



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การเฝ้าระวังและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงงานผลิตลูกอมโดยใช้
ระบบ HVAC ที่มี PLC

Monitoring and Control of Temperature and Humidity in Candy
Manufacturer by Using PLC-Based HVAC System

พรพิชา ไชยวงษ์วัฒน์

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การเฝ้าระวังและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงงานผลิตลูกอมโดยใช้
ระบบ HVAC ที่มี PLC

Monitoring and Control of Temperature and Humidity in Candy
Manufacturer by Using PLC-Based HVAC System

พรพิชา ไชยวงศ์วัฒน์

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การเฝ้าระวังและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงงานผลิตลูกอมโดยใช้
ระบบ HVAC ที่มี PLC

Monitoring and Control of Temperature and Humidity in Candy
Manufacturer by Using PLC-Based HVAC System

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาว พรพิชา ไชยวงษ์วัฒน์ รหัสนักศึกษา 57010843

หลักสูตร วิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์

ผศ.สาท คำมูล

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศ นาย กิจจา เล็กสุนทร

นาย จตุพร นานนฤสิทธิ์นา

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท พี.เอ.เอ็ม. เอ็นจิเนียริง แอนด์ ออโตเมชัน จำกัด

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

โรงงานผลิตลูกอมแห่งหนึ่งต้องการเฝ้าระวังและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของห้องบรรจุ
ภัณฑ์และห้องปิดผนึกกล่องสินค้าเพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ วัตถุประสงค์ของโครงการนี้คือการ
สร้างระบบ HVAC ที่มี PLC เพื่อการเฝ้าระวังและควบคุมตัวแปรที่สนใจ โดย PLC รุ่น SIEMENS S7-1500
ใช้ในการควบคุมตัวแปรด้วย 2 โหมดการทำงานคือ โหมดควบคุมแบบอัตโนมัติและโหมดควบคุมด้วย
มือ ส่วน HMI ที่สร้างขึ้นใช้ในการแสดงผลกราฟิกแบบ Real Time รวมทั้งการแจ้งเตือนความผิดปกติ
ของกระบวนการและอุปกรณ์ ประสิทธิภาพของระบบที่นำเสนอยืนยันได้โดยผลการทดสอบระบบ

คำสำคัญ: PLC การเฝ้าระวัง การควบคุม อุณหภูมิ ความชื้น และ HVAC

Title	Monitoring and Control of Temperature and Humidity in Candy Manufacturer by Using PLC-Based HVAC System
Student	Miss Pornpicha Chaiwongwat No.57010843
Program	Automation Engineering
Faculty	Engineering
Advisor	Assoc.Prof.Dr.Sawai Pongsawatd Asst.Prof.Sart Kummool
Mentor	Mr.Kitja Leksoontorn Mr.Jatuporn Nathnarusittana
Company	P.A.M. Engineering & Automation Co., Ltd.

ABSTRACT

Temperature and humidity of packing and wrapping rooms of a candy manufacturer are required to be monitored and controlled for maintaining the quality of products. The aim of this project is to implement a programmable logic controller (PLC) – based heating, ventilation and air conditioning (HVAC) system for monitoring and controlling these interested parameters. The PLC modeled SIEMENS S7-1500 is used to control the specific variables in two modes: automatic and manual. The implemented human machine interface (HMI) provides the graphical displays in real time as well as the process alarms and device alarms. The performance of the proposed system is verified by test results.

Keyword: PLC, Monitoring, Control, Temperature, Humidity, and HVAC

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบคุณบริษัท พี.เอ.เอ็ม. เอ็นจิเนียริง แอนด์ ออโตเมชัน จำกัด (P.A.M. Engineering & Automation Co., Ltd.) ผู้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำงาน, ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ต่างๆในการทำโครงการครั้งนี้ โดยเฉพาะคุณ กิจจา เล็กสุนทร ที่อนุญาตให้นักศึกษาเข้ามาฝึกที่บริษัทฯ คุณจตุพร นาถนฤสิธนา, คุณเตชสิทธิ์ พรหมมาก และ คุณเทพฤทธิ์ ภิญโญฤทธิ์ซึ่งเป็นที่เลี่ยมคุณตลอดโครงการ รวมถึงบุคลากรท่านอื่นๆภายในบริษัทที่ไม่ได้กล่าวชื่อนามทุกท่าน จึงขอขอบพระคุณบุคลากรทุกท่านมา ณ ที่นี้ ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ ขอขอบคุณเพื่อนๆที่คอยให้กำลังใจและให้คำแนะนำ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

พรพิชา ไชยวงษ์วัฒน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	Vii
สารบัญรูป.....	Viii

บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 วิธีดำเนินการโครงการ.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 Analog Input.....	4
2.2 Analog Output.....	5
2.3 โปรแกรม TIA V14 sp1.....	6
2.4 โปรแกรม S7-PLCSIM V14 sp1	6
2.5 โปรแกรม Microsoft Visio.....	7
2.6 โปรแกรม ZWCAD	8
2.7 PID control	9
2.7.1 ผลของ P	9
2.7.2 ผลของ I	9
2.7.3 ผลของ D.....	9

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การเฝ้าระวังและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในระบบ HVAC โดยใช้ PLC.....	11
3.1 กล่าวนำ.....	11
3.2 โครงสร้างของระบบ HVAC ที่ศึกษา	11
3.3 ตัวแปรที่ต้องการเฝ้าระวังและควบคุม	13
3.3.1 Input	13
3.3.2 Output.....	15
3.3.3 Process conditions	17
3.4 การเขียนโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ TIA V14 sp1.....	24
3.4.1 การเขียนโปรแกรม PLC	25
3.4.2 HMI Graphic.....	31
บทที่ 4 ผลการทดสอบระบบ	36
4.1 กล่าวนำ.....	36
4.2 ขั้นตอนการทดสอบระบบ	36
4.2.1 Test I/O	38
4.2.2 Ladder test & Commissioning.....	39
4.2.3 HMI test.....	40
4.2.3.1 คู่มือของตู้คอนโทรล	40
4.2.3.2 คู่มือของ HMI	42
4.2.3.3 การสอนการใช้งาน	51
4.3 ผลการทดสอบระบบ	52
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	53
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	53
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	53

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง.....	54
--------------------	----

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน.....	2
ตารางที่ 3.1 ตัวแปรแบบ AI สำหรับ PLC.....	13
ตารางที่ 3.2 ตัวแปรแบบ DI สำหรับ PLC.....	14
ตารางที่ 3.3 ตัวแปรแบบ AO สำหรับ PLC.....	15
ตารางที่ 3.4 ตัวแปรแบบ DO สำหรับ PLC.....	15
ตารางที่ 3.5 ข้อมูลของ Motor.....	16
ตารางที่ 3.6 I/O list (Remote I/O)	16
ตารางที่ 3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทเครื่องมือวัดกับ PID Block ที่ใช้ในโปรแกรม.....	28
ตารางที่ 4.1 ค่าที่ได้จาก Tuning PID (Packing room)	39
ตารางที่ 4.2 ค่าที่ได้จาก Tuning PID (Wrapping room)	39
ตารางที่ 4.3 หน้าที่ของอุปกรณ์หน้าตู้คอนโทรล.....	41

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 การเข้าสายแบบ Current 2wire (Analog Input).....	4
รูปที่ 2.2 การเข้าสายแบบ Current 4wire (Analog Input)	4
รูปที่ 2.3 การเข้าสายแบบ Voltage (Analog Output)	5
รูปที่ 2.4 การเข้าสายแบบ Current (Analog Output)	5
รูปที่ 2.5 Icon ของโปรแกรม TIA V14 sp1.....	6
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างโปรแกรม TIA V14 sp1.....	6
รูปที่ 2.7 icon ของโปรแกรม S7-PLCSIM V14 sp1.....	6
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างโปรแกรม S7-PLCSIM V14 sp1.....	7
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างโปรแกรม Microsoft Visio.....	7
รูปที่ 2.10 การออกแบบภายนอกตู้คอนโทรล.....	8
รูปที่ 2.11 การออกแบบภายในตู้คอนโทรล, การจัดวางอุปกรณ์.....	8
รูปที่ 2.12 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้าในตู้คอนโทรล.....	9
รูปที่ 2.13 กราฟ PV ต่อเวลา, K_p กำหนดเป็น 3 ค่า (K_i และ K_d คงที่)	10
รูปที่ 2.14 กราฟ PV ต่อเวลา, K_i กำหนดเป็น 3 ค่า (K_p และ K_d คงที่)	10
รูปที่ 2.15 กราฟ PV ต่อเวลา, K_d กำหนดเป็น 3 ค่า (K_p และ K_i คงที่)	10
รูปที่ 3.1 กระบวนการปรับอากาศเพื่อ Packing room	11
รูปที่ 3.2 กระบวนการปรับอากาศเพื่อ Wrapping room.....	12
รูปที่ 3.3 การเลือกการเขียนแบบผังงานของ Microsoft Visio.....	17
รูปที่ 3.4 ผังงานที่เขียนโดยใช้โปรแกรม Microsoft Visio.....	17
รูปที่ 3.5 ผังงานของ Packing room และ Wrapping room.....	18
รูปที่ 3.6 ผังงานของ Packing room (1).....	18
รูปที่ 3.7 ผังงานของ Packing room (2).....	19
รูปที่ 3.8 ผังงานของ Packing room (3).....	20
รูปที่ 3.9 ผังงานเมื่อเกิด Alarm ของ Packing room.....	21
รูปที่ 3.10 ผังงานของ Wrapping room (1)	21
รูปที่ 3.11 ผังงานของ Wrapping room (2).....	22
รูปที่ 3.12 ผังงานของ Wrapping room (3).....	23
รูปที่ 3.13 ผังงานเมื่อเกิด Alarm ของ Wrapping room.....	24
รูปที่ 3.14 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของส่วนควบคุมและส่วนแสดงผล.....	25
รูปที่ 3.15 ตั้งค่า Analog module.....	26

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.16 P&ID Packing room และ Loop No.	26
รูปที่ 3.17 P&ID Wrapping room และ Loop No.....	27
รูปที่ 3.18 TCONT_CP block และที่อยู่ของ block.....	28
รูปที่ 3.19 CONT_C block.....	28
รูปที่ 3.20 การตั้งค่าภายใน block.....	29
รูปที่ 3.21 หน้าต่าง Configuration ของ CONT_C.....	29
รูปที่ 3.22 หน้าต่าง Commissioning ของ CONT_C.....	30
รูปที่ 3.23 หน้าต่าง Commissioning ของ TCONT_CP.....	30
รูปที่ 3.24 HMI tags.....	31
รูปที่ 3.25 Screens.....	31
รูปที่ 3.26 หน้าหลัก	32
รูปที่ 3.27 หน้าลงทะเบียนยืนยันตัวตน.....	32
รูปที่ 3.28 หน้าทีเลือกจะเข้าสู่กระบวนการ.....	33
รูปที่ 3.29 ตัวอย่างกระบวนการปรับอากาศที่ส่งลงไปยัง Wrapping room.....	33
รูปที่ 3.30 หน้าต่างควบคุมในโหมด Manual.....	34
รูปที่ 3.31 หน้าต่างควบคุมความเร็วในโหมด Manual.....	34
รูปที่ 3.32 หน้าต่างการตั้งค่า.....	34
รูปที่ 3.33 หน้าต่างแสดงความผิดปกติ (Alarm).....	35
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างแบบไฟฟ้าก่อนแก้ไข (2-wire).....	36
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างแบบไฟฟ้าหลังแก้ไข (4-wire).....	37
รูปที่ 4.3 รูปตู้คอนโทรลหลังแก้ไข.....	37
รูปที่ 4.4 รูปตู้คอนโทรล (เปิดใช้งาน).....	38
รูปที่ 4.5 Watch table.....	38
รูปที่ 4.6 Test I/O (Watch table).....	39
รูปที่ 4.7 อุปกรณ์หน้าตู้คอนโทรล.....	40
รูปที่ 4.8 Operate Manual-HMI หน้าที1.....	42
รูปที่ 4.9 Operate Manual-HMI หน้าที2.....	43
รูปที่ 4.10 Operate Manual-HMI หน้าที3.....	44
รูปที่ 4.11 Operate Manual-HMI หน้าที4.....	45
รูปที่ 4.12 Operate Manual-HMI หน้าที5.....	46

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.13 Operate Manual-HMI หน้าที่6.....	47
รูปที่ 4.14 Operate Manual-HMI หน้าที่7.....	48
รูปที่ 4.15 Operate Manual-HMI หน้าที่8.....	49
รูปที่ 4.16 Operate Manual-HMI หน้าที่9.....	50
รูปที่ 4.17 Training (1).....	51
รูปที่ 4.18 Training (2)	51
รูปที่ 4.19 แสดงผลของการควบคุมกระบวนการ (Packing)	52
รูปที่ 4.20 แสดงผลของการควบคุมกระบวนการ (Wrapping)	52

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ระบบ HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) เป็นระบบจัดการความร้อน การระบายของอากาศ และการปรับอากาศ โดยที่ระบบ HVAC ถูกใช้เพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับผู้อาศัยภายในอาคาร เช่น อาคารสำนักงาน หรือห้างสรรพสินค้า เป็นต้น นอกจากนี้ระบบ HVAC ถูกนำไปใช้ในระบบทางอุตสาหกรรม เช่น คลังสินค้า (Warehouse) หรือพื้นที่บริเวณสายการผลิต[1] โดยทั่วไประบบ HVAC ขนาดใหญ่แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ แบบแยกส่วน (Split Type) แบบชุด (Package) และแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) โดยระบบ HVAC ที่ได้ศึกษานั้นเป็นแบบชุด ที่มีส่วนประกอบหลักคือ แผงคอยล์เย็น (Condenser) แผงคอยล์ร้อน (Evaporator) และเครื่องอัดสารทำความเย็น (Compressor) จะรวมอยู่ในชุดเดียวกัน โดยมีท่อส่งลมเย็นและท่อลมกลับซึ่งมีการติดตั้งอยู่ด้านในแล้วต่อท่อออกนอกตัวอาคาร ส่วนใหญ่ระบบ HVAC แบบชุดใช้เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในพื้นที่ที่ต้องการควบคุม

โรงงานผลิตลูกอมแห่งหนึ่งที่ได้ศึกษาต้องการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในพื้นที่สายประกอบการผลิตในส่วนการบรรจุภัณฑ์ (Packing) และส่วนการปิดผนึกกล่องสินค้า (Wrapping) เพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ระบบ HVAC ที่มีชื่อว่า “Primary Air Handling Unit” (PAU) และ “Air Handling Unit” (AHU) โดยใช้ Programmable Logic Controller (PLC) เป็นตัวควบคุม และใช้ Graphical User Interface (GUI) หรือ Human Machine Interface (HMI) เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานแบบกราฟิก

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. สร้างระบบที่ใช้ในการเฝ้าระวัง (Monitoring) และควบคุม (Control) อุณหภูมิและความชื้นในพื้นที่สายประกอบการผลิตในโรงงานที่ศึกษา โดยใช้ระบบ HVAC ที่มี PLC รุ่น SIEMENS S7-1500 เป็นตัวควบคุมหลัก และใช้ซอฟต์แวร์ TIA V14 sp1 ในการเขียนโปรแกรมในส่วนควบคุมทั้ง 2 โหมดการควบคุมและส่วน HMI
2. สร้างส่วน HMI ที่มีการแสดงผลแบบ Real Time พร้อมทั้งมีการแจ้งเตือนแบบกราฟิกเมื่ออุปกรณ์มีการทำงานที่ผิดปกติ (Device Alarm) และตัวแปรกระบวนการมีค่าผิดปกติ (Process Alarm) เพื่อการเฝ้าระวังและควบคุมระบบ HVAC ที่สร้างขึ้น
3. จัดทำคู่มือการใช้งานของระบบ HVAC ที่สร้างขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ระบบ HVAC ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมจำนวนทั้งหมด 12 ลูบ โดยที่แบ่งตามพื้นที่ในการควบคุม ได้แก่ ลูบควบคุมสำหรับ Packing จำนวน 6 ลูบ และสำหรับ Wrapping จำนวน 6 ลูบ โดยลูบควบคุมทั้งสองกลุ่มมีฟังก์ชันการใช้งานที่เหมือนกันคือ ลูบควบคุมสำหรับการเผื่อระวางจำนวน 4 ลูบ (ความดัน 1 ลูบ อัตราการไหล 1 ลูบ และอุณหภูมิ 2 ลูบ) และลูบควบคุมสำหรับการควบคุมอุณหภูมิ 1 ลูบ และการควบคุมความชื้น 1 ลูบ
2. การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นด้วยระบบ HVAC ที่มี PLC โดยผู้ปฏิบัติงานสามารถเลือกโหมดการทำงานได้ 2 โหมดคือ โหมดควบคุมแบบอัตโนมัติ (AUTO Mode) และ โหมดควบคุมด้วยมือ (Manual Mode) โดยที่การควบคุมใน AUTO Mode ช่วงการควบคุมของอุณหภูมิคือ 15 ถึง 25 องศาเซลเซียส และช่วงการควบคุมของความชื้นคือ 35 ถึง 45 % ส่วนการควบคุมแบบ Manual Mode ผู้ปฏิบัติงานสามารถปรับค่าความเร็วของมอเตอร์และปรับค่าการเปิด-ปิดของวาล์วที่ใช้ในระบบ HVAC ได้
3. ในการแจ้งเตือนสำหรับ Device Alarm จะเป็นการแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานตอบสนองต่อความผิดปกติ (Alarming) ส่วนการแจ้งเตือน Process Alarm จะเป็นการแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานรับทราบถึงความผิดปกติ (Warning)

1.4 วิธีดำเนินการโครงการ

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ HVAC (PAU และ AHU)
2. เขียนผังงาน (Flowchart) ลำดับการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ HVAC
3. เขียนโปรแกรม PLC และ HMI ใช้สำหรับควบคุมและแสดงผลระบบ HVAC พร้อมทดสอบแบบ simulation
4. แกะไขตู้คอนโทรลและแบบไฟฟ้าให้ตรงกับกระบวนการจริง
5. Test I/O & Commissioning
6. ทำคู่มือการใช้งาน Manual operation
7. สอนการใช้งานหน้าจอ HMI ให้กับผู้ใช้งาน

จากวิธีการดำเนินการโครงการข้างต้นสามารถกำหนดแผนการดำเนินการได้ดังตารางที่ 1.1

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถควบคุมคุณภาพการผลิตได้ รวมถึงการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยการควบคุมสภาพแวดล้อมในการเก็บรักษา ด้วยการรักษาค่าอุณหภูมิและความชื้น

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่1	เดือนที่2	เดือนที่3	เดือนที่4
1	ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ HVAC (PAU และ AHU)	■			
2	เขียนผังงาน (Flowchart) ลำดับการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ HVAC		■		
3	เขียนโปรแกรม PLC และ HMI ใช้สำหรับควบคุมและแสดงผลระบบ HVAC พร้อมทดสอบแบบ simulation		■		
	แก้ไขตัวคอนโทรลและแบบไฟฟ้าให้ตรงกับกระบวนการจริง			■	
5	Test I/O & Commissioning			■	
6	ทำคู่มือการใช้งาน Manual operation				■
7	สอนการใช้งานหน้าจอ HMI ให้กับผู้ใช้งาน				■

2. ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะ (ปกติ/ผิดปกติ) ของระบบ HVAC ได้ พร้อมทั้งสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นผ่านทาง HMI ได้ เพื่อความสะดวกให้กับผู้ใช้งานมากขึ้น

บทที่ 2

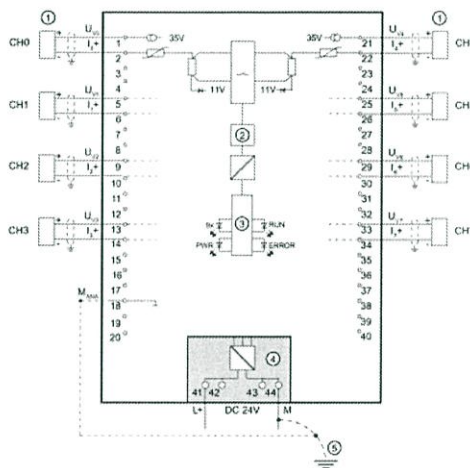
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 Analog Input

Analog Input module ในโครงงานนี้ใช้ในการเข้าสายกับ Transmitter ลักษณะ Output ของ transmitter ที่ใช้ในโครงงานนี้คือแบบ Current (4-20mA) ซึ่งจะแบ่งย่อยออกเป็น 2wire และ 4wire ดังรูปที่ 2.1 และ 2.2 ตามลำดับ

Connection: 2-wire transmitters for current measurement

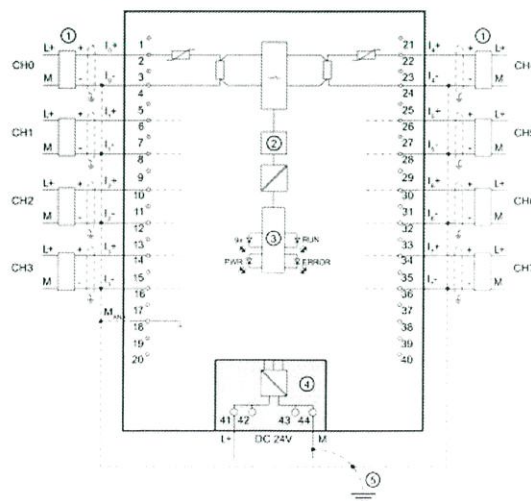
The example in the following figure shows the pin assignment for current measurement with 2-wire transmitters.



รูปที่ 2.16 การเข้าสายแบบ Current 2wire (Analog Input)

Connection: 4-wire transmitters for current measurement

The example in the following figure shows the pin assignment for current measurement with 4-wire transmitters.



รูปที่ 2.17 การเข้าสายแบบ Current 4wire (Analog Input)

2.2 Analog Output

Analog Output module ในโครงงานนี้ใช้ในการเข้าสายกับ Inverter, Controller และ Motorized Electric Actuator ลักษณะของ Analog Output module มี 2 แบบที่ใช้ในโครงงานนี้ คือแบบ Voltage (0-10V) และแบบ Current (4-20mA) ดังรูปที่ 2.3 และ 2.4 ตามลำดับ

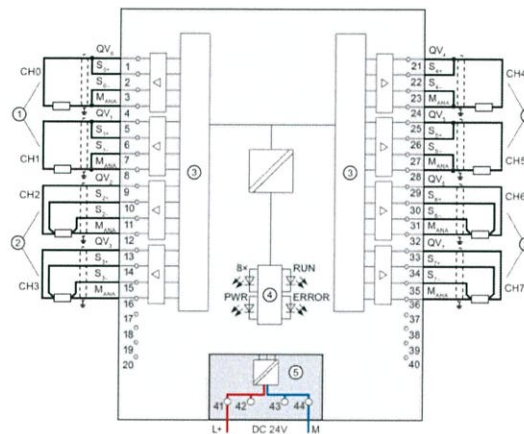
แบบ Voltage (0-10V) ใช้กับ Controller ที่ใช้ควบคุม Motor ของ Wheel motor

แบบ Current (4-20mA) ใช้กับ Inverter และ Motorized Electric Actuator ของวาล์วน้ำเย็นและวาล์วไอน้ำ

Block diagram and terminal assignment for the voltage output

The example in the figure below shows the pin assignment for a voltage measurement.

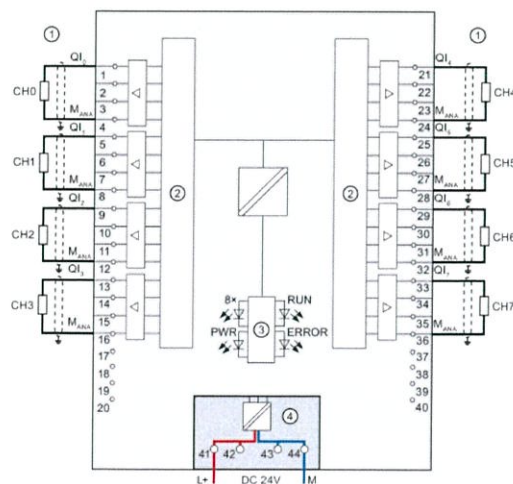
- 2-wire connection, no compensation for line impedance.
- 4-wire connection with compensation for line impedance is displayed.



รูปที่ 2.18 การเข้าสายแบบ Voltage (Analog Output)

Block diagram and terminal assignment for a current output

The following figure shows an example of the terminal assignment for current output circuitry.



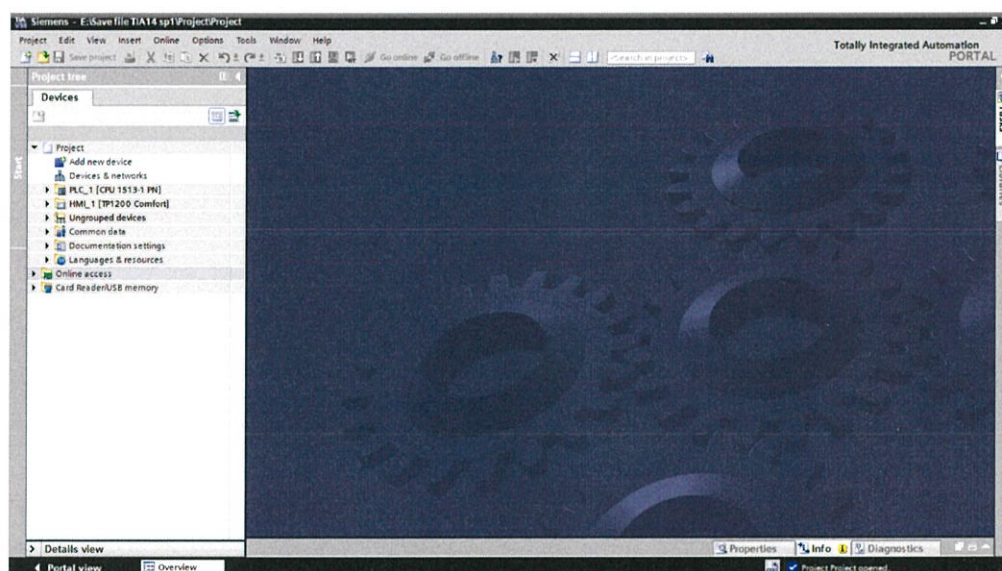
รูปที่ 2.19 การเข้าสายแบบ Current (Analog Output)

2.3 โปรแกรม TIA V14 sp1

ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรมลง PLC และ HMI คือ TIA V14 sp1 ภายในมีหลายภาษาให้เลือกเขียนแต่ในโครงการนี้ใช้ภาษา Ladder เป็นหลัก ภายในโปรแกรมเป็นดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.20 Icon ของโปรแกรม TIA V14 sp1



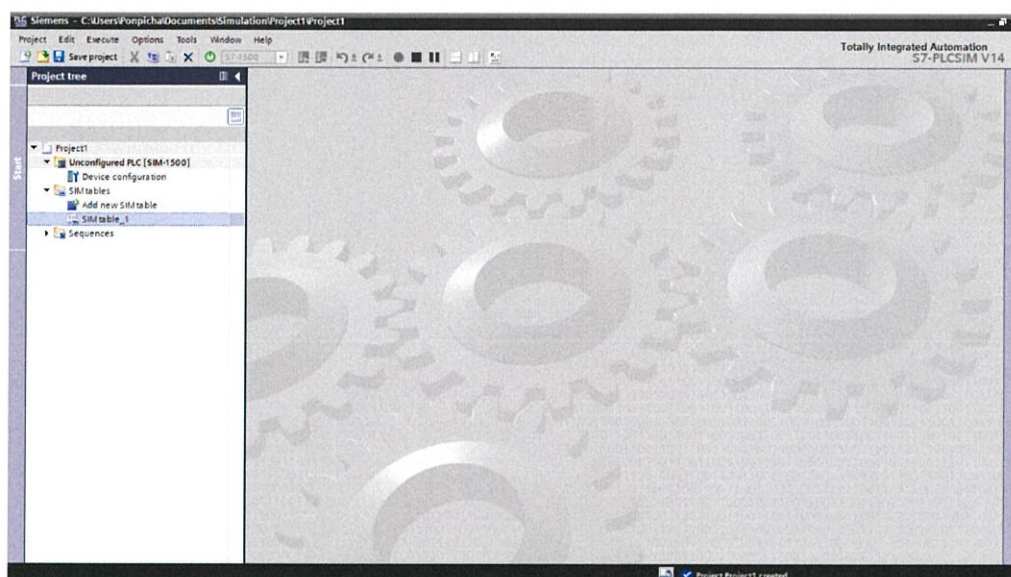
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างโปรแกรม TIA V14 sp1

2.4 โปรแกรม S7-PLCSIM V14 sp1

ซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับจำลองการทำงานของโปรแกรมที่ถูกเขียนโดยโปรแกรม TIA V14 sp1 ใช้ในการทดลองหรือทดสอบโปรแกรมโดยใช้การจำลอง เพื่อให้มั่นใจได้ว่าโปรแกรมที่เขียนนั้นการทำงานถูกต้องตามที่ต้องการ



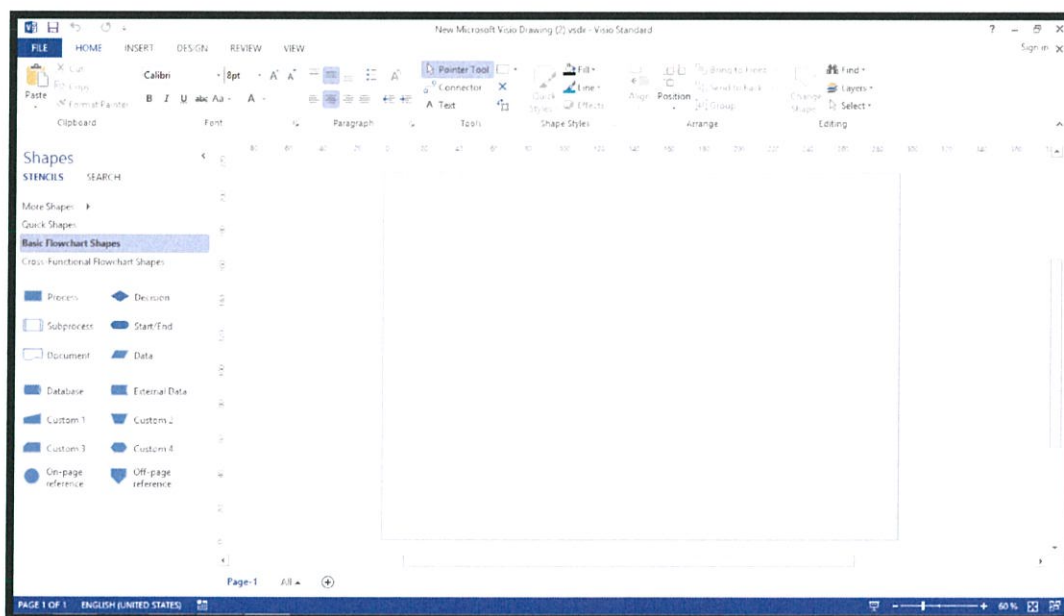
รูปที่ 2.22 icon ของโปรแกรม S7-PLCSIM V14 sp1



รูปที่ 2.23 ตัวอย่างโปรแกรม S7-PLCSIM V14 sp1

2.5 โปรแกรม Microsoft Visio

โปรแกรม Microsoft Visio ลักษณะฟังก์ชันโดยทั่วไปจะคล้ายกับ Microsoft word แต่เน้นไปทางเขียน diagram ซึ่งมีรูปร่างเฉพาะที่ไว้เขียนผังงาน (Flowchart), ตัวเชื่อมต่อจุดและเส้นที่สามารถเขียนข้อความบนเส้นได้ ที่เหมาะกับการเขียนผังงาน ภายในโปรแกรม Microsoft Visio เป็นดังรูปที่ 2.9

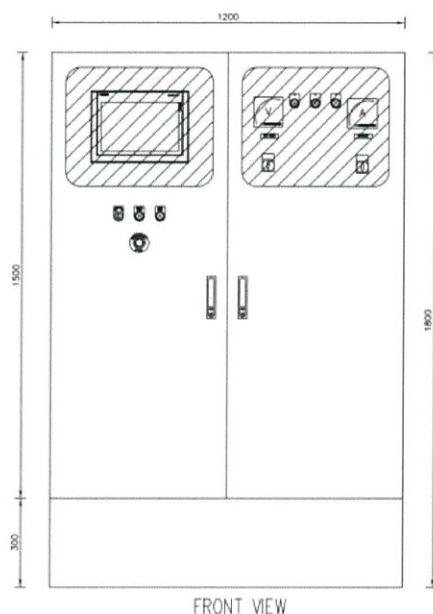


รูปที่ 2.24 ตัวอย่างโปรแกรม Microsoft Visio

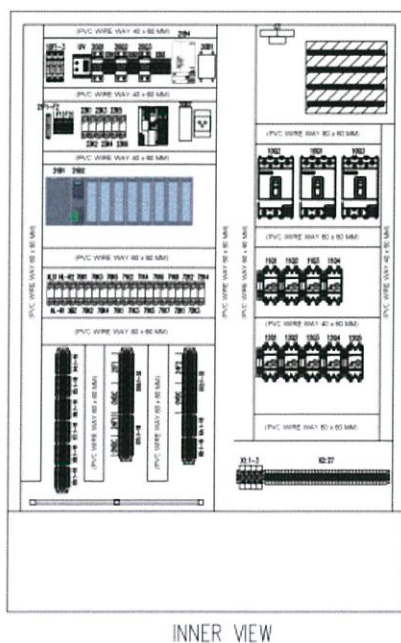
2.6 โปรแกรม ZWCAD

ใช้ในการออกแบบตู้คอนโทรลทั้งขนาดของตู้, รูปแบบตู้, การจัดวางอุปกรณ์ภายในตู้ และยังสามารถใช้เขียนแบบไฟฟ้าเพื่อนำไปเป็นแบบไฟฟ้าของการเข้าสาย (wiring)

แบบไฟฟ้าที่ทำในโครงการนี้คือ ถ้ามีการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับตู้คอนโทรล แบบไฟฟ้าก็ต้องแก้ไขให้เป็นไปตามอุปกรณ์จริง เช่น Flow transmitter จากเดิมเป็น 2-wire แก้ไขเป็น 4-wire การแก้ไขแบบไฟฟ้าในบางครั้งส่งผลถึงโปรแกรมที่เขียนลง PLC ด้วย



รูปที่ 2.25 การออกแบบภายนอกตู้คอนโทรล



รูปที่ 2.26 การออกแบบภายในตู้คอนโทรล, การจัดวางอุปกรณ์

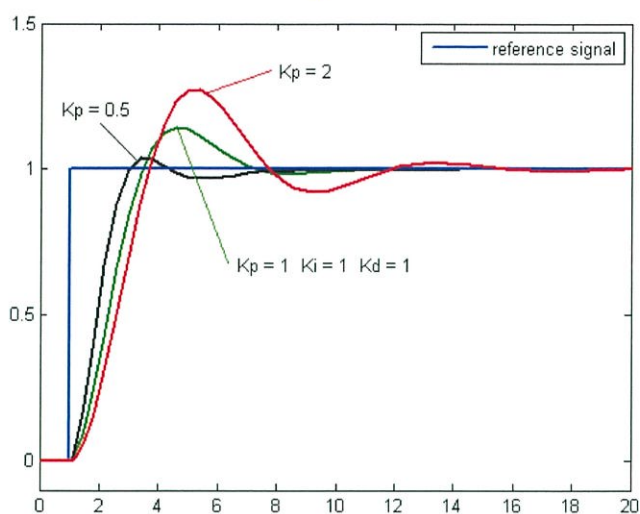
2.7 PID control

2.7.1 ผลของ P

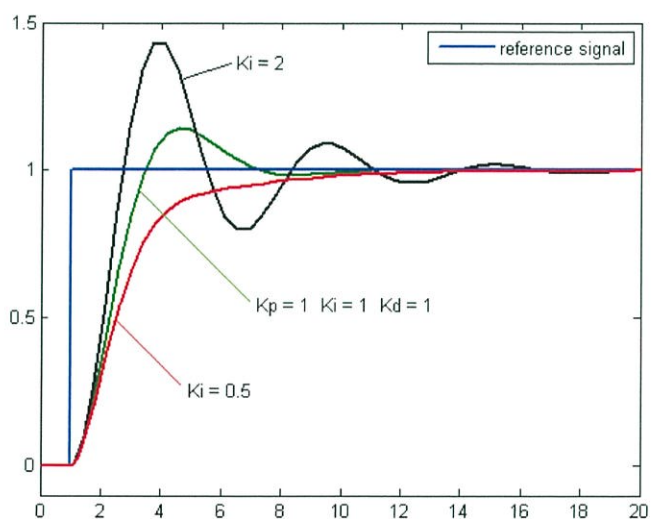
1. มีค่า Offset น้อยลง
2. มี Overshoot สูงขึ้น เกิดการแกว่งมากขึ้น
3. ระบบขาดเสถียรภาพมากขึ้น ถ้าลดค่า PB มากเกินไป จะทำให้ระบบ Oscillate

1. ไม่มี Offset
2. มี Overshoot สูงขึ้น เกิดการแกว่งมากขึ้น
3. ระบบขาดเสถียรภาพมากขึ้น ถ้าลดค่า T_i มากเกินไป จะทำให้ระบบ Oscillate หรือ Unstable

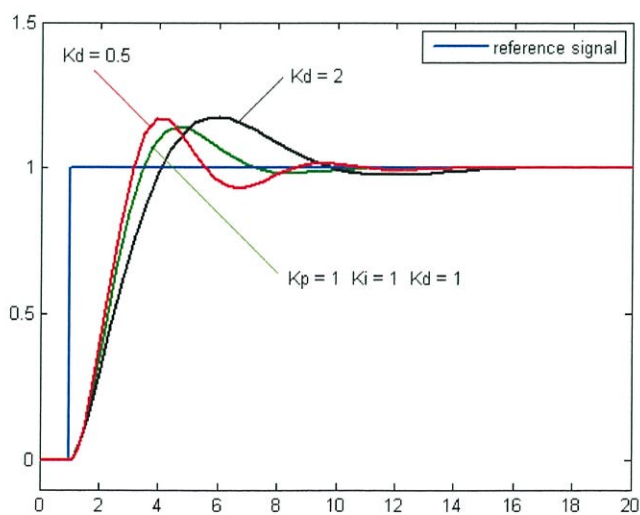
1. มี Overshoot ลดลงมีการแกว่งตัวน้อยลง
2. ระบบมีเสถียรภาพมากขึ้น ไวขึ้น
3. ในระบบที่เร็วอยู่แล้ว จะขาดเสถียรภาพ



รูปที่ 2.28 กราฟ PV ต่อเวลา, K_p กำหนดเป็น 3 ค่า (K_i และ K_d คงที่)



รูปที่ 2.29 กราฟ PV ต่อเวลา, K_i กำหนดเป็น 3 ค่า (K_p และ K_d คงที่)



รูปที่ 2.30 กราฟ PV ต่อเวลา, K_d กำหนดเป็น 3 ค่า (K_p และ K_i คงที่)

บทที่ 3

การเฝ้าระวังและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในระบบ HVAC โดยใช้ PLC

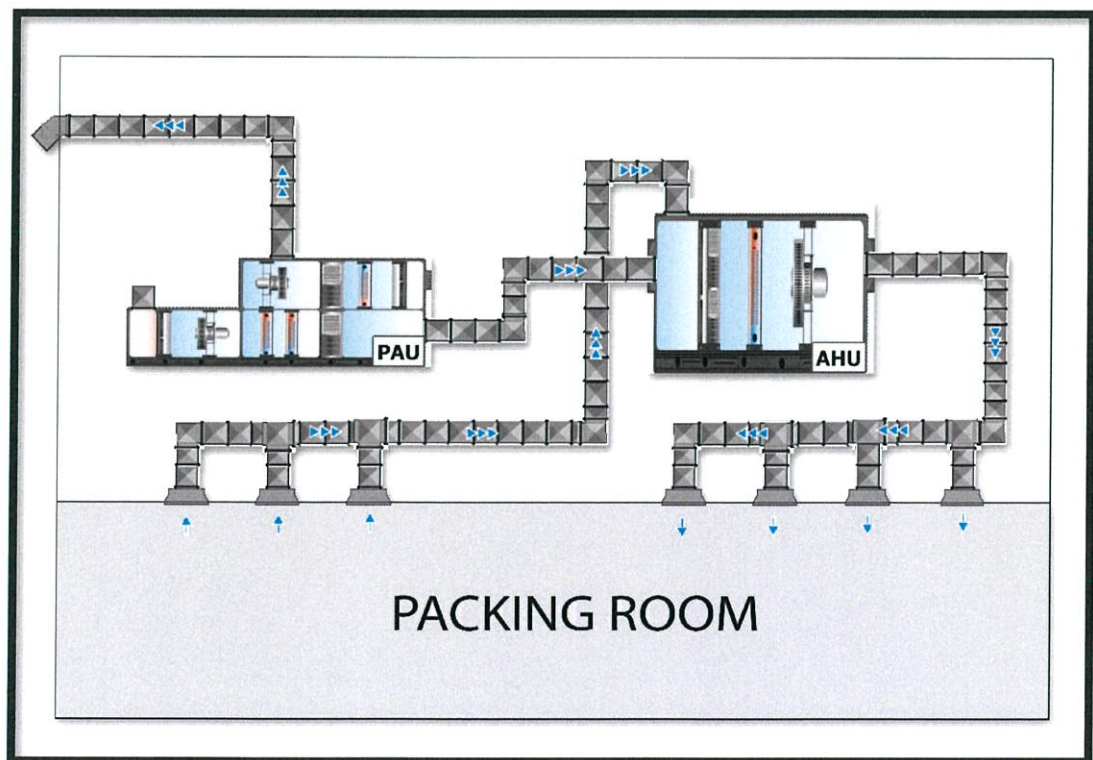
3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างโดยรวมของระบบ HVAC ที่ควบคุม, Input-Output ของ PLC, ลำดับการทำงานพร้อมทั้งเงื่อนไขในการเขียนโปรแกรมของระบบ HVAC, ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมของระบบ HVAC และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียน PLC และ HMI

3.2 โครงสร้างของระบบ HVAC ที่ศึกษา

โรงงานนี้มีส่วนที่ควบคุมคือระบบปรับอากาศที่นิยมใช้ในโรงงานถูกแบ่งออกเป็น 2 ห้องที่คือ ห้องที่ส่งลงเย็นไปยัง Packing room และห้องที่ส่งลงเย็นไปยัง Wrapping room ซึ่งทั้ง 2 ห้อง ระบบ HVAC ภายในจะประกอบด้วย Primary air handling unit (PAU) และ Air handling unit (AHU) ดังรูปที่ 3.1

ภายในกระบวนการปรับอากาศเพื่อ Packing room ประกอบด้วยท่อลม air inlet, air outlet, air return และ ตัวกรองอากาศ อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมโดย PLC ภายในกระบวนการปรับอากาศเพื่อ Packing room ประกอบด้วยวาล์วไอน้ำ, วาล์วน้ำเย็น, มอเตอร์ และ ทรานสมิตเตอร์

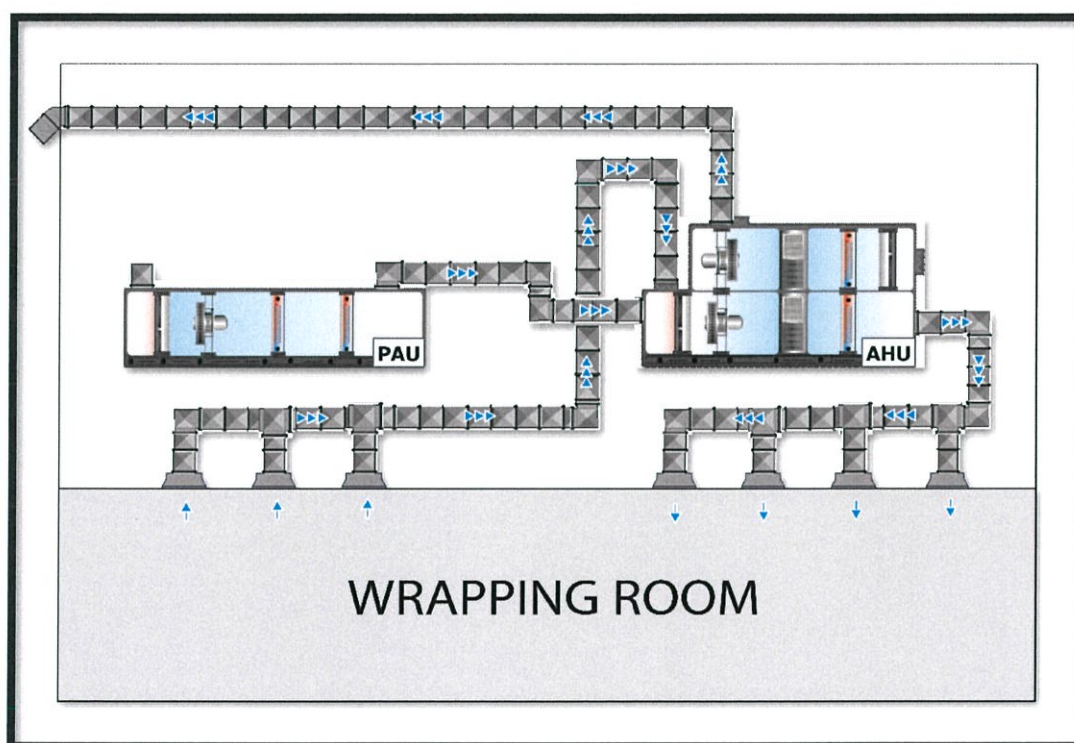


รูปที่ 3.1 กระบวนการปรับอากาศเพื่อ Packing room

ภายในกระบวนการปรับอากาศเพื่อ Packing room จะมีระบบ PAU และ AHU ที่มีขนาดใหญ่กว่ากระบวนการปรับอากาศเพื่อ Wrapping room เนื่องจาก Packing room มีขนาดใหญ่กว่า Wrapping room ทำให้ช่วงอุณหภูมิและความชื้นที่ควบคุมมีค่าต่างกัน

ระบบ HVAC ที่ส่งลงเย็นไปยัง Wrapping room ภายในจะประกอบด้วย Primary air handling unit (PAU) และ Air handling unit (AHU) ดังรูปที่ 3.2

ระบบ HVAC เพื่อส่งลมไปยัง Wrapping room ประกอบด้วยท่อลม air inlet, air outlet, air return และ ตัวกรองอากาศ อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมโดย PLC ภายในกระบวนการปรับอากาศเพื่อ Wrapping room ประกอบด้วยวาล์วไอน้ำ, วาล์วน้ำเย็น, มอเตอร์ และ ทรานสมิตเตอร์



รูปที่ 3.2 กระบวนการปรับอากาศเพื่อ Wrapping room

3.3 ตัวแปรที่ต้องการเฝ้าระวังและควบคุม

ข้อมูลของตัวแปรจะอยู่ในรูป I/O list ที่ถูกกำหนดตามความต้องการของโรงงานที่ได้ศึกษา ใช้ในการระบุที่อยู่ (Address) ของอุปกรณ์ ที่อยู่ในโปรแกรมจะต้องตรงกับที่อยู่จริงของอุปกรณ์ (ที่ต่ออยู่กับ Input - Output ของ PLC) ตัวแปรทั้งหมดนำไปใช้ในลูปควบคุมทั้ง 12 ลูปควบคุม

3.3.1 Input

ตัวแปร Input ใช้ประกอบการเขียนโปรแกรม PLC เพื่อควบคุมระบบ HVAC จะประกอบด้วย Analog Input (AI) และ Digital Input (DI) ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรแบบ AI สำหรับ PLC

PLC	Cat.	Address	Dev. Type	Dev.	Description	Remark
6ES7 513-1AL00-0AB0					CPU 1513-1 PN	
6ES7 531-7KF00-0AB0	AI8	PIW 256	TT	1	Temperature transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 258	HT	1	Relative humidity transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 260	TT	2	Temperature transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 262	HT	2	Relative humidity transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 264	TT	3	Temperature transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 266	HT	3	Relative humidity transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 268	TT	4	Temperature transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 270	HT	4	Relative humidity transmitter	WRAPPING ROOM
6ES7 531-7KF00-0AB0	AI8	PIW 272	TT	5	Temperature transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 274	TT	6	Temperature transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 276	TT	7	Temperature transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 278	TT	8	Temperature transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 280	TT	9	Temperature transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 282	DPT	1	Differential pressure transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 284	FT	1	Flow transmitter	WRAPPING ROOM
	AI8	PIW 286	FT	2	Flow transmitter	WRAPPING ROOM
6ES7 531-7KF00-0AB0	AI8	PIW 288	TT	6	Temperature transmitter	PACKING ROOM
	AI8	PIW 290				
	AI8	PIW 292	TT	1	Temperature transmitter	PACKING ROOM
	AI8	PIW 294	HT	1	Relative humidity transmitter	PACKING ROOM
	AI8	PIW 296	TT	2	Temperature transmitter	PACKING ROOM
	AI8	PIW 298	HT	2	Relative humidity transmitter	PACKING ROOM
	AI8	PIW 300	TT	3	Temperature transmitter	PACKING ROOM
	AI8	PIW 302	HT	3	Relative humidity transmitter	PACKING ROOM
6ES7 531-7KF00-0AB0	AI8	PIW 304	TT	4	Temperature transmitter	PACKING ROOM
	AI8	PIW 306	HT	4	Relative humidity transmitter	PACKING ROOM
	AI8	PIW 308	TT	5	Temperature transmitter	PACKING ROOM
	AI8	PIW 310	FT	2	Flow transmitter	PACKING ROOM
	AI8	PIW 312	TT	7	Temperature transmitter	PACKING ROOM
	AI8	PIW 314	TT	8	Temperature transmitter	PACKING ROOM
	AI8	PIW 316	DPT	1	Differential pressure transmitter	PACKING ROOM
	AI8	PIW 318	FT	1	Flow transmitter	PACKING ROOM

ตารางที่ 3.2 ตัวแปรแบบ DI สำหรับ PLC

PLC	Cat.	Address	Dev. Type	Dev.	Description	Remark
6ES7 521-1BL00-0AB0	DI32	I0.0			Emergency stop	
	DI32	I0.1			Phase protection	
	DI32	I0.2	MT	1	VSD Alarm	WRAPPING ROOM
	DI32	I0.3	MT	1	VSD Run	WRAPPING ROOM
	DI32	I0.4	MT	1	Overload	WRAPPING ROOM
	DI32	I0.5	MT	2	VSD Alarm	WRAPPING ROOM
	DI32	I0.6	MT	2	VSD Run	WRAPPING ROOM
	DI32	I0.7	MT	2	Overload	WRAPPING ROOM
	DI32	I1.0	MT	3	VSD Alarm	WRAPPING ROOM
	DI32	I1.1	MT	3	VSD Run	WRAPPING ROOM
	DI32	I1.2	MT	3	Overload	WRAPPING ROOM
	DI32	I1.3	MT	4	VSD Alarm	WRAPPING ROOM
	DI32	I1.4				
	DI32	I1.5	MT	4	Overload	WRAPPING ROOM
	DI32	I1.6	MT	1	VSD Alarm	PACKING ROOM
	DI32	I1.7	MT	1	VSD Run	PACKING ROOM
	DI32	I2.0	MT	1	Overload	PACKING ROOM
	DI32	I2.1	MT	2	VSD Alarm	PACKING ROOM
	DI32	I2.2	MT	2	VSD Run	PACKING ROOM
	DI32	I2.3	MT	2	Overload	PACKING ROOM
	DI32	I2.4	MT	3	VSD Alarm	PACKING ROOM
	DI32	I2.5	MT	3	VSD Run	PACKING ROOM
	DI32	I2.6	MT	3	Overload	PACKING ROOM
	DI32	I2.7	MT	4	VSD Alarm	PACKING ROOM
	DI32	I3.0	MT	4	VSD Run	PACKING ROOM
	DI32	I3.1	MT	4	Overload	PACKING ROOM
	DI32	I3.2	MT	5	VSD Alarm	PACKING ROOM
	DI32	I3.3				
	DI32	I3.4	MT	5	Overload	PACKING ROOM
	DI32	I3.5				
	DI32	I3.6				
	DI32	I3.7				
6ES7 521-1BH00-0AB0	DI16	I4.0	DP	2	Differential pressure switch	WRAPPING ROOM
	DI16	I4.1	DP	1	Differential pressure switch	WRAPPING ROOM
	DI16	I4.2	DP	3	Differential pressure switch	WRAPPING ROOM
	DI16	I4.3	DP	1	Differential pressure switch	PACKING ROOM
	DI16	I4.4	DP	2	Differential pressure switch	PACKING ROOM
	DI16	I4.5	DP	3	Differential pressure switch	PACKING ROOM
	DI16	I4.6				
	DI16	I4.7				
	DI16	I5.0				
	DI16	I5.1				

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ตัวแปรแบบ DI สำหรับ PLC

PLC	Cat.	Address	Dev. Type	Dev.	Description	Remark
	DI16	I5.2				
	DI16	I5.3				
	DI16	I5.4				
	DI16	I5.5				
	DI16	I5.6				
	DI16	I5.7				

3.3.2 Output

ตัวแปร Output ใช้ประกอบการเขียนโปรแกรม PLC เพื่อควบคุมระบบ HVAC จะประกอบด้วย Analog Output (AO) และ Digital Output (DO) ดังตารางที่ 3.3, 3.4ตามลำดับ

ตารางที่ 3.3 ตัวแปรแบบ AO สำหรับ PLC

PLC	Cat.	Address	Dev. Type	Dev.	Description	Remark
6ES7 532-5HF00-0AB0	AO8	PQW 256	MT	1	Speed referent	WRAPPING ROOM
	AO8	PQW 258				
	AO8	PQW 260	MT	3	Speed referent	WRAPPING ROOM
	AO8	PQW 262	MT	4	Speed referent (Controller)	WRAPPING ROOM
	AO8	PQW 264	MV	1	Position	WRAPPING ROOM
	AO8	PQW 266	MV	2	Position	WRAPPING ROOM
	AO8	PQW 268	MV	3	Position	WRAPPING ROOM
	AO8	PQW 270	MT	1	Speed referent	PACKING ROOM
6ES7 532-5HF00-0AB0	AO8	PQW 272	MT	2	Speed referent	PACKING ROOM
	AO8	PQW 274	MT	3	Speed referent	PACKING ROOM
	AO8	PQW 276				
	AO8	PQW 278	MT	5	Speed referent (Controller)	PACKING ROOM
	AO8	PQW 280	MV	1	Position	PACKING ROOM
	AO8	PQW 282	MV	2	Position	PACKING ROOM
	AO8	PQW 284	MV	3	Position	PACKING ROOM
	AO8	PQW 286				

ตารางที่ 3.4 ตัวแปรแบบ DO สำหรับ PLC

PLC	Cat.	Address	Dev. Type	Dev.	Description	Remark
6ES7 522-1BL01-0AB0	DO32	Q0.0			Lamp green/yellow	
	DO32	Q0.1			Lamp red	
	DO32	Q0.2			Buzzer	
	DO32	Q0.3	MT	1	Enable	WRAPPING ROOM
	DO32	Q0.4	MT	2	Enable	WRAPPING ROOM
	DO32	Q0.5	MT	3	Enable	WRAPPING ROOM
	DO32	Q0.6	MT	4	Enable	WRAPPING ROOM
	DO32	Q0.7	MT	1	Enable	PACKING ROOM
	DO32	Q1.0	MT	2	Enable	PACKING ROOM
	DO32	Q1.1	MT	3	Enable	PACKING ROOM

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) ตัวแปรแบบ DO สำหรับ PLC

PLC	Cat.	Address	Dev. Type	Dev.	Description	Remark
6ES7 522-1BL01-0AB0	DO32	Q1.2	MT	4	Enable	PACKING ROOM
	DO32	Q1.3	MT	5	Enable	PACKING ROOM
	DO32	Q1.4				
	DO32	Q1.5				
	DO32	Q1.6				
	DO32	Q1.7				
	DO32	Q2.0				
	DO32	Q2.1				
	DO32	Q2.2				
	DO32	Q2.3				
	DO32	Q2.4				
	DO32	Q2.5				
	DO32	Q2.6				
	DO32	Q2.7				
	DO32	Q3.0				
	DO32	Q3.1				
	DO32	Q3.2				
	DO32	Q3.3				
	DO32	Q3.4				
	DO32	Q3.5				
	DO32	Q3.6				

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลของ Motor

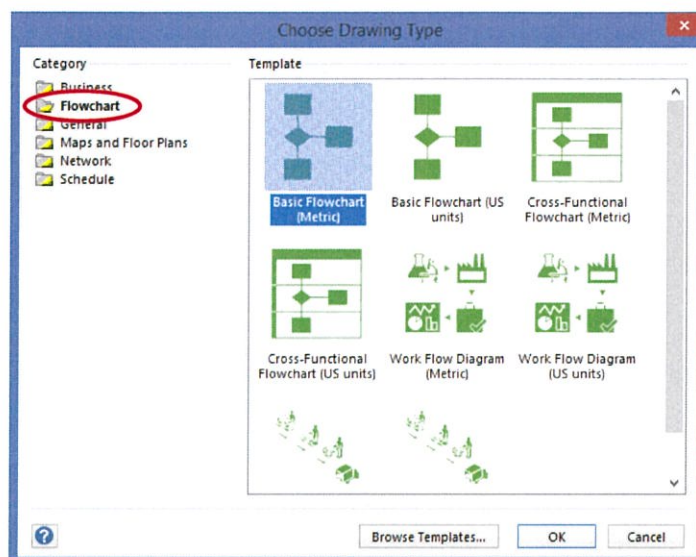
Device	Kilo Watt	Amp	Connection Wiring	Remark
MT1	7.5	15.5	INV	WRAPPING ROOM
MT2	7.5	15.5	INV	WRAPPING ROOM
MT3	1.5	3.5	INV	WRAPPING ROOM
MT4	1	2.5	Controller	WRAPPING ROOM
MT1	18.5	37	INV	PACKING ROOM
MT2	18.5	37	INV	PACKING ROOM
MT3	4	8.5	INV	PACKING ROOM
MT4	3	6	INV	PACKING ROOM
MT5	1	2.5	Controller	PACKING ROOM

ตารางที่ 3.6 I/O list (Remote I/O)

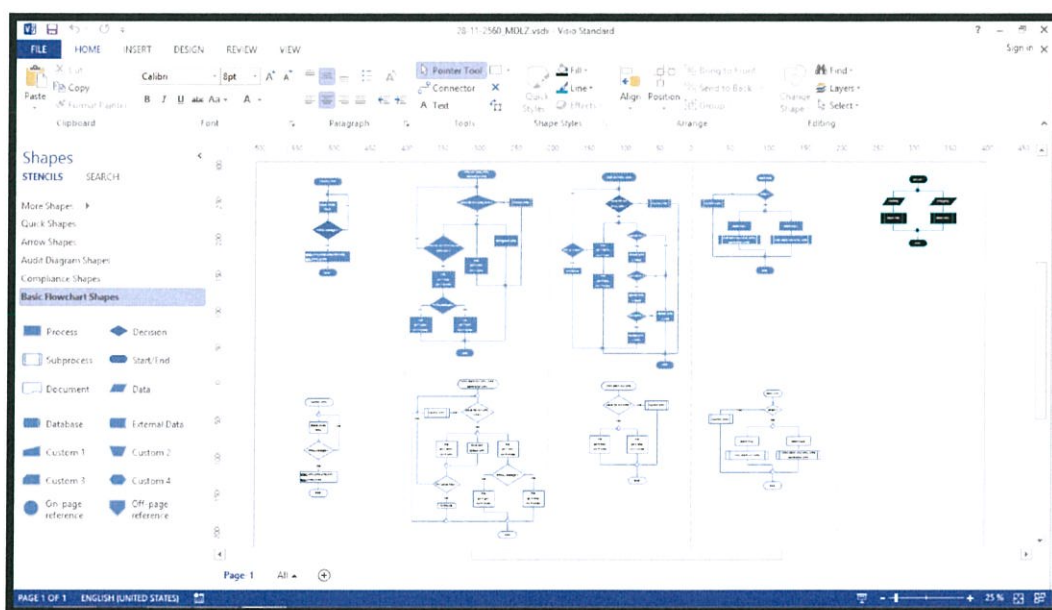
Remote I/O	Cat.	Address	Device Type	Device	Description
PROFINET INTERFACE IM 155-6PN ST ET 200SP					
6ES7 155-6AU00-0BN0					Interface module
6ES7 134-6HD00-0BA1	AI4	PIW 320			SPARE
	AI4	PIW 322			SPARE
	AI4	PIW 324			SPARE
	AI4	PIW 326			SPARE
6ES7 134-6HD00-0BA1	AI4	PIW 328			SPARE
	AI4	PIW 330			SPARE
	AI4	PIW 332			SPARE
	AI4	PIW 334			SPARE

3.3.3 Process conditions

Process conditions ของโครงการนี้เกิดจากการคุ้ยรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการที่ถูกควบคุมโดย PLC หรือก็คือระบบ HVAC จึงนำข้อมูลที่ได้มาเขียนเป็นผังงาน (Flowchart) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visio การตั้งค่าเพื่อเขียนแบบผังงานจะแสดงดังรูปที่ 3.3

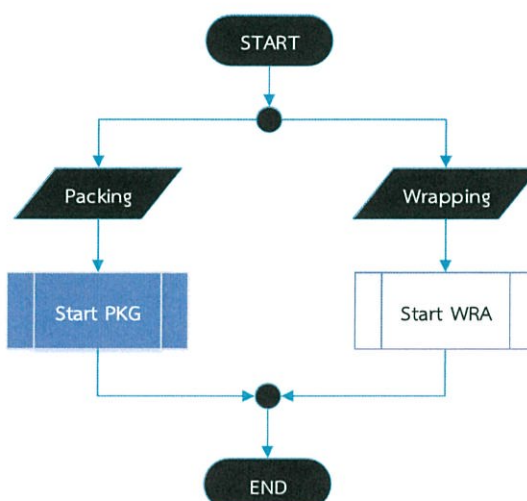


รูปที่ 3.3 การเลือกการเขียนแบบผังงานของ Microsoft Visio

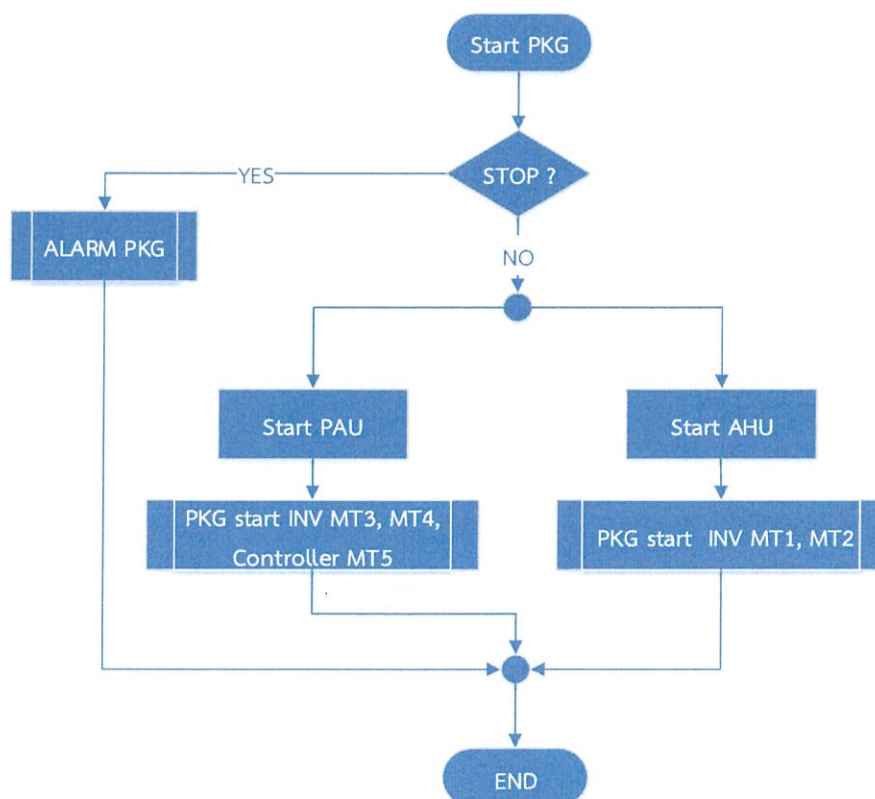


รูปที่ 3.4 ผังงานที่เขียนโดยใช้โปรแกรม Microsoft Visio

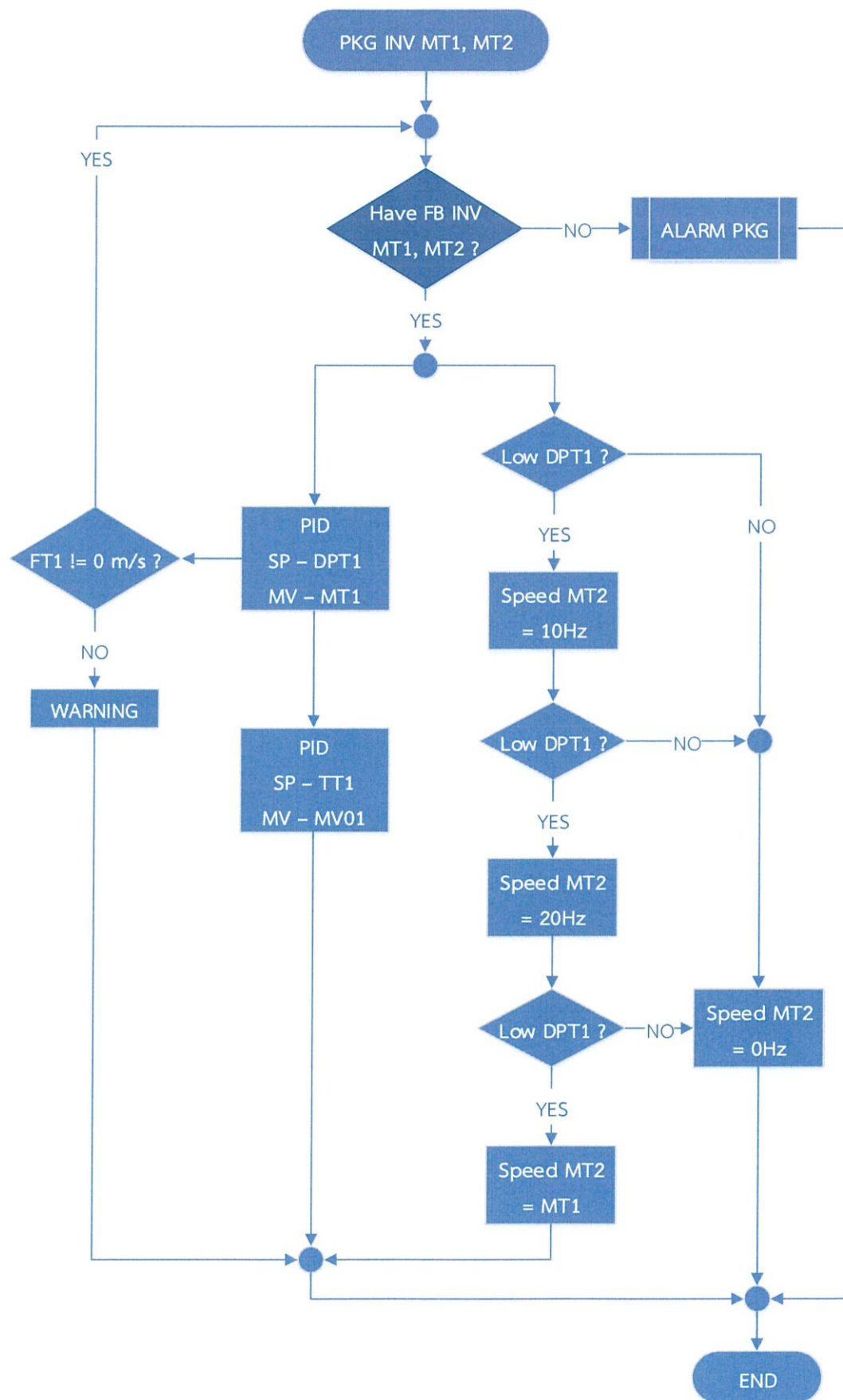
ผังงานแสดงลำดับการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดในกระบวนการที่ PLC ควบคุม อยู่ รวมถึงแสดงการทำงานกรณีเกิดความผิดปกติขึ้น (Alarm) โดยกระบวนการที่กล่าวคือระบบ HVAC ที่ PLC ทำการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น หรือก็คือระบบ HVAC ที่ส่งลมเย็นไปยังห้อง Packing และ Wrapping ผังงานสำหรับใช้เขียนโปรแกรม PLC ทั้งหมดของระบบ HVAC ที่ส่งลมเย็นไปยังห้อง Packing แสดงในรูปที่ 3.6 ถึง รูปที่ 3.9 และระบบ HVAC ที่ส่งลมเย็นไปยังห้อง Wrapping แสดงในรูปที่ 3.10 ถึง รูปที่ 3.13 ดังนี้



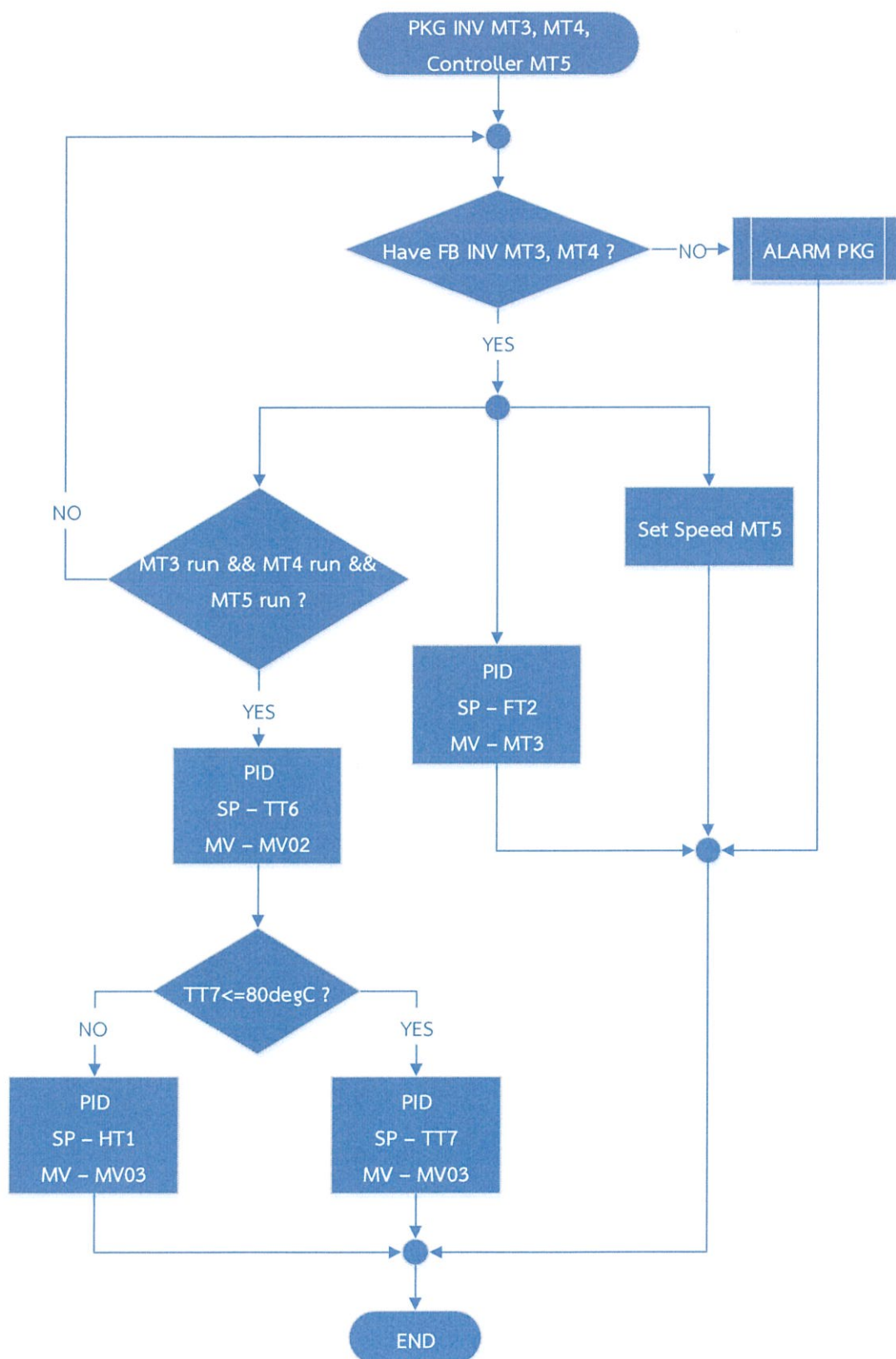
รูปที่ 3.5 ผังงานของ Packing room และ Wrapping room



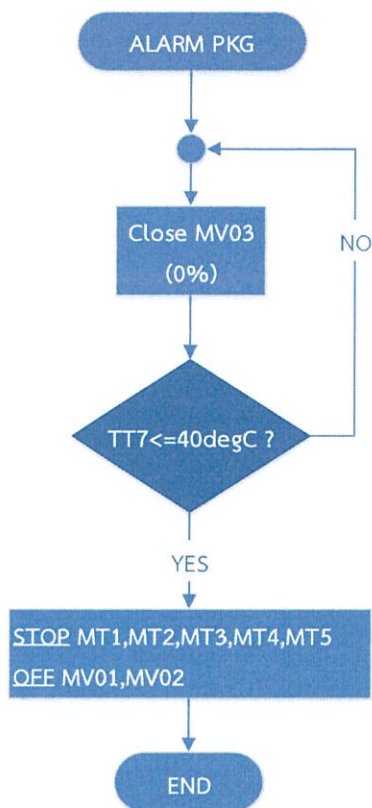
รูปที่ 3.6 ผังงานของ Packing room (1)



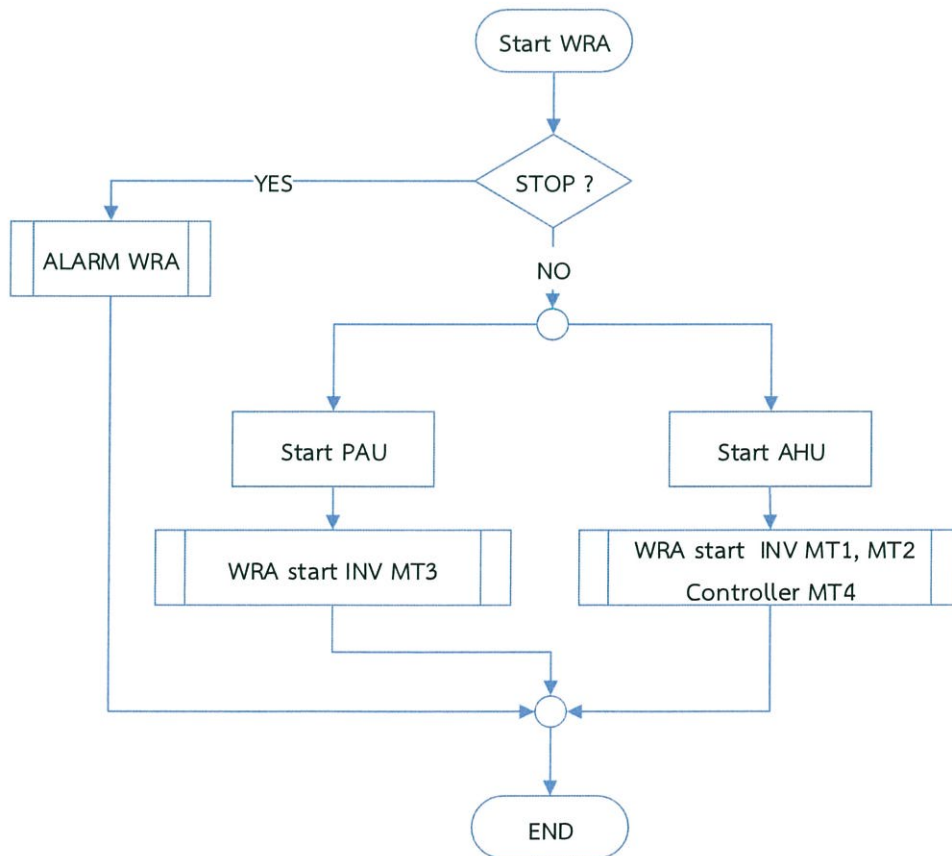
รูปที่ 3.7 ฟังก์ชันของ Packing room (2)



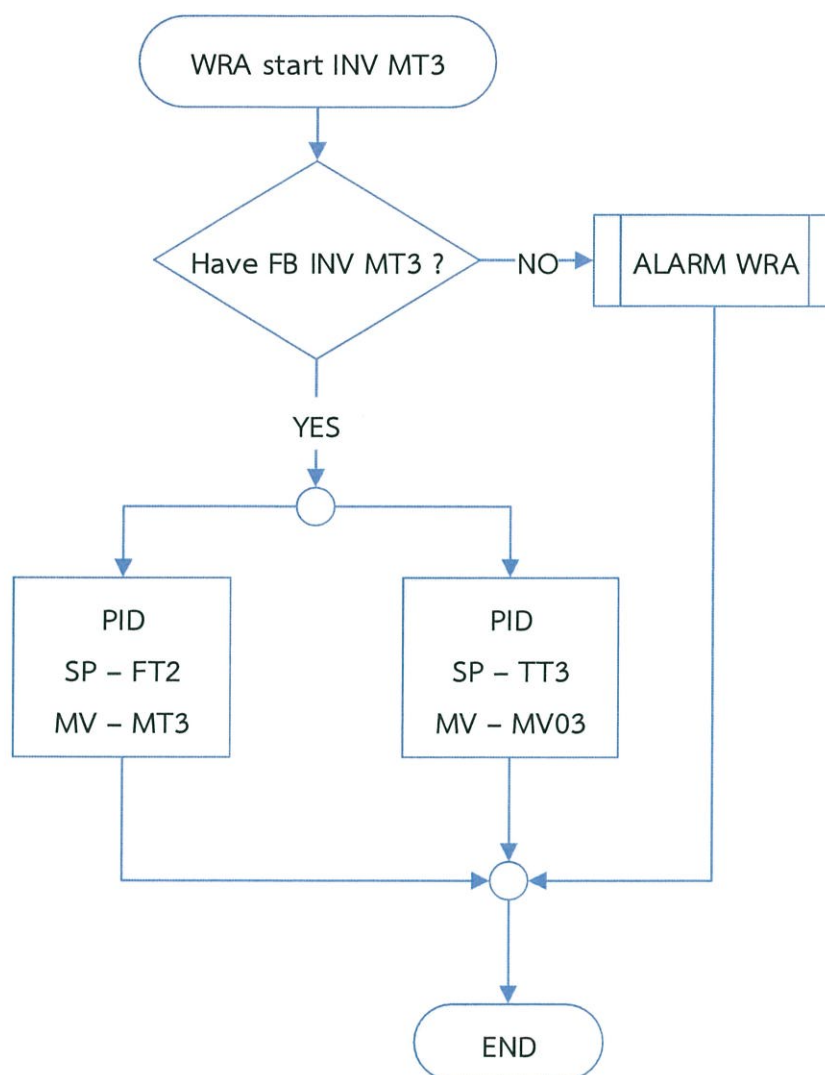
รูปที่ 3.8 ผังงานของ Packing room (3)



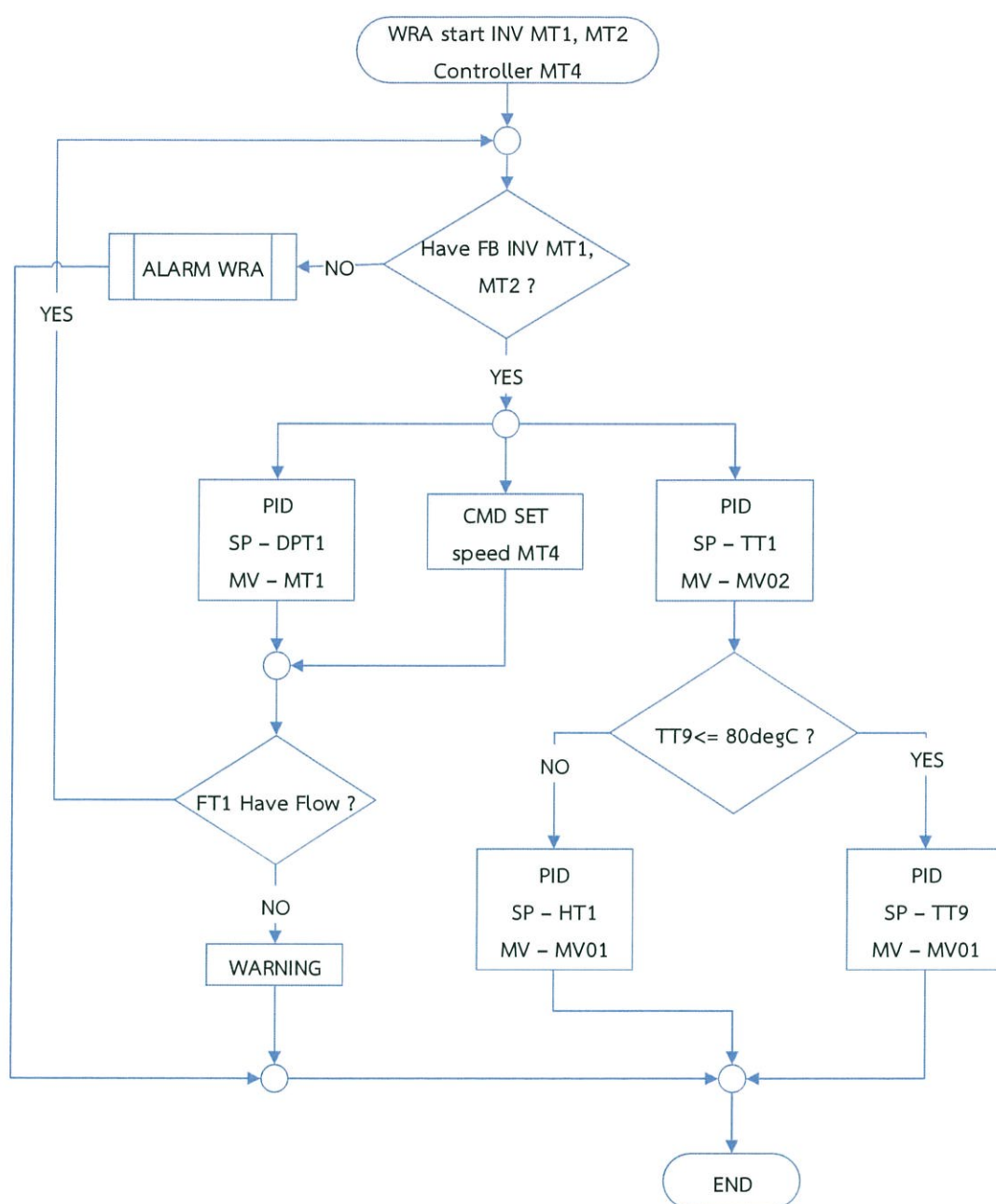
รูปที่ 3.9 ผังงานเมื่อเกิด Alarm ของ Packing room



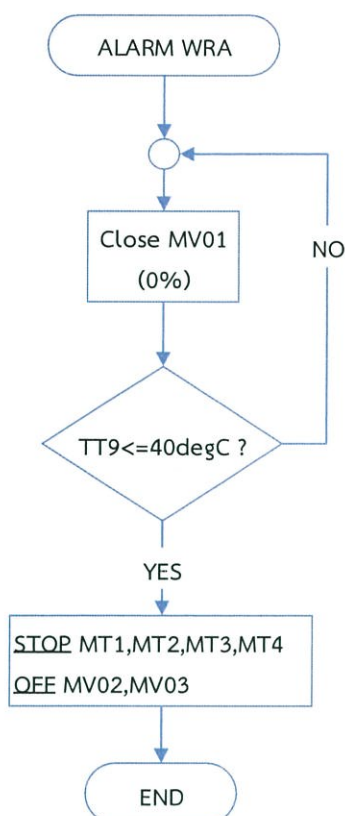
รูปที่ 3.10 ผังงานของ Wrapping room (1)



รูปที่ 3.11 ผังงานของ Wrapping room (2)



รูปที่ 3.12 ผังงานของ Wrapping room (3)



รูปที่ 3.13 ผังงานเมื่อเกิด Alarm ของ Wrapping room

3.4 การเขียนโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ TIA V14 sp1

ข้อมูลที่ใช้ประกอบการเขียนโปรแกรม PLC และ HMI ของโครงการนี้ได้แก่ P&ID, I/O list และ ผังงาน (Flowchart)

PLC ที่ใช้คือ SIEMENS S7-1500 (CPU1513-1 PN), HMI ที่ใช้คือ SIEMENS TP1200 และ โปรแกรมที่ใช้คือ TIA V14 sp1 และ S7-PLCSIM V14 sp1

PLC SIEMENS S7-1500 ถูกใช้ในส่วนควบคุมของทั้งกระบวนการปรับอากาศเพื่อ Packing room และกระบวนการปรับอากาศเพื่อ Wrapping room แต่เนื่องจาก Input-Output ของ PLC ไม่เพียงพอ จึงต้องนำ ET200SP (Remote I/O) มาช่วยในการเพิ่ม Input-Output ของ PLC

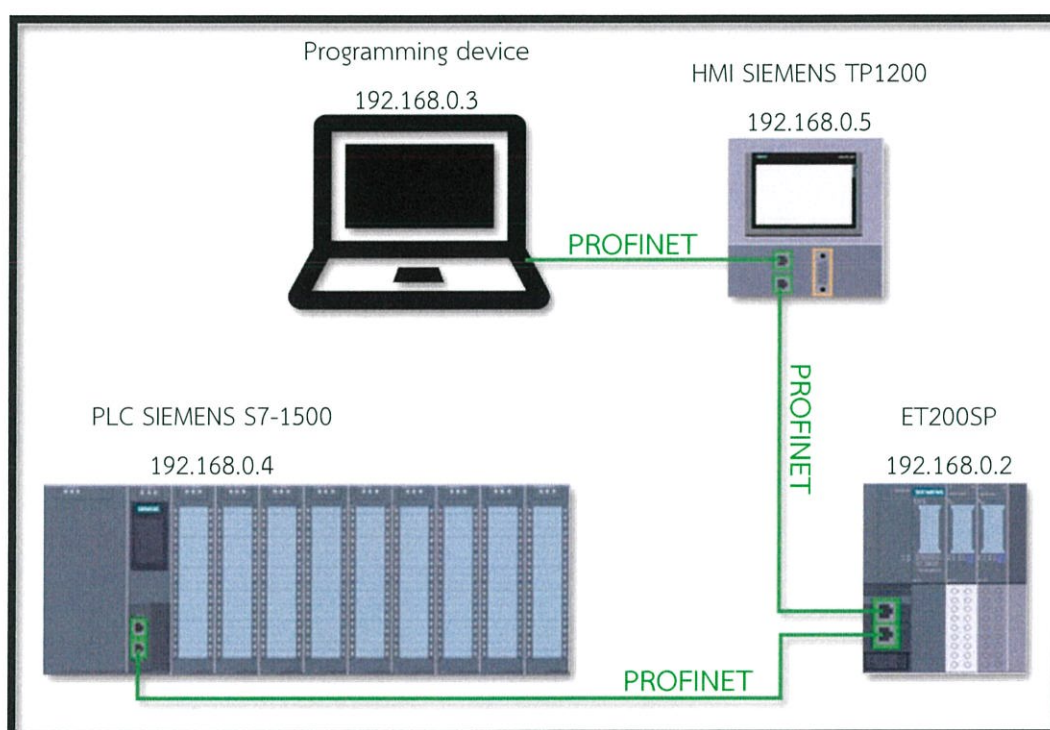
HMI SIEMENS TP1200 ถูกใช้ในส่วนเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับกระบวนการทั้งกระบวนการปรับอากาศเพื่อ Packing room และกระบวนการปรับอากาศเพื่อ Wrapping room

ส่วนควบคุม ประกอบด้วย PLC SIEMENS S7-1500 ที่ทำหน้าที่ประมวลผลและควบคุมกระบวนการตามโปรแกรมที่เขียนจาก Programming device โดยใช้โปรแกรม TIA V14 sp1 ซึ่งใช้ภาษา Ladder ในการเขียน และมี I/O module ที่ต่ออยู่กับ PLC เป็นส่วนติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ในกระบวนการปรับอากาศ และ ET200SP คือ Remote I/O ที่อยู่ในส่วนควบคุม ทำหน้าที่เป็นส่วน

เสริมเพิ่ม Input-Output ให้กับ PLC SIEMENS S7-1500 โดยใช้ PROFINET ในการติดต่อสื่อสารกับ PLC SIEMENS S7-1500

ส่วนเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับกระบวนการ HMI SIEMENS TP1200 คือจอแสดงผลขนาด 12 นิ้ว ที่สามารถควบคุมบางส่วนของกระบวนการได้ผ่านจอนี้ โปรแกรมรวมถึงกราฟิกที่ใช้ใน HMI ถูกเขียนโดย Programming device ซึ่งใช้โปรแกรม TIA V14 sp1 โดยที่ HMI SIEMENS TP1200 ทำงานร่วมกับ PLC SIEMENS S7-1500 ผ่าน PROFINET

โดยโครงสร้างส่วนควบคุมและส่วนแสดงผลมีความสัมพันธ์กันดังรูปที่ 3.14



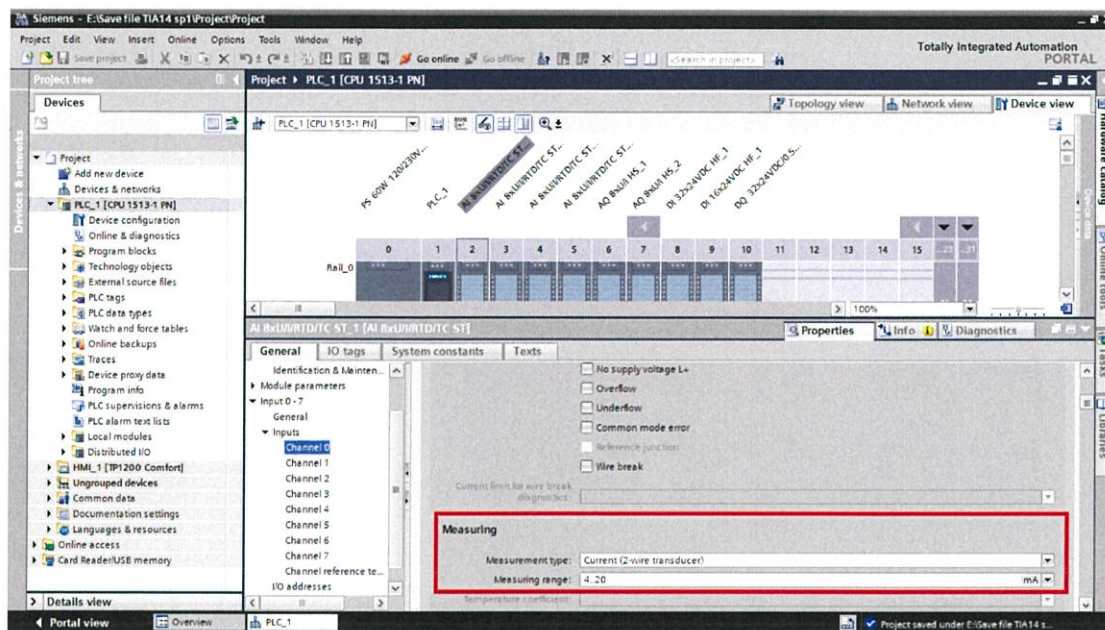
รูปที่ 3.14 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของส่วนควบคุมและส่วนแสดงผล

3.4.1 การเขียนโปรแกรม PLC

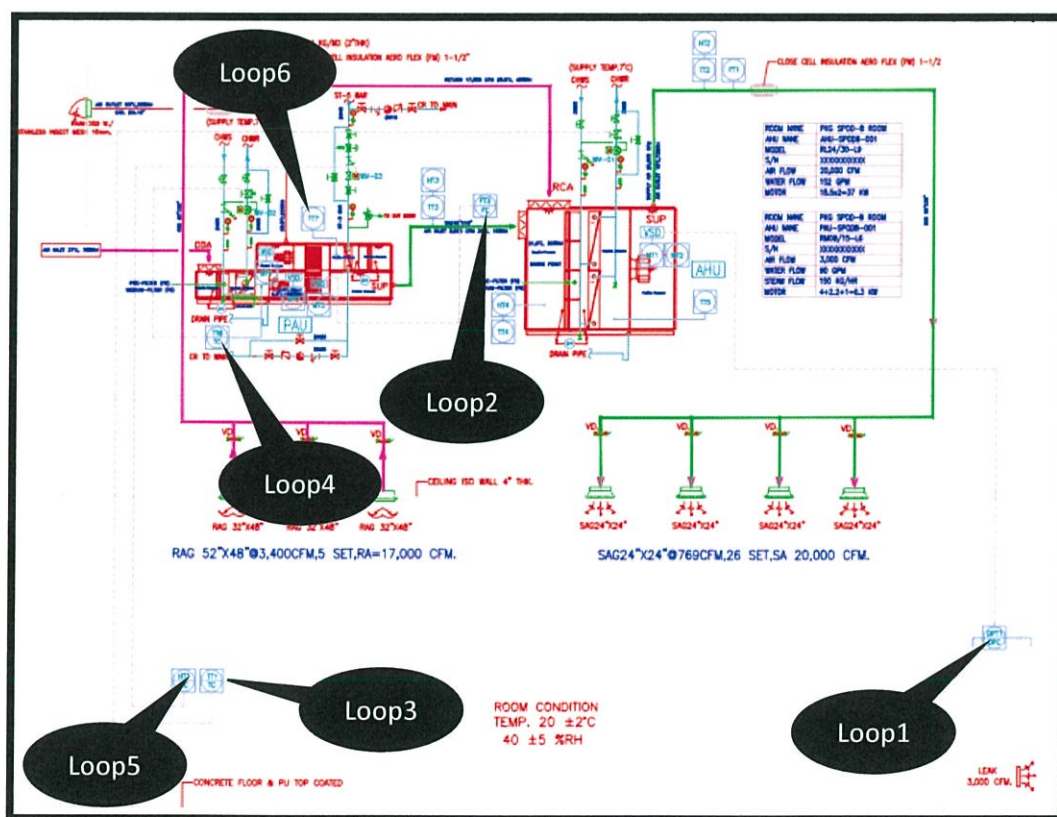
การเขียนโปรแกรม PLC ของโครงการนี้ใช้ภาษา Ladder ในการเขียนโปรแกรม จะคำนึงถึงผังงาน โปรแกรมหลังจากเขียนเสร็จจะต้องเป็นไปตามผังงาน และใช้ซอฟต์แวร์ S7-PLCSIM V14 sp1 ในการตรวจสอบการทำงานว่าเป็นไปตามผังงานและโปรแกรมที่เขียนเป็นไปอย่างถูกต้อง

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการตั้งค่าสำหรับอุปกรณ์ที่จะถูกควบคุมโดย PLC และ PID block ที่อยู่ในซอฟต์แวร์ TIA V14 sp1 ที่ใช้สำหรับการควบคุมแบบ PID พร้อมทั้งหน้าต่างที่ใช้ Tuning PID ของ PID block

หน้าตาการตั้งค่าสำหรับอุปกรณ์ที่จะถูกควบคุมโดย PLC และต้องตั้งค่า I/O addresses ให้ตรงตาม I/O list ทั้ง Analog และ Digital หน้าตาการตั้งค่าแสดงดังรูปที่ 3.15

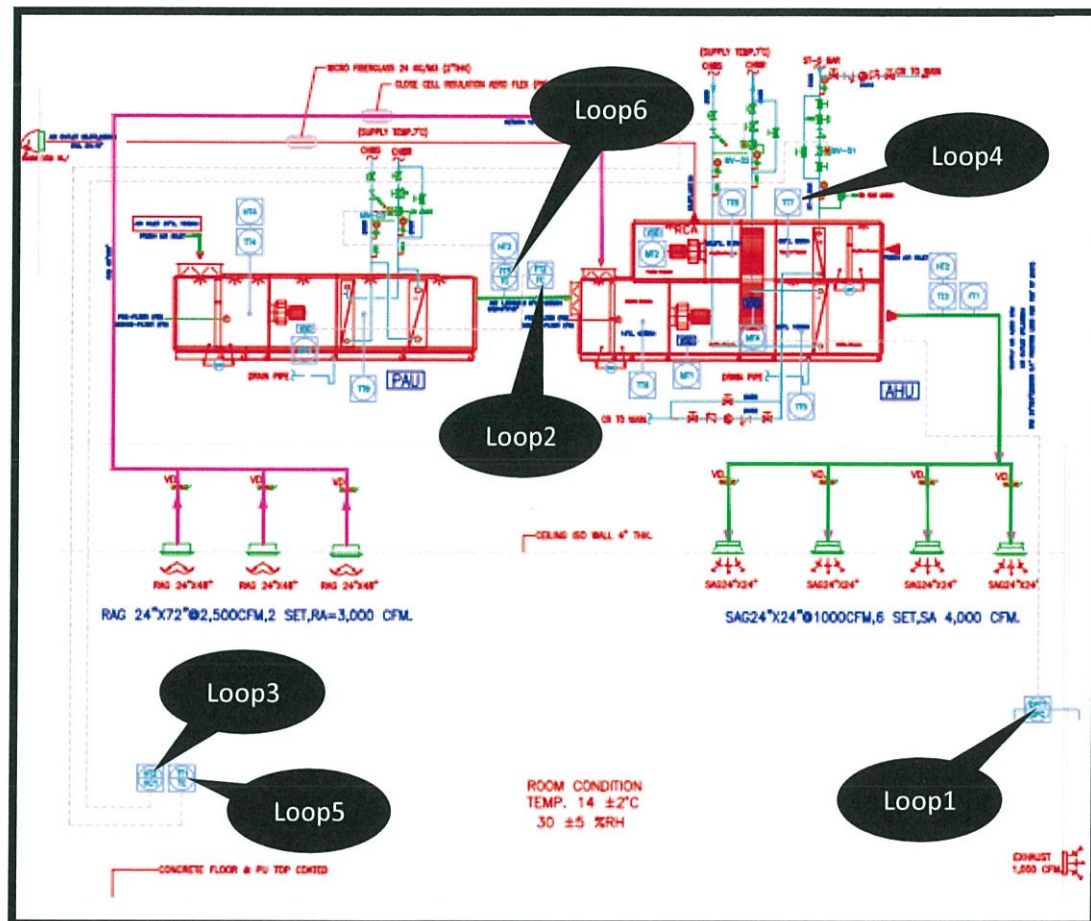


รูปที่ 3.15 ตั้งค่า Analog module



รูปที่ 3.16 P&ID Packing room และ Loop No.

PLC ควบคุม PID Loop ในระบบ HVAC จำนวนทั้งหมด 12 Loop โดยแบ่งเป็น Packing room 6 Loop และ Wrapping room 6 Loop ภายใน 6 Loop ของในแต่ละห้องนั้นจะถูกแบ่งเป็น Monitor 4 loop คือ ความดัน, อัตราการไหล และ อุณหภูมิ Control 2 loop คือ อุณหภูมิ และ ความชื้น ที่อยู่ภายในห้องกระบวนการ แสดงดังรูปที่ 3.16 และ 3.17



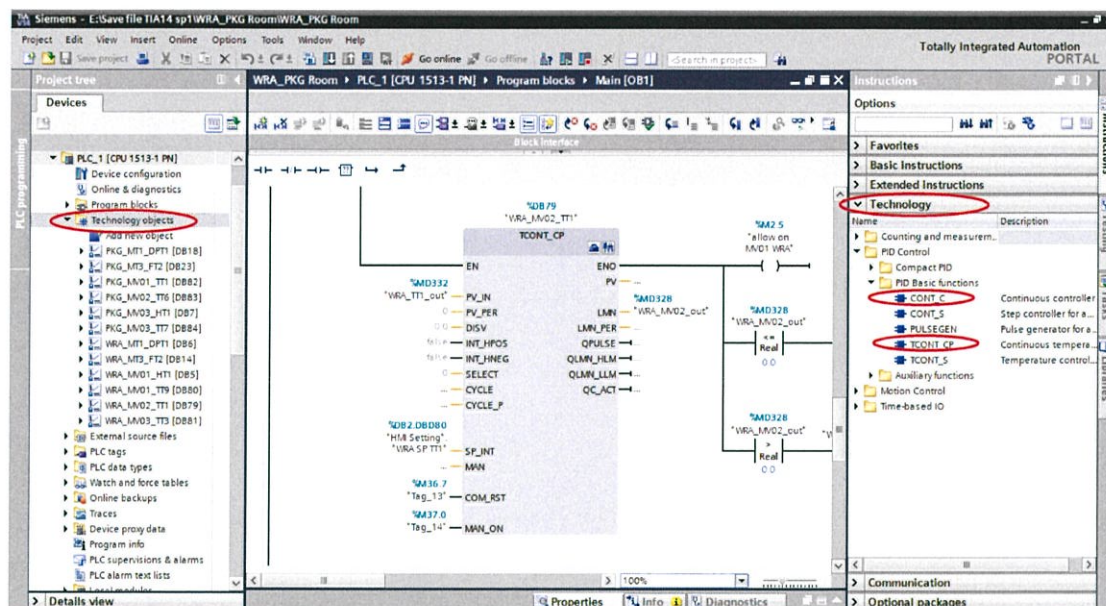
รูปที่ 3.17 P&ID Wrapping room และ Loop No.

ระบบ HVAC จะถูกแบ่งออกเป็นระบบ PAU และ AHU ใช้ PID ในการควบคุม PID block control ที่ใช้ในโปรแกรมมีอยู่ 2 แบบคือ 1. CONT_C ซึ่งใช้กับการควบคุมตัวแปรต่างๆไปที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างเร็ว เช่น อัตราการไหล (Flow rate) 2. TCONT_CP ซึ่งใช้กับการควบคุมตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงช้า หรือ มีลักษณะเฉพาะ เช่น อุณหภูมิ (Temperature) ดังตารางที่ 3.7

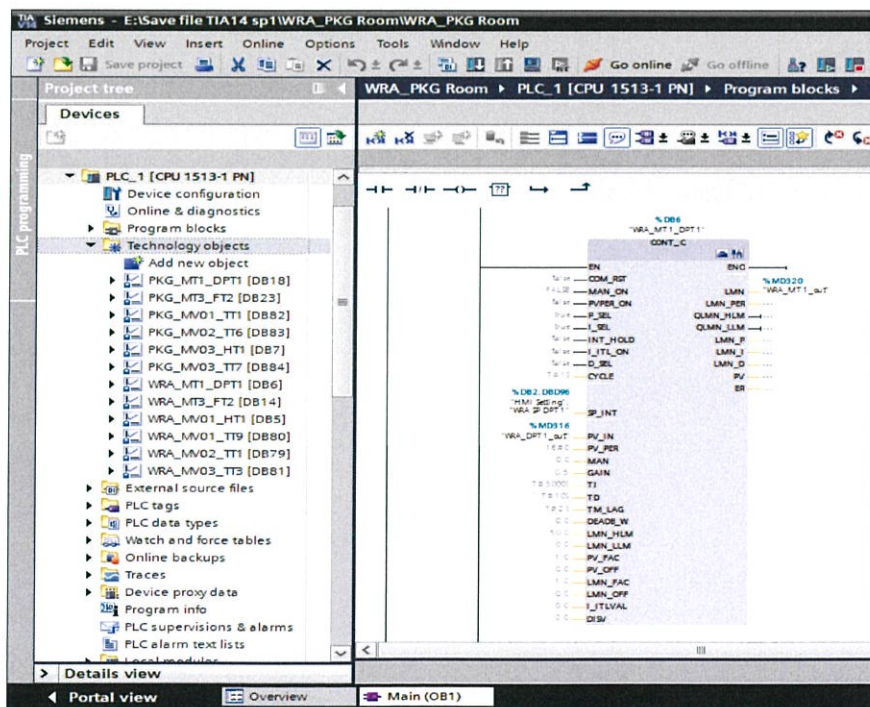
ซึ่ง block ทั้ง 2 แบบนี้จะอยู่ที่ด้านขวามือ Technology > PID Control > PID Basic function > CONT_C หรือ TCONT_CP หลังจากเลือกมาใช้งานแล้ว การตั้งค่าต่างๆของ block จะอยู่ที่ด้านซ้ายมือ Technology objects ดังรูปที่ 3.18

ตารางที่ 3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทเครื่องมือวัดกับ PID Block ที่ใช้ในโปรแกรม

Transmitter	PID Block
Different pressure transmitter (DPT)	CONT_C
Flow transmitter (FT)	CONT_C
Temperature transmitter (TT)	TCONT_CP
Humidity transmitter (HT)	TCONT_CP

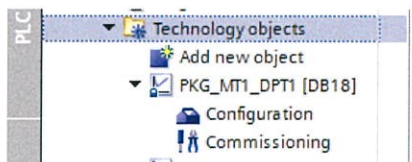


รูปที่ 3.18 TCONT_CP block และที่อยู่ของ block



รูปที่ 3.19 CONT_C block

เมื่อต้องการตั้งค่าต่างๆให้เข้าไปที่ Technology object ทางด้านซ้ายมือ แล้วเลือก block ที่ต้องการจะปรากฏดังรูปที่ 3.20



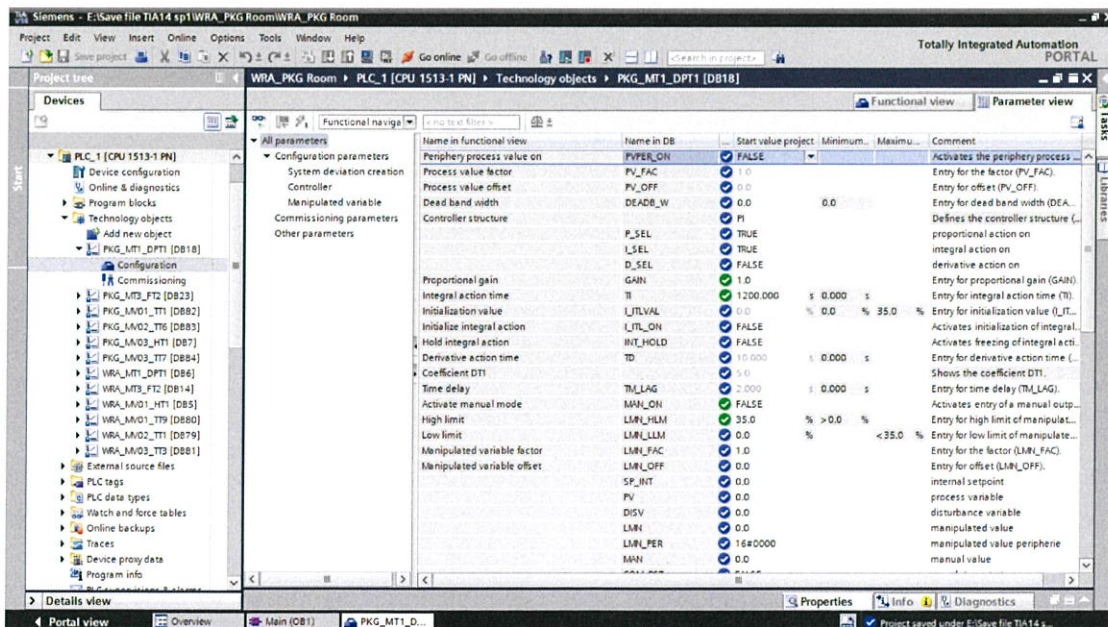
รูปที่ 3.20 การตั้งค่าภายใน block

ในหน้าต่างของ Configuration คือการตั้งค่าตัวแปรต่างๆภายใน block เช่น ลักษณะการควบคุม, ค่า P, I, D, Low limit MV, High limit MV เป็นต้น สำหรับ CONT_C และ TCONT_CP หน้าต่าง Configuration จะแตกต่างกันเล็กน้อย หน้าต่างของ Configuration ดังแสดงในรูปที่ 3.21

ลักษณะการควบคุม คือ สามารถกำหนดได้ว่าจะควบคุมแบบใด เช่นแบบ PI หรือ PID หรือ PD เป็นต้น

การตั้งค่าตัวแปร P จะอยู่ในช่อง GAIN, I จะอยู่ในช่อง TI, D จะอยู่ในช่อง TD การตั้งค่าตัวแปรต่างๆเหล่านี้สัมพันธ์กับกระบวนการทั้งสิ้น ซึ่งความสัมพันธ์ของ PID กับกระบวนการแสดงไว้ใน บทที่ 2 สามารถกำหนดได้ว่าจะควบคุมแบบใด เช่นแบบ PI หรือ PID หรือ PD เป็นต้น

Low limit MV และ High limit MV คือการกำหนดค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดให้กับค่า MV

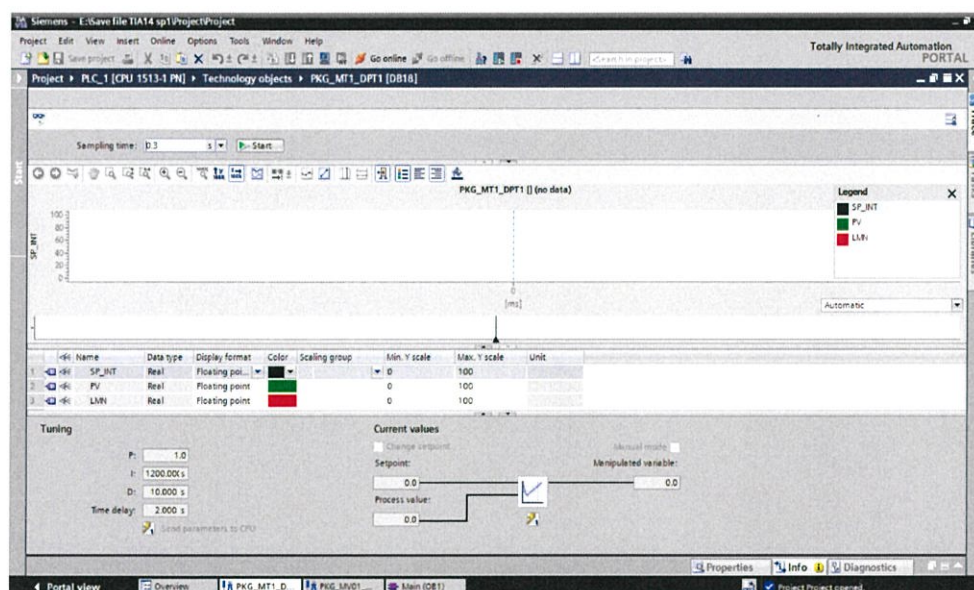


รูปที่ 3.21 หน้าต่าง Configuration ของ CONT_C

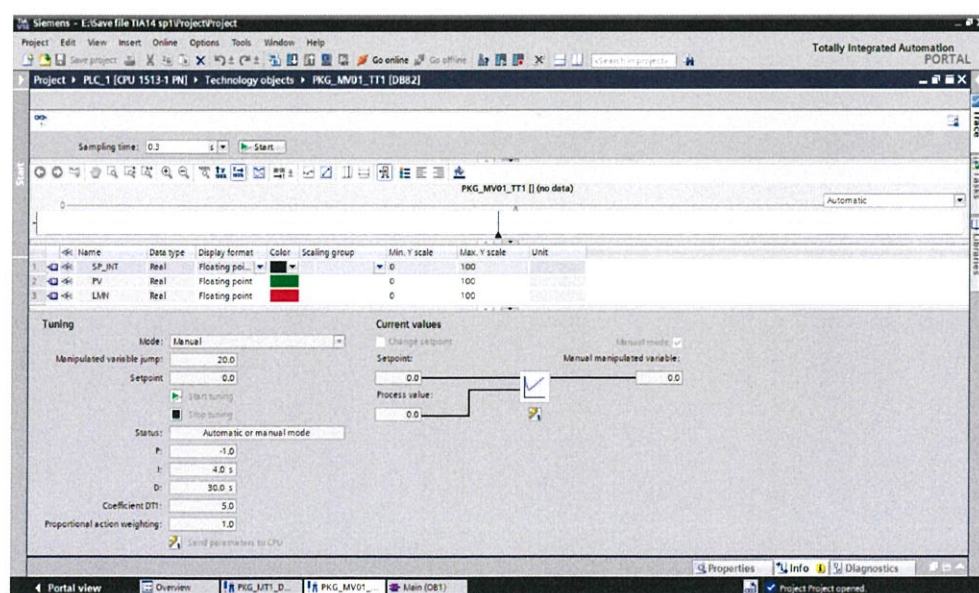
ต้องตรวจสอบ (Test I/O) ว่าค่าของ Analog Input, Analog Output, Digital Input และ Digital Output ตรงตามความจริง จากนั้นจึงเป็นขั้นตอน Commissioning ของ PID block ในโปรแกรมที่เขียนลง PLC (Tuning PID)

Commissioning ใช้สำหรับ Tuning PID คือ กรอกค่า Setpoint, P, I, D แล้วดูการตอบสนองของกระบวนการได้ ซึ่งมีการแสดงค่าทั้งแบบกราฟและตัวเลข ดังรูปที่ 3.22 และ 3.23

แต่ค่า Gain, TI, TD ที่กรอกในหน้าต่าง Commissioning จะไม่ถูกบันทึกลง block จะต้องกรอกที่หน้าต่าง Configuration ของ block เท่านั้น จึงจะทำการบันทึกลง block



รูปที่ 3.22 หน้าต่าง Commissioning ของ CONT_C

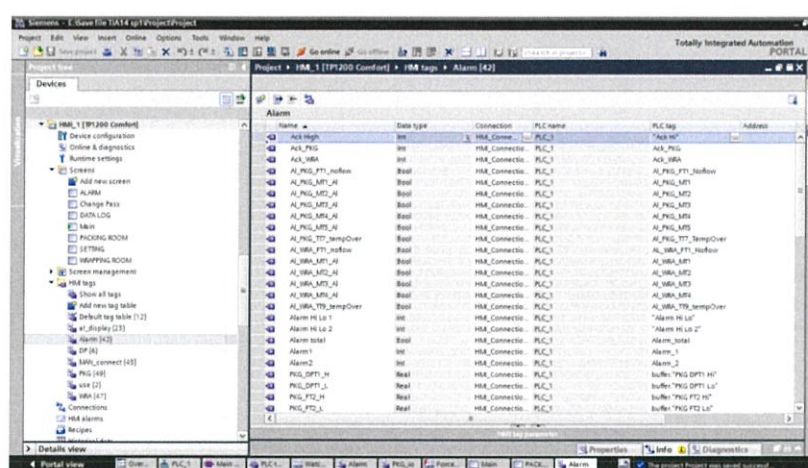


รูปที่ 3.23 หน้าต่าง Commissioning ของ TCONT_CP

3.4.2 HMI Graphic

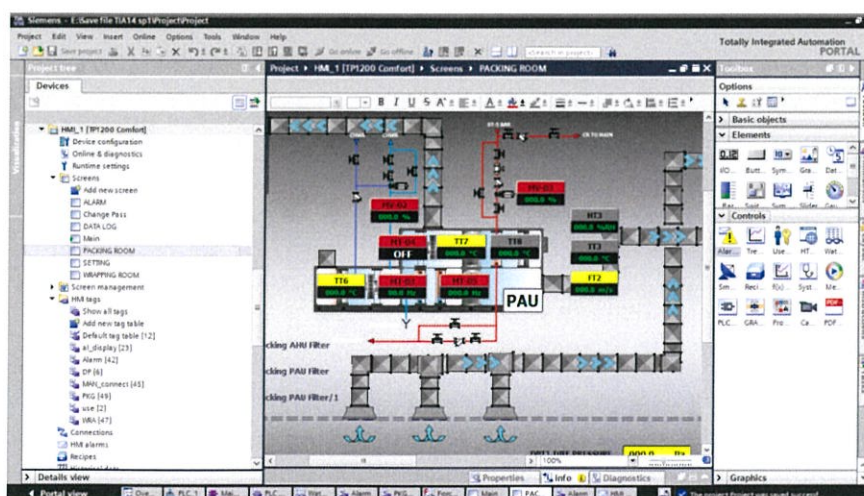
HMI ใช้ซอฟต์แวร์เดียวกันกับ PLC คือ TIA V14 sp1 การเลือกเขียนโปรแกรม HMI สามารถเลือกมาพร้อม PLC ในโปรเจกต์เดียวกันได้หรือ สามารถเขียนโปรแกรม HMI โดยแยกโปรเจกต์กับ PLC ได้โดยใช้การโหลดโปรแกรมลงทั้ง HMI และ PLC

การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ HMI ให้ไปที่ HMI tags แล้วสร้างชื่อพร้อมระบุ Data type ที่ต้องการเชื่อมกับ tag ของ PLC และตั้ง Connection ให้เป็น HMI_Connection_1 (หรือชื่ออื่นๆที่ตั้งไว้ที่ใช้เชื่อมต่อ HMI กับ PLC) จากนั้นพิมพ์ tag ของ PLC ที่ต้องการเชื่อม ซึ่งอยู่ภายใน PLC tags ถ้าหากต้องการใช้เพียงภายใน HMI ไม่ต้องการเชื่อมต่อกับ PLC ให้ตั้ง Connection = <Internal tag> ดังรูปที่ 3.24



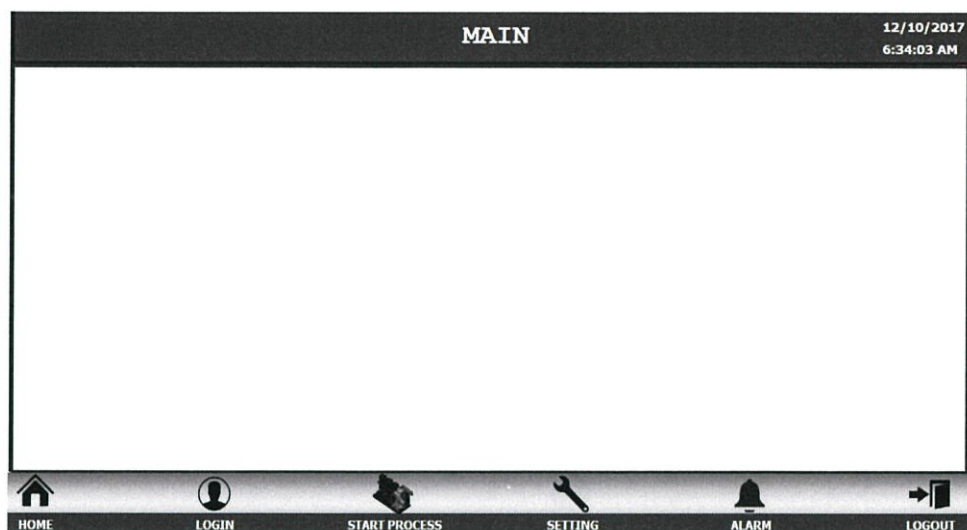
รูปที่ 3.24 HMI tags

สำหรับ HMI จะเขียนโปรแกรมที่ Screens ส่วนอุปกรณ์ในการเขียนโปรแกรมจะอยู่ทางขวามือเพื่อเลือกฟังก์ชันต่างๆมาใช้งานตามความต้องการ ในรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 Screens

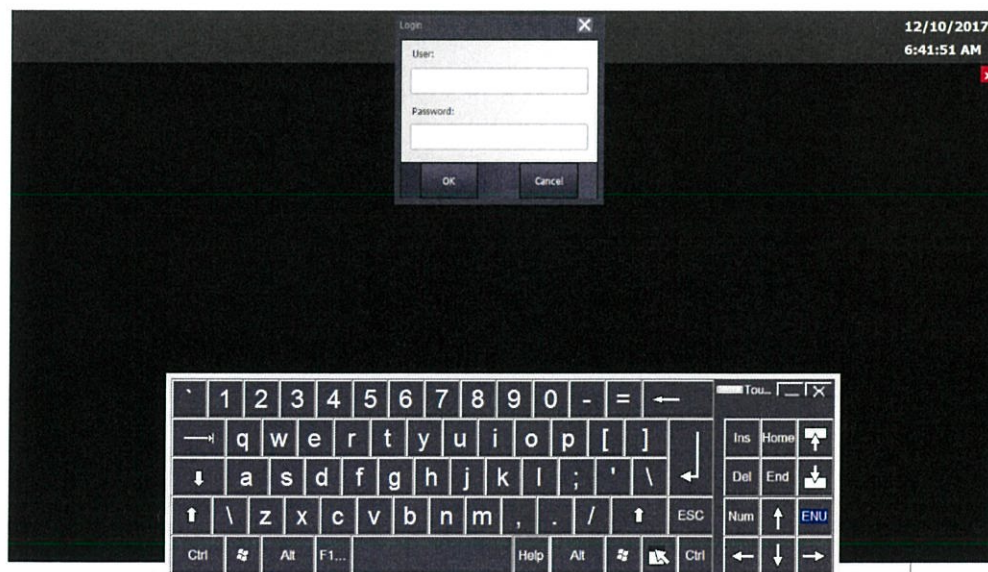
หน้ากราฟฟิกที่ออกแบบมีฟังก์ชันการทำงานหลักๆผ่าน HMI คือ Login, Logout, เปลี่ยนโหมดการทำงาน (AUTO/Manual), หน้าตั้งค่า และ ALARM



รูปที่ 3.26 หน้าหลัก

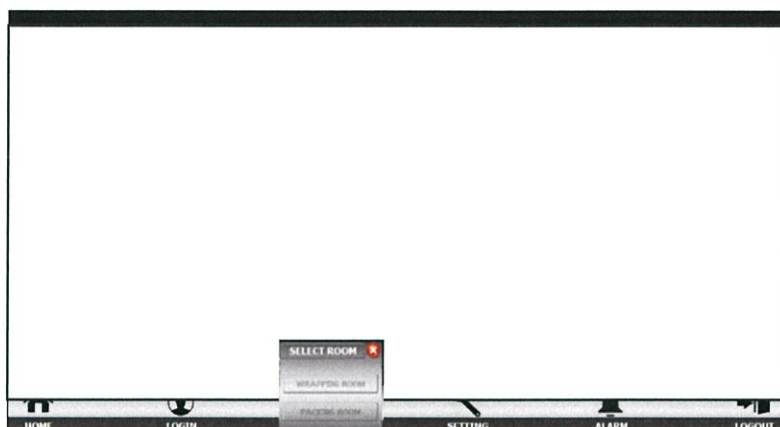
หน้า Login เพื่อลงทะเบียนยืนยันตัวตน กรอก User ในช่องที่1 และ กรอก Password ในช่องที่2 หากกรอก User และ Password ถูกต้องแล้ว แต่ยังคงหน้าจอต่าง LOGIN อยู่ แสดงว่าไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าถึงข้อมูลในส่วนนั้นๆ ดังรูปที่ 3.27

ออกจากการลงทะเบียนคือกดปุ่ม LOGOUT จะออกจากการลงทะเบียนและกลับมายังหน้าHOME แต่ไม่มีการกระทำเกิดขึ้นกับจอ HMI ภายใน5นาที จะ LOGOUT อัตโนมัติ



รูปที่ 3.27 หน้าลงทะเบียนยืนยันตัวตน

Process ประกอบด้วย การควบคุมกระบวนการปรับอากาศที่ส่งลงไปยัง Wrapping room และ Packing room เลือกห้องที่ต้องการจะเข้าไปดูกระบวนการ โดยการคลิกที่ชื่อของห้อง ดังรูปที่ 3.28

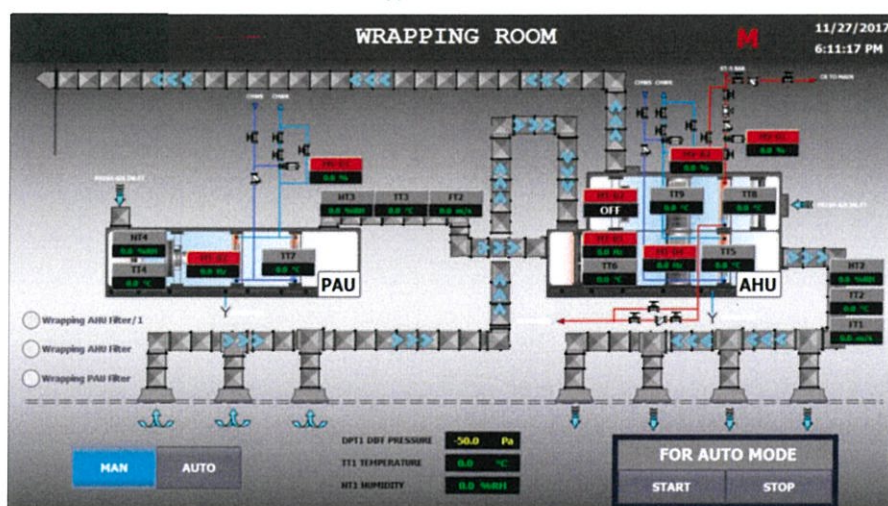


รูปที่ 3.28 หน้าทีเลือกจะเข้าสู่กระบวนการ

กระบวนการปรับอากาศที่ส่งลงไปยัง Wrapping room ในหน้านี้สามารถเลือกโหมดการทำงาน (Manual หรือ AUTO) และสำหรับโหมดการทำงานแบบ AUTO สามารถเลือกการทำงาน RUN หรือ STOP เมื่อกด RUN หรือ STOP จะเป็นไปตามผังงานที่เขียนไว้ เมื่อเข้าสู่โหมด Manual จะปรากฏตัว M ดังรูปที่ 3.29

ชื่ออุปกรณ์จะปรากฏสีแดง-เมื่อหยุดการทำงาน, สีเขียว-เมื่อทำงาน, สีเหลือง กระพริบ-เพื่อเตือนความผิดปกติระดับปานกลาง (Warning) และ สีแดงกระพริบ-เมื่อเกิดความผิดปกติระดับสูง (Alarm)

สำหรับ Different pressure switch จะปรากฏสีเหลือง-เมื่อเตือนค่า pressure ที่เครื่อง PAU หรือ AHU ผิดปกติ และปรากฏสีแดง-เมื่อค่า pressure ที่เครื่อง PAU หรือ AHU ปกติ

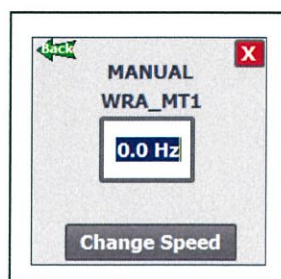


รูปที่ 3.29 ตัวอย่างกระบวนการปรับอากาศที่ส่งลงไปยัง Wrapping room

เมื่ออยู่ในโหมด Manual สามารถสั่งความเร็วหรือตำแหน่งวาล์วในแต่ละอุปกรณ์ พร้อมทั้งสามารถ Enable/Disable ได้ ดังรูปที่ 3.30 และ 3.31

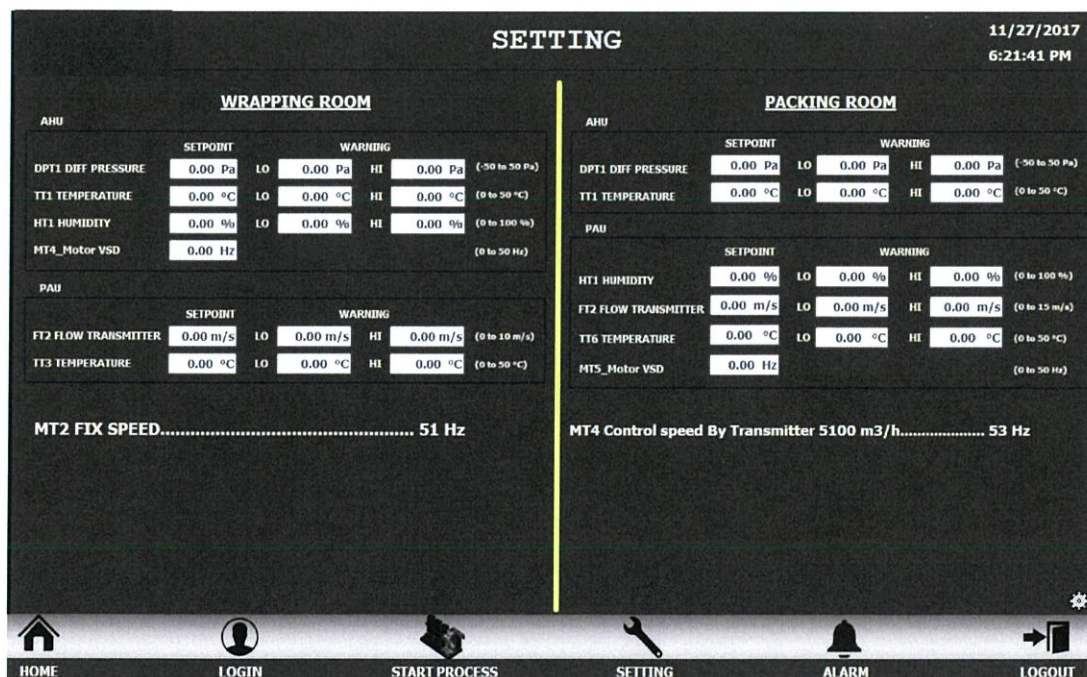


รูปที่ 3.30 หน้าต่างควบคุมในโหมด Manual



รูปที่ 3.31 หน้าต่างควบคุมความเร็วในโหมด Manual

หน้าตั้งค่าสามารถกำหนดค่า SETPOINT คือค่าเป้าหมายที่ต้องการได้, Lo WARNING ค่าที่กำหนดว่าถ้าต่ำกว่าค่านี้ให้เกิดการเตือนว่าผิดปกติ และ Hi WARNING คือค่าที่กำหนดว่าถ้าสูงกว่าค่านี้ให้เกิดการเตือนว่าผิดปกติ หน้าตั้งค่าแสดงดังรูปที่ 3.32

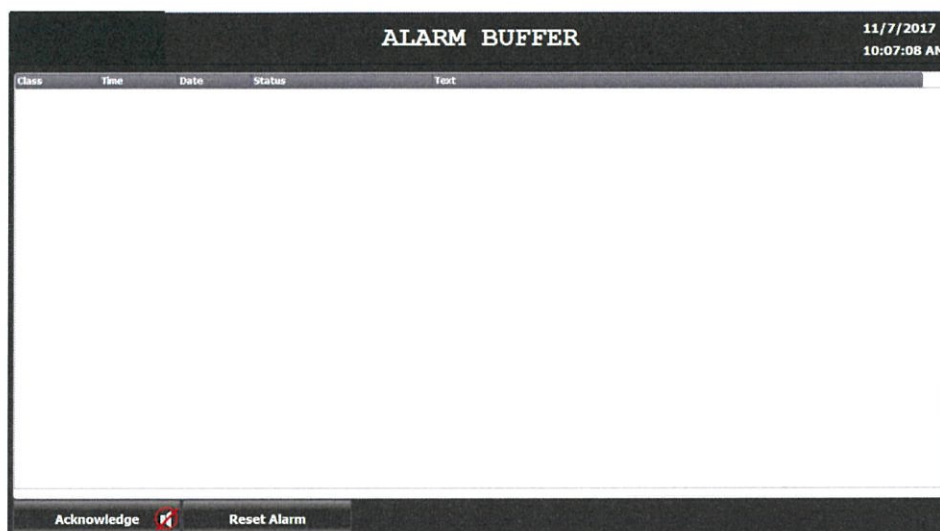


รูปที่ 3.32 หน้าต่างการตั้งค่า

หน้าต่างแสดงความผิดปกติ (Alarm) จะแสดงสาเหตุของความผิดปกติ, เวลาที่เกิดความผิดปกติ, วันที่/เดือน/ปี ที่เกิดความผิดปกติขึ้น แสดงดังรูปที่ 3.33

เมื่อเกิด Alarm ขึ้นให้กดปุ่ม Acknowledge เพื่อรับรู้ความผิดปกติที่เกิดขึ้น (เป็นการเงียบเสียงbuzzer

หลังจากกดปุ่ม Acknowledge แล้ว ให้ทำการแก้ไขความผิดปกติที่เกิดขึ้น จากนั้นจึงกดปุ่ม Reset Alarm (แต่หากกด Reset Alarm โดยยังไม่แก้ไขความผิดปกติ ก็จะทำให้เกิด Alarm ขึ้นมาใหม่)



รูปที่ 3.33 หน้าต่างแสดงความผิดปกติ (Alarm)

บทที่ 4

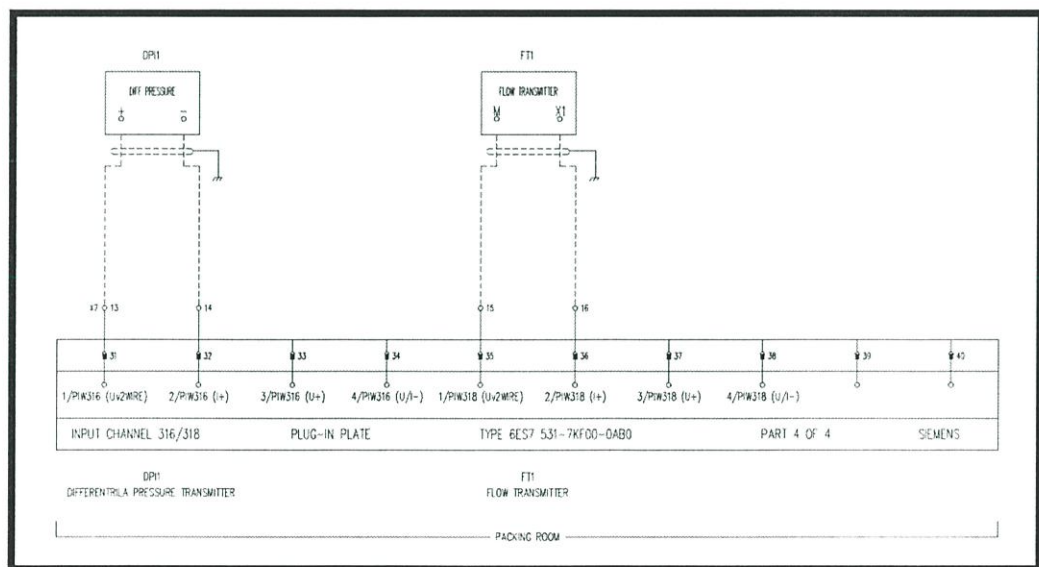
ผลการทดสอบระบบ

4.1 กล่าวนำ

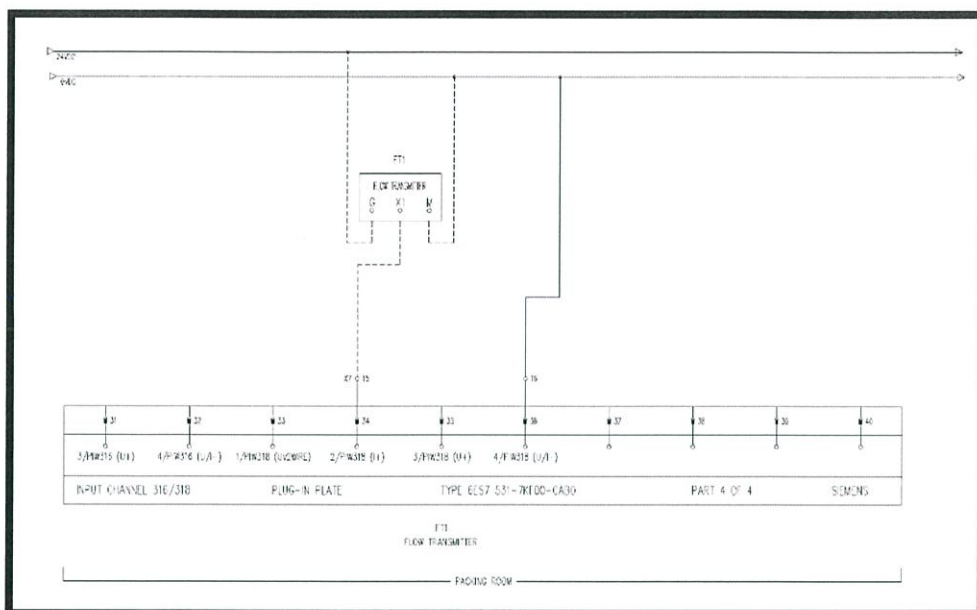
ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการทดสอบระบบคือการทดสอบโปรแกรมกับงานจริงซึ่งเป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรมให้ตรงตามผังงาน โปรแกรมสามารถควบคุมอุปกรณ์ในงานได้ ทดสอบความเข้ากันและสอดคล้องกันของตู้คอนโทรล, PLC, HMI, เครื่องระบบ PAU และ เครื่องระบบ AHU พร้อมทั้งกล่าวถึงผลการทดสอบระบบหลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนการทดสอบระบบแล้ว ในโครงการนี้ต้องการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของระบบ HVAC ให้อยู่ในช่วงที่ต้องการ โดยในส่วนผลการทดสอบจะนำเสนอรูปที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของระบบ HVAC ให้อยู่ในช่วงที่ต้องการได้

4.2 ขั้นตอนการทดสอบระบบ

ถ้ามีการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับตู้คอนโทรล แบบไฟฟ้าก็ต้องแก้ไขให้เป็นไปตามอุปกรณ์จริง เช่น Flow transmitter จากเดิมเป็น 2-wire แก้ไขเป็น 4-wire การแก้ไขแบบไฟฟ้าในบางครั้งส่งผลถึงโปรแกรมที่เขียนลง PLC ก็ต้องแก้โปรแกรมที่เขียนลง PLC ด้วย



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างแบบไฟฟ้าก่อนแก้ไข (2-wire)



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างแบบไฟฟ้าหลังแก้ไข (4-wire)



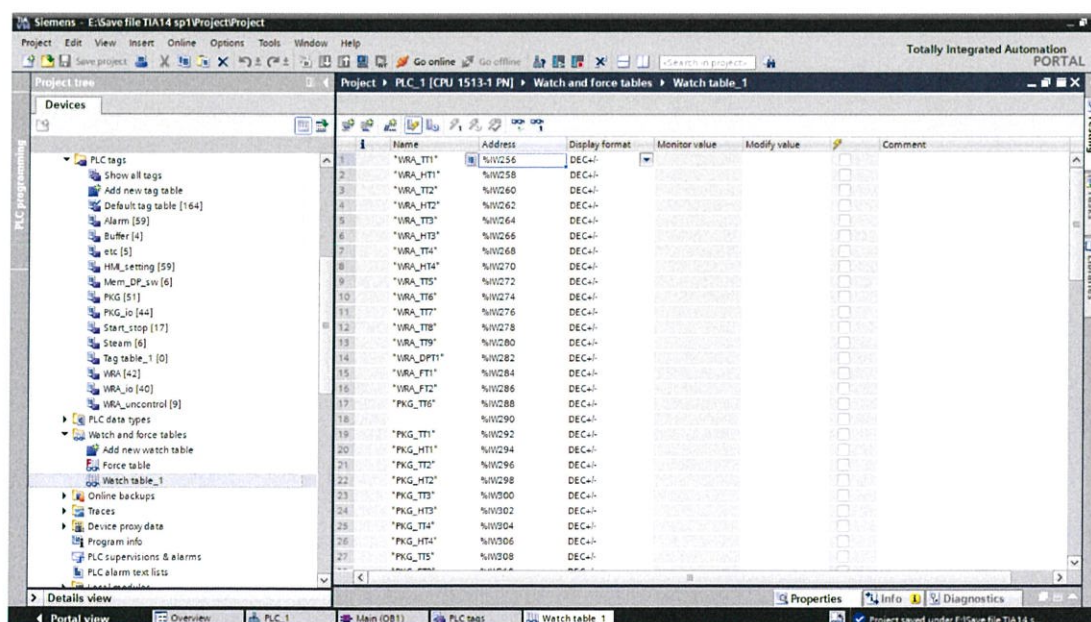
รูปที่ 4.3 รูปตู้คอนโทรลหลังแก้ไข



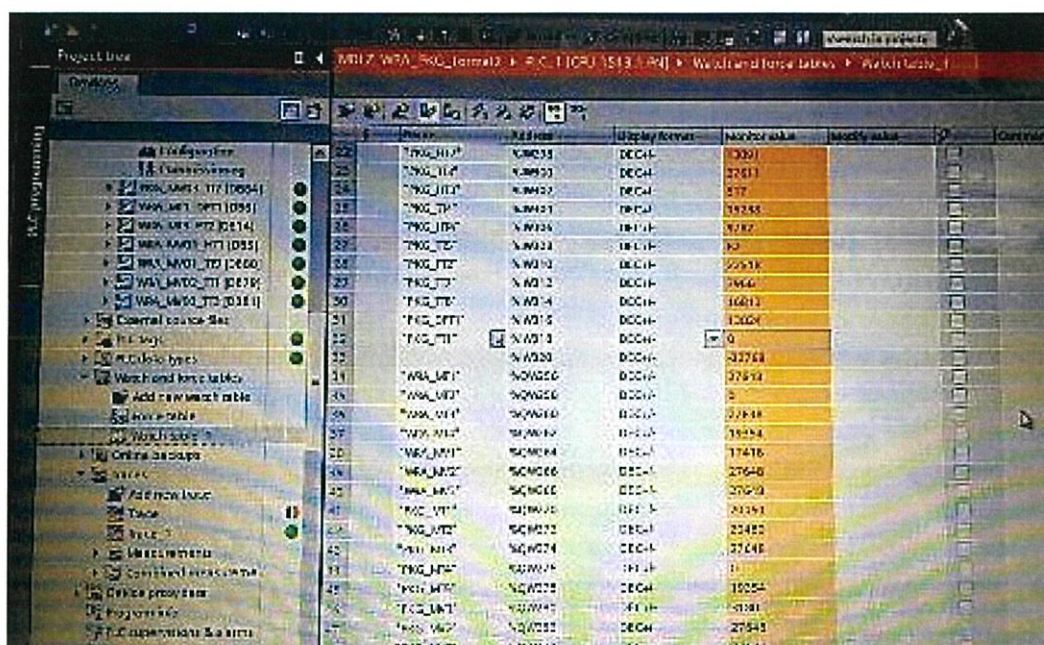
รูปที่ 4.4 รูปตู้คอนโทรล (เปิดใช้งาน)

4.2.1 Test I/O

หลังจากปรับปรุงและแก้ไขตู้คอนโทรลให้สอดคล้องกับกระบวนการจริงแล้ว จะต้องตั้งค่าอุปกรณ์ต่างๆหรือสั่งการดูว่าค่าที่ได้ออกมาตรงตามความจริง การตั้งค่า Analog Input หรือ Digital Input มาดู สามารถทำได้โดยเข้าไปที่ Watch and force tables > Add new watch table จากนั้นเข้าสู่ตารางที่สร้างขึ้น (Watch table) มาแล้วพิมพ์ Address ที่ต้องการดูค่า ดังรูปที่ 4.5 หากเป็น Analog Input (Display format = DEC+/-) ถ้าไม่มีการต่ออุปกรณ์จะขึ้นค่าเท่ากับ -32767 ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.5 Watch table



รูปที่ 4.6 Test I/O (Watch table)

4.2.2 Ladder test & Commissioning

หลังจากตั้งค่าอุปกรณ์ต่างๆแล้วได้ออกมานั้นตรงตามความจริง จึงทำการทดสอบ โปรแกรม (Ladder test) ให้ตรงตามผังงานที่เขียนไว้ จากนั้นจึงทำ Commissioning หรือ Tuning PID block และค่า Gain, Ti และ Td ที่ได้มีค่าดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ค่าที่ได้จาก Tuning PID (Packing room)

No.	Control action	P (proportional GAIN)	I (integration time TI)	D (derivative time TD)
Loop1	Direct	1	1200	-
Loop2	Direct	0.5	1200	-
Loop3	Reverse	-1	4	30
Loop4	Reverse	-1	5	10
Loop5	Reverse	-0.1	0.5	50
Loop6	Direct	2	10	10

ตารางที่ 4.2 ค่าที่ได้จาก Tuning PID (Wrapping room)

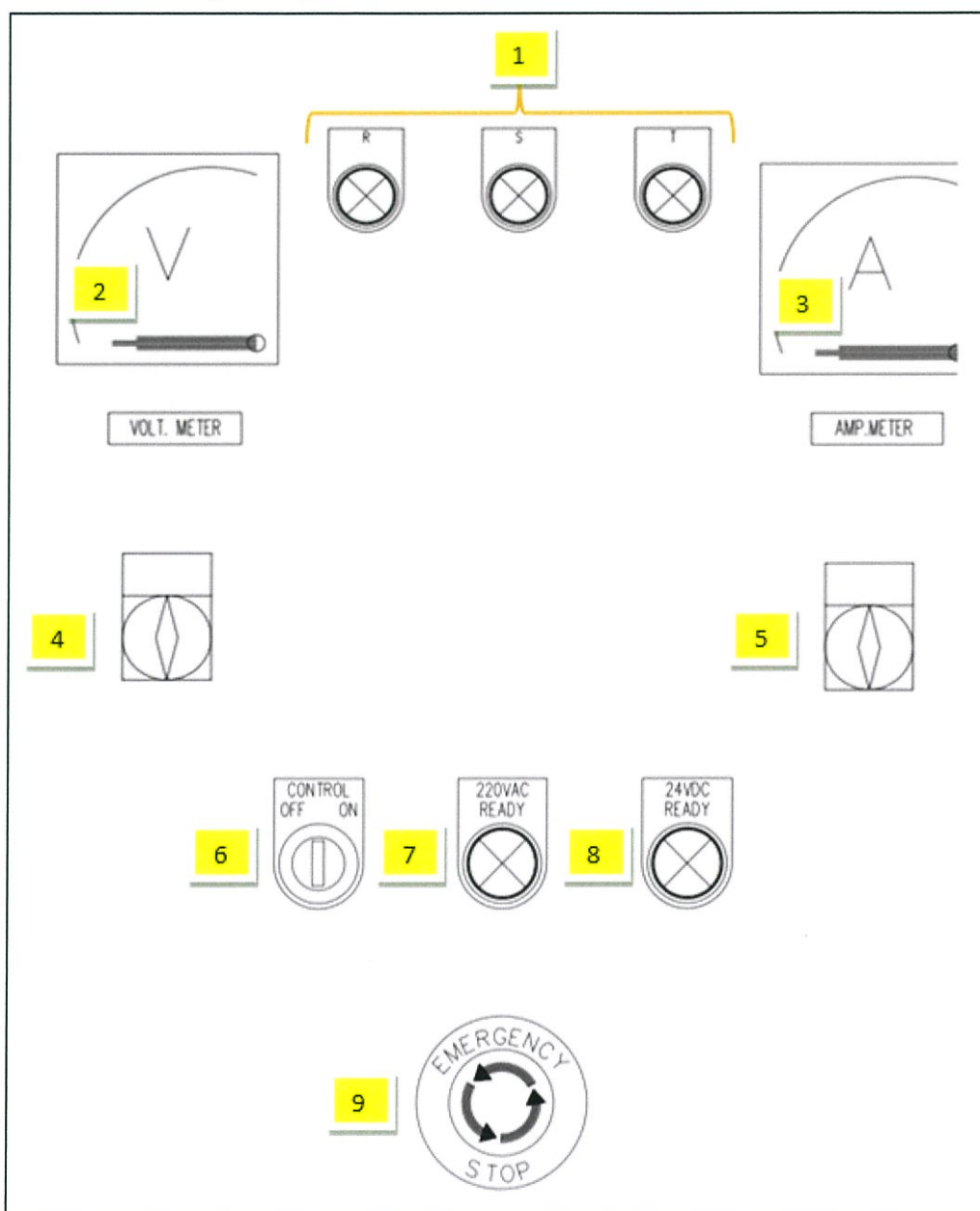
No.	Control action	P (proportional GAIN)	I (integration time TI)	D (derivative time TD)
Loop1	Direct	0.5	3000	-
Loop2	Direct	2	50	-
Loop3	Reverse	-0.25	3	20
Loop4	Direct	2	10	10
Loop5	Reverse	-5	10	10
Loop6	Reverse	-1	5	10

4.2.3 HMI test

หลังจากเขียนโปรแกรม HMI เสร็จสิ้นแล้ว ในโครงงานนี้ได้นำโปรแกรม HMI มาให้ผู้ใช้งานตรวจสอบฟังก์ชันการทำงาน เพื่อให้ตรงกับความต้องการ, มีความครบถ้วนด้านฟังก์ชันการทำงาน และ มีความสะดวกในการใช้งานให้กับผู้ใช้งาน

หลังจากทำการควบคุมกระบวนการเสร็จสิ้นแล้วต้องการส่งมอบงาน ต้องทำ Operate manual เพื่อเป็นคู่มือการใช้ เพื่อให้ผู้ใช้งานต่อไปเข้าใจได้โดยง่ายและใช้งานอย่างถูกต้องได้ตรงตามเป้าหมาย ตัวอย่างคู่มือการใช้งานแสดงดังรูปที่ 4.7 ถึง 4.16 และตารางที่ 4.3

4.2.3.1 คู่มือของตู้คอนโทรล

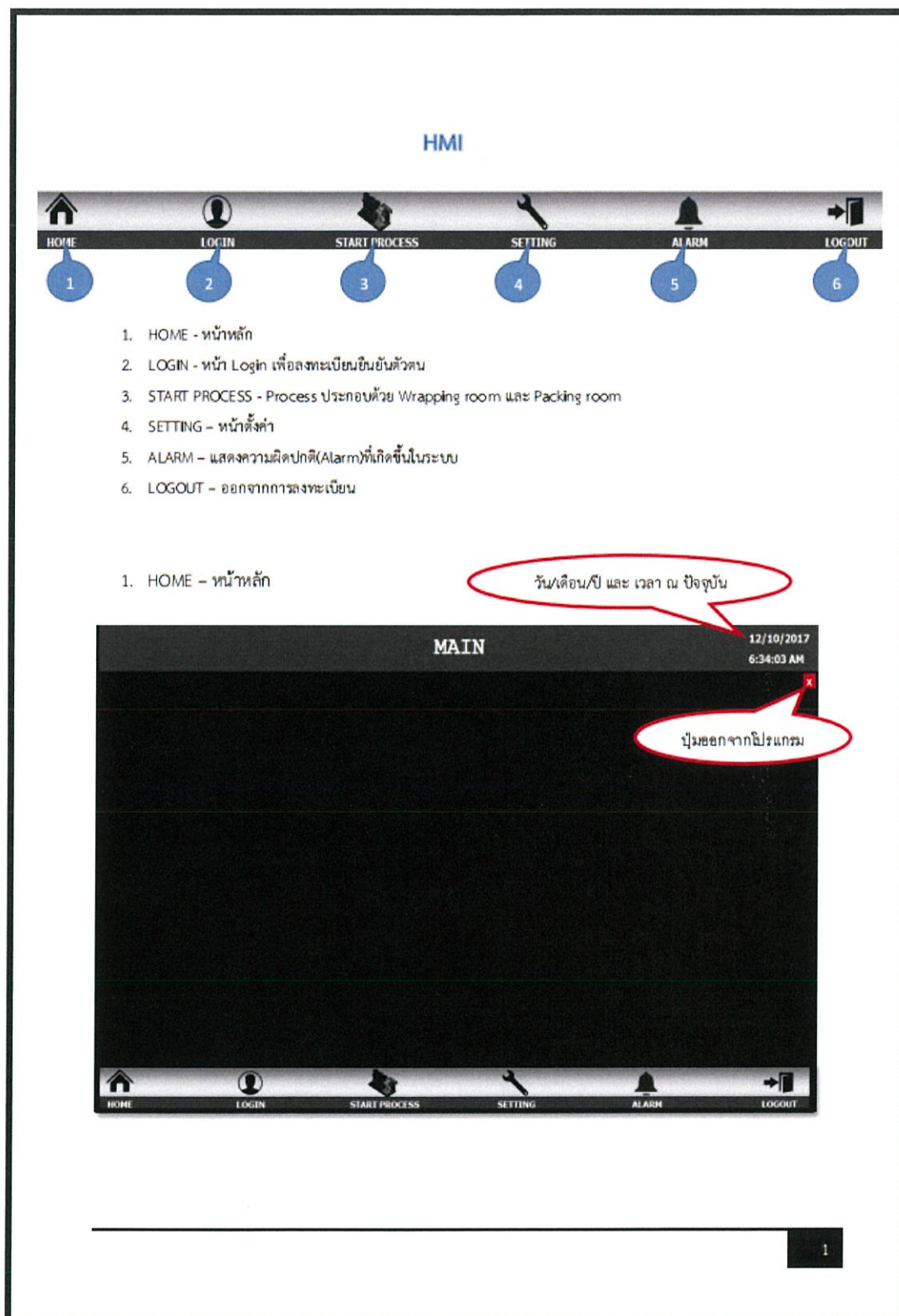


รูปที่ 4.7 อุปกรณ์หน้าตู้คอนโทรล

ตารางที่ 4.3 หน้าที่ของอุปกรณ์หน้าตู้คอนโทรล

Number	Equipment	Function
1	Phase lamps	แสดงเฟส RST ที่เข้ามาใน Main panel
2	Voltage meter	แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่เข้ามาใน Main panel สามารถเลือกแสดงค่าระหว่างเฟสได้ โดยเลือกที่ Voltage selector switch
3	Current meter	แสดงค่ากระแสที่เข้ามาใน Main panel
4	Voltage selector switch	เลือกเฟส (R, S, T, N) ที่ต้องการให้แสดงที่ Voltage meter
5	Current select switch	เลือกเฟส (R, S, T, N) ที่ต้องการให้แสดงที่ Current meter
6	Key selector switch, Control select mode	เลือกโหมดในการควบคุม - ON อยู่ในโหมดอนุญาตให้ใช้งาน - OFF อยู่ในโหมดไม่อนุญาตให้ใช้งาน
7	220VAC READY lamp	ไฟจะแสดงเมื่อ มีไฟ 220 VAC อยู่ในระบบ
8	24VDC READY lamp	ไฟจะแสดงเมื่อ มีไฟ 24 VDC อยู่ในระบบ
9	Emergency Switch	ปุ่มหยุดฉุกเฉิน

4.2.3.2 คู่มือของ HMI

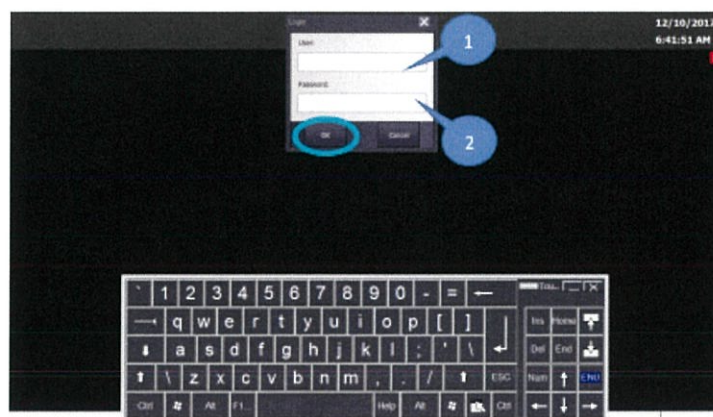


รูปที่ 4.8 Operate Manual-HMI หน้าที1

2. LOGIN - หน้า Login เพื่อลงทะเบียนยืนยันตัวตน

กรอกUserในช่องที่1 และ กรอกPasswordในช่องที่2 จากนั้นกดOK

*** หากกรอก User และ Password ถูกต้องแล้ว แต่ยังคงตั้งหน้าต่าง LOGIN อยู่ แสดงว่าไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าถึงข้อมูลในส่วนนั้นๆ ***



3. START PROCESS - Process ประกอบด้วย Wrapping room และ Packing room

เลือกห้องที่ต้องการจะดู โดยการคลิกที่ชื่อของห้อง



3.1 Wrapping room

หมายเลข 1 กดสำหรับเลือกโหมดการทำงาน (Manual หรือ Auto)

หมายเลข 2 เลือกการทำงาน RUN หรือ STOP (สำหรับ Auto mode)

กรณีเกิด STOP จะต้องรอให้ TTT9 < 40°C จากนั้นระบบทั้งหมดจึงจะหยุดลง

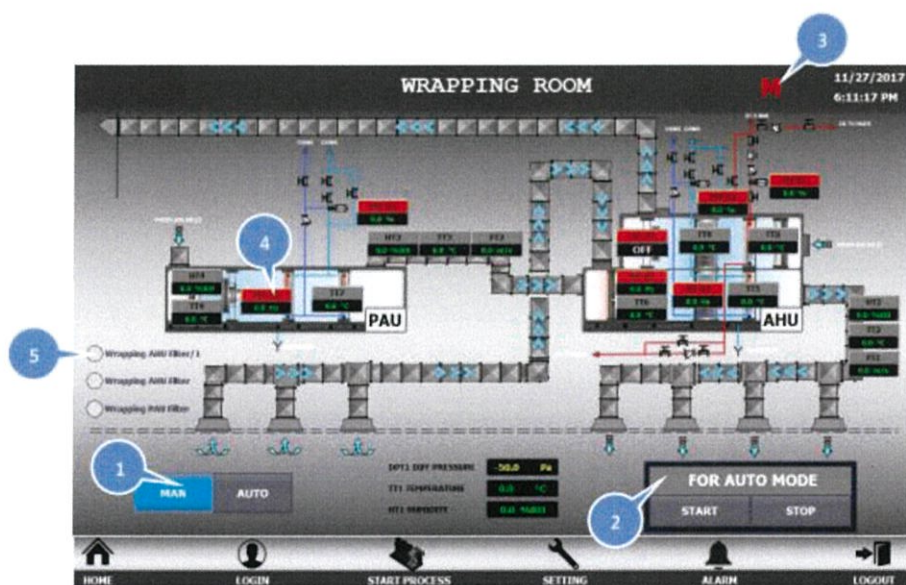
หมายเลข 3 จะปรากฏตัว M : เมื่ออยู่ใน Manual mode

หมายเลข 4 - ชื่อจะปรากฏสีแดง : เมื่อหยุดการทำงาน

- ชื่อจะปรากฏสีเขียว : เมื่อทำงาน
- ชื่อจะปรากฏสีเหลืองกระพริบ : เพื่อเตือนความผิดปกติระดับปานกลาง (Warning)
- ชื่อจะปรากฏสีแดงกระพริบ : เมื่อเกิดความผิดปกติระดับสูง (Alarm)

หมายเลข 5 - จะปรากฏสีเหลือง : เมื่อเตือนค่า pressure ที่เครื่อง PAU หรือ AHU ผิดปกติ

- จะปรากฏสีเทา : เมื่อค่า pressure ที่เครื่อง PAU หรือ AHU ปกติ

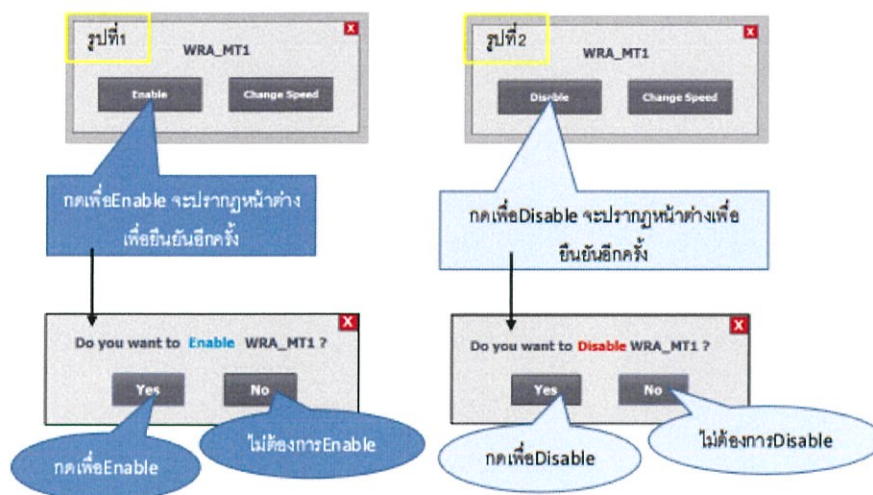


รูปที่ 4.10 Operate Manual-HMI หน้าที3

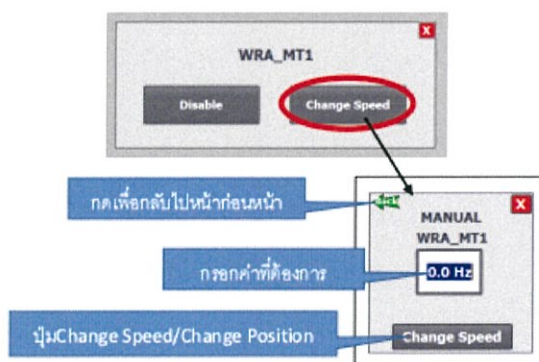
****หมายเหตุ(1)**** หมายเลข4สามารถกดได้เมื่ออยู่ในManual mode เมื่อกดที่ชื่อจะปรากฏ

ดังรูปที่1 กรณีที่ตัวอุปกรณ์ อยู่ในสถานะDisable

ดังรูปที่2 กรณีที่ตัวอุปกรณ์ อยู่ในสถานะEnable



****หมายเหตุ(2)**** หมายเลข4 เมื่อต้องการเปลี่ยนความเร็วของมอเตอร์หรือเปลี่ยนตำแหน่งของวาล์วในManual mode ให้กดปุ่มในวงกลมสีแดงดังรูปข้างล่าง



เมื่อกดจะปรากฏหน้าต่างให้กรอกค่าที่ต้องการแล้วจากนั้นจึงกดปุ่มChange Speed /Change Position

3.2 Packing room

หมายเลข 1 กดสำหรับเลือกโหมดการทำงาน (Manual หรือ Auto)

หมายเลข 2 เลือกการทำงาน RUN หรือ STOP (สำหรับ Auto mode)

กรณีเกิด STOP จะต้องรอให้ $TT9 < 40^{\circ}\text{C}$ จากนั้นระบบทั้งหมดจึงจะหยุดลง

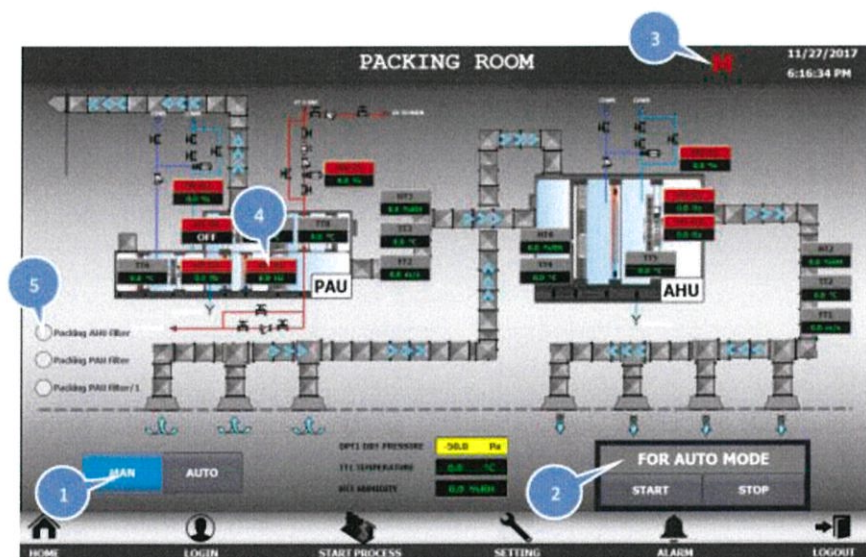
หมายเลข 3 จะปรากฏตัว M : เมื่ออยู่ใน Manual mode

หมายเลข 4 - ชื่อจะปรากฏสีแดง : เมื่อหยุดการทำงาน

- ชื่อจะปรากฏสีเขียว : เมื่อทำงาน
- ชื่อจะปรากฏสีเหลืองกระพริบ : เพื่อเตือนความผิดปกติระดับปานกลาง (Warning)
- ชื่อจะปรากฏสีแดงกระพริบ : เมื่อเกิดความผิดปกติระดับสูง (Alarm)

หมายเลข 5 - จะปรากฏสีเหลือง : เมื่อเตือนค่า pressure ที่เครื่อง PAU หรือ AHU ผิดปกติ

- จะปรากฏสีเทา : เมื่อค่า pressure ที่เครื่อง PAU หรือ AHU ปกติ

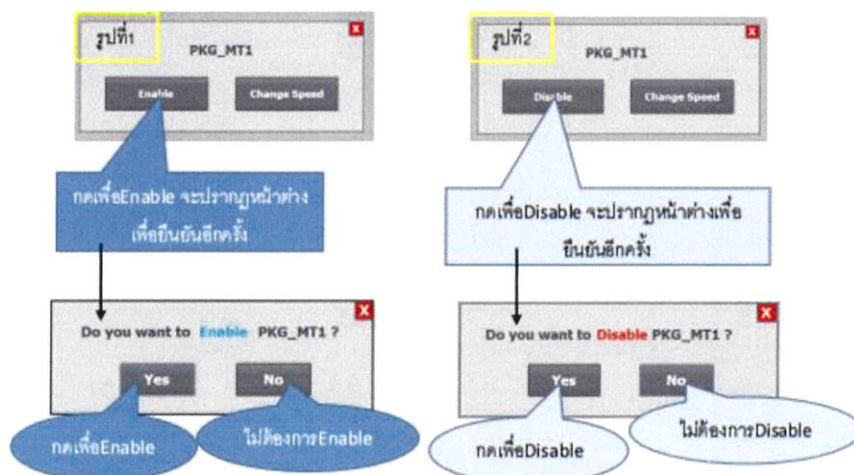


รูปที่ 4.12 Operate Manual-HMI หน้าที่ 5

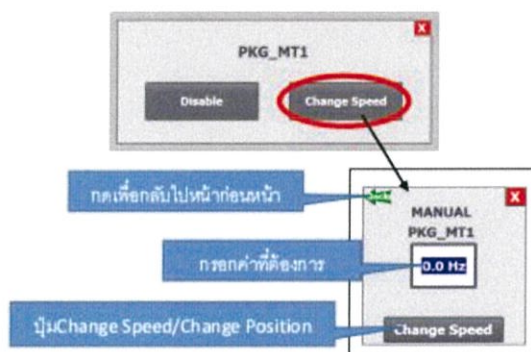
****หมายเหตุ(3)**** หมายเลข4สามารถกดได้เมื่ออยู่ในManual mode เมื่อกดที่ชื่อจะปรากฏ

ดังรูปที่1 กรณีที่ตัวอุปกรณ์ อยู่ในสถานะDisable

ดังรูปที่2 กรณีที่ตัวอุปกรณ์ อยู่ในสถานะEnable



****หมายเหตุ(4)**** หมายเลข4 เมื่อต้องการเปลี่ยนความเร็วของมอเตอร์หรือเปลี่ยนตำแหน่งของวาล์วในManual mode ให้กดปุ่มในวงกลมสีแดงดังรูปข้างล่าง



เมื่อกดจะปรากฏหน้าต่างให้กรอกค่าที่ต้องการแล้วจากนั้นจึงกดปุ่มChange Speed /Change Position

4. SETTING : หน้าตั้งค่า

- SETPOINT คือค่าเป้าหมายที่ต้องการ เช่นต้องการอุณหภูมิ17°C ให้ตั้งค่าSETPOINT = 17 ถ้าเป็นความเร็วของมอเตอร์ (MT..._Motor VSD) กรอกความเร็วที่ต้องการในช่อง SETPOINT (หน่วยเป็น Hz)
- Lo WARNING คือค่าที่กำหนดว่าต่ำกว่าค่านี้ให้เกิดการเตือนว่าผิดปกติ เช่นต้องการให้เตือนหากค่าอุณหภูมิต่ำเกิน10°C ให้ตั้งค่าLo WARNING = 10 (หากมีค่าเท่ากับ10°C จะยังไม่เตือนจนกว่าจะมีค่าต่ำกว่า10°C)
- Hi WARNING คือค่าที่กำหนดว่าสูงกว่าค่านี้ให้เกิดการเตือนว่าผิดปกติ เช่นต้องการให้เตือนหากค่าอุณหภูมิสูงเกิน30°C ให้ตั้งค่าHi WARNING = 30 (หากมีค่าเท่ากับ30°C จะยังไม่เตือนจนกว่าจะมีค่าสูงกว่า30°C)

SETTING										11/27/2017 6:21:41 PM	
WRAPPING ROOM											
AMB	SETPOINT	WARNING									
DPT1 DRY PRESSURE	0.00 Pa	LO 0.00 Pa	HI 0.00 Pa	(0 to 10 Pa)							
TT1 TEMPERATURE	0.00 °C	LO 0.00 °C	HI 0.00 °C	(0 to 50 °C)							
HT1 HUMIDITY	0.00 %	LO 0.00 %	HI 0.00 %	(0 to 100 %)							
MT4_Motor VSD	0.00 Hz	(0 to 50 Hz)									
PAG											
	SETPOINT	WARNING									
FT2 FLOW TRANSMITTER	0.00 m³/s	LO 0.00 m³/s	HI 0.00 m³/s	(0 to 10 m³/s)							
TT3 TEMPERATURE	0.00 °C	LO 0.00 °C	HI 0.00 °C	(0 to 50 °C)							
MT2 FIX SPEED..... 51 Hz											
PACKING ROOM											
AMB	SETPOINT	WARNING									
DPT1 DRY PRESSURE	0.00 Pa	LO 0.00 Pa	HI 0.00 Pa	(0 to 10 Pa)							
TT1 TEMPERATURE	0.00 °C	LO 0.00 °C	HI 0.00 °C	(0 to 50 °C)							
PAG											
	SETPOINT	WARNING									
HT1 HUMIDITY	0.00 %	LO 0.00 %	HI 0.00 %	(0 to 100 %)							
FT2 FLOW TRANSMITTER	0.00 m³/s	LO 0.00 m³/s	HI 0.00 m³/s	(0 to 10 m³/s)							
TT6 TEMPERATURE	0.00 °C	LO 0.00 °C	HI 0.00 °C	(0 to 50 °C)							
MT5_Motor VSD	0.00 Hz	(0 to 50 Hz)									
MT4 Control speed By Transmitter 5100 m³/h..... 53 Hz											
HOME LOGIN START PROCESS SETTING ALARM LOGOUT											

5. ALARM – แสดงความผิดปกติ(Alarm)ที่เกิดขึ้นในระบบ

5.1 หมายเลข1 Class : ถ้าเกิดความผิดปกติขึ้น ในช่องClassนี้จะขึ้นคำว่า “Errors”

หมายเลข2 Time : เวลาที่เกิดความผิดปกติ

หมายเลข3 Date : วันที่/เดือน/ปี ที่เกิดความผิดปกติขึ้น

หมายเลข4 Status :

หากเกิดความผิดปกติขึ้น จะปรากฏคำว่า -Alarm-

หากถูกรับรู้ความผิดปกติแล้ว(Acknowledge) จะปรากฏคำว่า -Ack-

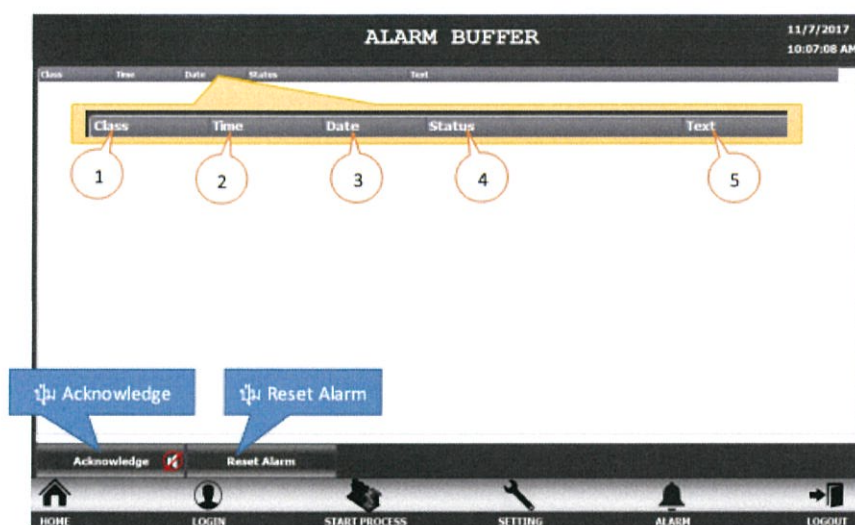
หากกดปุ่มReset Alarmแล้ว จะปรากฏคำว่า -Normal-

หมายเลข5 Text : คำอธิบาย, ชื่อของความผิดปกติที่เกิดขึ้น

5.2 เมื่อเกิดAlarmขึ้นให้กดปุ่มAcknowledgeเพื่อรับรู้ความผิดปกติที่เกิดขึ้น(เป็นการเสียงสัญญาณ buzzer)

5.3 หลังจากกดปุ่มAcknowledgeแล้ว ให้ทำการแก้ไขความผิดปกติที่เกิดขึ้น จากนั้นจึงกดปุ่ม Reset

Alarm (แต่หากกดReset Alarmโดยยังไม่แก้ไขความผิดปกติ ก็จะเกิดAlarmขึ้นมาใหม่)



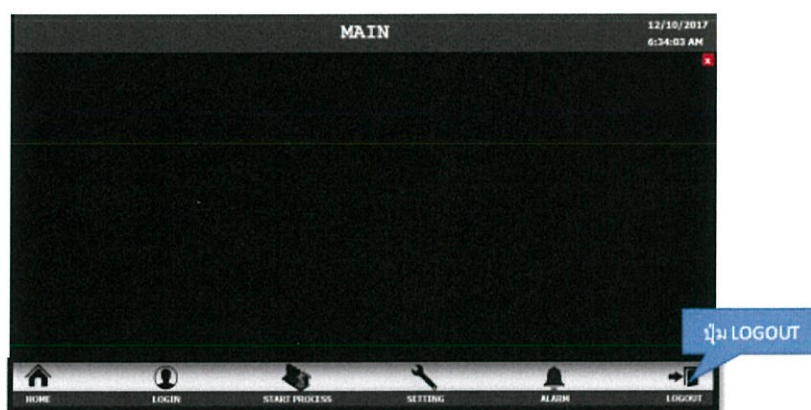
รายชื่อที่ปรากฏในหน้าALARM

ลำดับ	ชื่อที่ปรากฏ	คำอธิบาย
1	EMERGENCY	ปรากฏเมื่อกดปุ่มEMERGENCY
2	PKG_MT1_alarm	ปรากฏเมื่อMT1ห้องPackngเกิดความผิดปกติ
3	PKG_MT2_alarm	ปรากฏเมื่อMT2ห้องPackngเกิดความผิดปกติ
4	PKG_MT3_alarm	ปรากฏเมื่อMT3ห้องPackngเกิดความผิดปกติ
5	PKG_MT4_alarm	ปรากฏเมื่อMT4ห้องPackngเกิดความผิดปกติ
6	PKG_MT5_alarm	ปรากฏเมื่อMT5ห้องPackngเกิดความผิดปกติ
7	WRA_MT1_alarm	ปรากฏเมื่อMT1ห้องWrappingเกิดความผิดปกติ
8	WRA_MT2_alarm	ปรากฏเมื่อMT2ห้องWrappingเกิดความผิดปกติ
9	WRA_MT3_alarm	ปรากฏเมื่อMT3ห้องWrappingเกิดความผิดปกติ
10	WRA_MT4_alarm	ปรากฏเมื่อMT4ห้องWrappingเกิดความผิดปกติ

6. LOGOUT – ออกจากการลงทะเบียน

เมื่อกดปุ่มLOGOUT จะออกจากการลงทะเบียน และกลับมายังหน้าHOME

ถ้าLOGINแล้ว แต่ไม่มีการกระทำเกิดขึ้นกับจอHMIภายใน5นาที จะLOGOUTอัตโนมัติ

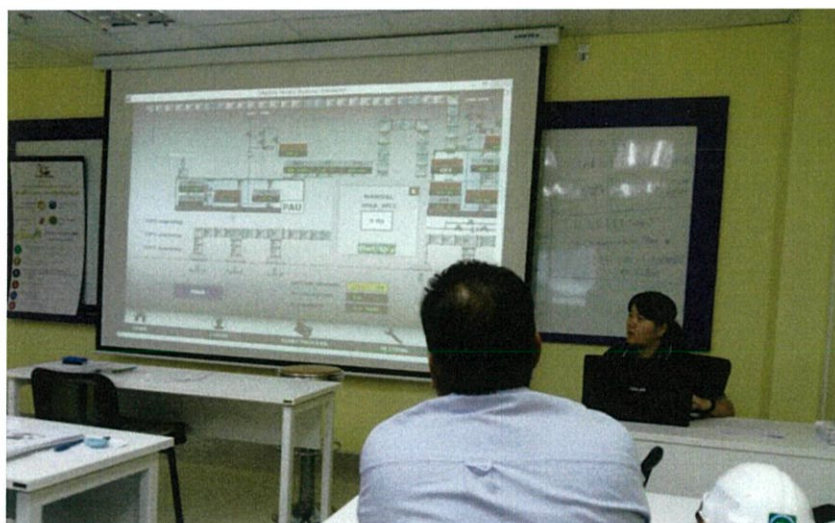


4.2.3.3 การสอนการใช้งาน

หลังจากควบคุมกระบวนการได้ผลสำเร็จแล้ว จึงทำการสอนการใช้งานให้กับผู้ใช้งานจริง (Training) พร้อมส่งมอบคู่มือการใช้งาน เพื่อเพิ่มความเข้าใจให้กับผู้ใช้งานมากขึ้น รูปที่ 4.17 ถึง 4.18 แสดงรูปตัวอย่างของการสอนการใช้งานให้กับผู้ใช้งานจริง



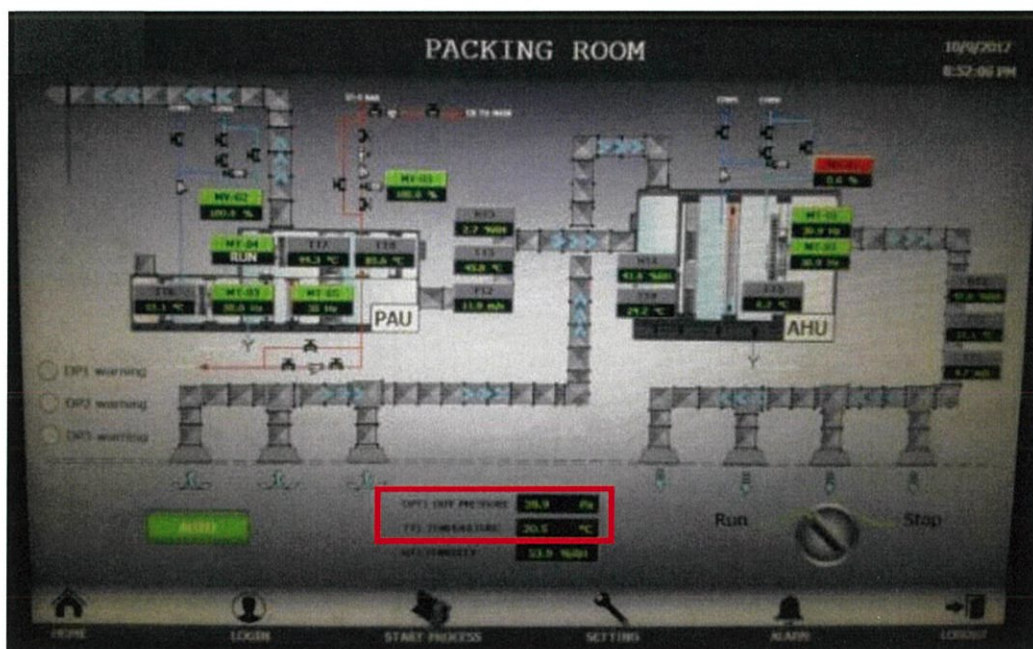
รูปที่ 4.17 Training (1)



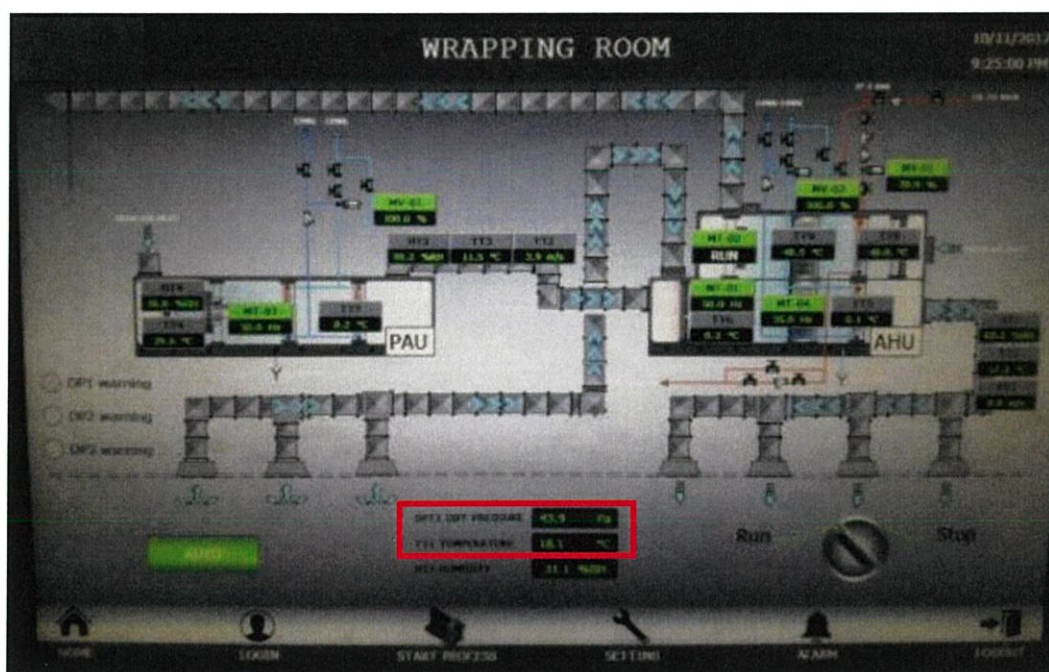
รูปที่ 4.18 Training (2)

4.3 ผลการทดสอบระบบ

ผลการทดสอบระบบเมื่อโปรแกรมทั้งหมดที่เขียนลง PLC และ HMI ถูกใช้งานจริง และสามารถควบคุมกระบวนการให้มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 15 ถึง 25 องศาเซลเซียส และความชื้นอยู่ในช่วง 35 ถึง 45 % และ HMI ทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ตัวอย่างผลการทดสอบระบบแสดงดังรูปที่ 4.19 และ 4.20



รูปที่ 4.19 แสดงผลของการควบคุมกระบวนการ (Packing)



รูปที่ 4.20 แสดงผลของการควบคุมกระบวนการ (Wrapping)

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ผลของโครงการนี้คือสามารถเชื่อมต่อ PLC, HMI และ Remote I/O ผ่าน PROFINET ได้ และทำให้ทั้ง3สามารถทำงานร่วมกันได้ PLC สามารถตั้งค่า Analog Input และ Digital Input โดยตรงหรือผ่าน Remote I/O ได้ และนำมาแสดงค่าผ่านทาง HMI ได้ PLC สามารถสั่งการ Analog Output และ Digital Output ได้อย่างถูกต้อง HMI ทำหน้าที่เชื่อมต่อผู้ใช้งานกับกระบวนการคือผู้ใช้งานสามารถสั่งการกระบวนการผ่าน HMI ได้ และค่าที่ถูกป้อนผ่าน HMI จะถูกนำไปประมวลผลโดย PLC

โปรแกรมสามารถควบคุมกระบวนการให้มีอุณหภูมิและความชื้นอยู่ในช่วงที่เหมาะสมและสามารถใช้งานได้จริง รูปแบบของโปรแกรมที่เขียนลง HMI ถูกออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย, สวยงามและเป็นมาตรฐาน เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งาน

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องจากโครงการนี้ถูกส่งต่อมาทำให้ข้อมูลที่ได้รับมาบางส่วนยังไม่ถูกปรับปรุงแก้ไข พร้อมทั้งยังมีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ รวมถึงข้อมูลบางส่วนผิด ทำให้มีส่วนที่ต้องแก้ไขอยู่เยอะ เมื่อเขียนโปรแกรมไปแล้วทำให้ต้องแก้ทั้งโปรแกรมและแบบไฟฟ้าเพราะอุปกรณ์เกี่ยวข้องกับตู้คอนโทรล

ในทางผลการควบคุมกระบวนการ น้ำเย็นที่ใช้ในส่วนควบคุมอุณหภูมิ มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างกว้างคือ7-18องศาเซลเซียส ทำให้การควบคุมอุณหภูมิในตอนแรกที่ถูกตั้งช่วงไว้ ± 5 ถูกขยายเป็น ± 7 และในขณะที่อยู่ในช่วง Tuning PID แหล่งจ่ายไอน้ำมีปัญหาอยู่บ่อยครั้ง ทำให้ช่วง Tuning PID ใช้เวลานานกว่าที่ควรจะเป็น

รูปที่ถ่ายไว้เกี่ยวกับการทำโครงการนี้สูญหาย และสามารถกู้คืนกลับคืนมาได้บางส่วน ทำให้รูปในโครงการไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร

เรียนรู้การใช้งานฟังก์ชัน PID block ภายในโปรแกรม TIA V14 sp1 ใหม่ เพราะไม่เคยใช้ PID block ในโปรแกรมนี้มาก่อน

เอกสารอ้างอิง

- [1] ระบบปรับอากาศ, เข้าถึงเมื่อ วันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2560,
[http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Commercial\(PDF\)/Bay39%20Air%20Conditioning_Rev1.pdf](http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Commercial(PDF)/Bay39%20Air%20Conditioning_Rev1.pdf)
- [2] ความสัมพันธ์ PID, เข้าถึงเมื่อ วันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2560,
<https://th.wikipedia.org/wiki/ระบบควบคุมพีไอดี>
- [3] PID control, เข้าถึงเมื่อ วันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2560,
<http://www.supremelines.co.th/สารน่ารู้/2059-การควบคุมแบบอัตโนมัติ-automatic-control.html>
- [4] Analog Input S7-1500 8xu/i/rtd/tc st, เข้าถึงเมื่อ วันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2560,
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/205/59193205/att_902256/v1/s71500_ai_8xu_i_rtd_tc_st_manual_en-US_en-US.pdf?download=true
- [5] Analog Output S7-1500 8xu/i sh, เข้าถึงเมื่อ วันที่ 9 ตุลาคม พ.ศ. 2560,
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/551/59193551/att_896025/v1/s71500_aq_8xu_i_hs_manual_en-US_en-US.pdf?download=true