การติดตามผลและควบคุมของเครื่องบรรจุน้ำโดยใช้ระบบ SCADA

SCADA-BASED MONITORING AND CONTROL OF WATER FILLING MACHINE

รัฐศาสตร์ วัฒนาทร
สุรีรัตน์ ผดุงศักดิ์วิริยะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

การติดตามผลและควบคุมของเครื่องบรรจุน้ำโดยใช้ระบบ SCADA

SCADA-BASED MONITORING AND CONTROL OF WATER FILLING MACHINE

รัฐศาสตร์ วัฒนาทร
สุรีรัตน์ ผดุงศักดิ์วิริยะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCADA-BASED MONITORING AND CONTROL OF WATER FILLING MACHINE

RATTASART WATTANATORN
SUREERAT PHADUNGSAKVIRIYA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEER IN AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การติดตามผลและควบคุมของเครื่องบรรจุน้ำโดยใช้ระบบ SCADA SCADA-BASED MONITORING AND CONTROL OF WATER FILLING MACHINE
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายรัฐศาสตร์ วัฒนาทร **รหัสประจำตัว** 53011358 นางสาวสุรีรัตน์ ผดุงศักดิ์วิริยะ **รหัสประจำตัว** 53011796
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอัตโนมัติ
ปีการศึกษา	2556

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การติดตามผลและควบคุมของเครื่องบรรจุน้ำโดยใช้ระบบ SCADA SCADA-BASED MONITORING AND CONTROL OF WATER FILLING MACHINE
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายรัฐศาสตร์ วัฒนาทร รหัสประจำตัว 53011358 นางสาวสุรีรัตน์ ผดุงศักดิ์วิริยะ รหัสประจำตัว 53011796
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบการติดตามผลและควบคุมเครื่องบรรจุน้ำแบบแรงโน้มถ่วงโดยใช้ระบบสกาดา (SCADA) เครื่องบรรจุน้ำได้ถูกปรับปรุงแก้ไขจากการทำงานด้วยมือเป็นการควบคุมแบบอัตโนมัติ พารามิเตอร์ที่นำมาแสดงผลในส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในโหมดการทำงานด้วยมือ (Manual) และโหมดอัตโนมัติ (Auto) ได้แก่ ระดับน้ำในถังเก็บ ความเร็วในการบรรจุขวด จำนวนขวดที่เข้ามายังเครื่องบรรจุน้ำ จำนวนขวดที่บรรจุน้ำเสร็จแล้ว และสภาวะการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำ ผู้ใช้งานสามารถกำหนดจำนวนขวดที่ต้องการบรรจุน้ำ และความเร็วในการบรรจุขวด (28, 30 หรือ 32 ขวดต่อนาที) ในการทำงานโหมด Auto ได้ ในการสร้างระบบการติดตามผลและควบคุมที่นำเสนอได้ใช้พีแอลซี (PLC) รุ่น S7-300 และโปรแกรม STEP7 นอกจากนี้ ระบบที่นำเสนอยังสามารถสร้างรายงานข้อมูลการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำในการทำงานโหมด Auto ได้อีกด้วย ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ระบบที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	SCADA-BASED MONITORING AND CONTROL OF WATER FILLING MACHINE
Authors	Mr. Rattasart Wattanatorn
	Miss. Sureerat Phadungsakviriya
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Sawai Pongswatd
Year	2013

ABSTRACT

This thesis presents a design and implementation of monitoring and control system of gravity water filling machine by using supervisory control and data acquisition (SCADA). The water filling machine has been modified from manual operation to automatic control. Parameters monitored on human machine interface (HMI) in both manual and automatic (Auto) modes are level of water storage tank, bottle filling speed, number of bottles to enter the machine, number of filled water bottles, and operation statuses. In 'Auto' mode, the number of required bottles to be filled and the bottle filling speed (28, 30 or 32 bottles/minute) can be chosen by an operator. The S7-300 programmable logic controller (PLC) and STEP7 program are used to implement the proposed monitoring and control system. Additionally, the proposed system can also create a data report of filling machine operation in 'Auto' mode. Experimental results show that the implemented system functions correctly.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากปัจจัยหลาย ๆ ประการ ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้ให้ประสบการณ์ในการใช้ชีวิตในสถาบัน และการอนุเคราะห์ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับ รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ และอาจารย์ท่านอื่น ๆ ในการให้คำปรึกษาแก่คณะผู้จัดทำตลอดมา อีกทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ สถานที่ทำโครงงาน เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนความช่วยเหลือ ทั้งในด้านทุนทรัพย์ และแรงงาน ทางคณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ภายในสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้กำลังใจ และให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา ที่สนับสนุน เป็นกำลังใจให้เสมอมา และให้การสนับสนุนช่วยเหลือในทุกๆเรื่อง คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะก่อประโยชน์แก่ผู้ศึกษา และผู้ที่มีความสนใจและสามารถนำไปใช้ศึกษา และพัฒนาให้เกิดประโยชน์ต่อไปไม่มากก็น้อย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง IX

สารบัญภาพ X

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตงาน 1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 กล่าวนำ 3

2.2 ทฤษฎีของการบรรจุภัณฑ์ 3

2.2.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ 3

2.2.1.1 ผลิตภัณฑ์ของแห้ง 3

2.2.1.2 ผลิตภัณฑ์ของเหลว 4

2.2.2 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ 4

2.2.2.1 บรรจุภัณฑ์แข็งตัว 4

2.2.2.2 บรรจุภัณฑ์กึ่งแข็งตัว 4

2.2.2.3 บรรจุภัณฑ์อ่อนนุ่ม 4

2.3 ระบบการบรรจุของเหลว 5

2.3.1 การบรรจุแบบปริมาตรคงที่ 5

2.3.2 การบรรจุแบบระดับคงที่ 5

2.3.2.1 แบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 5

2.3.2.2 แบบความดัน 5

2.3.2.3 แบบใช้แรงโน้มถ่วง 5

2.3.2.4 แบบสุญญากาศ 6

2.3.3 วิธีการบรรจุเติม 6

2.3.3.1 วิธีให้ภาชนะเคลื่อนที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.2 วิธีให้ท่อบรรจุเคลื่อนที่ 6
2.3.4 เครื่องจักรบรรจุภัณฑ์แบบเติม 7
2.3.4.1 เครื่องบรรจุแบบเส้นตรง 7
2.3.4.2 เครื่องบรรจุแบบโรตารี่ 7
2.4 วิธีการบรรจุของเหลว 7
2.4.1 วิธีภาชนะเคลื่อนที่ลง 7
2.4.2 วิธีให้ท่อเติมเคลื่อนที่ขึ้น 7
2.5 การจัดวางฐานรองขวดของเครื่องบรรจุแบบ 7
2.5.1 การจัดวางฐานขวด 7
2.6 การรักษาระดับน้ำ 8
2.7 การวัดอัตราการไหล 9
2.7.1 ลำการไหลที่ปราศจากความเร็วเข้าใกล้ 10
2.8 โซลินอยด์วาล์ว 11
2.8.1 ประเภทของโซลินอยด์วาล์ว 11
2.8.1.1 Direct Operated 11
2.8.1.2 Pilot Operated 13
2.8.1.3 Combine Operated 14
2.9 การวัดระดับด้วยอุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง 15
2.9.1 การวัดระดับความสูงจากความดัน 15
2.9.2 อุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง 16
2.9.3 Zero Elevation และ Suppression 16
2.9.4 วิธีการคำนวณการวัดระดับ 16
2.9.4.1 การวัดระดับแบบถังเปิด 17
2.10 อินเวอร์เตอร์ 18
2.10.1 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ 19
2.10.2 โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์ 19
2.10.3 ประเภทของอินเวอร์เตอร์ 20
2.10.3.1 อินเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายกระแส 20
2.10.3.2 อินเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายแรงดัน 20
2.11 SIGNAL ISOLATOR 21
2.12 NOISE FILTER 22
2.12.1 วิธีการลดสัญญาณรบกวน 22
2.13 ลิมิตสวิตช์ 23
2.14 พีแอลซี 24
2.14.1 โครงสร้างที่สำคัญของพีแอลซี 24
2.14.2 การใช้งานบล็อกประเภทต่างๆภายในตัวพีแอลซี 27
2.14.3 การเข้าถึงข้อมูลของโปรแกรมพีแอลซี 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.3.1 การเข้าถึงข้อมูลแบบบิต 29
2.14.3.2 การเข้าถึงข้อมูลแบบไบต์ 30
2.14.3.3 การเข้าถึงข้อมูลแบบเวิร์ด 30
2.14.3.4 การเข้าถึงข้อมูลแบบดับเบิ้ลเวิร์ด 31
2.14.3.5 การเข้าถึงข้อมูลจากจุดเชื่อมต่อสัญญาณโดยตรง 31
2.14.4 คุณลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล 31
2.15 OPC 33
2.15.1 การใช้งาน OPC 33
2.15.2 ข้อดีของ OPC 34
2.16 HMI 34
2.16.1 การเก็บข้อมูลของการทำงาน 35
2.17 ระบบสกาดา 36
2.17.1 แนวคิดของระบบ 36
2.17.2 ภาพรวมของระบบสกาดา 37
2.17.3 สถาปัตยกรรมระบบสกาดา 38
2.17.4 โครงสร้างของระบบสกาดา 38
2.17.4.1 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ 38
2.17.4.2 โครงสร้างแบบซอร์ฟแวร์ 39

บทที่ 3 การออกแบบการสร้างระบบควบคุม 40
3.1 กล่าวนำ 40
3.2 ระบบฟิลด์ 43
3.2.1 P&I Diagram 43
3.2.2 การคำนวณอัตราการไหลของเครื่องบรรจุน้ำ 43
3.2.3 การติดตั้งและการใช้งานโซลินอยด์วาล์ว 44
3.2.3.1 การติดตั้งโซลินอยด์วาล์วที่เป็นหัวจ่ายน้ำ 44
3.2.3.2 การติดตั้งโซลินอยด์วาล์วที่เป็นเดรนวาล์ว 46
3.2.4 การติดตั้งและการใช้งาน Level Indicator Transmitter 46
3.2.5 การติดตั้งและการใช้งานอินเวอร์เตอร์ 48
3.2.6 การติดตั้งและการใช้งานของ Signal Isolator 50
3.2.7 การติดตั้งและการใช้งานของ Noise Filter 51
3.2.8 การติดตั้งและการใช้งานลิมิตสวิตช์ 52
3.2.9 การออกแบบวงจรไฟฟ้า 53
3.2.9.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดของเครื่องบรรจุน้ำอัตโนมัติ 53
3.2.9.2 การเชื่อมต่อพีแอลซี 54
3.2.9.3 การเชื่อมต่อการ์ดอินพุตพีแอลซี 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.9.4 การเชื่อมต่อการ์ดเอาต์พุตของพีแอลซี 57
3.3 ระบบการควบคุม 59
3.3.1 การออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วยพีแอลซี 60
3.3.2 Block Architecture and Block Editor 62
3.4 ระดับ HMI 63
3.4.1 คุณสมบัติ Wonderware InTouch 63
3.4.2 การออกแบบและการสร้างกราฟิก Wonderware InTouch 64
3.4.3 การทำงานของระบบกราฟฟิก 65
3.4.3.1 พนักงานผู้ควบคุมกระบวนการ 65
3.4.3.2 วิศวกรผู้ดูแลกระบวนการ 67
3.4.4 OPC 68
3.4.4.1 การเชื่อมต่อ Wonderware InTouch กับพีแอลซี เพื่อสั่งงาน 69
3.4.5 การทำรายงาน 71

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 73
4.1 การทดลองควบคุมโหมด Manual 73
4.1.1 วิธีการทดลอง 73
4.1.2 ผลการทดลอง 74
4.2 การทดลองควบคุมโหมด Auto 75
4.2.1 วิธีการทดลอง 75
4.2.2 ผลการทดลอง 78
4.2.3 การรายงานผล 79

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอนะ 80
5.1 สรุปผลการทดลอง 80
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 80
5.3 ข้อเสนอแนะ 80

เอกสารอ้างอิง 81
ภาคผนวก 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ ..... **หน้า**

2.1 ชนิดและตัวอย่างของข้อมูลที่ใช้ประกอบในการเขียนโปรแกรม 32

3.1 การตั้งค่าอินเวอร์เตอร์ 49

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Address กับ Tag name ใน Wonderware InTouch 70

4.1 ผลการทดลองระบบควบคุมโหมด Manual ที่ 28 ขวดต่อนาที 74

4.2 ผลการทดลองระบบควบคุมโหมด Manual ที่ 30 ขวดต่อนาที 75

4.3 ผลการทดลองระบบควบคุมโหมด Manual ที่ 32 ขวดต่อนาที 75

4.4 ผลการทดลองระบบควบคุมโหมด Auto ที่ 28 ขวดต่อนาที 78

4.5 ผลการทดลองระบบควบคุมโหมด Auto ที่ 30 ขวดต่อนาที 78

4.6 ผลการทดลองระบบควบคุมโหมด Auto ที่ 32 ขวดต่อนาที 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 Plot Star Wheel และเพลาชุดหัวจ่าย [1]	8
2.2 ขบวนการควบคุมระดับน้ำ	8
2.3 การหาอัตราการไหลภายในท่อ	9
2.4 ถังน้ำที่มีลำการไหลอิสระ	10
2.5 โซลินอยด์วาล์วแบบ Direct Operated	12
2.6 โซลินอยด์วาล์วแบบ Pilot Operated	13
2.7 โซลินอยด์วาล์วแบบ Combine Operated	14
2.8 การวัดแบบถังเปิด	17
2.9 อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้ HITACHI รุ่น L200-005NFEF	18
2.10 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์	19
2.11 โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์	20
2.12 วงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสแบบรูปคลื่นสี่เหลี่ยม	20
2.13 หลักการสร้างสัญญาณ SPWM	21
2.14 วงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสแบบ SPWM	21
2.15 วงจรที่ไม่มีวงจร Signal Isolator	22
2.16 วงจรที่มีวงจร Signal Isolator	22
2.17 การต่อวงจร Noise Filter เข้ากับอินเวอร์เตอร์	23
2.18 การต่อวงจร Noise Filter เข้ากับมอเตอร์	23
2.19 ลิมิตสวิตช์	23
2.20 อุปกรณ์สัญญาณอินพุต	25
2.21 อุปกรณ์สัญญาณเอาต์พุต	25
2.22 พีแอลซี S7-300	26
2.23 Types of Program Blocks	28
2.24 การเข้าถึงหรืออ้างอิงถึงตำแหน่งของข้อมูลแบบบิต	30
2.25 การเข้าถึงหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งของข้อมูลแบบไบต์	30
2.26 การเข้าถึงหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งข้อมูลแบบเวิร์ด	30
2.27 การกำหนดตำแหน่งตัวแปรโอเปอเรทด์ของจุดเชื่อมต่อสัญญาณอนาล็อก	31
2.28 การเชื่อมต่ออุปกรณ์คนละยี่ห้อ	33
2.29 การนำ OPC ไปใช้	33
2.30 ตัวอย่างหน้าจอ HMI	35
2.31 Microsoft Access	35
2.32 ภาพรวมของระบบ SCADA	37
2.33 สถาปัตยกรรมแบบ Networked	38
2.34 โครงสร้างแบบฮาร์ดแวร์ของระบบ SCADA	39
2.35 โครงสร้างแบบซอร์ฟแวร์ ของระบบ SCADA	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ หน้า
3.1 เครื่องบรรจุน้ำ 41
3.2 สถาปัตยกรรมเครือข่ายในการเชื่อมต่อเครื่องบรรจุน้ำ 42
3.3 P&I Diagram 43
3.4 One Line Diagram 45
3.5 โซลินอยด์วาล์วแบบ Combine Operated 45
3.6 Block Diagram แสดงการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว 45
3.7 การติดตั้งเดินสายไฟของโซลินอยด์วาล์วที่เป็นเดรนวาล์ว 46
3.8 โซลินอยด์วาล์วที่เป็นเดรนวาล์ว 46
3.9 การเดินสายสัญญาณควบคุม 47
3.10 Level Indicator Transmitter 48
3.11 Terminal arrangement 48
3.12 Keypad Navigation Map 49
3.13 อินเวอร์เตอร์ที่ติดตั้งในกระบวนการ 50
3.14 การติดตั้งเดินสายไฟของ Signal Isolator 50
3.15 วงจร Signal Isolator 51
3.16 การติดตั้งเดินสายไฟของ Noise Filter 51
3.17 Noise Filter 51
3.18 การติดตั้งเดินสายไฟของลิมิตสวิตช์ 52
3.19 ลิมิตสวิตช์ 52
3.20 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดของเครื่องบรรจุน้ำ 53
3.21 การเชื่อมต่อพีแอลซี 54
3.22 Tagname Address Description 1 55
3.23 Tagname Address Description 2 56
3.24 Tagname Address Description 3 57
3.25 Tagname Address Description 4 58
3.26 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุม 60
3.27 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุม (ต่อ) 61
3.28 Block Architecture and Block Editor 62
3.29 Wonderware InTouch 63
3.30 Flow Chart อธิบายกระบวนการของ Wonderware InTouch 64
3.31 หน้าจอหลักของกระบวนการ 65
3.32 หน้าต่างใส่ค่าจำนวนขวดที่ต้องการ 65
3.33 หน้าต่างการเลือกอัตราการผลิต 66
3.34 หน้าต่างการปรับค่า PID 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ หน้า
3.35 หน้าต่างล็อกอินเข้าไปหน้าต่างปรับค่า PID ของวิศวกร 67
3.36 หน้าต่างการปรับค่า PID ของอัตราการผลิตทั้ง 3 อัตราและโหมด Manaul 68
3.37 แผนภาพการเชื่อมต่อ 68
3.38 โปรแกรมเชื่อมต่อระหว่าง พีแอลซี กับ HMI 69
3.39 หน้าต่างแสดงการตั้งค่าการเชื่อมต่อ 69
3.40 ตารางที่เก็บค่าข้อมูล 71
3.41 การกำหนด Tagname ใน Blind List Configuration 72
4.1 ปุ่มหมุนเลือกอัตราการผลิตที่ 28 ขวดต่อนาที 73
4.2 หน้าต่าง HMI แสดงการเลือกโหมด Manaul ที่ความเร็วมอเตอร์ที่28ขวดต่อนาที 74
4.3 หน้าต่าง HMI แสดงการเลือกโหมด Auto 76
4.4 การใส่ค่าจำนวนขวดที่ต้องการผลิต 76
4.5 การเลือกอัตราการผลิต 77
4.6 การเริ่มกระบวนการผลิต 77
4.7 การรายงานผลการผลิต 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในยุคปัจจุบันเป็นยุคอุตสาหกรรม ที่มีการแข่งขันทางด้านเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคเพื่อลดต้นทุนการผลิต จึงต้องมีการคิดและออกแบบระบบควบคุมการสั่งการ และการแสดงผลของเครื่องจักรให้ทันตามยุคสมัยของอุตสาหกรรมการผลิต ที่ต้องการทั้งความรวดเร็ว แม่นยำ และประสิทธิภาพในการผลิต เพื่อให้ทันต่อความต้องการของผู้อุปโภคบริโภค ทั้งนี้ระบบสกาดา (SCADA) เป็นระบบการควบคุมประเภทหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมของหลายหน่วยงานในปัจจุบัน โดยการนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์สมัยใหม่มาช่วยในการบริหารและจัดการ เฝ้าดูและควบคุมกระบวนการต่างๆทางกายภาพในอุตสาหกรรม ทำให้การควบคุมในอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างต่อเนื่อง การติดตามข้อมูล และการประเมินผลต่างๆ เป็นไปอย่างรวดเร็วและถูกต้อง ประหยัดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน

ดังนั้นกลุ่มของข้าพเจ้าได้เล็งเห็นประโยชน์ของระบบ SCADA จึงได้ริเริ่มทำการออกแบบระบบควบคุมการสั่งการและติดตามผลทางข้อมูลรูปภาพ (Graphic) ของเครื่องบรรจุน้ำที่อาศัยหลักการของแรงโน้มถ่วงของโลก ให้มีการแสดงผลครอบคลุมและตรงตามเวลาจริง (Real Time) และมีการผลิตที่รวดเร็ว มีความหลากหลายของความเร็วในการบรรจุขวด สามารถบันทึกและแสดงรายงานการผลิตประจำวัน รวมทั้งมีการเพิ่มโหมด Auto จากเดิมที่มีเพียงโหมด Manual อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อปรับปรุงแก้ไขการทำงานเครื่องบรรจุน้ำแบบแรงโน้มถ่วง จากการทำงานด้วยโหมด Manual เพียงอย่างเดียวมาเป็นโหมด Auto
2. ออกแบบและสร้างระบบการติดตามผลและควบคุมเครื่องบรรจุน้ำแบบแรงโน้มถ่วงโดยใช้ระบบสกาดา
3. เพื่อศึกษาระบบ SCADA ที่สามารถใช้บันทึกและรายงานผลข้อมูลการผ่านโปรแกรม Microsoft Access

1.3 ขอบเขตงาน

1. สร้างระบบอัตโนมัติโดยติดตั้งชุดสูบน้ำและอุปกรณ์วัดระดับน้ำซึ่งควบคุมโดยพีแอลซี S7-300 ผ่านโปรแกรม STEP 7 เพื่อควบคุมให้อัตราการไหลของน้ำในแต่ละระดับสัมพันธ์กับความเร็วในการบรรจุขวดที่ 28 , 30 และ 32 ขวดต่อนาที
2. สร้างระบบการติดตามผลและควบคุมเครื่องบรรจุน้ำแบบแรงโน้มถ่วงโดยใช้โปรแกรม Wonderware InTouch
3. เขียนสคริปต์โปรแกรมใน Wonderware InTouch เพื่อติดต่อกับ Microsoft Access ในการบันทึกข้อมูลและแสดงรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ปรับปรุงและดัดแปลงเครื่องส่วนบรรจุน้ำเติม
2. ออกแบบส่วนวัดระดับและควบคุมการบรรจุที่ความเร็ว 28, 30 และ 32 ขวดต่อนาที
3. พัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานผ่านพีแอลซี S7-300
4. ออกแบบและพัฒนาระบบ SCADA เพื่อทำ HMI การสั่งงาน ติดตามผลการทำงานและการเก็บข้อมูล
5. ทดลองการทำงานและเก็บข้อมูล
6. สรุป วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน
7. จัดทำปริญญานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องบรรจุน้ำที่สามารถควบคุมและแสดงผลผ่านระบบ SCADA
2. สามารถกำหนดรูปแบบการทำงานได้ทั้งโหมด Manual และ โหมด Auto
3. สามารถเก็บค่าข้อมูลการแสดงผลของกระบวนการทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

- ทฤษฎีของการบรรจุภัณฑ์
- ระบบการบรรจุของเหลว
- วิธีการบรรจุของเหลว
- การจัดวางฐานรองขวดของเครื่องบรรจุแบบ ROTARY
- การรักษาระดับน้ำ
- การวัดอัตราการไหล
- โซลินอยด์วาล์ว
- การวัดระดับด้วยอุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง
- อินเวอร์เตอร์
- SIGNAL ISOLATOR
- NOISE FILTER
- สวิตช์จำกัดระยะ
- พีแอลซี
- OPC
- HMI
- ระบบ SCADA

2.2 ทฤษฎีของการบรรจุภัณฑ์ [1]

การบรรจุภัณฑ์จะแบ่งเป็นประเภทของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ และชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์

2.2.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ

ระบบการบรรจุภัณฑ์แบ่งตามประเภทสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ของแห้งและผลิตภัณฑ์ของเหลว

2.2.1.1 ผลิตภัณฑ์ของแห้ง

ผลิตภัณฑ์ของแห้งจะครอบคลุมไปถึงผลิตภัณฑ์ที่เป็นชิ้น เป็นเม็ด เป็นก้อนหรือเป็นแผ่น ซึ่งสามารถทำการนับได้ ผลิตภัณฑ์ของแห้งนี้รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่เป็นเกล็ด ที่สามารถไหลตกด้วยตัวเอง คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การมีความหนาแน่นคงที่ ซึ่งทำให้ความสะดวกและความแน่นอนในการบรรจุ การชั่งตวง ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถไหลตกด้วยตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างอิสระ และมีลักษณะจับกันแน่นเป็นกลุ่มหรือเป็นก้อนหรือเป็นผงละเอียด ทำให้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีความหนาแน่นไม่คงที่ จึงไม่สามารถบรรจุโดยใช้แรงโน้มถ่วงได้ แต่ต้องอาศัยระบบเกลียวช่วยในการส่งผ่านสู่ท่อบรรจุป้อนแบบสั่นสะเทือน และบรรจุแบบน้ำหนักสุทธิจะเป็นการบรรจุที่เหมาะสมกว่า

2.2.1.2 ผลิตภัณฑ์ของเหลว

ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียวขั้นต่ำ ซึ่งสามารถไหลตกด้วยตัวเองจะบรรจุได้ง่าย ส่วนผลิตของเหลวที่มีความเหนียวข้นสูง จำเป็นต้องออกแบบเครื่องจักรให้ช่วยอัดหรือดันทำให้บรรจุยากกว่า ในการบรรจุขึ้นกับองค์ประกอบอื่นๆ ของผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นของเหลว เช่น อุณหภูมิในการบรรจุ แนวโน้มที่จะรวมตัวกับอากาศ ความตึงที่ผิวหน้า เป็นต้น ผลิตภัณฑ์บางประเภทจะมีส่วนผสมและมีมวลแขวนลอยต่างๆกัน เช่น ซุปสำเร็จรูปจะมีผักหลายชนิดพร้อมทั้งเนื้ออบแห้งและน้ำซุปผสมอยู่ ซึ่งไม่สามารถจะทำการบรรจุครั้งเดียวด้วยระบบบรรจุเดียวกัน ที่ทำให้สัดส่วนผสมมีสัดส่วนเหมาะสมตามต้องการ เนื่องจากว่าส่วนผสมแต่ละอย่างจะแยกกันตามความหนาแน่น และขนาดพร้อมทั้งความสามารถในการไหลตกอย่างอิสระ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จึงต้องทำการแยกกันบรรจุสำหรับส่วนผสมแต่ละประเภท เช่น การบรรจุถั่วกระป๋องต้องทำการบรรจุแยกกันเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหนึ่งทำการบรรจุพวกของแข็งและอีกส่วนหนึ่งทำการบรรจุส่วนผสมที่เป็นน้ำ

2.2.2 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์

เมื่อพิจารณาถึงสมบัติทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์ สามารถแบ่งบรรจุภัณฑ์ออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ บรรจุภัณฑ์แข็งตัว บรรจุภัณฑ์กึ่งแข็งตัว และบรรจุภัณฑ์อ่อนนุ่ม

2.2.2.1 บรรจุภัณฑ์แข็งตัว (Rigid Packaging)

บรรจุภัณฑ์ประเภทแข็งตัว ได้แก่ แก้ว กระป๋อง โลหะและพลาสติกแข็งตัว ส่วนมากเป็นพลาสติกฉีด บรรจุภัณฑ์ชนิดนี้มีความแข็งแรงคงรูปได้ดี ละเลียงบนสายพานได้สะดวก สามารถใช้กับเครื่องบรรจุของเหลวระบบสุญญากาศ และระบบที่ใช้ความดันได้ และทำการบรรจุได้เร็วกว่า

2.2.2.2 บรรจุภัณฑ์กึ่งแข็งตัว (Semi-Rigid Packaging)

บรรจุภัณฑ์ประเภทกึ่งแข็งตัว เช่น ขวดพลาสติกขึ้นรูปด้วยการเป่า ถาดโฟม ถ้วยไอศครีมขึ้นรูปด้วยความร้อนและสุญญากาศ บรรจุภัณฑ์ชนิดนี้มีข้อจำกัดการรับแรงอัดและแรงดึงจึงบรรจุแบบสุญญากาศ

2.2.2.3 บรรจุภัณฑ์อ่อนนุ่ม (Flexible Packaging)

บรรจุภัณฑ์ประเภทอ่อนนุ่ม เช่น ซองและถุง ไม่สามารถรักษารูปทรงหรือมิติได้จึงต้องมีอุปกรณ์ช่วยระหว่างทำการบรรจุ และมักใช้ระบบการบรรจุแบบกระบอกสูบอัดใส่ในถุงบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ระบบการบรรจุของเหลว [1]

การบรรจุของเหลวแยกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

2.3.1 การบรรจุแบบปริมาตรคงที่ (Measured Dosing)

การบรรจุแบบปริมาตรคงที่ คือ การบรรจุแบบวัดปริมาตร ระดับการเติมจะไม่คงที่ ปริมาตรของของเหลวที่ถูกต้องจะถูกบรรจุในภาชนะบรรจุโดยใช้กระบอกสูบหรือกระบอกตวง ชั่งอย่างอื่น ดังนั้น ระบบการบรรจุแบบปริมาตรคงที่จะใช้กับ

- ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูง
- ผลิตภัณฑ์ที่ขายตามน้ำหนัก
- ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคขั้นสุดท้ายต้องการน้ำหนักหรือปริมาตรที่ถูกต้อง(ยกตัวอย่างเช่น แม่สีของสีกระป๋อง)
- ผลิตภัณฑ์ทางยาหรือสารเคมีที่ต้องการปริมาณการบริโภคและการใช้ที่ถูกต้อง
- ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียวข้นและไม่สามารถไหลได้ด้วยตนเอง

2.3.2 การบรรจุแบบระดับคงที่ (Filling to give level)

การบรรจุแบบระดับคงที่ คือ การบรรจุแบบกำหนดระดับของเหลวให้คงที่ จะใช้กับผลิตภัณฑ์ของเหลวที่มีราคาต่ำจนถึงราคาปานกลาง ตัวอย่างเช่น น้ำอัดลม เบียร์ และซอส ซึ่งปริมาตรที่ถูกต้องไม่มีสาระสำคัญนัก การบรรจุแบบระดับคงที่นี้สามารถสังเกตโดยใช้สายตาวัดระดับ ในขณะเดียวกันภาชนะบรรจุไม่สม่ำเสมอ ถ้าทำการบรรจุแบบปริมาตรคงที่ก็จะทำให้ระดับความสูงในการบรรจุแตกต่างกันไป ในขณะที่ผู้บริโภคพอใจ จะซื้อภาชนะที่บรรจุในระดับเดียวกัน ด้วยเหตุนี้จึงต้องเอาใจลูกค้าโดยการบรรจุให้ระดับคงที่แม้ว่าการบรรจุแบบระดับคงที่จะไม่คำนึงถึงปริมาตรจริง

ระบบการบรรจุแบบระดับคงที่สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

2.3.2.1 แบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Level Sensing)

หลักการทำงาน ใช้เครื่องส่งสัญญาณ (เซนเซอร์) ควบคุมระดับการเติม เมื่อของเหลวถึงระดับที่กำหนดไว้ก็จะหยุดเติม โดยส่งสัญญาณไปสั่งวาล์วให้เปิด หยุดการไหลลงสู่ขวด

2.3.2.2 แบบความดัน (Pressure)

หลักการทำงาน โดยใช้ปั๊มทำให้เกิดแรงดันขึ้น เพื่อทำให้ความดันอากาศถึงที่เก็บของเหลวมีค่าใกล้เคียงกับขวดที่ต้องการบรรจุจะทำให้ของเหลวไหลลงสู่ขวด วิธีการปั๊มนี้ไม่จำเป็นต้องยกถังเก็บขึ้นที่สูงและมีผลทำให้การไหลของผลิตภัณฑ์เป็นไปได้เร็วยิ่งขึ้น ระบบแบบบรรจุแบบใช้ความดันนี้เหมาะที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีความข้นเหนียว

2.3.2.3 แบบใช้แรงโน้มถ่วง (Gravity)

หลักการทำงาน ใช้แรงดึงดูดจากโลกให้ของเหลวไหล โดยน้ำหนักตัวเอง หัวบรรจุจะเป็นแบบที่มีสปริงกดและมีห่วงยางซีลกันรั่ว มีขนาดพอเหมาะที่สามารถกดลงปากขวดได้พอดี เมื่อทำการกดหัวยางลงปากท่อด้วยสปริง ก็จะเป็นจังหวะที่จะไปเปิดวาล์ว ของเหลวก็จะไหลจากถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ่ายที่ตั้งอยู่ตอนบนลงในบรรจุภัณฑ์ ระดับที่เติมจะถูกกำหนดด้วยระดับของท่อน้ำล้น การบรรจุเติมของเหลวด้วยระบบแรงโน้มถ่วงจะไม่เกิดปัญหาเรื่องการหยดก่อนและหลังการบรรจุ แต่จะทำงานช้ากว่าการบรรจุแบบสุญญากาศด้วยเหตุนี้จึงไม่เหมาะกับผลิตภัณฑ์ประเภทของเหลวที่มีความหนืดสูงซึ่งจะไหลช้ามาก

แบบแรงโน้มถ่วง สามารถแยกย่อยได้อีก 2 ประเภท คือ

1. แบบกำหนดเวลา (Timing cycle)
2. แบบตวงวัดปริมาตร (Measuring chamber)

2.3.2.4 แบบสุญญากาศ (Vacuum)

ใช้สุญญากาศทำให้ของเหลวไหลเรียงผนังด้านในขวดระหว่างการบรรจุ หลักการทำงานของสุญญากาศ คือ เมื่อใส่หัวเติมหรือปลายท่อบรรจุและท่อสุญญากาศเข้าแค่ระดับคอของบรรจุภัณฑ์แล้วจะผนึกให้สนิทด้วยวงแหวนแล้วทำการดูดอากาศจากบรรจุภัณฑ์ เมื่อของเหลวเติมในบรรจุภัณฑ์ถึงระดับปลายท่อหัวเติมจะดูดของเหลวที่อยู่เหนือระดับปลายท่อไหลออกไปยังถังน้ำล้น ทำให้ของเหลวไม่ขึ้นสูงเกินระกับที่ต้องการบรรจุ ส่วนอากาศในบรรจุภัณฑ์ก็จะดูดผ่านปั๊มสุญญากาศปล่อยทิ้งไว้ การบรรจุสุญญากาศ ใช้สำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวที่สามารถไหลได้ด้วยตนเองลงในการบรรจุภัณฑ์ประเภทแข็งตัว ซึ่งเป็นวิธีการที่รวดเร็ว ยืดหยุ่นและการลงทุนต่ำ แต่วิธีนี้จำกัดเฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่คงรูปแข็งตัวเท่านั้นและต้องใช้วิธีการบรรจุแบบระดับคงที่เท่านั้น สิ่งที่พึงระวังคือบริเวณปากบรรจุภัณฑ์จะต้องไม่บิ่นหรือแตก เนื่องจากจะทำให้การดึงสุญญากาศออกจากขวดไม่สัมฤทธิ์ผล

2.3.3 วิธีการบรรจุเติม

ถ้าพิจารณาจากการเคลื่อนตัวของภาชนะและท่อบรรจุ แบ่งเป็น 2 วิธี

2.3.3.1 วิธีให้ภาชนะเคลื่อนที่

เริ่มจากการสอดท่อบรรจุของเหลวในคอของภาชนะบรรจุจนถึงระดับหนึ่งแล้วจึงปล่อยผลิตภัณฑ์ของเหลวให้ไหลลงไปที่ก้นภาชนะ หรือให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวนั้นกระจายไปทางด้านข้างของภาชนะบรรจุ เพื่อให้ของเหลวนั้นค่อยๆ ไหลลงตามผนังภาชนะ ซึ่งจะช่วยลดความแรงของการไหลของผลิตภัณฑ์และลดการรวมตัวกับอากาศจนเกิดเป็นฟองอากาศ

2.3.3.2 วิธีให้ท่อบรรจุเคลื่อนที่

ทำโดยการใส่ท่อหรือท่อบรรจุลงไปถึงก้นของภาชนะบรรจุ แล้วปล่อยผลิตภัณฑ์ของเหลวให้ไหลเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ วิธีการนี้จะช่วยลดการเกิดฟองอากาศในผลิตภัณฑ์และหลีกเลี่ยงการระเหยกลายเป็นไอของผลิตภัณฑ์ การออกแบบท่องบรรจุของเครื่องบรรจุสามารถออกแบบทรงแข็งหรือแบบอ่อนนุ่ม ถ้าหัวเติมเป็นแบบทรงแข็ง เวลาที่ทำการบรรจุตัวบรรจุภัณฑ์จะถูกยกขึ้น แล้วเลื่อนต่ำลงในขณะที่ทำการบรรจุไปเรื่อยๆ ส่วนท่อบรรจุแบบอ่อนนุ่มจะทำงานแตกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อสอดท่อบรรจุเข้าไปข้างในบรรจุภัณฑ์แล้ว ตัวท่อนั้นจะค่อยๆ เลื่อนสูงขึ้นในขณะบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 เครื่องจักรบรรจุภัณฑ์แบบเติม

เครื่องบรรจุประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 ประเภทตามแนวการเคลื่อนที่ของบรรจุภัณฑ์ คือ เครื่องบรรจุเส้นตรงและแบบโรตารี่

2.3.4.1 เครื่องบรรจุแบบเส้นตรง

ตัวบรรจุภัณฑ์จะเรียงเข้าสู่หัวบรรจุเป็นแนวเส้นตรง เครื่องบรรจุประเภทนี้สะดวกในการเปลี่ยนขนาดและเพิ่มหัวบรรจุเมื่อมีความต้องการเพิ่มความเร็วในการบรรจุ

2.3.4.2 เครื่องบรรจุแบบโรตารี่ (Rotary)

เป็นเครื่องที่ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและใหญ่ที่มีการบรรจุโดยใช้บรรจุภัณฑ์ขนาดเดียวกันตลอด โดยไม่ค่อยเปลี่ยนขนาดเนื่องจากต้องเสียเวลาในการเปลี่ยนจานป้อนเข้าและออกพร้อมทั้งเปลี่ยนหัวบรรจุ

2.4 วิธีการบรรจุของเหลว [1]

ถ้าพิจารณาจากการเคลื่อนที่ตัวของภาชนะและท่อบรรจุ(Nozzle) สามารถแบ่งเป็น 2 วิธี คือ วิธีภาชนะเคลื่อนที่ลง และวิธีให้ท่อเติมเคลื่อนที่ขึ้น

2.4.1 วิธีภาชนะเคลื่อนที่ลง

วิธีให้ภาชนะเคลื่อนที่เริ่มจากการสอดท่อบรรจุของเหลวลงในคอภาชนะบรรจุจนถึงระดับหนึ่ง แล้วจึงปล่อยผลิตภัณฑ์ของเหลวให้ไหลลงไปที่ก้นภาชนะ หรือใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวนั้นกระจายไปทางด้านข้างของภาชนะบรรจุเพื่อให้ของเหลวนั้นค่อยๆไหลลงตามผนังภาชนะซึ่งจะช่วยลดความแรงของการไหลของผลิตภัณฑ์ และลดการรวมตัวของอากาศจนเกิดเป็นฟองอากาศ

2.4.2 วิธีให้ท่อเติมเคลื่อนที่ขึ้น

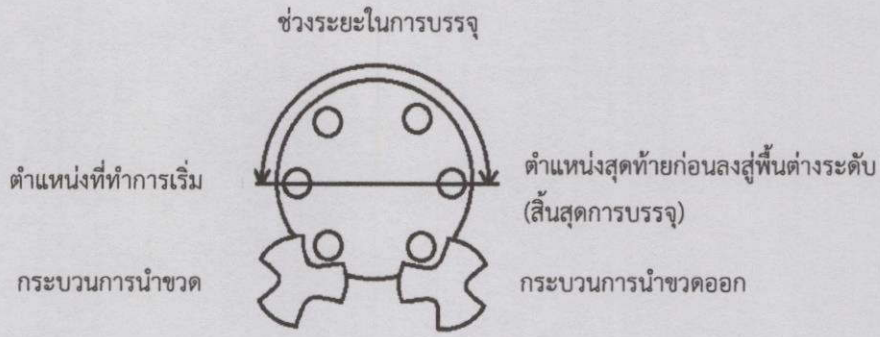
วิธีให้ท่อบรรจุเคลื่อนที่ทำโดยการใส่ท่อ หรือบรรจุลงไปถึงก้นของภาชนะบรรจุแล้วปล่อยผลิตภัณฑ์ของเหลวให้ไหลเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ วิธีการนี้จะช่วยลดฟองอากาศในผลิตภัณฑ์และหลีกเลี่ยงการระเหยกลายเป็นไอของผลิตภัณฑ์ การออกแบบท่อบรรจุของเครื่องบรรจุ สามารถออกแบบทรงแข็งหรือแบบอ่อนนุ่ม ถ้าหัวเติมเป็นแบบทรงแข็ง เวลาที่ทำการบรรจุจะถูกยกขึ้น แล้วเลื่อนต่ำลงในการบรรจุไปเรื่อยๆ ส่วนท่อบรรจุแบบอ่อนนุ่มจะทำงานแตกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อสอดท่อบรรจุเข้าไปข้างในบรรจุภัณฑ์แล้ว ตัวต่อท่อจะค่อยๆเลื่อนสูงขึ้นในขณะบรรจุ

2.5 การจัดวางฐานรองขวดของเครื่องบรรจุแบบ Rotary [1]

2.5.1 การจัดวางฐานขวด

จากการทำเครื่องบรรจุน้ำ ถ้าสมมุติออกแบบให้มีฐานรองขวด 6 จุด เมื่อเราทำแบบ Rotary ก็จะต้องทำการหาค่าตำแหน่งการวางนั้นคือ 360/6 = 60 องศา ซึ่งจุดศูนย์กลางของฐานรองขวดแต่ละอันจะต้องวางห่างกันเป็นมุม 60 องศา ตามดังรูปที่ 2.1

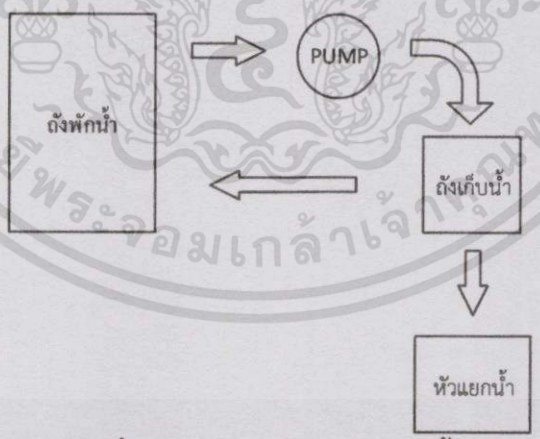
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 Plot Star Wheel และเพลาชุดหัวจ่าย [1]

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า เครื่องบรรจุน้ำนี้จะมีจำนวนขวดที่ไม่ได้มีการบรรจุ 2 ขวด คือขวดที่กำลังจะนำเข้าและขวดที่เติมเต็มแล้วและกำลังนำออก ดังนั้นก็จะเหลือขวดที่เราจะทำการบรรจุเพียง 4 ขวด นั้นคือช่วงที่จะทำให้น้ำเติมเต็มขวดจะอยู่ในช่วง 180 องศา ซึ่ง 180 องศานี้ก็จะต้องสัมพันธ์กับอัตราการไหลของน้ำที่ทำให้น้ำเต็มขวด และจะต้องสัมพันธ์กับความเร็วรอบของมอเตอร์ด้วย ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลและความเร็วรอบของมอเตอร์ และในกรณีที่ต้องการทำการบรรจุให้ได้ครั้งละมากกว่า 4 ขวด แต่ละขวดอยู่ในระยะการเติมที่เท่าเดิม ก็จะต้องทำการออกแบบตำแหน่งฐานรองขวดใหม่ Plot Star Wheel ใหม่และคำนวณอัตราการไหลใหม่ เพื่อที่จะหาระดับความสูงของน้ำที่จะต้องเพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อความสูงเพิ่มขึ้นก็จะทำให้อัตราการไหลเพิ่มขึ้นด้วย(เมื่อให้พื้นที่หน้าตัดของท่อเท่าเดิม) เป็นต้น

2.6 การรักษาระดับน้ำ [1]



รูปที่ 2.2 ขบวนการควบคุมระดับน้ำ

กระบวนการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำในการรักษาระดับน้ำของเครื่องบรรจุน้ำ ซึ่งมีหลักการในการบรรจุโดยอาศัยหลักการแรงโน้มถ่วงของโลกและมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วย โดยการเคลื่อนที่แบบ Rotary มาบรรจุแบบต่อเนื่อง คือน้ำจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ โดยใช้ความดันบรรยากาศเป็นตัวดันน้ำให้ไหลลงมาโดยจะผ่านมาทางหัวจ่ายน้ำ เข้ามายังถังแยกน้ำไปใช้ยังหัวจ่ายน้ำแต่ละหัว

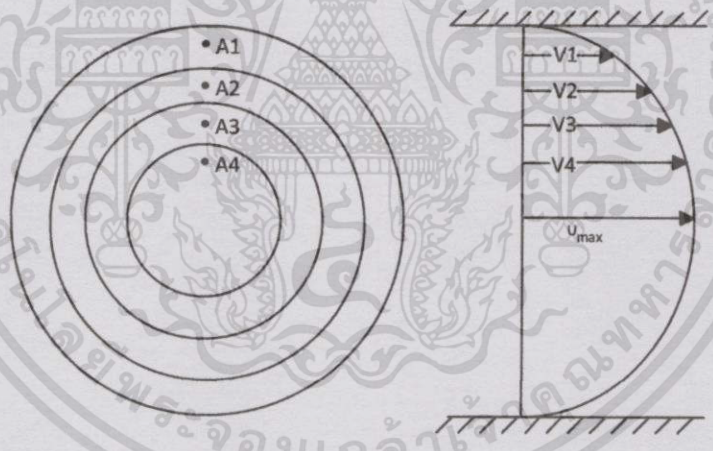
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ่าย และจะมีโซลินอยด์วาล์วเป็นตัวควบคุม การปิด-เปิดน้ำจะใช้ ลิมิตสวิตช์ เป็นตัวควบคุมการเปิด-ปิดของโซลินอยด์วาล์ว ดังนั้น อัตราการไหลของน้ำที่ใช้ในการบรรจุน้ำจึงมีผลกระทบมากในการบรรจุน้ำ คือถ้าระดับน้ำสูงก็จะมีอัตราการไหลที่สูง ดังนั้นจึงจะต้องควบคุมระดับน้ำให้ได้ตามที่ต้องการและจะต้องสัมพันธ์กับความเร็วรอบในการหมุนของการบรรจุน้ำ โดยความเร็วในการหมุนจะถูกควบคุมด้วยการป้อนแรงดันให้กับ DC Motor Drive

การรักษาระดับน้ำจะมีการปั๊มน้ำขึ้นไปบนถังรักษาระดับน้ำตลอดเวลา และจะมีการเปิดบอลวาล์วเพื่อระบายน้ำออกมาตลอดเวลาเช่นกัน เมื่อปั๊มน้ำขึ้นไปสูงกว่าระดับน้ำที่ต้องการ จะมีการระบายน้ำออกทางเดรนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์ว และจะต้องมีการปรับความเร็วรอบให้สัมพันธ์กับอัตราการไหลของน้ำ และสัมพันธ์กับปริมาตรของขวดน้ำที่จะทำการบรรจุ

2.7 การวัดอัตราการไหล (Discharge Measurement) [2]

การวัดอัตราไหลของของไหลมีหลายวิธีด้วยกัน ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ต้องการวัดอัตราการไหลภายในท่อ ขั้นแรกจะต้องหาความเร็วของกระแสที่รัศมีต่างๆโดยใช้หลอดปิโตท์หรือหลอดปิโตท์สถิตและไพโซมิเตอร์ จากนั้นจึงพิจารณาพื้นที่ด้านตัดของท่อ ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่วงแหวนเล็กๆที่เราวัดความเร็วที่ถูกต้องไว้แล้ว นำค่าความเร็วและพื้นที่ด้านตัดย่อยๆมาหาอัตราการไหลย่อยๆได้ตามต้องการ ถ้าต้องการรู้อัตราการไหลทั้งหมดก็ให้รวมอัตราการไหลย่อยๆทุกตัวเข้าด้วยกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การหาอัตราการไหลภายในท่อ

ดังนั้น อัตราการไหล Q จะได้

$$Q = \sum A_i V_i = A_1 V_1 + A_2 V_2 + A_3 V_3 + \cdots \qquad (2.1)$$

เมื่อ Q คือ อัตราการไหล มีหน่วยเป็น m^3/Hr
V คือ ความเร็วของของไหล มีหน่วยเป็น m/Hr
A คือ พื้นที่หน้าตัด มีหน่วยเป็น m^2

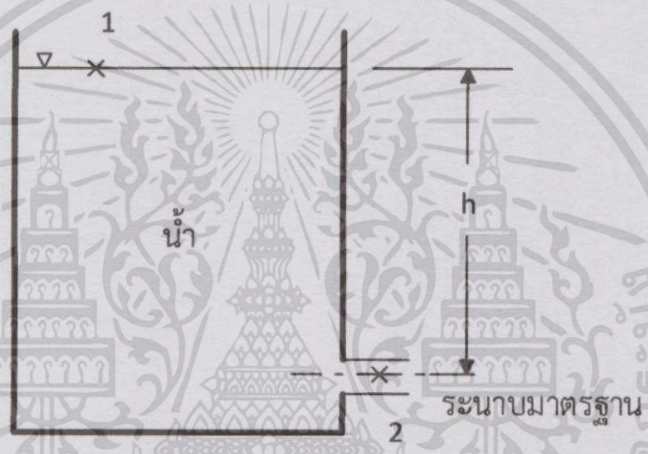
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 โดยการวัดออกมาเป็นน้ำหนักต่อหน่วยเวลา หรือใช้หลักการของกลศาสตร์ของไหลเบื้องต้น ตัวอย่างของเครื่องมือประเภทนี้ได้แก่ มาตรวัดน้ำประปาตามบ้าน ประกอบด้วยลิ้นซึ่งสั่นหรือเคลื่อนไหวในห้องเล็กๆ การสั่นของลิ้นแต่ละครั้งจะเป็นตัวบอกถึงปริมาณของน้ำที่ไหลผ่านในแต่ละครั้งของการสั่นด้วย

2 โดยทำมาจากการทดลอง และอาศัยหลักการของกลศาสตร์ของไหลเข้าช่วยคำนวณ

2.7.1 ลำการไหลที่ปราศจากความเร็วเข้าใกล้ (Jet With No Velocity Of Approach)

ความเร็วของของไหลซึ่งจะไหลเข้าช่องเปิด หัวฉีด หรือเครื่องมือวัดอื่นๆที่มีลักษณะเหมือนกัน เราเรียกว่า ความเร็วเข้าใกล้ (Velocity Of Approach) กรณีของลำการไหลอิสระ (Free Jet) แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ถังน้ำที่มีลำการไหลอิสระ

จากรูปที่ 2.4 สมมติให้พื้นที่ด้านตัดของถังที่จุด 1 มีขนาดใหญ่มากเมื่อเทียบกับพื้นที่ด้านตัดของลำการไหลที่จุด 2 และคิดว่าความเร็วของของไหลที่จุด 1 มีค่าน้อยมาก (เท่ากับศูนย์) และจุด 2 เป็นจุดด้านตัดของวีนาคอนแทร็กตาของลำการไหล จากสมการของแบร์นูลลี ถ้าเทียบจุด 1 และ จุด 2 จะได้

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 \qquad (2.2)$$

$$0 + 0 + h = 0 + \frac{v_i^2}{2g} + 0 \qquad \text{เมื่อ } V_2 \text{ คือ } V_i$$

จาก $$Cv = \frac{v}{v_i}$$

ดังนั้น ความเร็วจริง $$V = C_v v_i$$

$$V = Cv\sqrt{2gh} \qquad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการไหลได้จาก

$$Q = AV = C_c A_0 V$$
$$Q = C_c A_0 C_c \sqrt{2gh}$$
$$Q = C_d A_0 \sqrt{2gh} \quad (2.4)$$

เมื่อ V_1 คือ ความเร็วของของไหลจุดที่ 1
V_2 คือ ความเร็วของของไหลจุดที่ 2
P_1 คือ ความดันแบบ Static ที่จุด 1
P_2 คือ ความดันแบบ Static ที่จุด 2
C_c คือ สัมประสิทธิ์ของการหดตัว
C_d คือ สัมประสิทธิ์ของอัตราการไหล
C_v คือ สัมประสิทธิ์ของความเร็ว
Z_1 คือ ระดับความสูง ณ จุดศูนย์กลางของท่อที่จุด 1
Z_2 คือ ระดับความสูง ณ จุดศูนย์กลางของท่อที่จุด 2
g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ประมาณ 9.8 m/s^2
γ คือ ค่าน้ำหนักจำเพาะของของไหล
A_0 คือ พื้นที่ด้านตัดของช่องเปิดท่อหรือหัวฉีด

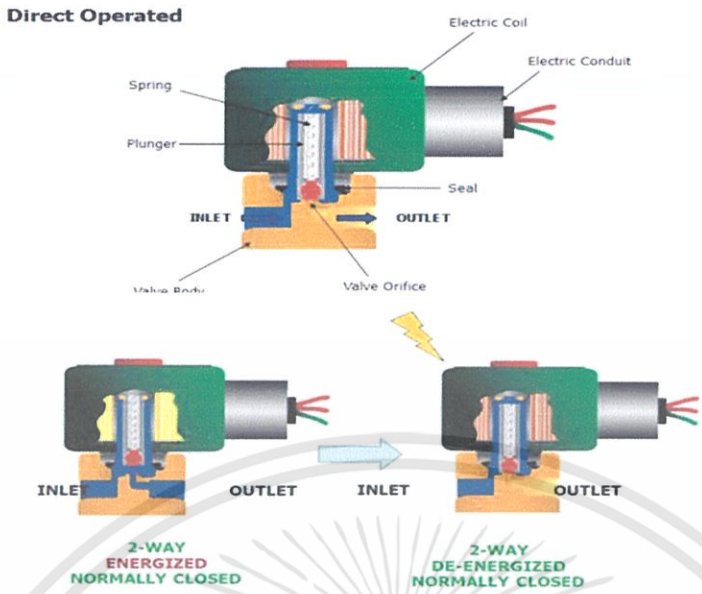
2.8 โซลินอยด์วาล์ว [3]

โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) คือ วาล์วที่มีการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าทำงานร่วมกับกลไกโดยใช้การป้อนไฟเป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในการทำงานควบคุมให้ลิ้นกลไกปิดหรือเปิดได้ ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วแบบ two 2 way Valve จะประกอบด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็กทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็กสปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติ

2.8.1 ประเภทของโซลินอยด์วาล์ว แบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

2.8.1.1 Direct Operated [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 โซลินอยด์วาล์วแบบ Direct Operated

โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางแบบปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงานแบบเปิดปิดโดยตรงนั้นมีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทาง ทุ่น (Plunger) ซึ่งมีซีลอยู่ปลายด้านล่างทำหน้าที่เปิดและปิดรูทางผ่าน (Orifice) ของของไหล เมื่อจ่ายไฟฟ้าเข้าหรือตัดออกจากคอยล์ โซลินอยด์วาล์วแบบนี้จะต้องระวังเมื่อมีการเพิ่มความดันของของไหลในระบบ ซึ่งจะต้องใช้แรงมากขึ้นในการเปิดวาล์ว หากความดันของของไหลสูงกว่าที่กำลังของคอยล์จะเปิดวาล์วได้ วาล์วนั้นก็จะไม่ทำงานถึงแม้ว่าจะมีการจ่ายไฟฟ้าแล้วก็ตาม

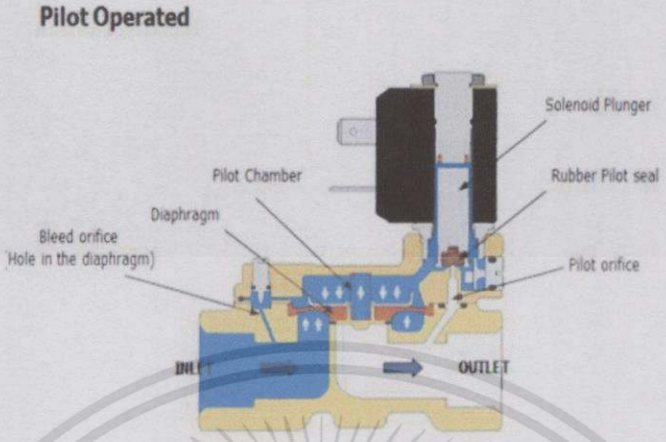
- **ข้อดี**: ไม่จำเป็นต้องอาศัยความดันของของไหลในการช่วยเปิด-ปิด
- **ข้อจำกัด**: มักจะใช้กับวาล์วที่มีขนาดไม่ใหญ่นักส่วนมากจะอยู่ขนาด 1/8"-1/4"

รายละเอียดของโซลินอยด์วาล์วชนิด Direct Operated ที่ใช้ในโครงงานนี้

MANUFACTURER	AIRTAG
Model	2W-160-15
Volts	DC 24V
Orifice	15mm
Temp	-5°- 80°
Pipe Size	½"
Operating Pressure	Min 0 kg/cm^2 - 10 kg/cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.2 Pilot Operated [4]



รูปที่ 2.6 โซลินอยด์วาล์วแบบ Pilot Operated

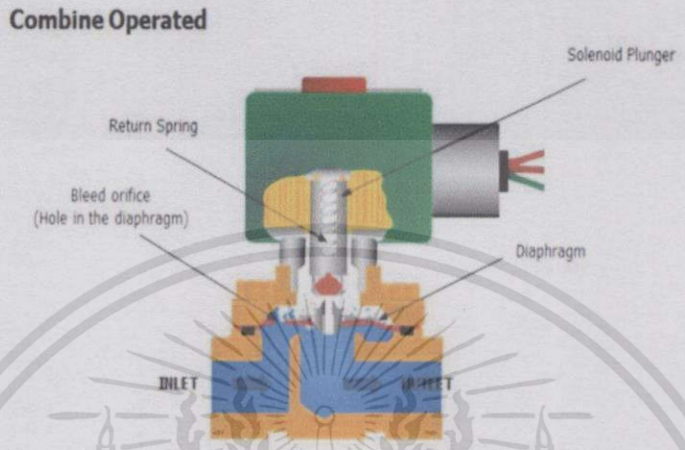
โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางแบบปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงานแบบเปิดปิดทางอ้อมนั้นมีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทาง รูทางผ่านหลัก (Main Orifice) ซึ่งอยู่ในตัววาล์วนั้นเปิดได้ด้วยวิธีการทำให้ความดันที่กระทำต่อพื้นที่ผิวด้านบนและด้านล่างของแผ่นไดอะแฟรม (Diaphragm) เกิดการเสียสมดุล คือ ขณะเมื่อยังไม่มีไฟฟ้าจ่ายไปยังคอยล์ของไหลจะมีความดันส่งไปทั้งในช่องบนซึ่งมีพื้นที่ผิวเต็มพื้นที่ของแผ่นไดอะแฟรมและในขณะเดียวกันก็มีความดันส่งไปที่พื้นที่ผิวด้านล่างแต่ส่งไปเฉพาะพื้นที่ผิวรอบๆรูทางผ่านเท่านั้น ซึ่งเป็นพื้นที่ที่น้อยกว่าด้านบน เมื่อต้องการให้วาล์วเปิด โดยการป้อนไฟฟ้าเข้าที่คอยล์ทุ่น (Plunger) ของโซลินอยด์วาล์วตัวช่วยจะยกเปิดและระบายของไหลซึ่งอยู่ด้านบนของไดอะแฟรมทิ้งออกไปทางรู (Orifice) ย่อยของโซลินอยด์วาล์วตัวช่วยจะยังผลให้เกิดการเสียสมดุลของแผ่นไดอะแฟรมเกิดการเคลื่อนที่เปิดรูทางผ่านหลักให้ของไหลไหลผ่านไปได้ โซลินอยด์วาล์วแบบนี้จะต้องระวังความดันของขาเข้าและขาออกจำต้องมีความแตกต่างกันในค่าหนึ่ง เพื่อทำให้วาล์วทำงานอย่างถูกต้อง จะเห็นได้ว่าวาล์วที่ทำงานในระบบเปิดปิดทางอ้อมนี้ก็ต้องอาศัยตัวโซลินอยด์ที่ทำงานด้วยระบบเปิดปิดโดยตรงมาช่วยเพื่อให้ทำงาน ดังนั้นเราจึงต้องคำนึงถึงความดันสูงสุดและกำลังของคอยล์ที่ใช้เปิด มิฉะนั้นวาล์วอาจไม่ทำงานถึงแม้ว่าจะมีการจ่ายไฟฟ้าแล้วก็ตาม และเพื่อให้วาล์วระบบนี้ทำงานได้อย่างถูกต้องและหลีกเลี่ยงการสึกหรออย่างรวดเร็วของแผ่นไดอะแฟรม ขอแนะนำให้ออกแบบการใช้งานโดยคำนึงถึงค่า K_v (อัตราการไหลผ่านวาล์วที่ความดันต่างศักย์ 1 bar) ของตอนที่วาล์วจะปิดว่ามีอัตราการไหลในขณะนั้น ไม่เกินค่า K_v ด้วยเหตุผลดังกล่าว หากความดันของขาเข้าในขณะที่วาล์วเปิดอยู่สูงกว่า 1 bar ต้องไม่ปล่อยให้ของไหลไหลออกทางขาออกโดยอิสระ (Free Outlet) จะต้องมีการจำกัดอัตราการไหลของขาออกเพื่อรักษาให้ความต่างศักย์ของความดันขาเข้าและขาออกไม่เกิน 1 bar มิฉะนั้นแผ่นไดอะแฟรมจะเกิดการกระแทกกับปากรูทางผ่านหลักอย่างรุนแรง เมื่อปิดวาล์วทำให้แผ่นไดอะแฟรม สึกหรอและเสียหายอย่างรวดเร็ว

-.**ข้อดี**: โครงสร้างแบบนี้จะใช้กับวาล์วที่มีขนาด 3/8″ ขึ้นไป โดยขณะที่คอยล์ไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ (เพราะคอยล์ทำหน้าที่เพียงแค่เปิดรู Pilot) จึงทำให้ราคาถูกและเป็นที่นิยมใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-.**ข้อจำกัด**: เนื่องจากต้องอาศัยความดันของของไหลในการช่วยเปิด-ปิด ดังนั้นจึงไม่สามารถนำไปใช้กับงานที่มีความต่างของความดันต่ำได้

2.8.1.3 Combine Operated [4]



รูปที่ 2.7 โซลินอยด์วาล์วแบบCombine Operated

โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางชนิดปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงานแบบลูกผสมนั้นมีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทาง การเปิดรูผ่านหลัก (Orifice) ซึ่งอยู่ภายในตัววาล์วนั้นเป็นการผสมผสานทั้งการทำให้ความดันของพื้นที่ด้านบนและด้านล่างของแผ่นไดอะแฟรมเสียสมดุล ร่วมกับแรงที่ทุ่น (Plunger) ของโซลินอยด์ตัวช่วยออกแรงยกแผ่นไดอะแฟรมโดยตรงด้วย แผ่นไดอะแฟรมจะทำหน้าที่คล้ายกับระบบเปิดปิดทางอ้อม แต่จะต่างตรวที่ถึงแม้จะมีความดันขาเข้าเพียงน้อยนิด วาล์วก็สามารถเปิดได้ด้วยแรงยกของทุ่น (Plunger)

- **ข้อดี**: ใช้กับวาล์วที่มีขนาด 3/8" ขึ้นไปและของไหลมีความต่างของความดันต่ำๆได้
- **ข้อจำกัด**: ราคาจะสูงกว่าแบบ Pilot Operated เพราะขนาดของ Coil จะต้องใหญ่กว่า

รายละเอียดของโซลินอยด์วาล์วชนิด Pilot Operated ที่ใช้ในโครงงานนี้

MANUFACTURER	PARKER
PRODUCT TYPE	Fluid Control Valve Solenoid
CONFIGURATION/TYPE	2-WAY
OPERATION	NORMALLY CLOSE
MEDIA	AIR,WATER,LIGHT,OIL,INERT GASES
PIPE/PORT SIZE	3/8"
MAX OPERATING PRESSURE DIFF	0-5 Bar
ORIFICE DIAMETER	13mm
POWER CONSUMPTION	N/A
CONNECTION	GAS
COIL INSULATION	IP67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COIL TERMINATIONS	DIN
BODY MATERIAL	BRASS
MIN OPERATING PRESSURE DIFF	0
FLOW COEFFICIENT/RATING	N/A
STANDARDS	N/A
AMBIENT TEMPERATURE	+50°C (F) ; +80°C (H)
FLUID TEMPERATURE	-10°C +140°C

2.9 การวัดระดับด้วยอุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง [5]

2.9.1 การวัดระดับความสูงจากความดัน

การวัดระดับความสูงจากความดันจะอยู่บนพื้นฐาน การวัดแรงกดจากความสูงของเหลว แรงกดนี้จะมีพื้นฐานมาจากความสูงของเหลวและความถ่วงจำเพาะของเหลว (Specific Gravity: SG) การวัดระดับของเหลวด้วยวิธีนี้จะถูกอ้างอิงไปถึงความสูงของน้ำ และจะถูกปรับเทียบเป็นความดันในหน่วยของนิ้วน้ำ (Inchs of Water Column: InWC) หรือ มิลลิเมตรน้ำ (Millimeter of Water Column: mmWC) เมื่อค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำที่สภาวะมาตรฐาน (Standard Condition) มีค่าเท่ากับ 1

ความดันที่เกิดขึ้นเนื่องจากระดับความสูงของเหลวจะมีการเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะเป็นเชิงเส้นกับมวลของของเหลวนั้น สำหรับในกรณีถังที่ต้องการวัดระดับความสูงที่เป็นแนวตั้งตรง การอ่านค่าระดับของเหลวจากอุปกรณ์การวัดระดับจะมีค่าที่ถูกต้องในทุกๆ ค่าของความถ่วงจำเพาะที่เปลี่ยนแปลงไป ถ้ามีการปรับเทียบให้มีการอ่านค่าระดับของเหลวในรูปของมวล แต่การอ่านค่าระดับของเหลวจากอุปกรณ์การวัดระดับจะมีค่าไม่ถูกต้อง ถ้ามีการปรับเทียบให้มีการอ่านค่าในรูปของปริมาณ ถ้าค่าความถ่วงจำเพาะของเหลวมีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากการปรับเทียบ ซึ่งของเหลวจะมีค่าความถ่วงจำเพาะที่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ

ดังนั้นการอ่านค่าระดับของเหลวที่มีค่าผิดพลาดเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงค่าความถ่วงจำเพาะ จะต้องมีการพิจารณาให้ละเอียดในการออกแบบการวัดระดับของถังที่ต้องมีการกำหนดจุดสัญญาณเตือนที่ระดับต่าง ๆ และของเหลวที่ล้นออกมาจากถังมีผลกระทบต่อสิ่งต่าง ๆ ภายนอก โดยทั่วไปมีการแก้ไขได้หลายวิธีดังนี้

-ไม่ควรกำหนดให้ค่าสัญญาณเตือนมีค่าใกล้กับค่าระดับที่ 0% และ 100% ในการคำนวณหาค่ากำหนดจุดสัญญาณเตือน ควรจะต้องมีการตรวจสอบจุดเตือนในค่าความถ่วงจำเพาะสภาวะที่แย่สุด ถ้าจุดเตือนที่ต้องการนั้นมีค่าสูงกว่า 90% หรือ ต่ำกว่า 10% ของช่วงการวัดระดับ

-การติดตั้งอุปกรณ์วัดระดับตัวที่สองที่ไม่มีความผิดพลาดเนื่องจากค่าความถ่วงจำเพาะ ไว้สำหรับทำสัญญาณเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 อุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter)

อุปกรณ์วัดความดันแตกต่างมีการใช้งานกันอย่างกว้างขวางในการวัดระดับของเหลวในถัง โดยจะอ่านค่าได้จากความสูงของเหลวที่ทำการวัด โดยทั่วไปด้าน HP (High Pressure) ของอุปกรณ์จะถูกต่ออยู่กับจุดต่อด้านต่ำสุดของถัง (Lower Nozzle) และด้าน LP (Low Pressure) หรือด้านที่มีความดันคงที่ จะถูกต่ออยู่กับจุดต่อด้านสูงสุดของถัง (Upper Nozzle) โดยด้าน LP จะใช้เป็นจุดอ้างอิง ดังนั้นความดันที่เกิดขึ้นที่ด้าน LP จะต้องมีค่าความดันที่คงที่อยู่ตลอดเวลา การทำให้ความดันด้าน LP ให้มีค่าคงที่ อาจทำได้หลายวิธีการดังนี้

- บรรจุด้วยของเหลวที่เหมาะสมกับกระบวนการ
- พิจารณาใช้การควบคุมระยะไกลกับการผนึกด้วยเคมี
- การบรรจุด้วยของเหลวทั้งด้าน HP และ LP ต้องมีการชดเชยโดย Zero Elevation และ Suppression

2.9.3 Zero Elevation และ Suppression

ถ้าอุปกรณ์วัดระดับไม่ได้ถูกติดตั้งที่ตำแหน่ง 0% ของระดับของเหลวในถังที่ต้องการวัด จะต้องมีการปรับเทียบตำแหน่งที่แตกต่างนี้ ซึ่งการปรับเทียบนี้จะถูกเรียกว่า Zero Elevation เมื่อตำแหน่งอุปกรณ์วัดระดับถูกติดตั้งอยู่เหนือจุดต่อกับถังด้านล่าง (Lower Nozzle) และจะถูกเรียกว่า Zero Suppression เมื่อตำแหน่งอุปกรณ์การวัดถูกติดตั้งอยู่ต่ำกว่าจุดต่อถังด้านล่าง

การเลือกของเหลวที่จะนำไปบรรจุทั้งด้าน HP และ LP ต้องพิจารณาให้มีความเหมาะสม เมื่อมีการรั่วไหล, อุณหภูมิจากกระบวนการ, อุณหภูมิแวดล้อม, ย่านการวัดที่นำไปปรับเทียบ, ความเร็วในการตอบสนองจากอุปกรณ์การวัด ในการใช้งานกรณีกับถังที่เป็นสุญญากาศ ตัวอุปกรณ์การวัดต้องติดตั้งให้ต่ำกว่าจุดต่อกับถัง เพื่อป้องกันไอหรือฟองอากาศเข้าไปยังท่อที่ต่อไปยังอุปกรณ์

2.9.4 วิธีการคำนวณการวัดระดับ

การคำนวณการวัดระดับโดยวิธีการวัดความดันแตกต่างสามารถใช้ได้กับของเหลวที่สกปรก มีความดันหรืออุณหภูมิสูงได้ดี โดยหลักการวัดระดับแบบนี้ใช้หลักการวัดความดันที่เกิดจากความสูงของระดับของเหลวที่ต้องการวัดดังสมการ

$$P = h \bullet SG_m \tag{2.5}$$

เมื่อ P คือ ค่าความดัน มีหน่วยเป็น เมตรน้ำ (mH_2O)

h คือ ค่าความสูงของของเหลว มีหน่วยเป็น เมตร (m)

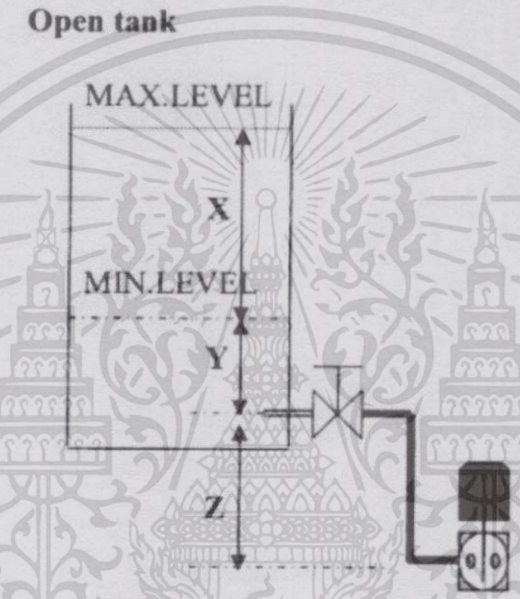
SG_m คือ ค่าความถ่วงจำเพาะของของเหลวที่ต้องการวัด (ไม่มีหน่วย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity: SG) ของสารเป็นค่าคงที่ ซึ่งเป็นคุณสมบัติประจำตัวของสารนั้น เช่น น้ำมีค่าความถ่วงจำเพาะเป็น 1 ปรอทมีค่าความถ่วงจำเพาะ 13.6 เป็นต้น ดังนั้นความดันที่เกิดขึ้นจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสูงของของเหลวนั้น ทำให้สามารถหาความสูงของของเหลวได้จาก

$$h = \frac{P}{SG_m} \tag{2.6}$$

2.9.4.1 การวัดระดับแบบถังเปิด (Open Tank)



รูปที่ 2.8 การวัดแบบถังเปิด

$$\text{Span} = X.G_L \tag{2.7}$$

$$\text{Minimum level} = Z.G_s + Y.G_L \tag{2.8}$$

$$\text{Maximum level} = Z.G_s + (X+Y).G_L \tag{2.9}$$

เมื่อ G_L คือ ค่าความถ่วงจำเพาะของของเหลวที่ต้องการวัดระดับ

G_S คือ ค่าความถ่วงจำเพาะของของเหลวที่อยู่ในท่อ

X คือ ระดับน้ำที่สูงที่สุด มีหน่วยเป็น mm

Y คือ ระดับน้ำที่ต่ำที่สุด มีหน่วยเป็น mm

Z คือ ระดับความสูงจากปลายเปิดของถังกับเครื่องมือวัด มีหน่วยเป็น mm

อุปกรณ์การวัดกับไดอะแฟรมแบบหน้าเรียบ (Flush Mounted) หรือแบบหน้ายื่น (Extended) ต้องมีการติดตั้งวาล์วตัดต่อเพื่อให้สามารถถอดอุปกรณ์มาทำการซ่อมบำรุงได้ หรือสามารถแยกส่วนออกจากถัง ในกรณีที่ถังมีการซ่อมบำรุง เมื่อพิจารณาเลือกใช้การควบคุมระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับไดอะแฟรม ตัวอุปกรณ์ควรจะติดตั้งที่จุดกึ่งกลางของจุดต่อด้านต่ำหรือต่ำกว่า สิ่งที่สำคัญในการติดตั้งตัวอุปกรณ์จะต้องไม่ติดตั้งให้สูงกว่าจุดต่อด้านต่ำ เพราะจะเกิดสุญญากาศที่ตัวอุปกรณ์ และของเหลวที่บรรจุจะกลายเป็นไอ ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายกับตัวอุปกรณ์ได้ การเกิดเป็นไอนั้นจะขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ของเหลวและความดันในกระบวนการ

ข้อดีของอุปกรณ์การวัดความดันแตกต่าง

- อุปกรณ์มีราคาไม่แพง, สะดวกและติดตั้งง่าย, เหมาะกับการใช้งานหลายประเภทและง่ายต่อการตรวจสอบที่บริเวณใช้งาน

ข้อเสียของอุปกรณ์การวัดความดันแตกต่าง

-ไม่สามารถทราบระดับของเหลวที่แท้จริง ถ้าไม่มีการชดเชยการเปลี่ยนแปลงความถ่วงจำเพาะ การกลั่นตัว, การกลายเป็นไอ และการอุดตันในท่อที่ต่อไปยังอุปกรณ์ทำให้เกิดความผิดพลาดในการอ่านค่าได้

รายละเอียดของ Level Indicator Transmitter ที่ใช้ในโครงงานนี้

MANUFACTURER	YOKOGAWA
Model	UNE11-SMK2 *B /TBR/SCT
CAL RNG	0 – 3000 mmH_2O
Output	D.C. 4-20 mA
Power Supply	D.C. 24V
MWP.	140 kg/cm_2
No.	6801JC207

2.10 อินเวอร์เตอร์ [6]

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) คือ อุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของ 3-Phase Squirrel-Cage Induction Motor โดยวิธีการปรับแรงดันและความถี่ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับมอเตอร์

รูปที่ 2.9 อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้ HITACHI รุ่น L200-005NFEF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของอินเวอร์เตอร์

MANUFACTURER	HITACHI
Model	L200-005NFEF
kW/(HP)	0.55/(3/4)
Input/Entrée	50 Hz,60Hz 200-240 V 1 Ph 6.7 A
	50 Hz,60Hz 200-240 V 3 Ph 3.9 A
Output/Sortie	0.5-400Hz 200-240 V 3 Ph 3.0 A
MFG No.	57B T14798 P 335

2.10.1 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์จะแปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ วงจรทั้งสองนี้จะเป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น และผ่านพลังงานของอินเวอร์เตอร์ โดยทั่วไปแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับมีรูปคลื่นไซน์ แต่เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์จะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปไซน์ นอกจากนั้นยังมีชุดวงจรควบคุม ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์และวงอินเวอร์เตอร์ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของ 3-Phase Induction Motor

รูปที่ 2.10 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์

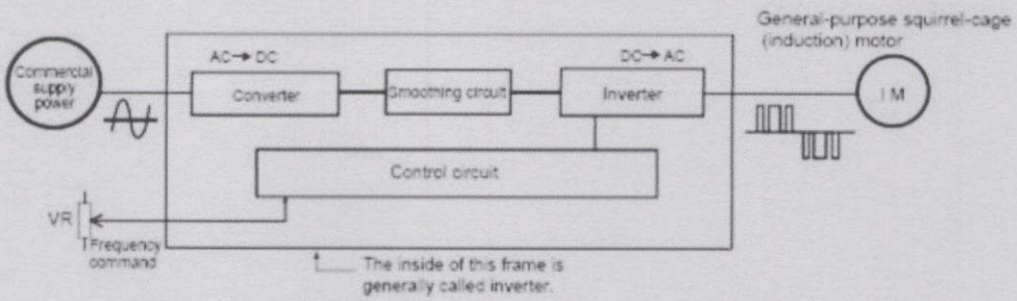
2.10.2 โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์

1. Converter ทำหน้าที่ แปลงไฟสลับจากแหล่งจ่ายไฟ AC. power supply (50 Hz) ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC Voltage)

2. Inverter ทำหน้าที่ แปลงไฟกระแสตรง (DC Voltage) ให้เป็นไฟกระแสสลับ (AC Voltage) ที่สามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันและความถี่ได้

3. Control Circuit ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของชุดคอนเวอร์เตอร์ และชุดอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์

2.10.3 ประเภทของอินเวอร์เตอร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

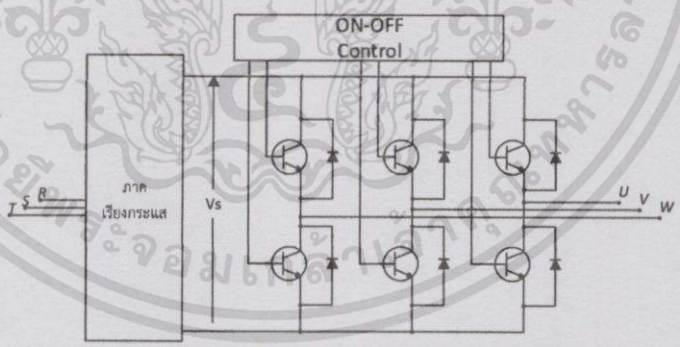
2.10.3.1 อินเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายกระแส (Current-Fed Inverter)

จะมีภาคเรียงกระแส ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายให้กับอินเวอร์เตอร์ โดยที่ ณ ค่ากระแสค่าใดค่าหนึ่ง เมื่อเปลี่ยนภาระกระแสจะคงที่แต่แรงดันจะเปลี่ยนตามภาระ

2.10.3.2 อินเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายแรงดัน (Voltage-Fed Inverter)

จะมีภาคเรียงกระแส ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายแรงดันให้กับอินเวอร์เตอร์ ซึ่ง ณ ค่าแรงดันใดๆ ที่ภาคเรียงกระแสถูกสั่งให้คงค่านั้นไว้ เมื่อภาระเปลี่ยนแรงดันจะคงที่ แต่กระแสเปลี่ยนตามภาระ แบ่งได้ 2 ชนิดคือ

1.อินเวอร์เตอร์แบบรูปคลื่นสี่เหลี่ยม (Square-Wave Inverter)



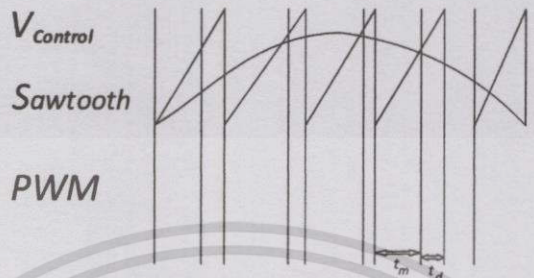
รูปที่ 2.12 วงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสแบบรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

อินเวอร์เตอร์ 3 เฟสจะเป็นการแปลงไฟกระแสตรงให้เป็นกระแสสลับ 3 เฟส ตามรูปที่ 2.12 เป็นรูปวงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสที่ใช้ทรานซิสเตอร์ 6 ตัวต่อวงจรเข้ากับแหล่งจ่าย V_s แรงดันทางด้านเอาต์พุตตามรูปจะมีทั้งหมด 3 จุดคือ จุดU จุดV จุดW โดยการนำเอาต์พุตไปต่อกับมอเตอร์ ในการเปลี่ยนแปลงความเร็วมอเตอร์โดยให้แรงบิดคงที่ จำเป็นต้องควบคุมแรงดันกับความถี่ให้เป็นสัดส่วนเดียวกัน เพื่อทำให้ V/fคงที่ สำหรับอินเวอร์เตอร์ประเภทนี้ เมื่อเปลี่ยนความถี่ภาคอินเวอร์เตอร์ ก็จะต้องเปลี่ยนแรงดัน V_sตาม ผลของการทำงานในลักษณะนี้ได้สร้างข้อเสียหลายประการ V/f

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

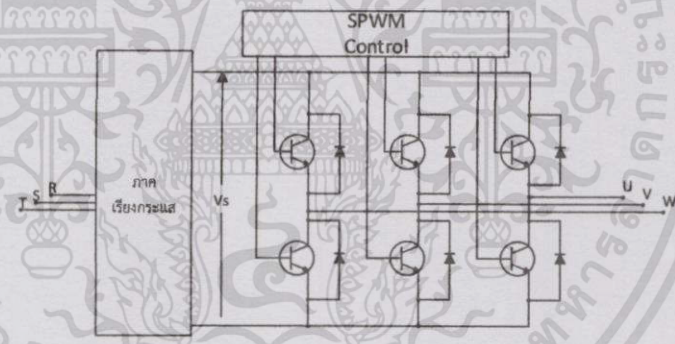
2.อินเวอร์เตอร์แบบSPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation)

PWMแบบไซน์เป็นการนำเอาสัญญาณมามอดูเลตกับสัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยม โดยสัญญาณรูปคลื่นไซน์เป็นสัญญาณของความถี่มูลฐาน ซึ่งเป็นความถี่เดียวกับความถี่มูลฐานเพื่อปรับให้ระดับแรงดันประสิทธิผลเปลี่ยนแปลงไปเพื่อรักษา



รูปที่ 2.13 หลักการสร้างสัญญาณ SPWM

จากรูปที่ 2.13 จะเห็นว่าสัญญาณ SPWM ได้จากการนำสัญญาณรูปคลื่นไซน์ความถี่เท่ากับความถี่ที่ จะต้องการมามอดูเลตกับคลื่นพาหะรูปสามเหลี่ยมซึ่งมีความถี่สูงกว่ารูปคลื่นไซน์สัญญาณ SPWMที่ได้จะเกิดจากการเปรียบเทียบจุดตัดของสัญญาณทั้งสอง ซึ่งจุดตัดนี้จะเป็นกำหนด ON-OFF ของอุปกรณ์กำลังที่ภาคอินเวอร์เตอร์ โดยอุปกรณ์กำลังของอินเวอร์เตอร์จะทำงานเป็นแบบสวิทช์ชิ่ง



รูปที่ 2.14 วงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสแบบSPWM

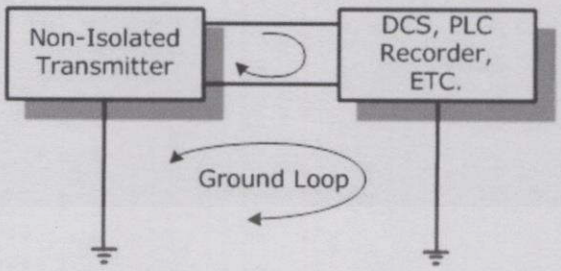
โหลดที่อินเวอร์เตอร์ต้องควบคุมนั้นคือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับหรืออาจจะเป็นโหลดชนิดอื่นก็ได้ สำหรับโหลดที่เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับนั้นก็จะมีทั้ง 1 เฟสและ 3 เฟส ซึ่งอินเวอร์เตอร์ก็จะมีอินเวอร์เตอร์ 1 เฟสและ 3 เฟสด้วย

2.11 SIGNAL ISOLATOR [7]

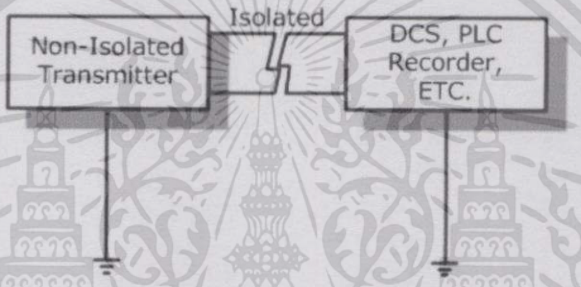
Signal Isolator เป็นวงจรใช้สำหรับป้องกันการเกิดกราวด์ลูปซึ่งเป็นสาเหตุ ของการวัดค่าไม่คงที่ หรือผิดจากความเป็นจริง ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับพีแอลซี หรือดีซีเอส เนื่องจากสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นทางด้านทรานสมิตเตอร์ เช่น ฟ้าผ่า หรือจาก A.C. Line โดยตัว Signal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Isolator ทำหน้าที่เหมือนกำแพงที่ป้องกัน ไม่ให้สัญญาณเหล่านี้ ส่งเข้าไปทำความเสียหายให้พีแอลซี หรือดีซีเอสได้



รูปที่ 2.15 วงจรที่ไม่มีวงจร Signal Isolator



รูปที่ 2.16 วงจรที่มีวงจร Signal Isolator

2.12 NOISE FILTER [8]

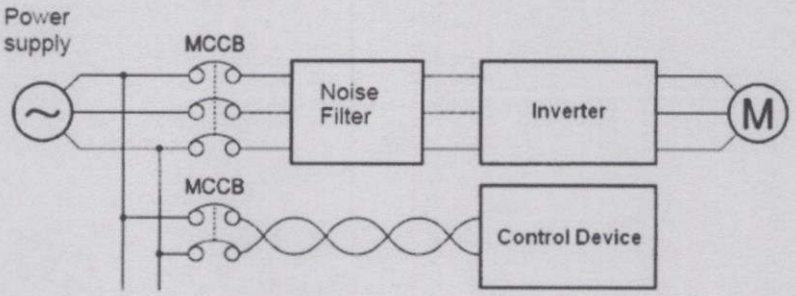
วงจร Noise Filter คือ วงจรกรองสัญญาณไฟฟ้าที่ไม่ต้องการ และมีความถี่ต่ำกว่า 200 kHz ที่ปะปนเข้ามาในสัญญาณของแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าใน Power Line ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้จากการที่ระบบไฟฟ้าไม่มีการต่อสายลงดินที่ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งอาจเกิดร่วมกับความผิดพลาดทางไฟฟ้าแบบอื่นด้วย ในขณะที่มีการใช้งานอุปกรณ์สวิตชิ่งอื่นๆในระบบ ผลของสัญญาณรบกวนอาจจะทำให้วงจรควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำงานผิดพลาด หรือ หยุดทำงานได้ รายละเอียดของ Noise Filter ที่ใช้ในโครงงานนี้

Manufacturer	DIT
Model	ID-N10AEH
Input	250V (50/60Hz)
Output	10A

2.12.1 วิธีการลดปัญหาของ Noise มีดังนี้

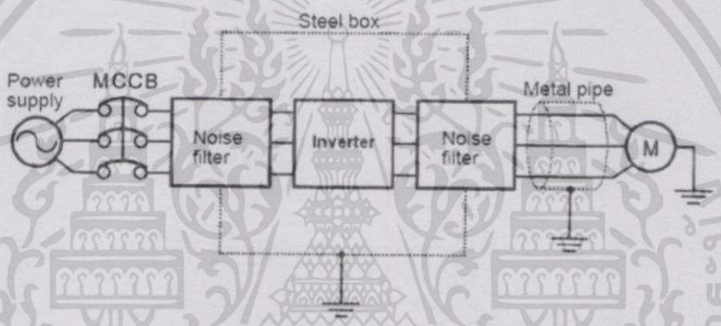
1. การใช้ Noise Filter การใส่ Noise Filter ที่ด้านอินพุตของอินเวอร์เตอร์ จะช่วยลดผลกระทบของสัญญาณรบกวนที่จะถูกส่งย้อนกลับไปที่แหล่งจ่ายไฟ แต่ควรเลือก Noise Filter ที่ออกแบบหรือขนาดที่เหมาะสมกับอินเวอร์เตอร์นั้นๆ ดังแสดงได้ในรูปที่ 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 การต่อวงจรNoise Filter เข้ากับอินเวอร์เตอร์

นอกจากนี้ยังสามารถลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นจาก “Reflecter Waves” จากมอเตอร์ โดยการใส่ Noise Filter ที่ด้านเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ถ้าจำเป็น ดังแสดงได้ในรูปที่ 2.18 แต่ในกรณีนี้จะใช้ก็ต่อเมื่อสายมอเตอร์มีความยาวมาก



รูปที่ 2.18 การต่อวงจรNoise Filter เข้ากับมอเตอร์

2. **การลดความถี่ Carrier Frequency** ในอินเวอร์เตอร์จะมีชุด PWM ทำหน้าที่ควบคุม IGBT เพื่อจ่ายไฟให้มอเตอร์ ซึ่งเราสามารถปรับเปลี่ยนความถี่ของชุดPWM ได้และเรียกความถี่นี้ว่า Carrier Frequency การลดความถี่นี้ลงอาจช่วยลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นได้

3. **การแก้ปัญหาของสายสัญญาณ** การลดสัญญาณรบกวนของสายสัญญาณ อาจทำได้โดยใช้สาย Shielded และ Ferrite core ที่ปลายทั้งสองด้าน โดยปกติจะกราวด์ Shielded เข้ากับแหล่งจ่ายไฟสัญญาณเพียงด้านเดียว นอกจากนั้นเราควรแยกสายสัญญาณออกจากสายส่งกำลังและกราวด์จุดที่เป็นเส้นทางเดินของสัญญาณรบกวน

2.13 ลิมิตสวิตช์ [9]

รูปที่ 2.19 ลิมิตสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิมิตสวิทช์ โดยปกติแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ ปกติ (NO) และปิด (NC) จากโครงสร้างภายในตำแหน่งปกติ หน้าสัมผัสจะไม่ต่อถึงกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านได้ ตำแหน่งทำงาน เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ เช่น ลูกสูบเคลื่อนที่ออกมากดลิมิตสวิทช์ ทำให้สภาวะการทำงานเปลี่ยนจากปกติเปิด (NO) เป็นปกติปิด (NC) มีผลทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้ และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับจะทำให้ลิมิตสวิทช์ กลับสู่สภาพเดิมจากปกติปิด (NC) เป็นปกติเปิด (NO) ทำให้ตัดวงจรการทำงาน

2.14 พีแอลซี [10]

พีแอลซี (PLC) คือ อุปกรณ์ควบคุมที่สามารถโปรแกรมได้และได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป โดยตัวพีแอลซี มีคุณลักษณะเป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆซึ่งผู้ใช้งานต้องทำการเขียนโปรแกรมให้ตัวพีแอลซี เพื่อกำหนดเงื่อนไขในการทำงานตามที่ต้องการ ทั้งนี้วัตถุประสงค์เบื้องต้นในการนำเอาตัวพีแอลซีมาใช้งานก็คือ เพื่อทดแทนการสร้างฟังก์ชันในระบบที่ใช้การควบคุมด้วยอุปกรณ์รีเลย์ แต่ในปัจจุบันนี้พีแอลซีได้ถูกพัฒนาให้มีขีดความสามารถที่เพิ่มมากขึ้น เช่น การกระทำฟังก์ชันการคำนวณที่ซับซ้อน การควบคุมแบบวงปิด ตลอดจนการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในระบบควบคุมตัวอื่นๆ

2.14.1 โครงสร้างที่สำคัญของพีแอลซี

1. ตัวประมวลผล

ตัวประมวลผล(CPU) ทำหน้าที่ในการคำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของพีแอลซีโดยภายในจะประกอบไปด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based)ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์ ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรได้โดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ตัวประมวลผลจะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูล โดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำหลัง จากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

2. หน่วยความจำ

หน่วยความจำ(Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างแล้วแต่คำสั่ง ซึ่งพีแอลซีประกอบด้วยหน่วยความจำ อยู่สองชนิดคือ RAM และ ROM

RAM ทำหน้าที่ในการควรเก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี หน่วจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก ฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

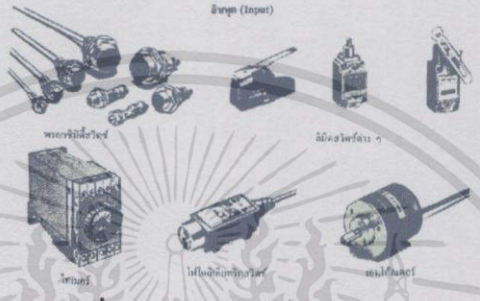
ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซีตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบROMยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับRAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรองแต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

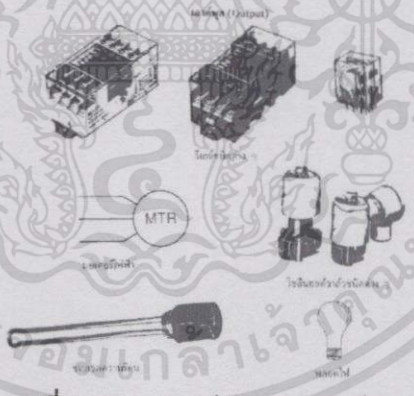
3. หน่วยอินพุต/เอาต์พุต

หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input /Output Unit) หน่วยอินพุตทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป



รูปที่ 2.20 อุปกรณ์สัญญาณอินพุต

หน่วยเอาต์พุตทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่นควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น



รูปที่ 2.21 อุปกรณ์สัญญาณเอาต์พุต

4 หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้า

หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้าจะทำหน้าที่ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าให้มีระดับที่เหมาะสม เพื่อทำการจ่ายให้กับส่วนประกอบต่างๆ ภายในตัวพีแอลซีได้แก่ หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยรับสัญญาณอินพุต หน่วยส่งสัญญาณเอาต์พุต นอกจากนี้ก็ยังทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับระบบการสื่อสารข้อมูล ระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์ภายนอกเช่น โมดูลจุดเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตระยะไกล อุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปผู้ที่จะนำเอาหน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้าของตัวพีแอลซีมาใช้งาน สามารถที่จะเลือกได้ว่าจะนำไปใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง(24-125 Vdc) หรือแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (120-220 Vac)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้พีแอลซี S7-300 ของบริษัท SIEMEN ซึ่งมีโครงสร้างอื่นๆ เพิ่มเติมเช่น Memory Card Backup Battery MPI (Multi-Point Interface) ดังรูปที่ 2.22

รูปที่ 2.22 พีแอลซี S7-300

รายละเอียดของพีแอลซี CPU315-2 PN/DP ที่ใช้ในโครงงานนี้

หน่วยความจำ	
-หน่วยความจำใช้งาน	384 kilobyte
-หน่วยความจำโหลด	มี
-Pluggble (MMC), max	128 kilobyte
CPU/blocks	
-DB Size max.	64 kilobyte
-FB Size max.	64 kilobyte
-FC Size max.	64 kilobyte
-OB Size max.	64 kilobyte
CPU/processing times	
-For bit operation,min	0.05 µs
-For word operation,min	0.09 µs
Address area	
I/O address area	
-Input	2084 byte
-Output	2048 byte
Hardware configuration	
-Racks, max	4
-Modules per rack,max.	8
Time of day	
Clock	
-Hardware clock (real-time clock)	Yes
Test commissioning function	
-Status/control	Yes
-Forcing	Yes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Interface	
-MPI	Yes
-Open IE communication	Yes
-Number of connection,max	8
CPU/programming language	
-Step 7	Yes
-LAD	Yes
-FBD	Yes
-STL	Yes
Supply voltages	
Rated valve	
-24 V DC	Yes
-Permissible range, lower	24.4 V DC
- Permissible range, upper	28.8 V DC

2.14.2 การใช้งานบล็อกประเภทต่างๆภายในตัวพีแอลซี

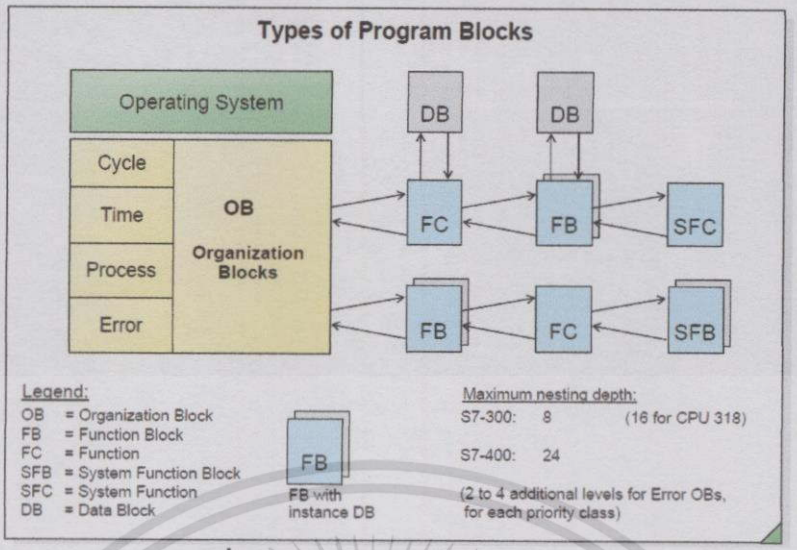
การเขียนโปรแกรมเพื่อการควบคุมด้วยพีแอลซี S7-300 จะมีการใช้งานบล็อกประเภทต่างๆโดยการใช้โปรแกรม SIMATIC Manager ดังนั้นผู้ที่ทำการเขียนโปรแกรม จะสามารถทำการเขียนโปรแกรม หรือจัดเก็บข้อมูลเอาไว้ภายในบล็อกประเภทต่างๆ ตามที่ได้ถูกกำหนดเอาไว้ในคู่มือของตัวโปรแกรม หรือจัดเก็บไว้ภายในบล็อกประเภทต่างๆ ที่ผู้ใช้งานสามารถที่จะทำการเขียนโปรแกรมหรือจัดเก็บข้อมูลที่ต้องการ โดยสามารถจัดแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ด้วยกัน คือ

1. บล็อกคำสั่งของผู้ใช้งาน (User Blocks)
2. บล็อกคำสั่งของระบบปฏิบัติการ (System Block)
3. บล็อกคำสั่งมาตรฐาน (Standard Block)

บล็อกคำสั่งของผู้ใช้งาน (User Blocks)

บล็อกคำสั่งของผู้ใช้งานจะเป็นบล็อกคำสั่งที่ผู้เขียนโปรแกรม สามารถทำการเรียกขึ้นมาเพื่อนำมาใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานหรือจัดเก็บข้อมูล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประยุกต์นำไปใช้งาน โดยจะมีบล็อกประเภทต่างๆ ดังรูปที่ 2.23 ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 Types of Program Blocks

1. **ออร์กาไนเซชันบล็อก (Organization Blocks, OBs)**

ออร์กาไนเซชั่นบล็อก เป็นบล็อกคำสั่งที่สามารถนำมาใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยทั่วไป หากแต่ออร์กาไนเซชั่นบล็อกจะถูกนำมาใช้ในการเชื่อมต่อระบบปฏิบัติการ (Operating System) กับโปรแกรมของผู้ใช้งาน (User Program) นอกจากนั้นโปรเซสเซอร์ที่อยู่ในหน่วยประมวลผลกลางก็จะทำการประมวลผลโปรแกรมที่อยู่ในออร์กาไนเซชั่นบล็อกเพียงบางบล็อกเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดหรือรูปแบบการประมวลผลที่ผู้ใช้

- การประมวลผลโปรแกรมแบบวงรอบ (Cyclic Program Execution)
- การประมวลผลโปรแกรมโดยใช้การขัดจังหวะที่ถูกกำหนดเอาไว้ (Interrupt Driven Program)
- การประมวลผลโปรแกรมตามช่วงระยะเวลากำหนด (Time Controlled Program Execution)

2. **ฟังก์ชันบล็อก (Function Blocks, FBs)**

โปรแกรมที่อยู่ในฟังก์ชันบล็อก จะถูกโปรเซสเซอร์ทำการประมวลผลก็ต่อเมื่อฟังก์ชันบล็อกนั้นๆ ได้ถูกเรียกมาใช้งานภายในบล็อกคำสั่งที่ถูกประมวลผลจากระบบปฏิบัติการโดยใช้คำสั่ง Callและสามารถรับคำสั่งจำเพาะ (Instance Data Blocks) ซึ่งเป็นบล็อกข้อมูลประเภทหนึ่งที่ได้ถูกกำหนดให้มีความสัมพันธ์กับการเรียกใช้งานฟังก์ชันบล็อกนั้นๆ โดยเมื่อมีการเรียกใช้งานฟังก์ชันบล็อกทุกครั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้ หลังจากประมวลผลโปรแกรมภายในฟังก์ชันบล็อกและตัวแปรภายในฟังก์ชัน จะยังคงเก็บไว้ภายในบล็อกข้อมูลที่ได้ถูกกำหนดไว้ สำหรับการเรียกฟังก์ชันบล็อกใดๆมาใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานในแต่ละครั้งผู้ใช้งานก็สามารถทำการเปลี่ยนแปลงที่บล็อกอ้างอิงได้

3. **ฟังก์ชัน (Function, FCs)**

โปรแกรมที่อยู่ภายในฟังก์ชัน จะถูกโปรเซสเซอร์ทำการประมวลผลก็ต่อเมื่อฟังก์ชันนั้นๆ ได้ถูกเรียกมาใช้งานภายในบล็อกคำสั่งที่ถูกประมวลผลจากระบบปฏิบัติการด้วยการใช้คำสั่ง Call และสามารถที่จะส่งหรือรับพารามิเตอร์จากบล็อกคำสั่งที่เรียกใช้ฟังก์ชัน หากแต่ต่างกันตรงที่ตัวแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งถูกกำหนดเอาไว้ภายในฟังก์ชันจะไม่สามารถเรียกมาใช้ได้ขณะฟังก์ชันนั้นๆ ไม่ได้ถูกประมวลผลและเรียกมาใช้งานฟังก์ชันมาใช้งานก็ไม่ต้องมีการกำหนดหมายเลขของบล็อกที่ใช้อ้างอิง

4. บล็อกข้อมูล (Data Blocks, DBs)

บล็อกข้อมูล หรือดาต้าบล็อกจะเป็นบล็อกที่ถูกนำมาใช้สาหรับการจัดเก็บข้อมูลซึ่งอาจจะมีคุณลักษณะเป็นข้อมูลทั่วไป (Shared Data Block, DB) หรือเป็นบล็อกข้อมูลจำเพราะที่ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับฟังก์ชันบล็อก (Instance Data Block, DI) ซึ่งถ้าหากมีคุณสมบัติเป็นบล็อกข้อมูลทั่วไปผู้ที่ทำการเขียนโปรแกรมก็สามารถนำไปใช้ได้ตามผู้เขียนโปรแกรม

บล็อกคำสั่งของระบบปฏิบัติการ (System Block, SBs)

บล็อกคำสั่งของระบบปฏิบัติการจะเป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการ (Operating System) ซึ่งบล็อกคำสั่งเหล่านี้ผู้ที่ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมสามารถที่จะเรียงเพื่อนำมาใช้งานได้ แต่ผู้ใช้งานจะไม่สามารถทำการแก้ไขโปรแกรมภายในหรือสร้างขึ้นมาเอง โดยที่ System Block ประกอบด้วย

1. System Function Blocks (SFBs)
2. System Functions (SFCs)
3. System Data Blocks (SDBs)

บล็อกคำสั่งมาตรฐาน (Standard Block)

บล็อกมาตรฐาน จะเป็นบล็อกที่ใช้สำหรับจัดเก็บโปรแกรมหรือข้อมูลที่มีอยู่ภายใน Library เช่น Standard Block สeหรับคำสั่งที่อยู่กลุ่ม IEC, Driver ของโมดูล FM หรือ CP ซึ่งผู้เขียนโปรแกรมสามารถที่จะเรียกมาใช้ได้ตามความต้องการ โดยต้องทำการศึกษารายละเอียดในการนำมาใช้งานจากเอกสารหรือ Help ได้

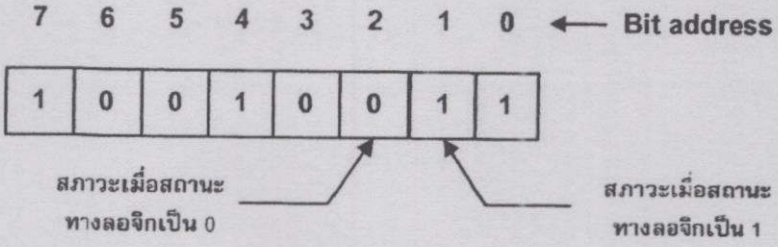
2.14.3 การเข้าถึงข้อมูลของโปรแกรมพีแอลซี

การเข้าถึงข้อมูลหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งของตัวแปรประเภทต่างๆ ที่อยู่ภายในตัวพีแลซีเพื่อใช้ประกอบในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานนั้น โดยทั่วไปก็จะอาศัยหลักการเดียวกันกับการอ้างอิงตำแหน่งของข้อมูล ในระบบการทำงานที่มีตัวไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหน่วยประมวลผลนั่นเอง ซึ่งรูปแบบของการอ้างอิงถึงตำแหน่งของตัวแปรภายในตัวพีแอลซี ประกอบไปด้วย

2.14.3.1 การเข้าถึงข้อมูลแบบบิต (Bit Address)

การเข้าถึงข้อมูลหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งแบบบิต (Bit Address) จะเป็นตัวเลขที่ใช้กำหนดตำแหน่งของข้อมูลแต่ละบิต (Bit) ภายใน 1 ไบต์ (Byte) ที่สามารถแสดงสภาวะการทำงานหรือสภาวะของสัญญาณของตัวแปรที่อ้างอิงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 การเข้าถึงหรืออ้างอิงถึงตำแหน่งของข้อมูลแบบบิต

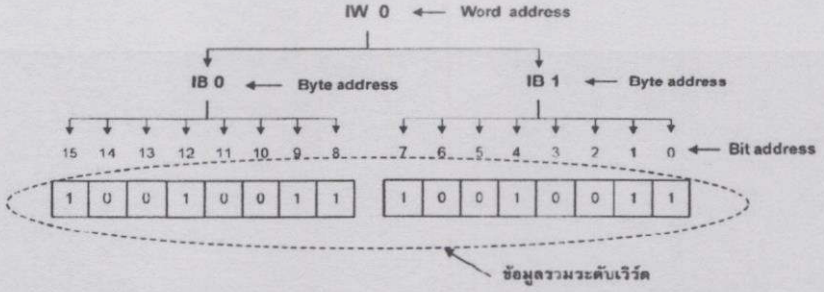
2.14.3.2 การเข้าถึงข้อมูลแบบไบต์ (Byte Address)

การเข้าถึงข้อมูลหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งแบบไบต์ (Byte Address) จะเป็นตัวเลขที่ใช้กำหนดตำแหน่งของข้อมูลเป็นจำนวนพร้อมๆกันทั้ง 8 บิตหรือ 1 ไบต์

รูปที่ 2.25 การเข้าถึงหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งของข้อมูลแบบไบต์

2.14.3.3 การเข้าถึงข้อมูลแบบเวิร์ด (Word Address)

การเข้าถึงข้อมูลหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งแบบเวิร์ด (Word Address) จะเป็นตัวเลขที่ใช้ กำหนดตำแหน่งของข้อมูลเป็นจำนวนพร้อมๆกัน 16 บิตหรือ 2 ไบต์ โดยในแต่ละเวิร์ดจะประกอบไปด้วยข้อมูลที่อยู่ในไบต์สูง (เรียงลำดับจากบิตที่ 8 ซึ่งอยู่ที่ทางด้านขวามือไปทางด้านซ้ายมือถึงบิตที่15) และข้อมูลที่อยู่ในไบต์ต่ำ (เรียงลาดับจากบิตที่ 0 ซึ่งอยู่ทางด้านขวามือไปทางด้านซ้ายมือที่ 7)โดยตำแหน่งของไบต์ที่มีค่าน้อยกว่าจะถูกกำหนดให้เป็นไบต์สูง ส่วนตำแหน่งของไบต์ที่มีค่ามากกว่าจะถูกกำหนดให้เป็นไบต์ต่างๆ



รูปที่ 2.26 การเข้าถึงหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งข้อมูลแบบเวิร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

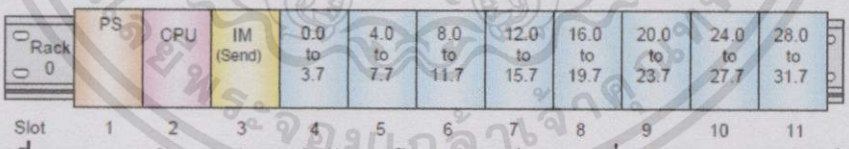
2.14.3.4 การเข้าถึงข้อมูลแบบดับเบิ้ลเวิร์ด (Double Word Address)

การเข้าถึงข้อมูลหรือการอ้างอิงถึงตำแหน่งแบบเวิร์ด (Double Word Address) จะเป็นตัวเลขที่ใช้กำหนดตำแหน่งของข้อมูลเป็นจำนวนพร้อมๆ กันทั้ง 32 บิต หรือ 4 ไบต์ หรือ 2 เวิร์ด โดยในแต่ละดับเบิ้ลเวิร์ดจะประกอบไปด้วยข้อมูลที่อยู่ในเวิร์ดสูง (เรียงลำดับจากบิตที่ 16 ซึ่งอยู่ที่ทางด้านขวามือไปทางด้านซ้ายมือถึงบิตที่ 31) และข้อมูลที่อยู่ในเวิร์ดต่ำ (เรียงลาดับจากบิตที่ 0 ซึ่งอยู่ทางด้านขวามือไปทางด้านซ้ายมือที่ 15) โดยตำแหน่งของเวิร์ดที่มีค่าน้อยกว่าจะถูกกำหนดให้เป็นเวิร์ดสูง ส่วนตำแหน่งของเวิร์ดที่มีค่ามากกว่าจะถูกกำหนดให้เป็นเวิร์ดต่ำ

2.14.3.5 การเข้าถึงข้อมูลจากจุดเชื่อมต่อสัญญาณโดยตรง (Direct Access)

การเข้าถึงข้อมูลที่จุดเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตหรือเอาต์พุตโดยตรง จะเป็นการเข้าถึงข้อมูลที่แสดงถึงสถานะของสัญญาณมีจุดเชื่อมต่อนั้นๆ โดยไม่ผ่านหน่วยความจำในส่วนที่ถูกเรียกว่า I/O Status Memory (PII Process Image Input, PIQ Process Image Output) ซึ่งการเข้าถึงข้อมูล จากจุดเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตหรือเอาต์พุตโดยตรงนั้นจะใช้เวลาในการเข้าถึงโดยผ่านทางหน่วยความจำ แต่ก็มีข้อดีที่สำคัญ คือ หน่วยประมวลผลจะสามารถรับรู้สถานะที่แท้จริงของสัญญาณที่เกิดขึ้น ณ จุดเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตในขณะที่ทำการประมวลผลตามโปรแกรมที่ผู้ใช้ทำการเขียนขึ้นมา และสามารถส่งผลลัพธ์อินพุตในขณะที่ทำการประมวลผลตามโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นมา และสามารถส่งผลลัพธ์ออกไปทางจุดเชื่อมต่อสัญญาณเอาต์พุตได้ในทันที โดยไม่ต้องรอให้โปรแกรมถูกประมวลผลจนเสร็จสิ้นทั้งหมด

การติดตั้งและกำหนดตำแหน่งตัวแปรของจุดเชื่อมต่อสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตแบบดิจิทัล เมื่อผู้ใช้งานต้องการที่จะติดตั้งโมดูลจุดเชื่อมต่อสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตแบบดิจิทัลเพิ่มเติมให้กับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์รุ่น SIMATIC S7-300 ก็จะสามารถทำการติดตั้งได้ในทุกๆ ตำแหน่งของช่องเสียบ (Slot) ตามข้อกำหนดทางด้านเทคนิคที่ได้ระบุเอาไว้ในหัวข้อแรก โดยค่าเริ่มต้นของระบบ (System Default) สาหรับตำแหน่งของตัวแปรในแต่ละตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตแบบดิจิทัลดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 การกำหนดตำแหน่งตัวแปรโอเปอเรทด์ของจุดเชื่อมต่อสัญญาณอนาล็อก

2.14.4 คุณลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล

ในการเขียนโปรแกรมพีแอลซีเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือระบบอัตโนมัติโดยส่วนใหญ่มักมีความจำเป็นที่ต้องทำการอ้างอิง หรือจัดเก็บข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานเอาไว้ เช่น การนับจำนวนของสิ่งของ การตั้งค่าของคำสั่งตั้งเวลาหรือเปรียบเทียบข้อมูลที่มีค่าเป็นตัวเลข ดังนั้นผู้ที่จะทำการเขียนโปรแกรมเพื่อป้อนให้กับตัวโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์จึงควรที่จะต้องทราบถึงคุณลักษณะของข้อมูลประเภทต่างๆ ที่มักจะถูกนำมาใช้ในการอ้างอิงหรือจัดเก็บข้อมูลภายในตัวโปรแกรม ทั้งนี้เพื่อให้พิจารณาเลือกใช้ข้อมูลประกอบในการเขียนโปรแกรมเป็นไปอย่างถูกต้องและเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

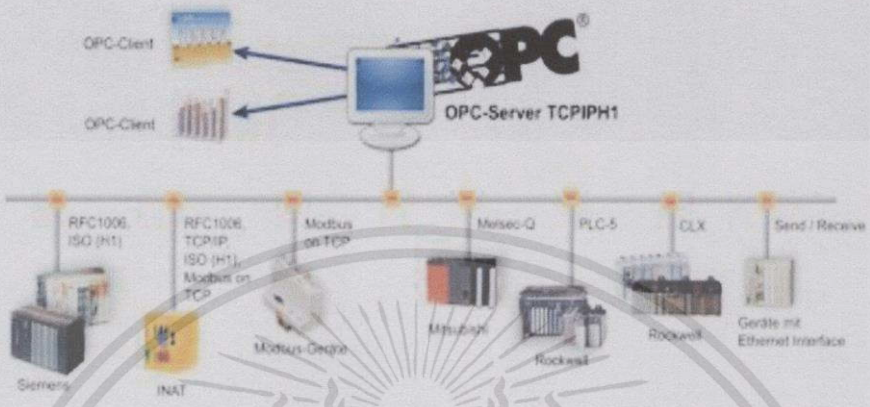
ตารางที่ 2.1 ชนิดและตัวอย่างของข้อมูลที่ใช้ประกอบในการเขียนโปรแกรม

ชนิดของข้อมูล	**คำอธิบาย**	
BOOL	Bit	1 bits
BYTE	Byte - 8-bit hexadecimal number	8 bits
CHAR	One character (ASCII)	8 bits
WORD	Word - 16-bit hexadecimal number - 16-bit binary number - Count value, 3 decades BCD - Two 8-bit unsigned Decimal numbers	16 bits
DWORD	Double word - 32-bit hexadecimal number - Four 8-bit unsigned decimal number	32 bits
INT	Fixed-point number	16 bits
DINT	Fixed-point number	32 bits
REAL	Floating-point number	32 bits
S5TIME	S5TIME in S5 format	16 bits
TIME	Time value in IEC format	32 bits
DATE	Date	16 bits
TIME_OF_DAY	Time of day	32 bits

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 OPC [11]

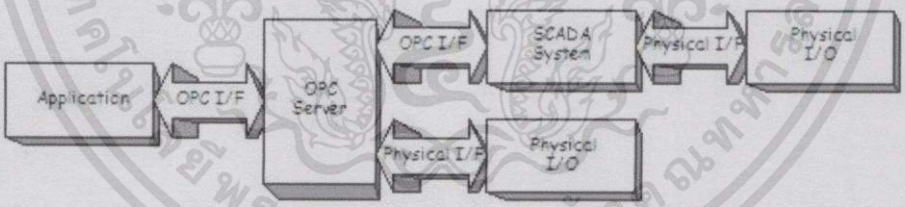
OPC (OLE For Process Control คือ ตัวแปลภาษาของอุปกรณ์ ระหว่างตัวตัวควบคุม เข้ากับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น HMI, SCADA หรือ Remote Unit ต่างๆ



รูปที่ 2.28 การเชื่อมต่ออุปกรณ์คนละยี่ห้อ

OPC มีไว้เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่มาจากต่างผู้ผลิตกัน ซึ่งอาจมีการใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมี OPC ไว้เพื่อเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ดังรูปที่ 2.28

2.15.1 การใช้งาน OPC



รูปที่ 2.29 การนำ OPC ไปใช้

สามารถนำไปใช้ติดต่อระหว่างเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ ในระดับโรงงานได้โดยตรง หรือกระทำผ่านระบบ SCADA ซึ่งเป็นระบบการเฝ้าดูและควบคุมการทำงาน ในระดับ Process Management ได้ตัวโปรแกรมประยุกต์ (Application) ก็จะนำค่าต่างๆ ผ่านตัว OPC Server ไปเพื่อกระทำการอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งต่อไปนี้สามารถติดต่อกับ OPC Server เพียงตัวเดียวก็สามารถได้ข้อมูลจากระดับโรงงานทุกตัว OPC ใช้พื้นฐานมาจาก OLE/COM เทคโนโลยี ดังนั้น OPC จึงมีลักษณะเป็น Client/Serverซึ่งประกอบไปด้วย 2 ลักษณะดังรูปที่ 2.29 โดย OPC Client 1 ตัวสามารถติดต่อกับ OPC Serverได้มากกว่า 1 ตัวและในทางกลับกัน OPC Server ของแต่ละผู้ผลิตก็สามารถรองรับการร้องขอข้อมูลจาก OPC Client

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.2 ข้อดีของ OPC

1.ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถเขียนซอฟต์แวร์ได้โดยไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์ของแต่ละบริษัท

2.ผู้ใช้มีทางเลือกมากขึ้นในการพัฒนาโปรแกรมในชั้น Business Management หรือ Process Management ได้เป็นอิสระมากขึ้น สามารถลดต้นทุนการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการควบคุมหรือใช้ในการวิเคราะห์ลงได้

3. ขจัดปัญหาความเข้ากันไม่ได้ระหว่างไดรเวอร์ของฮาร์ดแวร์จากต่างบริษัท

2.16 HMI [13]

HMI (Human Machine Interface) คือ อุปกรณ์ที่นำเสนอข้อมูลจากการประมวลผลให้กับผู้ปฏิบัติการที่เป็นมนุษย์และมนุษย์จะนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการควบคุมกระบวนการ

HMI จะมีการเชื่อมโยงไปยังฐานข้อมูลระบบ SCADA และโปรแกรมซอฟแวร์เพื่อหาแนวโน้ม, ข้อมูลการวินิจฉัย, และข้อมูลการจัดการเช่นขั้นตอนการบำรุงรักษาตามตารางที่กำหนด, ข้อมูลโลจิสติก, แผนงานโดยละเอียดสำหรับเครื่องตรวจจับหรือเครื่องจักรตัวใดตัวหนึ่ง, และแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดจากระบบผู้เชี่ยวชาญ

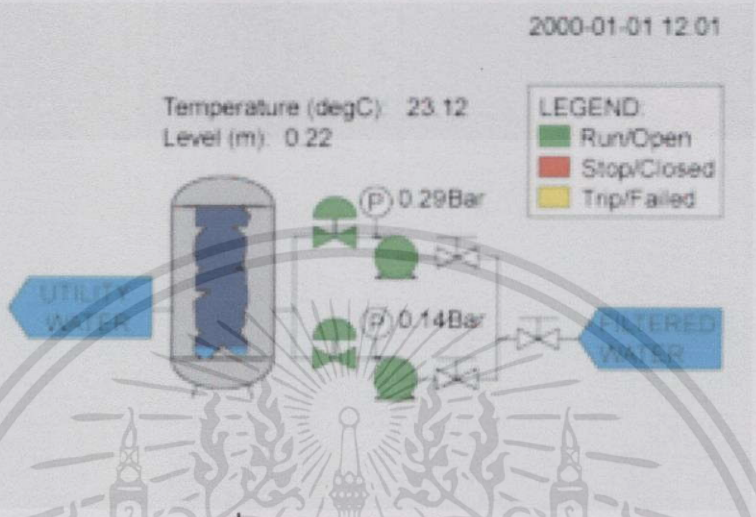
ระบบ HMI จะนำเสนอข้อมูลให้กับบุคลากรในการดำเนินงานในรูปกราฟฟิกแบบแผนภาพเลียนแบบ ซึ่งหมายความว่าผู้ปฏิบัติสามารถดูแผนผังแสดงโรงงานที่ถูกควบคุม ยกตัวอย่างเช่นภาพของเครื่องสูบน้ำที่เชื่อมต่อกับท่อสามารถแสดงการทำงานและปริมาณของน้ำที่กำลังสูบผ่านท่อในขณะนั้น ผู้ปฏิบัติงานก็สามารถปิดการทำงานของเครื่องสูบน้ำได้ ซอฟแวร์ HMI จะแสดงอัตราการไหลของของเหลวในท่อที่ลดลงในเวลาจริง แผนภาพเลียนแบบอาจประกอบด้วยกราฟฟิกเส้นและสัญลักษณ์วงจรเพื่อเป็นตัวแทนขององค์ประกอบของกระบวนการหรืออาจประกอบด้วยภาพถ่ายดิจิตอลของอุปกรณ์ในกระบวนถูกทับซ้อนด้วยสัญลักษณ์ภาพเคลื่อนไหว

แพคเกจ HMI สำหรับระบบ SCADA มักจะมีโปรแกรมวาดภาพเพื่อผู้ปฏิบัติการหรือบุคลากรบำรุงรักษาระบบที่สามารถใช้ในการเปลี่ยนวิธีการที่จุดเหล่านี้จะแสดงในอินเตอร์เฟซ การแสดงเหล่านี้อาจจะเป็นสัญญาณไฟจราจรง่ายๆซึ่งแสดงสถานะของสัญญาณไฟจราจรที่เกิดขึ้นจริงในสนามหรืออาจซับซ้อนยิ่งขึ้นในการแสดงผลบนจอแบบหลายโปรเจ็กเตอร์ที่แสดงตำแหน่งทั้งหมดของลิฟท์ในตึกระฟ้าหรือแสดงรถไฟทั้งหมดของระบบการขนส่งทางราง

ส่วนที่สำคัญของการใช้งานระบบ SCADA ส่วนใหญ่คือการจัดการเรื่องการเตือนภัย ระบบจะจับภาพตลอดไม่ว่าเงื่อนไขของสัญญาณเตือนจะเป็นอย่างไรเพื่อใช้พิจารณาเมื่อมีเหตุการณ์การเตือนภัยเกิดขึ้น เมื่อเหตุการณ์เตือนภัยได้รับการตรวจจับ มีสิ่งที่ต้องกระทำหลายอย่าง เช่นสร้างตัวชี้วัดสัญญาณเตือนภัยเพิ่มอีกตัวหรือมากกว่าหรือส่งข้อความอีเมลหรือข้อความเพื่อแจ้งให้ผู้ปฏิบัติการหรือผู้จัดการระบบ SCADA ระยะไกลจะได้รับทราบ ในหลายกรณีที่ผู้ปฏิบัติการ SCADA อาจจะต้องรับทราบเหตุการณ์เตือนที่เกิดขึ้นเพื่อยกเลิกสัญญาณเตือนบางตัวในขณะที่สัญญาณเตือนตัวอื่นๆยังคงใช้งานจนกว่าเงื่อนไขของสัญญาณเตือนทั้งหมดจะถูกแก้ไข เงื่อนไขการเตือนปลุกต้องสามารถชี้ชัดอย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่นจุดเตือนภัยเป็นจุดสถานะแบบค่าดิจิตอลที่มีทั้ง'ปกติ'หรือ 'ALARM' ที่คำนวณตามสูตรขึ้นอยู่กับค่าในอนาล็อกและดิจิตอลโดยปริยาย: ระบบ SCADA อาจจะตรวจสอบโดยอัตโนมัติว่า ค่าอนาล็อกอยู่นอกค่าต่ำสุดหรือสูงสุด หรือไม่ ตัวอย่างของสัญญาณเตือนภัยรวมถึงไซเรน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

, กล่องป๊อปอัพขึ้นบนหน้าจอหรือพื้นที่สีระบายหรือสีกระพริบบนหน้าจอ ที่อาจจะกระทำในลักษณะที่คล้ายกันกับไฟ "น้ำมันหมด" ในรถยนต์ ในแต่ละกรณี บทบาทของตัวสัญญาณเตือนภัยก็เพื่อดึงความสนใจของผู้ปฏิบัติการ ในการออกแบบระบบ SCADA จะต้องดำเนินการเมื่อมีเหตุการณ์สัญญาณเตือนภัยที่เกิดขึ้นต่อเนื่องในช่วงเวลาสั้น ๆ มิฉะนั้นสาเหตุพื้นฐานอาจหาไม่พบ



รูปที่ 2.30 ตัวอย่างหน้าจอ HMI

ตัวอย่างหน้าจอ HMI ที่แสดงการทำงานของกระบวนการควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำในถังน้ำ โดยจะประกอบไปด้วยรูปภาพกระบวนการจริง สัญลักษณ์ที่ใช้สื่อความหมายต่างๆ หรือใช้ในการตั้งค่าอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น

2.16.1 การเก็บข้อมูลของการทำงาน [12]

รูปที่ 2.31 Microsoft Access

การเก็บข้อมูลของการทำงานจะใช้ Microsoft Access ในการดึงค่าข้อมูลจาก HMI มาเก็บไว้เพื่อทำฐานข้อมูล

Microsoft Access คือ โปรแกรมเพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูล มีตารางเก็บข้อมูลและสร้างแบบสอบถามได้ง่าย มีวัตถุคอนโทลให้เรียกใช้ในรายงานและฟอร์ม สร้างมาโครและโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยภาษาเบสิก เพื่อประมวลผลตามหลักภาษาโครงสร้าง สามารถใช้โปรแกรมนี้เป็นเพียงระบบฐานข้อมูลให้โปรแกรมจากภายนอกเรียกใช้ก็ ได้ไมโครซอฟท์แอคเซส (Microsoft Access) ต่างกับวิชวลเบสิก (Visual Basic) หรือวิชวลเบสิกดอทเน็ต (Visual Basic .Net) เพราะ วิชวลเบสิกไม่มีส่วนเก็บข้อมูลในตนเอง แต่สามารถพัฒนาโปรแกรมได้หลากหลาย เช่น พัฒนาโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ โปรแกรมประยุกต์ทางวิทยาศาสตร์ เกมส์ หรือเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลภายนอก เป็นภาษาที่เหมาะกับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application) ส่วนไมโครซอฟท์แอคเซสเหมาะสำหรับนักพัฒนาระบบฐานข้อมูลที่ไม่ต้องการโปรแกรม ที่ซับซ้อน ความสามารถของโปรแกรมที่สำคัญคือ สร้างตาราง แบบสอบถาม ฟอร์ม หรือรายงานในแฟ้มเดียวกันได้ ด้วยคุณสมบัติพื้นฐานและวิซซาร์ดจึงอำนวยให้พัฒนาโปรแกรมให้แล้วเสร็จได้ใน เวลาอันสั้น มีเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลอย่างครบถ้วน

คุณสมบัติของ Microsoft Access

1. สามารถเพิ่มข้อมูลใหม่ลงในฐานข้อมูล เช่น รายการใหม่ในสินค้าคงคลัง
2. สามารถแก้ไขข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูล เช่น การเปลี่ยนตำแหน่งที่ตั้งปัจจุบันของรายการ
3. สามารถลบข้อมูล ถ้ารายการถูกขายออกหรือละทิ้งแล้ว
4. สามารถจัดระเบียบและดูข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ
5. สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันกับผู้อื่นผ่านทางรายงาน ข้อความอีเมล อินทราเน็ต หรืออินเทอร์เน็ต

2.17 ระบบ SCADA [13]

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) คือ การควบคุมกำกับดูแลและเก็บข้อมูล เป็นประเภทหนึ่งของระบบการควบคุมอุตสาหกรรม (Industrial Control System or ICS) ที่มีการควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่เฝ้าดูและควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในโลกทางกายภาพ ระบบ SCADA ในอดีตแยกตัวเองจากระบบ ICS อื่นๆ โดยเป็นกระบวนการขนาดใหญ่ที่สามารถรวมหลายไซต์งานและระยะทางกว้างใหญ่ กระบวนการเหล่านี้รวมถึงอุตสาหกรรม, โครงสร้างพื้นฐาน, และกระบวนการที่มีพื้นฐานมาจากการให้บริการ

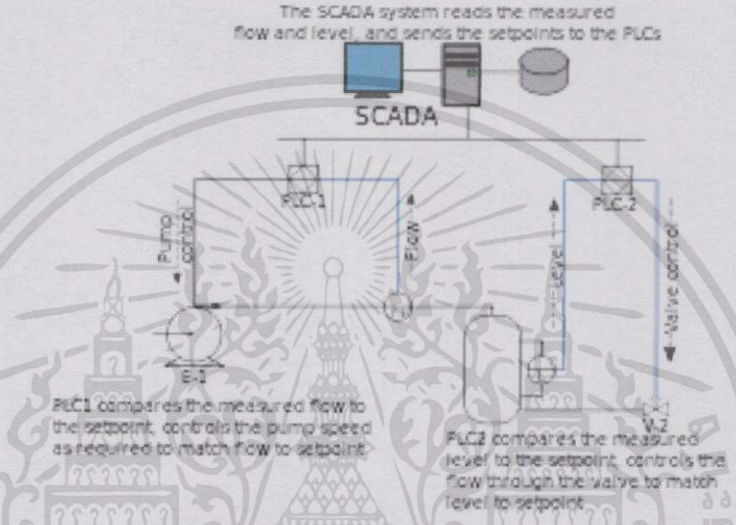
2.17.1 แนวคิดของระบบ SCADA

ระบบ SCADA หมายถึงระบบส่วนกลางที่ตรวจสอบและควบคุมสถานประกอบการโดยรวมทั้งหมดหรือความสลับซับซ้อนของระบบที่กระจายออกไปในพื้นที่ขนาดใหญ่ ตั้งแต่โรงงานเล็กๆจนถึงโรงงานระดับใหญ่ๆ ส่วนใหญ่การดำเนินการเพื่อควบคุมจะดำเนินการโดยอัตโนมัติโดย RTUs หรือ พีแอลซีเอส ฟังก์ชันการควบคุมของแม่ข่ายมักจะถูกจำกัดแค่การแทรกแซงในระดับพื้นฐานหรือการแทรกแซงระดับกำกับดูแล ตัวอย่างเช่น พีแอลซี อาจควบคุมการไหลของน้ำหล่อเย็นผ่านส่วนใดๆของกระบวนการอุตสาหกรรม แต่ระบบ SCADA อาจอนุญาตให้ผู้ใช้งานในการเปลี่ยน set point สำหรับการไหลได้ และเปิดใช้งานเงื่อนไขการเตือน เช่นการขาดหายของการไหลจะแสดงและบันทึกค่าไว้ วงรอบของการควบคุมจะถูกกระทำผ่าน RTU หรือ พีแอลซี ในขณะที่ระบบ SCADA ตรวจสอบประสิทธิภาพโดยรวมของวงรอบนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17.2 ภาพรวมของระบบ SCADA

การได้มาของข้อมูลเริ่มต้นที่ระดับ RTU หรือ พีแอลซี และรวมถึงการอ่านการรายงานสถานะของอุปกรณ์ที่มีการสื่อสารไปยังระบบ SCADA ได้ตามความจำเป็น ข้อมูลจะถูกรวบรวมไว้และถูกจัดรูปแบบในลักษณะที่ผู้ประกอบงานในห้องควบคุมที่กำลังใช้ HMI สามารถตัดสินใจกำกับดูแลเพื่อปรับหรือลบล้างการควบคุมต่างๆที่เป็นปกติของRTU หรือ พีแอลซี ข้อมูลอาจถูกป้อนไปให้ผู้เก็บประวัติที่ถูกสร้างขึ้นบ่อยครั้งในฐานข้อมูลระบบการจัดการของสินค้าโภคภัณฑ์เพื่อหาแนวโน้มและการตรวจสอบการวิเคราะห์อื่นๆ ดังรูปที่ 2.32

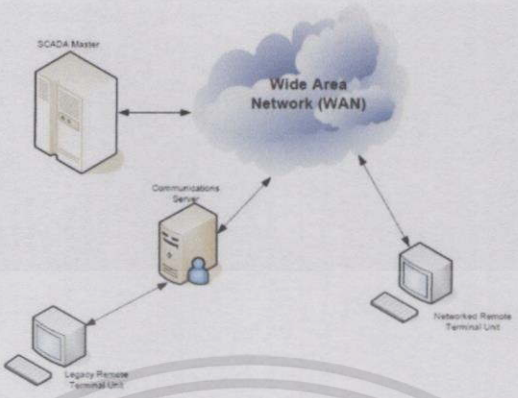


รูปที่ 2.32 ภาพรวมของระบบ SCADA

ระบบ SCADA มักจะจัดทำฐานข้อมูลกระจายซึ่งปกติจะเรียกว่า Tag database ซึ่งมีองค์ประกอบข้อมูลที่เรียกว่า Tag หรือ จุด จุดจะแสดงค่าเดี่ยวๆของข้อมูลเข้าหรือออกจากการตรวจสอบหรือการควบคุมโดยระบบ จุดที่สามารถเป็นได้ทั้ง "หนัก" หรือ "เบา" จุดหนักแทนการป้อนข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงภายในระบบ ในขณะที่จุดเบาเป็นผลมาจากการดำเนินงานที่เป็นตรรกะและคณิตศาสตร์ประยุกต์ที่จัดให้กับจุดอื่นๆ จุดเหล่านี้จะถูกเก็บไว้คู่กับเวลาที่เกิดเพื่อเก็บเป็นประวัติเอาไว้ จุดทุกจุดจะถูกบันทึกเข้าไปด้วยเพื่อบอกรายละเอียดเพิ่มเติม เช่น เส้นทางไปที่อุปกรณ์สนามหรือที่เก็บข้อมูลชั่วคราวของพีแอลซีความเห็นเรื่องเวลาในการออกแบบและข้อมูลการเตือนภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17.3 สถาปัตยกรรม SCADA



รูปที่ 2.33 สถาปัตยกรรมแบบ Networked

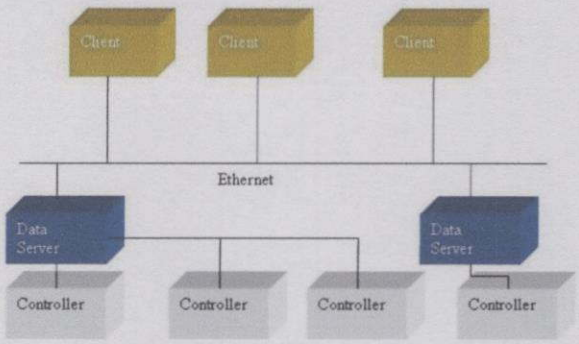
สถาปัตยกรรมแบบ Networked เป็นสถาปัตยกรรมที่พัฒนามาจากรุ่นก่อนๆ เพื่อให้เกิดการครอบคลุมเรื่องการติดต่อสื่อสารที่ได้มาตรฐาน และระบบขนาดใหญ่สามารถติดต่อสื่อสารได้ง่ายขึ้น การใช้งานของโพรโทคอลมาตรฐานของระบบ SCADA ที่อยู่ในเครือข่ายจะสามารถเข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต ซึ่งระบบอาจมีความเสี่ยงการโจมตีระยะไกล ในทางตรงกันข้ามการใช้โพรโทคอลมาตรฐานและเทคนิคการรักษาความปลอดภัยมีความหมายว่าการปรับปรุงมาตรฐานความปลอดภัยสามารถใช้ได้กับระบบ SCADA, โดยจะสามารถได้รับการบำรุงรักษาและมีข้อมูลที่ทันสมัยตลอดเวลา ดังรูปที่ 2.33

2.17.4 โครงสร้างของ SCADA

2.17.4 1 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware Architecture)

ระบบ SCADA แบ่งตามโครงสร้างฮาร์ดแวร์ได้สองระดับคือ Client และ Data Server หรือเรียกสั้นๆว่า Server โดยที่ Client คือคอมพิวเตอร์ที่รับและส่งข้อมูลไปยัง Data Server โดยฝั่ง Client นี้จะแสดงผลการทำงานของระบบควบคุมเช่น แสดงเป็นกราฟฟิก กราฟแบบต่อเนื่อง หรือระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินหรือต้องการแจ้งเตือน เป็นต้น ฝั่ง Client สามารถสั่งงานควบคุมไปยัง Data Server เพื่อส่งสัญญาณไปยัง พีแอลซี,ดีซีเอส หรือ ตัวควบคุม อีกต่อหนึ่ง ส่วน Data Server จะทำหน้าที่ติดต่อกับ พีแอลซี,ดีซีเอส หรือ ตัวควบคุม หรือ RTU ต่าง ๆ เพื่อรับสัญญาณและส่งสัญญาณไปยัง Client และรับการร้องขอจาก Client เพื่อควบคุมอุปกรณ์ พีแอลซีและตัวควบคุมต่าง ๆ Client และ Data Server ส่วนใหญ่ติดต่อกันผ่านระบบเครือข่าย Ethernet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

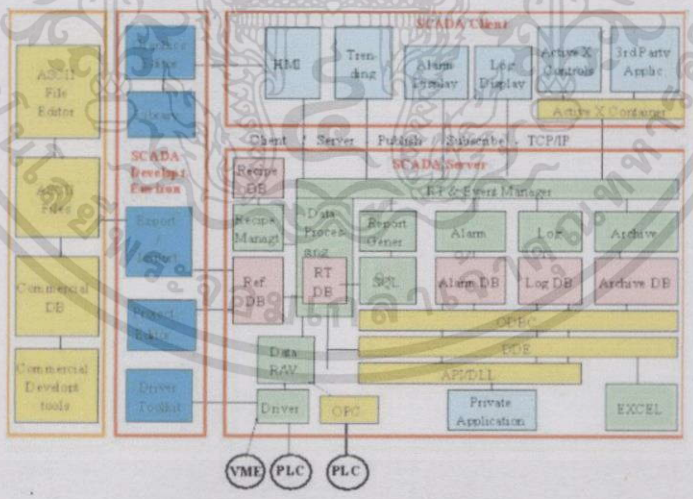


รูปที่ 2.34 โครงสร้างแบบฮาร์ดแวร์ของระบบ SCADA

จากรูปที่ 2.34 ตัวควบคุมจะติดต่อกับอุปกรณ์ Field Instrument ต่าง ๆ เช่นเซ็นเซอร์ รีเลย์ เป็นต้นเพื่อนำสัญญาณมาให้กับ Data Server

2.17.4 2 โครงสร้างแบบซอร์ฟแวร์

ระบบ SCADA ใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารกับฮาร์แวร์ เช่น พีแอลซี,ดีซีเอส ต่าง ๆ กันไปตามผู้ผลิต เช่นการใช้ Driver เฉพาะของผู้ผลิต SCADA เพื่อสื่อสารกับ พีแอลซี, ดีซีเอส เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันมีการกำหนดมาตรฐานกลางคือ OPC ขึ้นมาเพื่อยุติปัญหาการใช้เทคโนโลยีเฉพาะด้านในการสื่อสาร นอกจากนั้นยังมีความสามารถในการบริการข้อมูลให้กับ Client ที่รวดเร็วและมีเสถียรภาพ



รูปที่ 2.35 โครงสร้างแบบซอร์ฟแวร์ ของระบบ SCADA

จากรูป 2.35 จะพบว่าในส่วนของ SCADA Server นั้น การติดต่อกับพีแอลซีหรือตัวควบคุมนั้น ทำได้ทั้งผ่าน Driver หรือOPC โดยที่ OPC และ Driver สามารถรับคำสั่งแบบ Read / Write เพื่ออ่านข้อมูลจากพีแอลซีหรือเขียนข้อมูลเพื่อสั่งงานไปยังพีแอลซีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCADA Server จะทำหน้าที่จัดการข้อมูล RTDB (Real Time Data Base) ที่ได้จากพีแอลซี แล้วส่งให้กับ SCADA Client โดยที่ SCADA Server บางประเภทจะติดต่อกับ SCADA Client ผ่าน DDE Server ซึ่งทำให้สามารถนำเข้าข้อมูลจากพีแอลซีเข้าสู่โปรแกรมเช่น MS Excel หรือ โปแกรม Client อื่น ๆ ที่ติดต่อกับ DDE Server ได้ SCADA บางตัวจะออกแบบให้ SCADA Server ทำหน้าที่ตรวจจับ Alarm และเก็บไว้ใน Alarm DB หรือเก็บข้อมูลที่เป็น Historian ไว้ใน Log DB เป็นต้นเพื่อส่งให้ Alarm Display และ Log Display ทางฝั่ง SCADA Client ต่อไป

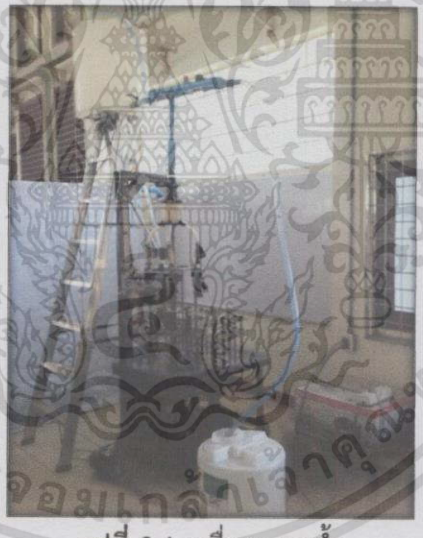
สำหรับส่วน Development Environment นั้นจะขึ้นอยู่กับการออกแบบของ SCADA ซอร์ฟแวร์นั้นๆ ซึ่งโดยทั่วไปก็จะมีเครื่องมือในการสร้างและจัดการกราฟฟิก เครื่องมือในการจัดการโครงงานที่สร้างขึ้นมามีเครื่องมือในการนำเข้าและส่งออก Text file ที่เก็บค่าคอนฟิกูเรชั่นของการติดต่อกับ Driver หรือ OPC Serverไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบการสร้างระบบควบคุม

3.1 กล่าวนำ

บทที่ 3 จะกล่าวถึงการออกแบบระบบ SCADA ในโครงงานนี้จะใช้เพื่อการสั่งงาน การควบคุม การแสดงผลการทำงาน และการทำรายงาน ที่สามารถประยุกต์ใช้กับเครื่องบรรจุน้ำโดยอาศัยหลักการของแรงโน้มถ่วงของโลกในการบรรจุน้ำได้ โดยเริ่มจากการปรับเปลี่ยนของอุปกรณ์บางส่วนในกระบวนการ เช่น การเปลี่ยนโซลินอยด์วาล์วที่ควบคุมหัวจ่ายน้ำ การติดตั้ง Level Indicator Transmitter เพื่อตรวจวัดระดับน้ำ การติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพิ่มเติมเพื่อควบคุมเครื่องสูบน้ำ การติดตั้ง Signal Isolator เพิ่มเติมเพื่อลดปัญหากราวด์ลูป การติดตั้ง Noise Filter เพิ่มเติมเพื่อลดสัญญาณความถี่ที่รบกวนการเชื่อมต่อกับวงจร ตลอดจนการสร้างระบบ SCADA ที่ใช้พีแอลซีเป็นตัวควบคุมกระบวนการทั้งหมด มี HMI ที่เป็นหน้าจอแสดงผลและสั่งงานของกระบวนการ และได้มีการนำโปรแกรม Microsoft Access มาประยุกต์ใช้เพื่อเก็บข้อมูลในการทำงานทั้งหมด เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบควบคุมของเครื่องบรรจุน้ำเครื่องอื่นๆต่อไป



รูปที่ 3.1 เครื่องบรรจุน้ำ

กระบวนการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำเริ่มจากการเลือกระบบการควบคุมจากตู้ควบคุม สามารถเลือกได้สองโหมดคือ โหมด Manual กับ โหมด Auto โดยจะมีอัตราการผลิตให้เลือก 3 อัตราการผลิต คือ 28 , 30 และ 32 ขวดต่อนาที เมื่อเลือกอัตราการผลิตแล้วโปรแกรมพีแอลซีจะคำนวณค่า PID เพื่อปรับระดับน้ำให้เหมาะกับอัตราการผลิตและการส่งสัญญาณการทำงานไปที่ตัวอินเวอร์เตอร์ ซึ่งตัวอินเวอร์เตอร์จะปรับความถี่ในการปั๊มน้ำเพื่อรักษาระดับน้ำให้คงที่ ถ้าระดับน้ำสูงเกินกว่าที่กำหนดจะการแจ้งเตือนด้วย Alarm และจะเดรนน้ำออกด้วยโซลินอยด์วาล์ว

หลังจากที่ได้ระดับน้ำคงที่แล้ว จะมีการป้อนขวดน้ำเข้าทางฝั่งขาเข้ากระบวนการ โดยจะมีลิมิตสวิตช์ เป็นตัวตรวจเช็คว่ามีขวดน้ำเข้ามากระบวนการแล้ว ขวดน้ำก็จะหมุนไปตามกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อถึงจุดยกระดับขวดน้ำ ขวดน้ำจะไปดันลิมิตสวิตช์ที่เชื่อมต่อกับโซลินอยด์วาล์ว โซลินอยด์วาล์วก็จะจ่ายน้ำลงขวด และเมื่อขวดหมุนไปยังจุดยกระดับต่ำลงก็จะไม่มีการจ่ายน้ำลงขวด และหมุนเข้าฝั่งขาออกของกระบวนการ ฝั่งขาออกของกระบวนการก็จะมีลิมิตสวิตช์ตรวจเช็คว่ามีขวดออกจากกระบวนการครบตามจำนวนอัตราการผลิตหรือไม่ โดยเราจะสามารถหยุดกระบวนการโดยการกดปุ่ม stop หรือ หยุดฉุกเฉินได้ด้วยการกดปุ่มอีเมอร์เจ็นซี่

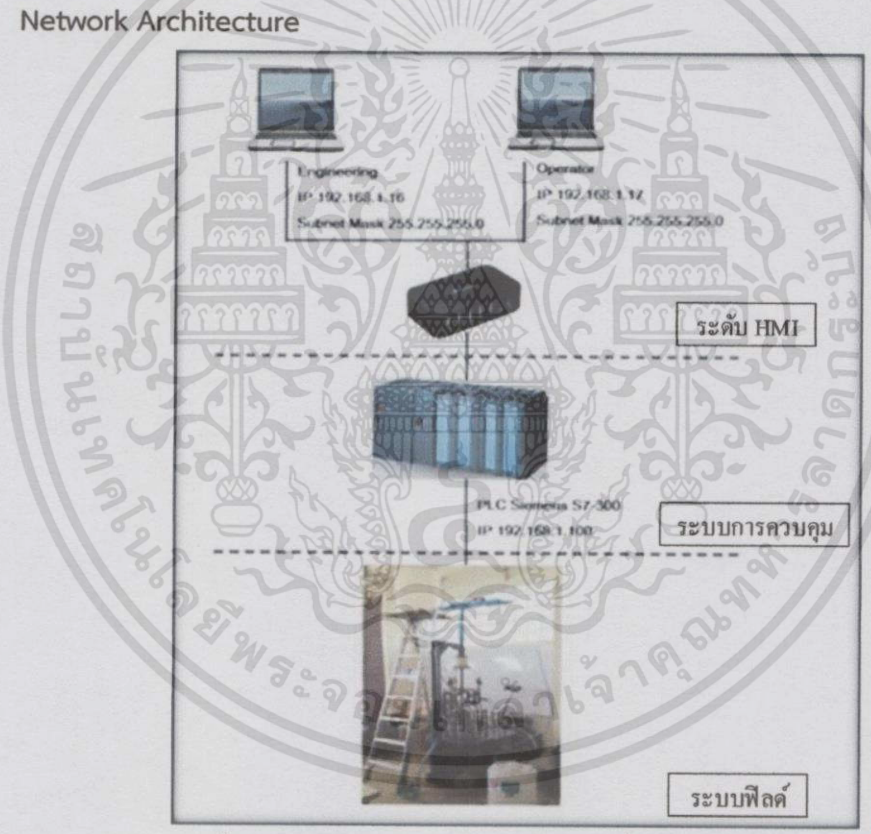
สามารถแบ่งโครงสร้างของกระบวนการบรรจุน้ำได้ 3 ส่วน คือ

1 ระบบฟิลด์

2 ระบบการควบคุม

3 ระดับHMI

โดยอธิบายโครงสร้างสถาปัตยกรรมเครือข่ายในการเชื่อมต่อเครื่องบรรจุน้ำ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 สถาปัตยกรรมเครือข่ายในการเชื่อมต่อเครื่องบรรจุน้ำ

จากรูปที่ 3.2 เป็นการเชื่อมต่อแบบ Ethernet โดยจะประกอบไปด้วยคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง แบ่งหน้าที่การทำงานออกเป็น เครื่อง Engineering และ Operator ซึ่งจะตั้งค่า IP Address ให้อยู่ในวง LAN เดียวกัน กับพีแอลซีคือ IP Address 192.168.1.100 Engineering IP Address 192.168.1.16 และ Operator IP Address 192.168.1.17 ซึ่งจะเชื่อมต่อผ่าน Hub Switch โดยใช้สาย RJ-45 ตามมาตรฐาน ISO TCP/IP transport protocol

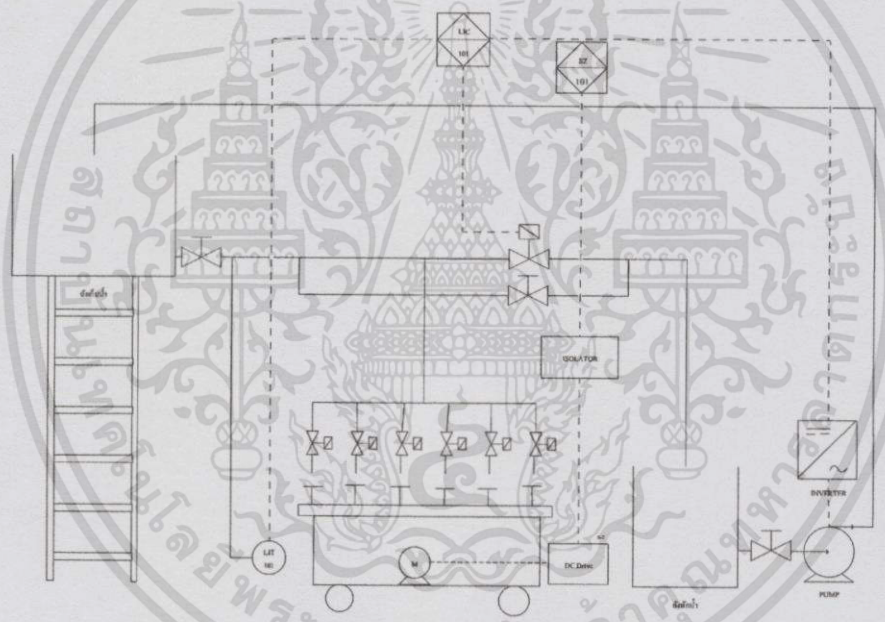
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ระบบฟิลด์

โดยในส่วนระบบฟิลด์ได้มีการปรับปรุงและแก้ไขระบบเครื่องบรรจุน้ำดังนี้

- การคำนวณอัตราการไหลของเครื่องบรรจุน้ำ
- P&I Diagram
- การติดตั้งและการใช้งานโซลินอยด์วาล์ว
- การติดตั้งและการใช้งานLevel Indicator Transmitter
- การติดตั้งและการใช้งานอินเวอร์เตอร์
- การติดตั้งและการใช้งานของSignal Isolator
- การติดตั้งและการใช้งานของNoise Filter
- การออกแบบวงจรไฟฟ้า

3.2.1 P&I Diagram



รูปที่ 3.3 P&I Diagram

3.2.2 การคำนวณอัตราการไหลของเครื่องบรรจุน้ำ

วิธีการคำนวณอัตราการไหลจะใช้วิธีการคำนวณแบบลำการไหลที่ปราศจากความเร็วเข้าใกล้ จากสมการที่ (2.4)

$$Q = C_d A_0 \sqrt{2gh}$$

จากการทดลองที่ความเร็ว 30 ขวดต่อนาทีจะได้ว่า อัตราการไหลที่ 0.115 ลิตรต่อวินาที ใช้เวลา 5.2 วินาที ที่ระดับความสูงของน้ำในถังเทียบกับท่อปลายเปิดขนาด 8 mm ห่างกัน 56 cm จะได้ค่าสัมประสิทธ์ของอัตราการไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C_d = \frac{0.115}{\frac{22}{7 \times 4}\sqrt{2 \times 9.81 \times 0.56}} = 690$$

โดยจะสามารถนำค่าสัมประสิทธิ์ของอัตราการไหลไปหาค่าอัตราการไหลที่ระดับความสูงของน้ำในถังได้ ดังนี้

ที่ 28 ขวดต่อนาทีต้องการอัตราการไหลของน้ำที่ 0.110 ลิตรต่อวินาที ใช้เวลาในการเติมน้ำ 5.45 วินาที ต้องมีระดับน้ำในถัง ความสูงเท่ากับ

$$Q = C_d A_0\sqrt{2gh}$$

$$h = \frac{Q^2}{C_d{}^2 A_0{}^2 2g}$$

h= 0.52 เมตร

ที่ 32 ขวดต่อนาทีต้องการอัตราการไหลของน้ำที่ 0.120 ลิตรต่อวินาที ใช้เวลาในการเติมน้ำ 5 วินาที ต้องมีระดับน้ำในถัง ความสูงเท่ากับ

$$h = \frac{Q^2}{C_d{}^2 A_0{}^2 2g}$$

h= 0.62 เมตร

3.2.3 การติดตั้งและการใช้งานโซลินอยด์วาล์ว

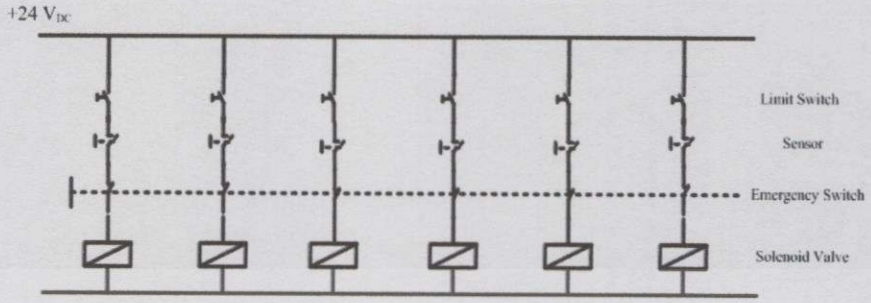
การติดตั้งโซลินอยด์วาล์วจะมี 2 ส่วนคือ

3.2.3.1 การติดตั้งโซลินอยด์วาล์วที่เป็นหัวจ่ายน้ำ

เดิมโซลินอยด์วาล์วที่เป็นหัวจ่ายน้ำเป็นแบบ Pilot Operated ต้องใช้ความดันที่ 0.1 -20 Bar และเนื่องจากมันเป็นวาล์วที่มีอายุการใช้งานนานแล้ว ซึ่งทำให้เกิดปัญหาด้านการรั่วซึมออกมาจากวาล์ว เพราะกระบวนการที่อยู่ในสภาวะปกตินั้นมีความดันที่วาล์วไม่ถึง 0.1 Bar ทำให้เกิดปัญหาน้ำรั่วซึมออกมาจากวาล์ว ดังนั้นจึงเปลี่ยนวาล์วมาเป็นโซลินอยด์วาล์วแบบ Combine Operated ที่ใช้ความดันที่ 0-5 Bar ทำให้ไม่เกิดปัญหาด้านการรั่วซึมจากวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-การติดตั้งเดินสายไฟของโซลินอยด์วาล์วที่เป็นหัวจ่ายน้ำ

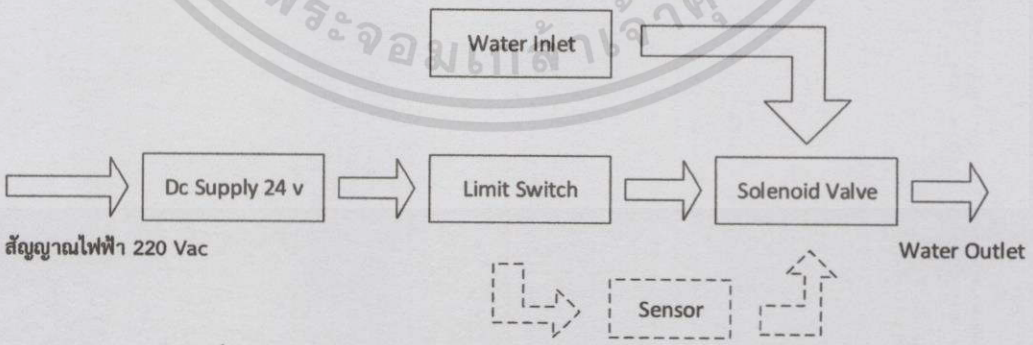


รูปที่ 3.4 One Line Diagram

- ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้โซลินอยด์วาล์วที่เป็นหัวจ่ายน้ำเป็นแบบ Combine Operated ของบริษัท Parker

รูปที่ 3.5 โซลินอยด์วาล์วแบบ Combine Operated

-การควบคุมน้ำเข้าออกโดยใช้โซลินอยด์วาล์วในการเปิด-ปิด โดยรับค่าสัญญาณไฟ 24 Vdc จากลิมิตสวิตช์ ดังแสดงตาม Block Diagram



รูปที่ 3.6 Block Diagram แสดงการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

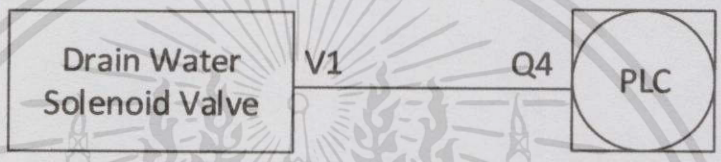
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์เข้ามาที่ตัว Supply ก็จะทำการแปลงไฟฟ้าให้เป็นกระแสตรง 24 โวลต์ แล้วจ่ายให้ Limit Switch เมื่อ Limit witch ถูกขวดน้ำยกระดับดันให้จ่ายกระแสให้กับ Solenoid Valve Solenoid Valve ก็จะเปิด สามารถจ่ายน้ำให้กับขวดน้ำที่เข้ามาได้

3.2.3.2 การติดตั้งโซลินอยด์วาล์วที่เป็นเดรนวาล์ว

ในสภาวะปกติจะเปลี่ยนระดับน้ำให้ลดลงโดยการระบายน้ำผ่านเดรนวาล์วที่เป็น Ball Valve แต่ในกรณีที่ทำการหยุดฉุกเฉินจะใช้โซลินอยด์วาล์วเพิ่มอีกหนึ่งตัว เพื่อให้น้ำระบายออกจากถังเก็บน้ำอย่างรวดเร็ว เมื่อกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน

-การติดตั้งเดินสายไฟของโซลินอยด์วาล์วที่เป็นเดรนวาล์ว



รูปที่ 3.7 การติดตั้งเดินสายไฟของโซลินอยด์วาล์วที่เป็นเดรนวาล์ว

- ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้โซลินอยด์วาล์วที่เป็นเดรนวาล์วของบริษัท Airtag

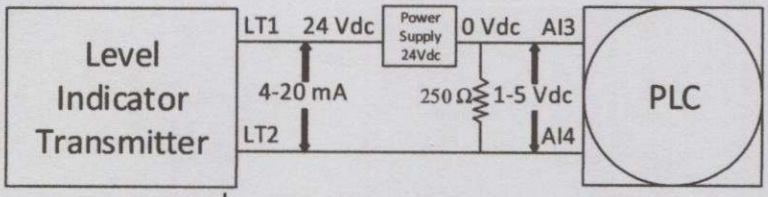
รูปที่ 3.8 โซลินอยด์วาล์วที่เป็นเดรนวาล์ว

3.2.4 การติดตั้งและการใช้งาน Level Indicator Transmitter

เป็นอุปกรณ์วัดความแตกต่างของความดันซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการวัดระดับน้ำในถัง โดยวิธีการเปรียบเทียบความดันระหว่างความดันน้ำและความดันอากาศ ซึ่งจะทำให้รู้ค่าของระดับน้ำในถังวัดระดับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-การติดตั้งเดินสายไฟของ Level Indicator Transmitter



รูปที่ 3.9 การเดินสายสัญญาณควบคุม

จากสมการที่ (2.8), (2.9) และจากค่าที่วัดได้จริงในกระบวนการ ค่า x มีค่าเท่ากับ 500 mm , y มีค่าเท่ากับ 20 mm และ Z มีค่าเท่ากับ 1200 mm

จากสมการที่ (2.8), (2.9) และจากค่าที่วัดได้จริงในกระบวนการ ค่า x มีค่าเท่ากับ 500 mm , y มีค่าเท่ากับ 20 mm และ Z มีค่าเท่ากับ 1200 mm

จะได้ว่า

$$\text{Minimum level} = Z.G_s + Y.G_L$$
$$\text{Minimum level} = 1200\text{x}1 + 20\text{ x }1$$
$$= 1220\ \text{mmH}_2\text{O}$$

จะได้ว่า

$$\text{Maximum level} = Z.G_s + (X+Y).G_L$$
$$\text{Maximum level} = 1200\text{x}1 + (500+20)\text{x }1$$
$$= 1720\ \text{mmH}_2\text{O}$$

ดังนั้นย่านการวัด Differential Pressure Range คือ 1220 ถึง 1720 mmH_2O

- วิธีการตั้งค่า **Minimum level – Maximum level**

1. ติดตั้งตัวLevel Indicator Transmitter เข้ากับกระบวนการอย่างแน่นหนา
2. นำสายท่อที่ต่อเชื่อมระหว่างถังวัดระดับกับตัวอุปกรณ์Level Indicator Transmitter ต่อเข้าด้าน Highของตัวอุปกรณ์
3. เติมน้ำให้อยู่ในระดับ 0% คือระดับที่ **Minimum level** และหมุนปุ่ม Zero ให้โวลต์มิเตอร์แสดงค่า = 1 Volt
4. เติมน้ำให้อยู่ในระดับ100% คือระดับที่ **Maximum level** และหมุนปุ่ม Span ให้โวลต์มิเตอร์แสดงค่า = 5 Volt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

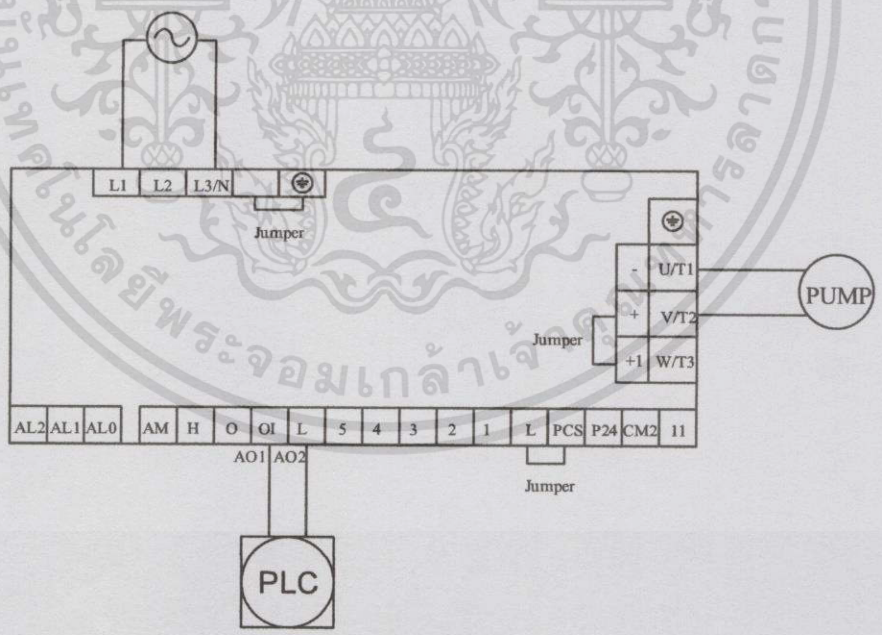
- ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้Level Indicator Transmitterของบริษัท YOKOGAWA

รูปที่ 3.10 Level Indicator Transmitter

3.2.5 การติดตั้งและการใช้งานอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์ที่หน้าที่แปลงแหล่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นกระแสสลับ ซึ่งเป็นอินเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายแรงดัน ทำหน้าที่เปรียบเทียบค่าที่พีแอลซีส่งมาแล้วส่งไปควบคุมปั๊มให้ทำงานเป็นไปตามพีแอลซี

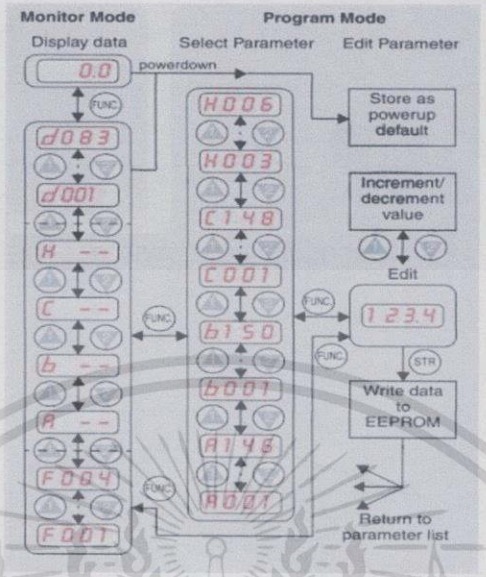
-การติดตั้งเดินสายไฟของอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 3.11 Terminal arrangement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-วิธีการตั้งค่าอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 3.12 Keypad Navigation Map

-ตารางการการตั้งค่าอินเวอร์เตอร์

ตารางที่ 3.1 การตั้งค่าอินเวอร์เตอร์

Func. Code	Name/Description	Set Value
A001	Frequency Source Setting 00 Keypad potentiometer 01 Control terminal 02 Function F_01 setting 03 RS485 Modbus communication 10 Calculate function output	02
A002	Run command source setting 01 Input terminal FW or RV (assignable) 02 RUN key on the keypad 03 RS485 Modbus communication	02
A061	Frequency high limit setting	50
A062	Frequency low limit setting	14.2
A101	[OI]-[L] input active range start frequency	14.2
A102	[OI]-[L] input active range end frequency	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

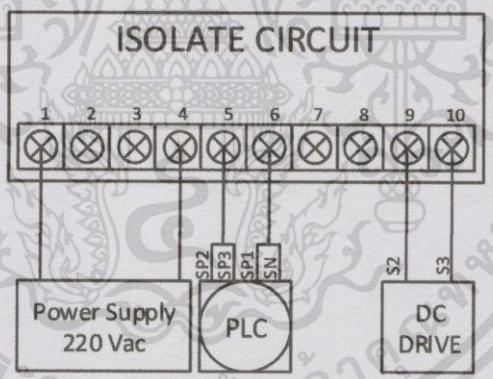
- ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้อินเวอร์เตอร์ ของบริษัท HITACHI

รูปที่ 3.13 อินเวอร์เตอร์ที่ติดตั้งในกระบวนการ

3.2.6 การติดตั้งและการใช้งานของ Signal Isolator

วงจร Signal Isolator เป็นวงจรที่นำมาใช้เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องกราวด์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้อุปกรณ์การวัด ส่งค่าเข้าพีแอลซีนั้นมีค่าความผิดพลาด

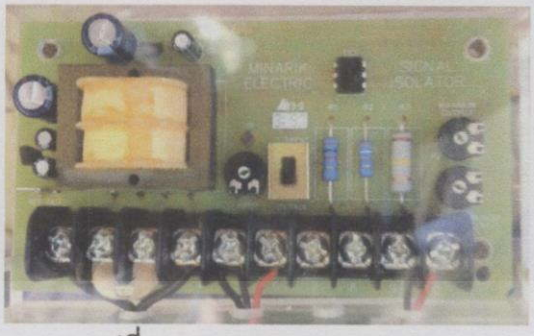
-การติดตั้งเดินสายไฟของ Signal Isolator



รูปที่ 3.14 การติดตั้งเดินสายไฟของ Signal Isolator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้อินเวอร์เตอร์ ของบริษัท MINARIK ELECTRIC

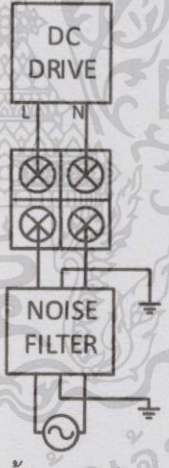


รูปที่ 3.15 วงจรSignal Isolator

3.2.7 การติดตั้งและการใช้งานของ Noise Filter

วงจรNoise Filter ที่นำมาใช้เป็นวงจรประเภทวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำที่นำมาใช้เพื่อลดสัญญาณความถี่ที่รบกวนการเชื่อมต่อกับวงจรขับมอเตอร์และวงจรอื่นที่ต่อร่วมกัน

-การติดตั้งเดินสายไฟของNoise Filter



รูปที่ 3.16 การติดตั้งเดินสายไฟของ Noise Filter

- ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้อินเวอร์เตอร์ ของบริษัท DIT

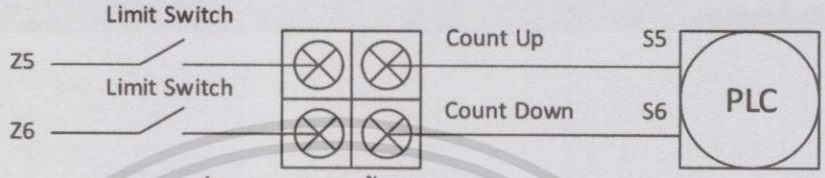
รูปที่ 3.17 Noise Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 การติดตั้งและการใช้งานลิมิตสวิตช์

ลิมิตสวิตช์ทำหน้าที่คล้ายกับเซนเซอร์เป็นตัวตรวจนับจำนวนขวดทั้งฝั่งขาเข้าและฝั่งขาออกของกระบวนการ เพื่อตรวจเช็คความถูกต้องของอัตราการผลิต

-การติดตั้งเดินสายไฟของลิมิตสวิตช์



รูปที่ 3.18 การติดตั้งเดินสายไฟของลิมิตสวิตช์

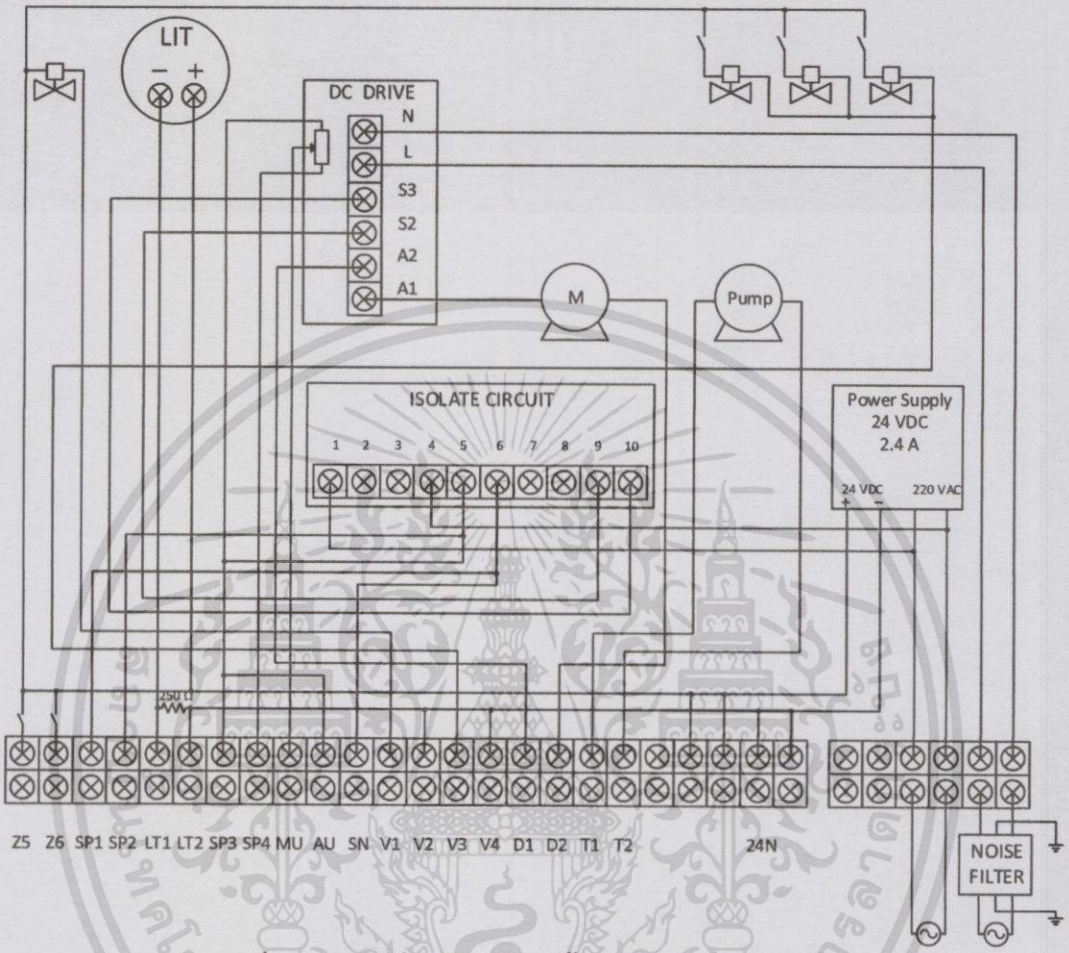
-ในโครงการนี้ใช้ลิมิตสวิตช์เพื่อการตรวจนับจำนวนขวด

รูปที่ 3.19 ลิมิตสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.9 การออกแบบวงจรไฟฟ้า

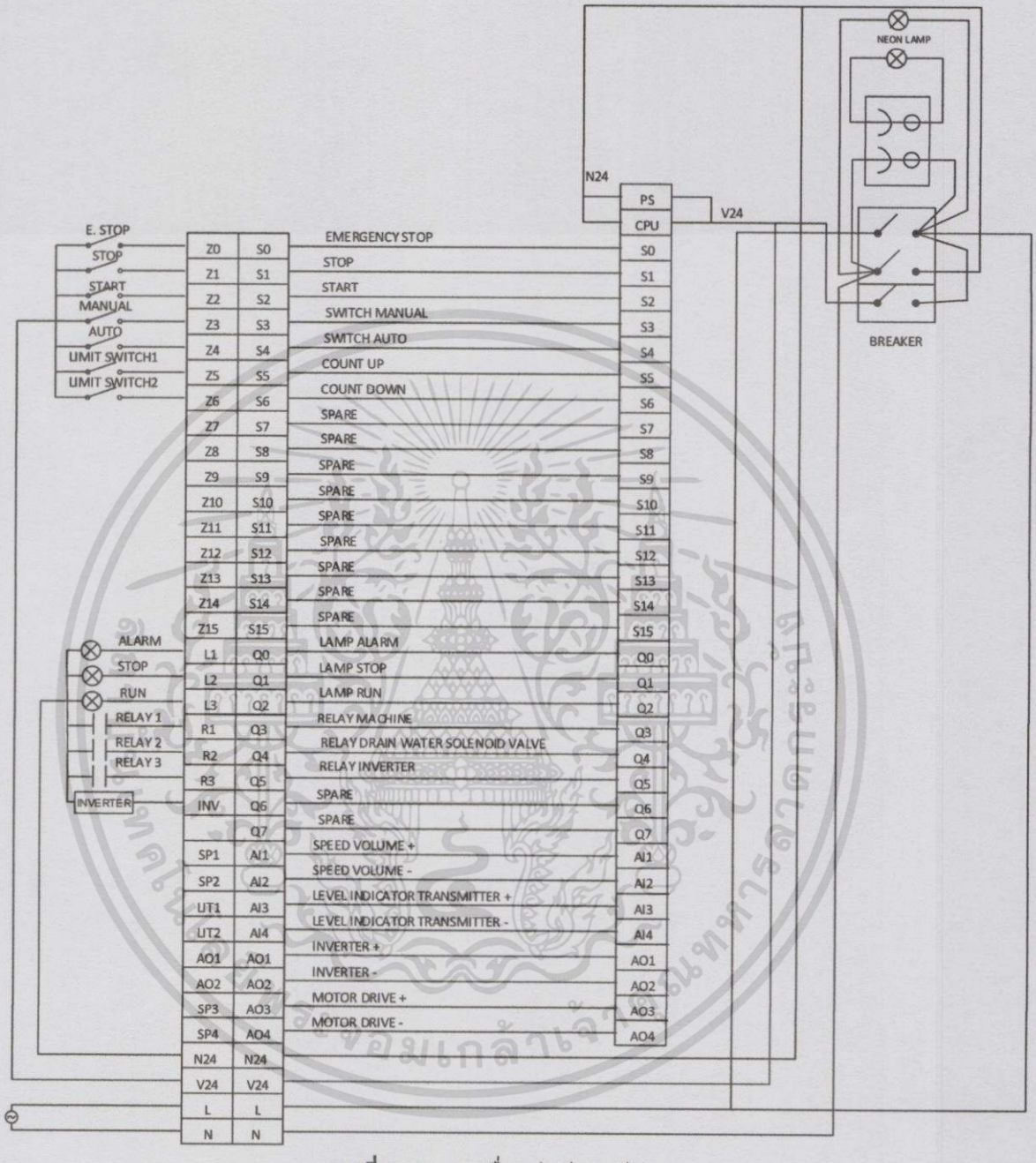
3.2.9.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดของเครื่องบรรจุน้ำอัตโนมัติ



รูปที่ 3.20 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดของเครื่องบรรจุน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.9.2 การเชื่อมต่อพีแอลซี

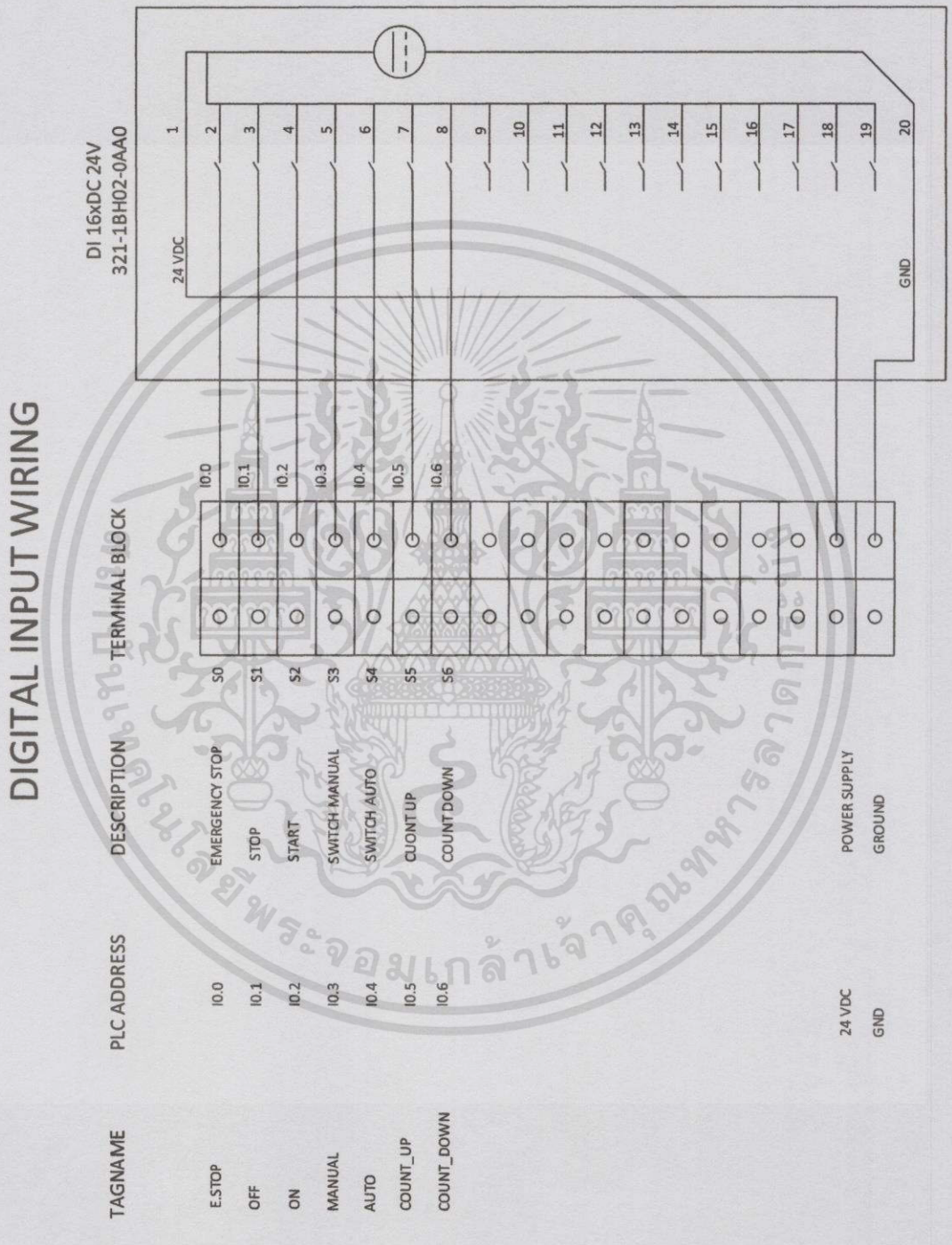


รูปที่ 3.21 การเชื่อมต่อพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8.3 การเชื่อมต่อการ์ดอินพุตพีแอลซี

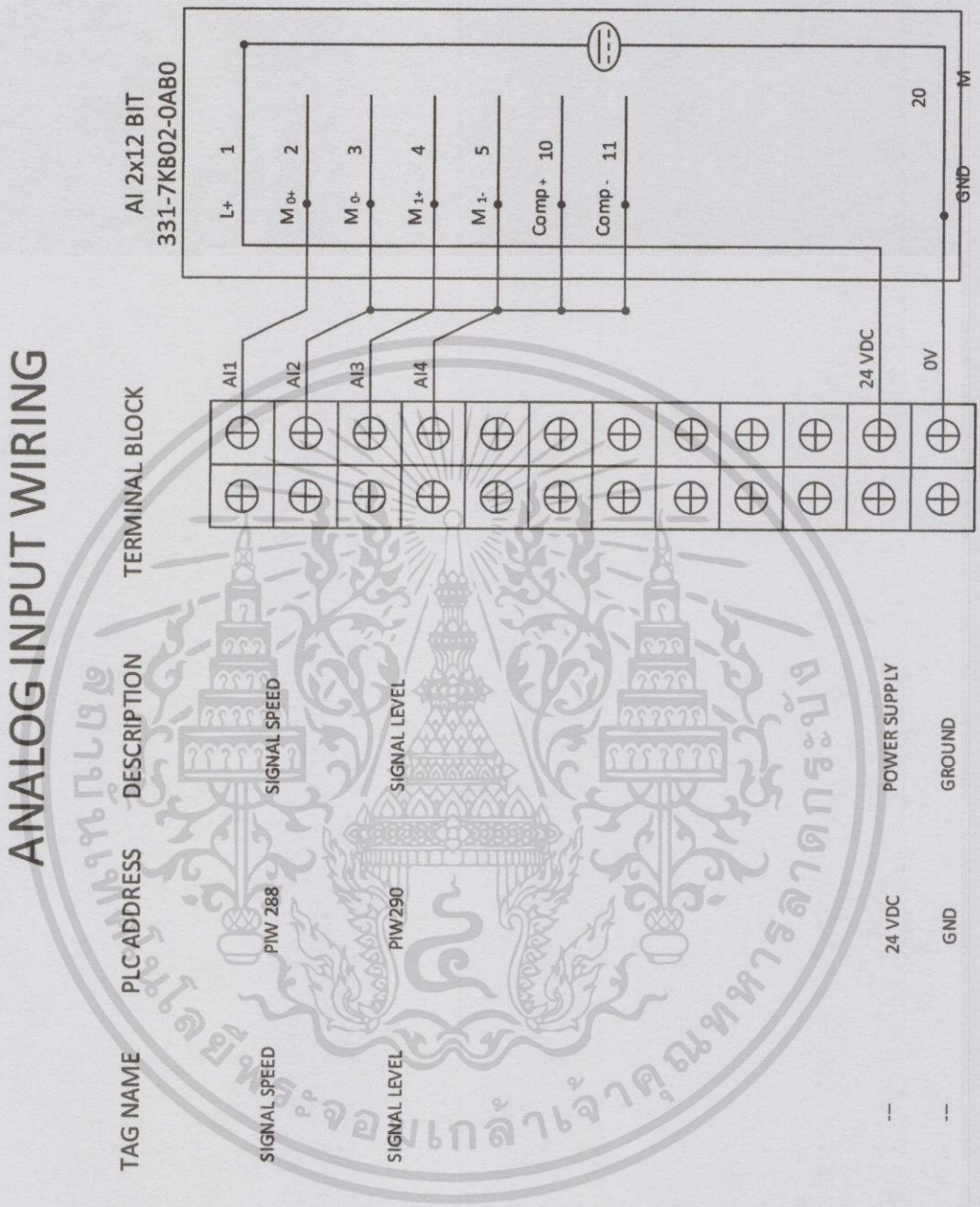
1. การเชื่อมต่อการ์ดดิจิตอลอินพุตพีแอลซี



รูปที่ 3.22 Tagname Address Description 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเชื่อมต่อการ์ดอนาล็อกอินพุตพีแอลซี

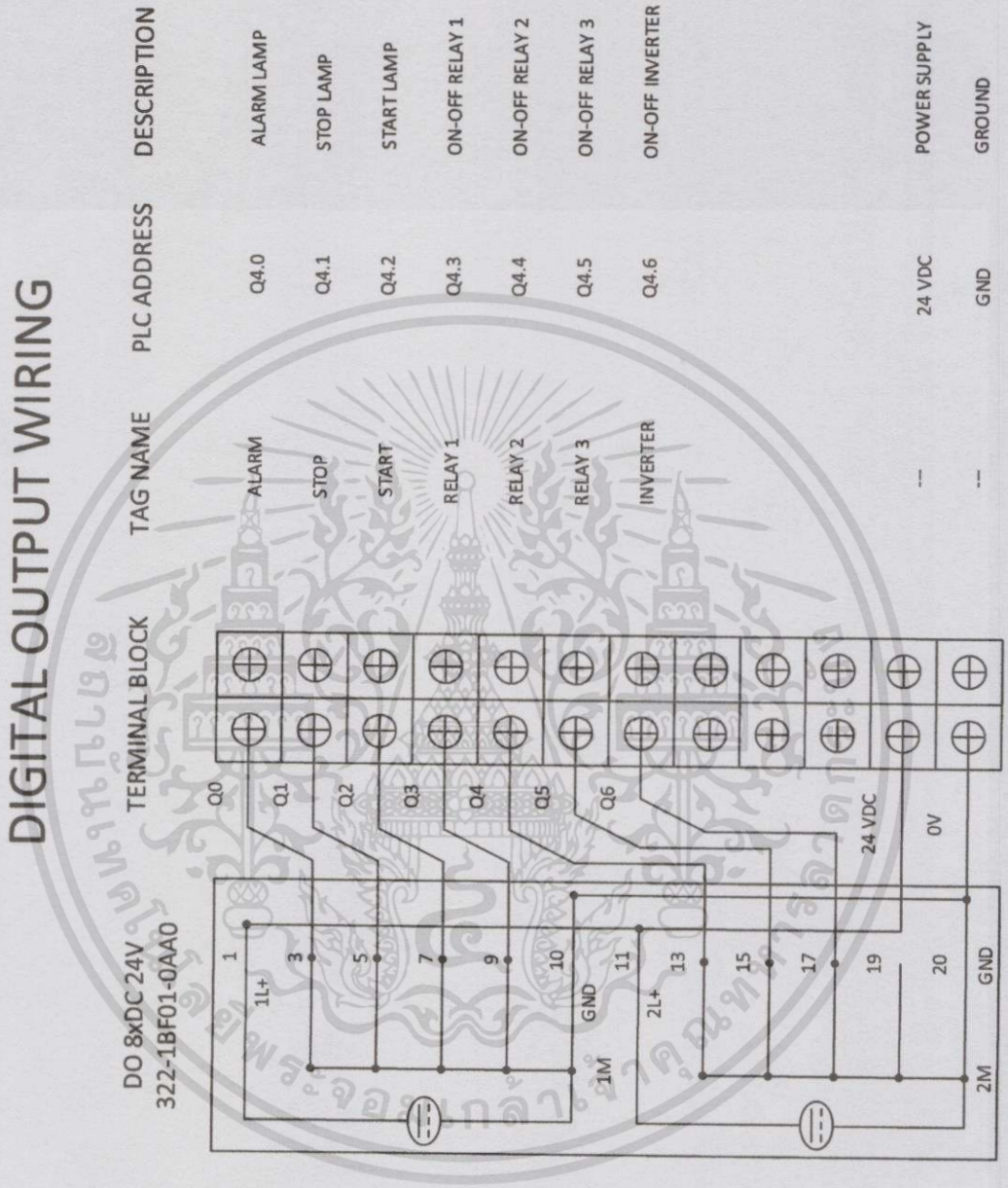


รูปที่ 3.23 Tagname Address Description 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.9.4 การเชื่อมต่อการ์ดเอาต์พุตของพีแอลซี

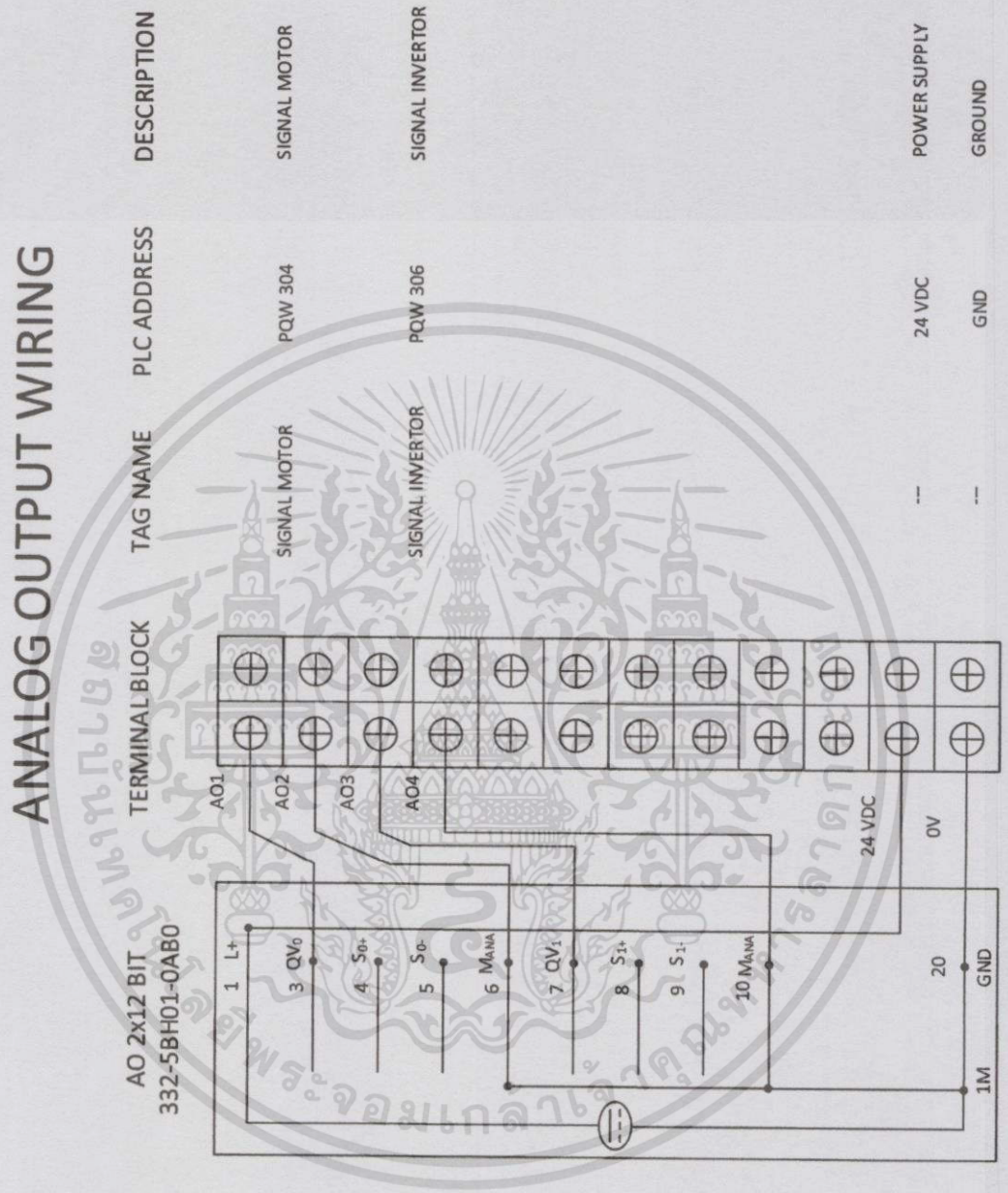
1 การเชื่อมต่อการ์ดดิจิตอลเอาต์พุตพีแอลซี



รูปที่ 3.24 Tagname Address Description 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 การเชื่อมต่อการ์ดอนาล็อกเอาต์พุตพีแอลซี



รูปที่ 3.25 Tagname Address Description 4

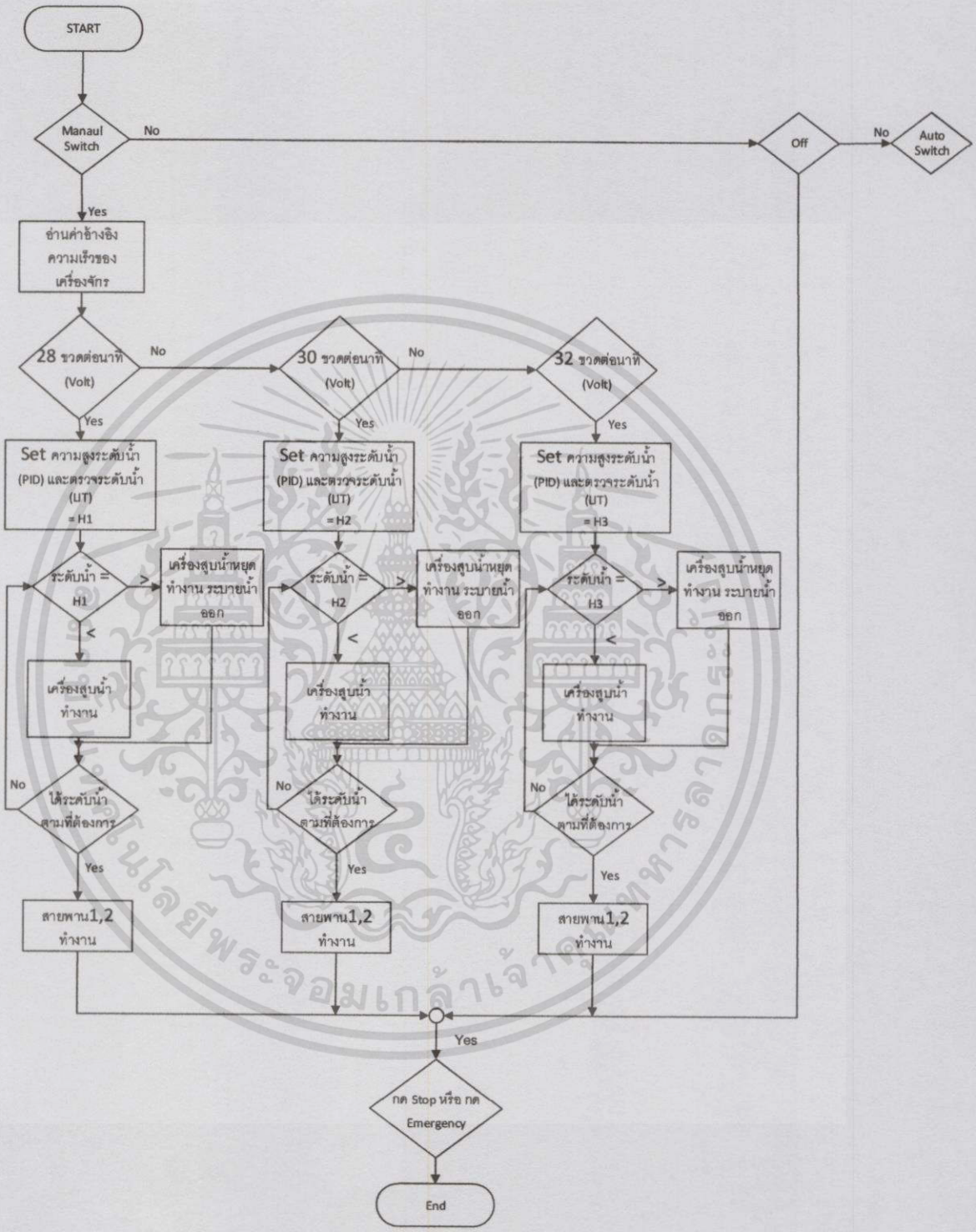
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ระบบการควบคุม

โดยในส่วนระบบการควบคุมได้มีการเขียนโปรแกรมพีแอลซีเพื่อให้สามารถควบคุมการบรรจุน้ำได้ที่ความเร็ว 28 , 30 และ 32 ขวดต่อนาที ทั้งในโหมด Manual และโหมด Auto โดยการเลือกโหมดที่หน้าตู้ควบคุม ถ้าเป็นโหมด Manual พีแอลซีจะทำการอ่านค่าอ้างอิงความเร็วของการบรรจุ โดยเมื่อเลือกความเร็วแล้ว ให้กดปุ่ม Start ที่หน้าตู้ควบคุม พีแอลซีจะทำการควบคุมระดับของน้ำในถังเก็บให้เหมาะสมกัน โดยจะควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำ หลังจากได้ระดับแล้วสายพานลำเลียงก็จะทำงานป้อนขวดเข้าสู่เครื่องจักรต่อไป นอกจากนี้ในกรณีที่กดปุ่ม Stop เครื่องบรรจุน้ำจะทำการบรรจุน้ำให้ฝั่งขาเข้าเท่ากับฝั่งขาออกจึงหยุดการบรรจุ แต่ในกรณีที่กดปุ่ม E.Stop เครื่องจักรจะหยุดทำงานทั้งหมดทันทีเพื่อความปลอดภัยและทำการเปิดโซลินอยด์วาล์วที่เป็นเดรนวาล์วเพื่อเป็นการช่วยระบายน้ำออกอีกทางหนึ่ง แต่ถ้าเลือกการทำงานเป็นโหมด Auto การควบคุมต่างๆจะทำในหน้าจอ HMI โดยจะสามารถสั่งงานควบคุมความเร็วในการบรรจุและเลือกจำนวนขวดที่ต้องการบรรจุ ซึ่งจะหยุดอัตโนมัติเมื่อผลิตได้ตามจำนวนที่กำหนดไว้ และสามารถกดปุ่มต่างๆได้เช่นเดียวกับโหมด Manual

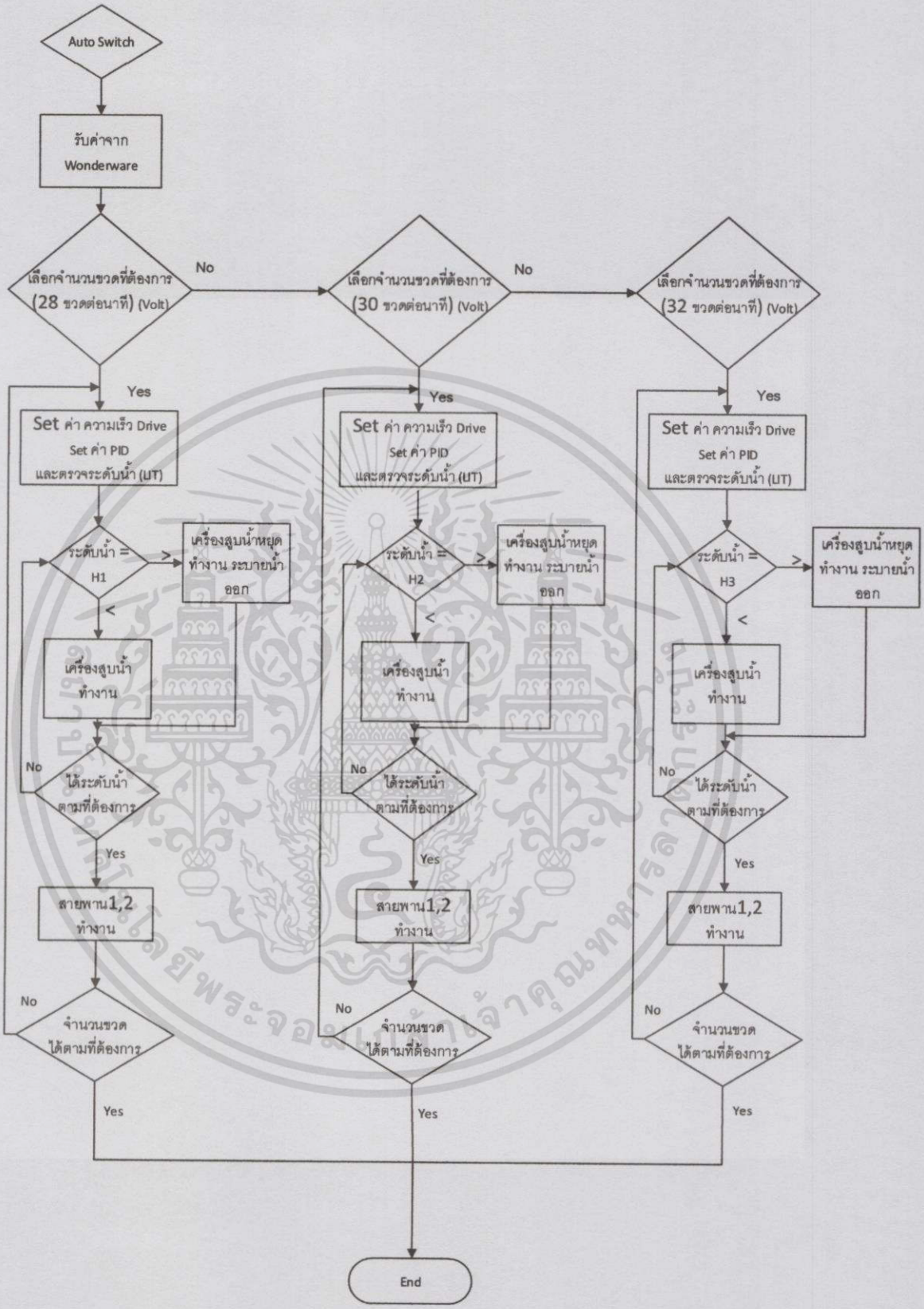
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วยพีแอลซี



รูปที่ 3.26 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุม

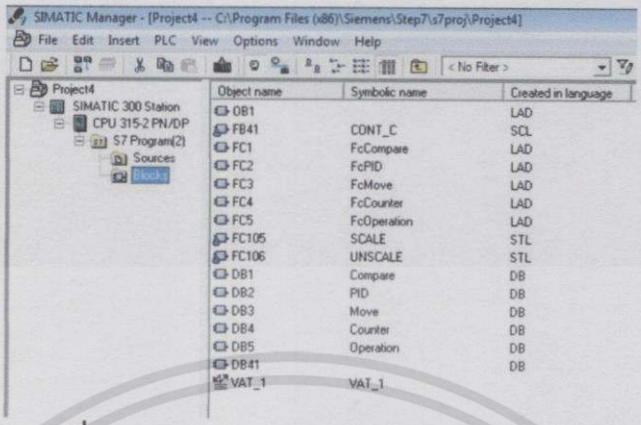
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 Flow Chart การทำงานโปรแกรมควบคุม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 Block Architecture and Block Editor



รูปที่ 3.28 Block Architecture and Block Editor

จากรูปที่ 3.28 แสดงโครงสร้างการเรียกข้อมูลของบล็อกโปรแกรม โดย OB1 จะเป็นบล็อกประมวลผลหลักโดยจะประมวลผลในรูปแบบของ Cycle Time (ประมวลผลวนรอบ) ซึ่งจะเรียกข้อมูลมาจาก

1. FC1 เป็นบล็อกฟังก์ชันที่ 1 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรมที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าความเร็วของเครื่องจักรและระดับน้ำในถัง ว่าอยู่ในช่วงที่ต้องการหรือไม่
2. FC2 เป็นบล็อกฟังก์ชันที่ 2 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรมควบคุมการทำงานของ INVERTER ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ เพื่อให้ได้ระดับน้ำที่ต้องการด้วยการใช้ฟังก์ชัน PID ในโปรแกรมควบคุม
3. FC3 เป็นบล็อกฟังก์ชันที่ 3 ภายในบล็อกจะมีที่ทำการย้ายค่าต่างๆไปยัง FC อื่นๆ ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการ
4. FC4 เป็นบล็อกฟังก์ชันที่ 4 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรมควบคุมการนับจำนวนขวดน้ำที่เข้าและออกเพื่อนำไปแสดงผลที่หน้าควบคุม (HMI)
5. FC5 เป็นบล็อกฟังก์ชันที่ 5 ภายในบล็อกจะมีโปรแกรมควบคุมการ เริ่มทำงาน (START)– หยุดการทำงาน (STOP) -การสั่งหยุดการทำงานแบบฉุกเฉิน (ALARM) และการตั้งจำนวนการผลิตของกระบวนการ

โดย DB เป็น บล็อกข้อมูล (Data Blocks) ที่ถูกนำมาใช้สำหรับการจัดเก็บข้อมูลของ FC โดยแต่ละ DB จะสามารถเรียกใช้จากทุกๆ FC ได้ แต่หน้าที่หลักจะถูกใช้ใน FC ของตนเอง เช่น DB1 สวนมากจะถูกเรียกใช้ใน FC1 เป็นต้น

สำหรับ FB41 FC105 FC106 เป็นส่วนที่ถูกสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ ถ้าหากมีการเรียกใช้ฟังก์ชั่น CONT_C , SCALE , UNSCALE ตามลำดับ

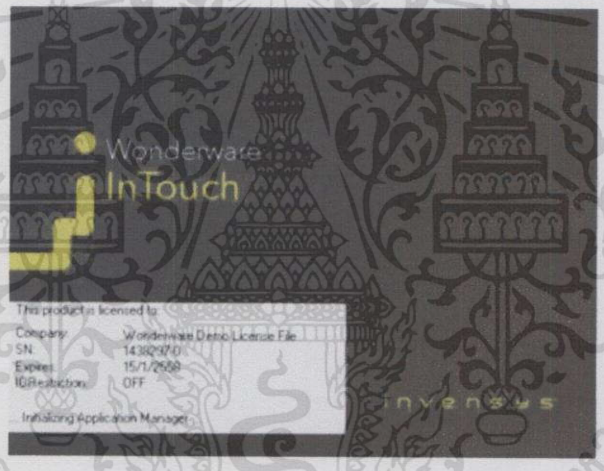
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ระดับ HMI

โดยในส่วนระดับ HMI ได้ทำการออกแบบและการเขียนกราฟฟิกแสดงการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำด้วยโปรแกรม Wonderware InTouch ซึ่งในหน้าต่างแสดงพารามิเตอร์จะมีส่วนที่ใช้ร่วมกันระหว่างโหมด Manual และ โหมด Auto คือ ระดับน้ำในถังเก็บ ความเร็วในการบรรจุขวด จำนวนขวดเข้าเครื่อง จำนวนขวดออกจากเครื่อง สถานะการทำงาน Start ,Stop , Alarm และ EmergencyStop และพารามิเตอร์ที่มีเฉพาะการทำงานในโหมด Auto จะมีจำนวนขวดที่กำหนดไว้ รายงานข้อมูลการผลิตที่สามารถเก็บข้อมูลอัตโนมัติและเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ ซึ่งต่อไปนี้จะกล่าวถึง

- คุณสมบัติของ Wonderware InTouch
- การออกแบบและการสร้างกราฟฟิก Wonderware InTouch
- การทำงานของระบบกราฟฟิก
- OPC
- การทำรายงาน

3.4.1 คุณสมบัติ Wonderware InTouch

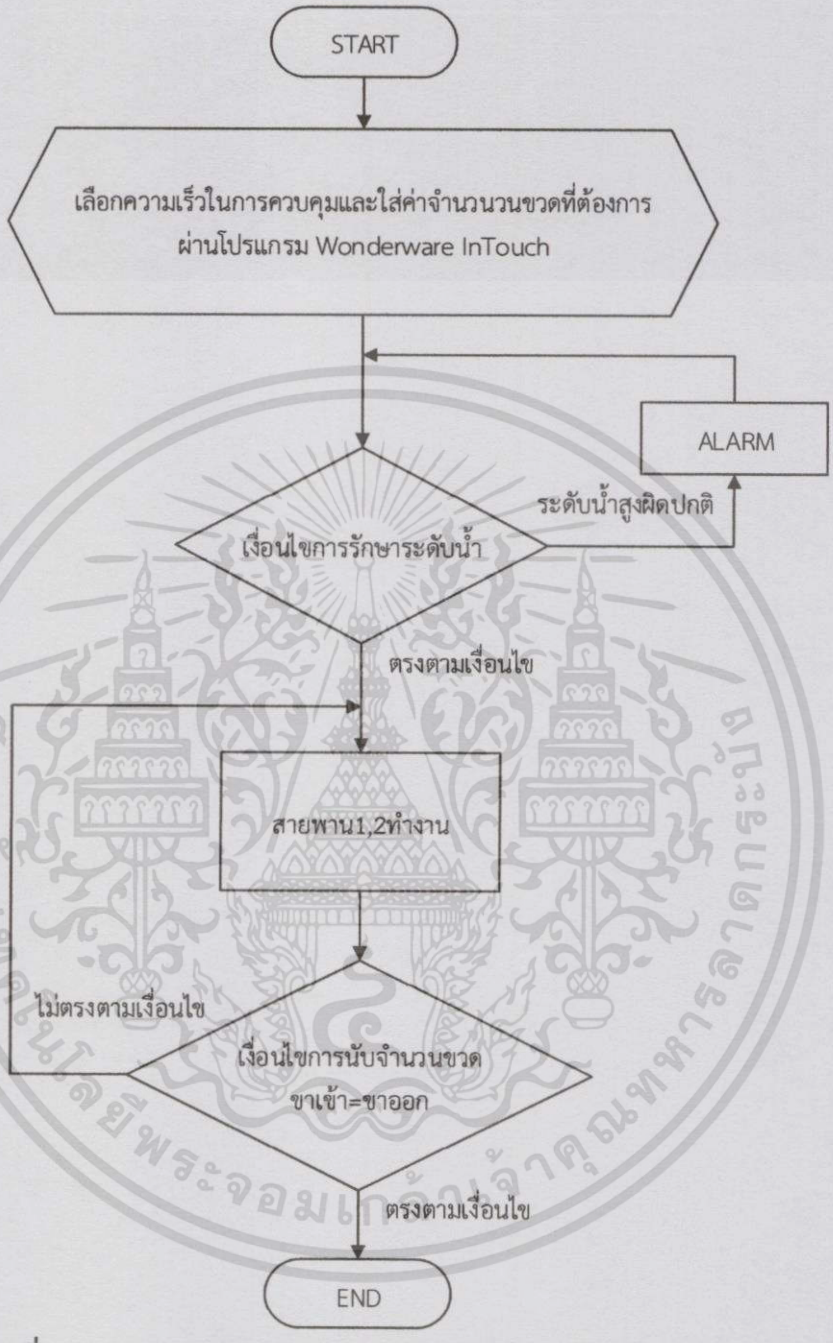


รูปที่ 3.29 Wonderware InTouch

จากรูป 3.29 Wonderware InTouch เป็นโปรแกรมสำหรับการติดต่อกับผู้ใช้ในลักษณะกราฟฟิกที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทั้งในรูปแบบของ Discrete Control ,DCS ,SCADA และงานประยุกต์อื่นๆ ตั้งแต่เวอร์ชั่น 7.0 เป็นต้นมาจะมีคุณสมบัติเพิ่มขึ้นดังนี้ คือ สนับสนุน Remote tag referencing สนับสนุน ActiveX Distributed alarm handing สนับสนุน distributed historical data กับ industrial SQL Server ปรับปรุงส่วน User Interface ให้เป็นแบบ Application Explorer เพิ่ม Quick Function และ Super Tag นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือช่วยในการพัฒนางานประยุกต์อีกมากมายที่ช่วยให้การพัฒนาง่ายกว่าที่เคยเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การออกแบบและการสร้างกราฟฟิก Wonderware InTouch



รูปที่ 3.30 Flow Chart อธิบายกระบวนการของ Wonderware InTouch

ส่วนแสดงผลด้วย Wonderware InTouch ของเครื่องบรรจุน้ำ จะออกแบบให้ทำงานตามรูปที่ 3.30 โดยเริ่มทำงานด้วยการกดสวิตช์ START แล้วเลือกความเร็วในการผลิตและใส่ค่าจำนวนขวดที่ต้องการ ระบบควบคุมก็จะควบคุมระดับน้ำให้เป็นไปตามเงื่อนไขถ้าตรงตามเงื่อนไขแล้วสายพาน1,2ก็จะทำงานเลื่อนขวดเข้าและออกจากกระบวนการ แต่ถ้าไม่ตรงตามเงื่อนไขก็จะเกิด ALARM แจ้งเตือนสถานะ เมื่อสายพาน1,2ทำงานก็จะมีการนับจำนวนขวดว่าฝั่งขาเข้ากระบวนการมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

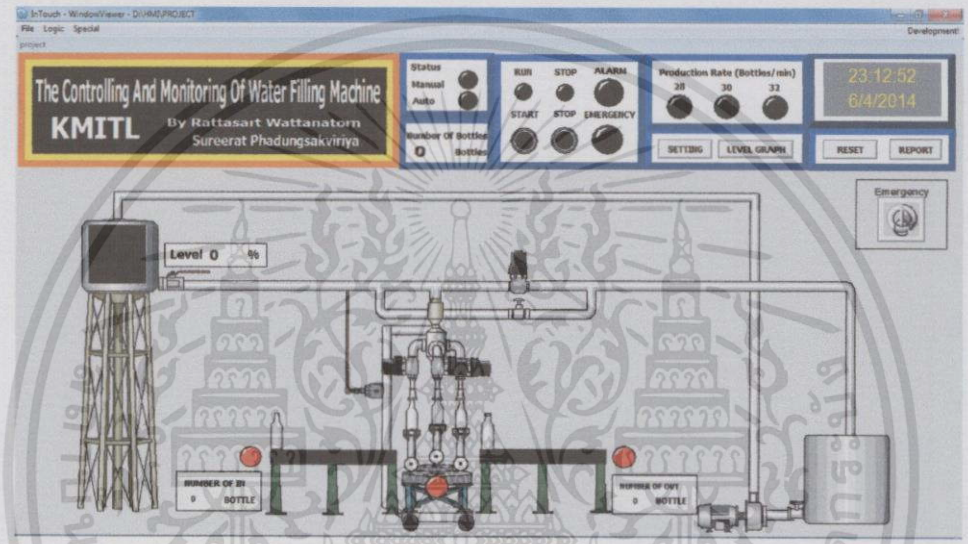
ค่าเท่ากับฝั่งขาออกของกรบวนการหรือไม่ ถ้าเท่ากันก็จะจบกระบวนการแต่ถ้าไม่สายพาน 1,2ก็จะยังคงทำงานต่อไปหรือจนกว่าจะกดสวิตช์ STOP กระบวนการก็จะสิ้นสุดลง

3.4.3 การทำงานของระบบกราฟฟิก

จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

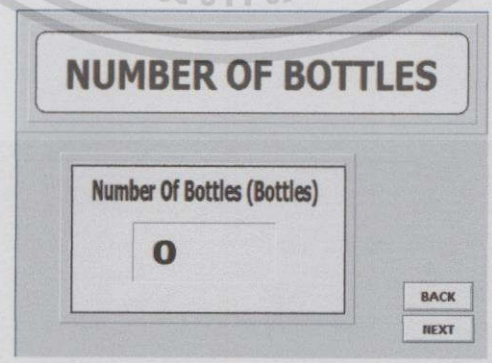
1. พนักงานผู้ควบคุมกระบวนการ
2. วิศวกรผู้ดูแลกระบวนการ

3.4.3.1 พนักงานผู้ควบคุมกระบวนการ



รูปที่ 3.31 หน้าจอหลักของกระบวนการ

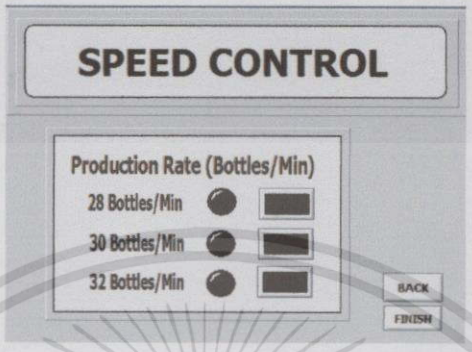
รูปหน้าจอหลักของกระบวนการประกอบด้วยรูปภาพกระบวนการจริง วันเวลาในการผลิต ไฟแสดงสถานะการทำงานของกระบวนการ ปุ่มกดที่สามารถลิงค์เข้าไปหน้าต่างต่างๆเพื่อตั้งค่าตามที่ต้องการ เช่น หน้าต่างใส่ค่าจำนวนขวดที่ต้องการ หน้าต่างการเลือกอัตราการผลิต หน้าต่างการปรับค่า PID รวมทั้งหน้าต่างที่ลิงค์กับโปรแกรมเก็บฐานข้อมูล เป็นต้น



รูปที่ 3.32 หน้าต่างใส่ค่าจำนวนขวดที่ต้องการ

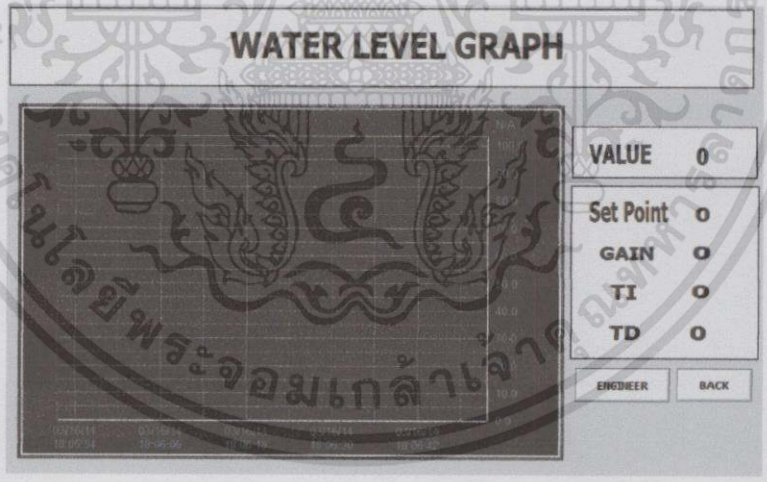
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าต่างใส่ค่าจำนวนขวดที่ต้องการ หน้าต่างนี้จะถูกลิงค์มาจากปุ่มกด SETTING ของหน้าจอหลักของกระบวนการ โดยภายในหน้าต่างนี้พนักงานผู้ควบคุมกระบวนการจะสามารถใส่จำนวนขวดที่ต้องการได้ และเมื่อใส่จำนวนขวดเรียบร้อยแล้ว ก็กดปุ่ม NEXT เพื่อยืนยัน หรือ กดปุ่ม BACK เพื่อย้อนกลับไปยังหน้าจอหลักของกระบวนการ



รูปที่ 3.33 หน้าต่างการเลือกอัตราการผลิต

หน้าต่างการเลือกอัตราการผลิต หน้าต่างนี้จะถูกลิงค์มาจากปุ่มกด NEXT ของหน้าต่างใส่ค่าจำนวนขวดที่ต้องการ โดยภายในหน้าต่างนี้พนักงานผู้ควบคุมกระบวนการจะสามารถเลือกอัตราการผลิตได้ และเมื่อเลือกอัตราการผลิตเรียบร้อยแล้ว ก็กดปุ่ม FINISH เพื่อยืนยัน หรือ กดปุ่ม BACK เพื่อย้อนกลับไปยังหน้าต่างใส่ค่าจำนวนขวดที่ต้องการอีกครั้ง



รูปที่ 3.34 หน้าต่างการปรับค่า PID

หน้าต่างการปรับค่า PID หน้าต่างนี้จะถูกลิงค์มาจากปุ่มกด LEVEL GRAPH ของหน้าจอหลักของกระบวนการ โดยภายในหน้าต่างนี้จะแสดงกราฟของระดับน้ำในกระบวนการตามเวลาจริง และพนักงานผู้ควบคุมกระบวนการจะสามารถปรับตั้งค่า Set Point, GAIN, TI, TD ได้ และเมื่อปรับตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม BACK เพื่อย้อนกลับไปยังหน้าจอหลักของกระบวนการอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.32,3.33,3.34,3.35 การทำงานของกราฟฟิกของพนักงานผู้ควบคุมกระบวนการจะมีดังนี้

1. พนักงานผู้ควบคุมกระบวนการจะต้องเลือกระบบการทำงานเป็นโหมด Auto

2. ตั้งค่าการทำงานของกระบวนการโดยจะสามารถตั้งค่าได้นั้นต้องกดปุ่มหยุดกระบวนการก่อน คือ ปุ่ม STOP โดยจะต้องตั้งค่าจำนวนขวดที่เราต้องการผลิต และตั้งค่าอัตราการผลิตของกระบวนการจะมี 3 ระดับ คือ 28 , 30 และ 32 ขวดต่อนาที

3. เมื่อตั้งค่าเสร็จแล้วก็จะกดปุ่ม START เพื่อให้กระบวนการทำงาน กระบวนการก็จะทำงานจนมีการนับจำนวนขวดฝั่งขาออกเท่ากับจำนวนขวดฝั่งขาเข้า

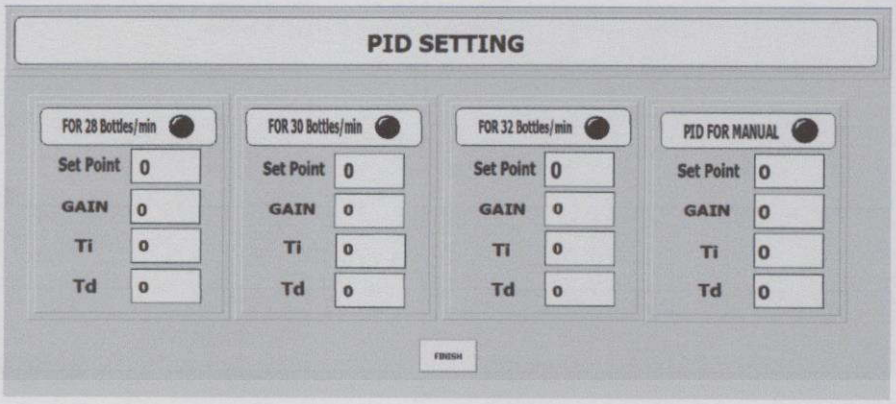
4. หน้าจอกราฟฟิกมีการแสดงค่าระดับน้ำเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยพนักงานผู้ควบคุมกระบวนการสามารถปรับค่า PID ได้ ถ้าระดับน้ำมีค่าสูงเกินไป ก็จะมีไฟแจ้งเตือนสถานะการทำงาน และหากเกิดเหตุฉุกเฉินสามารถกดปุ่ม Emergency เพื่อให้กระบวนการหยุดการทำงานได้ทันที

3.4.3.2 วิศวกรผู้ดูแลกระบวนการ

รูปที่ 3.35 หน้าต่างล็อกอินเข้าไปหน้าต่างปรับค่าPID ของวิศวกร

หน้าต่างล็อกอินเข้าไปหน้าต่างปรับค่าPID ของวิศวกร หน้าต่างนี้จะถูกลิงค์มาจากปุ่มกด ENGINEER ของหน้าต่างการปรับค่า PID โดยภายในหน้าต่างนี้วิศวกรผู้ดูแลกระบวนการจะต้องทำการล็อกอินเพื่อเข้าไปยังหน้าต่างการปรับค่า PID ของอัตราการผลิตทั้ง 3 อัตราและโหมดManaul และเมื่อใส่ USERNAME และ PASSWORD เรียบร้อยแล้ว ก็กดปุ่ม OK เพื่อยืนยันรหัสผ่าน ถ้ารหัสผ่านถูกต้อง ก็จะสามารถเข้าไปยังหน้าต่างการปรับค่า PID ของอัตราการผลิตทั้ง 3 อัตราและโหมด Manaul ได้หรือกดปุ่ม BACK เพื่อย้อนกลับไปยังหน้าต่างการปรับค่า PID อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.36 หน้าต่างการปรับค่า PID ของอัตราการผลิตทั้ง 3 อัตราและโหมด Manaul

หน้าต่างการปรับค่า PID ของอัตราการผลิตทั้ง 3 อัตราและ PID ของโหมด Manaul ที่ออกแบบไว้สำหรับความเร็วความบรรจุอื่นๆในอนาคต หน้าต่างนี้จะถูกลิงค์มาจากการล็อกอินถูกต้อง โดยภายในหน้าต่างนี้วิศวกรผู้ดูแลกระบวนการจะสามารถปรับตั้ง Set Point, GAIN, TI, TD ของทั้ง 3 อัตราการผลิตและแบบโหมด Manual ได้ เมื่อปรับตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม FINISH เพื่อยืนยันการปรับตั้งค่าทั้งหมด และกลับไปสู่หน้าต่างการปรับค่า PID อีกครั้ง

จากรูปที่ 3.36,3.37 การทำงานของกราฟฟิกของวิศวกรผู้ดูแลกระบวนการจะมีดังนี้

1. วิศวกรผู้ดูแลกระบวนการจะสามารถใช้งานกราฟฟิกได้แบบพนักงานผู้ควบคุมกระบวนการทุกอย่าง
2. วิศวกรผู้ดูแลกระบวนการจะต้องใส่ค่าusername และ password ในหน้าล็อกอินก่อนที่จะเข้าทำการปรับค่า PID ของอัตราการผลิตทั้ง 3 อัตรา
3. เมื่อปรับค่า PID ของอัตราการผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว กระบวนการก็จะทำงานตามการตั้งค่าของวิศวกรเป็นหลัก

3.4.4 OPC

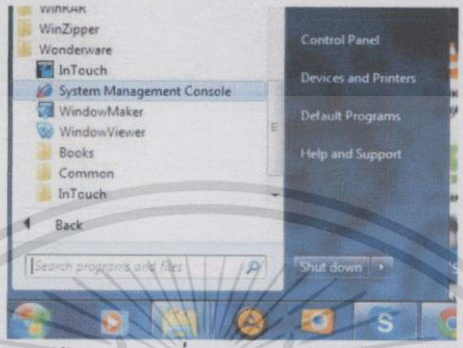
OPC ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง พีแอลซี กับ HMI คือ DassiDirect เป็นซอฟแวร์ที่มีอยู่ในโปรแกรม Wonderware Intouch

รูปที่ 3.37 แผนภาพการเชื่อมต่อ

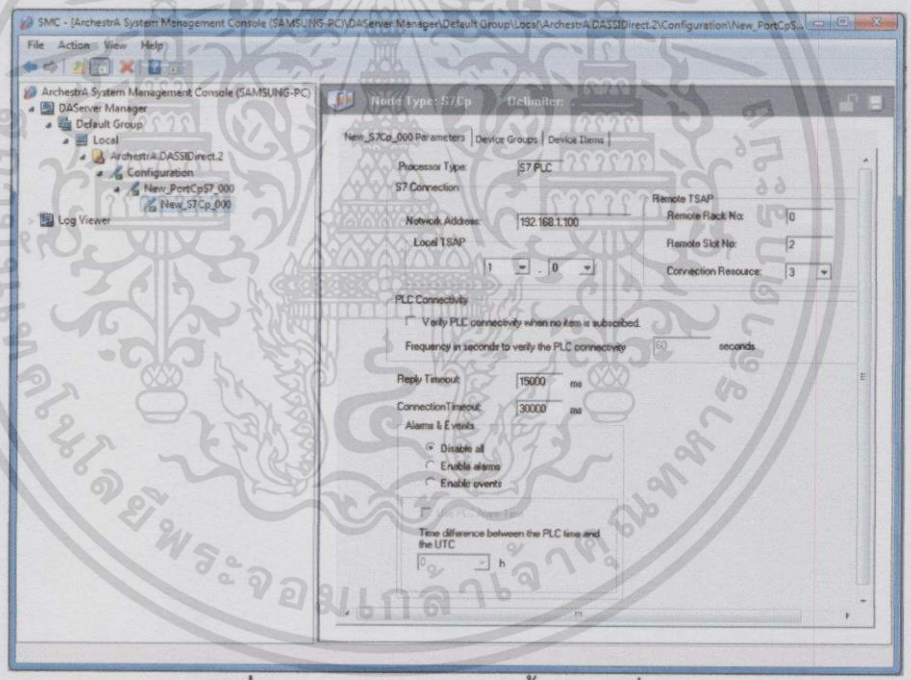
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อระหว่างตัวควบคุมพีแอลซี กับโปรแกรม Wonderware InTouch ให้สามารถเชื่อมต่อกัน เพื่อการสั่งงาน แสดงผล และควบคุมกระบวนการให้เป็นไปในทิศทางที่ต้องการได้ โดยใช้โปรแกรม DassiDirect

3.4.4.1 การเชื่อมต่อ Wonderware InTouch กับพีแอลซี เพื่อควบคุม



รูปที่ 3.38 โปรแกรมเชื่อมต่อระหว่าง พีแอลซี กับ HMI



รูปที่ 3.39 หน้าต่างแสดงการตั้งค่าการเชื่อมต่อ

จากรูปที่ 3.38,3.39 เมื่อเข้าไปที่โปรแกรม System Management Console เรียบร้อยแล้ว ให้แตกไฟล์ของ DAserver manager ออกไปเรื่อยๆ เพิ่มอุปกรณ์พีแอลซีลงในโปรแกรม และกำหนดค่า Host Name สำหรับ Host Name ที่กำหนดในโครงงานนี้คือ 192.168.1.100 ตามที่กำหนดไว้ในตัวควบคุมพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางการ Tag Address

ตารางที่ 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Address กับ Tag name ใน Wonderware InTouch

Tagname	Address (S7-300)	Data Type	Scan Rate (ms)	Description
On	DB5,x0.0	Boolean	1000	เริ่มต้นกระบวนการ
Off	DB5,x0.1	Boolean	1000	หยุดกระบวนการ
Numberofbottles	DB5,int2	Boolean	1000	จำนวนขวด
Auto_Speed1	DB1,x46.0	Boolean	1000	สวิตช์เลือกspeed1
Auto_Speed2	DB1,x46.1	Boolean	1000	สวิตช์เลือกspeed2
Auto_Speed3	DB1,x46.2	Boolean	1000	สวิตช์เลือกspeed3
Water_Level	DB2,real2	Boolean	1000	แสดงค่าระดับน้ำ (%)
Number_In	DB4,int0	Boolean	1000	จำนวนขวดฝั่งขาเข้า
Number_Out	DB4,int2	Boolean	1000	จำนวนขวดฝั่งขาออก
Low	DB1,x12.3	Boolean	1000	สวิตช์เลือกspeed1
Medium	DB1,x12.4	Boolean	1000	สวิตช์เลือกspeed2
High	DB1,x12.5	Boolean	1000	สวิตช์เลือกspeed3
L_Low	DB1,x12.6	Boolean	1000	ไฟแสดงปุ่มกดสวิตช์ speed1
L_Medium	DB1,x12.7	Boolean	1000	ไฟแสดงปุ่มกดสวิตช์ speed2
L_High	DB1,x13.0	Boolean	1000	ไฟแสดงปุ่มกดสวิตช์ speed3
Set_Point	DB2,real10	Boolean	1000	ตั้งค่าเป้าหมายที่กราฟ
Set_Point1	DB3,real10	Boolean	1000	ตั้งค่าเป้าหมายที่ speed1
Set_Point2	DB3,real12	Boolean	1000	ตั้งค่าเป้าหมายที่ speed2
Set_Point3	DB3,real24	Boolean	1000	ตั้งค่าเป้าหมายที่ speed3
Gain	DB2,real14	Boolean	1000	ปรับค่าGainที่กราฟ
Gain_1	DB3,real14	Boolean	1000	ปรับค่าGainของ Speed1
Gain_2	DB3,real16	Boolean	1000	ปรับค่าGainของ Speed2
Gain_3	DB3,real18	Boolean	1000	ปรับค่าGainของ Speed3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tagname	Address (S7-300)	Data Type	Scan Rate (ms)	Description
Ti	DB2,int18	Boolean	1000	ปรับค่า Ti ที่กราฟ
Ti_1	DB3,int8	Boolean	1000	ปรับค่าTiของSpeed1
Ti_2	DB3,int20	Boolean	1000	ปรับค่าTiของSpeed2
Ti_3	DB3,int32	Boolean	1000	ปรับค่าTiของSpeed3
Td	DB2,int20	Boolean	1000	ปรับค่า Td ที่กราฟ
Td_1	DB3,int10	Boolean	1000	ปรับค่าTdของSpeed1
Td_2	DB3,int22	Boolean	1000	ปรับค่าTdของSpeed2
Td_3	DB3,int34	Boolean	1000	ปรับค่าTdของSpeed3
Run	Q4.2	Boolean	1000	ไฟแสดงว่าเครื่องกำลังเดิน
Stop	Q4.1	Boolean	1000	ไฟแสดงว่าเครื่องหยุดเดิน
Alarm1	Q4.0	Boolean	1000	ไฟแสดงว่าระดับน้ำสูงเกินกว่าที่กำหนด
Emergency	I0.0	Boolean	1000	ไฟแสดงว่าเกิดเหตุฉุกเฉิน
Manual	I0.1	Boolean	1000	ไฟแสดงว่าเลือกโหมด Manual
Auto	I0.2	Boolean	1000	ไฟแสดงว่าเลือกโหมด Auto
Finish	DB5,X4.0	Boolean	1000	จบกระบวนการ

3.4.5 การทำรายงาน

Table1

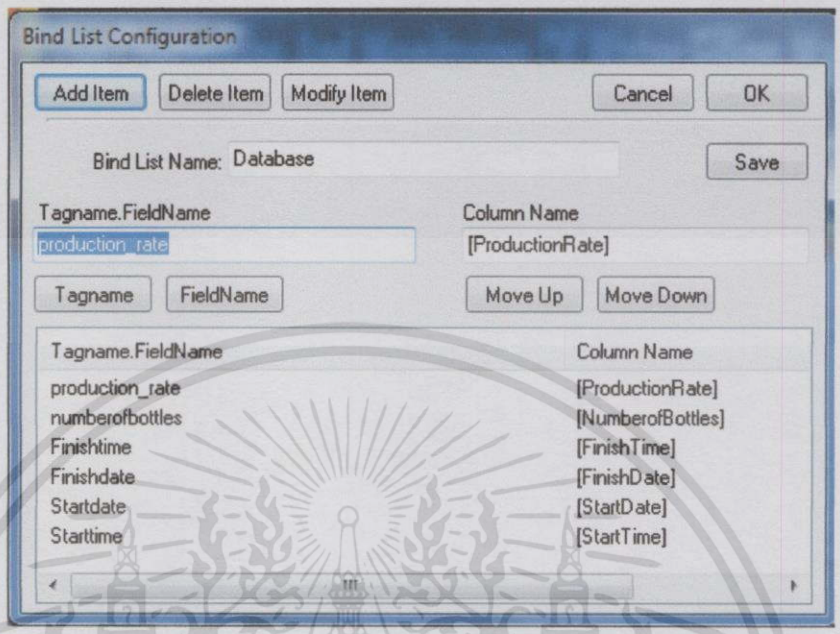
ID	Date1	Start Time	Number of Bottles	Production Rate	Finish Time	Error	Click to Add
1	19/3/2014	22:00:00	15	40	22:00:00	1	
2	19/3/2014	22:00:00	15	40	22:00:00	1	
3	19/3/2014	22:00:00	15	40	22:00:00	1	
4	19/3/2014	22:00:00	15	40	22:00:00	1	
(New)							

รูปที่ 3.40 ตารางที่เก็บค่าข้อมูล

ในส่วนการทำรายงานได้มีการทำการเก็บข้อมูลลงใน Microsoft Access โดย HMI นั้นมีฟังก์ชันในการเชื่อมต่อกับดาต้าเบส ซึ่ง Microsoft Access จะดึงค่าข้อมูลมาจาก HMI ใส่ลงตารางใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Microsoft Access โดยการกำหนด Tagname ใน Blind List Configuration เพื่อเชื่อมต่อระหว่าง Microsoft Access และ HMI



รูปที่ 3.41 การกำหนดTagname ใน Blind List Configuration

เมื่อกำหนด Tagname ใน Blind List Configuration เสร็จเรียบร้อย ในขณะที่กระบวนการมีการป้อนค่าข้อมูล จำนวนขวดที่ต้องการ อัตราการผลิต เวลาที่เริ่มและสิ้นสุดกระบวนการนั้น ข้อมูลเหล่านี้จะถูกบันทึกลงตารางใน Microsoft Access เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการรายงานผลด้วยโปรแกรมอื่นๆต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองได้ทำการทดลองการควบคุมกระบวนการโดยมีการทดลอง 2 แบบ โดยแยกเป็นการทดลองโดยใช้โหมด Manual กับ โหมด Auto

เนื่องจากเป็นการทดลองซึ่งได้ทำการทดลองกับหัวจ่าย 3 หัวจ่าย ดังนั้นผลจำนวนขวดที่ทดลองจึงมีจำนวนเป็นครึ่งหนึ่งของอัตราการผลิต

4.1 การทดลองควบคุมโหมด Manual

- เพื่อทดสอบระบบฟิลด์ในโหมด Manual ของเครื่องบรรจุน้ำ
- เพื่อทดสอบระบบควบคุมในโหมด Manual ของเครื่องบรรจุน้ำ
- เพื่อทดสอบระบบ HMI ในโหมด Manual ของเครื่องบรรจุน้ำ

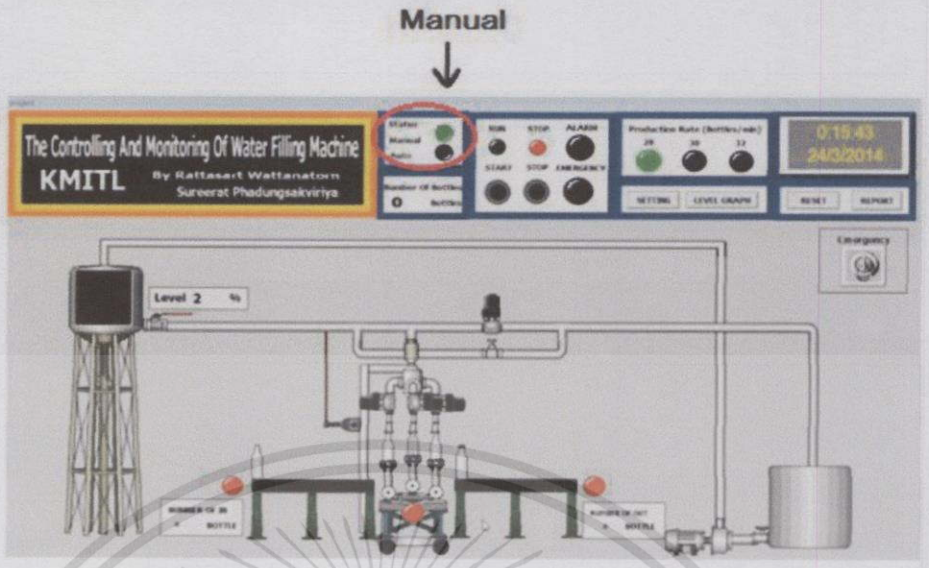
4.1.1 วิธีการทดลอง

1. เลือกระบบควบคุมแบบโหมด Manual และหมุนปุ่มเลือกระดับความเร็วของมอเตอร์ตามอัตราการผลิตที่ถูกกำหนดไว้ คือ 28 , 30 และ 32 ขวดต่อนาที ผ่านทางตัวต้านทานปรับค่าได้ที่วงจร DC Drive และกดปุ่มSTART

รูปที่ 4.1 ปุ่มหมุนเลือกอัตราการผลิตที่ 28 ขวดต่อนาที

การเลือกอัตราการผลิตจะสามารถเลือกได้ 3 อัตรา คือ 28 , 30 และ 32 ขวดต่อนาที โดยสามารถหมุนปุ่มไปยังตัวเลขที่ 28, 30 และ 32 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.1 ระบบควบคุมจะสั่งการควบคุมให้ความเร็วมอเตอร์หมุนตามอัตราการผลิตที่ได้เลือกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 หน้าต่าง HMI แสดงการเลือกโหมด Manaul ที่ความเร็วมอเตอร์ที่28ขวดต่อนาที

หน้าต่าง HMI จะแสดงสถานะการเลือกโหมด Manaul โดยมีไฟสีเขียวขึ้นที่โหมด Manual และ จะแสดงสถานะอัตราการผลิตที่ได้เลือกไว้ โดยมีไฟสีเขียวขึ้นที่อัตราการผลิตนั้นๆเช่นกัน ดังรูปที่ 4.2

2. ป้อนขวดน้ำเปล่าเข้ากระบวนการและหยิบขวดออกเมื่อขวดน้ำได้ถูกบรรจุน้ำแล้ว
3. จับเวลา 1 นาที กดปุ่ม STOP
4. ชั่งน้ำหนักปริมาณน้ำและจดบันทึกผลการทดลอง

4.1.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองระบบควบคุมโหมด Manual ที่ 28 ขวดต่อนาที

ครั้งที่	หัวจ่ายที่	ผลการทดลองปริมาณน้ำในขวด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)				เฉลี่ย
1	1	520	540	530	520	527.5
	2	600	610	610	610	607.5
	3	610	610	605	610	608.75
2	1	510	515	510	510	511.25
	2	590	600	610	595	598.75
	3	605	600	590	610	601.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองระบบควบคุมโหมด Manual ที่ 30 ขวดต่อนาที

ครั้งที่	หัวจ่ายที่	ผลการทดลองปริมาณน้ำในขวด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)				เฉลี่ย
1	1	500	500	500	540	510
	2	560	570	560	560	562.5
	3	600	600	600	600	600
2	1	490	490	490	490	490
	2	555	570	570	570	566.25
	3	600	600	600	590	597.5

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองระบบควบคุมโหมด Manualที่ 32 ขวดต่อนาที

ครั้งที่	หัวจ่ายที่	ผลการทดลองปริมาณน้ำในขวด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)				เฉลี่ย
1	1	500	490	500	495	496.25
	2	560	570	565	565	565
	3	600	595	600	600	598.75
2	1	495	500	500	500	498.5
	2	560	565	570	560	563.75
	3	600	600	605	600	601.25

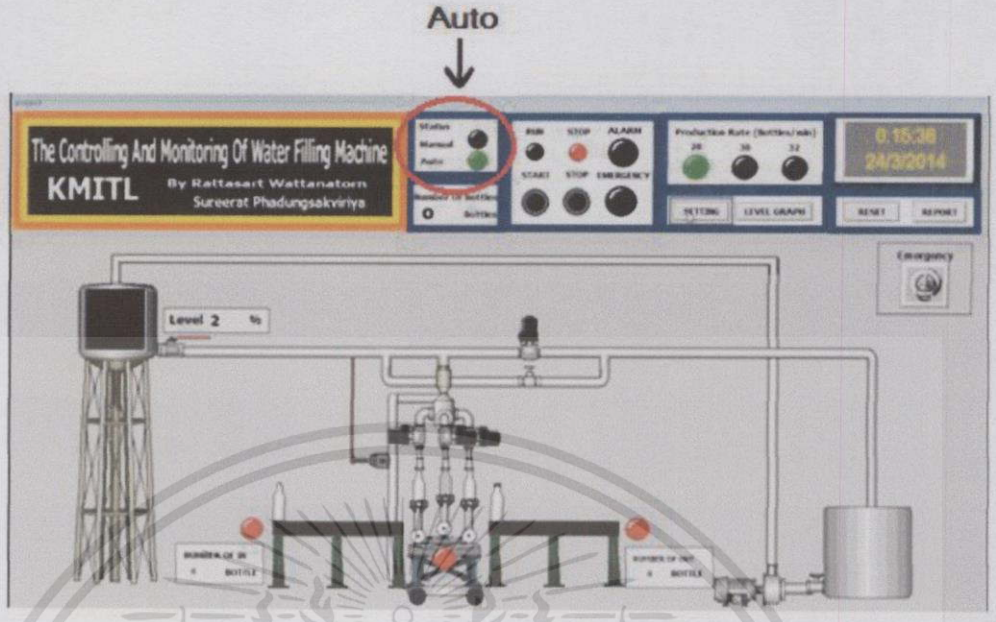
4.2 การทดลองควบคุมโหมด Auto

- เพื่อทดสอบระบบฟิลด์ในโหมด Auto ของเครื่องบรรจุน้ำ
- เพื่อทดสอบระบบควบคุมในโหมด Auto ของเครื่องบรรจุน้ำ
- เพื่อทดสอบระบบ HMI ในโหมด Auto ของเครื่องบรรจุน้ำ

4.2.1 วิธีการทดลอง

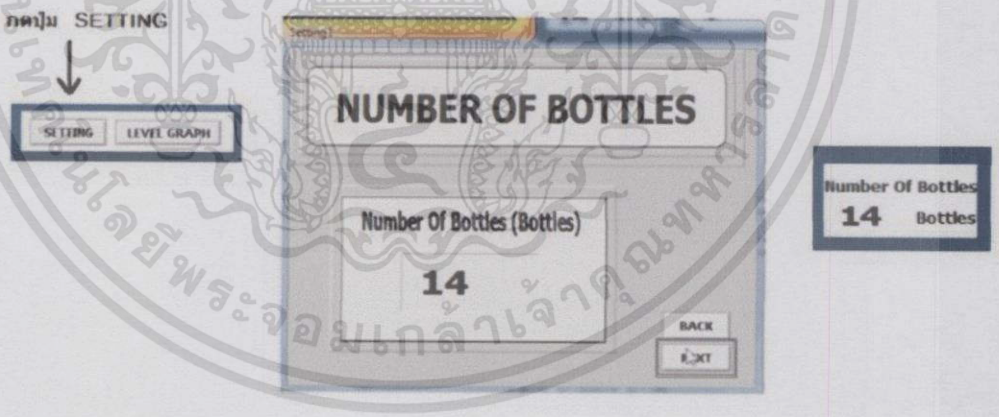
1 เลือกระบบควบคุมแบบโหมด Auto และใส่จำนวนขวดที่ต้องการผลิต จากนั้นเลือกระดับความเร็วของมอเตอร์ตามอัตราการผลิตที่ถูกกำหนดไว้ คือ 28 , 30 และ 32 ขวดต่อนาที ผ่านทางหน้าจอ Wonderware InTouch และกดปุ่ม START

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 หน้าต่าง HMI แสดงการเลือกโหมด Auto

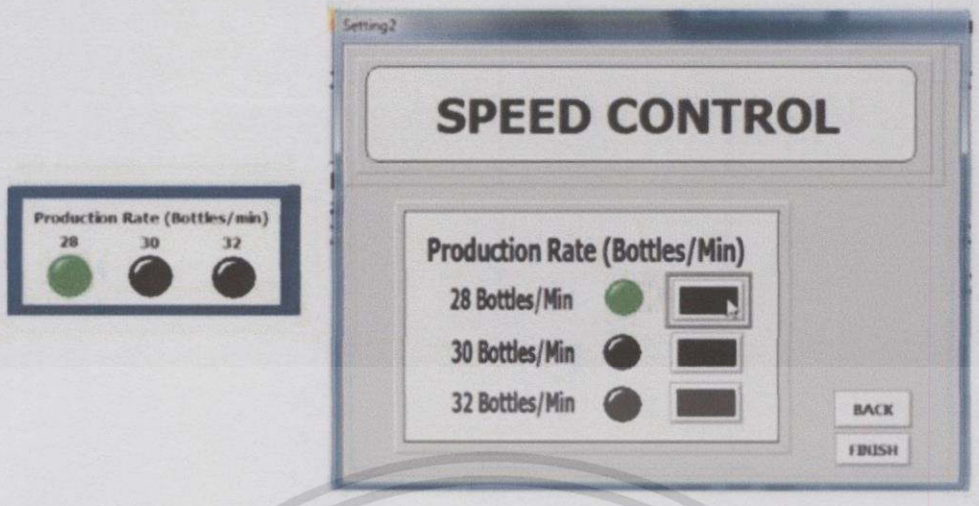
เมื่อเลือกระบบควบคุมแบบโหมด Auto หน้าจอหลักของกระบวนการจะมีการแสดงสถานะการเลือกโดยจะมีไฟสีเขียวที่ตรงสถานะโหมด Auto



รูปที่ 4.4 การใส่ค่าจำนวนขวดที่ต้องการผลิต

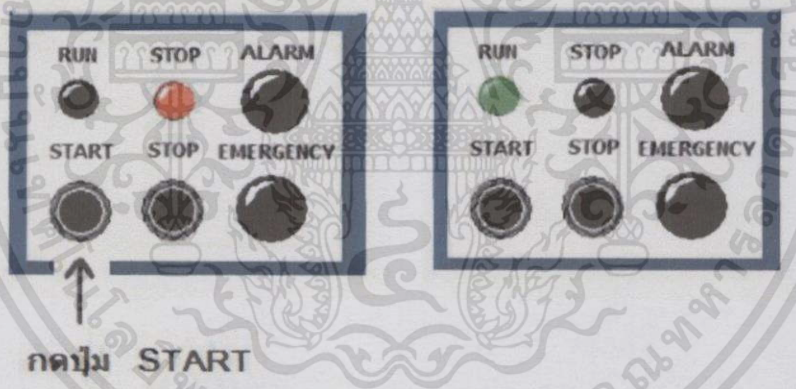
การใส่ค่าจำนวนขวดที่ต้องการผลิต โดยเริ่มจากการกดปุ่ม SETTING ที่หน้าจอหลัก หน้าต่างใส่ค่าจำนวนขวดที่ต้องการจะแสดงขึ้นมาเพื่อให้ใส่ค่าจำนวนขวดที่ต้องการ เมื่อใส่ค่าตามที่ต้องการแล้วให้กดปุ่ม NEXT เพื่อไปยังหน้าต่างเลือกอัตราการผลิตต่อไป หรือ กดปุ่ม BACK เพื่อย้อนกลับไปหน้าจอหลัก ในหน้าจอหลักของกระบวนการจะมีการแสดงค่าจำนวนขวดที่ใส่ค่าลงไปในหน้าต่างใส่ค่าด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การเลือกอัตราการผลิต

การเลือกอัตราการผลิตจะสามารถเลือกได้ในหน้าต่างการเลือกอัตราการผลิตหลังจากที่ใส่ค่าจำนวนขวดที่ต้องการผลิตแล้ว เมื่อกดปุ่มเลือกแล้วอัตราการผลิตแล้ว ในหน้าจอหลักจะมีไฟแสดงสถานะอัตราการผลิตเดียวกับที่ได้เลือกไว้ โดยจะเป็นแบบนี้ทั้งสามอัตราการผลิต



รูปที่ 4.6 การเริ่มกระบวนการผลิต

การเริ่มกระบวนการผลิตจะเริ่มเมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้วและกดปุ่ม START ที่หน้าจอหลัก เมื่อกดปุ่ม START แล้วกระบวนการผลิตจะเริ่มผลิตจริงตามที่ได้ตั้งค่าไว้ และจะมีไฟสีเขียวแสดงสถานะ RUN

2 ป้อนขวดน้ำเปล่าเข้ากระบวนการและหยิบขวดออกเมื่อขวดน้ำได้ถูกบรรจุน้ำแล้ว

3 จับเวลา 1 นาที กดปุ่ม STOP

4 ชั่งน้ำหนักปริมาณน้ำและจดบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองระบบควบคุมโหมด Auto ที่ 28 ขวดต่อนาที

ครั้งที่	หัวจ่ายที่	ผลการทดลองปริมาณน้ำในขวด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)				เฉลี่ย
1	1	530	530	525	530	528.75
	2	595	600	600	600	598.75
	3	600	600	605	600	601.25
2	1	520	530	520	535	526.25
	2	600	600	610	590	600
	3	605	605	600	600	602.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองระบบควบคุมโหมด Auto ที่ 30 ขวดต่อนาที

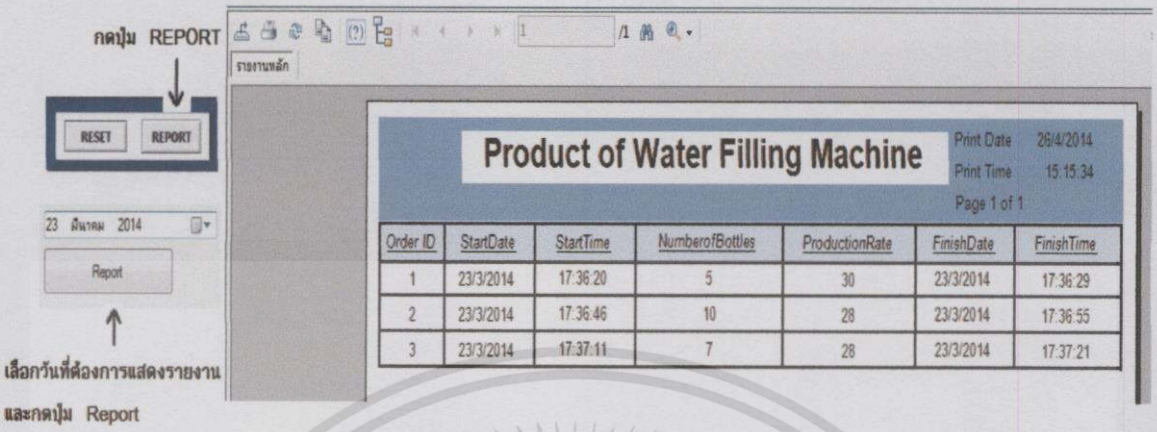
ครั้งที่	หัวจ่ายที่	ผลการทดลองปริมาณน้ำในขวด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)				เฉลี่ย
1	1	520	520	525	540	526.25
	2	560	570	565	560	563.75
	3	600	600	600	600	600
2	1	530	530	520	520	525
	2	555	570	560	570	563.75
	3	600	605	605	595	601.25

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองระบบควบคุมโหมด Auto ที่ 32 ขวดต่อนาที

ครั้งที่	หัวจ่ายที่	ผลการทดลองปริมาณน้ำในขวด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)				เฉลี่ย
1	1	520	515	520	515	517.5
	2	560	560	565	565	562.5
	3	600	600	605	600	601.25
2	1	520	520	520	515	518.75
	2	560	560	565	560	561.25
	3	605	605	600	600	602.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การรายงานผล



รูปที่ 4.7 การรายงานผลการผลิต

การรายงานผลการผลิตจะสามารถเลือกวันที่ทำการผลิตได้ โดยกดปุ่ม REPORT ที่หน้าจอหลักของกระบวนการ และทำการเลือกวันที่ที่ผลิตนั้นๆ กดปุ่ม Report ที่หน้าต่างรายงานผล ข้อมูลที่ต้องการจะแสดงขึ้นเป็นตาราง โดยในตารางจะประกอบไปด้วย Order ID, Start Date, Start Time, Number of Bottle, Production Rate, Finish Date, Finish Time และในรายงานยังมีวันเวลาที่มีการแสดงรายงานผลิต จำนวนหน้า เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการทดลอง

จากการทดลองการติดตามผลและควบคุมของเครื่องบรรจุน้ำโดยใช้ระบบ SCADA โดยเครื่องบรรจุน้ำได้ถูกปรับปรุงแก้ไขจากการทำงานด้วยโหมด Manual มาเป็นโหมด Auto ซึ่งสามารถติดตามผลและควบคุมผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งานหรือ HMI โดยใช้โปรแกรม Wonderware InTouch ในการสร้างและบันทึกข้อมูลการผลิตลงใน Microsoft Access เพื่อเรียกดูข้อมูลย้อนหลังผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

หัวจ่ายน้ำให้ระดับในการเติมน้ำในขวดไม่เท่ากัน เกิดจากปัญหาทางด้านอุปกรณ์หัวจ่ายที่มีคุณลักษณะเป็นแบบการเปิด-ปิดจึงมีความละเอียดในการควบคุมการเติมน้ำไม่เพียงพอ มีการรั่วซึมของน้ำในหลายๆจุดจากข้อต่อเดิมที่ต่างขนาดกัน และการเกิดปัญหากระแสไหลกลับจากตัวมอเตอร์ความคุมความเร็วรอบเข้าสู่พีแอลซีทำให้เกิดอาการกระตุกเมื่อทำการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้วัสดุที่ไม่เกิดสนิม เนื่องจากกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยความสะอาด
2. สามารถนำเครื่องจักรไปต่อยอดความสามารถ เช่น รองรับขวดน้ำได้หลายขนาด มีสายพานลำเรียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ยุทธนา พรมลาม, ยุทธนา แสนสุข, สุธารชัย รุ่งเจริญธรรม. “เครื่องบรรจุน้ำ” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวรรมการวัดคุม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2546

[2] วิศิษฏ์ จาตุรมาน, ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์. “กลศาสตร์ของไหล”. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ บริษัท เอช.เอ็น. กรุ๊ป จำกัด. 2538

[3] “โซลินอยด์วาล์ว” [online]. Available ; http://www.parker.com/portal/site/PARKER/

[4] “Valve” [online]. Available : http://www.compomax.co.th/product/ชนิดของโซลินอยวาล์ว /

[5] “วัดระดับน้ำด้วยความดันแตกต่าง” [online]. Available ; http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=15706&section=9

[6] “อินเวอร์เตอร์” [online]. Available ; http://www.stcontrol.com/th/articles/-(Inverter)-

[7] “Isolator” [online] Avaiable ; http://www.wisco.co.th/main/model/si99

[8] “Noise Filter” [online] Avaiable ; http://www.plceasy.com/Tech_Advisor/noise_partl.asp

[9] “ลิมิตสวิตช์” [online]. Available : http://webserv.kmitl.ac.th/s1010958/web/php/LimitSwitch.php

[10] คฑาหัตถ์ พราหมณี จักรินทร์ เปลี่ยนสกุล และ ปรมินทร์ แพ่งเมือง. “การประยุกต์ใช้งาน PLC เพื่อการคัดแยกสีผลิตภัณฑ์” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวรรมการวัดคุม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2554

[11] “OPC ” [online]. Available : http://archive.wunjun.com/bigdaddy/3/481.html. 2010.

[12] “Microsoft Access” [online] Avaiable ; http://office.microsoft.com/th-th/access-help/HA010064450.aspx

[13] “SCADA” [online]. Available : http://www.eda.co.th/scada.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ในโครงงาน

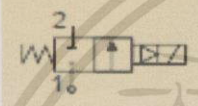
ในส่วนของภาคผนวก ก. จะอธิบายในรายละเอียดสำคัญของอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่ภายในส่วนต่างๆ ของเครื่องบรรจุน้ำ

ก.1 โซลินอยด์วาล์ว

Solenoid Valves for Automation

2/2 way - Normally Closed - Diaphragm pilot operated — **Fittings: G = 3/8" - 1"**

Series **168.1**



N.C.
Normally closed
Coil energized - open
Coil de-energized - closed

General description:
PARKER series **168.1** solenoid valves are diaphragm pilot operated and therefore require a minimum differential pressure to operate.
They are used for air applications, even with high operating frequencies. The diaphragm is made of plastic with a fabric reinforcement.
Series **168.1** valves are **normally closed**.
On request and for large orders, all the models can be supplied with manual control (MC).

Temperatures:
The working temperature for fluids is:
maximum +90°C
minimum -10°C
The maximum ambient temperature is:
•with class "F" coils: +50°C
•with class "H" coils: +90°C

Application:
Series **168.1** solenoid valves are ideal for air applications where high flow rates with high operating frequencies are required.
Some typical application examples are:
• Air compressors;
• Dust removal systems;
• Systems of distribution by compressed air;
• Pneumatic mail;
• Suction systems.

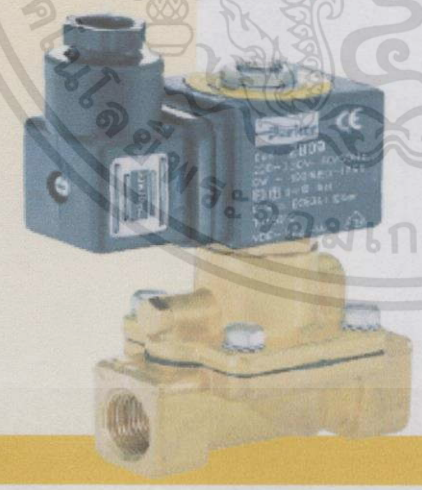
Coils:
For series **168.1** valves class "F" coils (155°C) are available encapsulated in thermoplastic containing 30% glass fiber (types: ZB, YB).
Class "H" coils (180°C) are also available encapsulated in thermoplastic containing 40% glass fiber (type: ZB).
All the coils are for continuous service, 100% E.D.
The rated voltage tolerance is:
±10% for A.C. power supply and
+10% -5% for D.C.
The "Z" and "Y" coils can be used on a.c. with frequency of 50/60Hz (dual frequency).
The "Z" coils have Pasion terminals for DIN **43650A** connectors with protection to **IP65**.
The "Y" coil has terminals with 2 x 1,000 mm cables with protection to **IP67**.

Installation:
The valves can be mounted in any position without jeopardising their operation. It is however advisable to install them with the coil in a vertical position above the body.

Approvals:
• Coil certification:
ZB 09 24V/50-60Hz, 115V/50-60Hz, 220-230V/50-60Hz, 240V/50-60Hz
ZB 12 12V DC, 24V DC
YB 09 220-230V/50-60Hz

• For the coil:
ZB 09 220-230V/50-60Hz, 240V/50-60Hz

• UL Recognized Comp. Mark for the coil:
ZB 09 24V/60Hz, 110-120V/60Hz, 208-240V/60Hz
YB 09 24V/60Hz, 110-120V/60Hz, 208-240V/60Hz



Series **168.1**

Parker Climate & Industrial Controls

Parker Hannifin S.p.A.
via E. Fermi, 5
20060 Cassano (Milano) - Italy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

for: air

MATERIALS

• Valve body:	OT58 UNI 5705 brass stamping
• Seals:	NBR (Buna N)
• Enclosing tube:	AISI 304 stainless steel
• Plunger:	AISI 430 F stainless steel
• Spring:	AISI 302 stainless steel
• Shading ring:	Copper

ELECTRICAL FEATURES

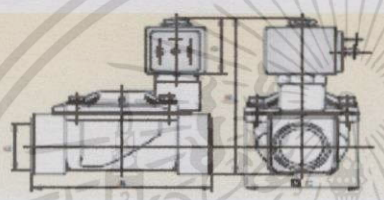
Coil type [ ]		Power [W]		Insulat. class
A.C.(~)	D.C.(–)	A.C.(~)	D.C.(–)	
ZB 09	ZB 12	9	12	F
YB 09	YB 12	9	12	F
ZH 14	ZH 16	14	16	H

SPECIFICATION

Fittings ØC	Valve type	Nominal orifice Ø	Flow coefficient Kv	Minimum pressure	Max differential pressure (M.D.P.D.)		Coil type	Weight	Notes
					in A.C.(~)	in D.C.(–)			
["]	[ ]	[mm]	[m³/h]	[bar]	[bar]	[bar]	[ ]	[Kg]	[ ]
3/8	168.1 A	13	2,0	0,5	16	16	Z - Y	0,550	1
1/2	168.1 A	13	2,5	0,5	16	16	Z - Y	0,580	1
3/4	168.1 C	20	7,0	0,5	16	16	Z - Y	1,020	1
1	168.1 D	25	8,0	0,5	16	16	Z - Y	1,080	1

Note: 1) NP (nominal pressure): 25 bar.

DIMENSIONS



Fittings ØC	A	B	C	D
["]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
3/8	69,0	92,5	40,0	37,5
1/2	72,0	96,5	40,0	37,5
3/4	100,0	101,0	65,0	37,5
1	104,0	106,5	65,0	37,5

ORDER CODE

PM 168.1 N [V] [Hz] A.C. D.C.

VALVE BODY	FITTINGS	
	A	3/8"
		1/2"
	C	3/4"
	D	1"

Coil type	24 V 50/60 Hz	115V 50/60 Hz	220-230 V 50/60 Hz	240 V 50/60 Hz	12 V d.c.	24 V d.c.
ZB 09	•	•	•	•		
ZB 12					•	•
YB 09	•	•	•			
YB 12					•	•
ZH 14	•	•	•			
ZH 16						•

SEALS

SERIES		
	N	NBR (Buna N)

Coil type	24 V / 50 Hz	110-120 V / 60 Hz	208-240 V / 60 Hz
ZB 09 UL	•	•	•
YB 09 UL	•	•	•

Note: Valve supplied with body (PM) and coil separate. Connector to be ordered separately.

Parker Climate & Industrial Controls

Parker Hannifin S.p.A.
via E. Fermi, 5
20060 Cassina (Milano) - Italy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 อินเวอร์เตอร์

HITACHI
Inspire the Next

L200 Series Inverter Instruction Manual

- Single-phase Input 200V Class
- Three-phase Input 200V Class
- Three-phase Input 400V Class

Manual Number: NB660XA
September 2004

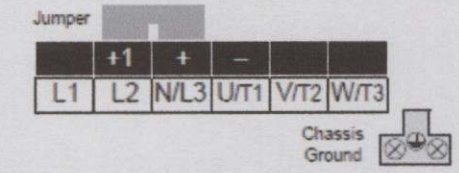
After reading this manual, keep it handy for future reference.

Hitachi Industrial Equipment Systems Co., Ltd.

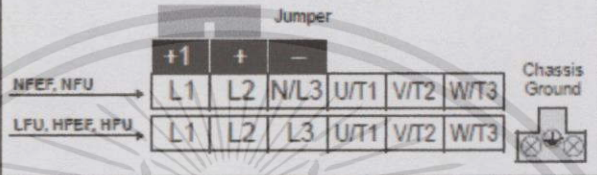
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Please use the terminal arrangement below corresponding to your inverter model.

Inverter models L200–002NFEF/NFU, –004NFEF/NFU, –005NFEF



Inverter models L200–007NFEF to –022NFEF, –037LFU, –004HFEF/HFU to –040HFEF/HFU



Inverter models L200–055LFU, –075LFU, –055HFEF/HFU, –075HFEF/HFU

NOTE: An inverter powered by a portable power generator may receive a distorted power waveform, overheating the generator. In general, the generator capacity should be five times that of the inverter (kVA).

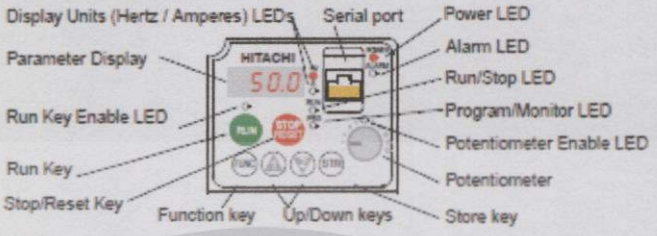
CAUTION: Be sure that the input voltage matches the inverter specifications:
- Single/Three phase 200 to 240 V 50/60 Hz (up to 2.2kW) for NFEF/NFU models
- Three phase 200 to 240V 50/60Hz (above 2.2kW) for LFU models
- Three phase 380 to 480 V 50/60Hz for HFEF models

CAUTION: Be sure not to power a three-phase-only inverter with single phase power. Otherwise, there is the possibility of damage to the inverter and the danger of fire.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Using the Front Panel Keypad

Please take a moment to familiarize yourself with the keypad layout shown in the figure below. The display is used in programming the inverter's parameters, as well as monitoring specific parameter values during operation.



Key and Indicator Legend

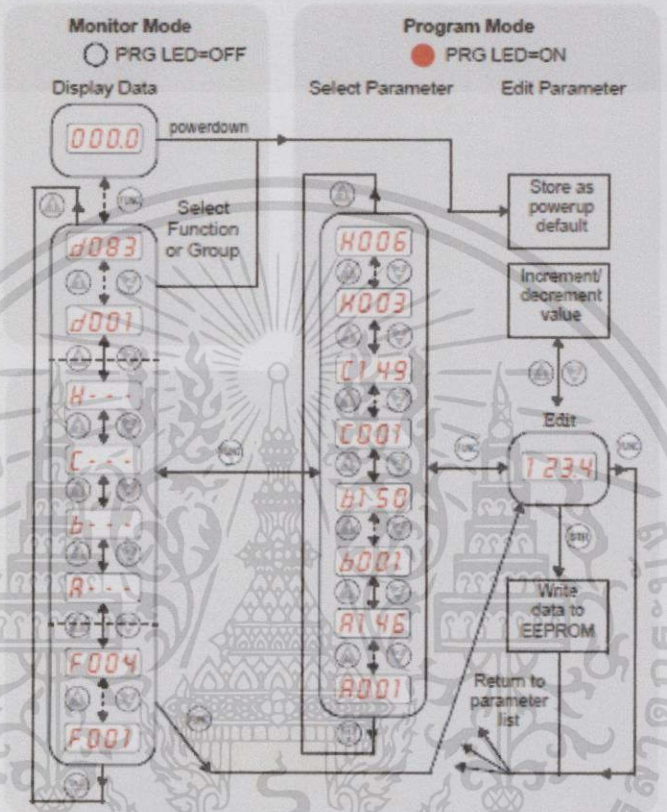
- **Run/Stop LED** - ON when the inverter output is ON and the motor is developing torque (Run Mode), and OFF when the inverter output is OFF (Stop Mode).
- **Program/Monitor LED** - This LED is ON when the inverter is ready for parameter editing (Program Mode). It is OFF when the parameter display is monitoring data (Monitor Mode).
- **Run Key Enable LED** - is ON when the inverter is ready to respond to the Run key, OFF when the Run key is disabled.
- **Run Key** - Press this key to run the motor (the Run Enable LED must be ON first). Parameter F004, Keypad Run Key Routing, determines whether the Run key generates a Run FWD or Run REV command.
- **Stop/Reset Key** - Press this key to stop the motor when it is running (uses the programmed deceleration rate). This key will also reset an alarm that has tripped.
- **Potentiometer** - Allows an operator to directly set the motor speed when the potentiometer is enabled for output frequency control.
- **Potentiometer Enable LED** - ON when the potentiometer is enabled for value entry.
- **Parameter Display** - A 4-digit, 7-segment display for parameters and function codes.
- **Display Units, Hertz/Amperes** - One of these LEDs will be ON to indicate the units associated with the parameter display.
- **Power LED** - This LED is ON when the power input to the inverter is ON.
- **Alarm LED** - ON when an inverter trip is active (alarm relay contacts will be closed).
- **Function Key** - This key is used to navigate through the lists of parameters and functions for setting and monitoring parameter values.
- **Up/Down (△, ▽) Keys** - Use these keys alternately to move up or down the lists of parameter and functions shown in the display, and increment decrement values.
- **Store (STR) Key** - When the unit is in Program Mode and you have edited a parameter value, press the Store key to write the new value to the EEPROM.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Keypad Navigational Map

The L200 Series inverter drives have many programmable functions and parameters. Chapter 3 will cover these in detail, but you need to access just a few items to perform the powerup test. The menu structure makes use of function codes and parameter codes to allow programming and monitoring with only a 4-digit display and a few keys and LEDs. So, it is important to become familiar with the basic navigational map of parameters and functions in the diagram below. You may later use this map as a reference.



The navigational map shows the relationship of all resources of the inverter in one view. In general, use the FUNC. key to move left and right, and the ⚠ ▽ (arrow) keys to move up and down.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้