตั้งภายในห้องควบคุม เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมและดูค่าต่างๆได้สะดวกและพร้อมใช้งานได้ทุกเมื่อ โดยไม่จำเป็นต้องลงไปปฏิบัติที่หน้างาน ลดการเกิดอุบัติเหตุและความผิดพลาด

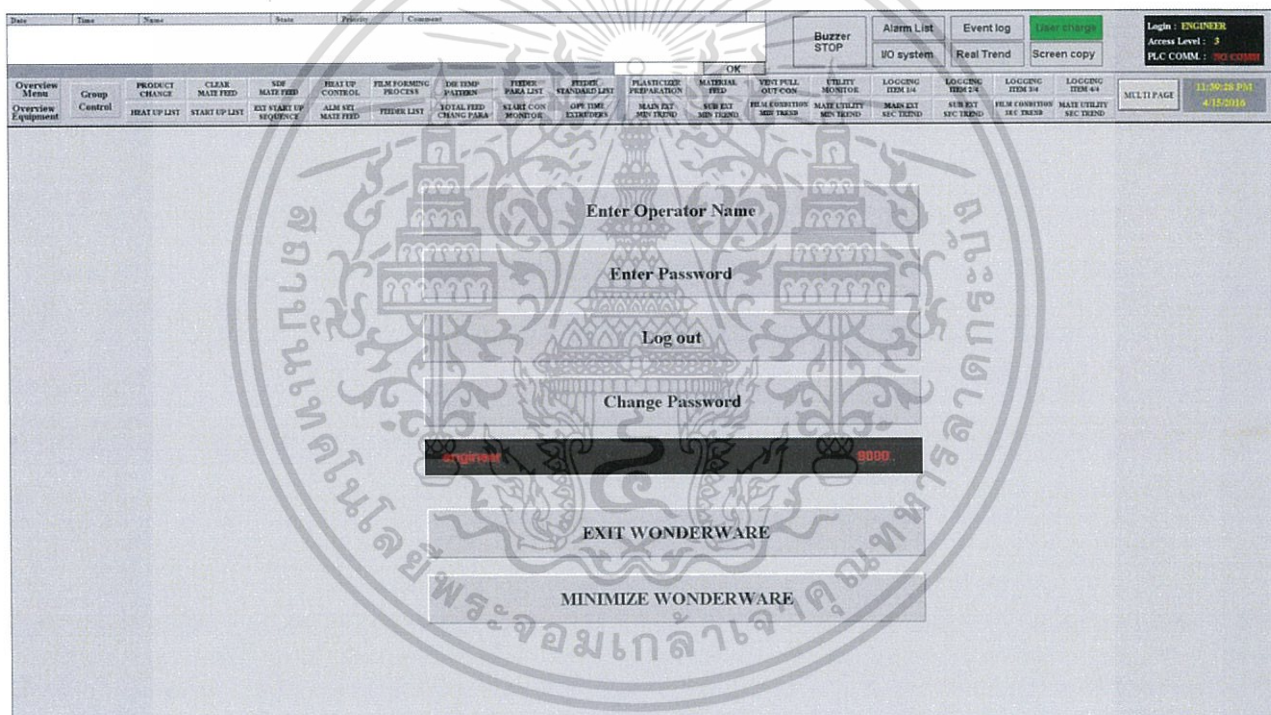
จะมีหน้าที่สามารถแสดงค่าและควบคุมได้อยู่ทั้งหมด 31 หน้า จึงจะขอยกตัวอย่างหน้าที่สำคัญโดยเราจะแบ่งการออกแบบเป็น 2 ส่วนคือ

- ส่วนแสดงผล
  - หน้า Login
  - หน้า Overview Menu
  - หน้า Overview Equipment
  - หน้า Plasticizer Preparation
  - หน้า System Diagnostics
- ฟังก์ชันการทำงาน
  - ฟังก์ชัน Confirm
  - ฟังก์ชัน Multi Page
  - ฟังก์ชัน Communication Error

3.2.1 หน้า Login

เพื่อแสดงตัวตนของผู้ใช้งานและกำหนดความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลอะไรได้บ้างหน้า login จะมีองค์ประกอบดังนี้

1. Enter Operator Name
2. Enter Password สำหรับใส่พาสเวิร์ดของผู้ใช้งาน
3. Log out เพื่อออกจากระบบ หลังจากออกจากระบบแล้วจะไม่สามารถกดปุ่มเข้าไปดูกระบวนการได้
4. Change Password
5. ส่วนที่ระบุตัวตนของผู้ใช้งาน
6. Exit Wonderware

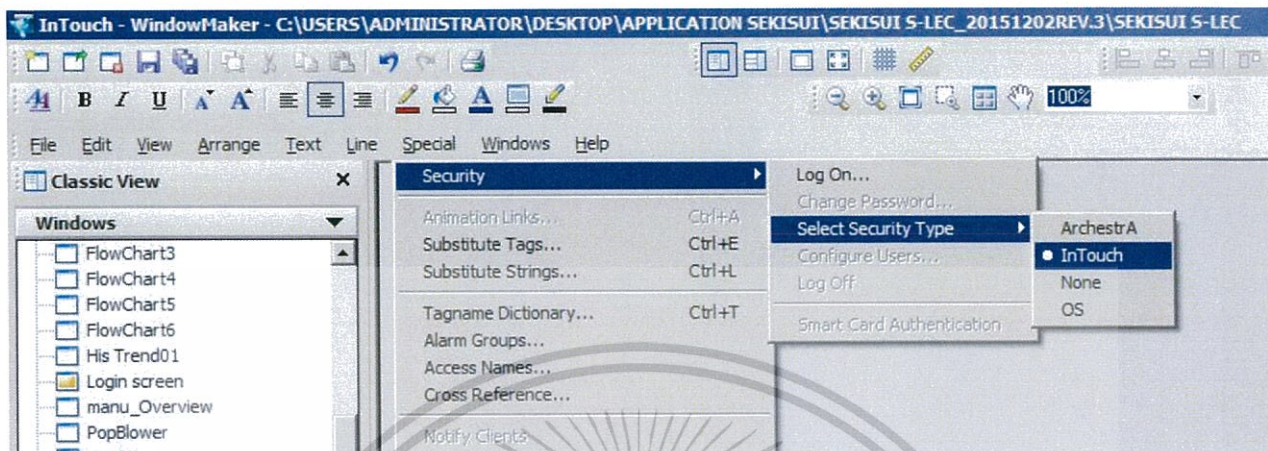


รูปที่ 3.3 กราฟิกหน้า Login

การกำหนดค่าของผู้เข้าใช้งาน

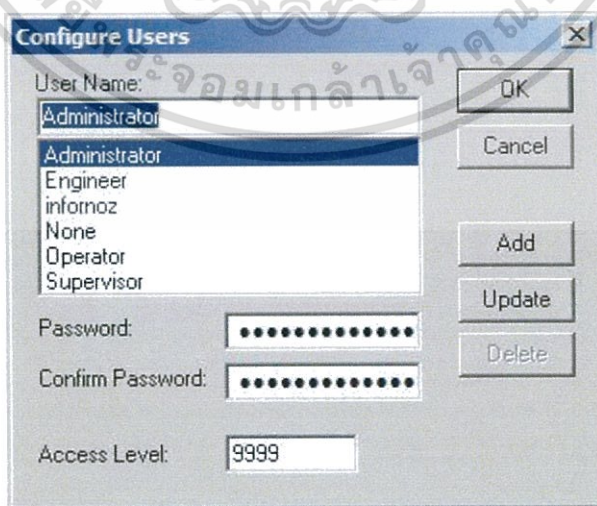
เป็นการตั้งค่าผู้ใช้งานและพาสเวิร์ดเพื่อล็อกอินเข้าใช้ระบบและกำหนด level การเข้าถึงข้อมูลของแต่ละผู้ใช้งานมีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดโปรแกรม InTouch - WindowMaker



รูปที่ 3.4 การตั้งรหัสพาสเวิร์ด

2. เข้าไปที่ Special > Security > select Security type แล้วเลือก InTouch ดังรูป 3.4
3. หลังจากนั้น Special > Security > Log on จะมีหน้าต่างให้ใส่ user และ password ปรากฏขึ้นมาให้ใส่ดังนี้ User : administrator : Password : wonderware
4. หลังจาก Log on ถูกจะสามารถเข้าตั้งค่าความปลอดภัย เปลี่ยนพาสเวิร์ดได้ แต่ก่อนจะเปลี่ยนพาสเวิร์ดให้เข้าไปที่ Special > Security > configure Users... จะมีหน้าต่างดังรูปที่ 3.5 ขึ้นมา จากนั้น ให้ทำการกำหนด User, password และ Access Level ที่ต้องการ

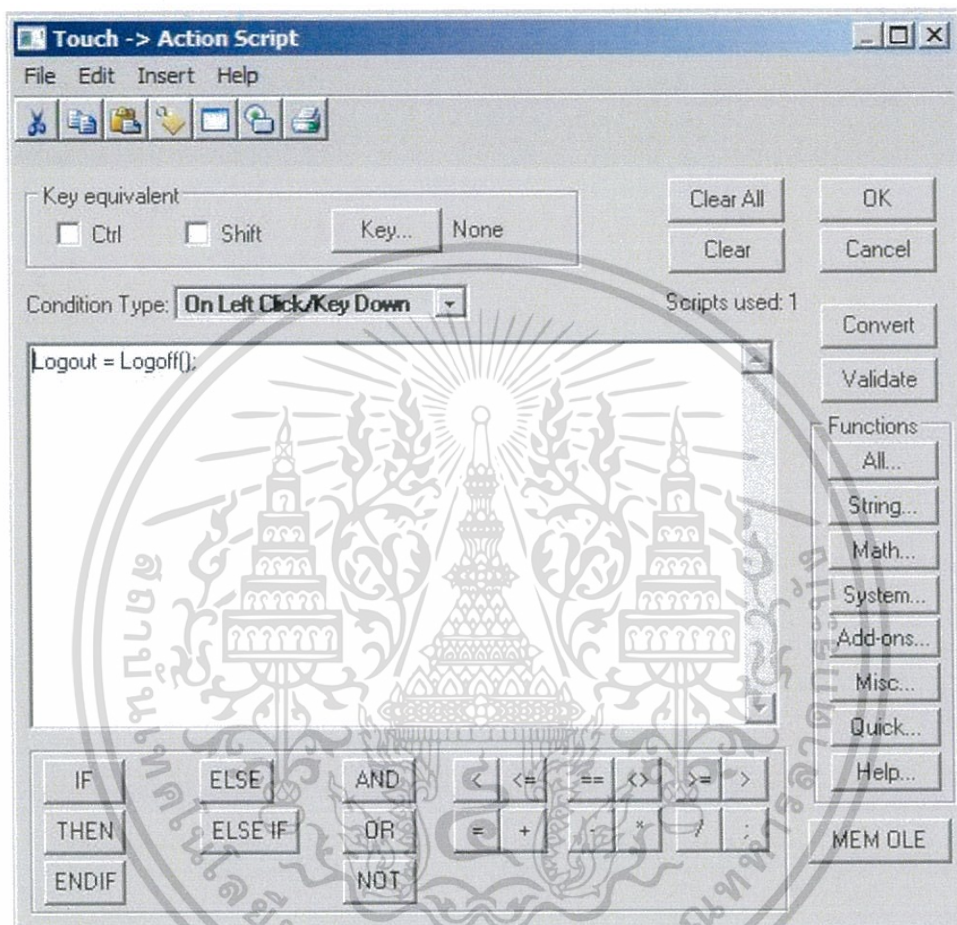


รูปที่ 3.5 Configure Users

การเขียนคำสั่งในหน้า Login

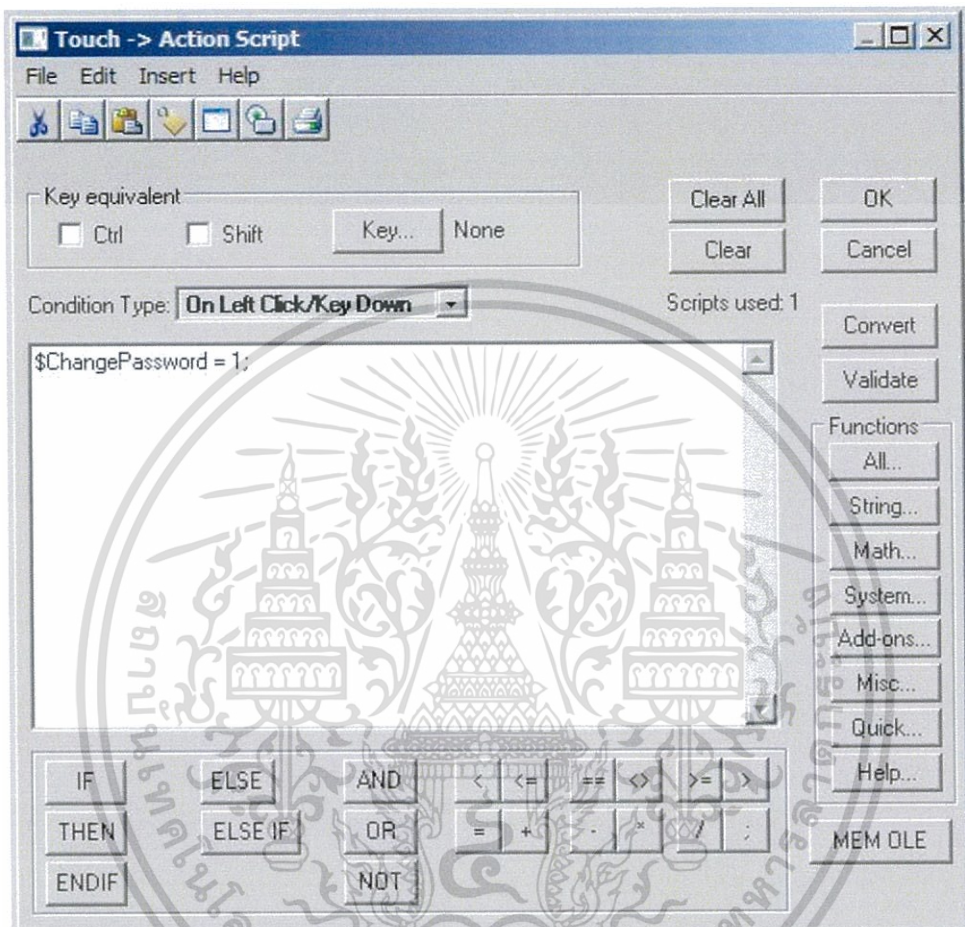
1. คำสั่ง Log out

Logout = Logoff();



รูปที่ 3.6 เงื่อนไขของการ Logout

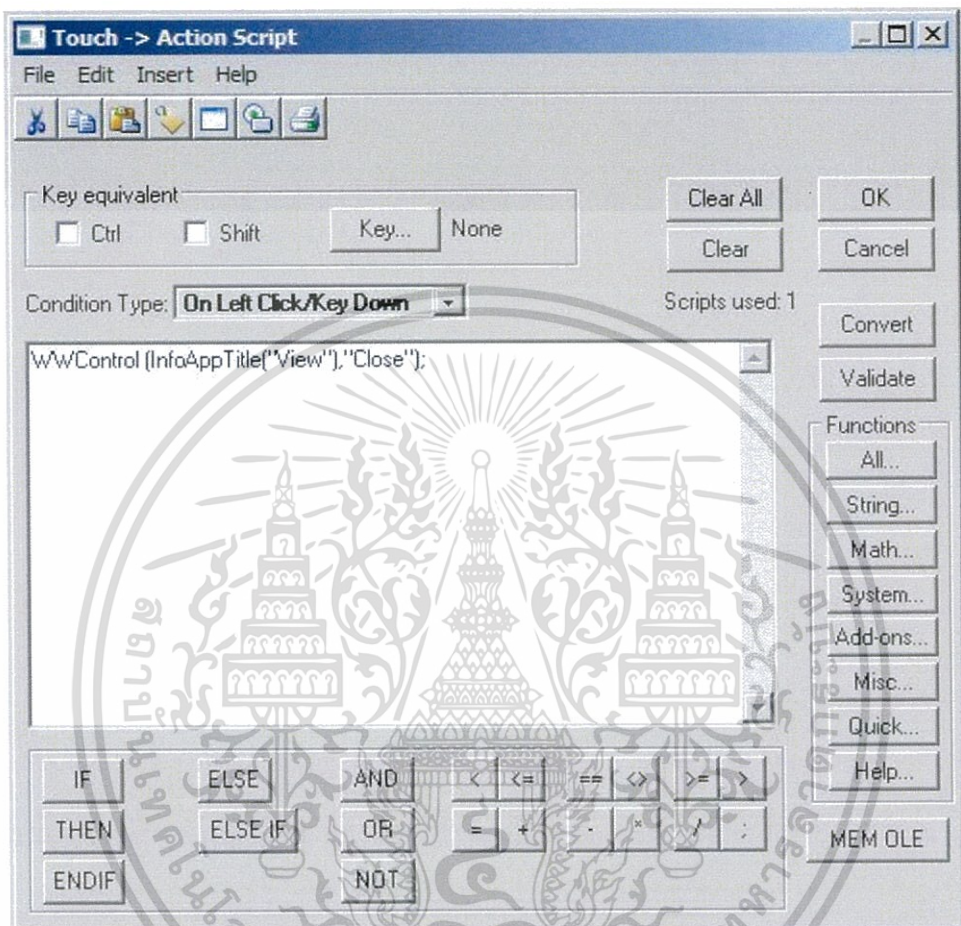
## 2. คำสั่ง Change Password

$$\$ChangePassword = 1;$$


รูปที่ 3.7 เงื่อนไขของการเปลี่ยนพาสเวิร์ด

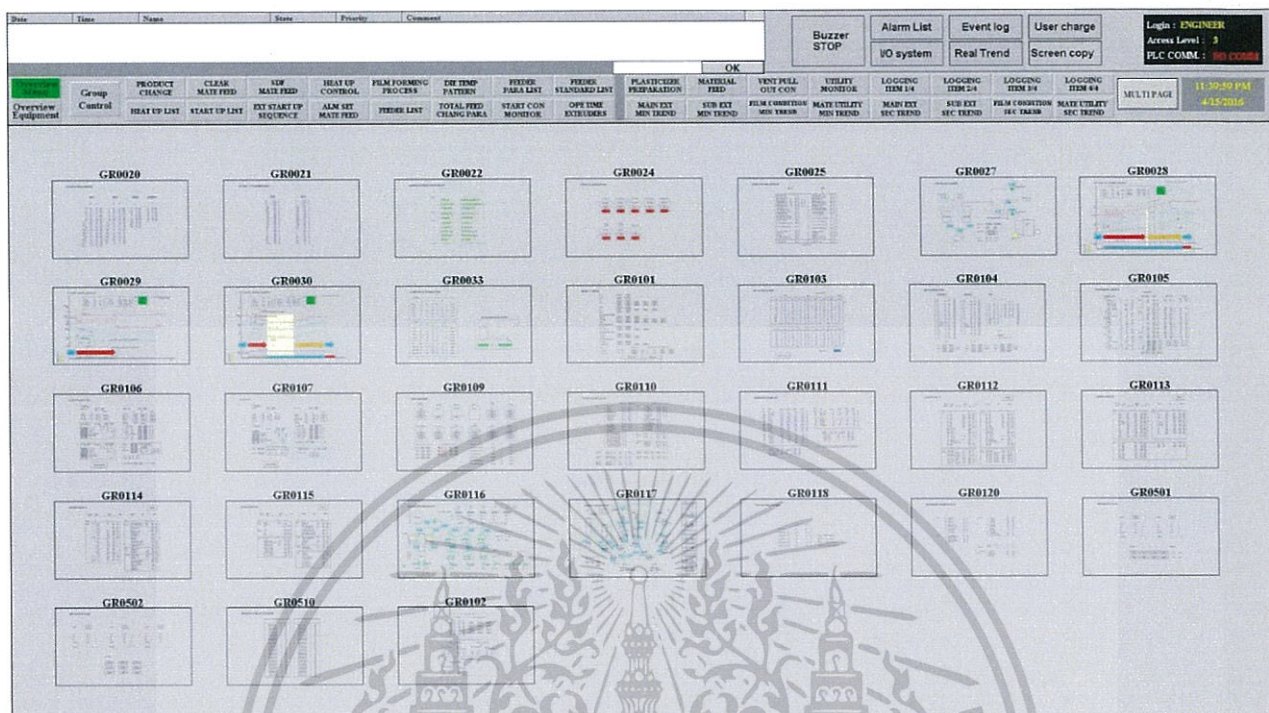
### 3 คำสั่ง Exit Wonderware

WWControl (InfoAppTitle("View"),"Close");



รูปที่ 3.8 เงื่อนไขของการปิด WindowViewer

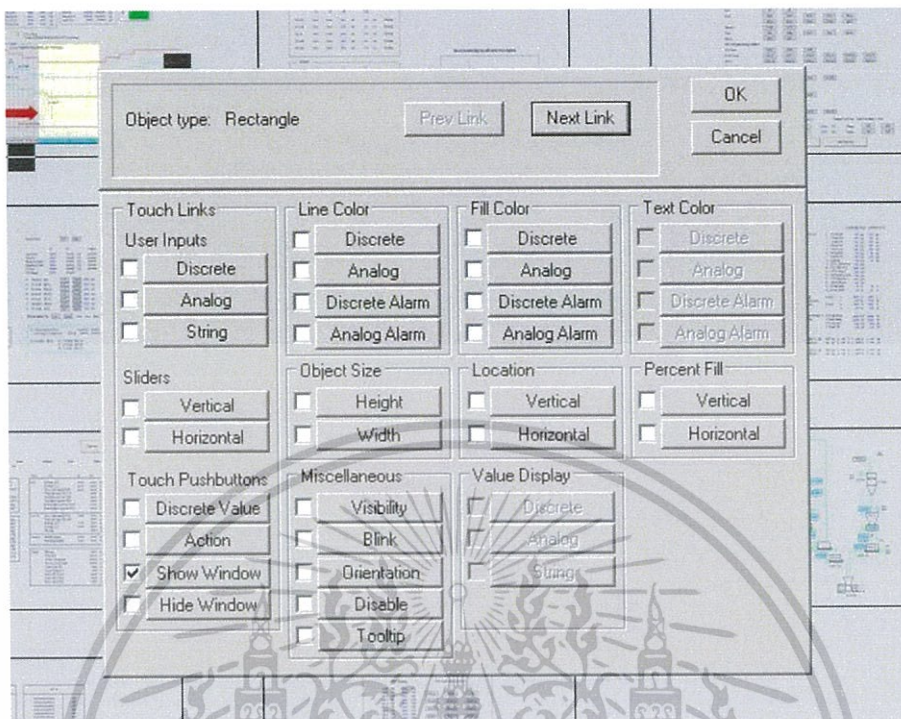
## 3.2.2 หน้า Overview Menu



รูปที่ 3.9 หน้า Overview Menu

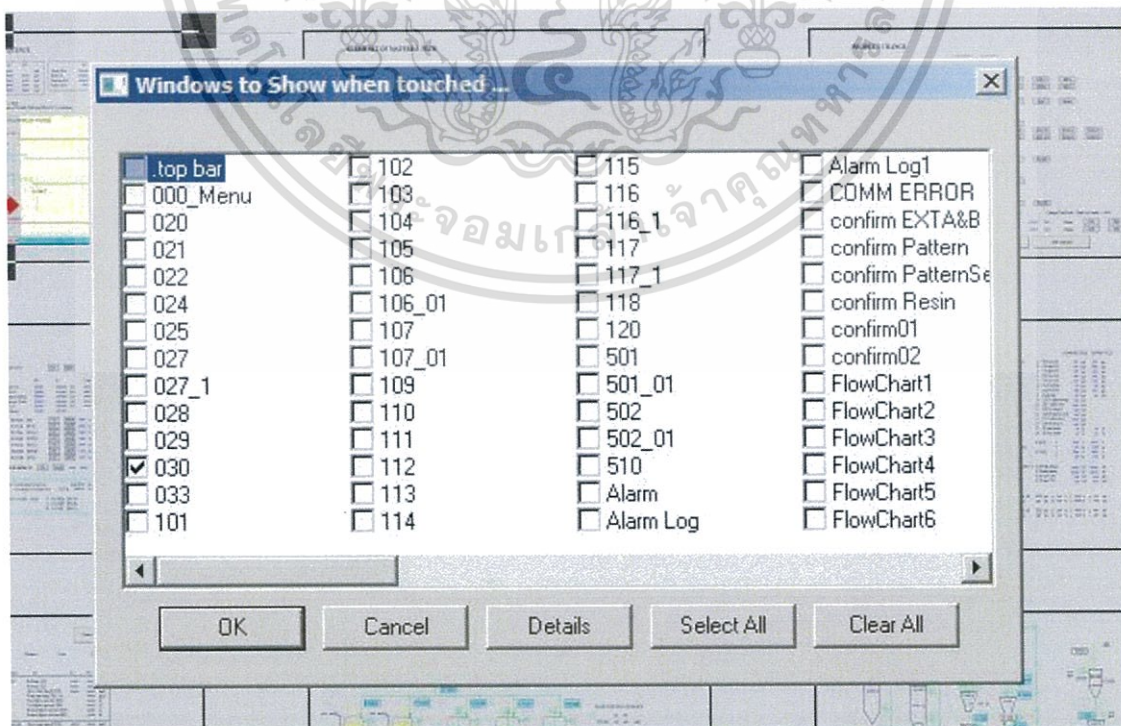
หน้านี้อจะเป็นหน้าท่รวมทุกหน้าท่มีไว้ในหน้าเดียว เพื่อท่จะได้สะดวกและรวดเร็วต่อการใช้งานการเขียนคำสั่งเพื่อไปยังหน้าต่างๆ

1. คลิกขวาที่หน้าต่างๆ เลือก Animation Links..



รูปที่ 3.10 เลือก Animation Link

2. เลือก Touch Pushbuttons > Show Window
3. เลือกหน้าต่างที่ต้องการจะลิง



รูปที่ 3.11 เลือก Window ที่ต้องการ

### 3.2.3 หน้า Overview Equipment

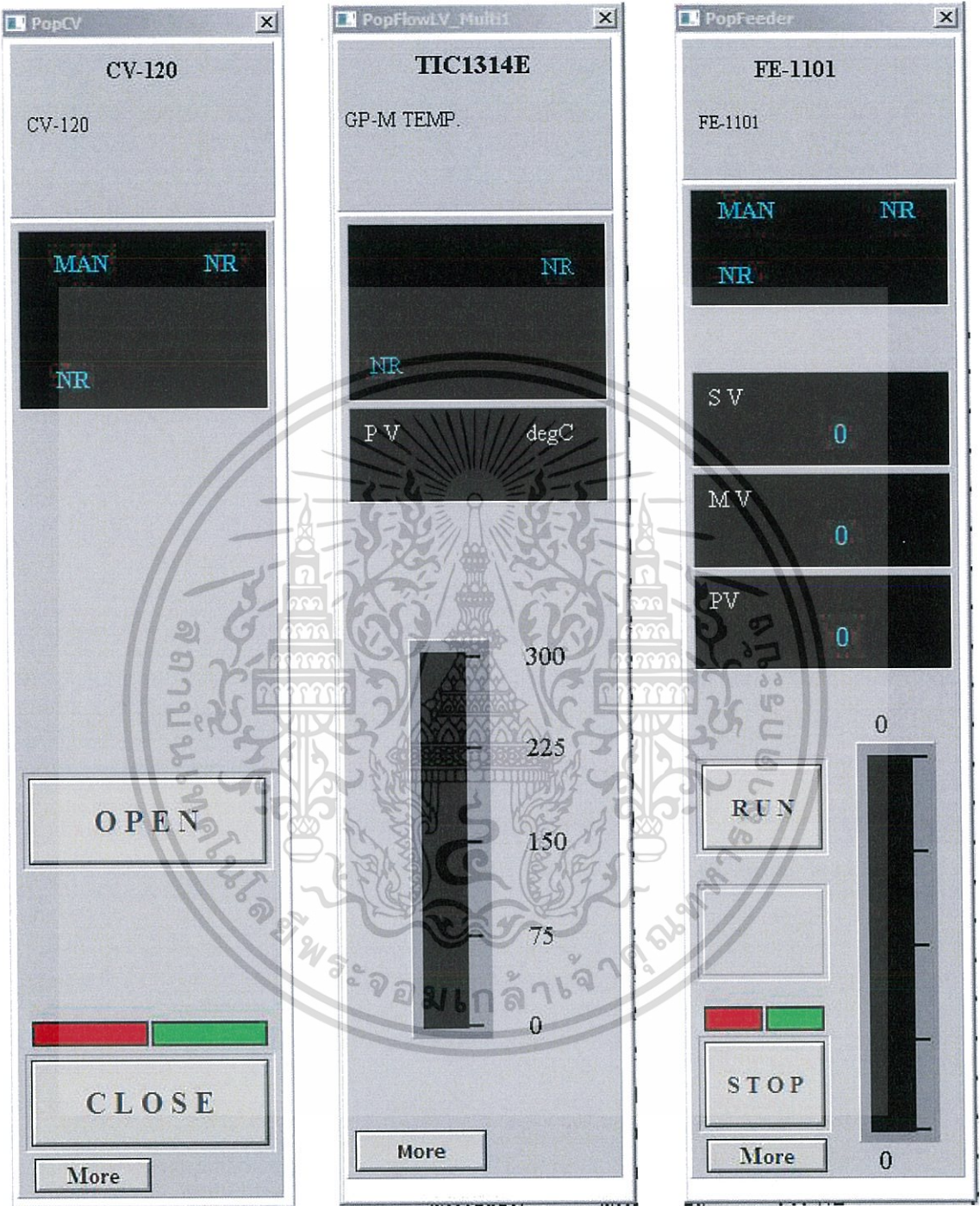
Date	Time	Name	Status	Priority	Comment	OK		Buzzer STOP	Alarm List IO system	Event log Real Trend	User charge Screen copy	Login : ENGINEER Access Level : 3 PLC COMM : NO COMM							
Overview Menu	Group	PRODUCT CHANGE	CLEAR MATE FEED	SNF MATE FEED	HEAT UP CONTROL	FEED FORMING PROCESS	FOR TEMP PATTERNS	FEEDER PARA LIST	FEEDER STANDARD LIST	PLASTICIZER PREPARATION	MATERIAL FEED	VENT PULL OUT CODE	UTILITY MONITOR	LOGGING ITEM 14	LOGGING ITEM 24	LOGGING ITEM 34	LOGGING ITEM 44	MULTI PAGE	11:40:54 PM 4/15/2016
Control	Control	HEAT UP LIST	START UP LIST	EXT START UP SEQUENCE	ALM EXT MATE FEED	FEEDER LIST	TOTAL FEED CHANG PARA	START COS MONITOR	OPF TIME EXTRUDERS	MADN EXT MIN TREND	SNR EXT MIN TREND	FEED CONDICTION MIN TREND	MATE UTILITY MIN TREND	MAIN EXT SEC TREND	SIB EXT SEC TREND	FEH CONDICTION SEC TREND	MATE UTILITY SEC TREND		
<b>Equipment Tags</b>																			
<b>VALVE</b>		<b>ANALOG INPUT</b>												<b>PUMP</b>	<b>MIXER</b>	<b>FEEDER</b>	<b>BLOWER</b>		
CV1201	CV1328	PIA1413H	LIC1121	TIC1314E	FC1301	TR1506E	TIC1345E	SI1501	TIC1337E	PI101A	R1101AM	FE1101A	SDFLOWERS						
CV1202	CV1329	MR1560T	WIC1301	TIC1315E	WIC1303	TIC1501E	TIC1346E	SI1502	TIC1338E	PI101B	R1101BM	FE1101B							
CV1203	CV1330	TIC1014E	PIC1311	TIC1316E	LIA1201I	TIC1502E	TIC1347E	PIA1501	TIC1339E	PI102A	R1102AM	FE1102A							
CV1204	CV1331	MIC1014T	FE1103B	TIC1317E	LIC1202T	TIC1503E	TIC1348E	TIC1325E	TIC1340E	PI102B	R1102BM	FE1102B							
CV1205	CV1332	TR1560E	TR1301E	TIC1318E	LIC1203T	TR1504E	TIC1349E	TIC1326E	TIC1341E	PI102C	R1102CM	FE1102C							
CV1206	CV1333	TI1012E	TIC1301E	TIC1319E	PIA1301L	TR1502E	TIC1350E	TIC1411E	TIC1342E	PI105M	R1103AM	FE1103M							
CV1207	CV1334	PIA1001	TIC1302E	TIC1320E	PIA1401L	TR1503E	TIC1351E	TIC1412E	TIC1343E	PI105M2	R1103M2	FE1103C							
CV1208	CV1335	PIA1002	TIC1303E	TIC1321E	PIC1511T	TR1504E	TIC1352E	TIC1413E	TI1301E	PI103	R1103CM	FE1103E							
CV1209	CV1336	TIC1016E	TIC1304E	TIC1322E	PIC1512T	TR1505C	TIC1353E	TIC1414E	TI1MR1E	PI113	R1102B	FE1103C							
CV1210	CV1337	MIC1016T	TIC1305E	TIC1323E	PIC1521T	TIC1512E	TI1501E	TIC1415E	TI1MR2E	PI107M	R1103B	FE1104							
CV1211	CV1338	TIC1017E	TIC1306E	TIC1324E	PIC1522T	TIC1511E	GH1501	TIC1416E	TIC1201E	PI108M	R1103C	FE1104B							
CV1212	CV1339	MIC1017T	TIC1307E	FE1102E	PIC1570T	TIC1522E	GH1502	TIC1417E		PI109M	R1103REV								
CV1213	CV1340	FE1103C	TIC1308E	PIA1402H	PIC1571T	TIC1523E	PI1501	TIC1418E		PI112M	R1103ROT								
CV1214	CV1341	FE1102A	TR1401E	PIA1412H	PIC1531T	TR1521E	PI1502	TIC1423E		PI107M									
CV1311	CV1421	FE1103	TIC1401E	FI1202T	PIC1532T	TR1577E	TI1521E	TIC1424E		PI112M									
CV1312		PIA1302H	TIC1402E	FI1203T	TI1013	TIC1575E	GH1521	TIC1419E		PI111M									
CV1313		PIA1312H	TIC1403E	FI1204T	FI1207T	TI1570K	GH1522	TIC1420E		PI107M									
CV1320		PIA1316	TIC1404E	FI1205T	FI1208T	TIC1571E	PI1521	TIC1421E		PI109M									
CV1321		FI1201T	TIC1405E	FI1401E	TI1401E	TIC1531E	PI1522	TIC1422E		PI107M									
CV1322		FI1206T	TIC1406E	FI1402E	TI1SR1E	TIC1532E	TI1531E	TIC1331H		PI107M									
CV1323		FI1301	TIC1407E	FI1411E	TI1SR2E	TIC1533E	TI1533E	TIC1352E		PI107M									
CV1324		FI1302	TIC1408E	FI1412E	TR1204B	TR1531H	PI1571	TIC1335E		PI107M									
CV1325		FI1311	TIC1311E	PIC1411T	TR1201E	TI1601E	PI1572	TIC1334E		PI107M									
CV1326		FI1312	TIC1312E	WIC1302	TIC1301E	TI1602E	PI1573	TIC1335E		PI107M									
CV1327		LI1111	TIC1313E	PI1523	TR1505E	TIC1344E	PI1574	TIC1336E		PI107M									

รูปที่ 3.12 หน้า Overview Equipment

ในหน้านี้จะรวบรวมอุปกรณ์ทั้งหมดที่มีในกระบวนการผลิตสามารถคลิกเพื่อเรียกหน้าต่างควบคุมของอุปกรณ์นั้นๆได้ มีอุปกรณ์ทั้งหมด 265 ตัว จะแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆทั้งหมด 6 กลุ่ม คือ

- VALVE
- ANALOG INPUT
- PUMP
- MIXER
- FEEDER
- BLOWER

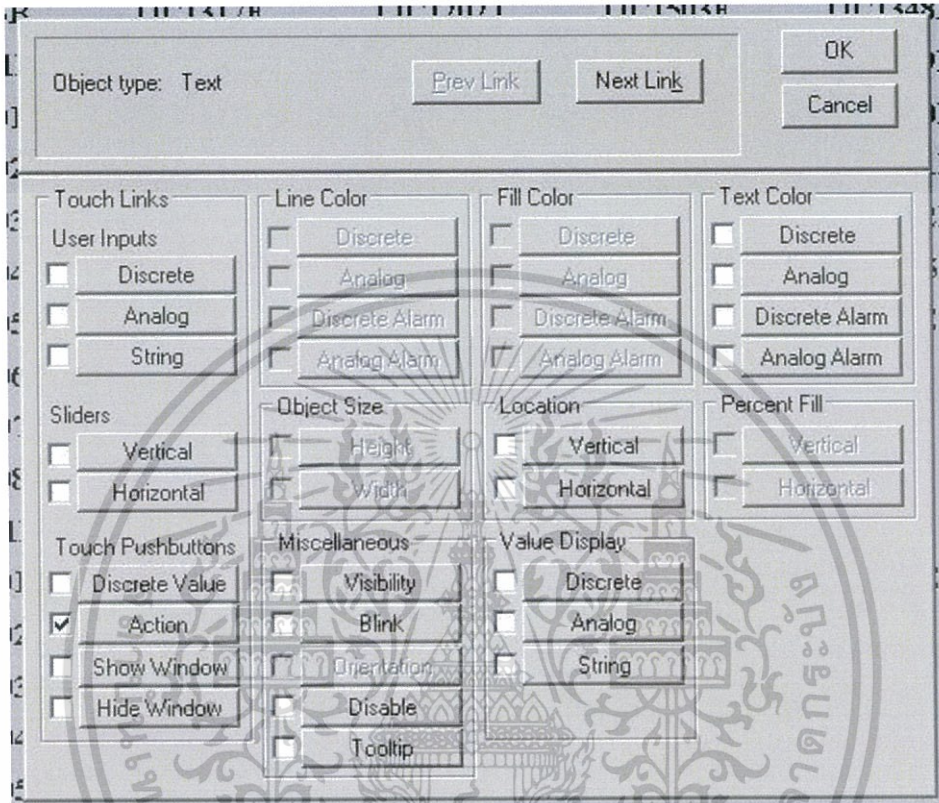
โดยที่เมื่อคลิกแล้วจะขึ้นเป็น POP-UP ของอุปกรณ์ตัวนั้นๆ เช่น



รูปที่ 3.13 ตัวอย่าง POP-UP ของอุปกรณ์

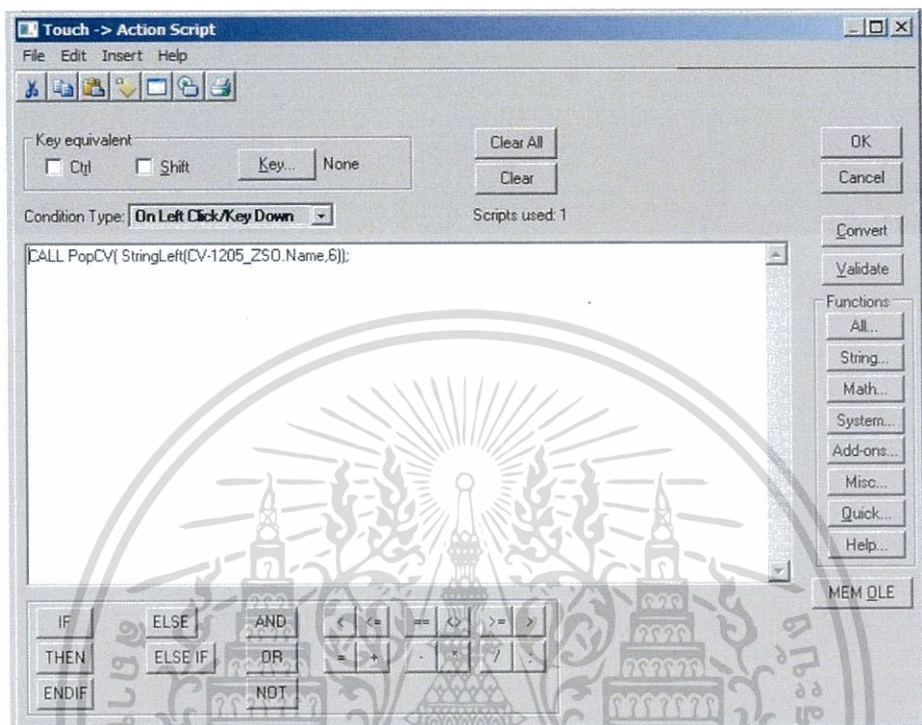
การเรียก POP-UP นี้ขึ้นมาทำได้โดย

1. คลิกขวาที่ชื่ออุปกรณ์ต่างๆเลือก Animation Links..
2. เลือก Touch Pushbuttons > Action



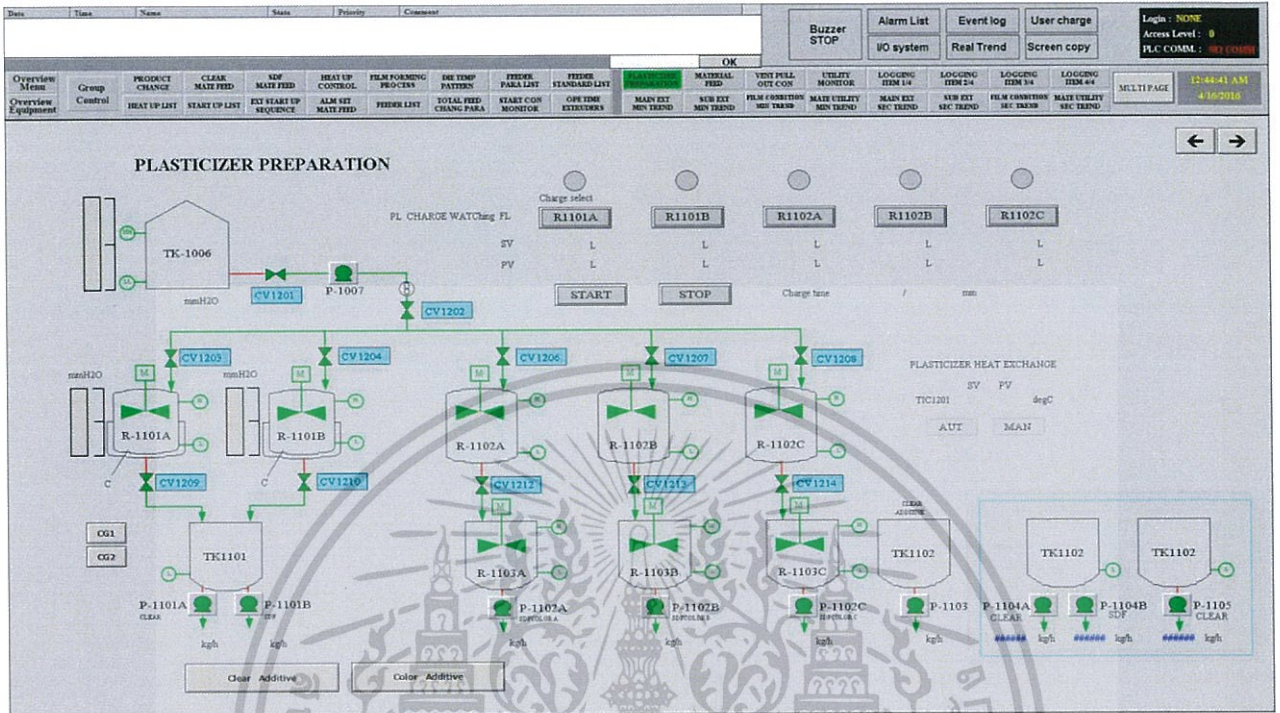
รูปที่ 3.14 เลือก Animation Link

3. ใช้คำสั่งเรียกใช้งาน Quick Functions ที่ได้สร้างไว้



รูปที่ 3.15 Call QuickFunctions PopCV




## 3.2.4 หน้า Plasticizer Preparation



รูปที่ 3.16 หน้า Plasticizer Preparation

ในหน้านี้จะใช้ควบคุมและดูค่าที่มีในขั้นตอนการผสมสารของกระบวนการผลิตสามารถคลิกที่ วาล์วหรือมอเตอร์เพื่อเรียกหน้าต่างควบคุมของอุปกรณ์นั้นๆได้และสามารถดูค่าของเครื่องมือวัดต่างๆ ได้โดยสถานะของอุปกรณ์ต่างๆจะมีด้วยกัน 3 สถานะดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 สถานะของอุปกรณ์

Color	Process Status	Blink
	Close	No
	Open	No
	Abnormal (Fault)	Yes

ระบบการทำงานของอุปกรณ์จะขึ้นสลับกันทั้งหมดใช้วิธีทำดังนี้

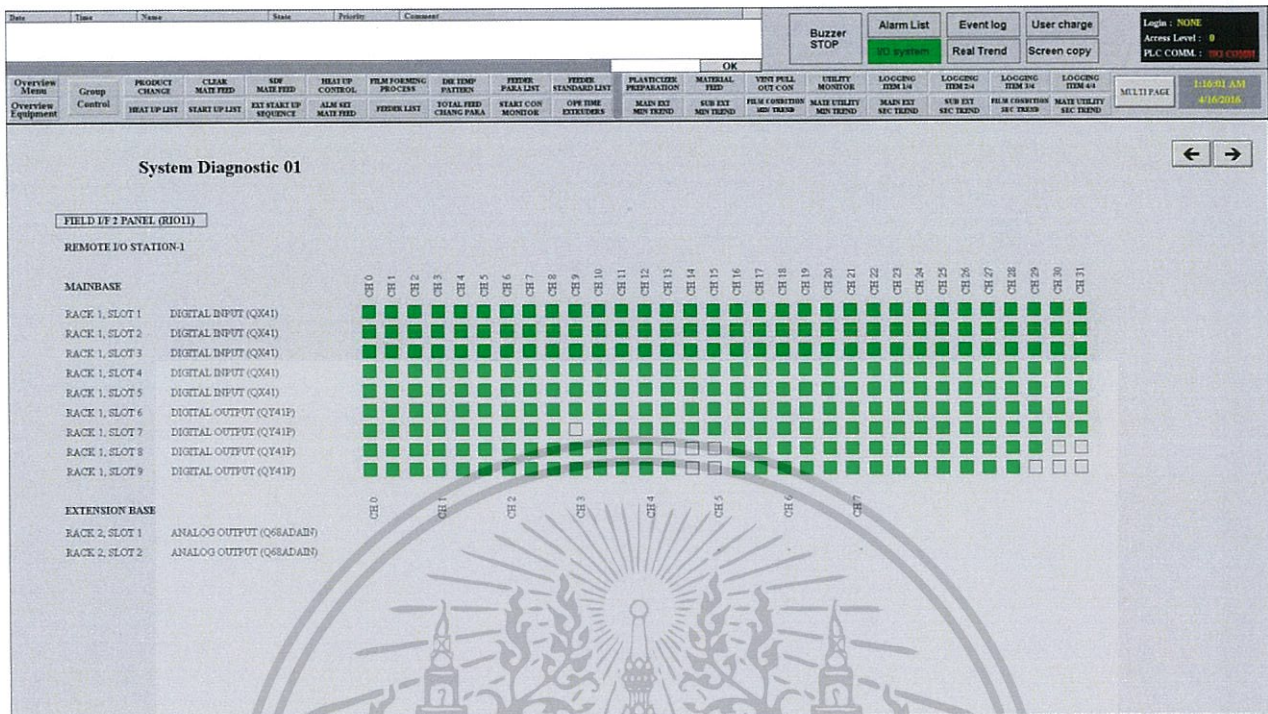
1. คลิกขวาที่อุปกรณ์ต่างๆเลือก Animation Links..
2. เลือก Miscellaneous > Visibility

รูปที่ 3.17 เลือก Animation Link

3. จากนั้นใส่เงื่อนไขที่จะทำให้เกิดขึ้นในช่อง Expression

รูปที่ 3.18 เงื่อนไขของการปรากฏขึ้น

### 3.2.5 หน้า System Diagnostics

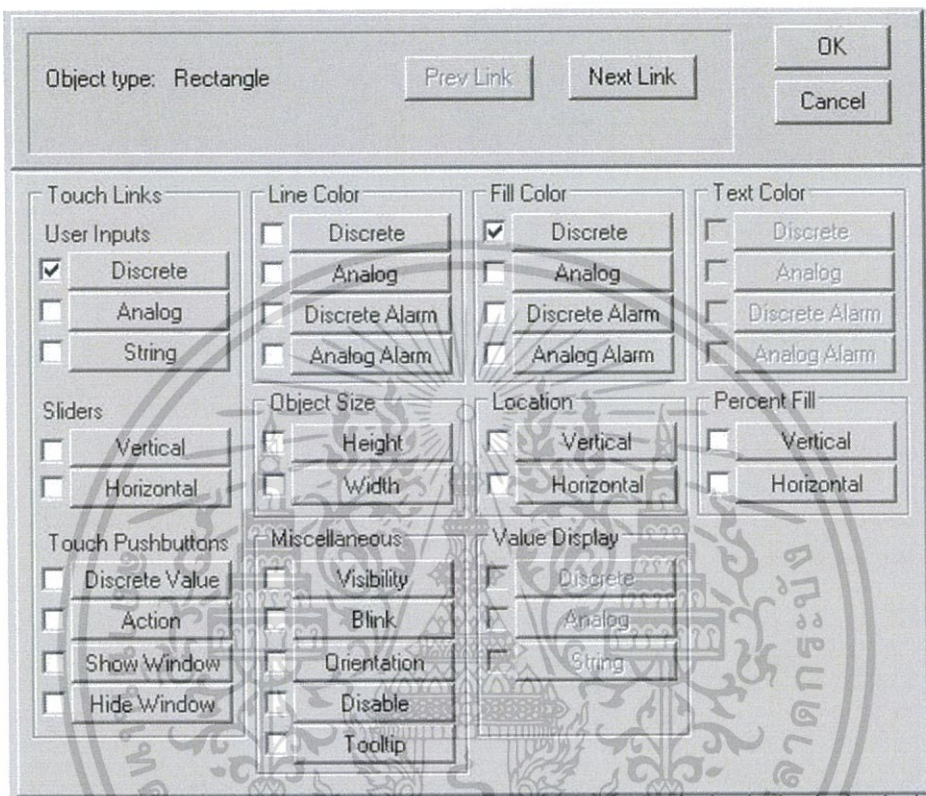


รูปที่ 3.19 หน้า System Diagnostic

ในหน้านี้จะสามารถตรวจสอบช่องของอินพุตและเอาต์พุตว่ามีปัญหาหรือไม่ ดูได้ทั้งค่าที่เป็น Digital และ Analog ของทุกการ์ด I/O ส่วนของอินพุตจะสามารถดูสถานะได้อย่างเดียวแต่ส่วนของเอาต์พุตสามารถที่จะป้อนค่าและดูสถานะได้

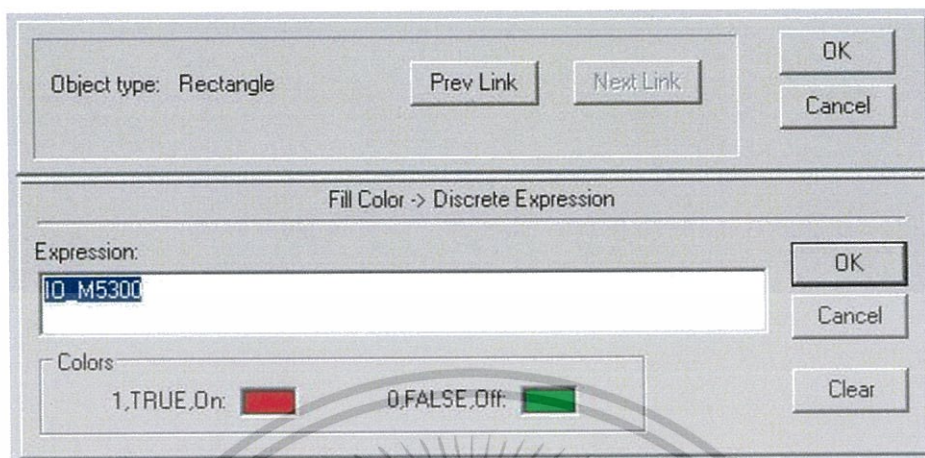
ทำได้โดยวิธีการดังนี้

1. คลิกขวาที่เฟสสถานะต่างๆเลือก Animation Links..
2. ในส่วนของ Input จะเลือกเพียง Fill Color > Discrete เพราะสามารถทำได้  
เพียงแค่ดูสถานะแต่ในส่วนของ Output จะเลือก User Inputs > Discrete  
และ Fill Color > Discrete



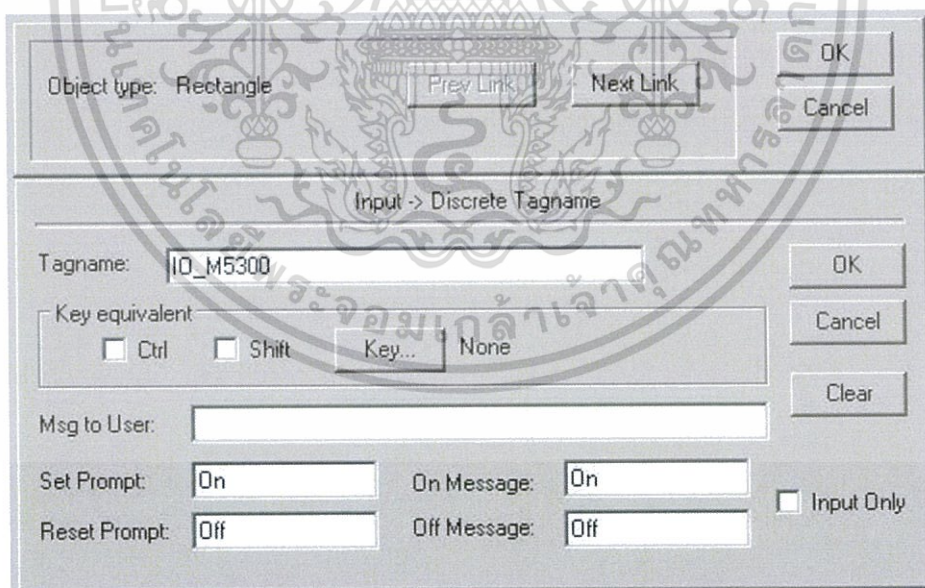
รูปที่ 3.20 เลือก Animation Link

3. ส่วน Fill Color กำหนดเงื่อนไขที่จะมีการเปลี่ยนแปลงสีเมื่อเป็นจริงในช่อง Expression



รูปที่ 3.21 เงื่อนไขของการเปลี่ยนสีสถานะ

4. ส่วน User Inputs ให้กำหนด Tagname เพื่อป้อนค่า



รูปที่ 3.22 Input -> Discrete Tagname

## 3.2.6 ฟังก์ชัน Confirm

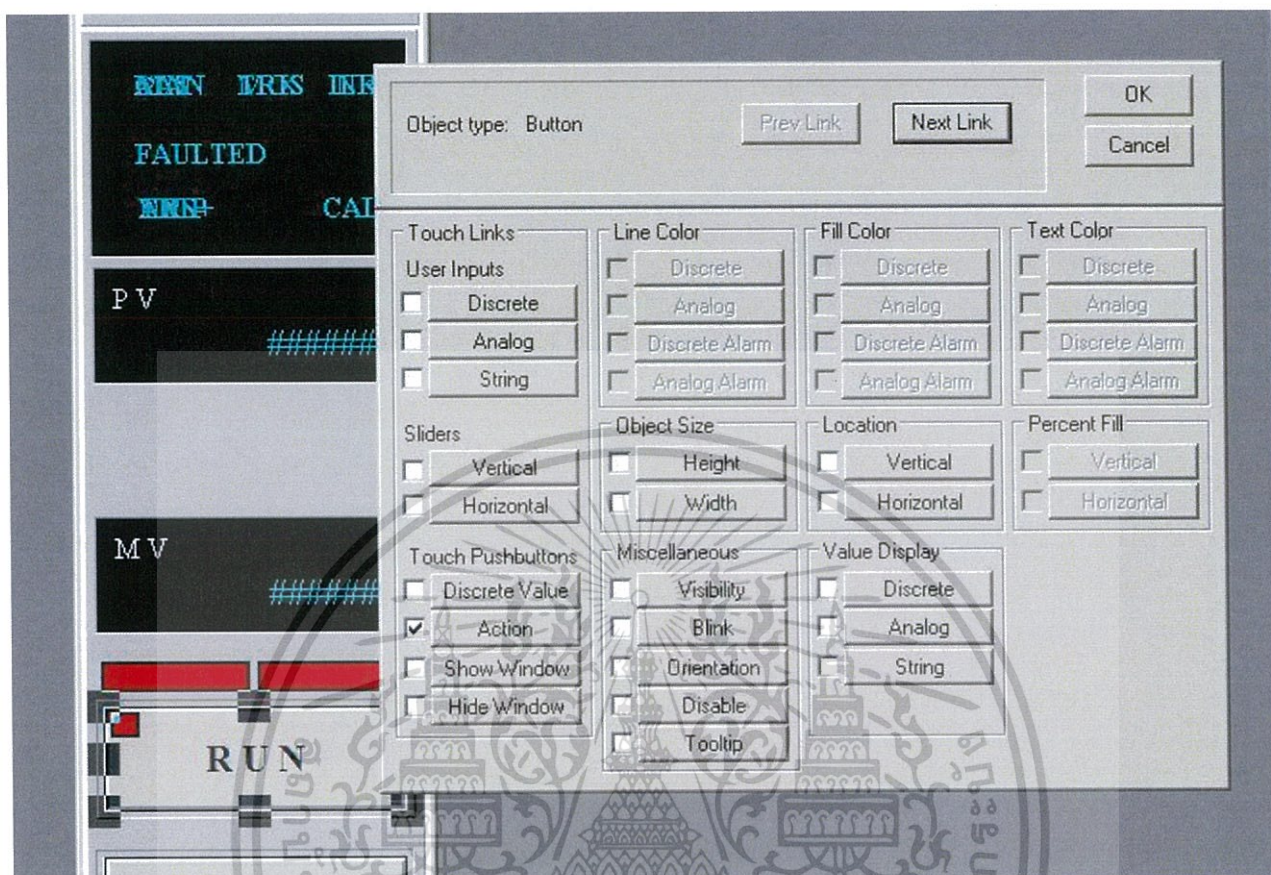


รูปที่ 3.23 POP-UP Confirm

ฟังก์ชันนี้เราทำขึ้นเพื่อป้องกันการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาด เช่น เมื่อเราต้องการจะสั่งเปิดวาล์ว เมื่อกดปุ่ม OPEN ก็จะมีหน้าต่างป๊อปอัพ เพื่อถามย้ำว่าต้องการจะเปิดวาล์วนี้หรือไม่ เป็นการป้องกันหาก Operator ส่งคำสั่งผิดพลาดก็สามารถยกเลิกคำสั่งนั้นได้  
ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

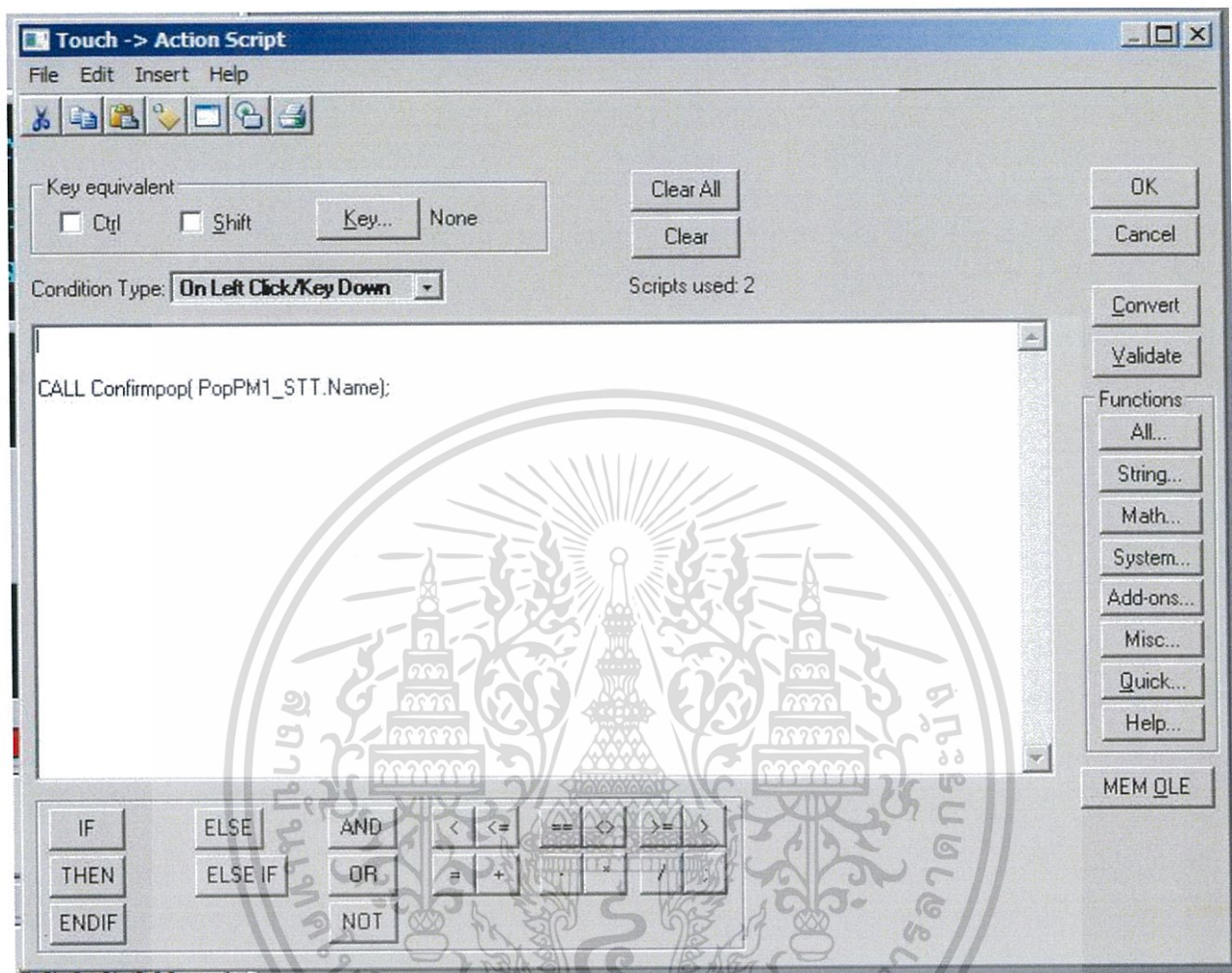
1. คลิกขวาที่อุปกรณ์ต่างๆเลือก Animation Links..

## 2. เลือก Touch Pushbuttons &gt; Action



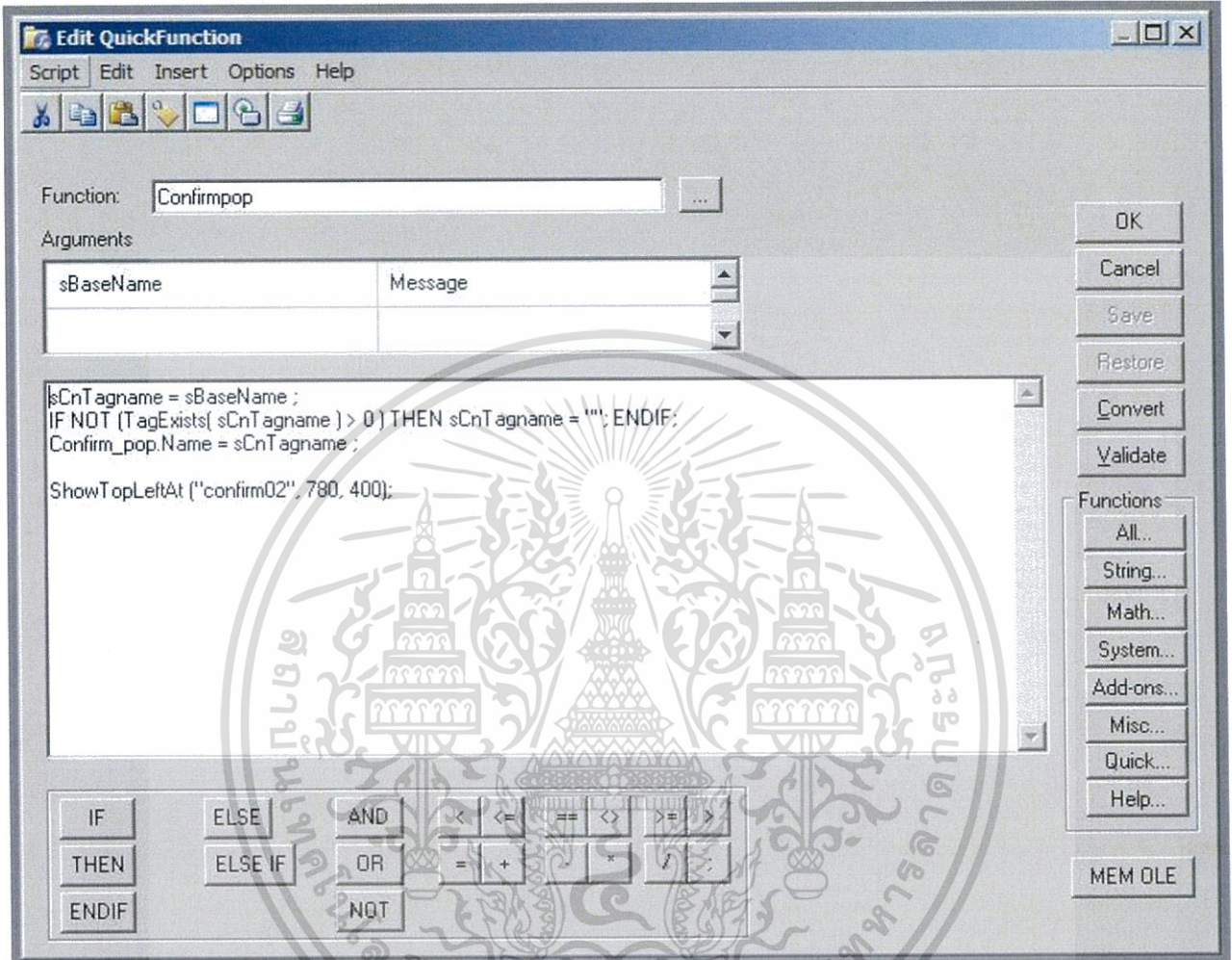
รูปที่ 3.24 เลือก Animation Link

## 3. จากนั้นให้ Call Quick Functions ที่ได้สร้างไว้



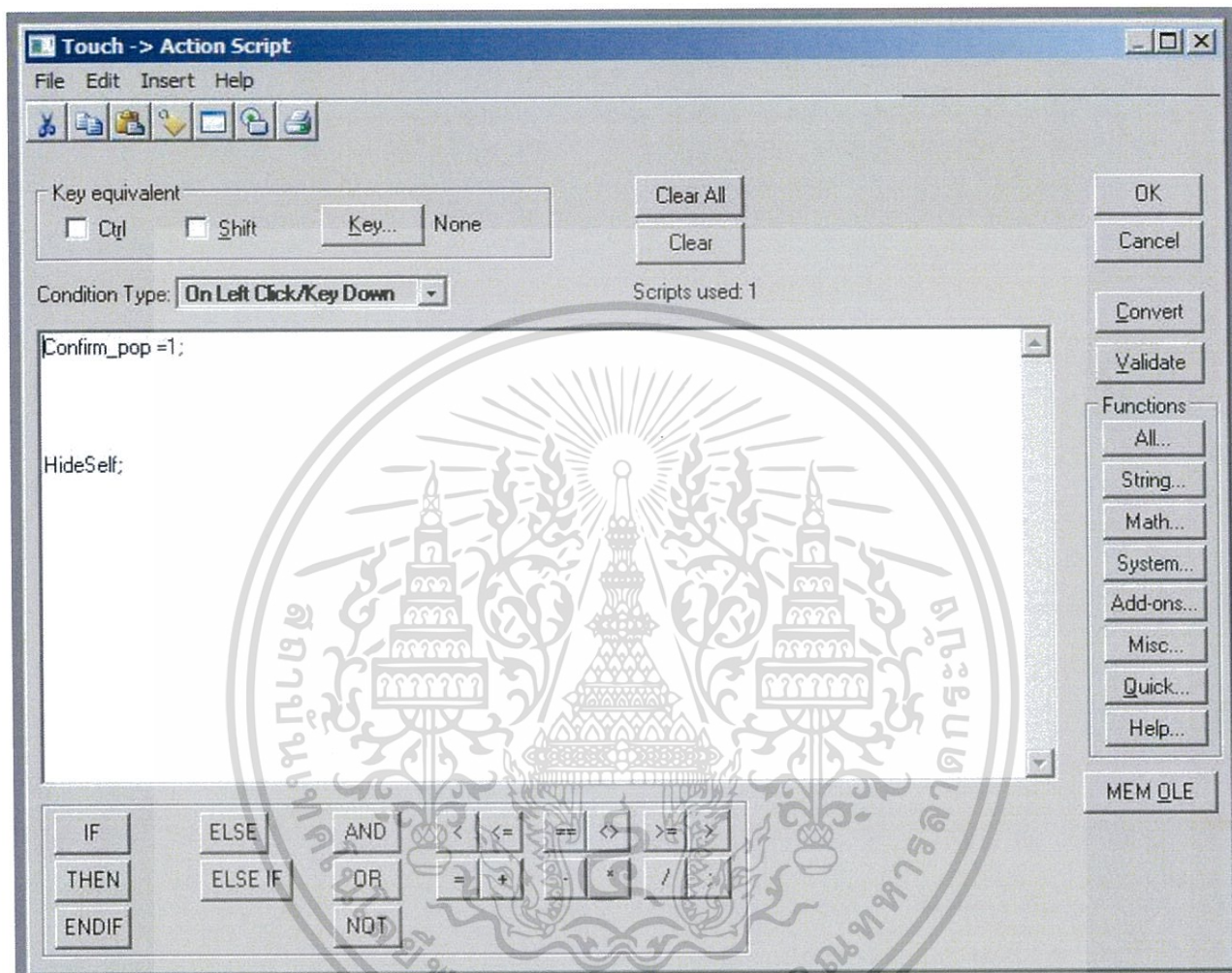
รูปที่ 3.25 Call QuickFunctions Confirmpop

4. จากนั้นสร้าง Tag “confirm\_pop” เป็นแบบ Indirect Discrete เพื่อรอรับค่า



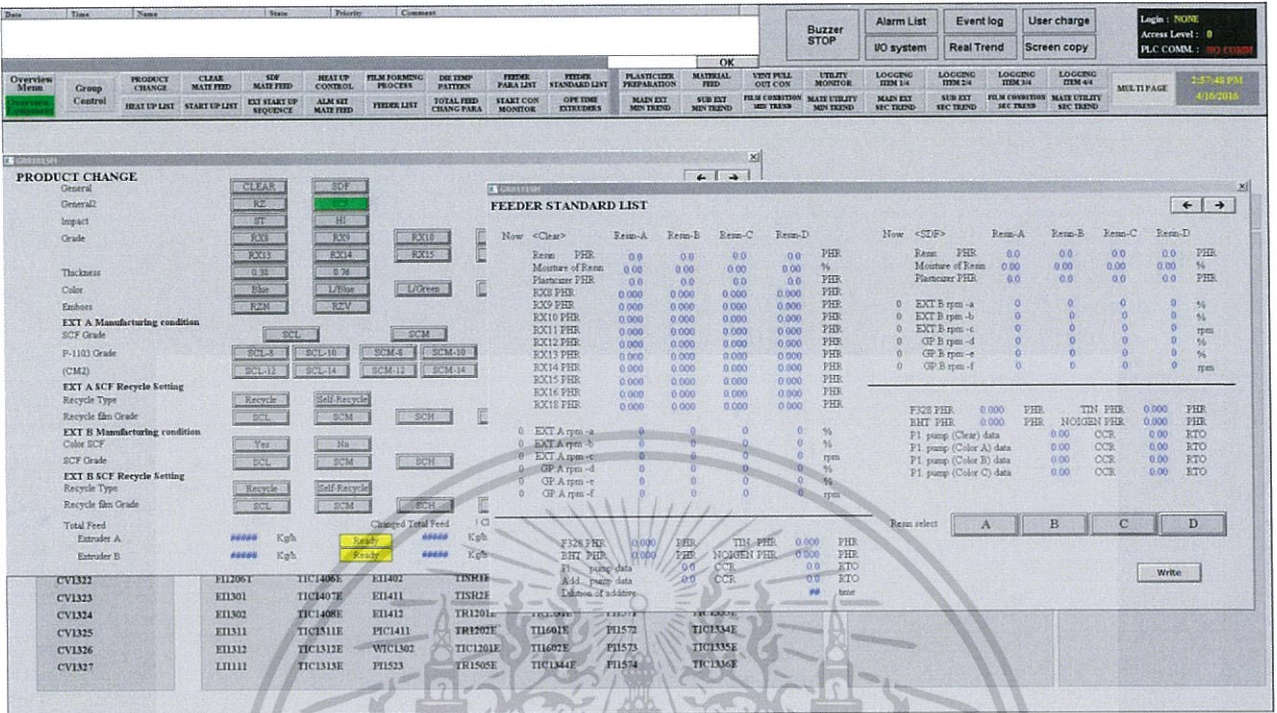
รูปที่ 3.26 QuickFunctions Confirmpop

5. ในป๊อปอัพ Confirm หากยืนยันคำสั่งจะเขียน condition ให้ Tag confirm\_pop มีค่าเท่ากับ 1 แล้วให้ปิดไป หากจะยกเลิกคำสั่ง ก็ให้ปิดหน้าป๊อปอัพนี้ไปเลย



รูปที่ 3.27 เงื่อนไขเมื่อกดยืนยัน

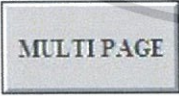
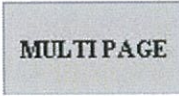
3.2.7 ฟังก์ชัน Multi Page



รูปที่ 3.28 หน้า Multi Page

ฟังก์ชันนี้เราจะสามารถเปิดได้หลายๆหน้าเพื่อที่ Operator จะสามารถดูได้หลายๆหน้าพร้อมๆกัน ปุ่มนี้จะอยู่ทางด้านบนขวา เมื่อเรากดใช้ฟังก์ชัน Multi Page ปุ่มจะยุบลงไปดังนี้

ตารางที่ 3.2 สถานะการทำงานของฟังก์ชัน

Picture	Status
	Not Use Function
	Use Function

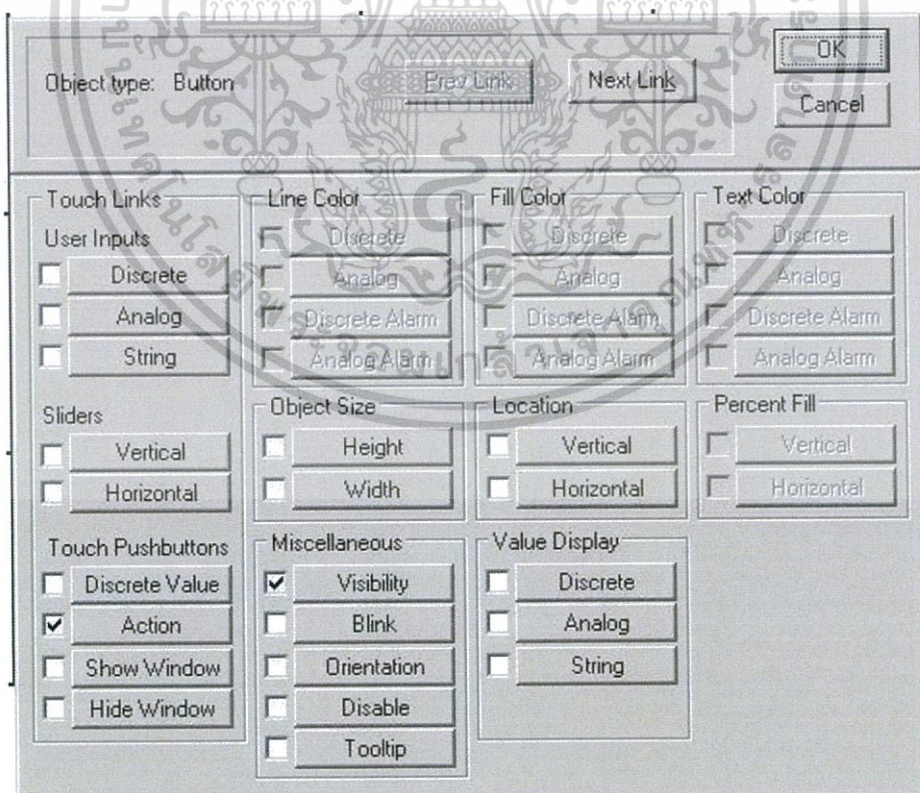
โดยวิธีการที่ทำฟังก์ชันนี้คือ

1. สร้าง Tag เป็นตัวแปรสถานะการทำงานของฟังก์ชัน



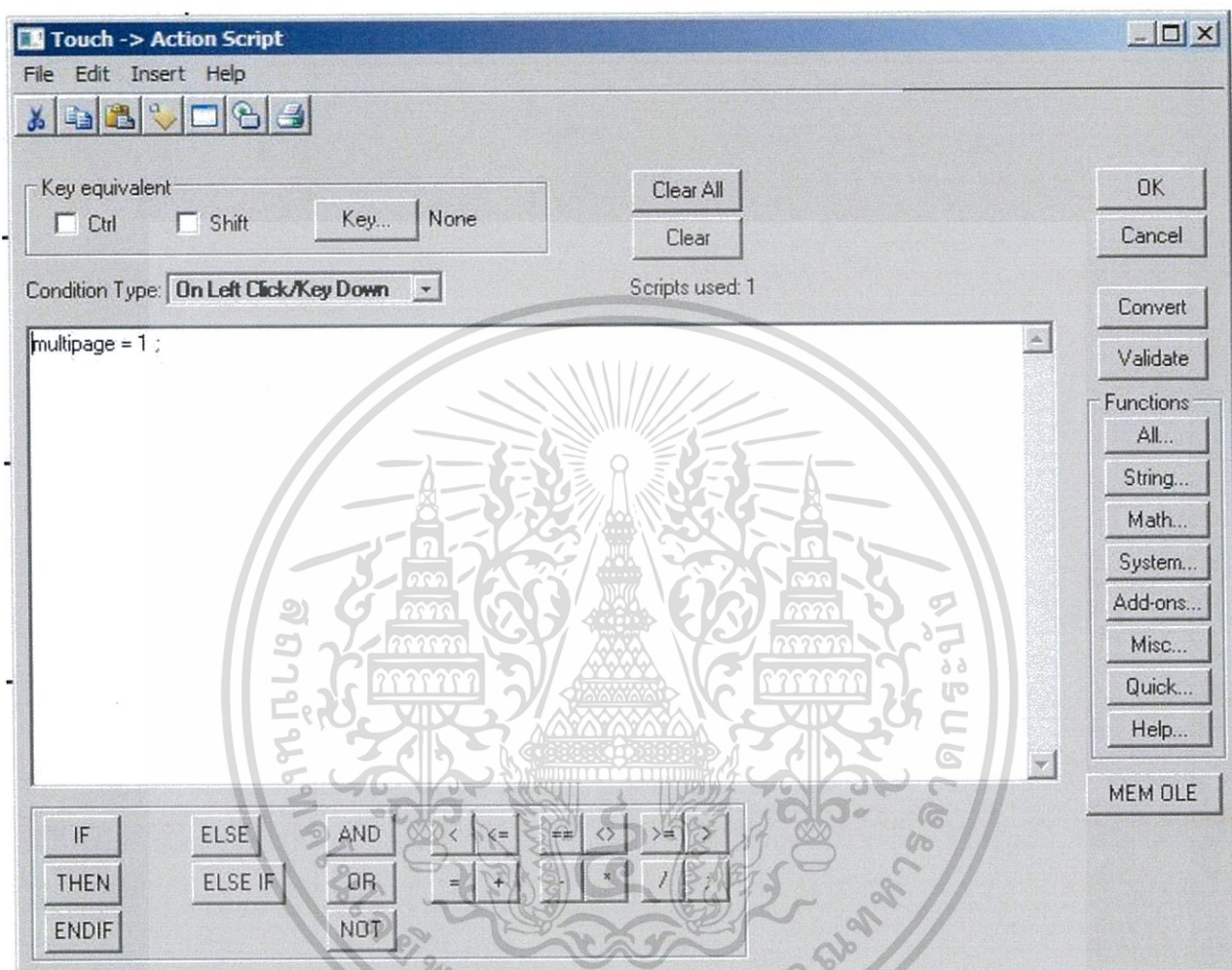
รูปที่ 3.29 การสร้าง Tag ตัวแปร

2. คลิกขวาที่ปุ่ม Multi Page เลือก Animation Links..
3. เลือก Touch Pushbuttons > Action



รูปที่ 3.30 เลือก Animation Link

4. หากกดใช้งานฟังก์ชันให้ Tag multipage = 1 และหากยกเลิกใช้ฟังก์ชันให้ Tag multipage = 0



รูปที่ 3.31 เส้นไขการทำงานของฟังก์ชัน

## 3.2.8 ฟังก์ชัน Communication Error



รูปที่ 3.32 POP-UP Communication Error

เมื่อการเชื่อมต่อหรือการสื่อสารเกิดการขัดข้อง จะมีป๊อปอัพ Communication Error ปรากฏขึ้นมา เพื่อเตือนให้ผู้ใช้งานได้ทราบและทำการแก้ไข โดยจะนำบิต PLC\_STATUS เป็นบิตบอกสถานะของการเชื่อมต่ออุปกรณ์โดยถ้าบิตมีค่าเป็น 1 คือมีการเชื่อมต่อ ถ้าค่าเป็น 0 คือไม่มีการเชื่อมต่อ

### 3.3 อินพุตและเอาต์พุต

ในการทำงานจำเป็นต้องศึกษาโปรแกรมก่อนนอกจากจะทำให้รู้ขั้นตอนการทำงานและความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ว่าแต่ละตัวมีลำดับขั้นตอนทำงานอย่างไร อีกหนึ่งความสำคัญคือ ทำให้รู้ว่าในกระบวนการทั้งหมดมีอุปกรณ์กี่ตัวและแต่ละตัวใช้บิตอินพุตเอาต์พุตหรือบิตภายในบิตไหนบ้างซึ่งส่วนนี้จะต้องรู้เพื่อนำบิตเหล่านี้มากำหนดค่าในกราฟิก จึงทำให้สามารถดึงค่าอะนาล็อกและดิจิตอลต่างๆ จากหน้าจอออกมาดูและควบคุมสั่งการผ่านหน้าจอ SCADA ได้ เนื่องจากอุปกรณ์มีจำนวนมากจึงขอยกตัวอย่างอุปกรณ์ในหน้า Plasticizer Preparation ซึ่งมีดังต่อไปนี้

- |                         |        |
|-------------------------|--------|
| - วาล์ว                 | 12 ตัว |
| - ปั๊ม                  | 10 ตัว |
| - มิกเซอร์              | 8 ตัว  |
| - อุปกรณ์วัดค่าความดัน  | 3 ตัว  |
| - อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ | 2 ตัว  |
| - อุปกรณ์วัดอัตราการไหล | 9 ตัว  |

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างขออินพุตและเอาต์พุต

ID	HMI TAG NO.	DESCRIPTION	ADDRESS
1	CV1201_ALM_EMG	CV1201 Valve Secure Interlock	M2002
2	CV1201_HSO	CV1201 HMI SOLINOID OPEN	M2008
3	CV1201_HSC	CV1201 HMI SOLINOID CLOSE	M2009
4	CV1201_SEL_AUT	CV1201 Valve Auto Remote Request	M2010
5	CV1201_SEL_MAN	CV1201 Valve Man Remote Request	M2011
6	CV1201_AUT	CV1201 Valve Auto/Man Mode Status	M2013
7	CV1201_ZSO	CV1201 Valve Open State	M2014
8	CV1201_ZSC	CV1201 Valve Close State	M2015
9	CV1201_SV	CV1201 Valve Output Command	M2016
10	CV1201_ALM_OP	CV1201 Valve Open Failure	M2020
11	CV1201_ALM_CL	CV1201 Valve Closed Failure	M2021
12	CV1201_ALM_FLT	CV1201 Valve Fault Alarm	M2022
13	CV1202_ALM_EMG	CV1202 Valve Secure Interlock	M2032
14	CV1202_HSO	CV1202 HMI SOLINOID OPEN	M2038
15	CV1202_HSC	CV1202 HMI SOLINOID CLOSE	M2039
16	CV1202_SEL_AUT	CV1202 Valve Auto Remote Request	M2040
17	CV1202_SEL_MAN	CV1202 Valve Man Remote Request	M2041
18	CV1202_AUT	CV1202 Valve Auto/Man Mode Status	M2043
19	CV1202_ZSO	CV1202 Valve Open State	M2044
20	CV1202_ZSC	CV1202 Valve Close State	M2045
21	CV1202_SV	CV1202 Valve Output Command	M2046
22	CV1202_ALM_OP	CV1202 Valve Open Failure	M2050
23	CV1202_ALM_CL	CV1202 Valve Closed Failure	M2051
24	CV1202_ALM_FLT	CV1202 Valve Fault Alarm	M2052
25	CV1203_ALM_EMG	CV1203 Valve Secure Interlock	M2062
26	CV1203_HSO	CV1203 HMI SOLINOID OPEN	M2068
27	CV1203_HSC	CV1203 HMI SOLINOID CLOSE	M2069
28	CV1203_SEL_AUT	CV1203 Valve Auto Remote Request	M2070
29	CV1203_SEL_MAN	CV1203 Valve Man Remote Request	M2071
30	CV1203_AUT	CV1203 Valve Auto/Man Mode Status	M2073
31	CV1203_ZSO	CV1203 Valve Open State	M2074
32	CV1203_ZSC	CV1203 Valve Close State	M2075
33	CV1203_SV	CV1203 Valve Output Command	M2076
34	CV1203_ALM_OP	CV1203 Valve Open Failure	M2080
35	CV1203_ALM_CL	CV1203 Valve Closed Failure	M2081
36	CV1203_ALM_FLT	CV1203 Valve Fault Alarm	M2082

เมื่อได้ค่าที่ต้องการจะนำค่าทั้งหมดนี้ไปใช้กำหนดแท็กให้กับกราฟิกเพื่อให้สามารถแสดงค่า  
และควบคุมกระบวนการได้

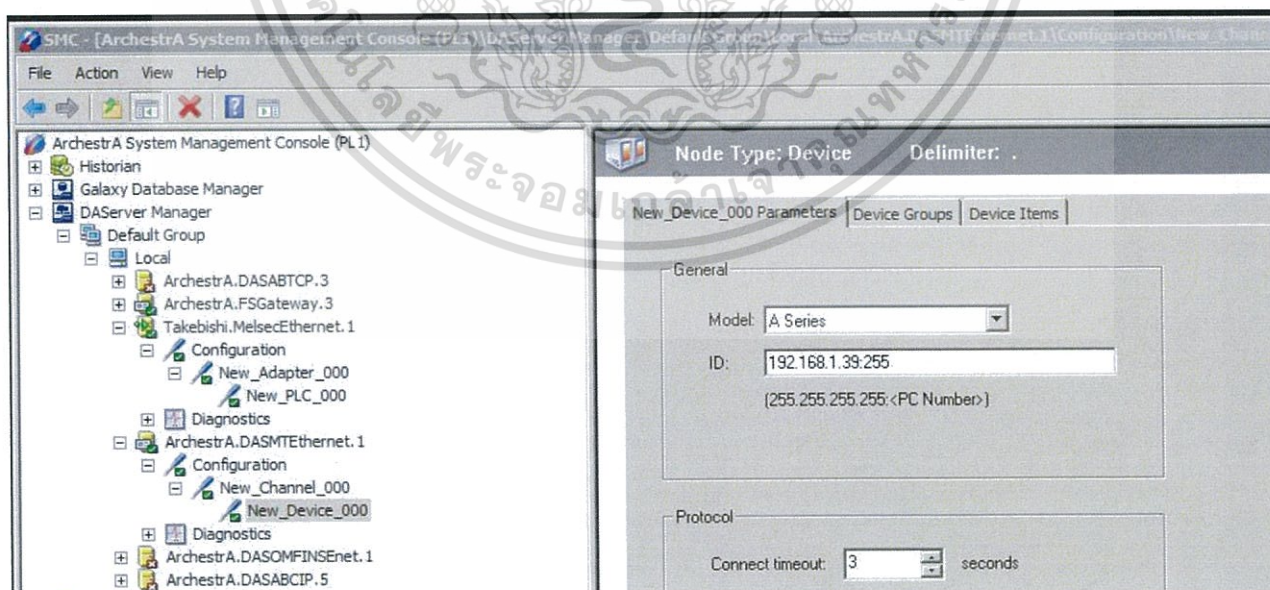
### 3.4 การติดต่อสื่อสารด้วย DASEver Manager ในโปรแกรม SMC (System Management Console)

การที่จะให้ระบบต่างๆสามารถสื่อสารกันได้นั้นจำเป็นต้องมีตัวกลางในการสื่อสารซึ่งในการติดต่อสื่อสารระหว่างพีแอลซีและโปรแกรม Wonderware InTouch นั้นจะใช้โปรแกรม SMC (System Management Console) เป็นตัวกลาง และเข้าถึง items ผ่าน DASEver Manager

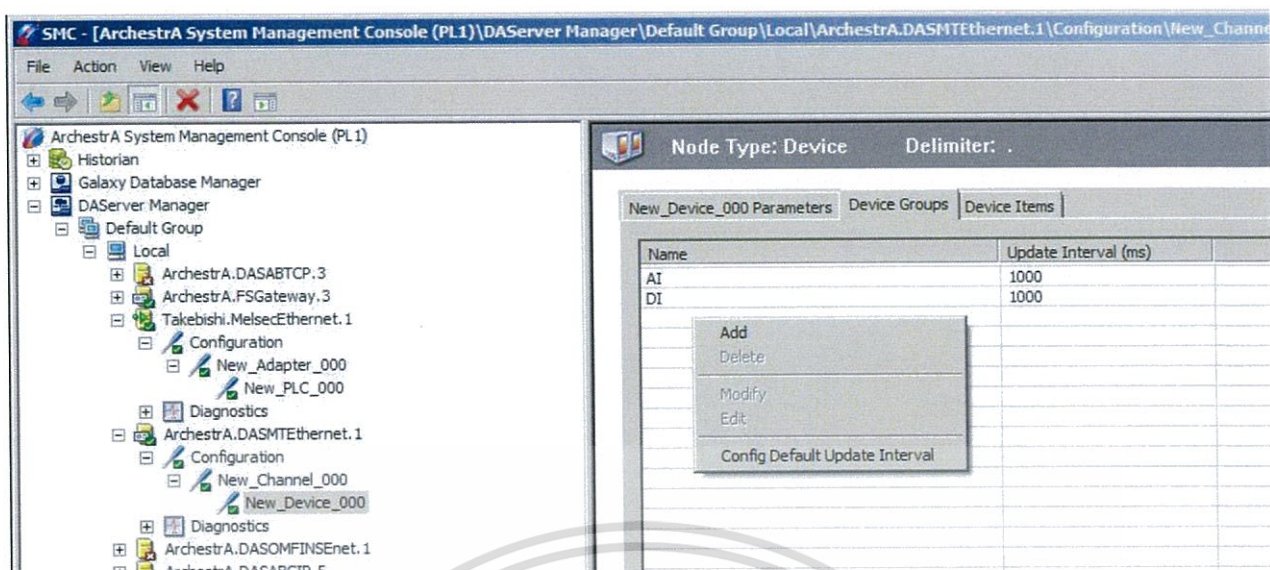
DASEver Manager เป็นส่วนหนึ่งของระบบการจัดการ ArchestrA™ Console (SMC) ซึ่งจะช่วยในการกำหนดค่า การวินิจฉัยข้อมูล การเปิดใช้งานหรือการปิดใช้งานของ DASEver ภายในหรือ DASEver ระยะไกลได้ ซึ่งตั้งอยู่บนโหนดที่แตกต่างจาก DASEver Manager

#### 3.4.1 การตั้งค่า DASEver Manager ในโปรแกรมSMC

1. เปิดโปรแกรม SMC (System Management Console) ขึ้นมา คลิกที่ DASEver Manager > Default Group และ Local จากนั้นให้คลิกเลือก ArchestrA. DASEthernet. 1 คลิกขวาที่ Configuration เลือก Add PORT\_TCPIP object
2. จะมี object ใหม่แสดงขึ้นมาให้เปลี่ยนชื่อ New\_PORT\_TCPIP\_000 เป็น SLC500 จากนั้นคลิกขวาเลือก Add SLC500\_TCPIP Object เนื่องจากพีแอลซีที่ใช้คือ SLC500
3. เปลี่ยนชื่อ object ที่สร้างขึ้นมา เปลี่ยนNew\_SLC500\_TCPIP\_000 Parameters เป็นคือ PTTKN
4. ในช่อง Host name ให้ใส่ IP Address ของพีแอลซี คือ 192.168.1.39 ดังรูปที่ 3.24
5. จากนั้นคลิกแถบ Device Groups เพื่อเพิ่ม device group เข้ามา โดยชื่อที่ใช้ห้ามซ้ำ



รูปที่ 3.33 การตั้งค่า DASEver Manager



รูปที่ 3.34 วิธีการ Add device Group

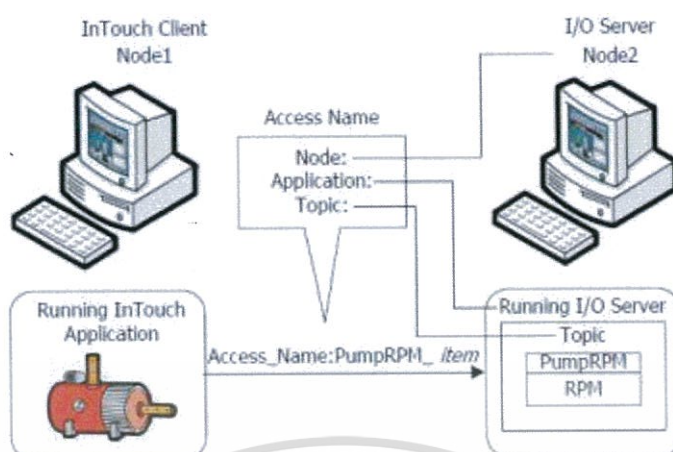
### 3.5 การเข้าถึงอินพุตและเอาต์พุตด้วย Access Name

การเชื่อมต่อ PLC กับโปรแกรม Wonderware InTouch จะต้องเปลี่ยนชนิดของ Tagname ให้สามารถรับอินพุตจากพีแอลซีได้และต้องมีการทำ Access Name เพื่อเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่าง PLC และโปรแกรม Wonderware InTouch ซึ่งจะประกอบไปด้วย node name, application name และ topic name เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลระยะไกลได้

node name คือชื่อโหนดของคอมพิวเตอร์ที่ทำการรัน I/O โปรแกรมเซิร์ฟเวอร์

application name คือ ชื่อโปรแกรมของ DAServer ที่จะเข้าถึงข้อมูลอุปกรณ์ในกรณีการส่งข้อมูลผ่าน DDE / SuiteLink ชื่อของ application name คือ DASMTEthernet ใช้กับค่าที่เป็น Discrete และ DASMelsecEthernet ใช้กับค่าที่เป็น Analog

topic name คือชื่อที่ถูกตั้งค่าใน DAServer ใช้ในการสื่อสารกับอุปกรณ์



รูปที่ 3.35 Data Access with I/O

### 3.5.1 การสร้าง Access Name

1. เปิดโปรแกรม Wonderware InTouch 2014 R2 ไปที่ Special > Access Name... จะมีกล่อง Access Name ปรากฏขึ้น



รูปที่ 3.36 หน้าต่าง Access Name

2. คลิก Add... จะมีหน้าต่างปรากฏขึ้นมาดังรูปที่ 3.26

รูปที่ 3.37 การตั้งค่า Access Name

InTouch จะใช้ the Microsoft Dynamic Data Exchange (DDE), Fast DDE, Net DDE และ Wonderware SuiteLink protocols ในการสื่อสารกับโปรแกรมอื่นๆซึ่งในการสื่อสารในกระบวนการผลิตฟิล์มกระจกรถยนต์จะส่งผ่านข้อมูลโดยใช้ TCP/IP protocol จึงเลือกใช้ Wonderware SuiteLink

Wonderware SuiteLink จะอยู่บนพื้นฐาน TCP/IP protocol และถูกออกแบบมาให้สามารถใช้ภายใต้สถานการณ์ได้อย่างดีเยี่ยมเช่นการรักษาความปลอดภัยทางข้อมูลง่ายต่อการวิเคราะห์ความผิดพลาด มีความเร็วสูง และยังสนับสนุน Windows NT และ Windows 2000

3. คลิก OK ในหน้าต่างจะแสดง Access Name ทั้งหมดไว้ ซึ่งสามารถเลือกออกมาใช้งาน

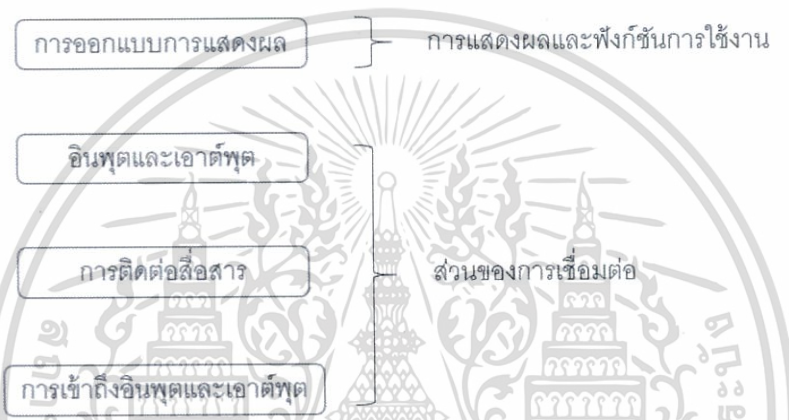
รูปที่ 3.38 List of Access Name

## บทที่ 4

# ผลการทดสอบระบบที่นำเสนอ

### 4.1 กล่าวนำ

จากวัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงการฉบับนี้สามารถสรุปผลของการดำเนินงานของส่วนแสดงผลการทำงานของกระบวนการผลิตสารฟิล์มเคลือบกระจกรถยนต์โดยจะแบ่งเป็นส่วนของการเชื่อมต่อ การแสดงผลและฟังก์ชันการใช้งาน ได้ดังนี้



รูปที่ 4.1 การแบ่งหัวข้อส่วนการทดสอบ

### 4.2 ทดสอบส่วนของการเชื่อมต่อ

4.2.1 ทำการทดสอบการเชื่อมต่อของ PLC กับโปรแกรม Wonderware InTouch โดยผ่านโปรแกรม SMC ให้ทำการรันโปรแกรม WindowViewer ขึ้นมา และเพื่อให้ WindowViewer สามารถนำค่าจาก PLC มาใช้ได้

จึงต้องทำการรัน SMC ด้วยดังนี้

1. เปิดโปรแกรม SMC จากนั้นกด Active Sever เพื่อให้ DASEthernet.1 ทำงาน
2. ทำการตรวจสอบ I/O ทุกตัวว่ามีปัญหาหรือไม่ โดยขยาย Achestra.

DASEthernet.1 ออกมาจะเจอ Diagnostics ให้ขยายออกจะเจอ Device Groups ซึ่งจะมี Group ที่ตั้งขึ้นมาสำหรับเก็บ I/O หากไฟตรง Group ขึ้นเป็นสีเขียว แสดงว่าสามารถเชื่อมต่อได้ปกติ การเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์ ดังรูปที่ 4.1 แต่ถ้าเป็นสีแดงหรือสีเหลืองแสดงว่า SMC ไม่สามารถเชื่อมต่อ ไปยัง Wonderware InTouch ดังรูปที่ 4.2

สามารถดูส่วนของอินพุตและเอาต์พุต การติดต่อสื่อสาร ได้ในช่อง Name และการเข้าถึงอินพุตและเอาต์พุตที่ช่อง Value ของโปรแกรม SMC

Name	R/W Status	Value	Time	Qual...	MsgID	Location
D1081.14	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D982.13	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D982.12	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D982.11	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.9	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D982.10	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.8	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.7	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.9	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.6	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.8	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.5	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D982.14	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.4	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.3	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.2	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.1	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.0	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.1	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
M5552	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.0	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
M5551	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.3	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
M5550	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.2	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D994.10	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.5	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D994.11	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D994.4	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D994.12	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
M5555	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.7	R/W	FALSE	16:41:00	0000		New_Channel_000.New_Device_000

รูปที่ 4.2 Device Group เป็นสีเขียวสามารถเชื่อมต่อได้

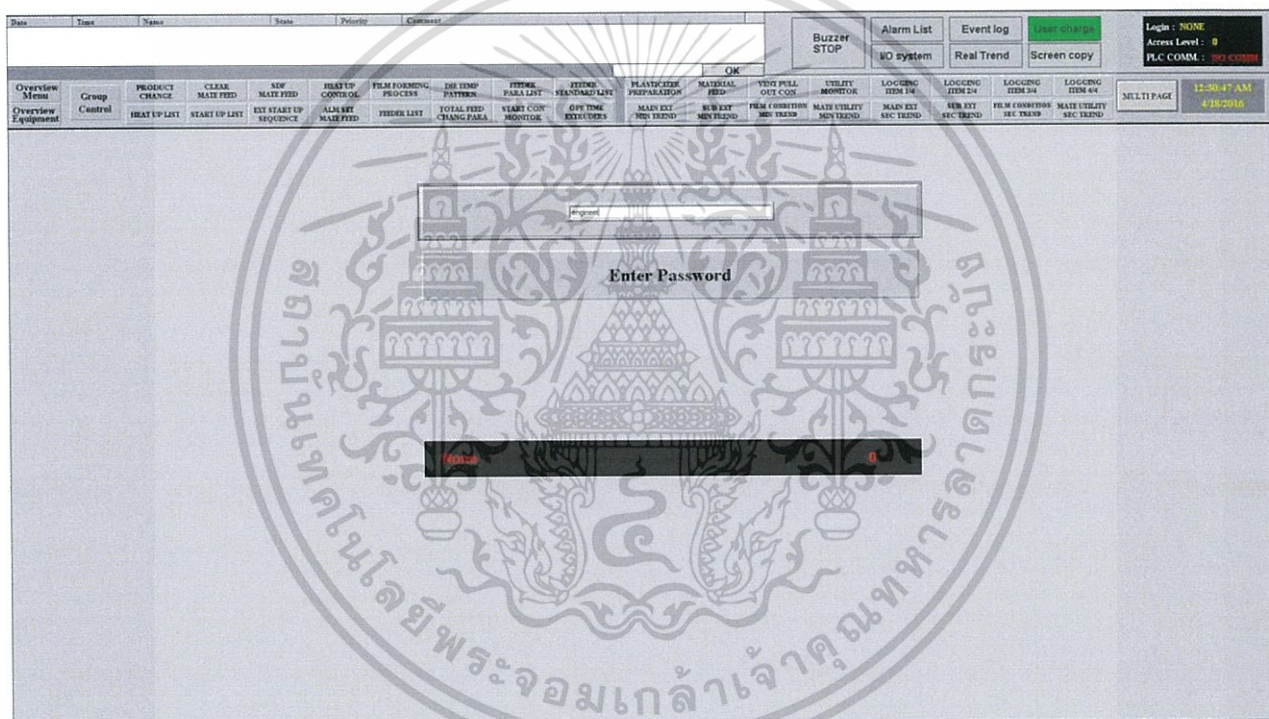
Name	R/W Status	Value	Time	Qual...	MsgID	Location
D1081.14	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D982.13	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D982.12	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D982.11	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.9	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D982.10	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.8	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.7	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.9	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.6	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.8	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.5	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D982.14	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.4	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.3	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D994.2	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.1	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D974.0	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.1	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
M5552	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.0	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
M5551	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.3	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
M5550	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.2	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D994.10	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.5	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D994.11	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.4	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D994.12	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
M5555	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000
D1029.7	R/W	FALSE	16:41:57	0000		New_Channel_000.New_Device_000

รูปที่ 4.3 Device Group เป็นสีแดงไม่สามารถเชื่อมต่อได้

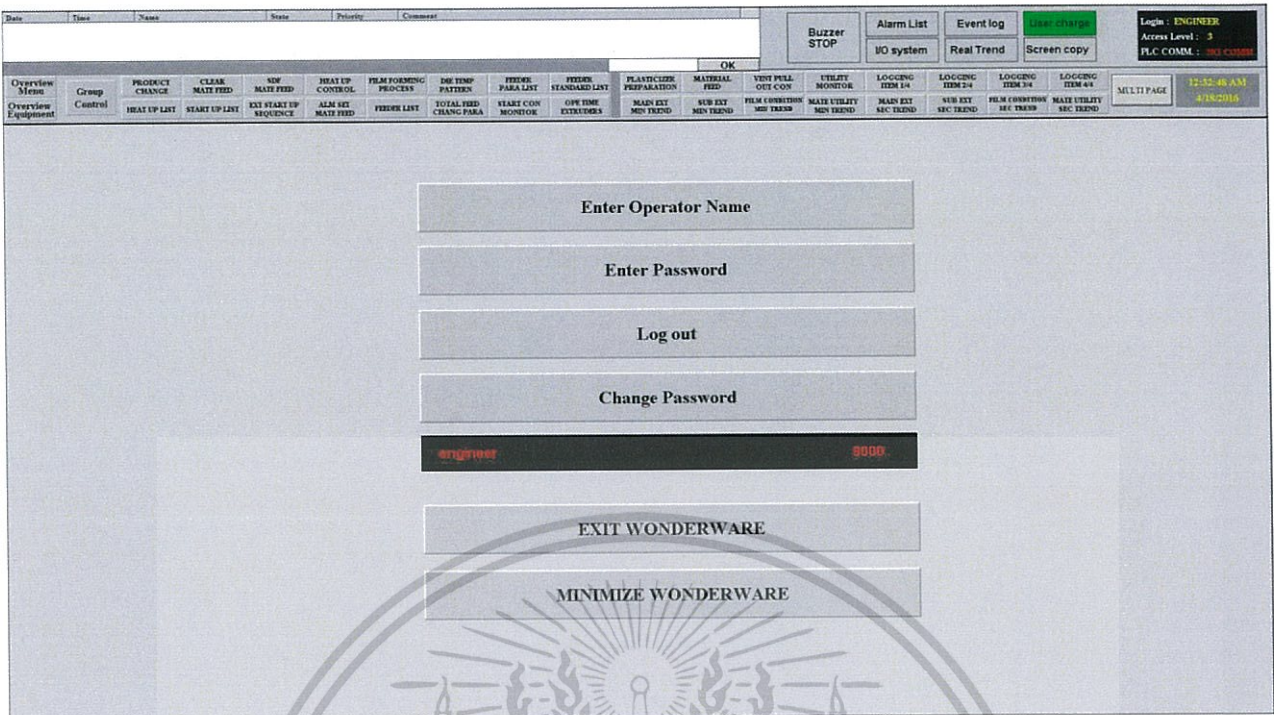
### 4.3 ทดสอบการแสดงผลและฟังก์ชันการใช้งาน

#### 4.3.1 ทดสอบการแสดงผลและฟังก์ชันการทำงานต่างๆที่สร้างใน WindowMaker

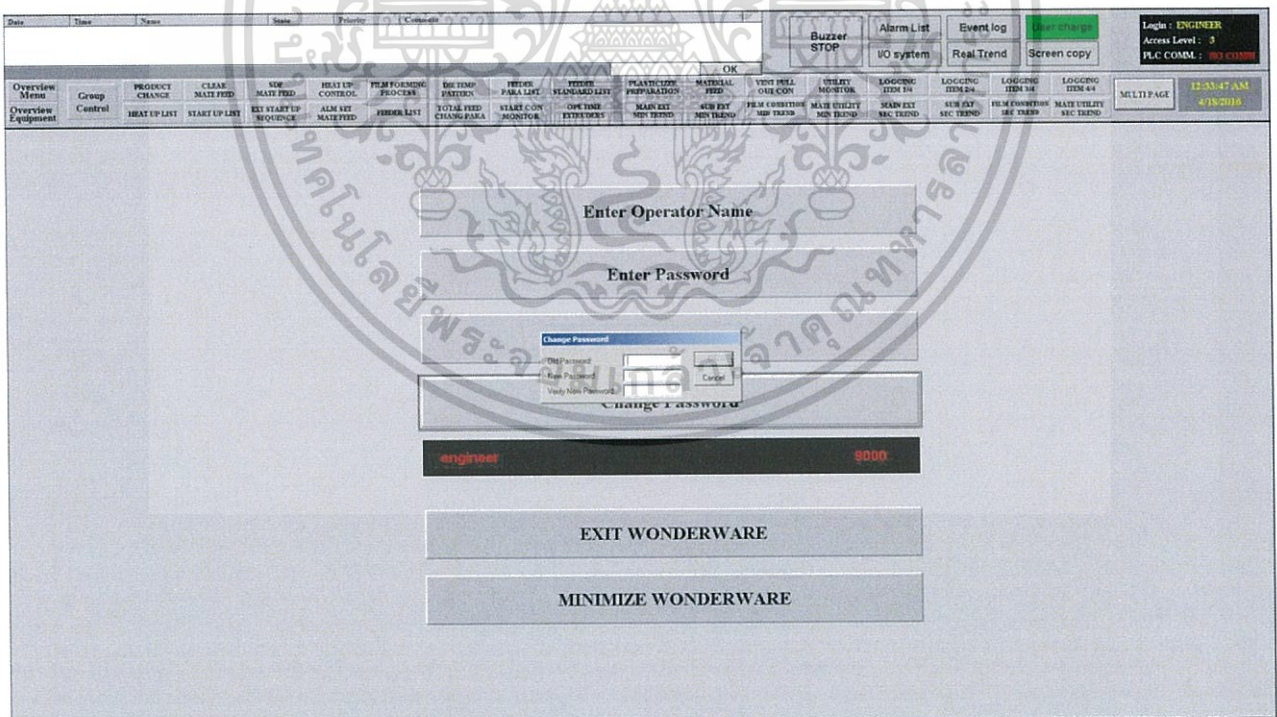
1. ทำการทดสอบฟังก์ชัน Login เพื่อระบุถึงผู้เข้าใช้งานการควบคุม โดยคลิกที่ปุ่ม Enter Operator Name แล้วใส่ Username ในที่นี้คือ engineer จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Enter Password แล้วใส่ Password ในที่นี้คือ engineer เช่นกัน ผลที่ได้จะสามารถควบคุมและดูค่าจากหน้ากราฟิกต่างๆได้และในหน้า Login จะขึ้นให้เราสามารถเปลี่ยนพาสเวิร์ด ออกจาก WindowViewer ได้และย่อหน้าต่างของ WindowViewer ได้ตามที่ต้องการ



รูปที่ 4.4 กรอก User Name



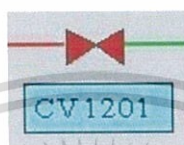
รูปที่ 4.5 เมื่อทำการ Login สำเร็จ



รูปที่ 4.6 ฟังก์ชันเปลี่ยนพาสเวิร์ด

2. ทำการทดสอบการแสดงผลในส่วนของสถานะของอุปกรณ์ต่างๆ อย่างที่กล่าวไปข้างต้นว่าอุปกรณ์ต่างๆจะมีอยู่ 3 สถานะคือ ON, OFF และ FAULT จะขอยกตัวอย่างวาล์ว CV-1201 ในการทดสอบครั้งนี้โดยบิตของการเปิดวาล์วนั้นคือบิต “CV-1201\_ZSO” ส่วนบิตของการปิดวาล์วนั้นคือบิต “CV-1201\_ZSC” และเมื่อเกิดความผิดปกติจะใช้บิต “CV-1201\_ALM\_FLT”

เมื่อ PLC ส่งบิต CV-1201\_ZSO มีค่าเท่ากับ 1 มาจะทำให้วาล์วปรากฏเป็นสีแดง ซึ่งหมายความว่าวาล์วกำลังเปิดอยู่ดังรูปที่ 4.6



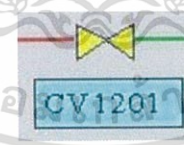
รูปที่ 4.7 วาล์วกำลังเปิดอยู่

เมื่อ PLC ส่งบิต CV-1201\_ZSC มีค่าเท่ากับ 1 มาจะทำให้วาล์วปรากฏเป็นสีเขียว ซึ่งหมายความว่าวาล์วกำลังปิดอยู่ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.8 วาล์วกำลังปิดอยู่

เมื่อ PLC ส่งบิต CV-1201\_ALM\_FLT มีค่าเท่ากับ 1 มาจะทำให้วาล์วปรากฏเป็นสีเหลืองกระพิบซึ่งหมายความว่าวาล์วกำลังมีปัญหาดังรูปที่ 4.8

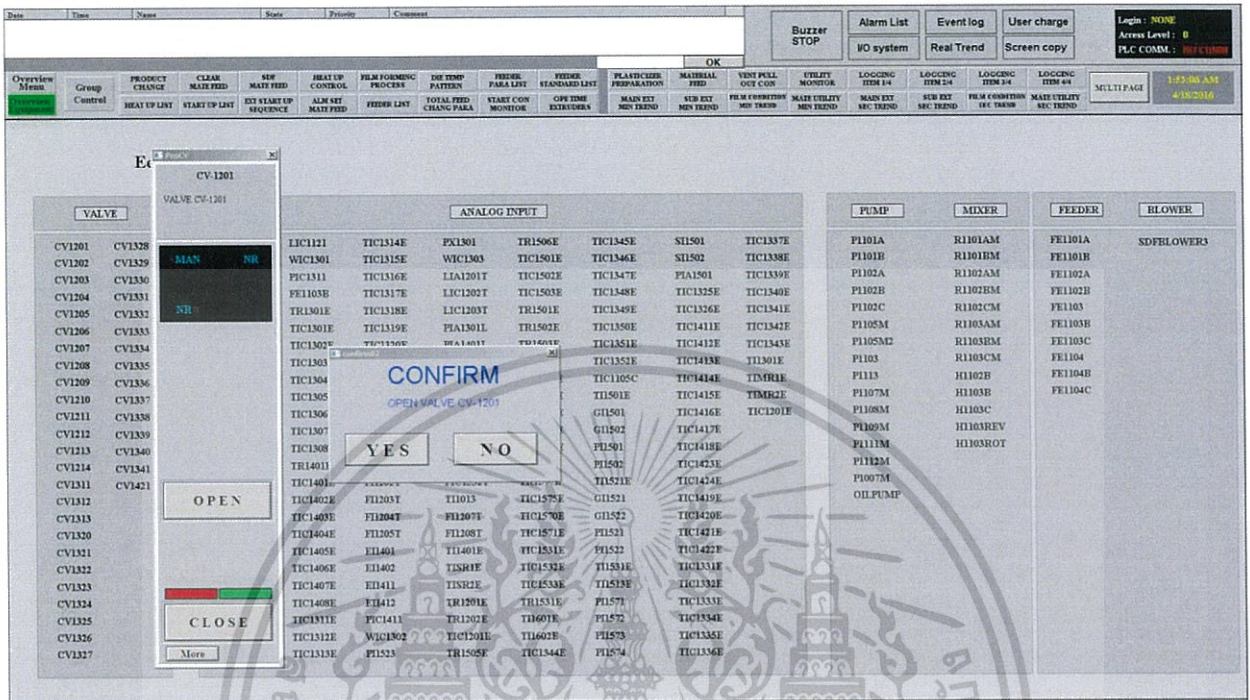


รูปที่ 4.9 วาล์วกำลังอยู่สถานะผิดปกติ

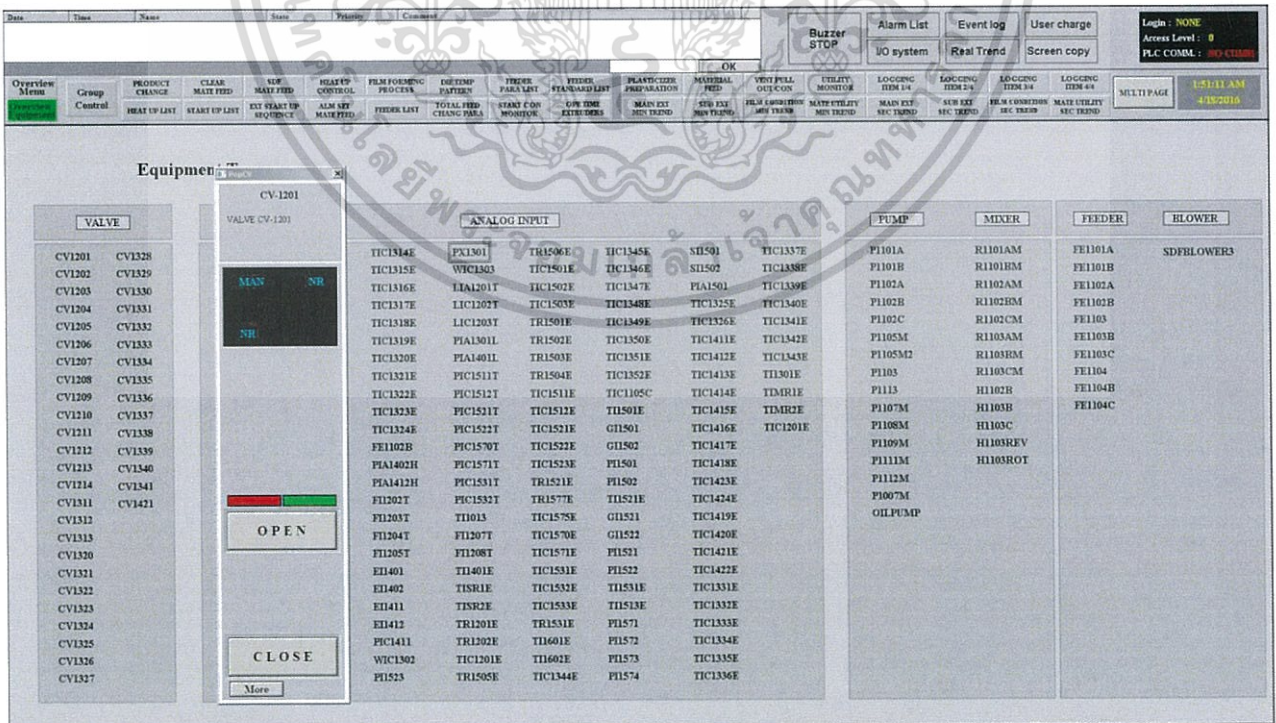
ซึ่งสถานะทั้งหมดสามารถทำงานตามทีออกแบบไว้ได้

3. ทำการทดสอบฟังก์ชัน Confirm ฟังก์ชันนี้ทำไว้เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการส่งคำสั่งโดยเวลาที่เราส่งคำสั่งจะมีป๊อปอัพขึ้นมาเพื่อยืนยันคำสั่งนั้นๆ ยกตัวอย่างการเปิดปิดวาล์ว CV-1201 โดยกดที่ปุ่ม OPEN จะขึ้นหน้าป๊อปอัพ Confirm ดังรูปที่ 4.9 หากเรากด YES ซึ่งหมายถึงยืนยันที่จะเปิดวาล์ว CV-1201 ก็ส่งค่าไปยัง PLC เพื่อเปิดวาล์ว ดังรูปที่ 4.10 แต่ถ้าหากว่าการป้อนคำสั่งนั้นผิดต้องการที่จะยกเลิก ก็

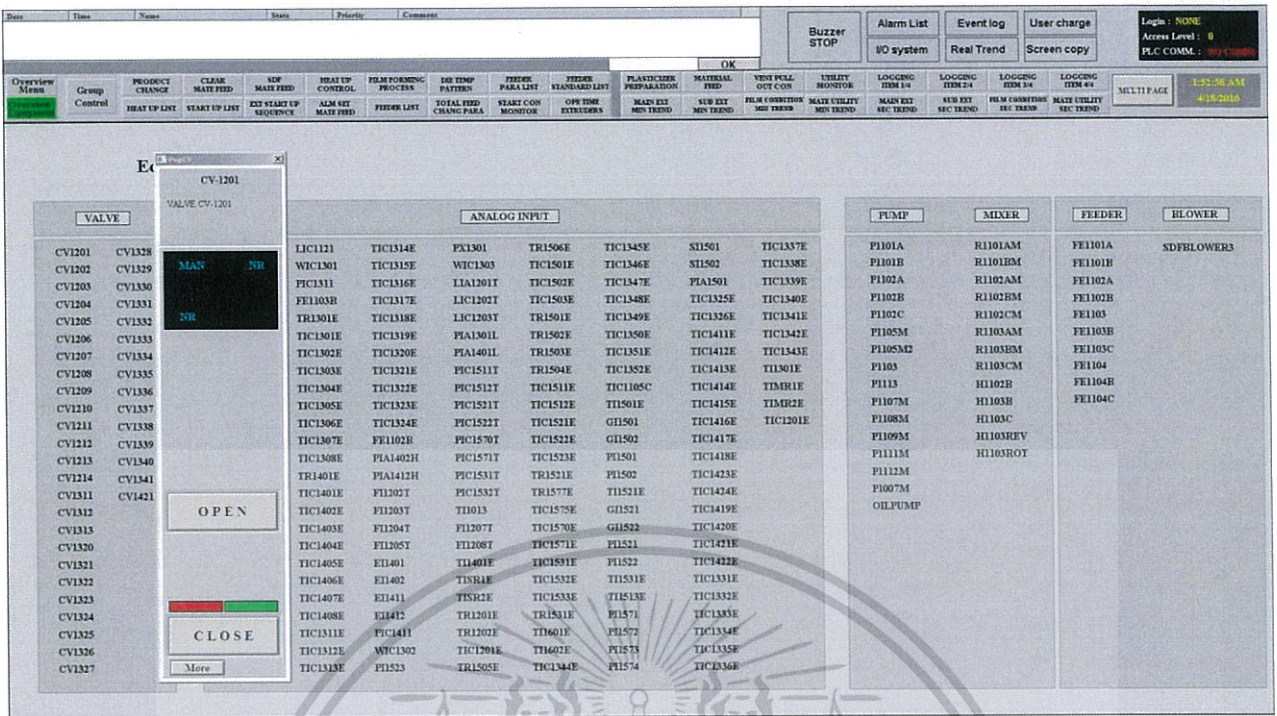
ให้กดที่ปุ่ม NO เพื่อยกเลิกคำสั่ง วาล์วก็ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอะไร ดังรูปที่ 4.11 ซึ่งสามารถทำได้ดังที่ออกแบบไว้



รูปที่ 4.10 กดเปลี่ยนแปลงค่า จะขึ้นป๊อปอัพ Confirm

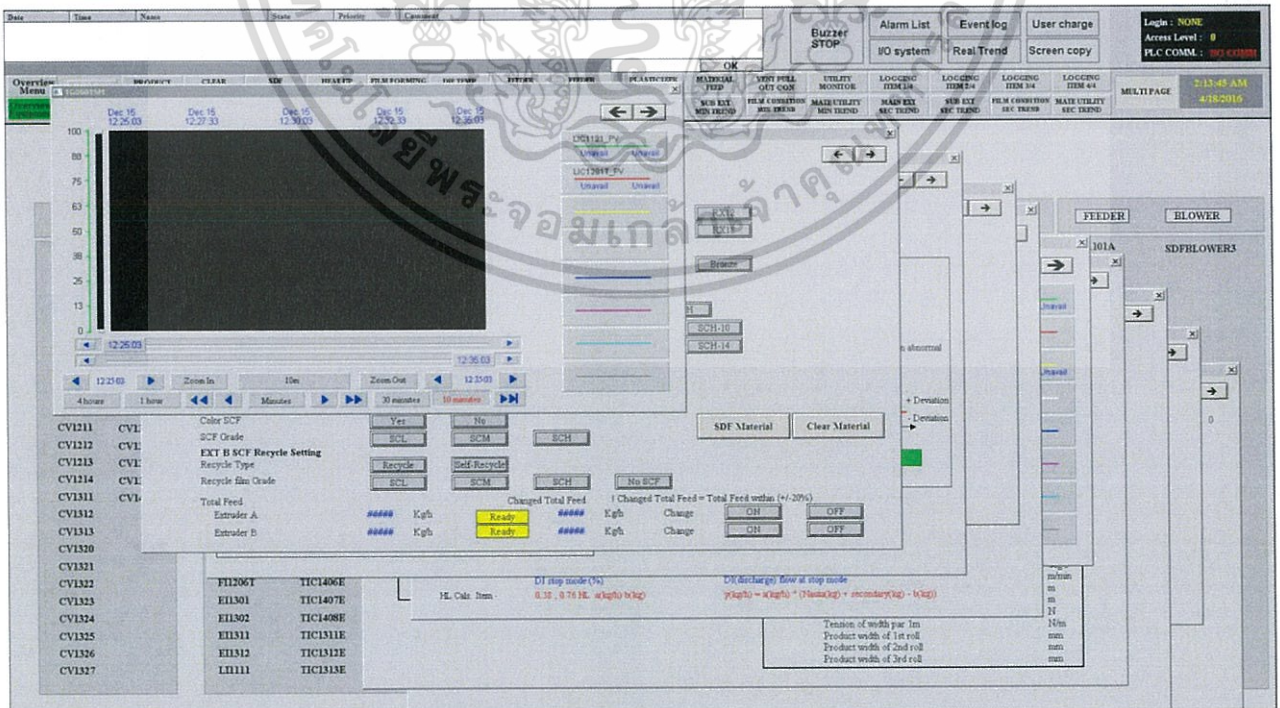


รูปที่ 4.11 เมื่อกด “YES” ยืนยันคำสั่งจึงเปลี่ยนแปลง



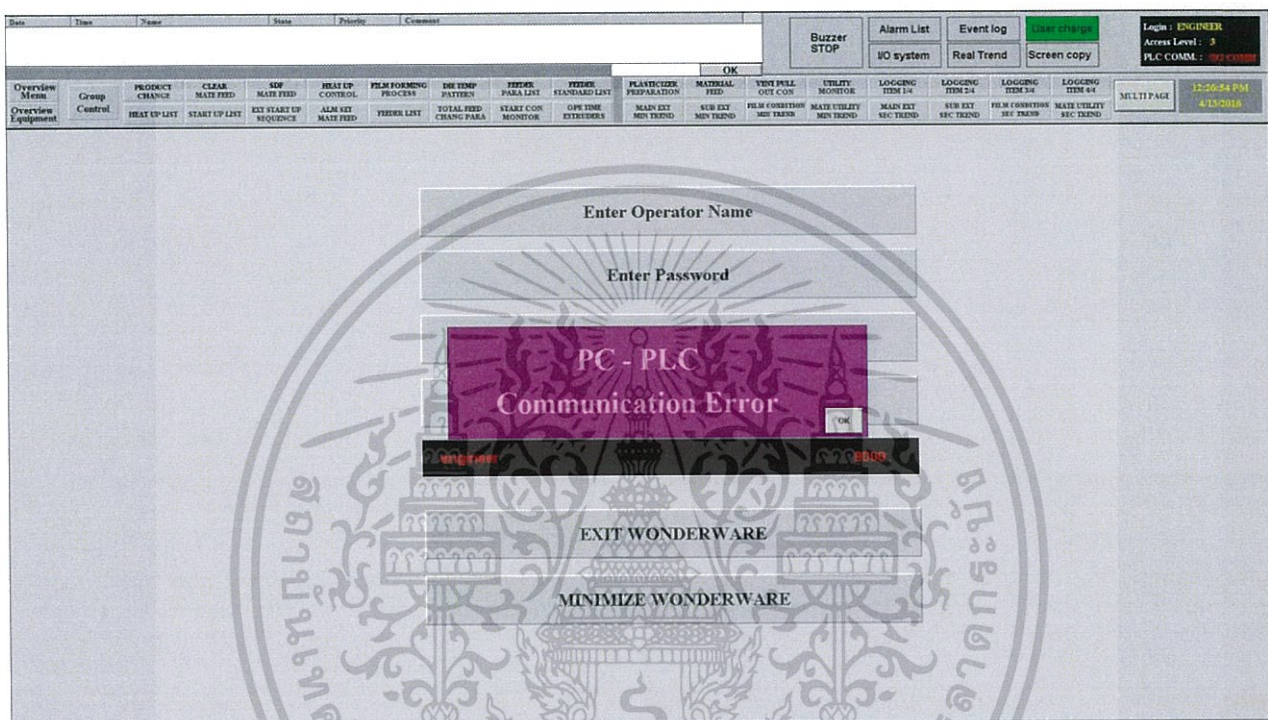
รูปที่ 4.12 เมื่อกด “NO” ยกเลิกคำสั่งจึงไม่เปลี่ยนแปลง

4. ทำการทดสอบฟังก์ชัน Multi Page เมื่อผู้ใช้งานต้องการที่จะดูค่าต่างๆในหลายๆหน้าพร้อมๆกัน สามารถทำได้โดยกดปุ่ม Multipage ด้านบนขวามือ จากนั้นสามารถเลือกหน้าที่ต้องการจะดูได้ตามต้องการ



รูปที่ 4.13 เมื่อใช้งานฟังก์ชัน Multipage

5. ทำการทดสอบฟังก์ชัน Communication Error เมื่อการสื่อสารและการเชื่อมต่อหายไปโดยการปลดสายอีเธอร์เน็ตออกจากวงจรเชื่อมต่อ ทำให้ระบบสูญเสียการติดต่อสื่อสารลง ผลที่ได้จะมีป๊อปอัพแสดงคำว่า Communication Error ขึ้นมาบนหน้าจอแสดงผล ดังรูปที่ 4.13 และเมื่อทำการเชื่อมต่อสายอีเธอร์เน็ตป๊อปอัพก็จะหายไปตามความต้องการ



รูปที่ 4.14 ขนป๊อปอัพ Communication Error

## บทที่ 5

# สรุปผลและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผล

จากการดำเนินงานในเรื่องของการแสดงผลข้อมูลและฟังก์ชันต่างๆของกระบวนการผลิตสารเคลือบฟิล์มกระจกรถยนต์ด้วยระบบ SCADA โดยผู้ใช้งานสามารถเฝ้าดูและสั่งการกระบวนการผ่านหน้าจอ โดยภายในหน้าจอจะมีค่าทั้งหมดของกระบวนการและอุปกรณ์ในการควบคุม อีกทั้งยังสามารถใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นฟังก์ชันล๊อคอินเพื่อระบุผู้เข้าใช้ ฟังก์ชันคอนเฟิร์มเพื่อป้องกันการส่งคำสั่งที่ผิดพลาด ฟังก์ชันมัลติเพจเพื่อที่ผู้ใช้งานจะสามารถดูค่าของเครื่องมือวัดต่างๆพร้อมกันได้ และฟังก์ชันคอมมูนิเคชันเออเรอร์เพื่อบอกถึงสถานะการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ WindowViewer ฟังก์ชันต่างๆเหล่านี้ล้วนช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวกสบายขึ้น และช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุจากการสั่งการผิดพลาดจากกระบวนการ

### 5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

#### 5.2.1 ปัญหาที่พบ

1. เอกสารในบางส่วนเป็นภาษาญี่ปุ่นทำให้การแปลความหมายเป็นไปได้ยาก
2. ข้อมูลของเอกสารที่ได้รับมามีไม่ครบ
3. แท็กใน DCS ไม่เหมือนกับแท็กที่ได้มา
4. บางครั้งไม่สามารถคัดลอกไฟล์ออกจาก VMware ได้

#### 5.2.2 วิธีแก้ไขปัญหา

1. ต้องคอยตามข้อมูลจากฝั่งลูกค้า
2. ต้องคอยถามพี่ที่สร้างแท็กว่าถูกต้องรึเปล่า
3. ต้องรีสตาร์ท VMware และ Windows

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบระบบ SCADA จำเป็นต้องรู้เงื่อนไขการทำงานของกระบวนการ และต้องมีความรู้ด้านการทำงานบนเครือข่ายอีเธอร์เน็ต (Ethernet network) การเข้าถึงข้อมูลโดยผ่านโปรแกรมใดโปรแกรมหนึ่งซึ่งในส่วนนี้ควรศึกษาจากคู่มือการใช้งาน

## บรรณานุกรม

[1] รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์. “การสร้างส่วนแสดงผลในระบบอัตโนมัติ” from: HMI-Design-1.pdf

[2] “โครงสร้างระบบอัตโนมัติที่ใช้ DCS”

from: <https://distributedcontrolsystem.wikispaces.com>

[2] “โครงสร้างระบบอัตโนมัติที่ใช้ DCS”

from: [http://www.jtec.co.th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=80&Itemid=43](http://www.jtec.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=80&Itemid=43)

[4] “PLC (Programmable Logic Controller)”

from: [http://www.ee.psu.ac.th/~kanadit/S5W/plc\\_s5w.pdf](http://www.ee.psu.ac.th/~kanadit/S5W/plc_s5w.pdf)

