การประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมกระบวนการ : กรณีศึกษา YOKOGAWA CENTUM VP R6

APPLICATION OF REGULATORY CONTROL SYSTEM: STUDY CASE YOKOGAWA CENTUM VP R6

กฤษณ์อนงค์ ว่องวิไลรัตน์

นิติพัฒน์ โรจน์ทนานันท์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

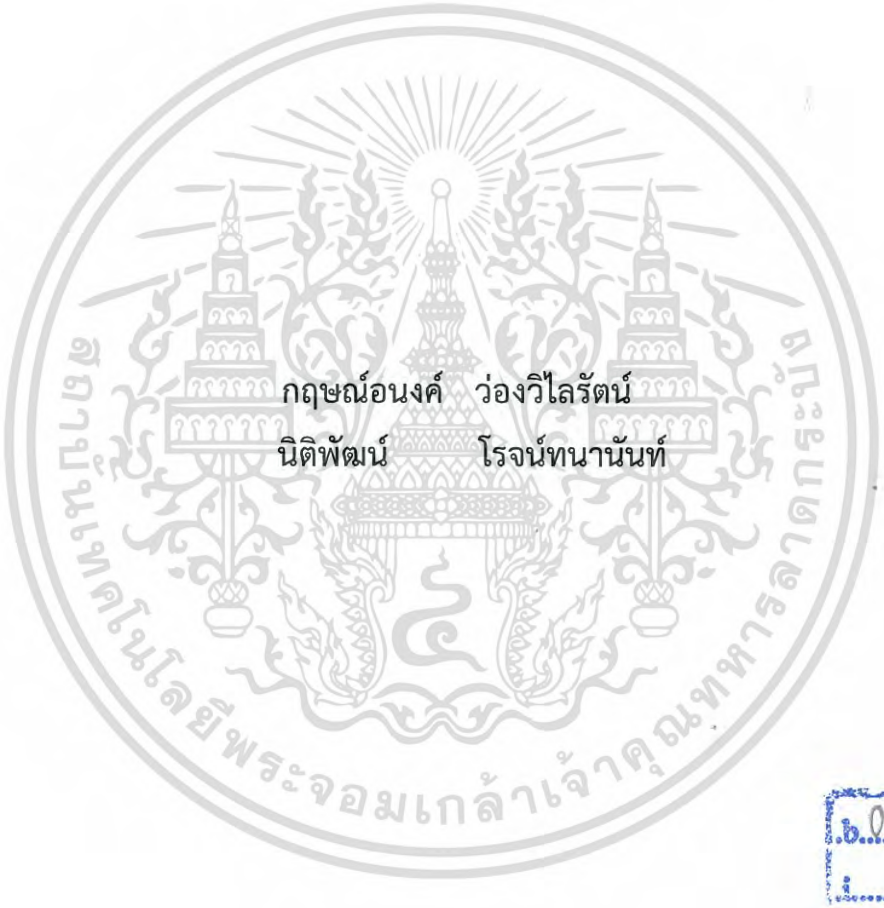
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

การประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมกระบวนการ : กรณีศึกษา YOKOGAWA CENTUM VP R6

APPLICATION OF REGULATORY CONTROL SYSTEM: STUDY CASE YOKOGAWA CENTUM VP R6

กฤษณ์อนงค์ ว่องวิไลรัตน์
นิติพัฒน์ โรจน์ทนานันท์



b.00266123
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION OF REGULATORY CONTROL SYSTEM: STUDY CASE YOKOGAWA CENTUM VP R6

KRITANONG VONGVILAIRAT

NITIPAT ROTETANANUN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERIG

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมกระบวนการ : กรณีศึกษา YOKOGAWA CENTUM VP R6

APPLICATION OF REGULATORY CONTROL SYSTEM : STUDY CASE YOKOGAWA CENTUM VP R6

นักศึกษาผู้จัดทำ นางสาวกฤษณ์อนงค์ ว่องวิไลรัตน์ **รหัสนักศึกษา** 57010041

นายนิติพัฒน์ โรจน์ทนานันท์ **รหัสนักศึกษา** 57010685

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
รองศาสตราจารย์สักรียา ชิตวงศ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมกระบวนการ : กรณีศึกษา YOKOGAWA CENTUM VP R6 APPLICATION OF REGULATORY CONTROL SYSTEM: STUDY CASE YOKOGAWA CENTUM VP R6
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวกฤษณ์อนงค์ ว่องวิไลรัตน์ รหัสนักศึกษา 57010041 นายนิติพัฒน์ โรจน์ทนานันท์ รหัสนักศึกษา 57010685
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์สักรียา ชิตวงศ์
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษา และพัฒนาระบบควบคุมกระบวนการ โดยเครื่องมือที่ใช้ในศึกษาและทดสอบกระบวนการ คือ ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทโยโกกาวา รุ่น Centum VP R6 ซึ่งวิธีการดำเนินงาน คือ (1) ศึกษาโครงสร้างและการใช้งานซอฟต์แวร์ (2) ศึกษาวิธีการควบคุมกระบวนการ (3) ออกแบบระบบควบคุมกระบวนการและทดสอบโปรแกรมควบคุมกระบวนการ สำหรับการทดสอบผลลัพธ์ของการควบคุมกระบวนการมี 2 กรณี กรณีที่ 1 ทดสอบโปรแกรมควบคุมกระบวนการโดยการจำลองกระบวนการด้วยซอฟต์แวร์ของระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทโยโกกาวา รุ่น Centum VP R6 กรณีที่ 2 การทดสอบโปรแกรมควบคุมกระบวนการ โดยการควบคุมกระบวนการในห้องปฏิบัติการ ซึ่งระบบควบคุมแบบกระจายส่วนนี้สามารถควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ได้ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ในส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้ยังสามารถตั้งค่าเป้าหมาย ดูค่ากระบวนการผลิต เปลี่ยนสถานะโหมดของระบบควบคุม และสามารถแจ้งเตือนเมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นกับกระบวนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	APPLICATION OF REGULATORY CONTROL SYSTEM: STUDY CASE YOKOGAWA CENTUM VP R6
Authors	Ms. Kritanong Vongvilairat
	Mr. Nitipat Rotetananun
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Sakreya Chitwong
Year	2017

ABSTRACT

The purposes of this thesis were to investigate the process control system by using Distributed Control System of Yokogawa series Centum VP R6. The investigation begins from the familiarization at the system architecture, configuration and libraries of the Centum VP R6. The process control itself is then designed and implemented in order to test the effectiveness of the control. Two tests are considered. The first test is the simulation environment where the process is simulated and controlled within the Centum VP R6. The second test is the implementation of the designed system in a laboratory. Results show that the developed system is effective and allows to observe the process in real time and be notified if a fault occurs within the system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดีนั้น ทั้งนี้ผู้จัดทำต้องขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สักรียา ชิตวงศ์ ซึ่งท่านเป็นอาจารยที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งให้คำปรึกษา ให้แนวคิดและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์เพื่อการปรับปรุงแก้ไขปริญญานิพนธ์ให้มีความเหมาะสม มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่ได้วางไว้

ขอขอบคุณบุคลากรและคณาจารย์คณะวิชาวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ บุคลากรประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการต่าง ๆ อย่างดียิ่ง ตลอดจนเพื่อนๆนักศึกษาวิศวกรรมการวัดคุมทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ และกระตุ้นให้เกิดความเพียรพยายามในการแก้ไขปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่าง ๆ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และบุคลากรคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมการวัดคุม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือประสานงาน สละเวลาในการให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้อุปกรณ์ในการทำการปริญญานิพนธ์

ท้ายนี้ผู้จัดทำใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่และน้องทุกคน ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 สาระสำคัญของโครงการ.....1

1.2 หลักการและเหตุผล.....1

1.3 วัตถุประสงค์.....1

1.4 ขอบเขต.....2

1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....2

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 พื้นฐานระบบควบคุม.....3

2.1.1 ประวัติความเป็นมาของระบบควบคุม.....3

2.1.2 คำนิยามและโครงสร้างพื้นฐานของระบบควบคุม.....4

2.1.3 ชนิดของระบบควบคุม.....5

2.1.4 รูปแบบของการควบคุม.....6

2.1.4.1 ระบบควบคุมแบบวงรอบเปิด(Open loop control system).....7

2.1.4.2 ระบบควบคุมแบบวงรอบปิด(Closed loop control system).....8

2.1.4.3 เปรียบเทียบระบบควบคุมแบบวงรอบปิดและวงรอบเปิด.....9

2.2 ทฤษฎีการควบคุมแบบคาดเคด.....10

2.3 ทฤษฎีระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน.....12

2.3.1 พัฒนาการของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน.....12

2.3.2 วิวัฒนาการของระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ.....12

2.3.3 ส่วนประกอบของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน.....14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.3.1 ส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน (Human Interface Station).....14
2.3.3.2 ส่วนหน่วยวิศวกรรม (Engineering Station) 16
2.3.3.3 ส่วนในการควบคุมและประมวลผล (Field Control Station).....16
2.3.3.4 ส่วนเครือข่ายสื่อสารหลัก (Backbone Network).....17
2.3.3.5 ส่วนตู้ต่อสาย (Marshalling Cabinet).....17
2.3.4 อินพุตและเอาต์พุตของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน.....17
2.3.4.1 อินพุตแบบอนาล็อก (Analogue Input).....17
2.3.4.2 เอาต์พุตแบบอนาล็อก (Analogue output).....18
2.3.4.3 อินพุตแบบดิจิตอล (Digital Input).....18
2.3.4.4 เอาต์พุตแบบดิจิตอล (Digital output).....18
2.3.4.5 Pulse Input.....19
2.3.5 หลักการควบคุมในระบบควบคุมแบบกระจายส่วน.....19
2.3.5.1 การควบคุมแบบ Loop Control (Regulatory Control).....19
2.3.5.2 การควบคุมแบบลำดับขั้นตอน (Sequence Control).....19
2.3.6 ข้อดี/ข้อเสียของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน.....20
2.4 การปรับตั้งค่าพีไอดี.....21
2.4.1 วิธีการของซีเกลอร์-นิโคลส์.....22
2.4.2 วิธีการของเชน-ฮรอน-เรสวิก หรือซีเอชอาร์.....23

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....24
3.1 โครงสร้างของกระบวนการ.....24
3.1.1 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม.....24
3.1.2 แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ 25
3.1.3 องค์ประกอบของกระบวนการ.....27
3.1.3.1 วาล์วควบคุม (Control Valve).....27
3.1.3.2 เครื่องมือวัดความดัน และเครื่องมือวัดความแตกต่างของความดัน...27
3.1.3.3 เครื่องมือวัดระดับ (Level Transmitter).....28
3.1.3.4 ตัวควบคุม (Controller) 29
3.1.3.5 สถานีวิศวกรรม (Engineering Station).....30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.3.6 โปรแกรม Centum VP รุ่น R6 30

3.2 ฟังก์ชันบล็อกที่ทำการศึกษา 31

3.2.1 First-Order Lag Block (LAG) 31

3.2.2 Dead-Time Block (DLAY) 36

3.2.3 Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW) 41

3.2.3 Ratio Set Block (RATIO) 45

3.3 การออกแบบระบบควบคุมกระบวนการ 60

3.3.1 การควบคุมอัตราการไหล 60

3.3.2 การควบคุมระดับโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด 61

3.3.2 การควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน 62

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 63

4.1 วิธีการทดลอง 63

4.2 ผลการทดลอง 63

4.2.1 การควบคุมอัตราการไหล 64

4.2.2 การควบคุมระดับโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด 66

4.2.3 การควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน 69

4.3 การเขียนโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน 71

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 74

5.1 สรุปผลการทดลอง 74

5.2 วิเคราะห์ปัญหาและข้อเสนอแนะ 75

บรรณานุกรม 76

ภาคผนวก 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงสูตรการคำนวณหาค่าพีไอดี....23

3.1 แสดงประเภทการเชื่อมต่อ และปลายทางการเชื่อมต่อของ I / O ของ First-Order Lag Block (LAG)....32

3.2 Data Items ของ First-Order Lag Block (LAG)....34

3.3 แสดงประเภทการเชื่อมต่อ และปลายทางการเชื่อมต่อของ I / O ของ Dead-Time Block (DLAY)....36

3.4 Data Items ของ Dead-Time Block (DLAY)....39

3.5 แสดงประเภทการเชื่อมต่อ และปลายทางการเชื่อมต่อของ I / O ของ Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW)....41

3.6 Data Items ของ Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW)....43

3.7 แสดงประเภทการเชื่อมต่อ และปลายทางการเชื่อมต่อของ I / O ของ Ratio Set Block (RATIO)....46

3.8 แสดงการควบคุม การคำนวณ และการทำงานของ Ratio Set Block (RATIO)....47

3.9 การตั้งค่าเริ่มต้นของการติดตามค่าอัตราส่วน....53

3.10 Initialization Manual Condition....55

3.11 Data Items ของ Ratio Set Block (RATIO) (1/2)....57

3.12 Data Items ของ Ratio Set Block (RATIO) (2/2)....59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ส่วนประกอบของระบบควบคุม	4
2.2	ระบบควบคุมแบบวงรอบเปิด	7
2.3	ระบบควบคุมแบบวงรอบปด	8
2.4	ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ	9
2.5	ไดอะแกรมการควบคุมแบบคาสเคด	10
2.6	แสดงตัวอย่างการควบคุมระดับน้ำด้วยวิธีแบบคาสเคด	11
2.7	Direct Digital Control	13
2.8	โครงสร้างระบบควบคุมแบบกระจายส่วน	14
2.9	ส่วนเครือข่ายสื่อสารหลัก	17
2.10	Discrete-Output Controller	22
2.11	Analog-Output Controller (PID Group)	22
2.12	วิธีการของซีเกลอร์-นิโคลส์	23
2.13	วิธีการของเชน-ฮรอน-เรสวิก หรือซีเอชอาร์	23
3.1	การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม	25
3.2	P&ID ของกระบวนการทั้งหมด	25
3.3	รายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ	26
3.4	วาล์วควบคุมยี่ห้อ KFM Regelungstechnik GmbH และตัวควบคุมตำแหน่งยี่ห้อ Young Tech	27
3.5	เครื่องมือวัดความแตกต่างของความดัน ยี่ห้อโยโกกาวา รุ่น EJX110B	28
3.6	เครื่องมือวัดระดับ ยี่ห้อโยโกกาวา รุ่น EJX110B	29
3.7	ตัวควบคุมของโยโกกาวา	30
3.8	แผนภาพ First-Order Lag Block (LAG)	32
3.9	Example of the Step Response Action of First-Order Lag Block (LAG)	34
3.10	ภาพฟังก์ชันบล็อกของ Dead-Time Block (DLAY)	36
3.11	Action Example of Dead Time Block (DLAY)	38
3.12	ฟังก์ชันบล็อกของ Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW)	41
3.13	แผนภาพ Ratio Set Block (RATIO)	45
3.14	แผนภาพแสดงการประมวลผล การคำนวณ และการควบคุมภายในของ Ratio Set Block (RATIO)	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.15 ตัวอย่างการใช้ Ratio Set Block (RATIO).....46

3.16 ตัวอย่างการควบคุมอัตราส่วนการไหล.....50

3.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเป้าหมาย (SV, CSV และ RSV).....52

3.18 ตัวอย่างของ Ratio Setpoint Value Ramp Action.....54

3.19 การเขียนโปรแกรมการควบคุมอัตราการไหล.....61

3.20 การเขียนโปรแกรมการควบคุมระดับโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด.....62

3.21 การเขียนโปรแกรมการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน.....62

4.1 ผลการทดลองควบคุมอัตราการไหลขาขึ้น: การควบคุมอัตราการไหลด้วยตัวควบคุม.....64
แบบพีไอดี
(ก) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 0 % ไปยัง 25 %
(ข) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 25 % ไปยัง 50 %

4.2 การกำหนดค่าเทอมของสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์.....64

4.3 ผลการทดลองควบคุมอัตราการไหลขาลง : การควบคุมอัตราการไหลด้วยตัวควบคุม.....65
แบบพีไอดี
(ก) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 50 % ไปยัง 25 %
(ข) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 25 % ไปยัง 0 %

4.4 ผลการทดลองควบคุมระดับขาขึ้น : การควบคุมระดับน้ำในถังโดยวิธีการแบบคาสเคด.....66
(ก) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 0% ถึง 25%
(ข) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 25% ถึง 50%
(ค) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 50% ถึง 75%
(ง) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 75% ถึง 100%

4.5 ผลการทดลองควบคุมระดับขาลง : การควบคุมระดับน้ำในถังโดยวิธีการแบบคาสเคด.....67
(ก) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 100% ถึง 75%
(ข) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 75% ถึง 50%
(ค) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 50% ถึง 25%
(ง) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 25% ถึง 0%

4.6 ตั้งค่าโหมดการทำงานของตัวควบคุมและอุปกรณ์สำหรับการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้.....69
การควบคุมแบบอัตราส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.7 ผลการทดลองควบคุมอัตราการไหลขาขึ้น : การควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุม 70
แบบอัตราส่วนด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดี
4.8 ผลการทดลองควบคุมอัตราการไหลขาลง : การควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุม 70
แบบอัตราส่วนด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดี
4.9 หน้าจอแสดงผลกระบวนการโดยรวมทั้งหมด 71
4.10 หน้าจอแสดงผลกระบวนการการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ 72
4.11 หน้าจอแสดงผลกระบวนการการควบคุมระดับน้ำในถังโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด.....72
4.12 หน้าจอแสดงผลกระบวนการการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน.....72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาและพัฒนาระบบการควบคุมกระบวนการ โดยการพัฒนาโปรแกรมควบคุมกระบวนการ สำหรับการทดสอบผลลัพธ์ของการควบคุมมี 2 กรณี กรณีที่ 1 ทดสอบโปรแกรมควบคุมกระบวนการ โดยการจำลองกระบวนการด้วยซอฟต์แวร์ของระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทโยโกกาวา รุ่น Centum VP R6 กรณีที่ 2 ทำการทดสอบโปรแกรมควบคุมกระบวนการ โดยการควบคุมกระบวนการในห้องปฏิบัติการ

1.2 หลักการและเหตุผลของปริญญานิพนธ์

เนื่องจากอุตสาหกรรมการผลิตต่าง ๆ อย่างเช่น โรงกลั่นน้ำมัน โรงแยกก๊าซ โรงงานปิโตรเคมี โรงไฟฟ้า โรงงานผลิตอาหาร ตลอดจนอุตสาหกรรมขุดเจาะก๊าซและน้ำมัน มีความจำเป็นต้องใช้งานระบบควบคุมกระบวนการทั้งสิ้น ดังนั้นระบบควบคุมแบบกระจายส่วนเป็นทางเลือกหลักที่ถูกนำไปใช้งานสำหรับการควบคุมกระบวนการที่มีจำนวนอินพุต เอาต์พุต และลูปการควบคุมจำนวนมาก และมีความความสลับ ซับซ้อน ยิ่งขึ้น

ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทโยโกกาวา รุ่น Centum VP R6 ได้รับความนิยมใช้งานในวงการอุตสาหกรรมในประเทศไทยอย่างกว้างขวาง ดังนั้นการศึกษาระบบการควบคุมกระบวนการ โดยใช้งานระบบควบคุมแบบกระจายส่วนดังกล่าว จึงเป็นการศึกษาเพิ่มเติมจากการเรียนภาคทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ เพื่อการใช้งานได้จริง และเป็นการเพิ่มทักษะ ขีดความสามารถของนักศึกษาที่จบการศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม ซึ่งจะเป็นวิศวกรด้านการวัดและควบคุมต่อไปในอนาคต

1.3 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาวิธีการใช้งานระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทโยโกกาวารุ่น Centum VP R6
2. ศึกษาวิธีการควบคุมกระบวนการ
3. ออกแบบวิธีการควบคุมกระบวนในห้องปฏิบัติการ
4. จัดทำเอกสารเกี่ยวกับการวัดและควบคุม
5. พัฒนาโปรแกรมควบคุมกระบวนการ สำหรับควบคุมกระบวนการจำลอง และกระบวนการในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สามารถนำความรู้เพื่อการประกอบอาชีพต่อไป

1.4 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

พัฒนาโปรแกรมควบคุมกระบวนการ และโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งาน ด้วยระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทโยโกกาวา รุ่น Centum VP R6 จัดทำเอกสารเกี่ยวกับการวัดและควบคุม ทดสอบระบบควบคุมกระบวนการทั้งหมด

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาวิธีการใช้งานระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทโยโกกาวารุ่น Centum VP R6
2. ออกแบบระบบควบคุมกระบวนการ
3. ทำการพัฒนาโปรแกรมควบคุมกระบวนการ และโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งาน
4. จัดทำเอกสารด้านการวัดและควบคุม
5. ทดสอบผลการควบคุม ทั้งกรณีกระบวนการจำลอง และกระบวนการในห้องปฏิบัติการ
6. จัดทำรายงานเล่มปริญญานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถพัฒนาโปรแกรมควบคุมกระบวนการ โดยการใช้งานระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทโยโกกาวา รุ่น Centum VP R6
2. สามารถพัฒนาโปรแกรมควบคุมกระบวนการ สำหรับควบคุมกระบวนการจำลอง
3. สามารถพัฒนาโปรแกรมควบคุมกระบวนการ สำหรับควบคุมกระบวนการในห้องปฏิบัติการ
4. สามารถพัฒนาโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งาน เพื่อสั่งงานควบคุมกระบวนการ พร้อมทั้งแสดงผลค่าต่าง ๆ ของกระบวนการ
5. สามารถจัดทำเอกสารเกี่ยวกับการวัดและควบคุม
6. สามารถนำความรู้ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อการประกอบอาชีพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการการควบคุมกระบวนการ โดยเริ่มจากความรู้พื้นฐานในเรื่องของระบบควบคุม ทั้งคำนิยามและโครงสร้างพื้นฐาน ชนิดและรูปแบบของการควบคุม นอกจากนี้ยังกล่าวถึงทฤษฎีการควบคุมแบบคาสเคด ทฤษฎีและหลักการการควบคุมแบบกระจายส่วน และการปรับตั้งค่าพีไอดี ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้จัดทำควรทราบ เพื่อจะได้ทำให้การออกแบบระบบควบคุมเป็นไปได้อย่างถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 พื้นฐานระบบควบคุม

ในพื้นฐานของระบบควบคุมนั้น จะกล่าวถึงประวัติความเป็นมา คำนิยามและโครงสร้างพื้นฐาน ชนิดของระบบควบคุม รูปแบบของการควบคุม

2.1.1 ประวัติความเป็นมาของระบบควบคุม

ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ได้มีการค้นพบว่ามีการนำระบบควบคุมเข้ามาใช้งาน โดยมีหลักฐานปรากฏว่าเริ่มมีการใช้กับงานชลประทาน ที่มีต้องการควบคุมระดับน้ำที่จะแจกจ่ายไปยังพื้นที่เกษตรกรรมต่อมาในปี ค.ศ.1760 เจมส์ วัตต์ ได้เป็นผู้ริเริ่มการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยเขาได้นำมาใช้ในการออกแบบและควบคุมเครื่องจักรไอน้ำ รวมทั้งงานอื่น ๆ ที่เขาได้คิดค้นและพัฒนาขึ้นในภายหลัง ในช่วงสมัยสงครามโลกครั้งที่สอง พัฒนาการของระบบควบคุมเริ่มมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เพื่อนำมาใช้ในพัฒนาอาวุธยุทโธปกรณ์ต่าง ๆ ให้ก้าวหน้ากว่าประเทศคู่แข่ง พัฒนาการของระบบควบคุมแบ่งได้เป็น 2 ช่วงหลักๆ คือ

ระบบควบคุมแบบดั้งเดิม (Classical Control Systems) เป็นระบบควบคุมที่พัฒนาขึ้นในช่วงแรกๆ ที่มีการนำเอาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ซับซ้อนมากนักมาใช้ควบคุมระบบที่เป็นเชิงเส้น (Linear Systems) และระบบที่ไม่แปรเปลี่ยนตามเวลา (Time-invariant Systems) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของฟังกชันถ่ายโอน (Transfer Functions) ตัวอย่างของทฤษฎีที่เกี่ยวกับระบบควบคุมแบบดั้งเดิม ได้แก่ ระบบควบคุมพีไอดี (PID Controllers) , เส้นทางเดินราก(Root Locus) , แผนภาพโบด(Bode Plot) และแผนภาพไนควิสท์ (Nyquist Plot) เป็นต้น

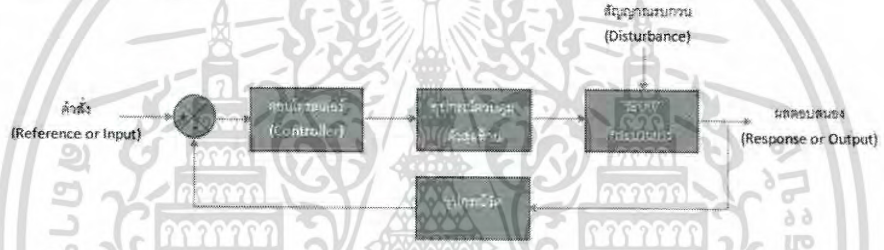
ระบบควบคุมสมัยใหม่ (Modern Control Systems) เป็นระบบควบคุมที่ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงหลังเนื่องมาจากข้อจำกัดในการใช้งานของทฤษฎีของระบบควบคุมแบบดั้งเดิม ที่มีการจำกัดการใช้งานกับระบบที่เป็นเชิงเส้น (Linear Systems) และระบบที่ไม่แปรเปลี่ยนตามเวลา (Time-invariant Systems)เท่านั้น ซึ่งในการปฏิบัติงานนั้น ระบบมักจะไม่เป็นเชิงเส้น (Non-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

linear Systems) และมีการแปรเปลี่ยนตามเวลา (Time-variant Systems) โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในระบบควบคุมแบบดั้งเดิมมักมีข้อจำกัดในการใช้งานกับระบบประเภทนี้ จึงเป็นที่มาของการเริ่มคิดค้นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิธีการควบคุมรูปแบบใหม่ขึ้นมา ตัวอย่างของทฤษฎีเกี่ยวกับระบบควบคุมสมัยใหม่นี้ ได้แก่ ระบบที่อาศัยรูปแบบของสมการสเตท (State Variable) ในการคำนวณ, ระบบควบคุมความเหมาะสม (Optimal Control), ระบบควบคุมแบบปรับตัวได้ (Adaptive Control), ระบบควบคุมลูกผสม (Hybrid Control), โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) และตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) เป็นต้น

2.1.2 คำนิยามและโครงสร้างพื้นฐานของระบบควบคุม

ระบบ (System) หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกันและมีความสัมพันธ์กันระหว่างกระบวนการเหล่านั้น และเชื่อมต่อกันเพื่อทำงานใดงานหนึ่งให้บรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของระบบควบคุม [7]

ควบคุม (Control) หมายถึง รักษาไว้ให้เป็นตามระเบียบ การกำกับดูแลบังคับสั่งการ

ระบบควบคุม (Control Systems) หมายถึง การจัดการปริมาณที่สนใจเพื่อให้ได้ค่าที่ต้องการหรือค่าที่ตั้งไว้

สัญญาณด้านเข้า (Reference or Input) หมายถึง ค่าที่ตั้งไว้ (Set Point) หรือผลตอบสนองที่ต้องการของระบบที่ต้องการควบคุมที่ได้กำหนดไว้

สัญญาณด้านออก (Output) หมายถึง ผลตอบสนองของระบบหรือกระบวนการที่ถูกควบคุม ซึ่งโดยทั่วไปจะต้องการควบคุมให้สัญญาณด้านออกมีค่าตามสัญญาณด้านเข้าที่กำหนด (หรือตามค่าของสัญญาณด้านเข้าที่เปลี่ยนแปลงไป) หรือมีค่าคงเดิมได้เมื่อมีการรบกวนทั้งภายในและภายนอกที่มากระทำต่อระบบควบคุม

ตัวควบคุม (Controller) หมายถึง เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณควบคุม เพื่อทำหน้าที่ควบคุมให้ระบบหรือกระบวนการที่ต้องการควบคุมมีสัญญาณด้านออกหรือผลตอบสนองตามที่ต้องการ

อุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย (Final Control Element) หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการผลิต ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักๆ คือ วาล์วควบคุม ที่จะทำหน้าที่ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิต ปรับ อุณหภูมิ, ระดับ, อัตราการไหล และ ความดัน และซัตดาวน์วาล์วที่ทำหน้าที่ตัดระบบการผลิตต่าง ๆ ให้หยุดการทำงานเมื่อพบว่าเกิดเงื่อนไขที่ไม่ปลอดภัยต่อกระบวนการผลิต

กระบวนการ (Plant or Process) หมายถึง ระบบหรือกระบวนการที่ถูกควบคุม หรือวัตถุทางกายภาพที่ถูกควบคุม

การรบกวน (Disturbance) หมายถึง สัญญาณรบกวนที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบที่ถูกควบคุม สัญญาณรบกวนนี้อาจเกิดขึ้นที่จุดใด ๆ ในระบบก็ได้ ซึ่งการรบกวนสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

(1) การรบกวนจากภายใน (Internal Disturbance) ซึ่งอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

(2) การรบกวนจากภายนอก (External Disturbance) เป็นการรบกวนที่เกิดขึ้นจากภายนอกระบบ แต่มีผลต่อระบบที่กำลังควบคุม โดยทั่วไปการรบกวนจากภายนอกจะให้เป็นสัญญาณด้านเข้าหนึ่งที่ไม่พึงประสงค์ของระบบควบคุม

อุปกรณ์วัด (Measuring Instruments) หมายถึง เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่วัดค่าของสัญญาณด้านออกของระบบที่ถูกควบคุม ได้แก่ เซนเซอร์ (Sensor) ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) หรืออุปกรณ์แปลงหรือวัดสัญญาณอื่น

2.1.3 ชนิดของระบบควบคุม

Static or Dynamic Systems เป็นระบบที่สัญญาณออกที่เวลา t_1 ขึ้นกับสัญญาณเข้าที่เวลา t_1 เท่านั้น และไม่ขึ้นกับสัญญาณเข้าในอดีตหรือในอนาคตข้างหน้า อาจเรียกว่าเป็นระบบไม่มีความจำ (Zero-memory) เช่น วงจรตัวต้านทาน (resistive network) ถ้าสัญญาณออกขึ้นกับสัญญาณเข้าในอดีต มีความจำ (memory) และมีส่วนประกอบที่สามารถเก็บพลังงานได้ จะเรียกว่าระบบพลวัต

Continuous time or Discrete time Systems ระบบเวลาต่อเนื่อง สามารถอธิบายได้ด้วยสมการเชิงอนุพันธ์ นั่นคือ สัญญาณเข้าและสัญญาณออกมีค่าทุกเวลา ไม่ใช่แต่เฉพาะที่ช่วงเวลาบางช่วง เนื่องจากเวลาเป็นสิ่งต่อเนื่องกัน ระบบกายภาพส่วนใหญ่เป็นระบบเวลาต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามเหตุการณ์ที่สนใจอาจเกิดในแต่ละช่วงของเวลา ถ้าสัญญาณเข้าและสัญญาณออกไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างช่วงเวลา อาจวิเคราะห์ว่าเป็นระบบเวลาไม่ต่อเนื่อง (Discrete time system) และมีแบบจำลองของระบบเป็นสมการผลต่างสืบเนื่อง (Difference equation)

Linear Systems ระบบเชิงเส้น สามารถอธิบายได้ด้วยสมการเชิงอนุพันธ ของสัญญาณเข้าและสัญญาณออกที่มีกำลังหนึ่งเท่านั้น และที่สำคัญที่สุด คือ ระบบต้องเป็นไปตามทฤษฎีการทับซ้อน (Superposition theorem) นั่นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า $y_1(t)$ เป็นสัญญาณออก เนื่องจากสัญญาณเข้า $r_1(t)$

$y_2(t)$ เป็นสัญญาณออก เนื่องจากสัญญาณเข้า $r_2(t)$

สัญญาณออกที่เกิดจากสัญญาณ $r_1(t)$ และ $r_2(t)$ รวมกันมีค่าเท่ากับสัญญาณออก เนื่องจากสัญญาณเข้า $r_1(t)+r_2(t)$

เนื่องจากภาวะไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinearity) อาจเกิดขึ้นได้หลายกรณี และไม่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ทฤษฎีการทับซ้อนจะใช้กับระบบไม่เชิงเส้นไม่ได้ ภาวะไม่เป็นเชิงเส้นอาจทำให้เกิดผลหลายอย่างกับระบบ รวมถึงการแกว่งแบบกระตุ้นตัวเอง (self-excited oscillation) แต่บางครั้งภาวะไม่เป็นเชิงเส้นก็ถูกนำมาใช้ในระบบควบคุม เช่น การควบคุมแบบเปิด-ปิด (ON OFF control) เป็นต้น

ระบบจะเป็นเชิงเส้นถ้าส่วนประกอบในระบบไม่เปลี่ยนลักษณะสมบัติไปตามขนาดของสัญญาณเข้า อย่างไรก็ตามความเป็นเชิงเส้นเป็นการประมาณเท่านั้น เนื่องจากส่วนประกอบจะเปลี่ยนลักษณะถ้าสัญญาณเข้าใหญ่มาก ดังนั้นเมื่อพูดถึงระบบเชิงเส้นหมายถึงที่ขนาดปกติของสัญญาณ

Lumped or Distributed Parameters เป็นระบบแบบพารามิเตอร์เป็นกลุ่มก้อน (Lumped Parameters) อธิบายได้ด้วยสมการอนุพันธ์ธรรมดา เงื่อนไขข้อนี้เป็นจริงถ้าขนาดของระบบเล็กเมื่อเทียบกับความยาวคลื่นของความถี่ที่สำคัญต่อระบบ

ระบบแบบพารามิเตอร์กระจาย (Distributed Parameters) สามารถแสดงโดยสมการอนุพันธย่อยที่มีเวลาและพิกัดอวกาศ (space coordinates) เป็นตัวแปรอิสระที่สำคัญ

ในระบบใหญ่ๆ แบบจำลองของระบบอาจประกอบด้วย พารามิเตอร์กลุ่มก้อนและพารามิเตอร์กระจายในเวลาเดียวกัน เช่น ระบบไฟฟ้ากำลัง (Power system), ระบบโทรศัพท์ (Telephone system),ระบบสื่อสาร (Communication system) ซึ่งเครื่องมือที่สถานีเป็นแบบพารามิเตอร์กลุ่มก้อน แต่การติดต่อระหว่างสถานีเป็นแบบพารามิเตอร์กระจาย การวิเคราะห์ระบบสามารถแยกทำเป็นคนละระบบได้

Time-varying or Time-invariant Systems ระบบที่มีรูปแบบซึ่งแสดงได้ด้วยสมการอนุพันธ์ และมีสัมประสิทธิ์เป็นค่าคงตัวไม่แปรตามเวลา (time invariant) ระบบแบบคงที่เกิดขึ้นเมื่อส่วนประกอบของระบบ และรูปแบบการต่อส่วนประกอบไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ดังนั้นระบบที่ไม่ขึ้นกับสิ่งแวดล้อมอาจพิจารณาว่าเป็นแบบคงที่ได้ ส่วนระบบที่มีพารามิเตอร์ของสมการอนุพันธ์แปรตามเวลา เรียกว่า ระบบแปรตามเวลา (Time-varying) ตัวอย่างของระบบที่แปรตามเวลา ได้แก่ ระบบควบคุมของเครื่องบินซึ่งพารามิเตอร์มีค่าแตกต่างกันมากที่ระดับน้ำทะเลและที่ความสูง 40,000 ฟุต

Deterministic Systems เป็นระบบที่พารามิเตอร์และสัญญาณเข้ามีค่าแน่นอน(ไม่สุ่ม) ส่วนระบบสโตคาสติก คือ ระบบที่มีลักษณะของความสุ่ม (randomness) ในพารามิเตอร์หรือสัญญาณเข้า

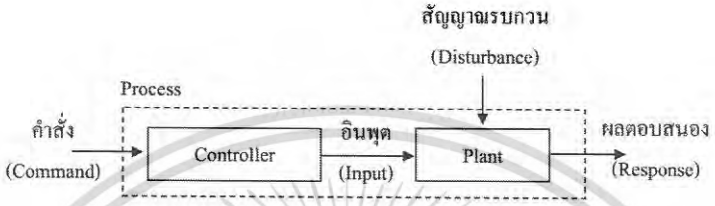
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 รูปแบบของการควบคุม

ระบบควบคุม (Control system) มีโครงสร้าง 2 รูปแบบ คือ

2.1.4.1 ระบบควบคุมแบบวงรอบเปิด (Open loop control system)

ระบบควบคุมแบบวงเปิดเป็นระบบที่เอาต์พุตไม่มีผลต่อการควบคุม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าระบบควบคุมแบบวงเปิดไม่ได้มีการวัดเอาต์พุตเพื่อที่จะป้อนกลับไปเปรียบเทียบกับอินพุต ดังรูปที่ 2.2 [7]



รูปที่ 2.2 ระบบควบคุมแบบวงรอบเปิด [7]

ลักษณะโดยทั่วไปของระบบควบคุมแบบวงรอบเปิด เป็นไปตามรูปที่ 2.2 ในการควบคุมแบบวงรอบเปิด ตัวควบคุมจะส่งสัญญาณป้อน (Input) ให้กับระบบหรือสิ่งที่ต้องการควบคุมตามคำสั่งหรือสัญญาณอ้างอิง(Command or reference)ที่รับมา โดยที่ตัวควบคุมจะอนุมานว่าเมื่อสิ่งที่ต้องการควบคุมได้รับสัญญาณป้อนแล้วนั้น ก็จะผลิตเอาต์พุตหรือผลตอบสนอง (Response) ให้ได้ตามที่คาดหมาย โดยที่ไม่ต้องทำการตรวจสอบสัญญาณเอาต์พุตจริงว่าเป็นไปตามคำสั่งหรือไม่

ระบบควบคุมแบบวงเปิดนั้นเอาต์พุตไม่ได้ถูกเปรียบเทียบกับอินพุตอ้างอิง ดังนั้นจะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขการทำงานที่คงที่สำหรับอินพุตอ้างอิงแต่ละตัว ทำให้ความแม่นยำของระบบขึ้นอยู่กับการปรับแต่งสอบเทียบถ้ามีการรบกวนในระบบวงเปิด ระบบจะไม่สามารถทำงานตามที่ต้องการได้ การควบคุมแบบวงเปิดในทางปฏิบัติจะเหมาะกับงานที่รู้ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุต และต้องไม่มีการรบกวนทั้งภายในและภายนอก เพราะระบบไม่มีการป้อนกลับ ขอให้สังเกตว่าระบบควบคุมใดก็ตามที่มีการทำงานบนพื้นฐานของเวลาหรือทำงานตามเวลาที่กำหนดจะเป็นการควบคุมแบบวงเปิด เช่น การควบคุมสัญญาณไฟจราจรก็เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของการควบคุมแบบวงเปิด

ตัวอย่างอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบวงรอบเปิด ได้แก่ ตู้อบไมโครเวฟ ที่มีลักษณะการปรับเปลี่ยนกำลังไฟฟ้า โดยที่ไม่มีการตรวจสอบว่ากำลังไฟฟ้าจริงที่ออกมาในรูปของสัญญาณไมโครเวฟนั้นเป็นเท่าใด หรือออกมาได้เท่ากับที่ปรับตั้งไว้หรือไม่ ลักษณะการทำงานจึงเป็นวงรอบเปิด

ข้อดี

(1) สามารถสร้างและบำรุงรักษาได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) มีค่าใช้จ่ายถูกกว่าระบบควบคุมแบบวงปิด

(3) ไม่มีปัญหาเรื่องเสถียรภาพของระบบ

(4) มีความสะดวกในการใช้งาน เมื่อสัญญาณเอาต์พุตวัดได้ยากหรือถ้าหากต้องวัดสัญญาณเอาต์พุตให้ถูกต้องจะต้องใช้อุปกรณ์ราคาแพงในการวัด ยกตัวอย่างเครื่องซักผ้า ถ้าต้องการวัดคุณภาพของเอาต์พุตของเครื่องซึ่งคือความสะอาดของเสื้อผ้าที่ซัก จะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพง

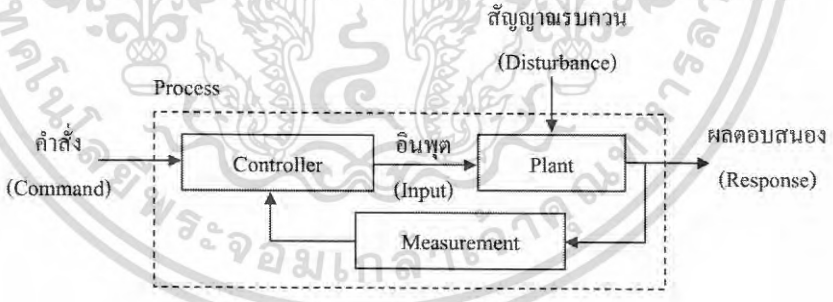
ข้อเสีย

(1) การรบกวนและการเปลี่ยนแปลงไปของการปรับแต่งตัวควบคุมจะทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นและอาจทำให้เอาต์พุตไม่ตรงกับค่าที่ต้องการ

(2) ในการที่จะรักษาคุณภาพของเอาต์พุตให้ได้ตามต้องการ จำเป็นจะต้องมีการปรับแต่งตัวควบคุมเป็นระยะ ๆ

2.1.4.2 ระบบควบคุมแบบวงรอบปิด (Closed loop control system)

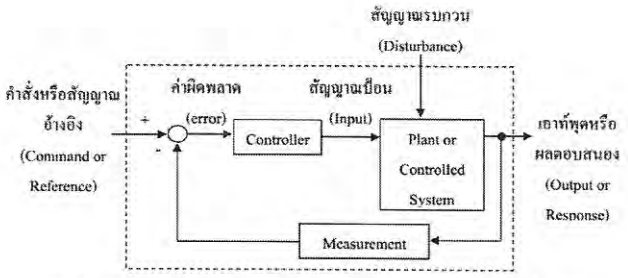
ลักษณะทั่วไปของระบบควบคุมแบบวงรอบปิดเป็นไปตามรูปที่ 2.3 ในการควบคุมแบบวงรอบปิด ตัวควบคุมจะทำการเปรียบเทียบสัญญาณอ้างอิงหรือคำสั่ง(Reference or Command) กับสัญญาณเอาต์พุตหรือผลตอบสนองที่ป้อนกลับมาโดยตัวตรวจวัด แล้วนำไปสร้างสัญญาณป้อนหรืออินพุตให้กับระบบที่ต้องการควบคุม เพื่อที่จะให้ผลิตเอาต์พุตหรือผลตอบสนองให้เป็นไปตามสัญญาณอ้างอิงที่ต้องการ [7]



รูปที่ 2.3 ระบบควบคุมแบบวงรอบปิด [7]

ระบบควบคุมแบบวงรอบปิด อาจจะเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control System) ดังรูปที่ 2.4 ระบบนี้เป็นระบบควบคุมที่พยายามรักษาเอาต์พุตให้ได้ตามต้องการ จะมีการทำงานที่พยายามลดความแตกต่างระหว่างเอาต์พุตและอินพุตอ้างอิง ความแตกต่างนี้คือความผิดพลาดของระบบ (System error) ซึ่งจะถูกส่งให้กับตัวควบคุมเพื่อให้ตัวควบคุมสั่งงานในการลดความผิดพลาดนี้ เพื่อที่จะให้เอาต์พุตเป็นไปตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ [7]

ตัวอย่างของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบวงรอบปิด ได้แก่ เตารีด ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น เตารีดมีสวิตช์เป็นไบเมทอลที่โก่งตัวเมื่ออุณหภูมิรอบ ๆ ตัวมันสูงขึ้น และใช้การโก่งตัวนี้เป็นสวิตช์ตัดต่อการทำงานของฮีตเตอร์ การทำงานจึงเป็นวงรอบปิด ส่วนตู้เย็นหรือเครื่องปรับอากาศก็เช่นกัน มีเทอร์โมสตัทเป็นตัววัดอุณหภูมิภายในตู้ และตัวเทอร์โมสตัทเองก็เป็นสวิตช์ควบคุมการตัดต่อคอมเพรสเซอร์ให้ทำงาน เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานก็ทำให้เกิดความเย็นเป็นไปตามที่เทอรโมสตัทตั้งค่าไว้

การวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมนั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้กระบวนการที่เราต้องการควบคุมมีคุณลักษณะที่ต้องการ 3 อย่างต่อไปนี้ คือ

- Transient Response เป็นการตอบสนองของเอาต์พุตเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอินพุตโดยเป็นช่วงสภาวะของการเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าสู่สภาวะคงที่
- Steady-State Response เป็นสภาวะหลังจาก Transient response เป็นสภาพที่ผลการตอบสนองเกือบได้ตามคำสั่งหรือตามความต้องการสำหรับระบบที่เสถียรเท่านั้น
- Stability คือ ระบบที่ให้เอาต์พุตที่มีค่าจำกัดเมื่อป้อนอินพุตที่มีค่าจำกัดให้กับระบบ

2.1.4.3 เปรียบเทียบระบบควบคุมแบบวงรอบปิดและวงรอบเปิด

1. การทำงานของระบบวงรอบปิดมีข้อดี เนื่องจากจะต้องมีการป้อนกลับของสัญญาณทำให้ระบบไม่อ่อนไหวต่อการรบกวนภายนอกหรือการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ของระบบ ดังนั้นการควบคุมแบบวงปิดสามารถใช้อุปกรณ์ที่ไม่จำเป็นต้องมีความแม่นยำสูงและราคาแพงในการที่จะให้ได้ การควบคุมที่แม่นยำของระบบในขณะที่ในกรณีเช่นนี้จะทำไม่ได้ถ้าเป็นการควบคุมแบบวงเปิด
2. เสถียรภาพ การควบคุมแบบวงรอบเปิดจะสามารถสร้างให้ระบบมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

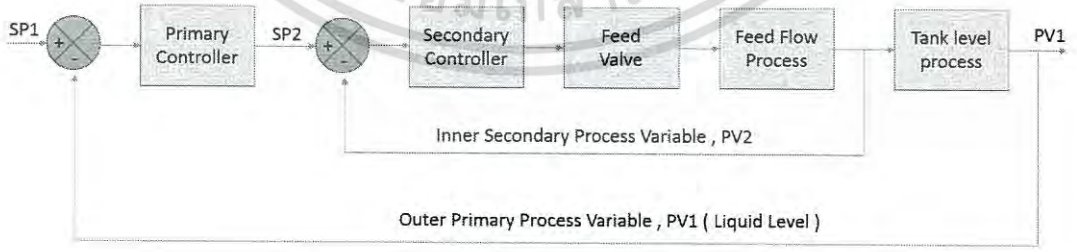
เสถียรภาพได้ง่ายกว่าการควบคุมแบบวงรอบปิด

3. ระบบที่เรารู้ลักษณะของสัญญาณอินพุตได้ค่อนข้างแน่นอน และไม่มีการรบกวน ควรที่จะใช้การควบคุมแบบวงรอบเปิด เราจะใช้การควบคุมแบบวงรอบปิดก็ต่อเมื่อมีการรบกวนและ การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ของระบบที่ไม่สามารถทำนายได้
4. จำนวนส่วนประกอบที่ใช้ในการควบคุมแบบวงปิดจะมีมากกว่าการควบคุมแบบวงเปิด ดังนั้นระบบควบคุมแบบวงปิดโดยทั่วไปแล้วจะมีค่าใช้จ่ายและต้องใช้กำลังงานมากว่าระบบควบคุมแบบวงเปิด
5. การใช้การควบคุมแบบวงรอบเปิดและวงรอบปิดที่ผสมผสานกันอย่างถูกต้องเหมาะสม จะทำให้การควบคุมมีค่าใช้จ่ายที่ถูกลงและได้สมรรถนะการทำงานของระบบโดยรวมเป็นที่น่าพอใจเพิ่มมากขึ้น

2.2 ทฤษฎีการควบคุมแบบคาดเคด

การควบคุมแบบคาสเคด (Cascade Control) ประกอบไปด้วยตัวควบคุม 2 ตัวขึ้นไป จะมีลูปกระบวนการหลัก (Primary Loop) เป็นลูปควบคุมที่มีความสำคัญสูงสุด ที่จะส่งค่าเอาต์พุตไปเป็นค่าค่าเป้าหมายของลูปที่สองที่เรียกว่าลูปกระบวนการรอง (Secondary Loop) ที่จะช่วยในการควบคุมให้เป็นไปในทางที่ดีขึ้น ซึ่งการควบคุมแบบนี้มีการดัดแปลงมาจากลูปควบคุมแบบป้อนกลับโดยการเพิ่มลูปป้อนกลับอีกหนึ่งลูปเข้าไปในกระบวนการ เพื่อช่วยในการตรวจสอบสภาพกระบวนการรอง ซึ่งใช้เป็นค่าอ้างอิงหรือค่าที่ตั้งไว้สำหรับลูปป้อนกลับหลัก ดังรูปที่ 2.5

กระบวนการควบคุมแบบคาสเคดเป็นเทคนิคการควบคุมที่เข้าใจง่ายและให้ผลประโยชน์สูงสุดต่อกระบวนการในอุตสาหกรรม เหมาะที่จะใช้ควบคุมกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างช้า หรือ กระบวนการที่มีค่าคงที่ของเวลามาก ๆ เช่น การควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 2.5 ไดอะแกรมการควบคุมแบบคาสเคด [2]

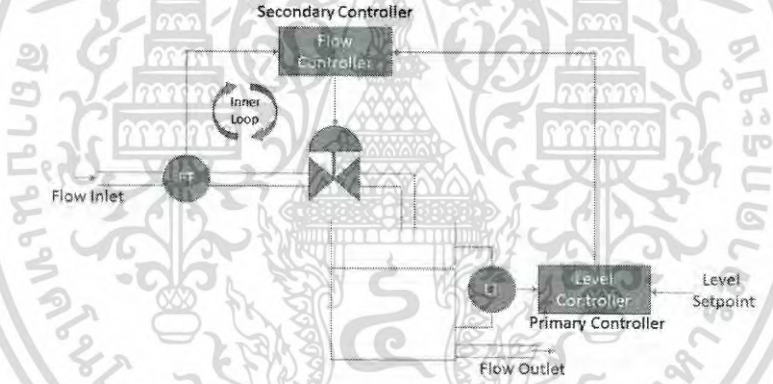
จากรูปที่ 2.5 จะสังเกตว่ากระบวนการที่ต้องการควบคุมถูกแบ่งส่วนออก โดยมีการนำเอาตัวแปรของกระบวนการที่ยังเปลี่ยนแปลงอยู่ เรียกว่า Intermediate Variable หรือ Secondary Variable มาเป็น Controlled Variable ของการควบคุมส่วนใน (Inner Control Loop)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวควบคุมในการควบคุมส่วนใน มีชื่อเรียกว่า Secondary Controller หรือ Slave Controller จะประมวลผลโดยใช้ค่าเป้าหมายซึ่งเป็นเอาต์พุตจาก Primary Controller หรือ Master Controller ที่จะทำการวัดค่า Controlled Variable ที่ถือว่าเป็นผลจากการควบคุมแบบคาสเคด ที่เรียกว่า Primary หรือ Final Variable แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย

การแบ่งกระบวนการออกเป็นสองส่วน คือ กระบวนการหลัก และกระบวนการรอง จะทำให้ Process Lag ในกระบวนการรวมถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนไปด้วย ซึ่งจะเป็นผลทำให้การควบคุมทำได้ง่ายขึ้น เสมือนเป็นการลดขนาดของ Time Lag นั่นเอง โดย Time Lag แต่ละตัวจะถูกประมวลผลไปพร้อม ๆกัน ทำให้ Time Lag มีผลกระทบต่อการควบคุมลดลงไปด้วย

กระบวนการที่กล่าวถึงนี้ เมื่อมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นแล้วก็มักจะเป็นอยู่นาน และแม้แต่การรบกวนที่เข้ามารบกวนกระบวนการก็ต้องอาศัยระยะเวลานานพอสมควรจึงจะแสดงผลออกมาให้ระบบควบคุมทราบและจัดการแก้ไข ผลของการแก้ไขก็เช่นกัน จำเป็นต้องรอเวลาอยู่ช่วงหนึ่งจึงจะเห็นผล กระบวนการที่มีลักษณะดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น มักจะเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนหรือการควบคุมอุณหภูมิของกระบวนการที่มีมวลหรือความจุความร้อนสูง



รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการควบคุมระดับน้ำด้วยวิธีแบบคาสเคด [2]

จากรูปที่ 2.6 เป็นการควบคุมระดับน้ำในถังน้ำขนาดใหญ่ โดยการควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลผ่านวาล์วควบคุมซึ่งมี ตัวควบคุมระดับทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมหลัก วัดระดับน้ำเพื่อเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายและส่งเอาต์พุต ไปยังตัวควบคุมอัตราการไหลทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมรอง จุดเด่นของการควบคุมแบบนี้ คือ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลไปจากค่าเป้าหมายนั้น ตัวควบคุมรองจะทำการแก้ไขทันที โดยที่ความผิดพลาดของระดับน้ำยังไม่ทันเกิดขึ้น ทำให้การควบคุมระดับทำได้แม่นยำขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าถังน้ำที่มีขนาดความจุสูงย่อมจะมี Process Lag ที่ยาวนานและหากปล่อยให้ระดับเกิดการเปลี่ยนแปลงไป การควบคุมจะทำได้ยากและใช้เวลานานขึ้น

หลักการโดยทั่วไปของการควบคุมแบบคาสเคด จะทำการแบ่งโดยให้ส่วนที่มี Process Lag มากเป็น กระบวนการหลักและในขณะเดียวกันก็ต้องพยายามนำเอาสัญญาณการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รบกวนมาอยู่ในกระบวนการรอง (Inner Loop) เพื่อให้ระบบควบคุมแบบคาสเคดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมักจะมีการกำหนดให้ความเร็วของตัวควบคุมรองหรือสภาพทาง Dynamic ของกระบวนการรองอย่างน้อยต้องเร็วเท่ากันหรือเร็วกว่าตัวควบคุมหลัก เหตุผลสำหรับการกำหนดในลักษณะเช่นนี้ก็เพื่อให้ตัวควบคุมรองสามารถแก้ไขการรบกวนที่เกิดขึ้นในกระบวนการรองได้ทันการก่อนที่ผลจากการรบกวนดังกล่าวจะไปมีผลกระทบต่อ Controlled Variable (Primary Variable)

2.3 ทฤษฎีระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน

ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน (Distributed Control System : DCS) คือ ระบบเฝ้าดู ควบคุมและปฏิบัติการที่ใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับระบบควบคุมทั้งหมด โดยไมโครโพรเซสเซอร์ส่วนกลางจะทำหน้าที่ตรวจสอบกระบวนการผลิต ดำเนินการจัดการแบบรวมศูนย์ และการควบคุมแบบกระจายส่วน ซึ่งระบบนี้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ อุตสาหกรรมที่ต้องการความเสถียรและแม่นยำค่อนข้างสูง เช่น โรงกลั่นน้ำมัน แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและเคมิคอลทั้งหลาย

2.3.1 พัฒนาการของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

ระบบการควบคุมมีการพัฒนามาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ด้วยวัตถุประสงค์เพื่อตอบสนองต่อปัจจัยพื้นฐาน อันได้แก่ ความปลอดภัย ความซับซ้อนของระบบ ปริมาณการผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์ การแข่งขันทางการตลาด ตลอดจนตอบสนองต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นทุกวัน ดังนั้นเพื่อที่ต้องการจะตอบสนองต่อเหตุผลที่กล่าวมา บริษัทผู้ผลิตต่างๆจึงได้พัฒนาระบบการควบคุมการผลิตจากระบบการควบคุมแบบนิวแมติกส์ (ระบบลม) , ระบบการควบคุมด้วย Analog Electronics Controller ไปสู่ระบบควบคุมการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์ตามลำดับ

ครั้งแรกได้นำระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์มาใช้งานเฉพาะงานเฝ้าดูกระบวนการผลิต แล้วจึงนำไปสู่ระบบ Supervisory Process Control (หรือเรียกว่า Setpoint control) เรื่อยไปจนถึง Direct Digital Control (DDC) จนกระทั่งกลายมาเป็นระบบควบคุมแบบกระจายส่วน DCS (Distributed Control System) ซึ่งเป็นระบบควบคุมโรงงานที่ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์หลายๆตัวต่อกันเป็นเครือข่ายฟังก์ชันการควบคุม ซึ่งจะถูกกระจายให้คอมพิวเตอร์เล็กๆแต่ละส่วนซึ่งทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการย่อยๆ โดยข้อมูลของกระบวนการจะถูกส่งผ่านส่วนสื่อสารไปเก็บที่คอมพิวเตอร์อีกตัวหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ติดต่อกับพนักงาน โดยผ่านทางจอภาพและแป้นพิมพ์

2.3.2 วิวัฒนาการของระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ

จุดเริ่มต้นของเทคโนโลยีวัดคุม การนำระบบการวัดคุมอัตโนมัติมาใช้ในงานวัดปริมาณทางอุตสาหกรรมได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน และอัตราการไหล เริ่มขึ้นราวๆ ปี ค.ศ.1930 ซึ่งใช้ใน

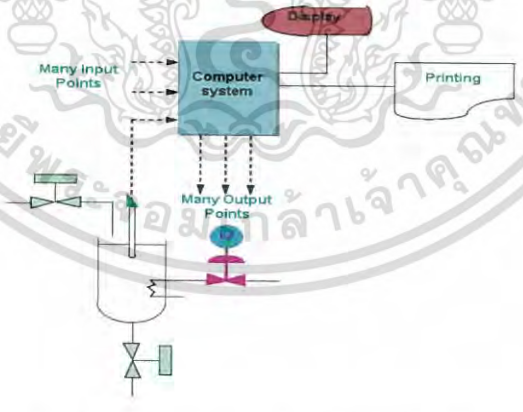
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการกลั่นน้ำมันลักษณะเด่นของเทคโนโลยีการวัดคุมในช่วงเวลานี้ คือ เครื่องมือวัดคุมจะติดตั้งที่ห้องที่บริเวณแหล่งของกระบวนการผลิตซึ่งเป็นอุปกรณ์วัดคุมที่ทำด้วยเครื่องจักรกลขนาดใหญ่

ช่วง ค.ศ.1950 ถึง 1960 ช่วงของการผันเปลี่ยนเทคโนโลยีการวัดคุมได้รับการพัฒนาอย่างมากควบคู่ไปกับการฟื้นตัวทางด้านเศรษฐกิจของญี่ปุ่นที่มุ่งสู่อุตสาหกรรมโลหะ ปิโตรเคมีและสิ่งทอลักษณะของการวัดคุมประกอบไปด้วยเครื่องวัดแบบ Analog Single Loop Controller จำนวนมาก โดยช่วงเริ่มต้นจะใช้ตัวควบคุมแบบนิวแมติกส์ ที่ทำงานด้วยระบบลม แต่ด้วยความก้าวหน้าทางอิเล็กทรอนิกส์ และมีการขยายขนาดของการผลิต อุปกรณ์จึงเกิดการพัฒนาจากระบบนิวแมติกส์ไปสู่ระบบอิเล็กทรอนิกส์มาโดยลำดับ

ค.ศ.1960 จุดเริ่มต้นการใช้งานคอมพิวเตอร์กับงานวัดคุมเป็นจุดเริ่มต้นที่มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้งานควบคุมกระบวนการโดยลำดับตามการทำงานและความสามารถคอมพิวเตอร์เป็น ดังนี้

- Data Logging เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาบันทึกผลและเฝ้าคุม (Recording and Monitoring)
- Set Point Control เนื่องด้วยคอมพิวเตอร์นั้นมีความสามารถในการคำนวณที่ดีจึงได้ถูกออกแบบให้ทำหน้าที่คำนวณหาเงื่อนไขที่ดีที่สุด (Optimum Process Conditions)ของกระบวนการ คำนวณหาค่าตัวแปรเป้าหมาย (Set Point) ให้แก่เครื่องควบคุมแต่ละตัว โดยที่กล่าวมานี้จะถูกเรียกว่า Set Point control หรือเรียกว่า Supervisory Process Control ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 Direct Digital Control [2]

ค.ศ.1975 ปีแห่งการเริ่มต้นระบบควบคุมแบบกระจายส่วน การกำเนิดของไมโครโพรเซสเซอร์ในปี ค.ศ.1970 ได้นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในหลายสาขา รวมทั้งด้านวิศวกรรมการวัดคุมด้วย ราคาของไมโครโพรเซสเซอร์ที่ลดลงประกอบกับสมรรถนะที่เพิ่มมากขึ้น จึงเป็นผลให้ระบบควบคุมที่ใช้เพียงระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 1 หน่วย ควบคุมแบบรวมศูนย์สามารถที่จะเป็น

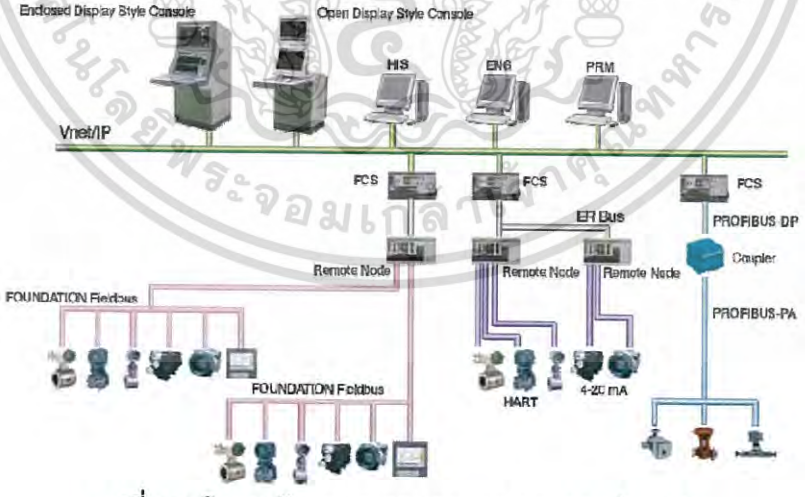
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการควบคุมแบบกระจาย Chip Microprocessor กระจายไปอยู่ตามแต่ละ Station สื่อสารกันกับ Operator Station ทาง Terminal ของจอภาพเพื่อใช้ในการเฝ้าดูและปฏิบัติกสน หลังจากปี ค.ศ.1975 บริษัทผู้ผลิตทั่วโลกรวมทั้งประเทศญี่ปุ่นได้เริ่มขยายการประยุกต์ต่อการควบคุมแบบ Batch และการควบคุมลำดับขั้น (Batch and Sequence Control)

ในปี ค.ศ.1970 ทางสมาคม IEC (International Electro technical Commission) ได้ประชุมร่างมาตรฐานเกี่ยวกับการส่งกระแสไฟฟ้าขนาด 4-20 mA DC เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อเครื่องมือวัดคุมทางอุตสาหกรรมแบบอนาล็อกที่ต่างผู้ผลิต และต่อมาเมื่ออุปกรณ์วัดคุมวัดคุมทางอุตสาหกรรมแบบใหม่ได้รับการพัฒนาไปสู่ระบบ Digital การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เปลี่ยนจากการส่งสัญญาณแบบอนาล็อกส่งข้อมูลข่าวสารจำนวนมากแบบดิจิตอล มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลจึงเริ่มมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และด้วยการคำนึงถึงเหตุผลข้อนี้ ทางสมาคม IEC จึงได้ร่างบัสมาตรฐานสำหรับเครื่อง DCS ที่เรียกว่า Proway แต่อย่างไรก็ตามในสถานการณ์ของอุตสาหกรรมตอนนี้ ยังคงมีระบบบัสอิสระแตกต่างกันไปตามแต่บริษัทผู้ผลิต ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และการสื่อสารข้อมูลได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว คอมพิวเตอร์ได้ขยายบทบาททางด้านการควบคุมไปสู่งานด้านบริหารทางการผลิต (Production Management System) และระบบการบริหารงานสารสนเทศ (Management Information System)

2.3.3 ส่วนประกอบของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

ส่วนประกอบหลักของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน มี 5 ส่วนหลัก ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 โครงสร้างระบบควบคุมแบบกระจายส่วน [6]

2.3.3.1 ส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน (Human Interface Station)

เป็นหน่วยแสดงผลและบังคับการที่เชื่อมระหว่างผู้ใช้กับกระบวนการผลิต จะตั้งอยู่ในห้องควบคุม เพื่อทำหน้าที่แสดงข้อมูลของกระบวนการผลิตที่ส่งมาจากส่วนในการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และประมวลผล (Field Control Station) เช่น การสั่งให้เปลี่ยนค่าเป้าหมาย ดูค่าของกระบวนการผลิต หรือการเปลี่ยนสถานะโหมดของระบบควบคุม

สำหรับเครื่องมือติดต่อและปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานนั้น ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนนั้น สามารถแสดงข้อมูลของกระบวนการผลิต โดยผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบกระบวนการผลิตและเครื่องมือต่างๆในระบบควบคุมจากจอแสดงผล ดังนี้

กระบวนการผลิตรวม (Overview display) คือ จอภาพแสดงภาพรวมของกระบวนการ ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นการแสดงข้อมูลการปฏิบัติงานของเครื่องควบคุมให้ผู้ปฏิบัติงานทราบ เช่น เครื่องควบคุม อุปกรณ์การชดเชยแบบต่างๆ สำหรับกระบวนการผลิตขนาดใหญ่ อาจเลือกเฉพาะเครื่องมือที่มีความสำคัญนำมาแสดงในภาพกระบวนการผลิตรวม

กลุ่มกระบวนการ (Group display) คือ จอภาพแสดงข้อมูลของเครื่องมือในกระบวนการผลิตตำแหน่งใกล้เคียงกัน หรือเครื่องมือสำหรับควบคุมกระบวนการที่มีความสัมพันธ์กันทางใดทางหนึ่ง ภาพกลุ่มกระบวนการแสดงข้อมูลของเครื่องมือในกระบวนการผลิตเช่นเดียวกับแผงหน้าปัดของ เครื่องมือวัดที่ติดตั้งเรียงเป็นแถวในห้องควบคุม ภาพกลุ่มกระบวนการสามารถแสดงข้อมูลของเครื่องมือบนจอภาพได้พร้อมกันจำนวนครั้งละ 8 ตำแหน่ง ผู้ใช้สามารถกำหนดให้ระบบมีหลายกลุ่มกระบวนการ และกลุ่มกระบวนการหลายกลุ่มอาจมีการกำหนดเครื่องมือภายในกลุ่มซ้ำกัน

หน่วยเครื่องมือ (Instrument display) คือ จอแสดงข้อมูลของเครื่องมือวัดหรือเครื่องมือควบคุมในกระบวนการผลิตของระบบ ข้อมูลของหน่วยเครื่องมือประกอบด้วยชื่อและรหัส รายละเอียด หน้าที่ คุณสมบัติและชนิดของเครื่องมือ หน่วยทางวิศวกรรมระดับสูงสุดและต่ำสุดของเครื่องมือ เหตุการณ์ผิดปกติของเครื่องมือที่ต้องการให้ระบบแจ้งสัญญาณเตือน

แนวโน้มกระบวนการ (Trend display) คือ จอแสดงเส้นกราฟของข้อมูลจากตัวแปรต่างๆในกระบวนการผลิต เพื่อแสดงแนวโน้มของกระบวนการ โดยสามารถแสดงได้ครั้งละ 2 ถึง 8 เส้นพร้อมกัน และข้อมูลบนหน้าจอแสดงผลแบ่งเป็นข้อมูลกระบวนการปัจจุบัน และข้อมูลประวัติ

ภาพจำลองกระบวนการ(Graphic display) คือ จอภาพแสดงกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วย รูปภาพ สัญลักษณ์ ตัวอักษร และตัวเลข โดยภาพจำลองกระบวนการแบ่งได้ 2 ส่วน คือ ภาพนิ่ง ซึ่งเป็นส่วนจำลองเครื่องมือ เครื่องจักร กระบวนการผลิต ตัวเลขตัวอักษร ส่วนที่ไม่ต้องการให้เปลี่ยนแปลงตามสภาพของกระบวนการผลิต และภาพเคลื่อนไหว ที่สามารถเปลี่ยนแปลงตามกระบวนการผลิต เช่น ระดับของเหลว สีของเครื่องมือและอุปกรณ์ในกระบวนการ ตัวเลขและ ข้อมูลในกระบวนการผลิต

สัญญาณเตือนเหตุการณ์ (Alarm display) คือ การแสดงเหตุการณ์ผิดปกติหรือเหตุการณ์สำคัญในกระบวนการผลิตบนจอแสดงผล เช่น การเตือนเมื่อตัวแปรในกระบวนการผลิตมีค่าต่ำหรือสูงมากเกินกว่ากำหนด สัญญาณเตือนของระบบจะประกอบด้วยสัญญาณเสียงและข้อความบนหน้าจอ โดยจะมีการแสดงตามลำดับเหตุการณ์ก่อนหลัง ถ้าเกิดพร้อมกันจะมีการแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณตามลำดับความสำคัญ และระบบยังมีการเก็บบันทึกข้อมูลทุกเหตุการณ์ นั่นคือ วันและเวลาเริ่มต้นขอเหตุการณ์ วันและเวลาตอบรับของผู้ปฏิบัติงานหลังการแจ้งเตือน ตำแหน่งของเครื่องมือและกระบวนการที่เกิดความผิดปกติพร้อมด้วยสาเหตุ และวันเวลาสิ้นสุดของเหตุการณ์

การใช้ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ควรติดตั้งอุปกรณ์ติดต่อและปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานอย่างน้อย 3 ชุด เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ ภาพจำลองกระบวนการ ภาพจำลองกระบวนการผลิตรวมหรือกลุ่มกระบวนการ และสัญญาณเตือนเหตุการณ์

2.3.3.2 ส่วนหน่วยวิศวกรรม (Engineering Station)

เป็นหน่วยที่ใช้กำหนดคำสั่งต่างๆ ทำงานหรือสร้างภาพแสดงผล ส่วนนี้จะเป็นหน่วยที่มีความสำคัญมาก ตั้งแต่เริ่มต้นการสร้างระบบควบคุมจนถึงการซ่อมบำรุง และการแก้ไขหรือเพิ่มเติม ระบบการควบคุมหน่วยนี้จะต่ออยู่กับหน่วยเครือข่ายสื่อสารหลักและยังใช้เป็นส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงานด้วย

2.3.3.3 ส่วนในการควบคุมและประมวลผล (Field Control Station)

เป็นหน่วยควบคุมกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบด้วย การควบคุมแบบป้อนกลับและการควบคุมแบบซีเควันซ์ (Sequence Control) การทำงานของส่วนในการควบคุมนั้น เริ่มจากการอ่านสัญญาณจากอุปกรณ์วัดคุมที่ส่งผ่านสัญญาณมาที่ I/O Module จะถูกส่งไปยัง Processor card เพื่อทำการคำนวณหาค่า MV จากผลต่างระหว่าง PV กับ SV ในสมการการควบคุมแบบ PID โดยค่า SV ได้รับมาจาก Human Interface Station (HIS) โดยส่วนประกอบของส่วนในการควบคุม ได้แก่

1. Communication Coupler Unit เป็นส่วนที่ไว้ใช้เป็น Terminal ต่อกับ V_{net} เพื่อรับส่งสัญญาณระหว่าง Field Control Station กับ Human Interface Station (HIS)
2. Process Unit เป็นการ์ดที่ใช้คำนวณเพื่อควบคุมกระบวนการผลิต
3. Power Unit เป็นส่วนที่รับ Power Supply มาจาก Power Distribution Board จากนั้นแปลง Power Supply นั้นเป็น DC Voltage ทั้งนี้เพื่อที่จะจ่ายให้กับการ์ดและยูนิตต่างๆในแต่ละ Nest ให้สามารถทำงานได้
4. Battery Unit เป็น Battery สำรองไว้เพื่อ Back up ข้อมูลต่างๆ ในหน่วยความจำของ process Card ในระหว่างที่เราปิดเครื่องหรือ Power failure ซึ่งระยะเวลาที่แบตเตอรี่สามารถ Back up ข้อมูลต่างๆได้ 72 ชั่วโมง
5. Contact Output Unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Power Distribution Board เป็นส่วนกำหนดหรือกระจาย Power ไปยังส่วนต่างๆของ FCS โดยส่งพาวเวอร์ผ่านไปทาง Input Terminal
7. และมีสัญญาณไฟฟ้าออกมาทาง Output Connector เพื่อกรองสัญญาณรบกวนที่เข้ามากับ Power Supply นั้น FCS จะไม่มี Switch ในการเปิดปิด Power Supply ภายในตัว ต้องใช้อุปกรณ์นอกมาติด เช่น Switch, Breaker
8. I/O Modules เป็นส่วนที่เป็น Interface ระหว่าง Process กับ FCS
9. ซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากกระบวนการผลิตแล้วส่งไปยัง Field Control Station ทำการคำนวณประมวลผลการควบคุม แล้วส่งสัญญาณควบคุมออกไปควบคุมกระบวนการผลิต โดยผ่าน I/O Modules

2.3.3.4 ส่วนเครือข่ายสื่อสารหลัก (Backbone Network)

เป็นระบบสื่อสารหลักที่ใช้ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างข้อมูลต่างๆของระบบควบคุม เครือข่ายสื่อสารหลักจะมีความเร็วเท่าใดขึ้นอยู่กับมาตรฐานเครือข่ายที่นำมาใช้ เช่น Token Bus (IEEE 802.4), Token Ring(IEEE 802.5), Ethernet

รูปที่ 2.9 ส่วนเครือข่ายสื่อสารหลัก [6]

2.3.3.5 ส่วนตู้ต่อสาย (Marshalling Cabinet)

เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างสายไฟจากเครื่องมือวัดในกระบวนการผลิต ไปยังส่วนอินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 อินพุตและเอาต์พุตของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

ส่วนอินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุมจะต้องมีการเชื่อมต่อกับเครื่องมือวัดหลายชนิด ดังนั้นส่วนอินพุตจึงต้องสามารถรับสัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาจากเครื่องมือวัดได้อย่างเหมาะสม และส่วนเอาต์พุตจะต้องส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์สุดท้ายได้อย่างเหมาะสมด้วยเช่นกัน โดยอินพุตและเอาต์พุตที่ใช้งานกันอยู่โดยทั่วไปแบ่งได้ดังนี้ ส่วนอินพุตแบบอนาล็อก , ส่วนเอาต์พุตแบบอนาล็อก , ส่วนอินพุตแบบดิจิตอล และส่วนเอาต์พุตแบบดิจิตอล

2.3.4.1 อินพุตแบบอนาล็อก (Analogue Input) ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- รองรับเครื่องมือวัดที่เป็นแบบ 2, 3 และ 4 สายได้
- สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าแรงดัน 24 โวลต์(กระแสตรง) ให้กับลูปควบคุมสำหรับเครื่องมือวัดแบบ 2 สาย และสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าภายนอกด้วยแรงดัน 24 V DC ให้กับลูปควบคุมสำหรับเครื่องมือวัดแบบ 3 สาย
- เมื่อสัญญาณอินพุตออกนอกย่านการวัดต้องมีสัญญาณเตือน
- ติดตั้งแบบ Dual Redundant ได้
- สามารถเลือกให้แยกต่อลงดินได้ (Isolation from ground)
- รองรับสัญญาณจาก HART Protocol
- มีการป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก (Surge Protection)

2.3.4.2 เอาต์พุตแบบอนาล็อก (Analogue output) ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- เมื่อเกิดการเปิดหรือลัดวงจรควรมีสัญญาณเตือน
- สามารถจ่ายสัญญาณมาตรฐานเป็นแบบ 4-20 มิลลิแอมแปร์
- สำหรับการจ่ายพลังงานไฟฟาด้วยแรงดัน24 โวลต์(กระแสตรง) ให้มีการจำกัดกระแส
- รองรับสัญญาณที่เป็น HART Protocol
- ติดตั้งแบบ Dual Redundant ได้
- ขับโหลดที่มีความต้านทาน1000Ohms (Non-I.S.) /600 Ohms (I.S.)
- เลือกให้เป็น Fail Safe ได้ เมื่อการสื่อสารขัดข้อง

2.3.4.3 อินพุตแบบดิจิตอล (Digital Input) ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- อินพุตแต่ละจุดต้องแยกออกจากกันและมีฟิวส์ป้องกัน การเปลี่ยนฟิวส์จะต้องไม่มีการถอดส่วนอินพุต และจะต้องมีการแสดงสถานะของอินพุต ดังนี้ ถ้าอินพุตเป็น 24 โวลต์(กระแสตรง) จะเป็นลอจิก 1 และถ้าอินพุตเป็น 0 โวลต์(กระแสตรง) จะให้ลอจิกเป็น 0
- ติดตั้งแบบ Dual Redundant ได้
- มีการป้องกันหน้าสัมผัสแบบปิดไม่สนิท (De-bounce) และมีการป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณรบกวนจากภายนอก

2.3.4.4 เอาต์พุตแบบดิจิตอล (Digital output) ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- หน้าสัมผัสเป็นแบบไม่ต่อแรงดัน (Dry-contracts) ที่ทนต่อกระแสที่ 4 แอมแปร์ 24 โวลต์(กระแสตรง)
- หน้าสัมผัสต้องสามารถเลือกได้ทั้งที่เป็นแบบปกติเปิด (Normally Open) หรือปกติปิด (Normally Closed)
- กระแสไหลต่ำสุดที่ 45 มิลลิแอมแปร์, 24 โวลต์(กระแสตรง) สำหรับการใช้งานแบบ I.S. และกระแสไหลต่ำสุดที่ 1 แอมแปร์ 24 โวลต์ (กระแสตรง) สำหรับการใช้งานแบบ Non-I.S.
- ติดตั้งแบบ Dual Redundant ได้
- สามารถเลือกให้เป็น Fail Safe เมื่อการสื่อสารขัดข้อง

2.3.4.5 Pulse Input ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- ต้องเหมาะสมกับอินพุต 3 สาย
- เหมาะสมกับสัญญาณแบบเคลื่อนสี่เหลี่ยม(Square Wave) ไม่มีขั้วที่แรงดันสูงสุด 8-24 โวลต์(กระแสตรง) มีความถี่ 10Hz-20 กิโลเฮิร์ต
- มีการป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก (Surge Protection)

2.3.5 หลักการควบคุมในระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

2.3.5.1 การควบคุมแบบ Loop Control (Regulatory Control)

เป็นฟังก์ชันการควบคุมพื้นฐานที่กระทำกระบวนการคำนวณ เพื่อการควบคุมและเฝ้าคุมกระบวนการของฟังก์ชันบล็อกจำพวกที่เรียกว่า Regulatory Control Block

ในระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนจะมี Human Interface Station ทำหน้าที่ในการเฝ้าดูและควบคุม โดยที่ผู้ควบคุมจะเฝ้าสังเกตุการณ์ สถานะจริงของกระบวนการผ่าน HIS และทำการส่งค่าเป้าหมายของกระบวนการผ่าน HIS นี้ได้ด้วย

สำหรับฟังก์ชันการคำนวณหาค่าที่เหมาะสมสำหรับควบคุมกระบวนการจะกระทำโดย Field Control Station (FCS) ซึ่งมีซีพียูที่ทำหน้าที่คำนวณหาค่าเอาต์พุตที่เหมาะสมในการควบคุมกระบวนการ

สำหรับตัวอย่างการควบคุมอุณหภูมิภายในถัง ผู้ควบคุมต้องป้อนค่าเป้าหมายผ่าน HIS ที่ หน้าจอคอนโทรล จากนั้นซีพียูภายใน FCS จะรับค่าเป้าหมายผ่านทางสายสัญญาณที่เรียกว่า Vnet จากนั้นซีพียูจะทำการประเมินค่าอุณหภูมิปัจจุบัน (PV) เทียบกับค่าเป้าหมาย (SV) และส่งค่าเอาต์พุต (MV) ที่เหมาะสมไปควบคุมวาล์วที่หน้างาน ถ้าอุณหภูมิปัจจุบันมีค่าสูงเกินกว่าค่าเป้าหมาย วาล์วควบคุมไอน้ำจะมีทิศทางที่ลดปริมาณไอน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถัง CPU ก็จะมีการส่งสัญญาณให้ปิดวาล์วเพิ่มมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าอุณหภูมิปัจจุบันมีค่าต่ำกว่าค่าเป้าหมาย วาล์วควบคุมไอน้ำจะมีทิศทางที่เพิ่มไอน้ำเพื่อเพิ่มอุณหภูมิซีพียู ก็จะดำเนินการส่งสัญญาณเอาต์พุตในทิศทางให้วาล์วเปิดเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามสัญญาณที่จะส่งไปควบคุมวาล์วต้องมีความเหมาะสมสัมพันธ์กับการทำงานของวาล์วด้วย พิจารณาว่าวาล์วเป็นแบบ air-to-open / air-to-close

2.3.5.2 การควบคุมแบบลำดับขั้นตอน (Sequence Control)

หลักการควบคุมแบบลำดับขั้นตอน หมายถึง การควบคุมการทำงานที่ประกอบด้วยหลายๆขั้นตอนย่อย ให้ลำดับก่อนหลังของขั้นตอนย่อยเป็นไปตามที่เรากำหนดอย่างแน่นอนหรือเปลี่ยนแปลงตามสภาพเหตุการณ์ดังกล่าว ซึ่งทราบได้จากดิจิตอลอินพุตหรือ Internal Switch

สำหรับการควบคุมกระบวนการจริง ได้มีการนำหลักการควบคุมแบบลำดับขั้นตอนมาร่วมกับการควบคุมแบบย้อนกลับและ Feed Forward Control โดยจุดประสงค์หลักของการควบคุมแบบนี้ คือ การควบคุมและจัดลำดับการทำงานของกระบวนการ พร้อมทั้งเชื่อมโยงแต่ละกระบวนการให้สามารถทำงานเข้าจังหวะร่วมกันได้ นอกจากนี้ยังใช้เพื่อการควบคุมกันและกัน (Interlocking) , การ Start up , การ Shutdown, การหยุดกระบวนการอย่างฉับพลัน เป็นต้น

2.3.6 ข้อดี/ข้อเสียของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

วัตถุประสงค์หลักของการพัฒนาระบบควบคุมแบบกระจายส่วนสำหรับควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม คือการปรับปรุงระบบควบคุมขึ้นใหม่โดยนำข้อดีของระบบควบคุมแบบต่างๆมาชดเชยข้อบกพร่องของระบบควบคุมแบบอื่นๆ ระบบควบคุมเดิมที่มีการติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องควบคุมรวมกันภายในห้องควบคุมกลางแห่งเดียวทำให้พนักงานสามารถตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตของทั้งโรงงานได้จากห้องควบคุมเดียว แต่ก็พบจุดบกพร่องว่าไม่เหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่หรือระบบที่ซับซ้อน ต่อมาระบบควบคุมแบบที่สองจึงเกิดขึ้นเพื่อชดเชยความสามารถในการควบคุมที่จำกัดของเครื่องมือควบคุมแบบเดิมโดยการนำคอมพิวเตอร์มาติดตั้ง ความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นสามารถแก้ไขปัญหาของระบบที่ซับซ้อนได้ แต่ปัญหาที่พบต่อมาคือปัญหาทางด้านความน่าเชื่อถือของระบบควบคุมที่มีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับแบบดั้งเดิม ทำให้ต้องมีการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าโดยการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์สำรองควบคู่กับการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์หลัก ทำให้ราคาของระบบควบคุมสูงมากขึ้น บริษัทผู้ผลิตเครื่องมือวัดและควบคุมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมจึงพยายามค้นคว้าเพื่อพัฒนาระบบควบคุมขึ้นใหม่ ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนจึงเป็นผลของการพัฒนาระบบควบคุมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ที่ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในอุตสาหกรรมและสถานการณ์ในปัจจุบันมากที่สุด ซึ่งสามารถสรุปออกมาเป็นข้อดีและข้อเสีย ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี

1. ด้านการออกแบบและติดตั้งระบบควบคุม ซึ่งระบบนี้จะช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในระหว่างการออกแบบและติดตั้ง โดยผู้ใช้สามารถเลือกระบบให้ตรงกับความต้องการและขนาดของโรงงานได้ นอกจากนี้ระบบดีซีเอสสามารถใช้สายสัญญาณเพียงคู่เดียวเชื่อมโยงระหว่างเครื่องมือต่างๆ ในกระบวนการผลิตและห้องควบคุมทั่วบริเวณโรงงานอุตสาหกรรม
2. ด้านการแก้ไขกระบวนการผลิต สามารถแก้ไขเปลี่ยนจุดเชื่อมโยงอุปกรณ์ผ่านจอภาพได้เลย สามารถเปลี่ยนวิธีการและขั้นตอนการผลิตทั้งหมดโดยการนำข้อมูลแสดงรายละเอียดของขั้นตอน การผลิตที่จัดเตรียมล่วงหน้าจากหน่วยเก็บข้อมูลส่งให้กับหน่วยควบคุมกระบวนการ เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตตามต้องการได้ทันที
3. ด้านการบำรุงรักษาระบบควบคุม ระบบนี้จะมีโปรแกรมตรวจสอบตนเองโดยอัตโนมัติ สามารถค้นหาอุปกรณ์หรือหน่วยเครื่องมือที่ชำรุดหรือผิดปกติและแจ้งให้ทราบได้ทันทีที่ตรวจพบ ทำให้ประหยัดเวลาและสะดวกในการซ่อมบำรุง นอกจากนี้ระบบยังการอนุญาตให้ติดตั้งอุปกรณ์สำรองอัตโนมัติสำหรับปฏิบัติการทดแทนอุปกรณ์ที่ชำรุดหรือผิดปกติ ทำให้สามารถถอดอุปกรณ์ที่เสียหายเพื่อตรวจซ่อมหรือติดตั้งใหม่ได้โดยไม่ต้องหยุดกระบวนการผลิต
4. ด้านการติดตั้งร่วมกับเครื่องมือและระบบอื่น สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์การวัดและควบคุมของหลายๆบริษัทเข้าด้วยกันได้ เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิ เครื่องวัดแรงดัน เครื่องวัดระดับของเหลว เครื่องวัดระดับการไหล วาล์วควบคุม ปั๊มหรือมอเตอร์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่อกับระบบควบคุมอื่นๆ เช่น PLC FSC เป็นต้น และยังสามารถควบคุมหรือเฝ้าดูระยะไกล (SCADA) ผ่าน Network ชนิดต่างๆ เช่น Wireless หรือดาวเทียมได้อีกด้วย
5. สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยทำให้ลดเวลาและมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้แรงงานคน อีกทั้งยังมีการแจ้งเตือนทั้งบนหน้าจอคอมพิวเตอร์และสัญญาณเสียงเมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นกับกระบวนการผลิต
6. ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนมีฟังก์ชันนสำหรับเก็บข้อมูลเพื่อสามารถย้อนกลับไปดูข้อมูลต่างๆของกระบวนการผลิตในอดีตที่มา และนำไปปรับปรุงกระบวนการผลิตในอนาคตได้

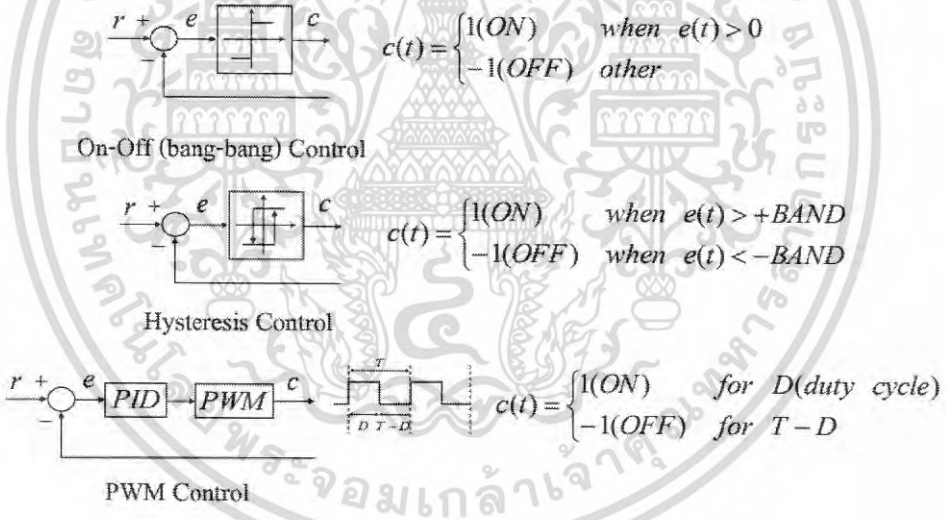
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

1. ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนเป็นระบบที่ค่อนข้างใหญ่และมีความซับซ้อน จึงจำเป็นต้องใช้ผู้ปฏิบัติการที่เชี่ยวชาญเท่านั้นในการตรวจสอบเมื่อระบบเกิดปัญหา
2. อุปกรณ์ของตัวควบคุมแบบกระจายส่วนต้องนำเข้าจากต่างประเทศเท่านั้นจึงอาจใช้เวลาในการสั่งซื้อ
3. .ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน มีราคาค่อนข้างสูง

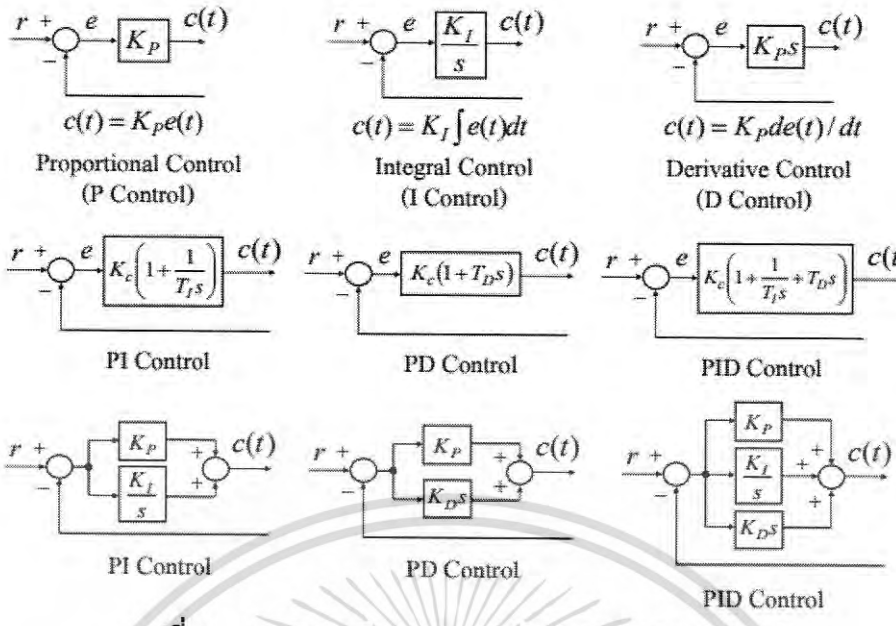
2.4 การปรับตั้งค่าพีไอดี

ในการควบคุมระบบหรือกระบวนการ มีจุดมุ่งหมายเพื่อควบคุมให้ระบบมีพฤติกรรม (สมรรถนะและเสถียรภาพ) หรือค่าเอาต์พุตตามที่ต้องการ โดยจะต้องเริ่มต้นจากการเลือกชนิดของตัวควบคุมให้เหมาะสมกับงาน ซึ่งชนิดของตัวควบคุมที่พบบ่อยในงานอุตสาหกรรมนั้น ได้แก่ Discrete-Output Controller ดังรูปที่ 2.10 และ Analog-Output Controller (PID Group) ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.10 Discrete-Output Controller [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 Analog-Output Controller (PID Group) [7]

ในการออกแบบบระบบควบคุมแบบพีไอดี วิธีการที่ใช้ในการออกแบบตัวควบคุมที่เป็นที่นิยมมีอยู่ 2 วิธีการ ได้แก่ วิธีการของซีเกลอร์-นิโคลส์ และวิธีการของเชน-ฮรอน-เรสวิก หรือซีเอชอาร์

2.4.1 วิธีการของซีเกลอร์-นิโคลส์ (Ziegler-Nichols Compensation)

วิธีการนี้เหมาะสำกรับกระบวนการที่มีการต่อวงจรควบคุมแบบ Close-loop P Controller แล้วมีค่า K ค่าใดค่าหนึ่งที่ทำให้ผลตอบสนองเป็นแบบ undamped ต่ออินพุตแบบขั้นบันได ซึ่งมีขั้นตอนการออกแบบ ดังนี้

1.นำสมการ transfer function ของระบบมาทดสอบด้วย Close-loop Control ที่มี feedback gain เท่ากับ 1 โดยใช้ตัวควบคุมแบบ P-Control

2.ป้อนอินพุตแบบขั้นบันได แล้วปรับค่า gain จนกระทั่งผลตอบสนองเกิดการแกว่ง

3.บันทึกค่า Gain (Kc) และวัดคาบเวลาของการแกว่ง (T) แล้วนำไปใช้เลือกตัวควบคุมที่เหมาะสม ซึ่งจะมี Transfer function ดังสมการที่ 2.1

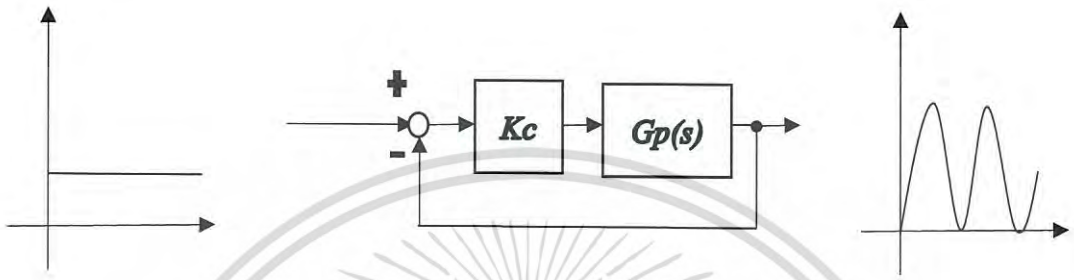
$$G_c(s) = K_p + \frac{K_I}{s} + K_D s \text{ หรือ } G_c(s) = K_p\left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s\right) \quad (2.1)$$

เมื่อ $K_I = \frac{K_P}{T_i}$ และ $K_D = K_P T_d$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงสูตรการคำนวณหาค่าพีไอดี

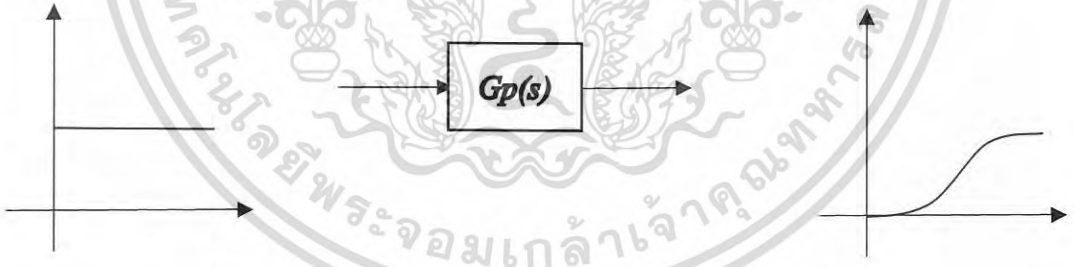
	K_P	K_I	K_D
P-Control	$0.5K_c$		
PI-Control	$0.45K_c$	$0.45K_c/0.83T$	
PID-Control	$0.6K_c$	$0.6K_c/0.5T$	$0.6K_c*0.125T$



รูปที่ 2.12 วิธีการของซีเกลอร์-นิโคลส์

2.4.2 วิธีการของเชน-ฮรอน-เรสวิก หรือซีเอชอาร์ (Chien-Hrones-Reswick or CHR)

วิธีการนี้ใช้สำหรับกระบวนการที่เมื่อต่อวงจรควบคุมแบบ Open-loop Control แล้วมีผลตอบสนองต่ออินพุตแบบขั้นบันไดเป็น overdamped เท่านั้น



รูปที่ 2.13 วิธีการของเชน-ฮรอน-เรสวิก หรือซีเอชอาร์

ในการจูนแบบ Open-loop Control สำหรับระบบที่มี Steady state (Self-regulation) เราจูนโดยอาศัยการคำนวณค่าจากกราฟการตอบสนองของระบบต่อการเปลี่ยนแปลงของ Control variable(CV) ดังสมการที่ 2.2

$$K = \frac{\Delta PV}{\Delta CV} \tag{2.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงาน ซึ่งจะประกอบไปด้วยรายละเอียดของโครงสร้างของกระบวนการ อันได้แก่การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการ รายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ควบคุม รายละเอียดของโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนคำสั่งให้กระบวนการ การศึกษาโปรแกรมและฟังก์ชันบล็อก รวมทั้งรายละเอียดของโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาเพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการ

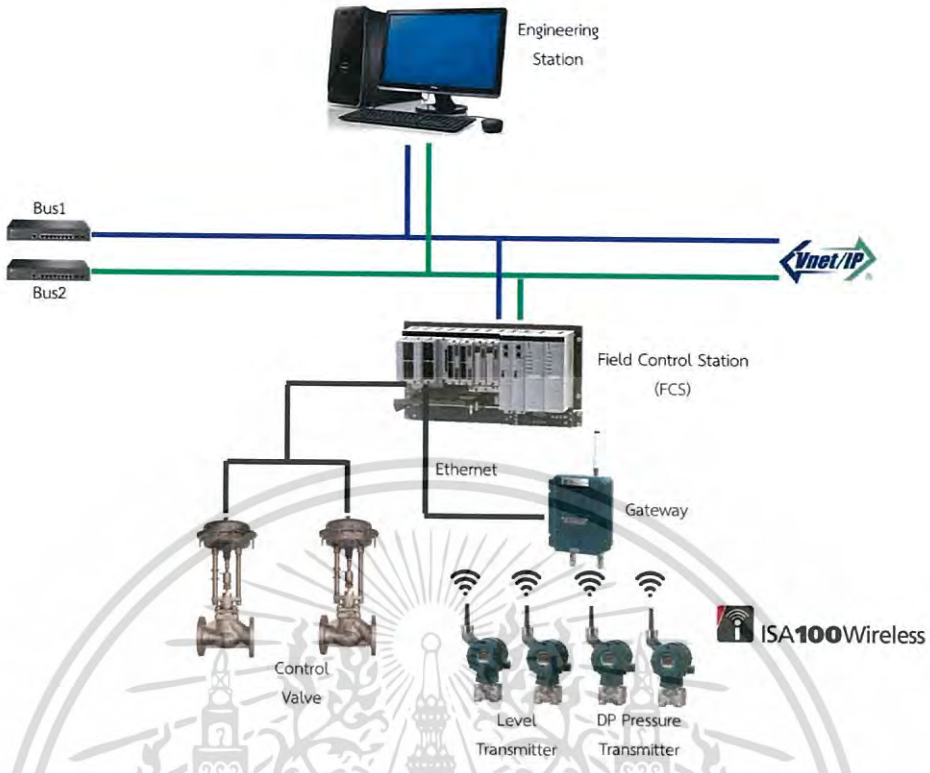
3.1 โครงสร้างของกระบวนการ

3.1.1 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม (Network Communication System)

การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุมกระบวนการ ซึ่งประกอบไปด้วยการควบคุมอัตราการไหล การควบคุมระดับน้ำในถังโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด และการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน ซึ่งสามารถแบ่งชั้นการสื่อสารข้อมูลด้วยระดับความเร็วได้เป็น ชั้นการสื่อสารด้วยความเร็วสูง จะเป็นการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์จำพวกตัวควบคุมกับสถานีปฏิบัติการหรือสถานีวิศวกรรม สามารถใช้มาตรฐานเชื่อมต่อได้หลากหลายทั้งโปรฟิบัสดีพีเอ็มพีไอ หรืออีเทอร์เน็ต และชั้นการสื่อสารด้วยความเร็วต่ำ จะเป็นการสื่อสารกับอุปกรณ์ที่อยู่ในชั้นระดับฟิลด์ จำพวกอุปกรณ์วัด และอุปกรณ์แปลงสัญญาณ

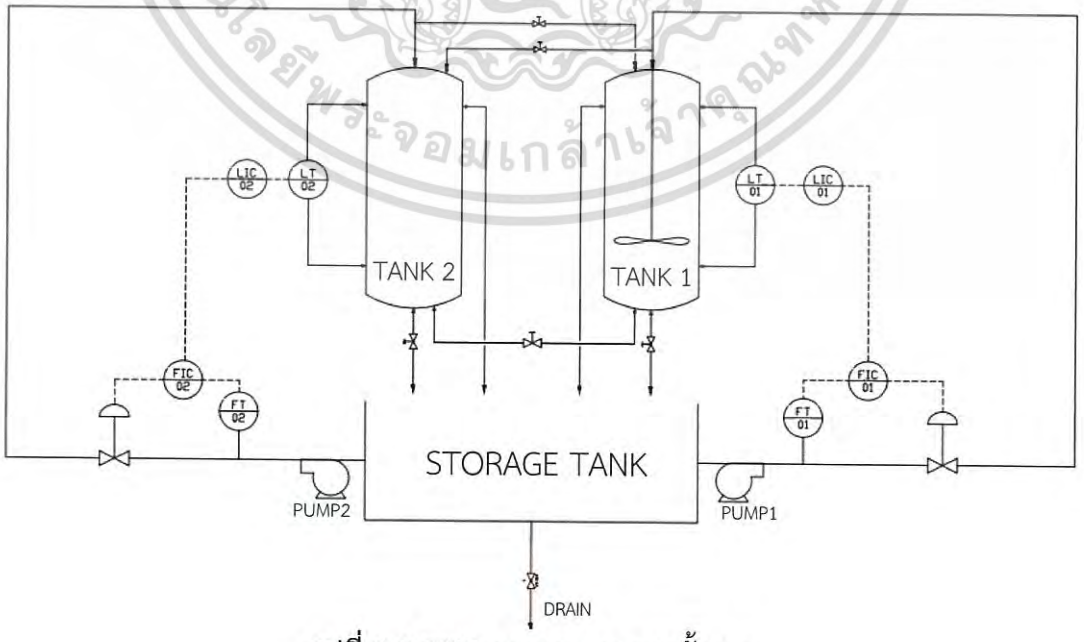
การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุมกระบวนการนี้ มีการเชื่อมต่อระหว่างตัวควบคุมกับสถานีวิศวกรรมโดยใช้การสื่อสาร Vnet/IP ซึ่งเป็นระบบเครือข่ายแบบเรียลไทม์สำหรับกระบวนการอัตโนมัติ ใช้ระบบสื่อสารอีเธอร์เน็ท 1 กิกะบิตต่อวินาที และการเชื่อมต่อระหว่างตัวควบคุมกับอุปกรณ์ที่อยู่ในชั้นระดับฟิลด์จำพวกอุปกรณ์วัดและอุปกรณ์แปลงสัญญาณจะมีการเชื่อมต่อผ่านเกตเวย์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นจุดเชื่อมต่อของเครือข่ายให้กับอุปกรณ์การวัดกับตัวควบคุม ทำให้อุปกรณ์เกิดการสื่อสารกันได้ โดยอุปกรณ์การวัดระดับ และอุปกรณ์การวัดความแตกต่างของความดันใช้การสื่อสารแบบระบบไร้สายที่อยู่บนมาตรฐาน wireless ISA100 และการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้ายเข้ากับการ์ดอนาล็อกอินพุตเอาต์พุตจะใช้สายไฟ รายละเอียดทั้งหมดจะแสดงดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



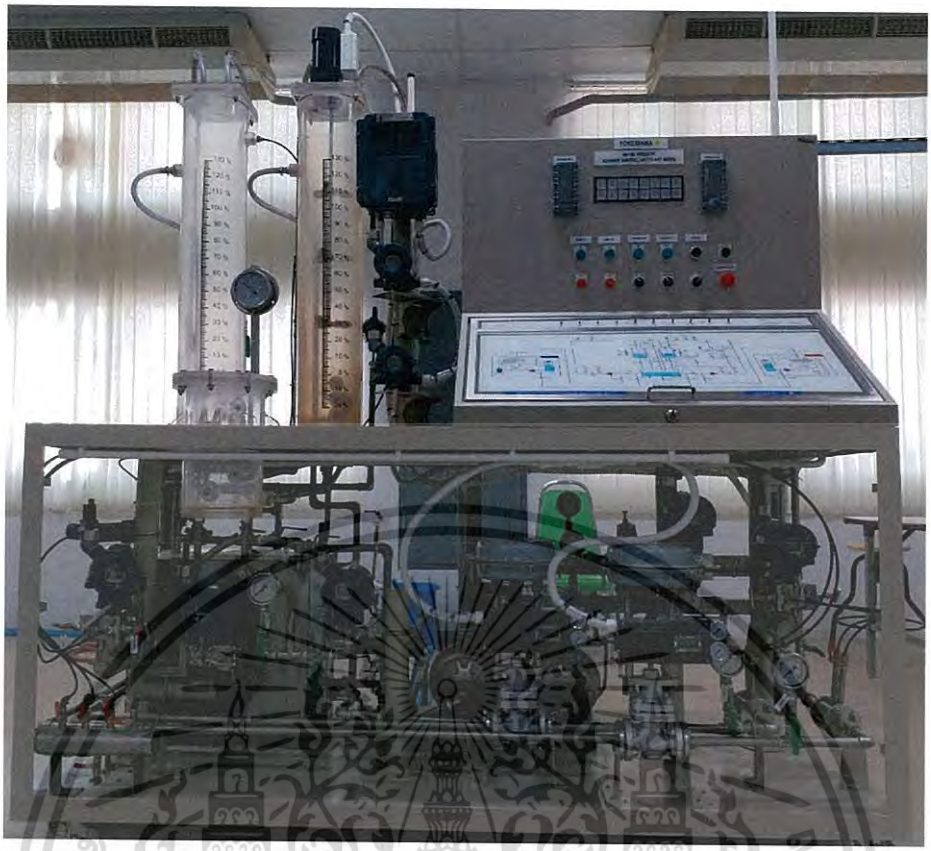
รูปที่ 3.1 การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์ในระบบควบคุม [3]

3.1.2 แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ (PROCESS & INSTRUMENT DIAGRAM: P&ID)



รูปที่ 3.2 P&ID ของกระบวนการทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 รายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ

จากรูปที่ 3.2 และ 3.3 แผนผังแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ จะแบ่งกระบวนการเป็น 3 ส่วน คือ การควบคุมอัตราการไหล การควบคุมระดับน้ำในถังโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด และการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน (Flow Ratio Control)

- การควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่จะเข้าสู่ถังที่ 1 จะทำการวัดอัตราการไหลด้วย FT01 ส่งค่าไปประมวลผลยังตัวควบคุม FIC01 ค่าที่ได้จากการประมวลผลจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้ายหรือวาล์ว ควบคุม CV01 เพื่อทำการควบคุมอัตราการไหลของกระบวนการ และในการควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่จะเข้าสู่ถังที่ 2 จะทำการวัดอัตราการไหลด้วย FT02 ส่งค่าไปประมวลผลยังตัวควบคุม FIC02 ค่าที่ได้จากการประมวลผลจะถูกส่งไปยังวาล์วควบคุม CV02

- การควบคุมระดับน้ำในถังโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด จะทำการควบคุมระดับน้ำในถังที่ 1 ซึ่งมีตัวควบคุมอยู่ 2 ตัว ตัวควบคุมระดับ LIC01 ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมหลัก โดยมีการวัดระดับด้วย LT01 เพื่อเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายและส่งเอาต์พุต ไปยังตัวควบคุมอัตราการไหล FIC01 ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมรอง ตัวควบคุมรองจะทำหน้าที่ประมวลผล โดยนำค่าเป้าหมายจากตัวควบคุมหลักและค่าอัตราการไหลที่วัดจาก FT01 มาทำการเปรียบเทียบกัน แล้วส่งค่าเอาต์พุตออกไปควบคุมวาล์วควบคุม CV01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน จะเป็นการควบคุมให้อัตราการไหลของฝั่งด้านซ้ายเป็นอัตราส่วนคงที่ของอัตราการไหลของฝั่งด้านขวา โดยใช้ตัวควบคุม FIC01 และ FIC02 และทำการวัดอัตราการไหลด้วย FT01 และ FT02

3.1.3 องค์ประกอบของกระบวนการ

3.1.3.1 วาล์วควบคุม (Control Valve)

วาล์วควบคุม เป็นอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้ายที่มีหน้าที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการผลิตต่าง ๆ ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ตัววาล์วและหัวขับ โดยตัวควบคุมจะสร้างสัญญาณควบคุมแล้วส่งมาควบคุมวาล์วนี้ ซึ่งการที่วาล์วควบคุมจะเปิด-ปิดตามสัญญาณควบคุมนั้นจะต้องมีการทำงานร่วมกับตัวควบคุมตำแหน่งของวาล์วควบคุม (Valve Positioner) ในปัจจุบันสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า 4-20 มิลลิแอมป์ DC และลักษณะการทำงานของวาล์วควบคุมจะปรับหรือควบคุมการไหลในระบบ เช่น ความเร็ว ปริมาณ ความดัน หรืออุณหภูมิ สำหรับวาล์วควบคุมที่ใช้ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ยี่ห้อ KFM Regelungstechnik GmbH

ตัวควบคุมตำแหน่งของวาล์วควบคุม จะรับสัญญาณทางไฟฟ้า 4-20 มิลลิแอมป์ DC มาจากตัวควบคุม โดยกำหนดให้กระแสไฟฟ้า 4 มิลลิแอมป์ วาล์วควบคุมเปิด 0% (ปิด) และกระแสไฟฟ้า 20 มิลลิแอมป์ วาล์วควบคุมเปิด 100%วาล์วยี่ห้อ KFM Regelungstechnik GmbH รุ่น GP240GH+N (GS-C25N) เป็นวาล์วประเภทนิวแมติก สองทาง ใช้งานร่วมกับตัวควบคุมตำแหน่งยี่ห้อ Young Tech รุ่น YT-3300 ซึ่งใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของของไหลในกระบวนการทดลอง

รูปที่ 3.4 วาล์วควบคุมยี่ห้อ KFM Regelungstechnik GmbH และตัวควบคุมตำแหน่งยี่ห้อ Young Tech

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.2 เครื่องมือวัดความดัน และเครื่องมือวัดความแตกต่างของความดัน (Pressure/Differential Pressure Transmitter)

เครื่องมือวัดความดัน เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจวัดความดัน และแปลงสัญญาณเอาต์พุตที่ได้ออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐาน เช่น พัลส์ หรือ 4-20 มิลลิแอมป์ เพื่อนำไปต่อใช้งานกับตัวควบคุมต่าง ๆ หรือนำไปควบคุมกระบวนการต่อไป โดยเครื่องมือวัดความดันนี้สามารถวัดได้ทั้งของเหลวและก๊าซ เช่น น้ำ น้ำมัน อากาศ ลม เป็นต้น

เครื่องมือวัดความแตกต่างของความดัน เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจวัดความแตกต่างของความดันระหว่างจุดสองจุด นั่นคือความดันด้านเข้ากับด้านออก ซึ่งสามารถนำค่าที่ได้มาประยุกต์ใช้เพื่อคำนวณหาอัตราการไหล ตรวจสอบการอุดตันของแผ่นกรองอากาศ โครงงานนี้ใช้เครื่องมือวัด คือ Wireless Differential Pressure/Pressure Transmitter ยี่ห้อโยโกกาวา รุ่น EJX110B

Wireless Differential Pressure/Pressure Transmitter ยี่ห้อโยโกกาวา รุ่น EJX110B เครื่องมือวัดความแตกต่างของความดันนี้ เป็นอุปกรณ์วัดอัตราการไหลที่มีเซ็นเซอร์เป็นซิลิกอนผลึกเชิงเดี่ยว เหมาะสำหรับการวัดอัตราการไหลของของเหลว ก๊าซ ไอน้ำ ตลอดจนสามารถนำไปใช้วัดระดับของของเหลว ความหนาแน่น และความดันของของเหลวได้ เครื่องมือชนิดนี้จะส่งสัญญาณผ่านระบบไร้สาย เครื่องส่งสัญญาณมีการทำงานโดยใช้แบตเตอรี่ภายใน การสื่อสารของเครื่องมือนี้มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดโปรโตคอล ISA100.11a

รูปที่ 3.5 เครื่องมือวัดความแตกต่างของความดัน ยี่ห้อโยโกกาวา รุ่น EJX110B

3.1.3.3 เครื่องมือวัดระดับ (Level Transmitter)

เครื่องมือวัดระดับ เป็นอุปกรณ์วัดระดับของของเหลว โดยใช้หลักการวัดความดันแตกต่าง ระหว่างด้านบนและด้านล่างของของเหลวในภาชนะ เหมาะสำหรับการวัดของเหลวที่สะอาด ความหนืดต่ำ ไม่มีสารแขวนลอยปะปน และไม่มีคุณสมบัติเป็นสารกัดกร่อน เครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับที่ในกระบวนการเป็น Wireless Differential Pressure/Pressure Transmitter ยี่ห้อโยโกกาวา รุ่น EJX110B

รูปที่ 3.6 เครื่องมือวัดระดับ ยี่ห้อโยโกกาวา รุ่น EJX110B

3.1.3.4 ตัวควบคุม (Controller)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณควบคุม เพื่อทำหน้าที่ควบคุมให้ระบบหรือกระบวนการมีผลตอบสนองตามที่ต้องการ โดยตัวควบคุมจะถูกติดตั้งอยู่บนแล็คประเภท AFV30S Field Control Unit (for Vnet/IP and FIO,19 ” Rack Mountable Type) แล็คชุดนี้ใช้สำหรับติดตั้งโมดูลออพติคอล อีบีเอสบัส รีพีทเตอร์ (Optical ESB Bus Repeater Module) ซึ่งเหมาะกับการติดตั้งในสภาพแวดล้อมทั่วไป บนแล็คนี้จะติดตั้งโมดูลต่าง ๆ ดังนี้

1. Power Supply Module ประเภท PW482 โมดูลนี้ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าเอซีขนาด 220-240 โวลต์ ความถี่ 50/60 เฮิร์ต
2. Processor Module ประเภท CP461 เป็นซีพียูที่ใช้ในประมวลผลกระบวนการ โดยมีพอร์ตเชื่อมต่อ 2 พอร์ตไว้เชื่อมต่อกับระบบสื่อสารข้อมูล VNET/IP โดยบัสที่ 1 เป็นบัสการควบคุม และบัสที่ 2 เป็นบัสการสื่อสาร
3. Analog Input/Output Module ประเภท AAB841-S(8-Channel Current Input 8-Channel Current Output) เป็นอนาล็อกอินพุต-เอาต์พุตโมดูล ทำหน้าที่เป็นตัวแปลงสัญญาณโดยจะแปลงสัญญาณอนาล็อกอินพุตให้เป็นข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในส่วนการควบคุมและประมวลผล หรือทำการแปลงข้อมูลไปเป็นสัญญาณอนาล็อก ซึ่งมีทั้งหมด 16 ช่องโดยแบ่ง ตำแหน่งที่ 1-8 เป็นสัญญาณอินพุต และตำแหน่งที่ 9-16 เป็นสัญญาณเอาต์พุตที่ขนาด 4-20 มิลลิแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ST Compatible Module ประเภท ADV869-P(ST5 Compatible(32-Channel Status Input 32-Channel Status Output/Pulse Width Output)) เป็นดิจิตอลอินพุต-เอาต์พุตโมดูล ทำหน้าที่รับสัญญาณหรือแรงดันไฟฟ้าจากอุปกรณ์ และส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปอุปกรณ์ผ่านทางทรานซิสเตอร์ โดยโมดูลนี้จะมีทั้งหมด 64 ช่อง แบ่งตำแหน่งที่ 1-32 เป็นสัญญาณอินพุต และตำแหน่งที่ 33-64 เป็นสัญญาณเอาต์พุต
5. Ethernet Communication Module ประเภท ALE111 (Ethernet Communication) เป็นโมดูลการสื่อสารอีเธอร์เน็ตกับระบบย่อย
6. Fieldbus Communication Module ประเภท ALF111 (Foundation Fieldbus(FF-H1) Communication) เป็นโมดูลการสื่อสารระหว่างส่วนการควบคุมและประมวลผลกับอุปกรณ์ฟิวส์บัส

รูปที่ 3.7 ตัวควบคุมของโยโกกาวา

3.1.3.5 สถานีวิศวกรรม (Engineering Station)

เป็นหน่วยที่ใช้กำหนดคำสั่งการทำงาน หรือแสดงผลต่างๆของระบบ สำหรับส่วนหน่วยวิศวกรรมจะติดต่อกับหน่วยเครือข่ายสื่อสารหลัก และยังเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนฮาร์ดแวร์ และ ซอฟแวร์ โดยส่วนฮาร์ดแวร์ก็คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ และส่วนซอฟต์แวร์ก็คือ โปรแกรม Centum VP สำหรับทำหน้าที่ตั้งค่า แก้ไขหรือเพิ่มเติมคำสั่งการทำงานต่างๆให้กับระบบควบคุม โดยรายละเอียดการตั้งค่าเครื่องมือวัดต่างๆ แสดงไว้ในภาคผนวก ข

3.1.3.6 โปรแกรม Centum VP รุ่น R6

โปรแกรม Centum VP รุ่น R6 เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเขียนระบบควบคุมแบบกระจายส่วน ซึ่งใช้ใน ระบบปฏิบัติการ WINDOW 7 โดยภายในซอฟแวร์จะมีระบบการจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับส่วนประกอบอื่นๆ ของซอฟแวร์ เช่น เครื่องมือสำหรับตั้งค่าเครือข่ายและฮาร์ดแวร์ (Network and Hardware Configuration) การเลือกใช้ฟังก์ชันบล็อกสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุม การตั้งค่าส่วนกราฟฟิกแสดงผล เป็นต้น ซึ่งส่วนประกอบหลักๆ ของโปรแกรม Centum VP ได้แก่

1. I/O Module คือ เครื่องมือที่ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตกับส่วนประมวลผล มีส่วนแสดงการติดตั้งตัวควบคุม และยังใช้สำหรับการเพิ่มรายชื่ออุปกรณ์ทั้งหมดลงในระบบควบคุม เพื่อใช้ในการกำหนดโครงสร้างและเพิ่มข้อมูลของอุปกรณ์ทั้งหมดให้ผู้ปฏิบัติการสามารถเข้าถึงทางโปรแกรมได้
2. Function Block คือ เครื่องมือที่ใช้เขียนโปรแกรมการควบคุมระบบ โดยจะมีพื้นที่สำหรับการเขียนโปรแกรมการควบคุมทั้งหมด 200 หน้า ภายโปรแกรมจะมีฟังก์ชันบล็อกสำเร็จรูปให้เลือกใช้งาน เช่น ตัวควบคุมพีไอดี ตัวควบคุมพีไอดีแบบอัตโนมัติ เป็นต้น และเชื่อมโยงการทำงานของฟังก์ชันบล็อกต่างๆโดยการเชื่อมโยงสาย นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดโครงสร้างของอุปกรณ์ในระดับฟิลด์ เช่น การกำหนดช่วงในการวัด หน่วยวัด ช่วงการเตือนภัย เป็นต้น
3. Human Interface Station คือ เครื่องมือที่ใช้ในการเขียนและตั้งค่าส่วนแสดงผลและบังคับการระหว่างผู้ใช้กับกระบวนการผลิต หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน โดยการแสดงผลนั้นจะแสดงข้อมูลของกระบวนการในรูปแบบข้อมูลเชิงตัวเลข แนวโน้มของกระบวนการ ภาพจำลองกระบวนการ สัญญาณเตือนเหตุการณ์ หรือเฟซเพจไว้ควบคุมสถานะของระบบควบคุม

3.2 ฟังก์ชันบล็อกที่ทำการศึกษา

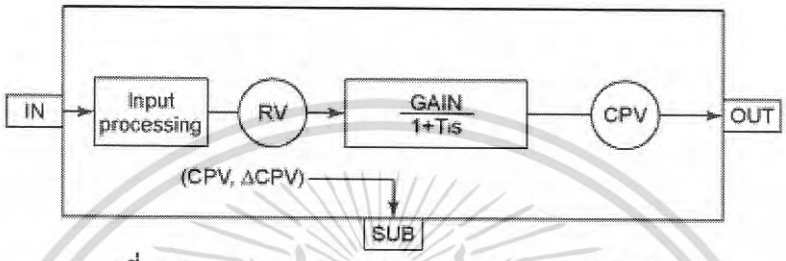
ฟังก์ชันบล็อก (Function Block) เป็นหน่วยพื้นฐานสำหรับใช้ในการสร้างการควบคุมหรือการคำนวณต่างๆ เป็นภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม โดยการนำบล็อกคำสั่งหลายๆอัน มาเชื่อมต่อกันด้วยเส้นลงบนแผ่นงานคล้ายลอจิกไดอะแกรม การเขียนฟังก์ชันบล็อกจึงเหมาะกับระบบที่ทำงานต่อเนื่องกัน เช่น Continuous process เป็นต้น

CENTUM VP มีชุดฟังก์ชันบล็อกสำหรับการแสดงผล, ตรวจสอบควบคุม, การคำนวณ, ฟังก์ชันตรรกะ และลำดับ ที่ไม่เพียงแต่ใช้ในการควบคุมอย่างต่อเนื่อง แต่ยังมีการควบคุมขั้นสูง, การควบคุมแบบลำดับที่ซับซ้อน และการควบคุมแบบแบทช์ ซึ่งจะมีการทำงานแบบ redundant, secure และ reliable ระบบโรงงานสามารถออกแบบได้อย่างยืดหยุ่นตั้งแต่โรงงานขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ผ่านชุดควบคุมเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 First-Order Lag Block (LAG)

First-Order Lag Block (LAG) เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ถูกใช้เมื่อมีการประมวลผล การดำเนินการ เพื่อนำไปสู่สัญญาณอินพุต หรือการจำลองลักษณะกระบวนการ Lag Block เป็นฟังก์ชันบล็อก ซึ่งส่งผลให้เอาต์พุตเกิดการล่าช้าไปจากอินพุต นอกจากนี้สามารถกรองสัญญาณอินพุตของกระบวนการ รวมทั้งจำลองลักษณะกระบวนการ โดยแผนภาพการทำงานของ First-Order Lag Block (LAG) ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แผนภาพ First-Order Lag Block (LAG) [3]

ตารางที่ 3.1 แสดงประเภทการเชื่อมต่อ และปลายทางการเชื่อมต่อของ I / O ของ First-Order Lag Block (LAG)

ตารางที่ 3.1 แสดงประเภทการเชื่อมต่อ และปลายทางการเชื่อมต่อของ I / O ของ First-Order Lag Block (LAG)

I/O terminal		Connection type(*1)					Connection destination(*1)		
		Data reference	Data setting	Condition testing	Status manipu-lation	Terminal connection	Process I/O	Software I/O	Function block
IN	Calculation input	X				x	x		x
OUT	Calculation output		x			x	x		x
SUB	Auxiliary output		x			Δ	x		x

X : สามารถเชื่อมต่อได้ ช่องว่าง : ไม่สามารถเชื่อมต่อได้

Δ : สามารถเชื่อมต่อได้เฉพาะกับการเชื่อมต่อกับสวิตช์บล็อค (SW-33, SW-91) หรือ inter-station data link block (ADL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทำงานของ First-Order Lag Block (LAG)

บล็อก LAG ดำเนินการประมวลผลสัญญาณอินพุต , ทำการคำนวณ , ประมวลผลสัญญาณเอาต์พุต และทำการแจ้งเตือน

ระยะเวลาการประมวลผลสำหรับบล็อก LAG คือ periodic startup การเลือกระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับ scan period เพื่อใช้ดำเนินการใน periodic startup ประกอบด้วย การสแกนขั้นพื้นฐาน, การสแกนขนาดกลาง (* 1) และการสแกนความเร็วสูง

* 1: ระยะเวลาสแกนด้วยความเร็วปานกลางสามารถใช้ได้เฉพาะกับ FFCS series, KFCS2, KFCS, LFCS2 และ LFCS เท่านั้น

2. การประมวลผลการคำนวณสำหรับ First-Order Lag Block (LAG)

บล็อก LAG ใช้การคำนวณอนุพันธ์อันดับหนึ่งที่ล่าช้า โดยใช้อัลกอริทึมการคำนวณและการตั้งค่าพารามิเตอร์

3. การประมวลผลเอาต์พุตเฉพาะสำหรับ First-Order Lag Block (LAG)

การประมวลเอาต์พุตสำหรับบล็อก LAG แสดงไว้ใน “CPV pushback”

4. อัลกอริทึมการคำนวณ

First-Order Lag Block (LAG) จะดำเนินการประมวลผลคำนวณ ดังสมการที่ 3.1

$$CPV = \frac{GAIN}{1 + TiS} \bullet RV \qquad (3.1)$$

เมื่อ Ti : First-order lag time (Ti = I - Scan period)

I : First-order lag time set point

S : Laplace transform operator

เมื่อเปลี่ยนบล็อกโหมดจาก O / S (out of service) ไปที่ AUT (อัตโนมัติ) หรือเมื่อสถานะของข้อมูลของค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้ (CPV) กลับสู่สภาวะปกติจาก CAL (calibration) หรือ BAD (invalid) แล้ว First-order lag calculation จะเริ่มต้นด้วยค่าอินพุตที่คำนวณได้ (RV)

5. การตั้งค่าพารามิเตอร์

พารามิเตอร์ของบล็อก LAG จะแสดงดังต่อไปนี้

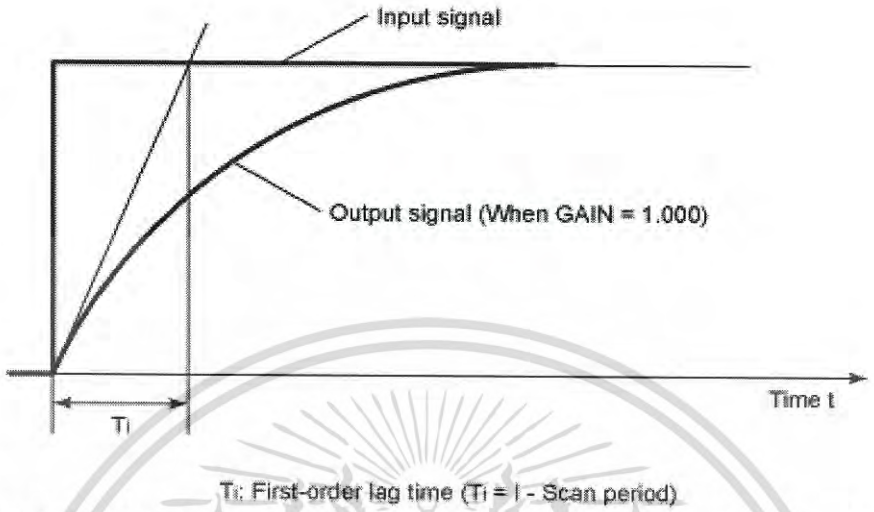
- Gain (GAIN) ค่าตัวเลข 7 หลักหรือน้อยกว่า รวมทั้งเครื่องหมายและจุดทศนิยมและค่าตัวเลือกอัตโนมัติ คือ 1.00

- First-order lag time set point(I) ค่าตัวเลขระหว่าง 0.1 ถึง 1000.0 หน่วย: วินาที และค่าตัวเลือกอัตโนมัติ คือ 1 ถ้าเวลาสั้นกว่าระยะเวลาการสแกน เวลาจะถูกตั้งค่าเป็น first-order lag time (I) การประมวลผลการคำนวณจะทำโดยสมมติว่า first-order lag time set point (I) เหมือนกับเวลาในการสแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ตัวอย่างการดำเนินการ

รูปที่ 3.9 แสดงตัวอย่างการตอบสนองต่อสเตปอินพุตของ First-Order Lag Block (LAG)



รูปที่ 3.9 Example of the Step Response Action of First-Order Lag Block (LAG) [3]

เมื่อ Ti : First-order lag time (Ti = I - Scan period)

7. CPV Pushback

CPV Pushback คือฟังก์ชันที่ใช้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันของค่าเอาต์พุตไปยัง process control output เมื่อสถานะของการเชื่อมต่อแบบคาสเคดถูกเปลี่ยนจากเปิดเป็นปิด

ถ้ามีการเชื่อมต่อ LAG block ด้วยการเชื่อมต่อแบบคาสเคดและการเชื่อมต่อถูกเปิด การคำนวณค่าอินพุต (RV) จะถูกคำนวณกลับโดยใช้ค่าเอาต์พุต (CPV) ที่ได้จากฟังก์ชันบล็อก Downstream ผ่านการติดตาม ซึ่งจะทำให้ฟังก์ชันบล็อก upstream ถูกติดตามค่าด้วย

CPV pushback จะทำงานเมื่อ output value tracking ถูกตั้งค่าที่ [Yes] เท่านั้น

สมการที่ 3.2 จะถูกใช้ใน CPV pushback ของบล็อก LAG

$$RV = \frac{CPV}{GAIN} \tag{3.2}$$

ถ้าค่า GAIN เป็น 0 การคำนวณ CPV pushback จะถูกข้ามไป และค่าอินพุตการคำนวณ (RV) ยังคงเป็นค่าก่อนหน้า

8. Data Items

ตารางที่ 3.2 แสดง Data Items ของ First-Order Lag Block (LAG)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 Data Items ของ First-Order Lag Block (LAG)

Data Item	Data Name	Entry Permitted or Not(*1)	Range	Default
MODE	Block mode	x	-----	O/S (AUT)
ALRM	Alarm status		-----	NR
AFLS	Alarm flashing status		-----	-----
AF	Alarm detection specification		-----	-----
AOFS	Alarm masking specification		-----	-----
RV	Calculated input value		-----	0
RAW	Raw input data		Value in the unit at the connection destination	-----
CPV	Calculated output value	Δ (*2)	CPV engineering unit value	SL
GAIN	Gain	x	7 - digit real number including sign and decimal point	1.00
I	First - order lag time	x	0.1 to 10,000.0 seconds	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 Data Items ของ First-Order Lag Block (LAG) (ต่อ)

Data Item	Data Name	Entry Permitted or Not(*1)	Range	Default
OPMK	Operation mark	x	0 to 64	0
UAID	User application ID	x	-----	0
SH	CPV scale high limit		Value in the same engineering unit as CPV	-----
SL	CPV scale low limit		Value in the same engineering unit as CPV	-----

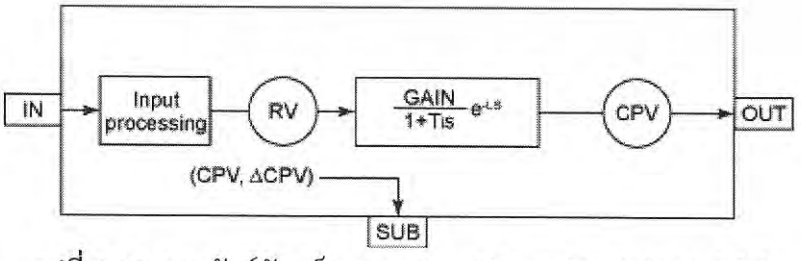
*1 X : อนุญาตให้เข้าได้โดยไม่มีเงื่อนไข ช่องว่าง : ไม่อนุญาตให้เข้า

Δ: อนุญาตให้เข้าได้โดยมีเงื่อนไข *2:อนุญาตให้เข้าได้เมื่อสถานะของข้อมูลคือ CAL

3.2.2 Dead-Time Block (DLAY)

Dead-Time Block (DLAY) ถูกใช้เพื่อจำลองลักษณะกระบวนการแบบไดนามิก เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ใช้จำลองลักษณะกระบวนการแบบไดนามิก โดยมี Dead Time และอนุพันธ์อันดับหนึ่งที่ล่าช้า

โดยแผนภาพการทำงานของ Dead-Time Block (DLAY) ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ภาพฟังก์ชันบล็อกของ Dead-Time Block (DLAY) [3]

ตารางที่ 3.3 แสดงประเภทการเชื่อมต่อ และปลายทางการเชื่อมต่อ I/O ของ Dead-Time Block (DLAY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงประเภทการเชื่อมต่อ และปลายทางการเชื่อมต่อของ I / O ของ Dead-Time Block (DLAY)

I/O terminal		Connection type(*1)					Connection destination(*1)		
		Data refe-rence	Data setting	Condition testing	Status mani-pulation	Terminal connec-tion	Process I/O	Software I/O	Functio n block
IN	Main input	x				X	X		x
OUT	Calculatio n output		X			X	X		x
SUB	Auxiliary output		X			Δ	X		x

*1 X : สามารถเชื่อมต่อได้ ช่องว่าง : ไม่สามารถเชื่อมต่อได้

Δ : สามารถเชื่อมต่อได้เฉพาะกับการเชื่อมต่อกับสวิตช์บล็อค (SW-33,SW-91) หรือ inter-station data link block (ADL)

1. การทำงานของ Dead-Time Block (DLAY)

บล็อก DLAY ดำเนินการประมวลผลสัญญาณอินพุต , ทำการคำนวณ ,ประมวลผลสัญญาณเอาต์พุต และทำการแจ้งเตือน ระยะเวลาการประมวลผลสำหรับบล็อก DLAY คือ periodic startup การเลือกระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับ scan period เพื่อใช้ดำเนินการใน periodic startup ประกอบด้วยการสแกนขั้นพื้นฐาน, การสแกนขนาดกลาง (* 1) และการสแกนความเร็วสูง

* 1: ระยะเวลาสแกนด้วยความเร็วปานกลางสามารถใช้ได้เฉพาะกับ FFCS series, KFCS2, KFCS, LFCS2 และ LFCS เท่านั้น

2. การประมวลผลการคำนวณสำหรับ Dead-Time Block (DLAY)

บล็อก DLAY ดำเนินการคำนวณโดยใช้อัลกอริทึมการคำนวณและการตั้งค่าพารามิเตอร์

3. การประมวลผลเอาต์พุตเฉพาะสำหรับ Dead-Time Block (DLAY)

การประมวลเอาต์พุตสำหรับบล็อก DLAY แสดงไว้ใน “CPV pushback”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อัลกอริทึมการคำนวณ

บล็อก Dead-Time (DLAY) จะตระหนักถึงคุณลักษณะช่วงเวลา Dead-Time ผ่านการสุ่มตัวอย่าง ด้วยเหตุนี้การประมวลผลการคำนวณต่อไปนี้ที่ใช้ Dead-Time และอนุพันธ์อันดับหนึ่งที่ล่าช้า เพื่อจำลองลักษณะกระบวนการแบบไดนามิกดังสมการที่ 3.3

$$CPV = \frac{GAIN}{1+TiS} e^{-LS} \bullet RV \qquad (3.3)$$

L : Dead time L = Sampling interval (SMPL) • (m - 1)

m : Number of sample points

Ti : First-order lag time (Ti = I - scan period)

e : Base number of natural logarithm

s : Laplace transform operator

เพื่อให้ค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้ (CPV) ดียิ่งขึ้น บล็อก Dead-Time (DLAY) จะดำเนินการคำนวณให้สมบูรณ์ระหว่างค่าตัวอย่างเมื่อได้รับค่าเอาต์พุต (CPV)

การเริ่มต้นของข้อมูลตัวอย่างทั้งหมด (dead time buffer) ทำได้โดยรีเซ็ตสวิตช์ (RST) เมื่อตั้งค่ารีเซ็ตสวิตช์ (RST) เป็น "1" dead time buffer จะเริ่มต้นด้วยค่าอินพุตที่คำนวณได้ (RV) เมื่อการตั้งค่าเริ่มต้นเสร็จสมบูรณ์รีเซ็ตสวิตช์ (RST) จะกลับไปที่ "0" (สถานะปกติ) เมื่อสถานะข้อมูลของค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้ (CPV) จะกลับสู่สภาวะปกติจาก IOP+ (input high high) หรือ CAL (calibration) รีเซ็ตสวิตช์ (RST) จะเปลี่ยนเป็น "1" โดยอัตโนมัติและมีการเริ่มต้น dead time buffer

จำนวนตัวอย่างถูกตั้งค่าไว้ใน Function Block Detail Builder

จำนวนตัวอย่าง: ค่าตัวเลขระหว่าง 1 ถึง 60

5. การตั้งค่าพารามิเตอร์

พารามิเตอร์ของบล็อก DLAY จะแสดงดังต่อไปนี้

- Gain (GAIN) ค่าตัวเลข 7 หลักหรือน้อยกว่า รวมทั้งเครื่องหมายและจุดทศนิยม

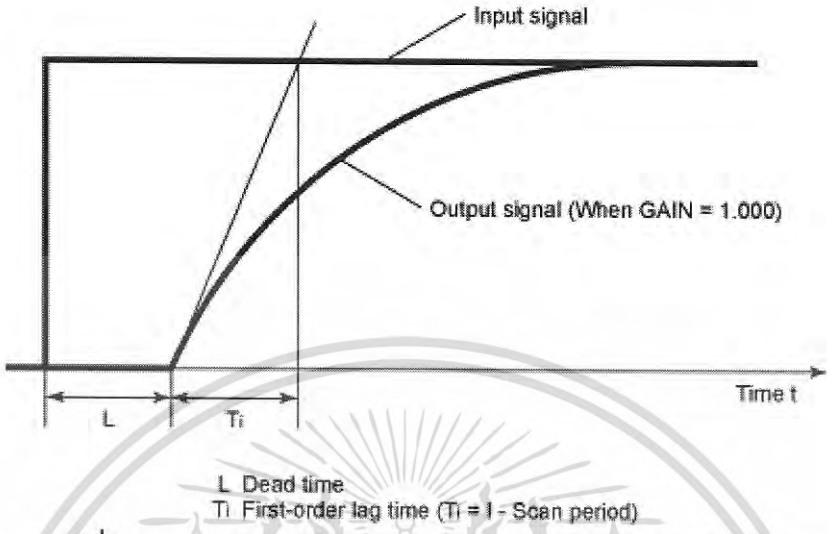
- Sampling interval (SMPL) ค่าตัวเลขระหว่าง 0.1 ถึง 10000.0 หน่วย: วินาที การตั้งค่าเป็นช่วงเวลาหลายช่วงของการสแกน

- First-order lag time (I) ค่าตัวเลขระหว่าง 0.1 ถึง 10000.0 หน่วย: วินาทีถ้าเวลาสั้นกว่าระยะเวลาการสแกน เวลาจะถูกตั้งค่าเป็น first-order lag time (I) การประมวลผลการคำนวณจะทำโดยสมมติว่า first-order lag time set point (I) เหมือนกับเวลาในการสแกน

6. ตัวอย่างการดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 แสดงตัวอย่างการตอบสนองต่อสเตปอินพุตของ Dead-Time Block (DLAY)



รูปที่ 3.11 Action Example of Dead Time Block (DLAY) [3]

7. CPV Pushback

CPV Pushback คือฟังก์ชันที่ใช้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันของค่าเอาต์พุตไปยัง process control output เมื่อสถานะของการเชื่อมต่อแบบคาสเคดถูกเปลี่ยนจากเปิดเป็นปิด

ถ้ามีการเชื่อมต่อบล็อก DLAY ด้วยการเชื่อมต่อแบบ Cascade และการเชื่อมต่อถูกเปิด การคำนวณค่าอินพุต (RV) จะถูกคำนวณกลับโดยใช้ค่าเอาต์พุต (CPV) ที่ได้จากฟังก์ชันบล็อก Downstream ผ่านการติดตาม ซึ่งจะทำให้ฟังก์ชันบล็อก Upstream ถูกติดตามค่าด้วย

CPV pushback จะทำงานเมื่อ output value tracking ถูกตั้งค่าที่ [Yes] เท่านั้น

สูตรการคำนวณต่อไปนี้ถูกใช้ใน CPV pushback ของบล็อก DLAY

$$RV = \frac{CPV}{GAIN} \tag{3.4}$$

ถ้าค่า GAIN เป็น 0 การคำนวณ CPV pushback จะถูกข้ามไป และค่าอินพุตการคำนวณ (RV) ยังคงเป็นค่าก่อนหน้า

8. Data Items – DLAY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 Data Items ของ Dead-Time Block (DLAY)

Data Item	Data Name	Entry Permitted or Not(*1)	Range	Default
MODE	Block mode	X	-----	O/S (AUT)
ALRM	Alarm status		-----	NR
AFLS	Alarm flashing status		-----	-----
AF	Alarm detection specification		-----	-----
AOFS	Alarm masking specification		-----	-----
RV	Calculated input value		-----	0
RAW	Raw input data		Value in the unit at the connection destination	-----
CPV	Calculated output value	Δ (*2)	CPV engineering unit value	SL
RST	Reset switch	X	0, 1	0
GAIN	Gain	X	7 - digit real number including sign and decimal point	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 Data Items ของ Dead-Time Block (DLAY) (ต่อ)

Data Item	Data Name	Entry Permitted or Not(*1)	Range	Default
SMPL	Sampling interval	X	0.1 to 10,000.0 seconds	1
I	First - order Lag time	X	0.1 to 10,000.0 second	1
OPMK	Operation mark	X	0 to 64	0
UAID	User application ID	X	-----	0
SH	CPV scale high limit		Value in the same engineering unit as CPV	-----
SL	CPV scale low limit		Value in the same engineering unit as CPV	-----

*1 X : อนุญาตให้เข้าได้โดยไม่มีเงื่อนไข ช่องว่าง : ไม่อนุญาตให้เข้า

Δ: อนุญาตให้เข้าได้โดยมีเงื่อนไข *2:อนุญาตให้เข้าได้เมื่อสถานะของข้อมูลคือ CAL

3.2.3 Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW)

Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW) ถูกใช้เป็นบล็อกดาวน์สตรีมในลูปการควบคุม

1. MLD-SW AUT/CAS การเชื่อมต่อ

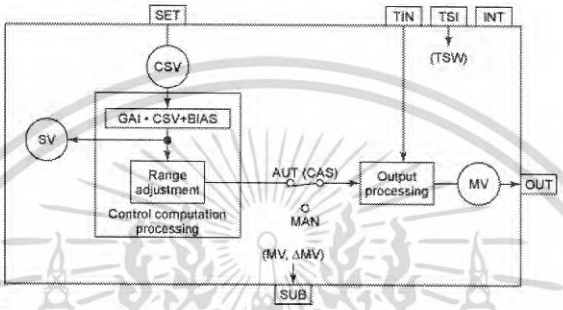
Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW) เลือกสัญญาณเอาต์พุต (MV) ที่จะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย โดยจะทำการสลับระหว่างสัญญาณเอาต์พุตที่ได้รับจากตัวควบคุมและสัญญาณเอาต์พุตที่กำหนดขึ้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมด Manual (MAN) นั้น ฟังก์ชันบล็อก Manual Loader Block with Auto / Man SW (MLD-SW) จะแสดงผลค่าที่ถูกกำหนดจากส่วนการทำงานและเฝ้าดูกระบวนการเป็นค่าเอาต์พุต (MV) เพื่อใช้งานในส่วนควบคุมอุปกรณ์ตัวสุดท้าย

โหมดอัตโนมัติ (AUT) หรือโหมดคาสเคด (CAS) นั้น จะมีการรับค่ามาจากชุดฟังก์ชันบล็อกอื่น ๆ (CSV) แล้วทำการประมวลผลกระบวนการ และส่งผลลัพธ์ออกไปเป็นค่าเอาต์พุต (MV)

โดยแผนภาพการทำงานของ Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW) ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ฟังก์ชันบล็อกของ Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW) [3]

ตารางที่ 3.5 แสดงประเภทการเชื่อมต่อ และปลายทางการเชื่อมต่อ I/O ของ Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW)

ตารางที่ 3.5 แสดงประเภทการเชื่อมต่อ และปลายทางการเชื่อมต่อของ I / O ของ Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW)

I/O terminal		Connection method (*1)			Connection destination (*1)		
		Data reference	Data setting	Terminal connection	Process I/O	Software I/O	Function block
SET	Setting input			x			x
OUT	Manipulated output		x	x	x		x
SUB	Auxiliary output		x	Δ	x		x
TIN	Tracking signal input	x		Δ	x		x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงประเภทการเชื่อมต่อ และปลายทางการเชื่อมต่อของ I / O ของ Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW) (ต่อ)

I/O terminal		Connection method (*1)			Connection destination (*1)		
		Data reference	Data setting	Terminal connection	Process I/O	Software I/O	Function block
TSI	Tracking SW input	x		Δ	x	x	x
INT	Interlock SW input	x		Δ	x	x	x

*1 X : สามารถเชื่อมต่อได้ ช่องว่าง : ไม่สามารถเชื่อมต่อได้

Δ : สามารถเชื่อมต่อได้เฉพาะกับการเชื่อมต่อกับสวิตช์บล็อค (SW-33,SW-91) หรือ inter-station data link block (ADL)

2. การทำงานของ Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW)

ฟังก์ชันบล็อก MLD-SW มีการทำงานด้านการประมวลผลกระบวนการ , การประมวลผลเอาต์พุตและการประมวลผลสัญญาณเตือน

3. การคำนวณผลลัพธ์การควบคุมอัตโนมัติ

ฟังก์ชันการคำนวณเอาต์พุตควบคุมอัตโนมัติจะแปลงค่าที่ตั้งไว้จากบล็อกฟังก์ชันอื่นเป็นค่า set point ของ cascade (CSV) ไปเป็นค่าเอาต์พุต (MV)

4. คุณลักษณะของการคำนวณเอาต์พุตควบคุมอัตโนมัติ

นิพจน์การคำนวณต่อไปนี้จะใช้ในการควบคุมเอาต์พุตอัตโนมัติ

การประมวลผลการคำนวณที่แสดงไว้ด้านล่างจะดำเนินการไปที่ค่า set point ของคาสเคด (CSV) เพื่อให้ได้ค่าที่ตั้งไว้ (SV):

$$SV = GAIN \bullet CSV + BIAS \tag{3.5}$$

เมื่อฟังก์ชันบล็อกอยู่ในโหมดแบบอัตโนมัติ (AUT) หรือคาสเคด (CAS) ค่าเอาต์พุต (MV) จะได้รับโดยการแปลงช่วงตามค่าที่ตั้งไว้ (SV)

นิพจน์การคำนวณต่อไปนี้ใช้ในการแปลงช่วง:

$$MV = \frac{MSH - MSL}{SSH - SSL} \bullet (SV - SSL) + MSL \tag{3.6}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ MSH : MV scale high limit

MSL : MV scale low limit

SSH : SV scale high limit

SSL : SV scale low limit

5. การตั้งค่าพารามิเตอร์ของการคำนวณเอาต์พุตควบคุมอัตโนมัติ

พารามิเตอร์ของบล็อก MLD-SW จะแสดงดังต่อไปนี้

- Gain (GAIN) เปลี่ยนแปลงได้ตามความต้องการ โดยมีค่าเริ่มต้นเป็น 1.000

- Bias value (BIAS) หน่วยทางวิศวกรรมอยู่ภายในช่วง ±SV มีค่าเริ่มต้นเป็น 0.0

6. ช่วงของค่า Set point (SV)

การอ้างอิงช่วงเอาต์พุตของฟังก์ชันบล็อคที่เชื่อมต่อให้ตั้งค่าช่วง set point (SV) ดังนี้

- SV range high limit ค่าตัวเลขเจ็ดหลักหรือน้อยกว่า รวมทั้งเครื่องหมายและจุดทศนิยม โดยมีจุดทศนิยม 1 หลัก และมีค่าเริ่มต้นเป็น 100.0

- SV range low limit ค่าตัวเลขเจ็ดหลักหรือน้อยกว่า รวมทั้งเครื่องหมายและจุดทศนิยม โดยมีจุดทศนิยม 1 หลัก และมีค่าเริ่มต้นเป็น 0.0

7. Data Items - MLD-SW

ตารางที่ 3.6 Data Items ของ Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW)

Data Item	Data Name	Entry Permitted or Not (*1)	Range (*2)	Default (*2)
MODE	Block mode	x	-----	O/S(MAN)
ALRM	Alarm status		-----	NR
AFLS	Alarm flashing status		-----	0
AF	Alarm detection specification		-----	0
AOFS	Alarm masking specification		-----	0
SV	Setpoint value		SV engineering unit value	SSL
CSV	Cascade setpoint value	x	Value in the same engineering unit as SV	SSL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 Data Items ของ Manual Loader Block with Auto/Man SW (MLD-SW) (ต่อ)

Data Item	Data Name	Entry Permitted or Not (*1)	Range (*2)	Default (*2)
MV	Manipulated output value	Δ (*3)	MV engineering unit value	MSL
MH	Manipulated variable high - limit setpoint	x	MSL to MSH	MSH
ML	Manipulated variable low - limit setpoint	x	MSL to MSH	MSL
GAIN	Gain	x	-----	1.000
BIAS	Bias	x	± (SSH - SSL)	0.0
RP	Ramp consistant	x	0 to (SSH - SSL)	SSH to SSL
PMV	Preset manipulated output value	x	MSL to MSH	MSL
TSW	Tracking switch	x	0, 1	0
PSW	Preset MV switch	x	0, 1, 2, 3	0
RSW	Pulse width reset switch	x	0, 1	0
OPHI	Output high-limit index	x	MSL to MSH	MSH
OPLO	Output low-limit index	x	MSL to MSH	MSL
OPMK	Operation mark	x	0 to 64	0
UAID	User application ID	x	-----	0

*1 X : อนุญาตให้เข้าได้โดยไม่มีเงื่อนไข ช่องว่าง : ไม่อนุญาตให้เข้า

Δ: อนุญาตให้เข้าได้โดยมีเงื่อนไข

*2 : SSH : SV scale high limit MSH : MV scale high limit

SSL : SV scale low limit MSL : MV scale low limit

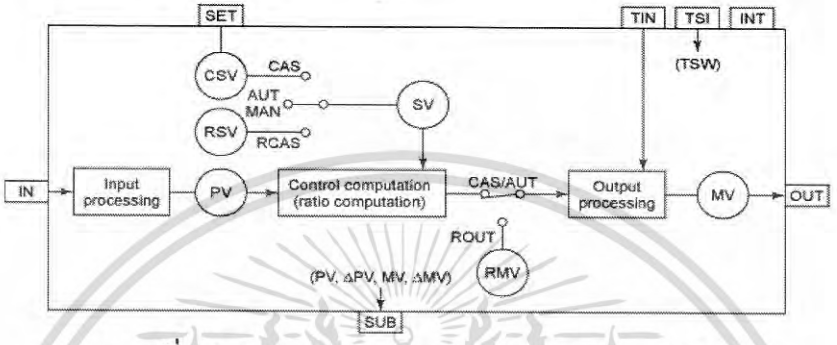
* 3: สามารถเข้าได้เมื่อโหมดบล็อก คือ MAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 Ratio Set Block (RATIO)

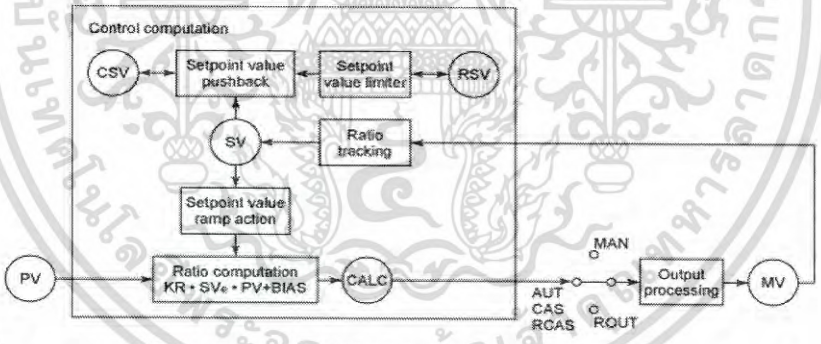
ฟังก์ชันบล็อก Ratio Set Block (RATIO) จะส่งผลให้ค่าเอาต์พุต (MV) มีการเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนตามตัวแปรกระบวนการ (PV) ที่ได้ตั้งค่าไว้ บล็อกนี้ถูกใช้เพื่อตั้งค่าอัตราส่วนเฉพาะที่จะควบคุมตัวแปรควบคุมทั้ง 2 ตัวแปร

บล็อก RATIO กำหนดอัตราส่วนสำหรับการควบคุมตัวควบคุม 2 ชุด โดยแผนภาพการทำงานของ Ratio Set Block (RATIO) ดังรูปที่ 3.13



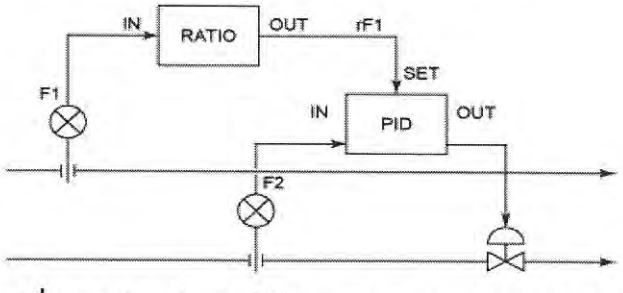
รูปที่ 3.13 แผนภาพ Ratio Set Block (RATIO) [3]

รูปที่ 3.14 แสดงการประมวลผล การคำนวณ และการควบคุมภายในของ Ratio Set Block (RATIO)



รูปที่ 3.14 แผนภาพแสดงการประมวลผล การคำนวณ และการควบคุมภายในของ Ratio Set Block (RATIO) [3]

รูปที่ 3.15 แสดงตัวอย่างการใช้ Ratio Set Block (RATIO)



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างการใช้ Ratio Set Block (RATIO) [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในลูปการควบคุมนี้อัตราการไหล F1 และ F2 จะถูกรักษาไว้ในอัตราส่วนเฉพาะ r โดยการกำหนดค่าของ F1 คูณด้วย r หรือ rF1 เป็นค่าที่ตั้งไว้ให้กับ F2

ตารางที่ 3.7 แสดงประเภทการเชื่อมต่อ และปลายทางการเชื่อมต่อ I/O ของ Ratio Set Block (RATIO)

ตารางที่ 3.7 แสดงประเภทการเชื่อมต่อ และปลายทางการเชื่อมต่อของ I / O ของ Ratio Set Block (RATIO)

I/O terminal		Connection method(*1)			Connection destination(*1)		
		Data reference	Data setting	Terminal connection	Process I/O	Software I/O	Function block
IN	Measurement input	X		x	x		x
SET	Setting input			x			x
OUT	Manipulated output		x	x	x		x
SUB	Auxiliary output		x	Δ	x		x
TIN	Tracking signal input	x		Δ	x		x
TSI	Tracking SW input	x		Δ	x	x	x
INT	Interlock SW input	x		Δ	x	x	x

*1 X : สามารถเชื่อมต่อได้ ช่องว่าง : ไม่สามารถเชื่อมต่อได้

Δ : สามารถเชื่อมต่อได้เฉพาะกับการเชื่อมต่อกับสวิตช์บล็อค (SW-33,SW-91) หรือ inter-station data link block (ADL)

1. การประมวลผลการคำนวณของ Ratio Set Block (RATIO)

ตารางที่ 3.8 แสดงฟังก์ชันการประมวลผลการคำนวณของ Ratio Set Block (RATIO)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 แสดงการควบคุม การคำนวณ และการทำงานของ Ratio Set Block (RATIO)

ประมวลผล การคำนวณ การควบคุม		คำอธิบาย
Ratio computation		การหาค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้ (CALCn) โดยการคูณตัวแปรกระบวนการ (PV) โดยใช้ค่าที่กำหนดไว้สำหรับอัตราส่วนที่มีประสิทธิผล (SVe)
Control output action		การแปลงการเปลี่ยนแปลงเอาต์พุตที่ถูกควบคุม (ΔMV) ในแต่ละช่วงการควบคุมไปเป็นค่าเอาต์พุตที่ถูกควบคุมโดยแท้จริง (MV) โดยการดำเนินการ Control output action ใช้งานได้กับ " positional type " เท่านั้น
Setpoint value limiter		การจำกัดค่าที่ตั้งไว้ (SV) ให้อยู่ภายในขีดจำกัดสูง / ต่ำที่กำหนดไว้ (SVH, SVL)
Setpoint value pushback		การดำเนินการให้ห้สองในสามค่าที่ตั้งไว้ (SV, CSV, RSV) สอดคล้องกับค่าที่เหลือ
Bumpless switching		การเปลี่ยนค่าเอาต์พุตที่ถูกควบคุม (MV) โดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันเมื่อเปลี่ยนโหมดของบล็อก หรือเมื่อเอาต์พุต (MV) ในบล็อก downstream ถูกเปลี่ยนไปเป็นโหมดคาสเคด
Bumpless switching	Ratio tracking	การปรับปรุงค่าอัตราส่วนของค่าคงที่ (SV) ด้วยค่าที่คำนวณจากค่าที่ได้จากการควบคุมปัจจุบัน (MV) เมื่ออัตราส่วนการคำนวณหยุดลง ซึ่งจะป้องกันไม่ให้ค่าเอาต์พุตมีเปลี่ยนแปลงไปอย่างกะทันหัน
	Ratio setpoint value ramp action	การทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในอัตราส่วนค่าที่ตั้งไว้อย่างประสิทธิผล (SVe) จะเป็นการค่อยๆปรับค่าให้เข้าใกล้อัตราส่วนใหม่ เมื่อค่าอัตราส่วนของค่า (SV) เปลี่ยนไปอย่างกะทันหัน ซึ่งจะป้องกันไม่ให้ค่าเอาต์พุตมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างกะทันหัน
Initialization manual		การเปลี่ยนโหมดบล็อกเป็น IMAN เพื่อระงับการทำงานของตัวควบคุมชั่วคราว การดำเนินการนี้จะเกิดขึ้นเมื่อเงื่อนไขการใช้งานเริ่มต้นเป็นที่พอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 แสดงการควบคุม การคำนวณ และการทำงานของ Ratio Set Block (RATIO) (ต่อ)

ประมวลผล การคำนวณ การควบคุม	คำอธิบาย
Control hold	การระงับการทำงานของตัวควบคุมชั่วคราวขณะที่ยังคงใช้โหมดบล็อกอยู่ ในระหว่างการระงับการควบคุมการทำงานของเอาต์พุตจะทำงานได้ตามปกติ
MAN fallback	การเปลี่ยนโหมดบล็อกเป็น MAN เพื่อบังคับให้หยุดการทำงานของตัวควบคุม การดำเนินการนี้เกิดขึ้นเมื่อ MAN fallback กลับมาเป็นที่น่าพึงพอใจ
AUT fallback	การเปลี่ยนโหมดการทำงานของบล็อกเป็น AUT เมื่อฟังก์ชันบล็อกทำงานในโหมด CAS เพื่อให้การควบคุมดำเนินต่อไปโดยใช้ค่าที่กำหนดโดยผู้ดำเนินการ การดำเนินการนี้เกิดขึ้นเมื่อเงื่อนไขของ AUT fallback เป็นที่น่าพอใจ
Computer failure	การระงับการทำงานชั่วคราวในโหมด RCAS หรือ ROUT และเปลี่ยนเป็นโหมดสำรองข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์
Block mode change interlock	การหยุดการทำงานของชุดควบคุมที่กำลังทำงานอยู่โดยอัตโนมัติในขณะที่ปิดใช้งานฟังก์ชันบล็อกที่หยุดทำงานจากการเปลี่ยนไปใช้โหมดการทำงานอัตโนมัติ

2. การคำนวณอัตราส่วน

ในการคำนวณอัตราส่วนการประมวลผลการคำนวณต่อไปนี้ จะทำเพื่อให้ได้ค่าเอาต์พุต (CALC) ด้วยการคูณตัวแปรกระบวนการ (PV) โดยใช้ค่าอัตราส่วนค่าที่มีประสิทธิผล (SVe)

$$CALCn=KR \bullet SVe \bullet PVn+BIAS \qquad (3.7)$$

เมื่อ $CALCn$: Current calculated output value

PVn : Current process variable

SVe : Effective ratio setpoint value

KR : Ratio gain

$BIAS$: Bias value

SVe คือ อัตราส่วนของค่าที่กำหนด (SV) ที่ได้รับการประมวลผลผ่าน ramp action เพื่อใช้สำหรับการเปลี่ยนโหมดบล็อกของ bumpless switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโหมดการทำงานอัตโนมัติ (AUT, CAS หรือ RCAS) ค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้ (CALC) จะได้รับการประมวลผลสัญญาณเอาต์พุตและตั้งค่าเป็นเอาต์พุตที่ถูกควบคุม (MV)

3. ช่วงของค่า Setpoint Value (SV)

ใช้ Function Block Detail Builder เพื่อกำหนดค่า

- SV range high limit ค่าตัวเลข 7 หลักหรือน้อยกว่าโดยรวมเครื่องหมายและจุดทศนิยม มีจุดทศนิยม 1 หลัก และค่าเริ่มต้นเป็น 4.0

- SV range low limit ค่าตัวเลข 7 หลักหรือน้อยกว่าโดยรวมเครื่องหมายและจุดทศนิยม มีจุดทศนิยม 1 หลัก และค่าเริ่มต้นเป็น 0.0

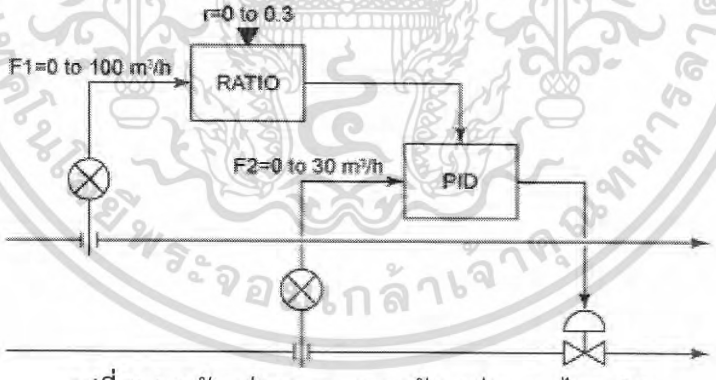
4. Ratio Gain

ใช้ Function Block Detail Builder เพื่อกำหนดค่า

Ratio Gain : ค่าตัวเลข 7 หลักหรือน้อยกว่าโดยรวมเครื่องหมายและจุดทศนิยม มีจุดทศนิยม 1 หลัก และค่าเริ่มต้นเป็น 1.0 ซึ่งการคำนวณเพื่อให้ได้ Ratio Gain ดังกล่าว มีดังนี้

- ตัวอย่างที่ 1

รูปที่ 3.6 เป็นตัวอย่างของการใช้ระบบควบคุมอัตราการไหลที่อัตราการไหล F1 และ F2 มีตั้งแต่ 0 ถึง 100 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงและตั้งแต่ 0 ถึง 30 m^3 ต่อชั่วโมงตามลำดับโดยการรักษาอัตราส่วน r ระหว่าง 0.0 ถึง 0.3



รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการควบคุมอัตราส่วนการไหล [3]

เมื่อมีการใช้เงื่อนไขข้างต้นกับสมการการคำนวณ (3.7) โดยค่าอัตราการไหล F1 ค่าเป้าหมายของการอัตราการไหลของ F2 และอัตราส่วน r จะแสดงได้ด้วยตัวแปรกระบวนการ (PV) , ค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้ (CALC) และค่าอัตราส่วนของค่าตั้งต้น (SV) ตามลำดับ

เมื่อ F1 เป็น 0 แล้วค่าเป้าหมายของ F2 ก็คือ 0 ด้วยเช่นกัน ให้ตั้งค่า BIAS ของนิพจน์การคำนวณเป็น 0 ดังนั้นผลการคำนวณต่อไปนี้จะได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$CALC_n = KR * SV_e * PV \quad (3.8)$$

$$KR = \frac{CALC_n}{SV_e * PV} \quad (3.9)$$

เมื่อ r เท่ากับ 0.1 และ F1 เท่ากับ 100 m^3 / h ค่าเป้าหมายของ F2 เท่ากับ 100 และ 0.1 หรือ 10 m^3 / h ถ้าเงื่อนไขนี้ถูกนำมาใช้กับนิพจน์การคำนวณ (3) จะได้ผลของการคำนวณดังต่อไปนี้

$$CALC_n = 10 \text{ , } PV=100 \text{ , } SV_e=0.1 \ (SV_e = SV)$$

$$KR = 10/(0.1*100)=1.0$$

ค่าของตัวแปรกระบวนการ (PV) ค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้ ($CALCn$) และ SVe มีหน่วยตามหน่วยทางวิศวกรรมทั้งหมด และการคำนวณนี้แสดงให้เห็นว่า ratio gain (KR) จะเป็น 1.0 ถ้าตัวแปรกระบวนการ (PV) และค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้ ($CALCn$) อยู่ในหน่วยเดียวกันและค่า SVe ไม่มีหน่วย

- ตัวอย่างที่ 2

จากตัวอย่างการควบคุมอัตราส่วนการไหล สมมุติให้อัตราการไหล F1 และ F2 อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 300 m^3 / h และตั้งแต่ 0 ถึง 100 ℓ / min ตามลำดับ และดำเนินการที่อัตราส่วน r ระหว่าง 0.0 ถึง 2.0%

เมื่อ F1 เป็น 0 ค่าเป้าหมายของ F2 เท่ากับ 0 ดังนั้นให้ตั้งค่า bias setpoint value (BIAS) เป็น 0 และใช้นิพจน์ (3) จากตัวอย่างที่ 1

เมื่อสมมติว่าค่า r เท่ากับ 1.0% และ F1 เท่ากับ 300 m^3 / h ค่าเป้าหมายของ F2 คือ 300 และ 1.0 / 100 หรือ 3 m^3 / h ซึ่งจะแปลงเป็น 50 ℓ / min เมื่อใช้กับนิพจน์ (3) จะได้รับนิพจน์การคำนวณต่อไปนี้:

$$CALC_n = 50 \text{ , } PV = 300 \text{ , } SV_e = 1.0 \ (SV_e = SV)$$

$$KR = 50/(1.0*300)=0.1667$$

เนื่องจากค่าของตัวแปรกระบวนการ (PV) และค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้ ($CALC_n$) มีหน่วยตามหน่วยทางวิศวกรรม ทำให้ ratio gain (KR) เปลี่ยนแปลงได้แม้จะมีขีดจำกัด สูง / ต่ำของตัวแปรกระบวนการ (PV) และค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้ ($CALC_n$) มีการเปลี่ยนแปลง แต่อย่างไรก็ตาม ratio gain (KR) จะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหน่วยทางวิศวกรรมของตัวแปรกระบวนการ (PV) และค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้ ($CALC_n$) หรืออัตราส่วนของค่าที่กำหนด (SV) เมื่อค่า ratio gain (KR) ถูกคำนวณจากสัมประสิทธิ์การแปลงหน่วย หน่วยทางวิศวกรรมของค่าที่คำนวณได้ ($CALC_n$) จะเหมือนกับค่าเอาต์พุตที่ถูกควบคุม (MV)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ค่า Bias

ตั้งค่าข้อมูลในหน่วยทางวิศวกรรมให้เหมือนกับเอาต์พุต (MV) และอยู่ในช่วงของ -(MSH - MSL) ถึง (MSH - MSL) ค่า bias value สามารถตั้งค่าหรือเปลี่ยนฟังก์ชันการทำงาน และการตรวจสอบการทำงานระหว่างการทำงานได้ ค่าเริ่มต้นคือขีดจำกัดต่ำสุดของ MV (MSL)

MSH : MV scale high limit

MSL : MV scale low limit

6. Control Output Action

การดำเนินการเอาต์พุตควบคุม (Control Output Action) เป็นการแปลงการเปลี่ยนแปลงเอาต์พุตที่ถูกควบคุม (ΔMV) ในแต่ละช่วงการควบคุมไปเป็นค่าเอาต์พุตที่ถูกควบคุมโดยแท้จริง (MV)

การดำเนินการเอาต์พุตควบคุมพร้อมใช้งานกับ Ratio Set Block (RATIO) เป็นของ "positional type" เท่านั้น

ค่าเอาต์พุตที่คำนวณ (CAL) ถูกตั้งค่าเป็นค่าเอาต์พุต (MV)

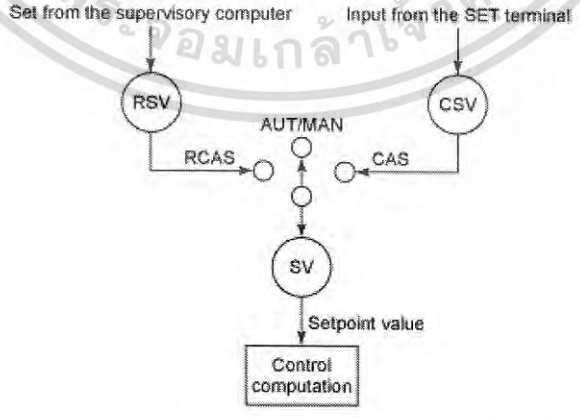
7. Setpoint Value Limiter

ฟังก์ชันขีดจำกัดของค่าที่กำหนดจะจำกัดค่าที่ตั้งไว้ (SV) ภายในช่วงระหว่างจุดสูงสุดที่กำหนด (SVH) และจุดต่ำสุดที่กำหนดไว้ (SVL) ซึ่งจะถือว่าค่าภายในช่วงนี้เป็นค่าที่ถูกต้องเท่านั้น

8. Setpoint Value Pushback

ฟังก์ชัน setpoint value pushback จะทำการกำหนดให้เป็นค่าเดียวกันของทั้งสามค่าเป้าหมาย (SV, CSV, RSV) โดยการดำเนินการของ pushback ค่าเป้าหมายจะแปรผันตามโหมดบล็อกของฟังก์ชันบล็อก

รูปที่ 3.17 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ตั้งไว้ (SV) ค่า cascade setpoint value (CSV) และค่า remote setpoint value (RSV)



รูปที่ 3.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเป้าหมาย (SV, CSV และ RSV) [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การดำเนินการในโหมดอัตโนมัติ (AUT) หรือโหมดด้วยตนเอง Manual (MAN)

ค่า cascade setpoint value (CSV) และค่า remote setpoint value (RSV) จะถูกดำเนินการให้สอดคล้องกับค่าที่ตั้งไว้ (SV) แม้ว่าค่าของข้อมูลจะถูกตั้งค่าเป้าหมายจากภายนอกฟังก์ชันบล็อก ซึ่งค่าเดียวกันนี้จะถูกกำหนดเป็นค่า cascade setpoint value (CSV) และค่า remote setpoint value (RSV) โดยอัตโนมัติ

10. การดำเนินการในโหมดคาสเคด (CAS)

ค่าที่ตั้งไว้ (SV) และค่า remote setpoint value (RSV) จะถูกดำเนินการให้สอดคล้องกับค่า cascade setpoint value (CSV)

11. การดำเนินการในโหมด Remote Cascade (RCAS)

ค่าที่ตั้งไว้ (SV) และค่า cascade setpoint value (CSV) จะถูกดำเนินการให้สอดคล้องกับค่า remote setpoint value (RSV)

12. Bumpless Switching

ฟังก์ชัน bumpless switching จะสลับโหมดบล็อกของฟังก์ชันบล็อกหรือจัดการค่าเอาต์พุต (MV) ในสตรีมมิ่งโดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าเอาต์พุต (MV) อย่างกะทันหัน

การดำเนินการระหว่าง bumpless switching จะแตกต่างกันไปกับการดำเนินการควบคุมการส่งออกและสถานะโหมดบล็อก

ฟังก์ชัน bumpless switching จะใช้ประโยชน์ร่วมกับ Ratio Set Block (RATIO) ซึ่งประกอบด้วย Ratio tracking และ Ratio setpoint value ramp action

13. Ratio Tracking

ฟังก์ชันการติดตามค่าอัตราส่วน (Ratio Tracking) จะตั้งค่าค่าอัตราส่วนเป้าหมาย (SV) ซึ่งค่าที่คำนวณได้นั้นมาจากค่าเอาต์พุตที่แปรผัน (MV) เมื่อค่าอัตราส่วนการคำนวณหยุดลง

การติดตามค่าอัตราส่วนช่วยให้สามารถเปลี่ยนโหมดบล็อกจากแบบ manual (MAN) เป็นอัตโนมัติ (AUT) ได้

$$SV = (MV - BIAS) * \frac{1}{PV * KR} \tag{3.10}$$

การติดตามค่าอัตราส่วนจะดำเนินการในเงื่อนไขต่อไปนี้

- โหมด manual (MAN)

- โหมดการเตรียมใช้งานเบื้องต้น (IMAN) (เช่น เมื่อการเชื่อมต่อแบบคาสเคดกับลูปดาวน์สตรีมกลายเป็นแบบเปิด) ให้ใช้ Function Block Detail Builder สำหรับการตั้ง ratio tracking

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การติดตามค่าอัตราส่วน (Ratio tracking) ตั้งค่าเป็น ใช่ หรือ ไม่ใช่ สำหรับแต่ละเงื่อนไขของ MAN, AUT plus CND หรือ CAS plus CND.

ตารางที่ 3.9 แสดงการตั้งค่าเริ่มต้นของการติดตามค่าอัตราส่วน

ตารางที่ 3.9 การตั้งค่าเริ่มต้นของการติดตามค่าอัตราส่วน

Specification condition (status) (*1)	Default
MAN	Ratio tracking disable.
AUT plus CND	Ratio tracking disable.
CAS plus CND	Ratio tracking disable.
สถานะของ MAN, AUT และ CAS รวมถึงโหมดการสำรองข้อมูลระยะไกล เช่น AUT (ROUT) และ AUT (RCAS)	

เมื่อโหมดบล็อกไม่ใช่เอาต์พุตระยะไกล (ROUT) หรือไม่ให้บริการ (O / S) ค่าเอาต์พุตที่ถูกควบคุมโดยระยะไกล (RMV) จะตามค่าเอาต์พุตที่ถูกควบคุม (MV)

14. Ratio Setpoint Value Ramp Action

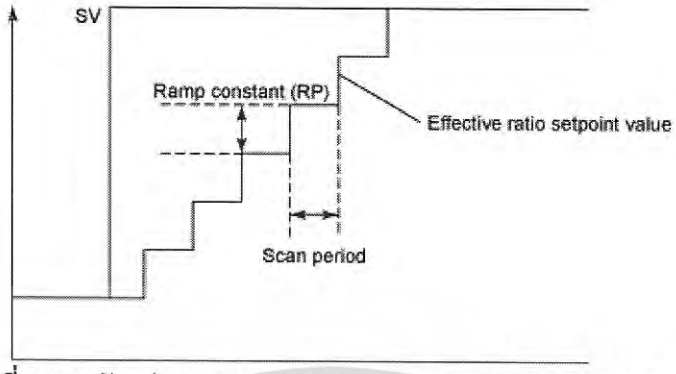
การติดตามค่าที่ตั้งไว้จะดำเนินการ bumpless switching ในการติดตามค่า เมื่อสถานะ "ไม่" ถูกกำหนดสำหรับการติดตามค่าอัตราส่วน

อัตราส่วนค่าที่ตั้งไว้จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นค่าอัตราส่วนที่มีประสิทธิผล (SVe) ในแต่ละช่วงการสแกนให้เท่ากับหรือน้อยกว่าค่าคงที่ ramp (RP) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในอัตราส่วนค่าที่ตั้งไว้ (SV)

เมื่อโหมดเปลี่ยนจากแมนนวล (MAN) เป็นอัตโนมัติ (AUT) ค่าอัตราส่วนที่มีประสิทธิผล (SVe) จะถูกคำนวณย้อนกลับจากค่าเอาต์พุตที่แปรผัน (MV) และค่าที่ได้รับจะถูกตั้งค่าอัตราส่วนที่มีประสิทธิผลเริ่มต้น (SVe) ดังนั้นการกระทำเดียวกันจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราส่วนค่าที่ตั้งไว้ (SV) มีการเปลี่ยนแปลง จึงป้องกันไม่ให้ค่าเอาต์พุตที่แปรเปลี่ยน (MV) เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน เมื่อมีการเปลี่ยนโหมดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.18 แสดงตัวอย่างของ ratio setpoint value ramp action



รูปที่ 3.18 ตัวอย่างของ Ratio Setpoint Value Ramp Action [3]

15. Initialization Manual

Initialization Manual คือ ฟังก์ชันการประมวลผลข้อผิดพลาดที่จะระงับการทำงานของการควบคุมชั่วคราวโดยการเปลี่ยนโหมดของบล็อกเป็น Initialization Manual (IMAN) การดำเนินการนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการกำหนดเงื่อนไขการเริ่มเตรียมพร้อมใช้งาน

16. Initialization Manual Condition

สภาวะ Initialization Manual เป็นเงื่อนไขการเปลี่ยนโหมดการทำงาน ที่จะระงับการทำงานของตัวควบคุมและควบคุมการทำงานเอาต์พุตชั่วคราว โดยการเปลี่ยนโหมดการทำงานเป็น Initialization Manual (IMAN) ดหมดนี้จะใช้งานได้ก็ต่อเมื่อมีการตั้งค่าให้เปิดใช้งาน

ตัวอย่างต่อไปนี้จะแสดงสภาวะ Initialization Manual

ตารางที่ 3.10 Initialization Manual Condition

AUT	
↓	Initialization manual condition establishes
IMAN	(AUT)
↓	Initialization manual condition vanishes
AUT	

เงื่อนไข Initialization Manual จะกำหนดขึ้นในสถานการณ์ต่อไปนี้:

- เมื่อสถานะข้อมูลที่ปลายทางที่เชื่อมต่อของค่าเอาต์พุต (MV) เป็นเงื่อนไข (CND) (เช่น การเชื่อมต่อแบบ cascade เปิดอยู่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อค่าข้อมูลเอาต์พุต (MV) เชื่อมต่อกับสถานะของข้อมูลปลายทางมีข้อผิดพลาดในการสื่อสาร (NCOM) หรือความผิดพลาดในการส่งเอาต์พุต (PTPF)

- เมื่อปลายทางการเชื่อมต่อที่เอาต์พุต (MV) เป็นบล็อกสวิตช์(SW-33, SW-91) และมีการเชื่อมต่อแบบสวิตช์ปิด (เช่น การเชื่อมต่อแบบคาสเคดถูกเปิด).

- เมื่อปลายทางการเชื่อมต่อเอาต์พุต (MV) คือ เอาต์พุตของกระบวนการ และเกิดความผิดพลาดหรือสัญญาณเตือนเปิดอยู่

- เมื่อสถานะข้อมูลของสัญญาณอินพุตที่เทอร์มินัล TIN หรือ TSI ไม่ถูกต้อง (BAD) ในโหมดการติดตาม (TRK) ในขณะที่สัญญาณเอาตพุตไม่ใช่ชนิด pulse-width

17. Control Hold

การค้างการควบคุม (Control Hold) แบบเป็นฟังก์ชันประมวลผลข้อผิดพลาดที่ระงับการทำงานของการควบคุมชั่วคราวขณะที่ยังคงใช้โหมดการทำงานปัจจุบันอยู่ ซึ่งแตกต่างจากบล็อก Initialization Manual การควบคุมเอาตพุต จะดำเนินการตามปกติระหว่างการควบคุม

การค้างการควบคุมจะเกิดขึ้นเมื่อมีการตั้งเงื่อนไขต่อไปนี้ในระหว่างการดำเนินการโดยอัตโนมัติ (AUT, CAS, RCAS หรือ ROUT):

- ปลายทางที่ต่ออยู่ของเทอร์มินัล IN เปิดอยู่ (เช่น ไม่ได้เลือกผ่านสวิตช์เลือก ฯ)

- ปลายทางที่เชื่อมต่อของเทอร์มินัล IN หรือปลายทางที่เชื่อมต่อข้อมูลที่ปลายทางเชื่อมต่อครั้งแรกคือ อินพุตของกระบวนการและอินพุตของกระบวนการทำงานชั่วคราวในสถานะที่ไม่ตอบสนอง (momentary power failure)

การควบคุมจะเริ่มทำงานต่อเมื่อมีเงื่อนไข vanish

18. MAN Fallback

MAN fallback คือ ฟังก์ชันประมวลผลข้อผิดพลาดที่หยุดการควบคุมและบังคับให้ฟังก์ชันบล็อกเปลี่ยนสถานะเป็น MAN fallback

19. คุณลักษณะของ Man Fallback

การทำงานของ MAN fallback จะหยุดการทำงานของตัวควบคุมโดยการเปลี่ยนชุดฟังก์ชันเป็นโหมดแมนนวล (MAN) โดยไม่คำนึงถึงสถานะการทำงานในปัจจุบันและบังคับให้บล็อกทำงานเข้าสู่สภาวะการทำงานแบบแมนนวล

เมื่อ MAN fallback ถูกตั้งขึ้น โหมดการทำงานแบบแมนนวล(MAN) จะยังคงใช้งานต่อไป แม้ว่าสภาพการณ์จะหายไปในภายหลัง

เงื่อนไข MAN fallback ถูกตั้งไว้ใช้งานในสถานการณ์ต่อไปนี้:

- เมื่อสถานะข้อมูลของตัวแปรกระบวนการ (PV) ไม่ถูกต้อง (BAD) หรือการสอบเทียบ (CAL) อย่างไรก็ตามเงื่อนไข MAN fallback จะไม่ได้รับการใช้งาน เมื่อโหมดการทำงานเป็น (ROUT) ยกเว้นโหมดผสมระหว่างการสำรองข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อสถานะข้อมูลของค่าเอาตพุต (MV) เปนความผิดพลาดในเอาตพุต (PTPF)

- เมื่อสถานะข้อมูลของค่าที่ตั้งไว้ (SV) ไม่ถูกต้อง (BAD)

- เมื่อเอาต์พุต (MV) เชื่อมต่อกับ I / O ของกระบวนการ

- เมื่อโหมดการทำงานเปลี่ยนเป็นเงื่นอนไขการล็อก

- เมื่อเอาต์พุต (MV) ต่อเข้ากับ I / O ของกระบวนการและจุดเชื่อมต่อ I / O ที่เชื่อมต่อกับโมดูลได้รับการเปลี่ยนแปลงโดยการบำรุงรักษา

20. AUT Fallback

AUT fallback คือ ฟังก์ชันการประมวลผลข้อผิดพลาดที่เปลี่ยนโหมดการทำงานจาก Cascade (CAS) เป็นอัตโนมัติ (AUT) เมื่อมีการตั้งค่า AUT fallback ไว้ และสลับการทำงานของตัวควบคุมไปเป็นค่าที่กำหนดโดยผู้ดำเนินการ

21. คุณลักษณะของ AUT Fallback

เปลี่ยนโหมดการทำงานจาก Cascade (CAS) เป็น Automatic (AUT) เพื่อดำเนินการควบคุมโดยใช้ค่าที่กำหนดโดยผู้ดำเนินการ

เมื่อเงื่อนไข AUT fallback ถูกกำหนดขึ้น โหมดการทำงานยังคงเป็นแบบอัตโนมัติ (AUT) แม้ว่าจะมีสภาวะเป็น vanishes

22. Computer Fail

เมื่อตรวจพบว่าคอมพิวเตอร์ล้มเหลว ฟังก์ชันบล็อกจะระงับการกระทำชั่วคราวในโหมดคาสเคดระยะไกล (RCAS) หรือโหมดเอาต์พุตระยะไกล (ROUT) และเปลี่ยนเป็นโหมดสำรองข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์

23. Setting Computer Backup Mode

ใช้ Function Block Detail Builder เพื่อตั้งค่าโหมดการสำรองข้อมูลคอมพิวเตอร์สำหรับแต่ละบล็อกฟังก์ชัน

โหมดสำรองข้อมูลคอมพิวเตอร์ เลือก "MAN", "AUT" หรือ "CAS" เป็นโหมดที่จะเปลี่ยนไปเมื่อคอมพิวเตอร์เกิดความลมเสียหายขึ้น และค่าเริ่มต้นคือ "MAN"

24. Block Mode Change Interlock

เมื่อมีการกำหนดโหมดการทำงานเป็น interlock mode โหมดการทำงานของบล็อกจะหยุดการควบคุมและประมวลผลการคำนวณโดยอัตโนมัติ และห้ามไม่ให้ฟังก์ชันบล็อกเปลี่ยนไปใช้โหมดการทำงานอัตโนมัติ

25. คุณลักษณะของ Block Mode Change Interlock

หยุดประมวลผลการคำนวณการควบคุมของฟังก์ชันบล็อกที่กำลังทำงานโดยอัตโนมัติ และปิดใช้งานฟังก์ชันบล็อกที่ทำงานอยู่ในปัจจุบัน จากการเปลี่ยนเป็นสถานะการดำเนินการโดยอัตโนมัติ และจะมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โหมดการทำงานจะเปลี่ยนเป็นแบบแมนนวล (MAN)

- คำสั่งเปลี่ยนโหมดการทำงานให้โดยอัตโนมัติ AUT, CAS, RCAS หรือ ROUT mode จะไม่สามารถใช้งานได้

26. Block Mode Change Interlock Condition

เงื่อนไขการเปลี่ยน interlock block mode ถูกตั้งขึ้นเมื่อสวิตช์ที่ปลายทางเชื่อมต่อของ interlock switch input terminal (INT) ถูกเปิดอยู่ เนื่องมาจากการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องแบบอัตโนมัติเป็นไปไม่ได้ เพราะเกิดความผิดปกติในโรงงาน ฯลฯ

27. Data Items

ตารางที่ 3.11 Data Items ของ Ratio Set Block (RATIO) (1/2)

Data Item	Data Name	Entry Permitted or Not (*1)	Range (*2)	Default (*2)
MODE	Block mode	x	n/a	O/S (MAN)
ALRM	Alarm status	-	n/a	NR
AFLS	Alarm flashing status	-	n/a	0
AF	Alarm detection specification	-	n/a	0
AOFS	Alarm masking specification	-	n/a	0
PV	Process variable	Δ (*3)	PV engineering unit value	SL
RAW	Raw input data	-	Value in the unit at the connection destination	n/a
SUM	Totalizer value	x	Engineering unit value	0
SV	Ratio setpoint value	Δ (*4)	SV engineering unit value	SSL
CSV	Cascade ratio setpoint value	x	Value in the same engineering unit as SV	SSL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 Data Items ของ Ratio Set Block (RATIO) (1/2) (ต่อ)

Data Item	Data Name	Entry Permitted or Not (*1)	Range (*2)	Default (*2)
RSV	Remote ratio setpoint value	Δ (*5)	Value in the same engineering unit as SV	SSL
MV	Manipulated output value	Δ (*6)	MV engineering unit value	MSL
RMV	Remote manipulated output value	Δ (*7)	Value in the same engineering unit as MV	MSL
CALC	Calculated output value	-	Value in the same engineering unit as MV	MSL
HH	High - high limit alarm setpoint	x	SL to SH	SH
LL	Low - low limit alarm setpoint	x	SL to SH	SL
PH	High - limit alarm setpoint	x	SL to SH	SH
PL	Low - limit alarm setpoint	x	SL to SH	SL
VL	Velocity alarm setpoint	x	± (SH - SL)	SH - SL
PVP	Velocity-Reference Sample	-	Value in the same engineering unit as PV	n/a

*1 X : อนุญาตให้เข้าได้โดยไม่มีเงื่อนไข ช่องว่าง : ไม่อนุญาตให้เข้า

Δ: อนุญาตให้เข้าได้โดยมีเงื่อนไข

*2:SH: PV scale high limit SL: PV scale low limit

SSL: SV scale low limit MSL: MV scale low limit

* 3: อนุญาตให้เข้าได้เมื่อสถานะข้อมูลเป็น CAL

* 4: อนุญาตให้เข้าได้เมื่อโหมดข้อมูลเป็น CAS หรือ RCAS

* 5: อนุญาตให้เข้าได้เมื่อโหมดบล็อกคือ RCAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* 6: อนุญาตให้เข้าได้เมื่อโหมดบล็อกคือ MAN

* 7: อนุญาตให้เข้าได้เมื่อโหมดบล็อกคือ ROUT

ตารางที่ 3.12 Data Items ของ Ratio Set Block (RATIO) (2/2)

Data Item	Data Name	Entry Permitted or Not (*1)	Range (*2)	Default (*2)
MH	Manipulated variable high-limit setpoint	x	MSL to MSH	MSH
ML	Manipulated variable low-limit setpoint	x	MSL to MSH	MSL
SVH	Setpoint high limit	x	SL to SH	SH
SVL	Setpoint low limit	x	SL to SH	SL
BIAS	Bias value	x	± (MSH - MSL)	MSL
RP	Ramp constant	x	0 to (SSH - SSL)	SSH - SSL
KR	Ratio gain	-	n/a	1.000
PMV	Preset manipulated output value	x	MSL to MSH	MSL
TSW	Tracking switch	x	0, 1	0
PSW	Preset MV switch	x	0, 1, 2, 3	0
RSW	Pulse width reset switch	x	0, 1	0
BSW	Backup switch	x	0, 1	0
OPHI	Output high-limit index	x	MSL to MSH	MSH
OPLO	Output low-limit index	x	MSL to MSH	MSL
OPMK	Operation mark	x	0 to 64	0
UAID	User application ID	x	n/a	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 Data Items ของ Ratio Set Block (RATIO) (2/2) (ต่อ)

Data Item	Data Name	Entry Permitted or Not (*1)	Range (*2)	Default (*2)
SH	PV scale high limit	x	Value in the same engineering unit as PV	n/a
ML	Manipulated variable low-limit setpoint	x	Value in the same engineering unit as PV	n/a

*1 X : อนุญาตให้เข้าได้โดยไม่มีเงื่อนไข ช่องว่าง : ไม่อนุญาตให้เข้า

*2:SSH: SV scale high limit SSL: SV scale low limit

MSH: MV scale high limit MSL: MV scale low limit

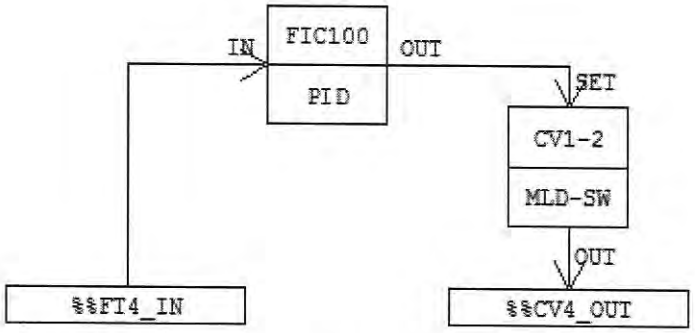
3.3 การออกแบบระบบควบคุมกระบวนการ

ในขั้นตอนการออกแบบระบบควบคุมกระบวนการโดยใช้ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทโยโกกาวา จำกัด รุ่น Centum VP R6 นั้นมีขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม Centum VP ศึกษาได้จากภาคผนวก ก และจากการศึกษาการทำงานของฟังก์ชันบล็อก และเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการโดยใช้ฟังก์ชันบล็อก จึงนำมาสู่การออกแบบระบบกระบวนการในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การควบคุมอัตราการไหลของน้ำ การควบคุมระดับน้ำในถังโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด และการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน

3.3.1 การควบคุมอัตราการไหล

กระบวนการควบคุมอัตราการไหลที่ใช้ในการทดลอง เราจะทำการสั่งให้ปั๊มน้ำที่ 1 (PUMP1) เริ่มต้นทำการปั๊มน้ำเข้าสู่กระบวนการ แล้วจะมีเครื่องมือวัดอัตราการไหล FT01 ทำการวัดค่าอัตราการไหลแล้วส่งข้อมูลให้กับตัวควบคุม FIC01 ตัวควบคุมจะทำการอ่านโปรแกรมการทำงานที่ได้ออกแบบไว้แสดงดังรูปที่ 3.12 แล้วทำการประมวลผลเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้ตั้งค่าไว้กับค่าอัตราการไหลจากกระบวนการ และสั่งการให้วาล์วควบคุม CV01 ทำการเปิด-ปิดตามค่าที่ได้กำหนดไว้ สำหรับการรักษาอัตราการไหลให้คงที่ และการควบคุมให้ผลตอบสนองของกระบวนการดีขึ้นนั้น จะทำการปรับตั้งค่าพีไอดี ตามทฤษฎี Ziegler-Nichols ที่ตัวควบคุม FIC01

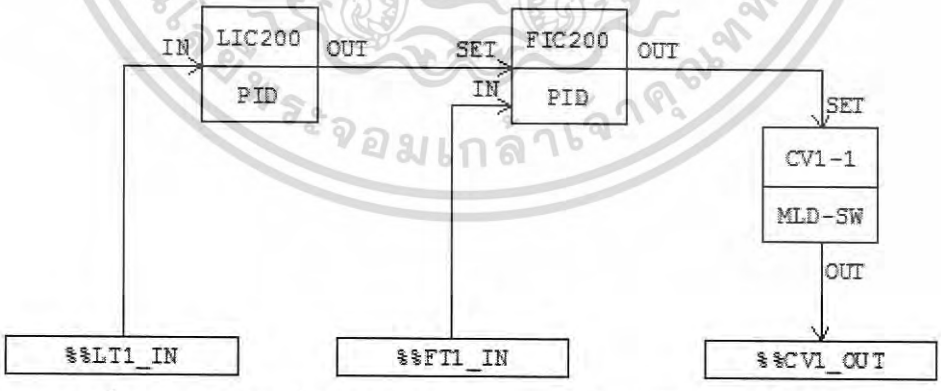
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 การเขียนโปรแกรมการควบคุมอัตราการไหล

3.3.2 การควบคุมระดับโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด

กระบวนการควบคุมระดับน้ำในถังที่ใช้ในการทดลอง เราจะทำการควบคุมระดับน้ำในถังที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบคาสเคด โดยในการทดลองนี้เราจะให้มีตัวควบคุมจำนวน 2 ตัว นั่นคือ ตัวควบคุมหลักเป็นตัวควบคุมระดับ LIC01 และตัวควบคุมรองเป็น FIC01 เราจะทำการสั่งให้ปั๊มน้ำที่ 1 (PUMP1) เริ่มต้นทำการปั๊มน้ำเข้าสู่กระบวนการ แล้วจะมีเครื่องมือวัดอัตราการไหล FT01 ทำการวัดค่าอัตราการไหลแล้วส่งข้อมูลให้กับตัวควบคุมรอง FIC01 และสำหรับการวัดระดับจะมีเครื่องมือวัดอัตราการไหล LT01 ทำการวัดค่าแล้วส่งให้ตัวควบคุมหลัก LIC01 ตัวควบคุมจะทำการอ่านโปรแกรมการทำงานที่ได้ออกแบบไว้แสดงดังรูปที่ 3.13 แล้วทำการประมวลผลและสั่งการให้วาล์วควบคุม CV01 ทำการเปิด-ปิดตามค่าที่ได้กำหนดไว้ สำหรับการรักษาระดับน้ำในถังให้คงที่ และการควบคุมให้ผลตอบสนองของกระบวนการดีขึ้นนั้น จะทำการปรับตั้งค่าพีไอดี ตามทฤษฎี Ziegler-Nichols ที่ตัวควบคุมทั้งสอง



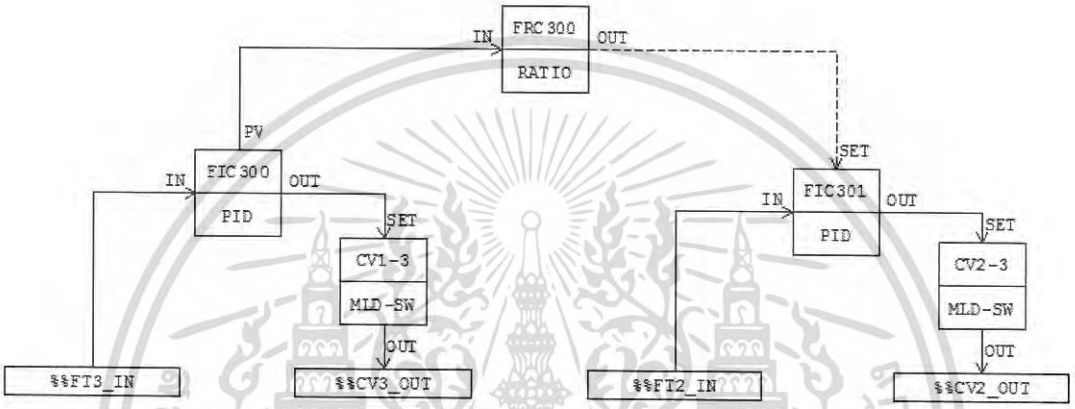
รูปที่ 3.20 การเขียนโปรแกรมการควบคุมระดับโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด

3.3.3 การควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน

การควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วนที่ใช้ในการทดลอง เราจะทำการควบคุมให้อัตราการไหลของน้ำจากทั้งสองฝั่งเข้าสู่ถังที่ 1 เป็นอัตราส่วนกัน เราจะทำการสั่งให้ปั๊ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำที่ 1 (PUMP1) และปั๊มน้ำที่ 2 (PUMP2) เริ่มต้นทำการปั๊มน้ำเข้าสู่กระบวนการ แล้วจะมีเครื่องมือวัดอัตราการไหล FT01 ทำการวัดค่าอัตราการไหลแล้วส่งข้อมูลให้กับตัวควบคุม FIC01 และเครื่องมือวัดอัตราการไหล FT02 ทำการวัดค่าอัตราการไหลแล้วส่งข้อมูลให้กับตัวควบคุม FIC02 ตัวควบคุมจะทำการอ่านโปรแกรมการทำงานที่ได้ออกแบบไว้แสดงดังรูปที่ 3.14 แล้วทำการประมวลผลและสั่งการให้วาล์วควบคุม CV01 และ CV02 ทำการเปิด-ปิดตามเป็นอัตราส่วนซึ่งกันและกันตามค่าที่ได้กำหนดไว้ สำหรับการรักษาอัตราการไหลให้คงที่ และการควบคุมให้ผลตอบสนองของกระบวนการดีขึ้นนั้น จะทำการปรับตั้งค่าพีไอดี ตามทฤษฎี Ziegler-Nichols ที่ตัวควบคุมทั้งสอง



รูปที่ 3.21 การเขียนโปรแกรมการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้เราจะกล่าวถึงขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง การทดสอบการใช้งานโปรแกรม Centum VP R6 ในการออกแบบการควบคุมกระบวนการ และทดสอบประสิทธิภาพของการควบคุม ซึ่งแผนการควบคุมจะเป็นการนำฟังก์ชันบล็อกต่างๆ มาใช้งานสร้างโปรแกรมควบคุมพื้นฐาน อันได้แก่ การควบคุมอัตราการไหล และการคุมคุมระดับ ตัวแปรควบคุมประกอบไปด้วย อัตราการไหลที่เราต้องการควบคุม (%) และระดับ (%) เพื่อเป็นการยืนยันให้เห็นถึงสมรรถนะ ผลตอบสนองการควบคุมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นคือ ค่าอัตราการไหล และระดับสามารถเข้าสู่ค่าเป้าหมายตามที่กำหนดไว้และมีการเขียนโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงานสำหรับควบคุมกระบวนการ

4.1 วิธีการทดลอง

การทดลองใช้งานโปรแกรมควบคุมกระบวนการ Centum VP R6 มาออกแบบและควบคุมกระบวนการในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การควบคุมอัตราการไหลของน้ำ การควบคุมระดับน้ำในถังโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด และการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน การทำงานของระบบสามารถแบ่งออกได้ 5 ส่วนหลัก ดังนี้

1. การตั้งค่าตัวควบคุม อุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย และอุปกรณ์การวัด ซึ่งก็คือการตั้งค่าคอนฟิกของระบบอัตโนมัติด้วยโปรแกรม Centum VP R6

2. การเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการทำงาน โดยใช้ฟังก์ชันบล็อกต่างๆและเชื่อมโยงกันให้ทำงานเป็นระบบ รวมทั้งทำการตั้งค่าฟังก์ชันบล็อก ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมในภาคผนวก ก

3. การตั้งค่า Faceplate สำหรับใช้ดูผลการควบคุมและกำหนดค่าเป้าหมายที่ต้องการ และการตั้งค่าส่วนของการแสดงกราฟ

4. การเขียนโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงานสำหรับควบคุมกระบวนการ ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมในภาคผนวก ข

5. การทดสอบผลการควบคุมกระบวนการ

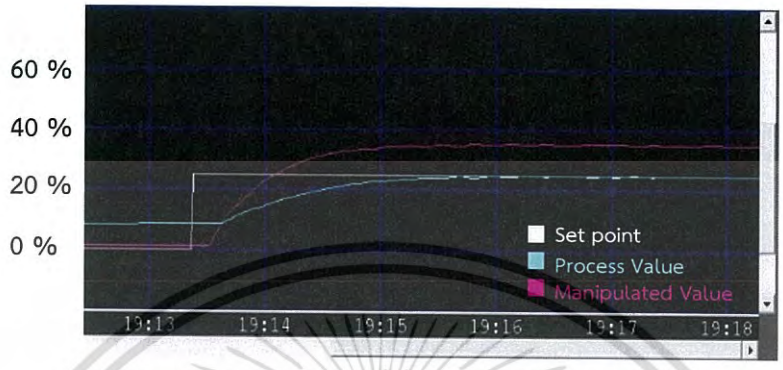
4.2 ผลการทดลอง

เพื่อให้การทดสอบสมรรถนะของระบบควบคุมกระบวนการ ซึ่งประกอบไปด้วยการควบคุมอัตราการไหล การควบคุมระดับโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด และการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน ครอบคลุมช่วงการใช้งานที่กว้าง จึงได้เลือกค่าเป้าหมายที่แตกต่างกัน โดยทำการทดลองวัดทั้งขาขึ้นและขาลง ซึ่งมีค่าเป้าหมายเริ่มต้นเดียวกันและสิ้นสุดเดียวกัน ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 การควบคุมอัตราการไหล

ใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดีสำหรับการควบคุมอัตราการไหล โดยกำหนดค่าเป้าหมายที่ 0, 25, 50 ,25 และ 0 ตามลำดับ จะได้ผลตอบสนองดังรูปที่ 4.1 ซึ่งสามารถกำหนดค่าเทอมของสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ ดังรูปที่ 4.2



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.1 ผลการทดลองควบคุมอัตราการไหลขาขึ้น : การควบคุมอัตราการไหลด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดี (ก) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 0 % ไปยัง 25 % (ข) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 25 % ไปยัง 50 %

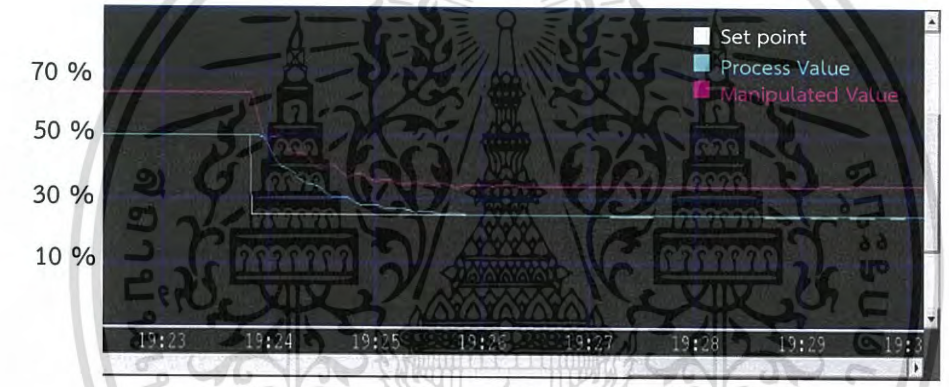
รูปที่ 4.2 การกำหนดค่าเทอมของสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

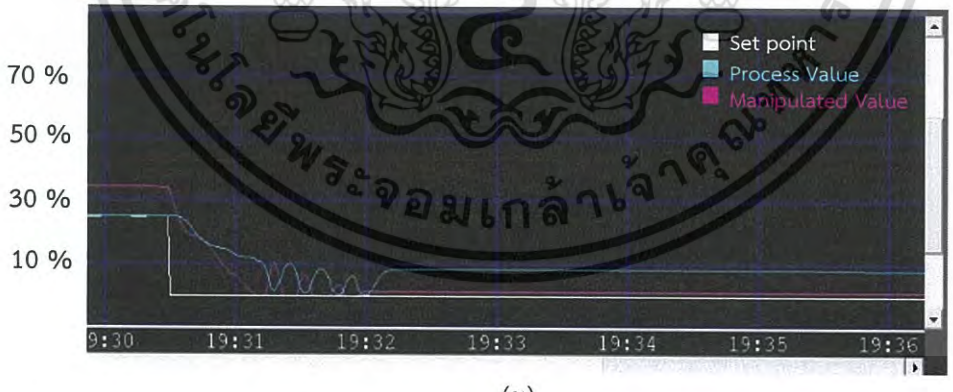
จากกราฟรูปที่ 4.1 เมื่อผู้จัดทำได้ทำการป้อนค่าค่าเป้าหมายแบบขั้นบันได

การทดลองอัตราการไหลขาขึ้นจาก 0 % ไปยัง 25 %, จาก 25% ไปยัง 50% พบว่า ค่า Kp ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ คือ 60.0 และค่า Ki ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ คือ 20 และค่า Kd ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ คือ 0 หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการควบคุมแบบพีไอ ซึ่งค่าที่กำหนดให้ตัวควบคุมพีไอดี ทำให้ไม่เกิดค่า Overshoot และใช้เวลาประมาณ 4 นาทีในการเข้าสู่ค่าเป้าหมาย

เมื่อป้อนค่าเป้าหมายแล้ว ค่าเป้าหมายจะเข้าสู่ตัวควบคุมและทำการประมวลผล สั่งการเป็นค่า Manipulated Value(MV) ทำให้ค่า MV พุ่งขึ้นอย่างรวดเร็ว และจะเห็นว่าค่า PV นั้นจะค่อยๆเพิ่มค่าขึ้นจนเข้าสู่ค่าเป้าหมาย โดยจากรูปที่ 4.1(ก) ค่า PV ของ FIC100 จะไม่ได้เริ่มต้นที่ 0 % เนื่องจากวาล์วควบคุมไม่สามารถปิดได้สนิท ทำให้มีการรั่วไหลของของไหล แต่ไม่เป็นอันตรายต่อกระบวนการ



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.3 ผลการทดลองควบคุมอัตราการไหลขาลง :
การควบคุมอัตราการไหลด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดี
(ก) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 50 % ไปยัง 25 %
(ข) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 25 % ไปยัง 0 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

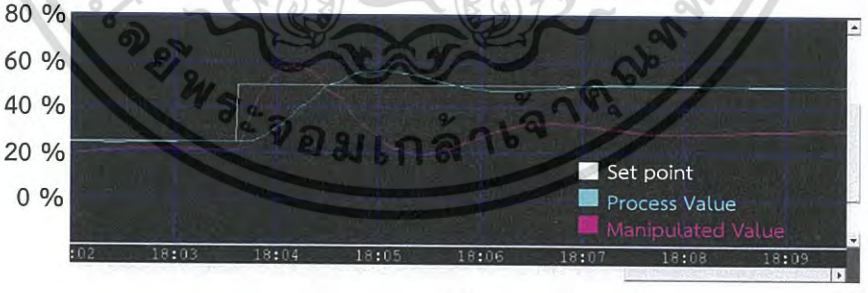
การทดลองควบคุมอัตราการไหลขาลงจาก 50% ไปยัง 25% และจาก 25% ไปยัง 0% พบว่า ค่า Kp ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ คือ 60 และค่า Ki ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ คือ 60 และค่า Kd ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ คือ 0 หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการควบคุมแบบพีไอ

จากการทดลองควบคุมอัตราการไหลนั้น จะพบว่าไม่สามารถปรับค่าเป้าหมายตั้งแต่ 50% จนถึง 100% ได้ เนื่องจากถังบรรจุน้ำมีขนาดเล็ก ปั๊มน้ำทำงานด้วยอัตราการไหลที่สูง และมีอัตราการไหลการระบายน้ำออกที่ต่ำ จึงอาจจะทำให้น้ำล้นถังและเกิดอันตรายได้ รวมทั้งการเปิดให้อัตราการไหลของน้ำสูงอาจส่งผลให้วาล์วควบคุมทำงานอย่างหนักและเกิดความเสียหายได้ และจากรูปที่ 4.3(ข) จะเห็นว่าช่วงที่เข้าใกล้ค่าเป้าหมาย (0%) ตัวควบคุมจะพยายามสั่งให้ค่า Manipulated Value เป็นศูนย์ แต่เนื่องด้วยวาล์วควบคุมไม่สามารถปิดสนิทได้ จึงทำให้เกิดการ Oscillate ขึ้น

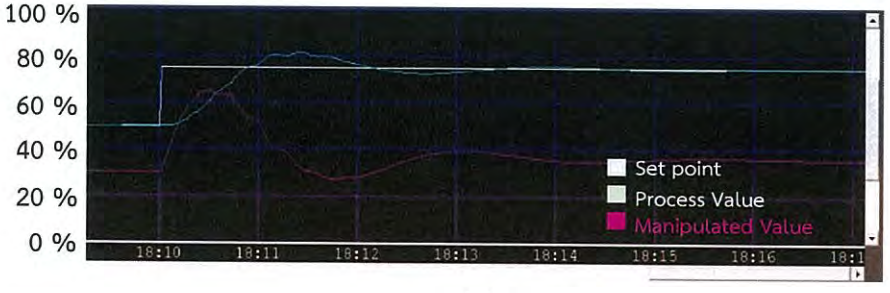
4.2.2 การควบคุมระดับโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด

ใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดีสำหรับการควบคุมระดับน้ำในถัง โดยกำหนดค่าเป้าหมายที่ 0, 25, 50, 75, 100, 75, 50, 25 และ 0 ตามลำดับ จะได้ผลตอบสนองดังรูปที่ 4.4

(ก)

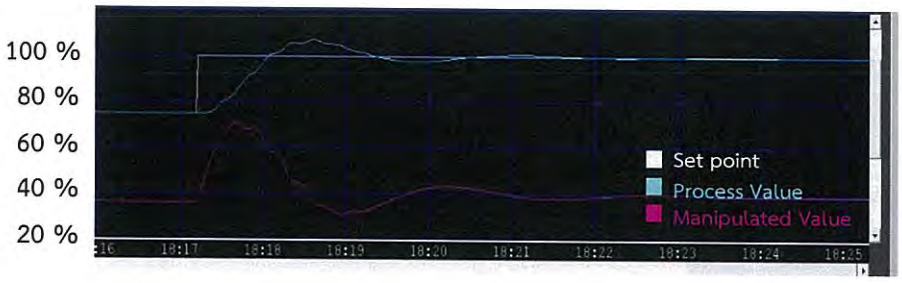


(ข)



(ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ง)

รูปที่ 4.4 ผลการทดลองควบคุมระดับขาขึ้น : การควบคุมระดับน้ำในถังโดยวิธีการแบบคาสเคด

(ก) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 0% ถึง 25%

(ข) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 25% ถึง 50%

(ค) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 50% ถึง 75%

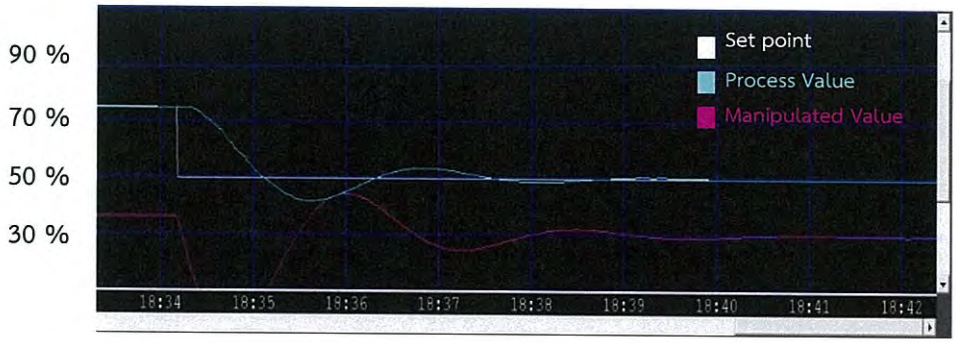
(ง) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 75% ถึง 100%

จากกราฟรูปที่ 4.4 เมื่อผู้จัดทำได้ทำการป้อนค่าเป้าหมายแบบขั้นบันได

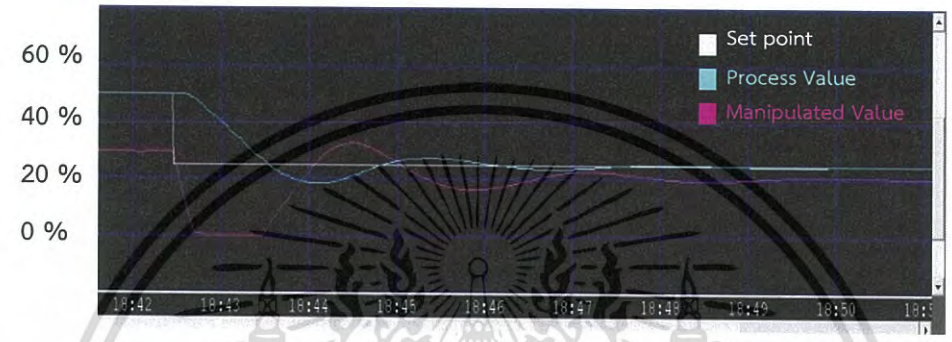
การทดลองควบคุมระดับขาขึ้นจาก 0% ไปยัง 25 %, จาก 25% ไปยัง 50%, จาก 50% ไปยัง 75% และจาก 75% ไปยัง 100% พบว่าตัวควบคุมที่ 1 FIC200 ค่า Kp ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ คือ 60 และค่า Ki ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ คือ 20 และค่า Kd ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ คือ 0 และตัวควบคุมที่ 2 LIC200 ค่า Kp ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ คือ 60 และค่า Ki ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ คือ 20 และค่า Kd ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ คือ 0 ซึ่งค่าที่กำหนดให้ตัวควบคุมพีไอดี ทำให้เกิด Overshoot ขึ้น และใช้เวลาประมาณ 6 นาทีในการเข้าสู่ค่าเป้าหมาย โดยเมื่อป้อนค่าเป้าหมายแล้ว ค่าเป้าหมายจะเข้าสู่ตัวควบคุมและทำการประมวลผล สั่งการเป็นค่า Manipulated Value(MV) ทำให้ค่า MV พุ่งขึ้นอย่างรวดเร็ว กราฟมีความชัน และจะเห็นว่าค่า PV ของ LIC200 นั้นจะค่อยๆเพิ่มค่าขึ้นจนเข้าสู่ค่าเป้าหมาย

(ก)

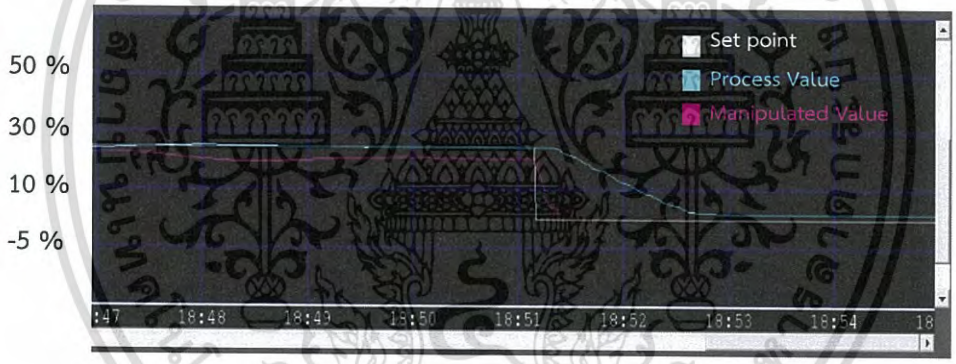
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 4.5 ผลการทดลองควบคุมระดับขาลง : การควบคุมระดับน้ำในถังโดยวิธีการแบบคาสเคด

(ก) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 100% ถึง 75%

(ข) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 75% ถึง 50%

(ค) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 50% ถึง 25%

(ง) กำหนดค่าเป้าหมายจาก 25% ถึง 0%

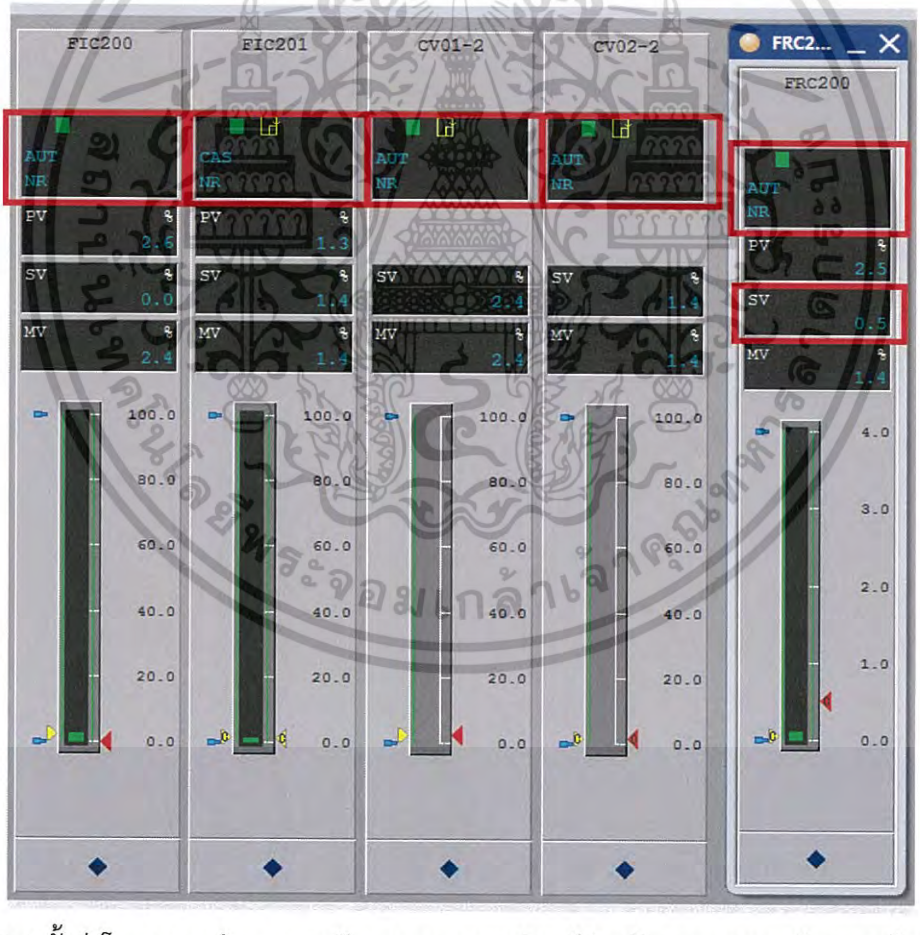
การทดลองควบคุมระดับขาลง จาก 100% ไปยัง 75 %, จาก 75% ไปยัง 50%, จาก 50% ไปยัง 25% และจาก 25% ไปยัง 0% พบว่าตัวควบคุมที่ 1 FIC200 ค่า Kp ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ คือ 60 และค่า Ki ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ คือ 20 และค่า Kd ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ คือ 0 และตัวควบคุมที่ 2 LIC200 ค่า Kp ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ คือ 60 และค่า Ki ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับน้ำ คือ 20 และค่า Kd ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมระดับน้ำ คือ 1 ซึ่งค่าที่กำหนดให้ตัวควบคุมพีไอดี ทำให้เกิด Overshoot ขึ้น และใช้เวลาประมาณ 6 นาทีในการเข้าสู่ค่าเป้าหมาย และจากรูปที่ 4.5 (ง) จะเห็นว่าค่าระดับไม่เค้าสู่ค่าเป้าหมายที่ 0% เนื่องจากวาล์วควบคุมอัตราการไหลไม่สามารถปิดได้อย่างสนิท จึงทำให้มีน้ำไหลเข้าสู่ถังเก็บน้ำตลอดเวลา แต่ไหลด้วยอัตราการไหลที่ต่ำ

4.2.3 การควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน

เนื่องด้วยปั๊มน้ำที่ 2 ของกระบวนการจำลองใช้งานไม่ได้ จึงทำการทดลองควบคุมอัตราการไหลแบบอัตราส่วนผ่านโปรแกรม โดยทำการใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดีสำหรับการควบคุมระดับน้ำในถัง ซึ่งจะต้องตั้งค่าโหมดการทำงานของตัวควบคุมและอุปกรณ์แต่ละตัว ดังรูปที่ 4.6 โดยกำหนดค่าเป้าหมายที่ 0, 25, 50, 75, 100, 75, 50, 25 และ 0 ตามลำดับ และให้มีอัตราส่วนอัตราการไหลของตัวควบคุมตัวที่ 1 FIC200 ต่ออัตราการไหลของตัวควบคุมตัวที่ 2 เป็น 50% จะได้ผลตอบสนอง ดังรูปที่ 4.7



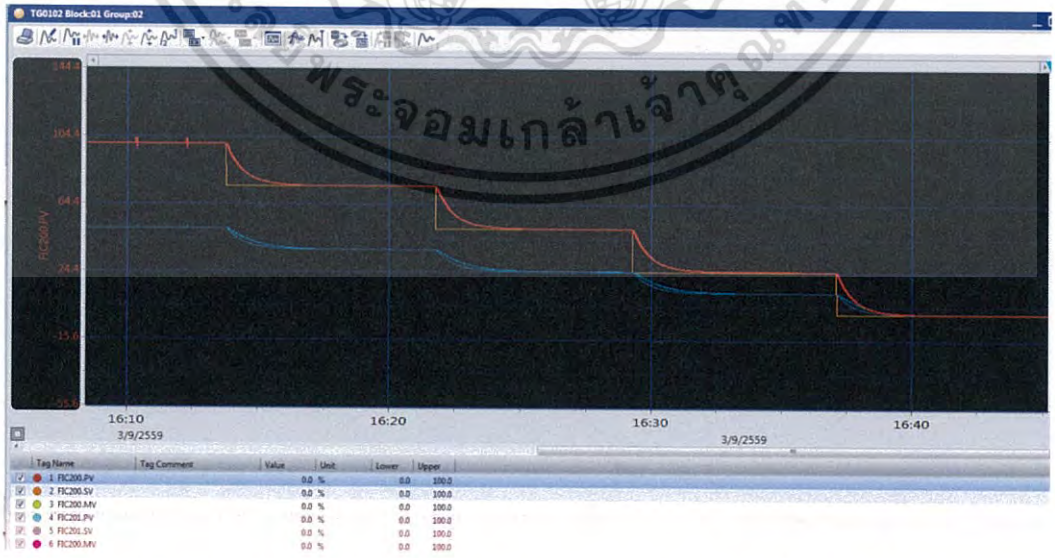
รูปที่ 4.6 ตั้งค่าโหมดการทำงานของตัวควบคุมและอุปกรณ์สำหรับการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 ผลการทดลองควบคุมอัตราการไหลขาขึ้น : การควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วนด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดี

จากกราฟรูปที่ 4.7 เมื่อผู้จัดทำได้ทำการป้อนค่าค่าเป้าหมายแบบขั้นบันได

การทดลองควบคุมอัตราการไหลขาขึ้นจาก 0 % ไปยัง 25 %, จาก 25 % ไปยัง 50 %, จาก 50 % ไปยัง 75 % และจาก 75 % ไปยัง 100 %, พบว่าตัวควบคุมที่ 1 FIC200 และตัวควบคุมตัวที่ 2 FIC201 ค่า Kp ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ คือ 100 และค่า Ki ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ คือ 20 และค่า Kd ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ คือ 0 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการไหลของตัวควบคุม FIC201 เป็น 50% ของตัวควบคุม FIC200 โดยอัตราการไหลจะค่อยๆเพิ่มขึ้นจนเข้าสู่ค่าเป้าหมาย



รูปที่ 4.8 ผลการทดลองควบคุมอัตราการไหลขาลง : การควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วนด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟรูปที่ 4.8 เมื่อผู้จัดทำได้ทำการป้อนค่าค่าเป้าหมายแบบขั้นบันได

การทดลองควบคุมอัตราการไหลขาลงจาก 100 % ไปยัง 75 %, จาก 75 % ไปยัง 50 %, จาก 50 % ไปยัง 25 % และจาก 25 % ไปยัง 0 % พบว่าตัวควบคุมที่ 1 และตัวควบคุมตัวที่ 2 FIC201 ค่า Kp ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ คือ 100 และค่า Ki ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ คือ 20 และค่า Kd ที่เหมาะสมกับกระบวนการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ คือ 0 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการไหลของตัวควบคุม FIC201 เป็น 50% ของตัวควบคุม FIC200 โดยอัตราการไหลจะค่อยๆลดลงจนเข้าสู่ค่าเป้าหมาย

กราฟเส้นสีแดง คือ ค่า Process Values ของตัวควบคุม FIC200

กราฟเส้นสีส้ม คือ ค่า Setpoint ของตัวควบคุม FIC200

กราฟเส้นสีเขียว คือ ค่า Manipulated Values ของตัวควบคุม FIC200

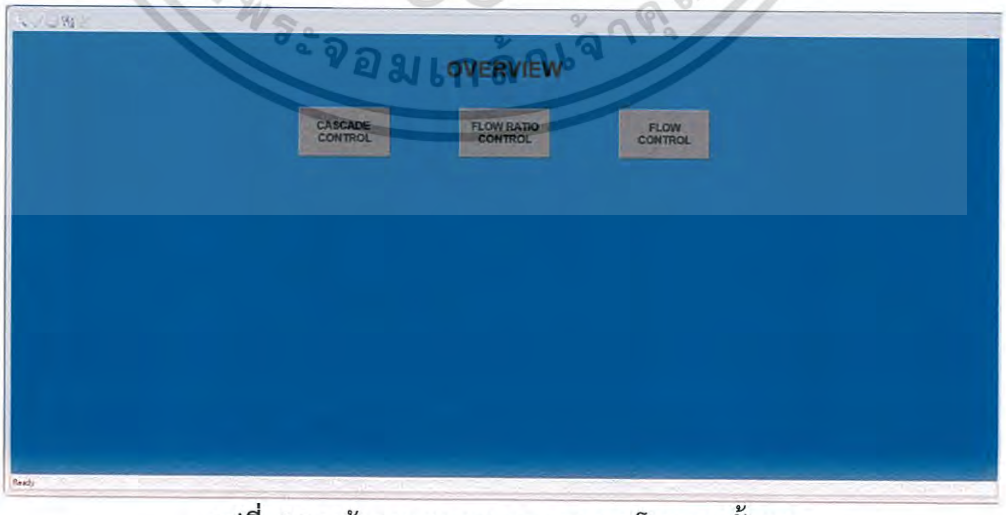
กราฟเส้นสีฟ้า คือ ค่า Process Values ของตัวควบคุม FIC201

กราฟเส้นสีน้ำเงิน คือ ค่า Setpoint ของตัวควบคุม FIC201

กราฟเส้นสีชมพู คือ ค่า Manipulated Values ของตัวควบคุม FIC201

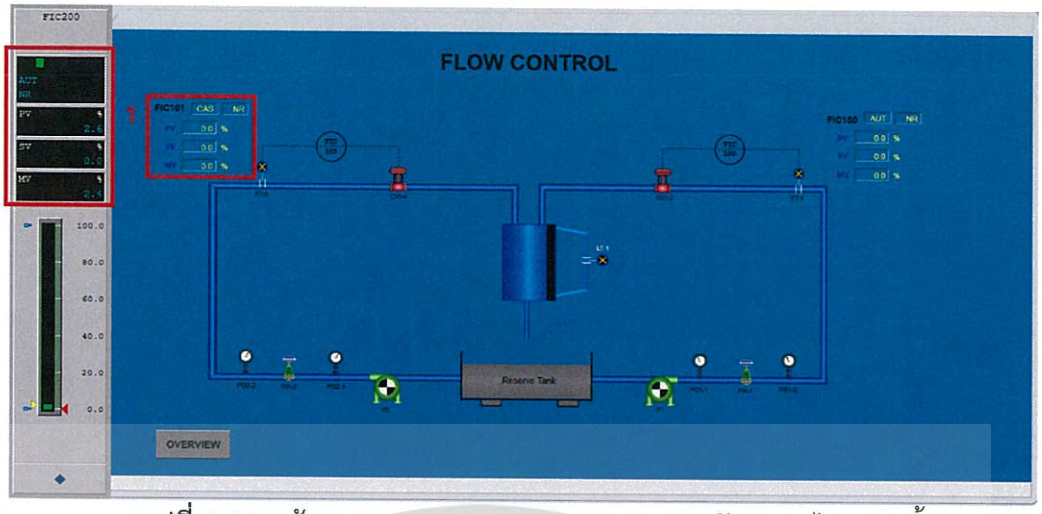
4.3 การเขียนโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน

หน้าจอแสดงผลเชื่อมต่อกับผู้ปฏิบัติงาน สำหรับกระบวนการโดยรวมทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 4.9 กระบวนการการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ แสดงดังรูปที่ 4.10 กระบวนการการควบคุมระดับน้ำในถังโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด แสดงดังรูปที่ 4.11 และกระบวนการการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน แสดงดังรูปที่ 4.12 ซึ่งมีการเชื่อมต่อค่ามาจากกระบวนการ โดยสามารถทำการอ่านค่าและควบคุมกระบวนการ กำหนดค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการ แสดงสถานะของ Alarm ตามค่าที่เรากำหนด การเขียนโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงานศึกษาได้จากภาคผนวก ข

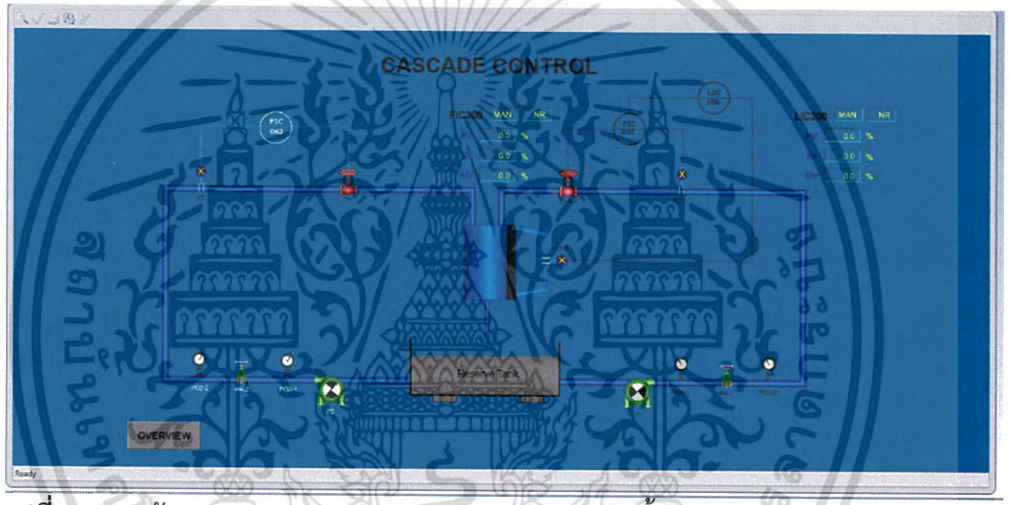


รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงผลกระบวนการโดยรวมทั้งหมด

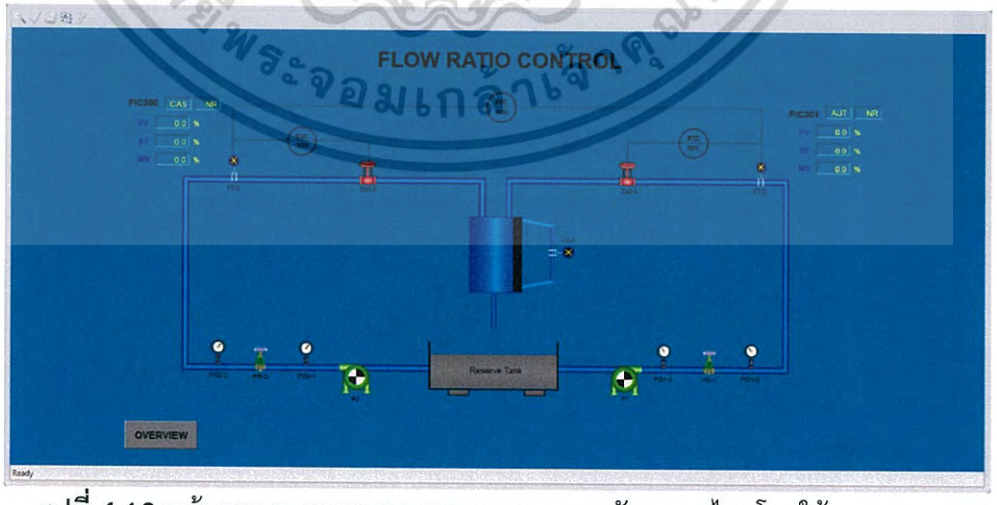
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงผลกระบวนการการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ



รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงผลกระบวนการการควบคุมระดับน้ำในถังโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด



รูปที่ 4.12 หน้าจอแสดงผลกระบวนการการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.10 หมายเลข 1 สามารถกดเชื่อมโยงไป Faceplate ที่เชื่อมมาจากบล็อก PID Controller ซึ่งสามารถโชว์ค่า SV, PV และ MV ของกระบวนการ และสามารถทำการปรับเปลี่ยนโหมดการควบคุมให้อยู่ในโหมด Manual หรือ Automatic หรือ Cascade ได้ และสามารถเปลี่ยนค่าเป้าหมายได้จากเฟซเพจนี้

เราสามารถทำการปรับตั้งค่าการแจ้งเตือน Alarm ตั้งค่า High/Low Limit ของกระบวนการได้ และสามารถปรับตั้งค่าเทอมของสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ได้ ซึ่งมีฟังก์ชันการใช้งานเพิ่มเติมมากกว่านี้แต่ผู้จัดทำได้ใช้เพียงฟังก์ชันในส่วนที่ได้กล่าวในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการค้นคว้าศึกษาการใช้งานของระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (Distributed Control System: DCS) ของบริษัทโยโกกาวา (ประเทศไทย) จำกัด รุ่น Centum VP R6 โดยใช้งานในการควบคุมกระบวนการการควบคุมอัตราการไหล, การควบคุมระดับน้ำในถังโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด และการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน รวมทั้งศึกษาการเชื่อมต่อระหว่างตัวควบคุมกับสถานีวิศวกรรม การสื่อสารของตัวควบคุมกับอุปกรณ์การวัด การตั้งค่าอุปกรณ์วัดและอุปกรณ์แปลงสัญญาณต่างๆ ซึ่งในการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการนั้น จะใช้ฟังก์ชันบล็อกในการเขียน จึงต้องทำการศึกษาการใช้งานฟังก์ชันบล็อก รวมทั้งทฤษฎีเบื้องต้นของการควบคุม ได้แก่ ทฤษฎีการควบคุมแบบพีไอดี เพื่อควบคุมให้ผลตอบสนองของกระบวนการมีค่าความผิดพลาดน้อย และหลังจากนั้นได้ทำการเขียนส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อใช้สำหรับแสดงผลของกระบวนการและทำการควบคุมผ่านหน้าจอแสดงผล และเพื่อความสะดวกสบายต่อการใช้งาน นอกจากนี้ยังมีการใส่ฟังก์ชันการแจ้งเตือน เพื่อแสดงถึงระดับอันตรายหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับกระบวนการ

จากการทดลองการควบคุมอัตราการไหลของกระบวนการ โดยทำการทดลองป้อนค่าเป้าหมายหรือค่าอัตราการไหลให้กับตัวควบคุมที่ระดับต่างๆ ตามที่ต้องการ เมื่อตัวควบคุมทำการประมวลผลแล้ว จะส่งค่าเอาต์พุตออกไปสั่งวาล์วควบคุมให้เปิดหรือปิด และเมื่อทำการ Tuning ค่าพีไอดีของตัวควบคุม จะส่งผลให้ระบบเกิดความสมดุล และผลตอบสนองของกระบวนการเข้าสู่ค่าเป้าหมายด้วยเวลาลดน้อยลง ระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังทำการทดลองการควบคุมระดับน้ำในถังโดยใช้วิธีการแบบคาสเคด ซึ่งมีการ Tuning ค่าพีไอดีของตัวควบคุมเช่นเดียวกัน แต่จะต้องทำการปรับตั้งค่าตัวควบคุมสองตัว ซึ่งการควบคุมกระบวนการแบบคาสเคดจะให้ประสิทธิภาพและผลตอบสนองของกระบวนการดีกว่าการควบคุมแบบวงรอบปิดที่ใช้ตัวควบคุมเพียงตัวเดียว และในการทดลองการควบคุมอัตราการไหลโดยใช้การควบคุมแบบอัตราส่วน จะเป็นการทดลองควบคุมอัตราการไหลของกระบวนการหนึ่ง เป็นอัตราส่วนกับอัตราการไหลของอีกกระบวนการหนึ่ง โดยจากการควบคุมทั้ง 3 การทดลองนั้น ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทโยโกกาวา (ประเทศไทย) จำกัด รุ่น Centum VP R6 สามารถใช้เขียนคำสั่งควบคุมกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 วิเคราะห์ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้า และการทดลองใช้งานระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของบริษัท โยโกกาวา จำกัด ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งมีแนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

1. ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน รุ่น Centum VP R6 นี้ เป็นโปรแกรมเฉพาะทางและเป็นลิขสิทธิ์ของบริษัทโยโกกาวา (ประเทศไทย) จำกัด ทำให้การค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมผ่านเครือข่ายออนไลน์ทำได้ยาก จึงควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในการใช้งานโปรแกรม รวมทั้งศึกษาคู่มือการใช้งานการทำงานของโปรแกรมที่ให้มากับโปรแกรมอย่างละเอียด
2. การเชื่อมต่อทางเครือข่ายของอุปกรณ์เครื่องมือวัดกับตัวควบคุม เป็นการเชื่อมต่อแบบไร้สาย ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ จึงต้องทำการศึกษาหาข้อมูลและปรึกษาผู้เชี่ยวชาญให้เข้ามาช่วยอธิบาย
3. อุปกรณ์ปั๊มน้ำตัวที่ 2 ไม่สามารถใช้งานได้ จึงไม่สามารถทดสอบกระบวนการการควบคุมอัตราการไหลแบบอัตราส่วนได้ จึงทำการทดสอบกระบวนการและควบคุมผ่านการจำลองการทำงานบนโปรแกรมแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] THCHNICAL COLLEGE SATTAHIP CHONBURI, "Basic DCS Textbook", 2016. [Online] Available : http://www.tatc.ac.th/files/10.basic_dcs_textbook.pdf (12 September 2017)

[2] Seborg, D.E.T.F. Edgar, and D.A. Mellichamp. 1989. "Process Dynamics and Control". John Wiley & Sons, NY

[3] Yokogawa Electric Corporation, "Technical Information", 2015. [Online] Available : http://www.yokogawa.com/pdf/provide/E/GW/TI/0000025524/0/TI33K01A 10-50 E.pdf (11 September 2017)

[4] Mechanical Technology Education, KMUTT, "Transient – Response Analysis",2016. [Online] Available : http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Frequency_System_and_Control/subweb/sub _ index1_3.html (11 November 2017)

[5] ตรีนรา ตันติกุลชาติ, ภีรเดช สุริชัยพาณิชย์ และกิตติสินธุ์ อภิชนเอกสิทธิ์, "ระบบควบคุมกระบวนการ: กรณีศึกษา Yokogawa Centum VP R6", ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมการวัดคุมบัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2559

[6] สุเธียร เกียรติสุนทร, "ดีซีเอส Distributed Control Systems", กรุงเทพฯ: บริษัท ดวงกมล จำกัด, 2552.

[7] สุชาติ จันทร์จรมานิตย์, "ระบบควบคุม Control Systems", สุชาติ จันทร์จรมานิตย์, 2555.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การใช้งานโปรแกรม Centum VP

ก.1 โปรแกรม Centum VP

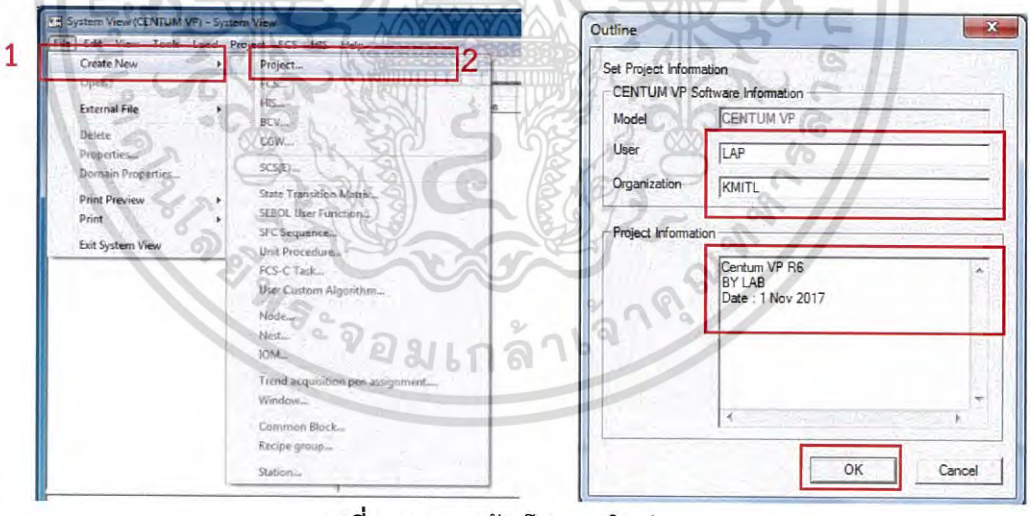
โปรแกรม Centum VP รุ่น R6 ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน (Distributed Control System : DCS) ของบริษัทโยโกกาวา (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งในการเริ่มต้นใช้งานนั้นให้เข้าโปรแกรมโดยเลือก Start → All Program → YOKOGAWA CENTUM → System View เพื่อเข้าสู่โปรแกรม

ก.1.1 การสร้างโปรเจคใหม่ (Create new project)

การสร้างโปรเจคใหม่ เป็นการเริ่มสร้างโปรเจคที่จะใช้ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการ โดยจะต้องทำการกำหนดค่าเริ่มต้นในส่วนของการควบคุมและประมวลผล (Field Control Station) และส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน (Human Interface Station)

ก.1.1.1 เริ่มสร้างโปรเจคใหม่

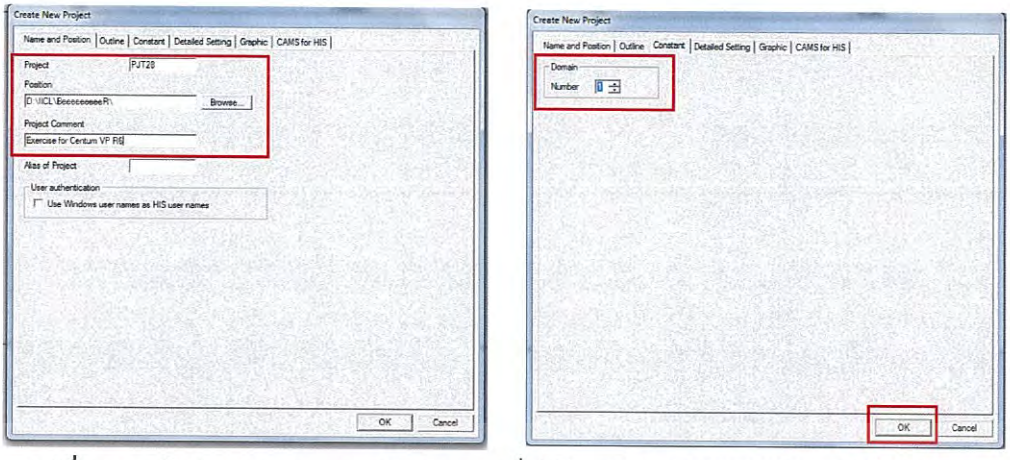
เลือก File → Create New → Project แล้วจะปรากฏหน้าต่าง จากนั้นทำการตั้งชื่อ User, Organization และกรอกข้อมูล Project Information ดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 การสร้างโปรเจคใหม่

หลังจากกดตกลง จะปรากฏหน้าต่างดัง รูปที่ ก.2 หน้าต่าง Create New Project ให้ทำการเลือกแท็บ Name and Position แล้วทำการตั้งชื่อโปรเจค และเลือกตำแหน่งหรือโฟลเดอร์ที่จะทำการเก็บโปรเจคนี้ ต่อมาเลือกแท็บ Constant แล้วทำการใส่ Domain Number และกดตกลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 หน้าต่าง Create New Project เพื่อให้เรากำหนดตำแหน่งในการเก็บโปรเจค

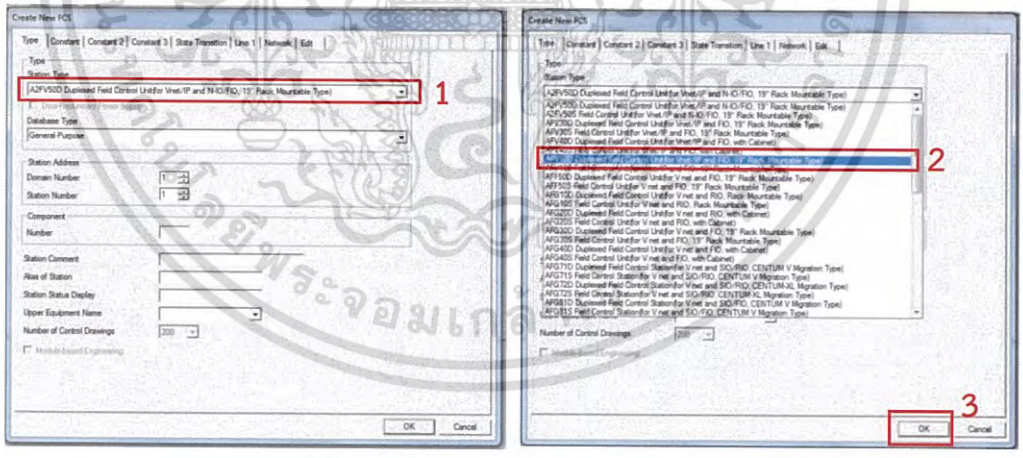
ก.1.1.2 การสร้างส่วนการควบคุมและประมวลผล (Field Control Station)

การสร้าง FCS Folder ซึ่งเป็นหน่วยควบคุมกระบวนการผลิต โดยเลือก

Station Type : AFV30S Field Control Unit (for Vnet/IP and FIO,19" Rack Mountable Type)

Database Type : general-Purpose

Station Address/Station Number : 1/1



รูปที่ ก.3 หน้าต่าง Create New FCS

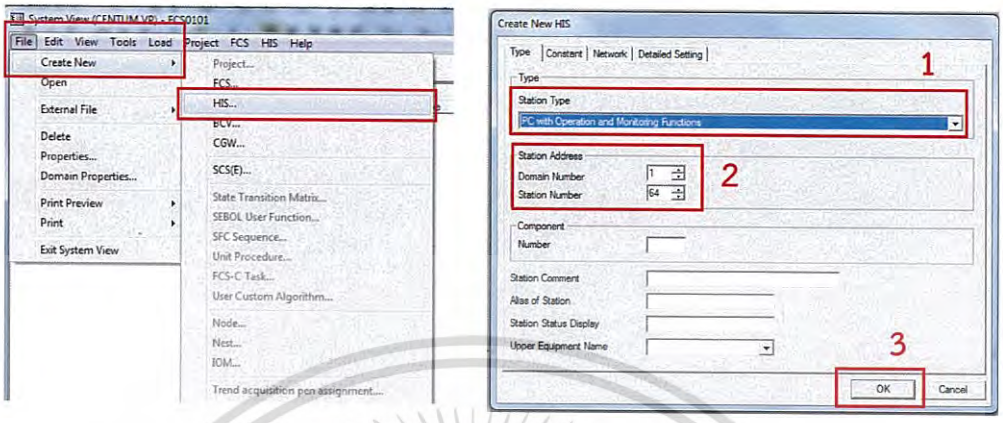
ก.1.1.2 การสร้างส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน (Human Interface Station)

การสร้าง HIS Folder ซึ่งเป็นส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน เป็นหน่วยแสดงผลและบังคับการ ที่เชื่อมระหว่างผู้ใช้กับกระบวนการผลิต โดยเลือก File → Create New → HIS หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Create New HIS เลือกแท็บ Type แล้วเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

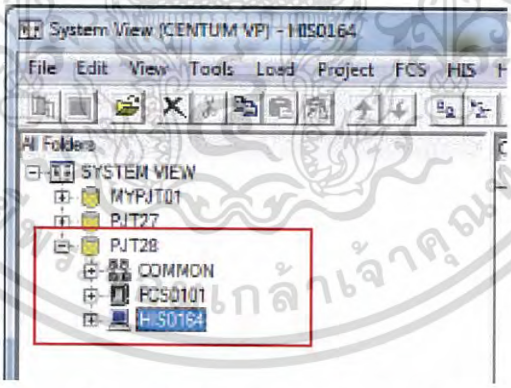
Station Type : PC with Operation and monitoring functions

Station Address/Station Number : 1/64



รูปที่ ก.4 หน้าต่าง Create New HIS

เมื่อทำการสร้างส่วนของการควบคุมและประมวลผล (Field Control Station) และส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน (Human Interface Station)แล้ว จะปรากฏโฟลเดอร์โปรเจค COMMON FCS0101 และ HIS0164 ในแถบ All Folders ทางด้านซ้ายมือของหน้าต่าง System View ดังรูปที่ ก.5



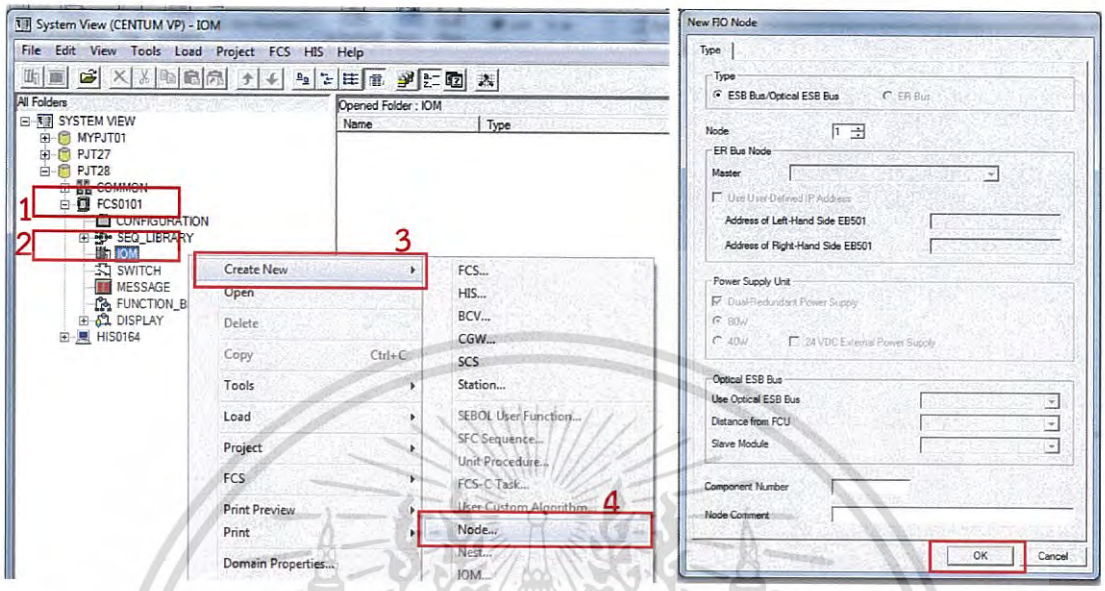
รูปที่ ก.5 โฟลเดอร์โปรเจคที่ทำการสร้างขึ้นมาใหม่

ก.1.2 การกำหนดอินพุตและเอาท์พุตของกระบวนการ (Process I/O Definition)

การกำหนดอินพุตและเอาท์พุตของกระบวนการนั้น เป็นการระบุอุปกรณ์วัด อุปกรณ์แปลงสัญญาณ และอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้ายในกระบวนการที่ทำการควบคุม โดยจะต้องกำหนดอุปกรณ์ลงไปภายในการ์ดให้ตรงกันระหว่างชนิดการ์ดและลักษณะของสัญญาณควบคุม โดยเริ่มต้นการสร้างจากการขยายโฟลเดอร์ FCS0101 แล้วเลือก Input/Output Module (IOM) ⟶ Create New

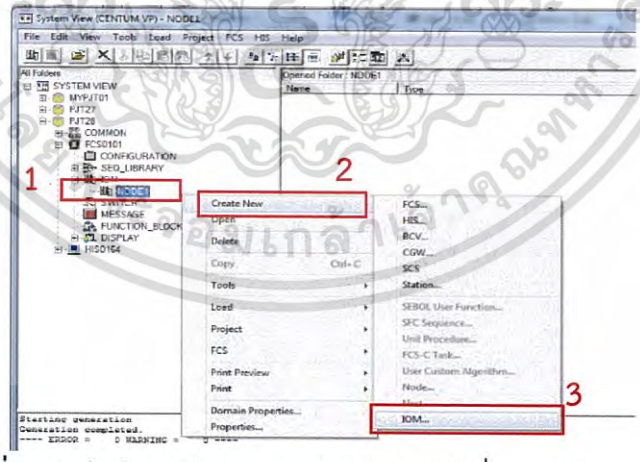
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

→ Node จะปรากฏหน้าต่าง New I/O Node แล้วทำการระบุโหนดที่ต้องการสร้าง แล้วกด OK ดังรูปที่ ก.6



รูปที่ ก.6 การสร้าง Node สำหรับใส่การ์ดในกำหนดอินพุตและเอาท์พุตของกระบวนการ

หลังจากสร้างโหนดแล้วให้ทำการสร้างโมดูลตัวควบคุม สำหรับทำหน้าที่ควบคุมให้ระบบหรือกระบวนการมีผลตอบสนองตามที่ต้องการ โดยเลือก Node → Create New → IOM ดังรูปที่ ก.7

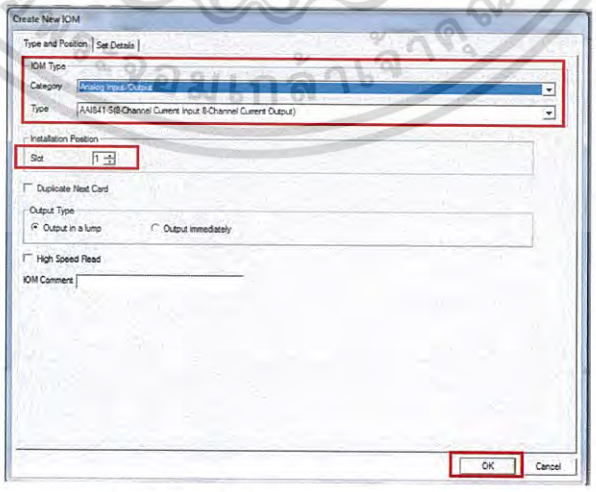


รูปที่ ก.7 สร้างโมดูลตัวควบคุม สำหรับทำหน้าที่ควบคุมระบบ

ซึ่งจะปรากฏหน้าต่าง Create New IOM แล้วทำการเลือกโมดูลให้ตรงกับที่ต้องการใช้งาน ดังรูปที่ ก.8 สำหรับโมดูลที่ใช้งานนั้นจะประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

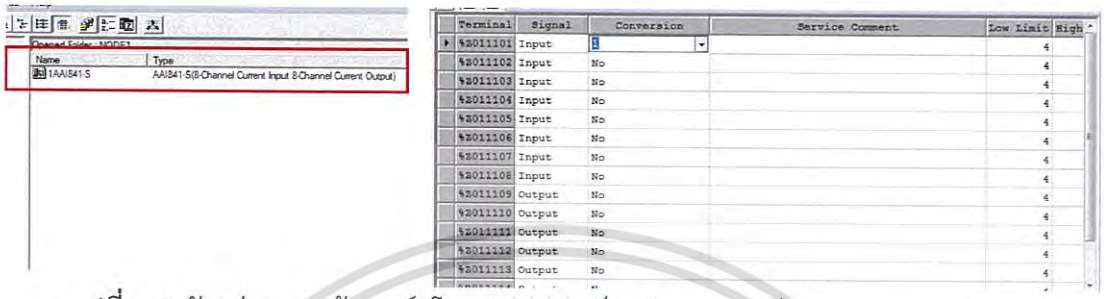
- IOM Type/Category : Analog Input/Output
  IOM Type/IOM Type : AAB841-S (8-Channel Current Input 8 - Channel Current Output)
  Installation Position/Node : 1
  Installation Position/Slot : 1
- IOM Type/Category : ST Compatible
  IOM Type/IOM Type : ADV869-P(ST5 Compatible(32-Channel Status Input 32-Channel Status Output/Pulse Width Output))
  Installation Position/Node : 1
  Installation Position/Slot : 2
- IOM Type/Category : Ethernet Communication
  IOM Type/IOM Type : ALE111 (Ethernet Communication)
  Installation Position/Node : 1
  Installation Position/Slot : 3
- IOM Type/Category : Fieldbus Communication
  IOM Type/IOM Type : ALF111 (Foundation Fieldbus(FF-H1) Communication)
  Installation Position/Node : 1
  Installation Position/Slot : 4



รูปที่ ก.8 การสร้างโมดูลตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

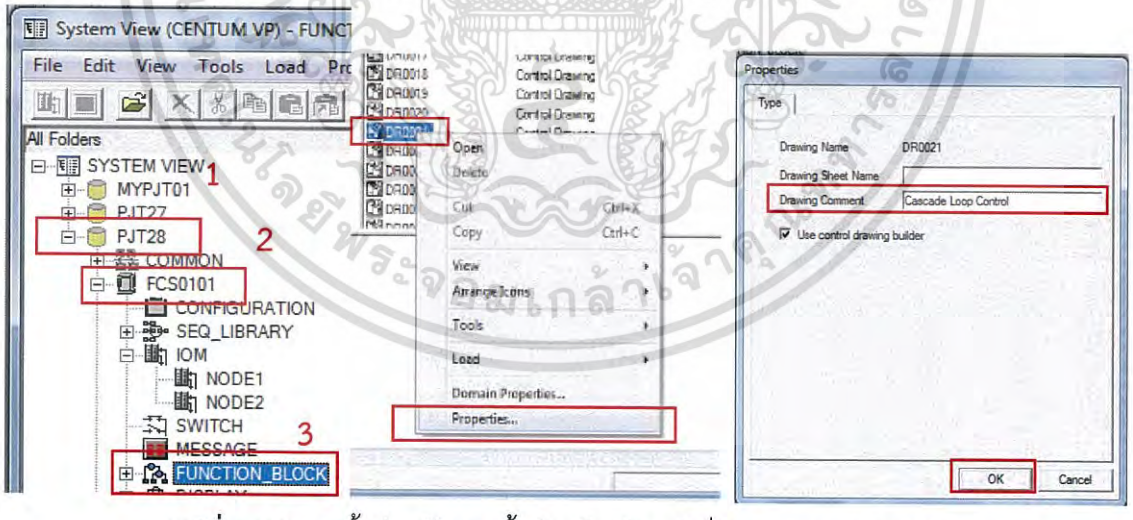
และเมื่อกดตกลง บนหน้าต่าง System View จะปรากฏโมดูลที่ถูกสร้าง เมื่อทำการดับเบิ้ลคลิกเข้าไปจะปรากฏ Terminal ไว้สำหรับกำหนดสัญญาณอินพุตและเอาท์พุตลงไป ซึ่งสามารถใส่ Service Comment, P&ID Tag Name, Label ดังรูปที่ ก.9 โดยในรูปเป็นการสร้างการ์ดโมดูลแบบอนาล็อกอินพุต/เอาท์พุท ขนาด 16 Channel



รูปที่ ก.9 ตัวอย่างการสร้างการ์ดโมดูลแบบอนาล็อกอินพุต/เอาท์พุท ขนาด 16 Channel

ก.1.3 การสร้างฟังก์ชันบล็อก (Function Block Creation)

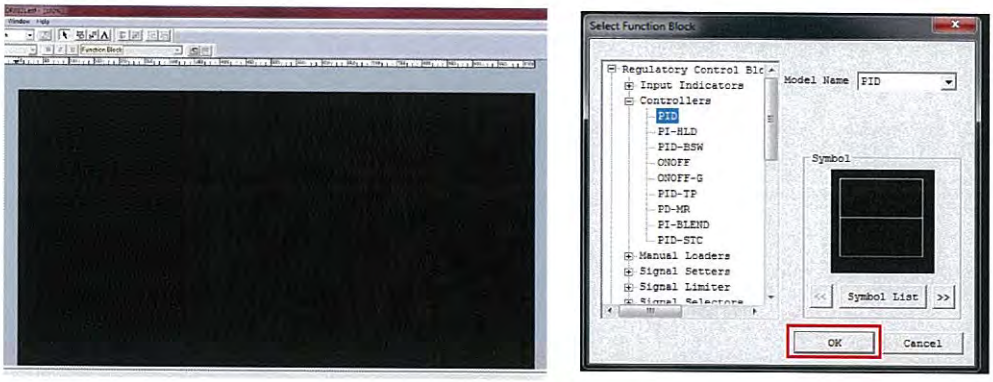
ฟังก์ชันบล็อก เป็นส่วนที่ใช้เขียนคำสั่งควบคุมกระบวนการ ซึ่งการสร้างฟังก์ชันบล็อกทำได้โดยการเลือกโปรเจคที่ต้องการจะสร้าง เลือก FCS0101 ⟶ Function Block ⟶ หน้า Drawing ที่จะทำการวาดฟังก์ชันบล็อก จากนั้นก่อนการเขียนฟังก์ชันบล็อกควบคุมกระบวนการ ให้ทำการใส่คำอธิบายหน้าดรออิ้ง ดังรูปที่ ก.10



รูปที่ ก.10 การตั้งค่าหน้าดรออิ้งสำหรับเขียนคำสั่งควบคุมกระบวนการ

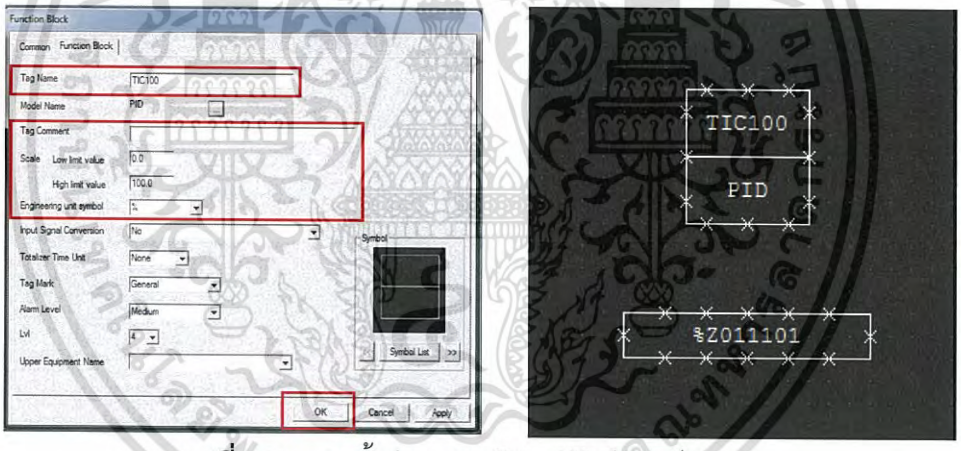
ดับเบิ้ลคลิกที่หน้าดรออิ้งที่ต้องการสร้าง (DR0021) เพื่อเริ่มการเขียนฟังก์ชันการทำงาน จะปรากฏหน้าต่าง Control Drawing Builder แล้วทำการเริ่มเขียนคำสั่งควบคุมกระบวนการ โดยเลือกที่แท็บ Insert ⟶ Function Block จะปรากฏหน้าต่าง Select Function Block แล้วทำการเลือกฟังก์ชันบล็อกที่จะใช้ตามต้องการ แล้วกดตกลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.11 หน้าดรออิ้งสำหรับการเขียนฟังก์ชันการทำงาน และหน้าต่าง Select Function Block

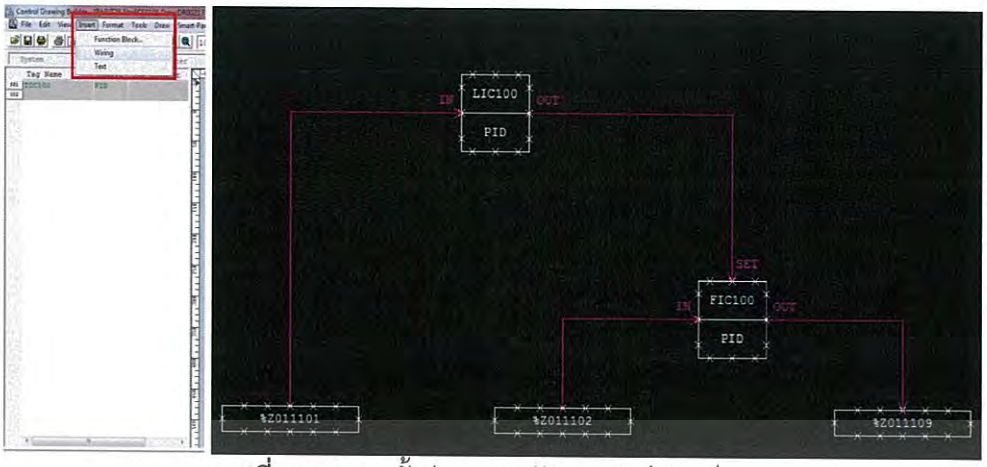
สำหรับการตั้งค่าคุณสมบัติของฟังก์ชันบล็อกนั้น สามารถตั้งค่าโดยการคลิกที่ฟังก์ชันบล็อก แล้วคลิกขวาเลือก Properties จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Function Block ให้ทำการตั้งชื่อ Tag Name, Tag Comment, Scale Low limit value/High limit Value, Engineering unit symbol นอกนั้นให้มีค่าเป็นค่า Default แล้วกดตกลงจะได้ฟังก์ชันบล็อก ดังรูปที่ ก.12



รูปที่ ก.12 การตั้งค่าคุณสมบัติของฟังก์ชันบล็อก

หลังจากนั้นทำการสร้างเชื่อมโยงสาย (Wiring) โดยเลือกไปที่แท็บ Insert → Wiring แล้วทำการเชื่อมโยงฟังก์ชันบล็อกต่างๆเข้าด้วยกัน จะได้ฟังก์ชันบล็อกกระบวนการทำงานดังรูปที่ ก.13 เมื่อทำการสร้างฟังก์ชันบบล็อก เชื่อมโยงสายเรียบร้อยแล้วให้ทำการบันทึก (Save) แล้วออกจากหน้าดรออิ้งที่ทำการเขียนคำสั่งควบคุมกระบวนการทำงาน

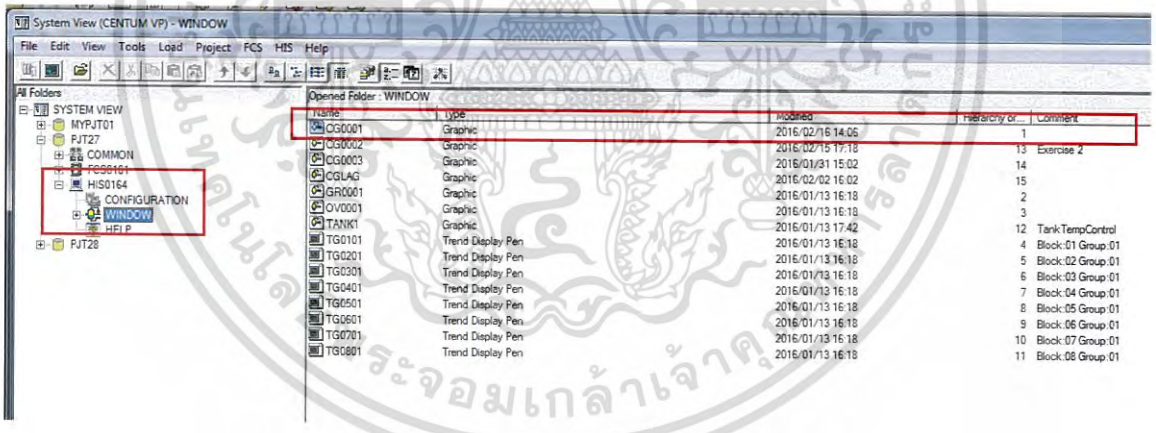
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.12 การตั้งค่าคุณสมบัติของฟังก์ชันบล็อก

ก.1.4 การสร้างหน้าต่าง User-defined Window (User-defined Window Creation)

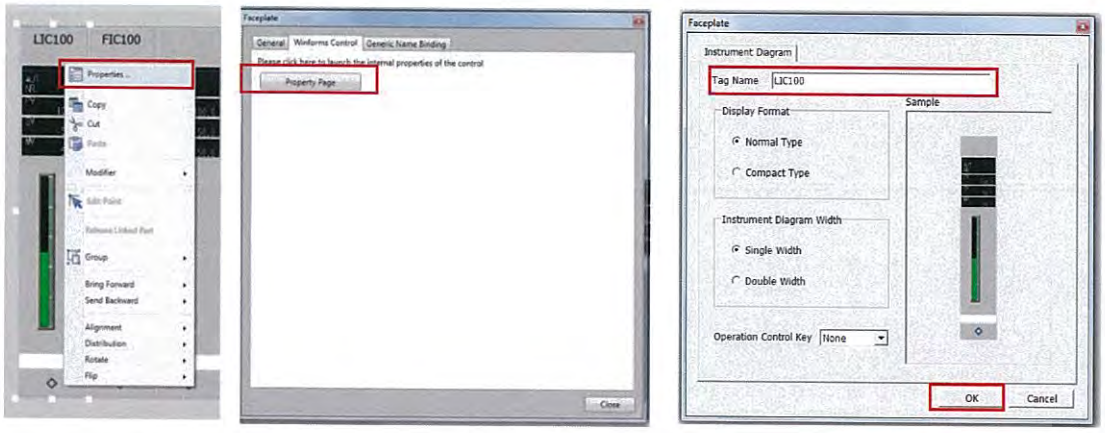
การสร้างหน้าต่าง User-defined Window ซึ่งเป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานใช้ในการควบคุมกระบวนการ และทำหน้าที่แสดงข้อมูลของกระบวนการ โดยทำการเลือกโปรเจคที่จะสร้าง ⟶ เลือก HIS0164 ⟶ WINDOW ⟶ CG0001



รูปที่ ก.13 การสร้างหน้าต่าง User-defined Window

เมื่อดับเบิ้ลเข้าไปจะปรากฏหน้าต่าง Graphic Builder ซึ่งจะมี Faceplate สำหรับควบคุมปรากฏอยู่ ทำการตั้งค่าและตั้งชื่อ โดยเลือกไปที่ Faceplate คลิกขวา Properties จากนั้นเลือกไปที่แท็บ Window Control⟶ Property Page⟶ ตั้งชื่อ Tag Name แล้วกดตกลง ดังรูปที่ ก.14 เมื่อทำการสร้างหน้าต่าง User-defined Window เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการบันทึก (Save) แล้วออกจาก Graphic Builder

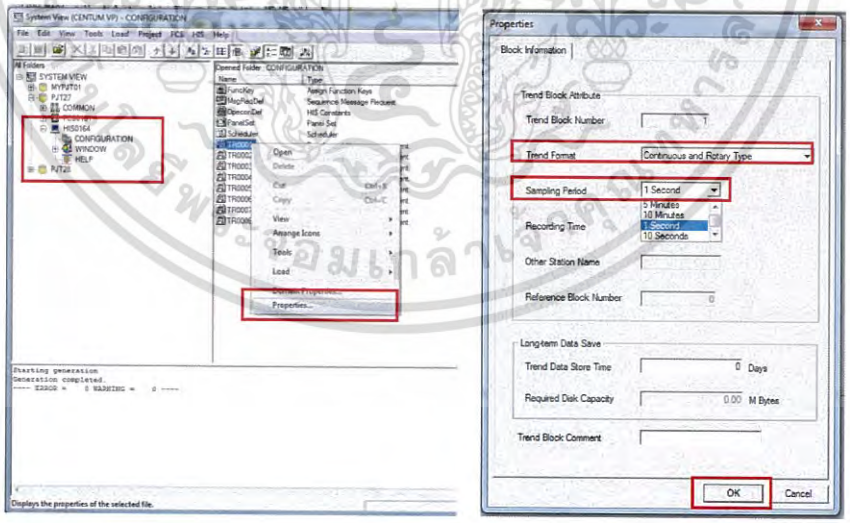
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.14 การตั้งค่าให้กับ Faceplate ในสร้างหน้าต่าง User-defined Window

ก.1.5 การสร้างหน้าต่างแสดงกราฟ (Trend Window Creation)

การสร้างหน้าต่างแสดงกราฟ Trend Window Creation เป็นการตั้งค่ากราฟที่ต้องการจะแสดงผล เพื่อดูกราฟการตอบสนองของกระบวนการ โดยทำการเลือกโปรเจคที่จะสร้าง ⟶ HIS0164 ⟶ Configulation ⟶ TR0001 ซึ่งเป็นหน้าต่างที่ต้องการจะตั้งค่า จากนั้นทำการคลิกขวาที่ไฟล์ที่เราจะสร้าง ⟶ Properties จะปรากฏหน้าต่าง Properties แล้วทำการตั้งค่ารูปแบบของกราฟ Trend Format เป็น Continuous and Rotary Type และตั้งค่าช่วงเวลาในการแซมปิ้ง Sampling Period เป็น 1 วินาที ดังรูปที่ ก.15

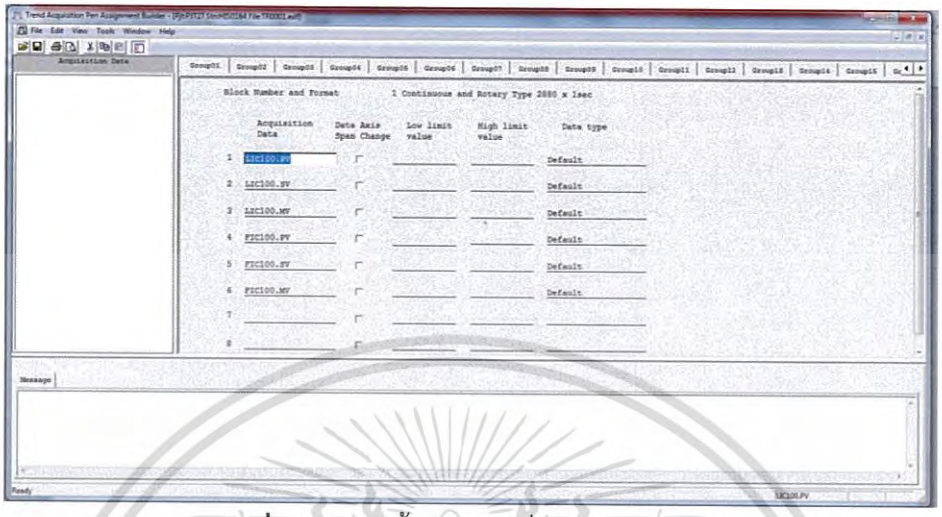


รูปที่ ก.15 การตั้งค่าหน้าต่างแสดงกราฟ Trend Window

แล้วเมื่อดับเบิ้ลคลิกที่ไฟล์ที่ต้องการตั้งค่ากราฟ (TR0001) แล้วทำการใส่ข้อมูล Acquisition Data ซึ่งเป็นชื่อแท็กอุปกรณ์ที่เราต้องการจะดูค่าของกระบวนการ โดยถ้าเป็น .PV เป็นการดูค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Process value ของกระบวนการ, .SV เป็นการดูค่า Set value ของกระบวนการ และ .MV เป็นการดูค่า Manipulated value ของกระบวนการ

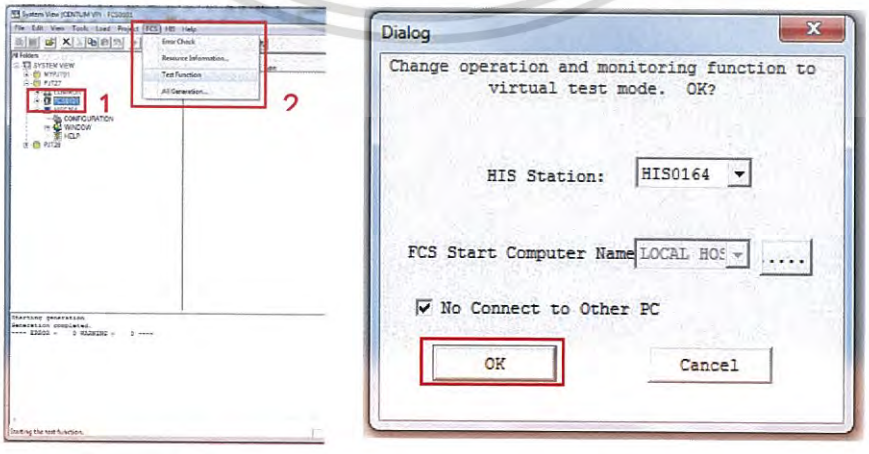


รูปที่ ก.16 การตั้งค่าข้อมูลที่ต้องการดูกราฟ

หลังจากนั้นทำการบันทึก (Save) แล้วออกจากหน้าต่าง Trend Acquisition Pen Assignment Builder

ก.1.5 การทดสอบกระบวนการทำงาน (Test Function)

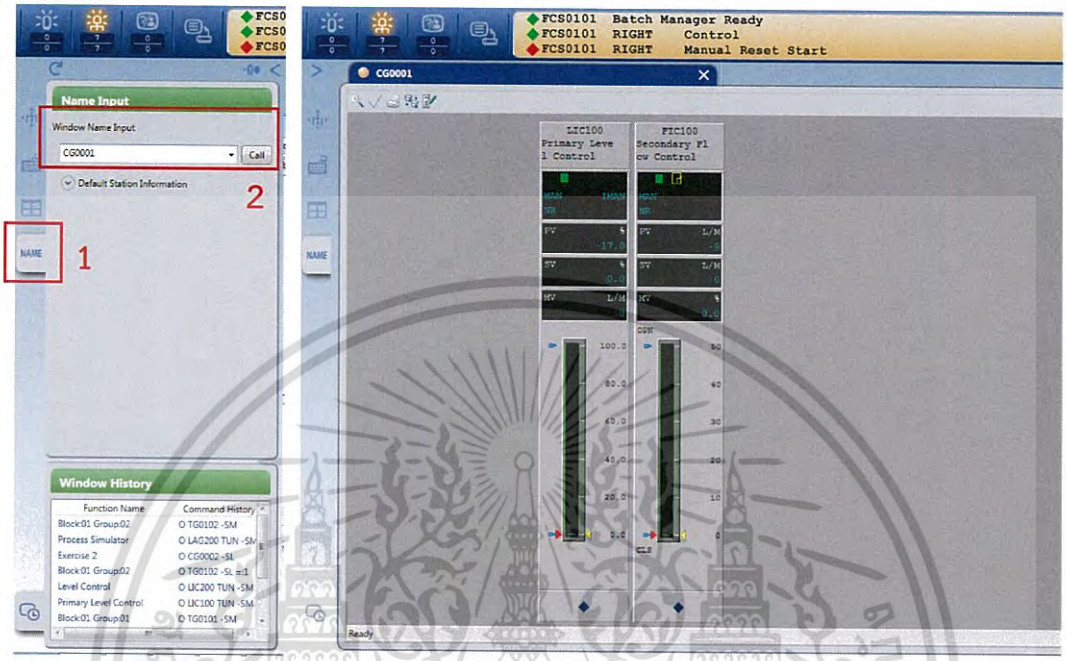
การทดสอบกระบวนการทำงาน เป็นการทดลองว่าการเขียนฟังก์ชันบล็อกและเชื่อมโยงสายเพื่อควบคุมกระบวนการนั้น ได้ผลตอบสนองเป็นไปตามความต้องการหรือไม่ ซึ่งการทดสอบกระบวนการทำงาน (Test Function) นั้น ทำได้โดยการเลือกโปรเจคที่ต้องการทดสอบ ⟶ FCS 0101 ⟶เลือก Tab FCS Test Function จะปรากฏหน้าต่าง Dialog แล้วกดตกลง จะเข้าสู่หน้าต่างการ Test Function ดังรูปที่ ก.17



รูปที่ ก.17 การเรียกระบบทดสอบกระบวนการทำงาน

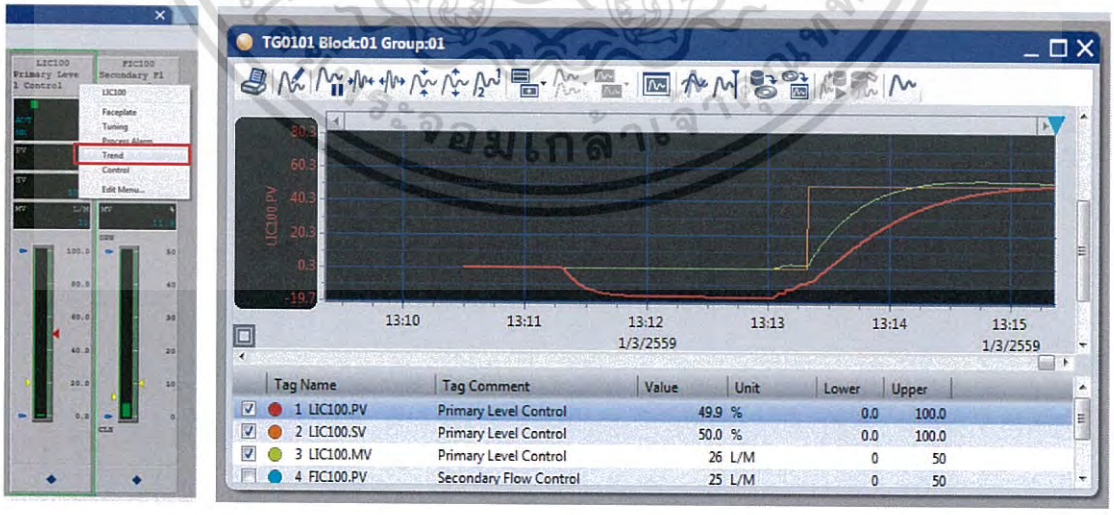
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นทำการเรียกหน้าต่าง User-defined Window โดยเลือกที่แท็บ NAME แล้วใส่ชื่อหน้ากราฟฟิกที่ต้องการจะเรียกที่ช่อง Window Name Input แล้วกด Call จะปรากฏหน้ากราฟฟิกที่ต้องการ ดังรูปที่ ก.18



รูปที่ ก.18 การเรียกหน้ากราฟฟิก

และสามารถทำการเรียกหน้าต่างแสดงกราฟ Trend Window โดยการเลือกที่ Faceplate แล้วคลิกขวา Trend จะปรากฏหน้าต่าง Trend Window ดังรูปที่ ก.19



รูปที่ ก.19 หน้าต่างแสดงกราฟ Trend Window

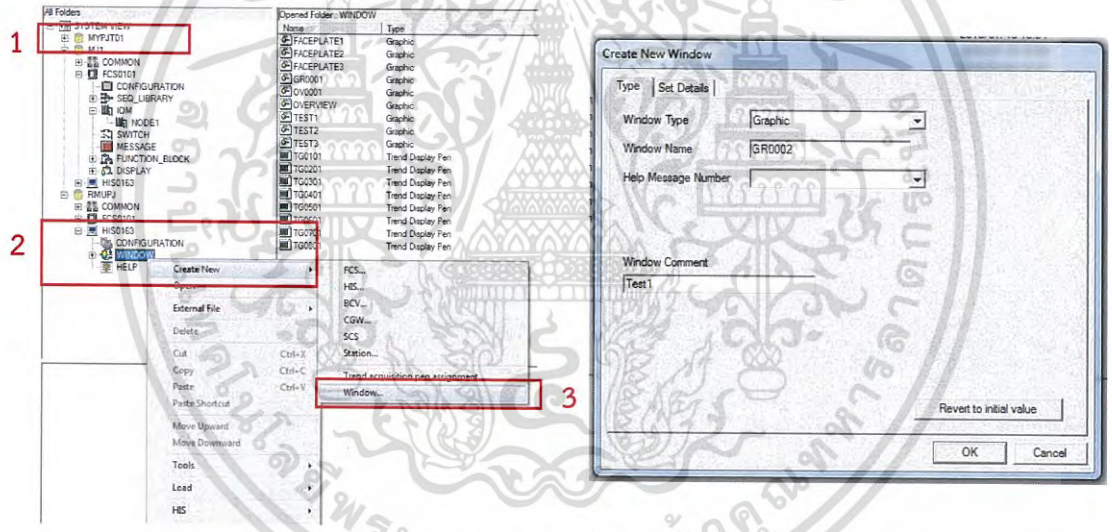
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

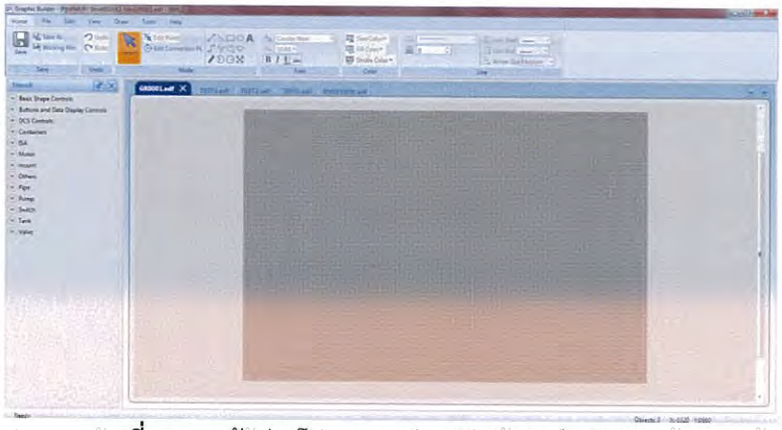
การเขียนโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน

หลังจากได้ทำการออกแบบระบบควบคุมกระบวนการและเขียนฟังก์ชันการทำงานตามความต้องการ ขั้นตอนต่อไปก็คือ การเขียนโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน โดยใช้โปรแกรม Centum VP R6 เพื่อแสดงผลของการควบคุม ค่าการดำเนินงานของกระบวนการ ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.เริ่มต้นสร้างหน้าต่างโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงานหรือกราฟฟิกวินโดว โดยเริ่มต้นจากการเลือกที่โปรเจคที่เราจะสร้าง → HIS0164 → WINDOW → Create New → Winow... แล้วทำการคลิกขวา เพื่อใส่รายละเอียดเกี่ยวกับหน้าต่างโปรแกรมส่วนติดต่อผู้ปฏิบัติงาน ดังรูปที่ ข.1 หลังจากนั้นกด OK จะปรากฏหน้าต่างโปรแกรม ดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.1 สร้างหน้าต่างโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน และการใส่รายละเอียดเกี่ยวกับหน้าต่าง



รูปที่ ข.2 หน้าต่างโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน

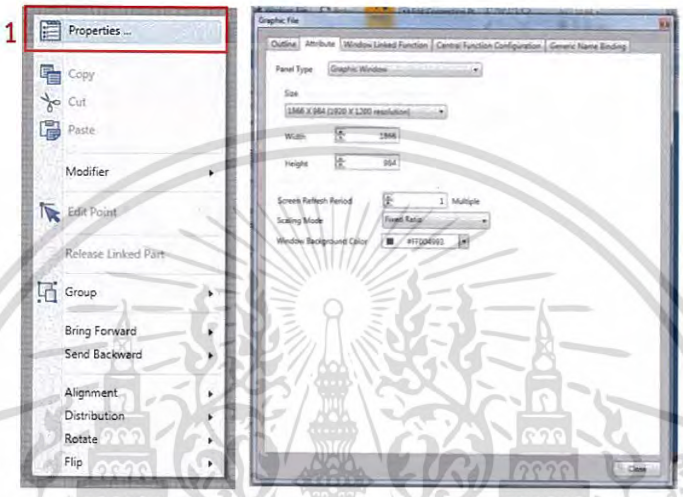
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการตั้งค่าปรับขนาดของหน้าจอและสีของพื้นหลัง ดังรูปที่ ข.3 โดยเลือกบริเวณพื้นหลังสีเทาที่ไว้สำหรับเขียนกราฟฟิก → คลิกขวาเลือกที่ Properties → เลือกแท็บ Attribute และทำการปรับรายละเอียดต่างๆของหน้าจอ ดังนี้

Paper Type : Graphic Window

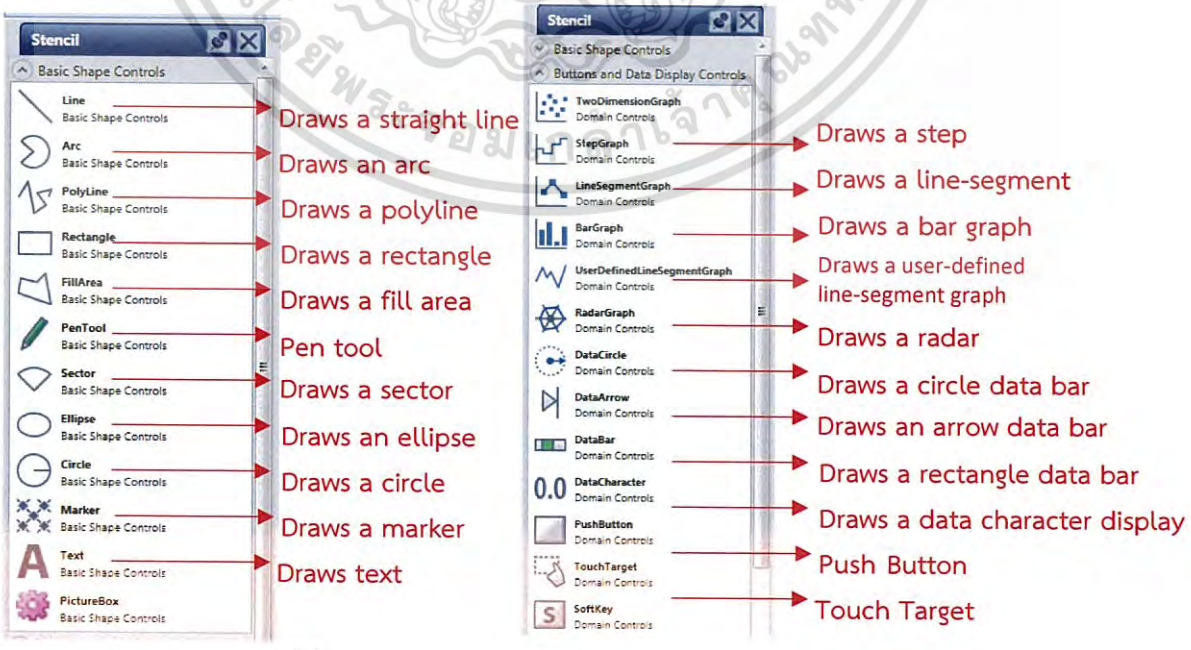
Size : 1866x984 (1920x1200 resolution)

Window Background Color : #FF004993



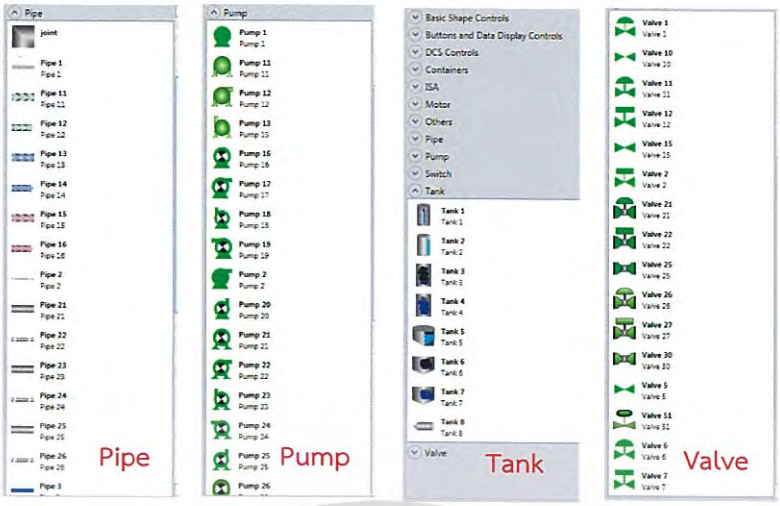
รูปที่ ข.3 หน้าต่างการปรับตั้งค่าหน้าดรออิ้ง

3.ทำการขยายแท็บ Stencil แล้วเลือกใช้อุปกรณ์ โดยถ้าต้องการใช้อุปกรณ์ตัวใดให้นำลากมาวางบนส่วนของดรออิ้ง รายละเอียดต่างๆของอุปกรณ์ที่มีการเลือกใช้งานบ่อยแสดงดังรูปที่ ข.4



(ก) (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) (ง) (จ) (ฉ)

รูปที่ ข.4 รายละเอียดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้งานในหน้ากราฟฟิก

(ก) แถบเครื่องมือ Basics Shape Controls

(ข) แถบเครื่องมือ Buttons and Data Display Controls

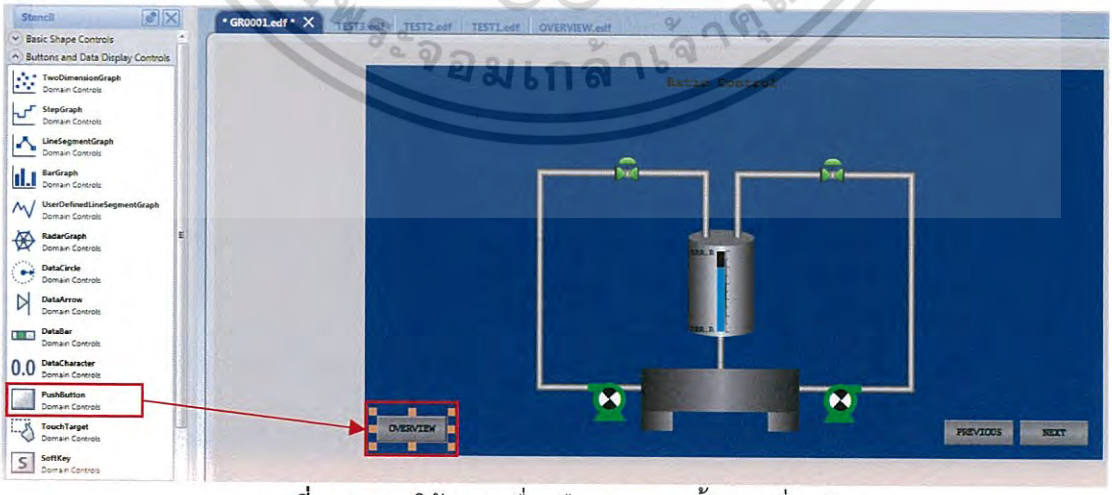
(ค) แถบเครื่องมือ Pipe

(ง) แถบเครื่องมือ Pump

(จ) แถบเครื่องมือ Tank

(ฉ) แถบเครื่องมือ Valve

4.เลือกอุปกรณ์ที่ต้องการจะใช้งาน แล้วลากมายังพื้นที่สำหรับเขียนแสดงผลการควบคุมกระบวนการ หลังจากนั้นทำการตั้งค่าอุปกรณ์โดยการเลือกอุปกรณ์ ⟶ คลิกขวา properties จะปรากฏหน้าต่างการตั้งค่า



รูปที่ ข.5 การใช้งานเครื่องมือ และการตั้งค่าเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• ยกตัวอย่างการใช้เครื่องมือ Push Button ซึ่งเป็นปุ่มสำหรับการเรียกหน้ากราฟฟิกอื่นๆ

General จะเป็นการตั้งค่ารายละเอียดทั่วไป ได้แก่ ชื่อเครื่องมือ ตำแหน่งในการวางอุปกรณ์บนหน้าจอแสดงผล และขนาดของเครื่องมือที่เลือกใช้งาน

Push Button จะเป็นการตั้งค่าเกี่ยวกับตัวอักษรที่จะแสดง และตำแหน่งการวางตัวอักษรบนเครื่องมือ

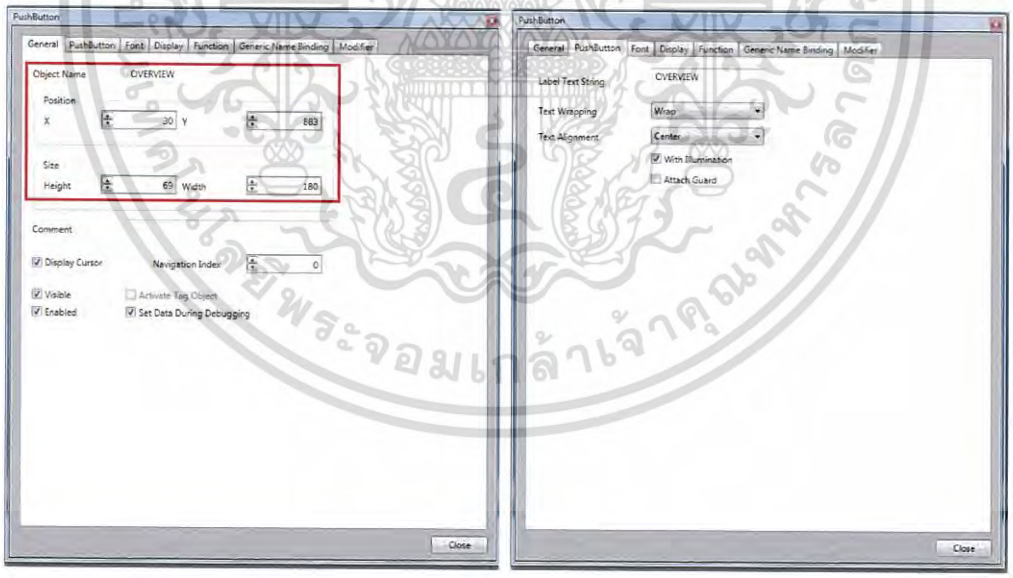
Font จะเป็นการตั้งค่าเกี่ยวกับรูปแบบของตัวอักษร ได้แก่ ฟอร์นอักษร รูปแบบตัวหนา/ตัวเอียง/การขีดเส้นใต้ และสีของตัวอักษร

Display จะเป็นการตั้งค่าเกี่ยวกับสีพื้นหลังของเครื่องมือ

Function จะเป็นการตั้งค่าเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องมือ โดยตำแหน่ง Source จะบอกตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือนี้, ส่วน Link Function จะเป็นการเชื่อมโยงหน้ากราฟฟิก ว่าเมื่อทำการคลิกจะเชื่อมโยงไปยังหน้ากราฟฟิกหรือเฟซเพจใดๆ

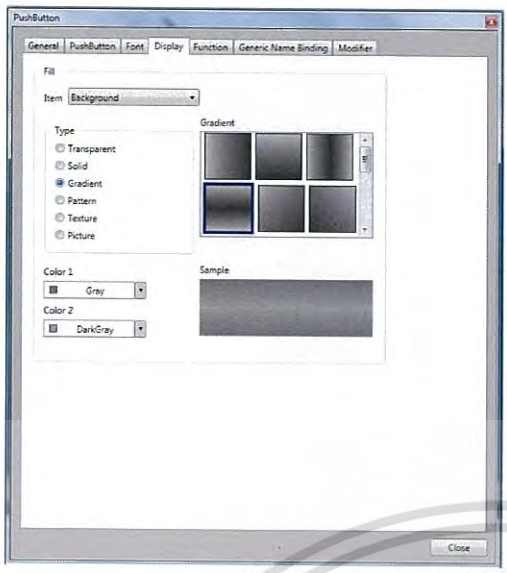
Generic Name Binding เป็นส่วนที่บ่งบอกรายละเอียดลายเส้น ส่วนประกอบต่างๆที่ประกอบออกมาเป็นเครื่องมือชนิดนี้ รวมทั้งการตั้งค่า High Limit/Low Limit ให้แสดงบนเครื่องมือ

Modifier จะเป็นการตั้งค่าเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีเงื่อนไขใดๆเกิดขึ้น เช่น การแจ้งเตือน เป็นต้น โดยสามารถตั้งค่าให้มีการเปลี่ยนสีตัวอักษร การกระพริบ หรือเชื่อมโยงไปยังเครื่องมือที่มีการเตือนอันตราย

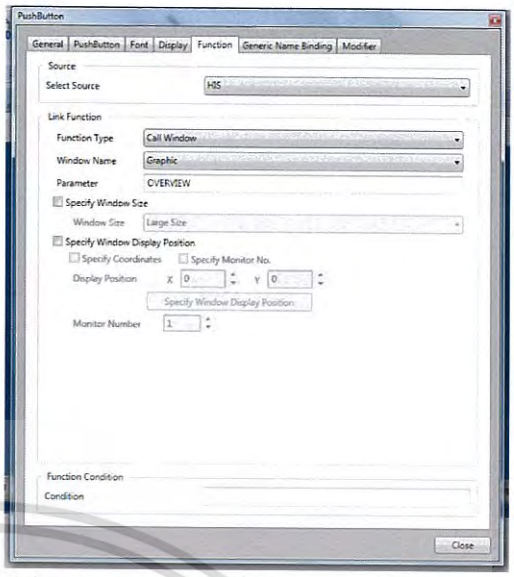


(ก) (ข)

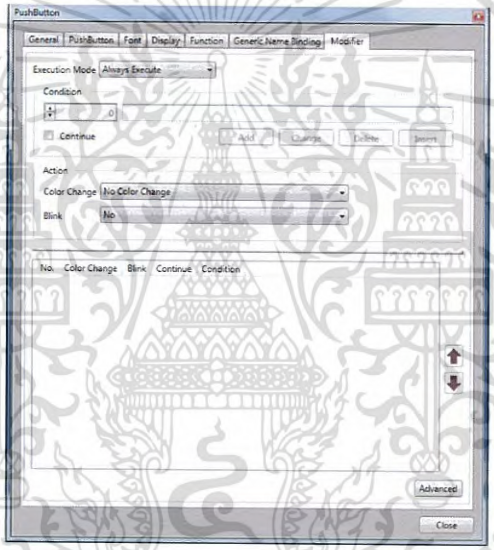
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค)



(ง)



(จ)

รูปที่ ข.6 การตั้งค่าเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เลือกใช้งาน

(ก) แถบ General สำหรับการตั้งค่าเครื่องมือ

(ข) แถบ PushButton สำหรับการตั้งค่าเครื่องมือ

(ค) แถบ Display สำหรับการตั้งค่าเครื่องมือ

(ง) แถบ Function สำหรับการตั้งค่าเครื่องมือ

(จ) แถบ Modifier สำหรับการตั้งค่าเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้