สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมอัตราการไหลและความดันสำหรับกระบวนการถังความดัน

FLOW RATE AND PRESSURE CONTROL

FOR PRESSURE TANK PROCESS

T119561

นายพิพัฒน์ ศรีสมบัติ

นายพีระพล เจริญยิ่ง

นางสาวภัทราภรณ์ จันทะบุตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119561
วัน,เดือน,ปี - 8 S.A. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOW RATE AND PRESSURE CONTROL
FOR PRESSURE TANK PROCESS

PIPAT SRISOMBAT

PEERAPHOL CHAROENYING

PATTRPORN JUNTABUIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การควบคุมอัตราการไหลและความดันสำหรับกระบวนการถังความดัน

FLOW RATE AND PRESSURE CONTROL FOR PRESSURE TANK PROCESS

นักศึกษาผู้จัดทำ	นายพิพัฒน์ ศรีสมบัติ	รหัสนักศึกษา 50011105
	นายพีระพล เจริญยิ่ง	รหัสนักศึกษา 50011126
	นางสาวภัทราภรณ์ จันทะบุตร	รหัสนักศึกษา 50011160
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม	
ปีการศึกษา	2553	

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ สักรียา ชิตวงศ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การควบคุมอัตราการไหลและความดันสำหรับกระบวนการถังความดัน FLOW RATE AND PRESSURE CONTROL FOR PRESSURE TANK PROCESS	
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายพิพัฒน์ ศรีสมบัติ	รหัสนักศึกษา 50011105
	นายพีระพล เจริญยิ่ง	รหัสนักศึกษา 50011126
	นางสาวภัทราภรณ์ จันทะบุตร	รหัสนักศึกษา 50011160
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ สักรียา ชิตวงศ์	
ปีการศึกษา	2553	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับจัดทำขึ้น เพื่อศึกษาการควบคุมอัตราการไหลและความดันสำหรับกระบวนการถังความดัน ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนควบคุมความดัน และส่วนควบคุมอัตราการไหล ส่วนควบคุมความดันประกอบด้วยอุปกรณ์วัดความดัน ถังความดัน และวาล์วควบคุมที่ได้รับการติดตั้งตัวควบคุมตำแหน่ง ส่วนควบคุมอัตราการไหลประกอบด้วยอุปกรณ์วัดอัตราการไหล และวาล์วควบคุมที่ได้รับการติดตั้งตัวควบคุมตำแหน่ง วิธีการควบคุมประกอบด้วย 2 วงรอบ นั่นคือ ส่วนควบคุมความดันในถังความดัน และส่วนควบคุมอัตราไหล โดยส่วนควบคุมทั้งสองใช้ตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ พร้อมกับฟังก์ชันการควบคุมแบบพีไอดี โปรแกรม WinCC ใช้สำหรับในเขียนกราฟิกรูปของกระบวนการเพื่อที่จะป้อนและแสดงผลข้อมูลต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Flow Rate And Pressure Control For Pressure Tank Process	
Authors	Mr. Pipat	Srisombat
	Mr. Peeraphol	Charoenying
	Miss Pattraporn	Juntabuit
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Sakreya	Chitwong
Year	2010	

ABSTRACT

This project has prepared a study of flow rate and pressure control for the pressure tank process containing of two parts, pressure control and flow control. The pressure control part consists of pressure transmitter, pressure tank, and control valve with the positioner. The flow rate control part consists of flow transmitter and control valve with positioner. The control method consists of two loops, that is, pressure control loop and flow rate control loop. Both control loops are implemented on the programmable logic control (PLC) with PID function. WinCC program is used for writing a graphic form of process in order to enter and display data.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีซึ่งผู้จัดทำได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ สักรียา ชิตวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ความกรุณาให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทดลองในปริญญานิพนธ์ และให้คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนแนวความคิดต่างๆ ในการปรับปรุงแก้ไขงานและการทดลอง อาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมให้ความรู้ ทำให้สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญภาพ.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎี.....3

2.1 ตัวควบคุมพีไอดี.....3

2.1.1 การควบคุมแบบป้อนกลับด้วยตัวควบคุมพีไอดี.....3

2.1.2 กริยาการควบคุมแบบป้อนกลับ.....5

2.1.2.1 กริยาการควบคุมแบบเปิด-ปิด.....5

2.1.2.2 กริยาควบคุมแบบสัดส่วน.....6

2.1.2.3 กริยาควบคุมแบบอินทิกรัล.....7

2.1.2.4 กริยาควบคุมแบบอนุพันธ์.....8

2.1.2.5 กริยาควบคุมแบบพีไอ.....9

2.1.2.6 กริยาควบคุมแบบพีดี.....10

2.1.2.7 กริยาควบคุมแบบพีไอดี.....11

2.2 การปรับแต่งหาค่าของพารามิเตอร์ตัวควบคุม.....14

2.2.1 วิธีการแบบ Reaction Curve.....14

2.2.2 วิธี Ultimate Method ของ Ziegler-Nichols 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.3 วิธี Trial and Error....17
2.3 สรุป....18

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน....19
3.1 บทนำ....19
3.2 โครงสร้างของกระบวนการถังความดัน....20
3.3 โครงสร้างของตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้....22
3.3.1 โปรแกรม SIMATIC MANAGER....23
3.3.1.1 การเชื่อมหน่วยต่ออินพุต/เอาต์พุต....23
3.3.1.2 การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณแอนาลอก....23
3.3.1.3 การประมวลผลสัญญาณแอนาลอก....25
3.3.1.4 การใช้ฟังก์ชัน FC105 กับกระบวนการ....26
3.3.1.5 การใช้งานฟังก์ชันในกระบวนการ (FC 105)....28
3.3.1.5.1 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์วัดความดัน...28
3.3.1.5.2 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล....29
3.3.1.6 ฟังก์ชัน Unscaling values (UNSCALE): FC 106....30
3.3.1.7 การใช้งานฟังก์ชันในกระบวนการ (FC 106) 31
3.3.1.8 การใช้ตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ในการควบคุมแบบพีไอดี...31
3.3.2 โปรแกรม WinCC....37
3.3.2.1 การสร้างโปรเจคใหม่....37
3.3.2.2 การจัดการกับ Tag....38
3.3.2.3 การใช้งาน Graphic Designer....39
3.3.2.4 การทำให้โปรเจคทำงาน....40
3.3.2.5 การใช้งาน Tag Logging และ Archive....41
3.3.2.6 Alarm Logging....41
3.4 สรุป....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลอง.....43

4.1 กล่าวนำ.....43

4.2 การทดลอง.....43

4.2.1 การหาค่าพารามิเตอร์ของวงรอบความดัน.....44

4.2.2 การหาค่าพารามิเตอร์ของวงรอบอัตราการไหล.....44

4.3 สรุป.....46

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....47

5.1 สรุปผล.....47

5.2 ข้อเสนอแนะ.....47

บรรณานุกรม.....48

ภาคผนวก.....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สูตรหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดีตามวิธี Process Reaction Curve.....15

2.2 สูตรหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดีตามวิธี Ultimate Method.....17

3.1 แสดงตัวอย่างค่าของข้อมูลที่เกิดจากการรับสัญญาณอินพุตแบบแอนาลอก.....26

3.2 ตัวอย่างค่าของข้อมูลที่เกิดจากการรับสัญญาณเอาต์พุตแบบแอนาลอก.....26

3.3 พารามิเตอร์ FC 105.....27

4.1 ตารางแสดงค่าพารามิเตอร์ของแต่ละวงรอบ.....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ....4

2.2 แสดงกริยาการควบคุมแบบเปิด-ปิด....5

2.3 แสดงคุณสมบัติของตัวควบคุมแบบสัดส่วน....7

2.4 แสดงผลตอบสนองของกริยาควบคุมแบบอินทิกรัล....8

2.5 แสดงผลตอบสนองของกริยาควบคุมแบบอนุพันธ์....9

2.6 แสดงตัวอย่างผลตอบสนองของกริยาควบคุมแบบพีไอ....10

2.7 แสดงตัวอย่างผลตอบสนองของกริยาควบคุมแบบพีดี....11

2.8 แสดงตัวอย่างผลตอบสนองของกริยาควบคุมแบบพีไอดี....12

2.9 แสดงการเปรียบเทียบผลของตัวควบคุมแบบต่างๆ....13

2.10 ผลตอบสนองรูปตัว S เมื่อใช้วิธี Process Reaction Curve....15

2.11 ผลตอบสนองที่แกว่งอย่างต่อเนื่อง เมื่อปรับโดยใช้วิธี Ultimate Method....16

3.1 โครงสร้างของกระบวนการถังความดัน....20

3.2 โครงสร้างกระบวนการของแหล่งจ่ายน้ำ....21

3.3 โครงสร้างกระบวนการลูปควบคุมความดัน....21

3.4 โครงสร้างกระบวนการลูปควบคุมอัตราการไหล....22

3.5 การเชื่อมต่อหน่วยอินพุตการเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตแบบสองสายและสี่สาย....23

3.6 ขั้นตอนการเข้าสู่หน้าต่างของโปรแกรม Hardware configuration....24

3.7 การกำหนดค่า Properties ของจุดเชื่อมต่อรับสัญญาณแอนาลอกอินพุต....24

3.8 การกำหนดค่า Properties ของจุดเชื่อมต่อรับสัญญาณแอนาลอกอินพุต....25

3.9 การเขียนฟังก์ชันFC 105 Scaling Pressure Transmitter....28

3.10 การเขียนฟังก์ชัน FC 106 Unsscling....31

3.11 แสดงความสัมพันธ์ในการใช้งานฟังก์ชัน FC105, FC106, FB 41 และ OB 35 ในการควบคุมแบบป้อนกลับ....32

3.12 บล็อกไดอะแกรมของฟังก์ชันมาตรฐาน FB 41 “CONT_C”....33

3.13 การกำหนดคาบระยะเวลาในการรับสัญญาณอินพุต....35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.14 การการสร้าง DB (Instance data block).....35
3.15 การเขียนโปรแกรม FB 41 “CONT_C”.....36
3.16 แสดงการสร้างโปรเจคแบบ Single-User Project.....37
3.17 แสดงการกำหนด Tag.....38
3.18 แสดง Tag ทั้งหมดที่ใช้ในโครงงานนี้.....39
3.19 แสดงการสร้างหน้าจอของกระบวนการ.....39
3.20 แสดงส่วนของ Graphic Designer.....40
3.21 แสดงหน้าจอ HMI ของกระบวนการ.....40
3.22 แสดงหน้าจอ Tag Logging ของกระบวนการ.....41
3.23 แสดงหน้าจอ Alarm Logging ของกระบวนการ.....42
4.1 แสดงการปรับวงรอบความดัน.....44
4.2 แสดงการปรับวงรอบอัตราการไหล.....45
4.3 แสดงการควบคุมที่ 100% ของความดันและอัตราการไหล.....46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในอุตสาหกรรมการผลิตในปัจจุบัน โดยส่วนใหญ่จะมีการควบคุมในแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยตัวแปรกระบวนการ (Process Variable) ในกระบวนการผลิตต่างๆ ที่ถูกควบคมให้มีผลตอบสนองตามที่ต้องการ ซึ่งที่พบได้บ่อยที่สุด คือ ความดัน อัตราการไหล ระดับและอุณหภูมิ เป็นต้น การควบคุมตัวแปรของกระบวนการเหล่านี้ จะใช้ตัวควบคุมหรือเครื่องควบคุมกระบวนการแทนมนุษย์ ในขณะเดียวกันก็ต้องอาศัยการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมจากผู้มีประสบการณ์ หรือมีความชำนาญในการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุม เพื่อให้ได้ค่าที่ได้ผลตอบสนองที่ดีที่สุดตามต้องการ

สำหรับการควบคุมอัตราการไหล (Flow Rate Control) และความดัน (Pressure Control) ก็เป็นกระบวนการหนึ่งที่มีส่วนสำคัญมากในอุตสาหกรรม ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะใช้ควบคุมด้วยตัวควบคุมพีไอดี (PID) อย่างไรก็ตามการใช้ตัวควบคุมพีไอดีนั้นจะต้องปรับค่าพีไอดีที่เหมาะสม ไม่อย่างนั้นระบบจะเกิดการพุ่งเกิน (Overshoot) หรือการแกว่ง (Oscillate) และใช้เวลานานในการเข้าสู่เป้าหมาย (Setting time) ข้อเสียของการเกิดค่าพุ่งเกินหรือการแกว่งจะทำให้เกิดอัตราการไหลและความดันที่ผิดพลาด ดังนั้นในโครงงานนี้จึงได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการควบคุมโดยใช้โปรแกรม SIMATIC MANAGER สำหรับการเขียน Ladder Diagram และโปรแกรม WinCC สำหรับเขียนกราฟิก เพื่อที่จะดูผลและนำผลการทดลองมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมต่างๆได้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาหลักการของกระบวนการถังความดัน
2. ศึกษาอุปกรณ์การวัด ตัวขับเร้า ทั้งเชิงทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานกับกระบวนการถังความดัน
3. ศึกษาวิธีการใช้งานตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานกับกระบวนการถัง ความดัน
4. ศึกษาวิธีการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์กับตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้เพื่อรับส่งข้อมูล
5. ศึกษาวิธีการประยุกต์ใช้งานโปรแกรมสกาดา (WinCC) เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น รับข้อมูล แสดงผลข้อมูล เก็บข้อมูลและประมวลผลเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

สร้างกระบวนการถังความดัน โดยใช้ตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้เพื่อควบคุมความดันและอัตราการไหล พร้อมทั้งสามารถพัฒนาโปรแกรมสำหรับประมวลผลด้วยตัวควบคุมชนิดประมวลได้ และพัฒนาโปรแกรมสกาดาซึ่งทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผลข้อมูล เก็บข้อมูลและประมวลผลเป็นต้น

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ
2. ออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ
3. ศึกษาการเขียนโปรแกรม SIMATIC
4. ศึกษาการเขียนโปรแกรม WinCC
5. ออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม
6. ออกแบบโปรแกรมสกาดาที่ใช้ในการควบคุม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความเข้าใจในหลักการของกระบวนการถังความดัน
2. มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับอุปกรณ์การวัด ตัวขับเร้า ทั้งเชิงทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานกับกระบวนการถังความดัน
3. สามารถใช้งานตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ เมื่อนำไปประยุกต์ใช้งานกับกระบวนการถังความดัน
4. สามารถเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์กับตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ เพื่อใช้ในการรับ-ส่งข้อมูล
5. สามารถประยุกต์ใช้งานโปรแกรมสกาดา เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น รับข้อมูลแสดงผลข้อมูลเก็บข้อมูลและประมวลผลเบื้องต้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ตัวควบคุมพีไอดี (PID)

2.1.1 การควบคุมแบบป้อนกลับด้วยตัวควบคุมพีไอดี (PID)

ระบบควบคุมแบบลูปปิด (Closed-loop) เป็นระบบควบคุมแบบหนึ่ง ซึ่งสัญญาณเอาต์พุตจะมีผลโดยตรงต่อการควบคุม ดังนั้นระบบควบคุมแบบลูปปิดคือระบบควบคุมแบบป้อนกลับนั้นเอง สัญญาณค่าความคลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นสัญญาณที่แตกต่างระหว่างสัญญาณอินพุตกับสัญญาณที่ได้มีการป้อนกลับจะถูกป้อนให้ตัวควบคุม เพื่อจะได้ลดความคลาดเคลื่อนให้น้อยลงและทำให้เอาต์พุตของระบบมีค่าตามที่ต้องการโดยระบบควบคุมแบบป้อนกลับโดยทั่วไปประกอบด้วย

- ตัวควบคุม (Controller)

เป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณควบคุม เพื่อทำหน้าที่ควบคุมให้ระบบหรือกระบวนการที่ต้องการควบคุมมีเอาท์พุท หรือผลตอบสนองเป็นไปตามต้องการ โดยเครื่องควบคุมที่ใช้กันอยู่มีหลายแบบด้วยกัน แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ ตัวควบคุมแบบพีไอดี

- อุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Final Control Element)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปรับสภาวะของกระบวนการ ด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรปรับกระบวนการ (Manipulated Variable: mv) ตามคำสั่งหรือสัญญาณ ควบคุมที่ได้รับจากตัวควบคุม อุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายมีอยู่หลายอย่าด้วยกัน เช่น วาล์วควบคุม อินเวอร์เตอร์ (Inverter) และตัวกระทำ (Actuator) เป็นต้น แต่ที่พบเห็นกันมากในอุตสาหกรรมได้แก่ วาล์วควบคุม

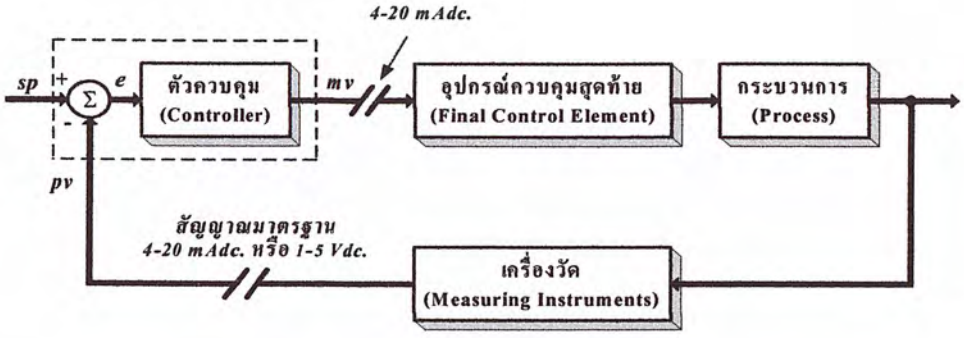
- กระบวนการ (Process)

หมายถึงระบบหรือกระบวนการทางฟิสิกส์ ที่ต้องการควบคุมให้มีสถานะเป็นไปตามต้องการ เช่น กระบวนการเกี่ยวกับการควบคุมระดับของของเหลว กระบวนการเกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิ เป็นต้น ซึ่งสถานะของกระบวนการแสดงด้วยตัวแปรกระบวนการ (Process Variable: pv)

- อุปกรณ์วัด (Measuring Instruments)

เป็นอุปกรณ์ซึ่งอาจจะได้แก่ ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) เซนเซอร์ (Sensor) อุปกรณ์ส่งสัญญาณ (Transmitter) หรือเครื่องวัดสัญญาณอื่นๆ ในกระบวนการเพื่อนำสัญญาณที่ได้ไปใช้เป็นตัวแปรในการควบคุม โดยสัญญาณขาออกของอุปกรณ์วัดทั่วไปจะเป็นสัญญาณมาตรฐานอุตสาหกรรม เช่น สัญญาณแรงดัน 1-5 Vdc กระแส 4-20 mAdc หรือขนาด 3-15 psi เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ

จากภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ ซึ่งจะใช้ในการควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรม โดยทั่วไปนิยมใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดี (PID) เพราะรูปแบบของตัวควบคุมที่สามารถควบคุมกระบวนการต่างๆได้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีระบบโครงสร้างการทำงานที่ไม่ซับซ้อน เข้าใจได้ง่าย การใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดีนี้ขึ้นอยู่กับการปรับค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดี ให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลตอบสนองออกตามที่ต้องการ ตัวควบคุมพีไอดีประกอบไปด้วย ตัวควบคุมแบบสัดส่วน (P) ตัวควบคุมแบบอินทิกรัล (I) และตัวควบคุมแบบอนุพันธ์ (D) ซึ่งมีฟังก์ชันการถ่ายโอนดังนี้

$$m(t) = K_p\left(e(t) + \frac{1}{T_i}\int_0^t e(t)dt + T_d\frac{de(t)}{dt}\right) \qquad (2.1)$$

โดยที่ K_p คือ ค่าอัตราขยายของตัวควบคุมแบบสัดส่วน (Proportional Gain)

T_i คือ ค่าทางเวลาอินทิกรัล ของตัวควบคุมแบบอินทิกรัล (Integral Time)

T_d คือ ค่าทางเวลาอนุพันธ์ ของตัวควบคุมแบบอนุพันธ์(Derivative Time)

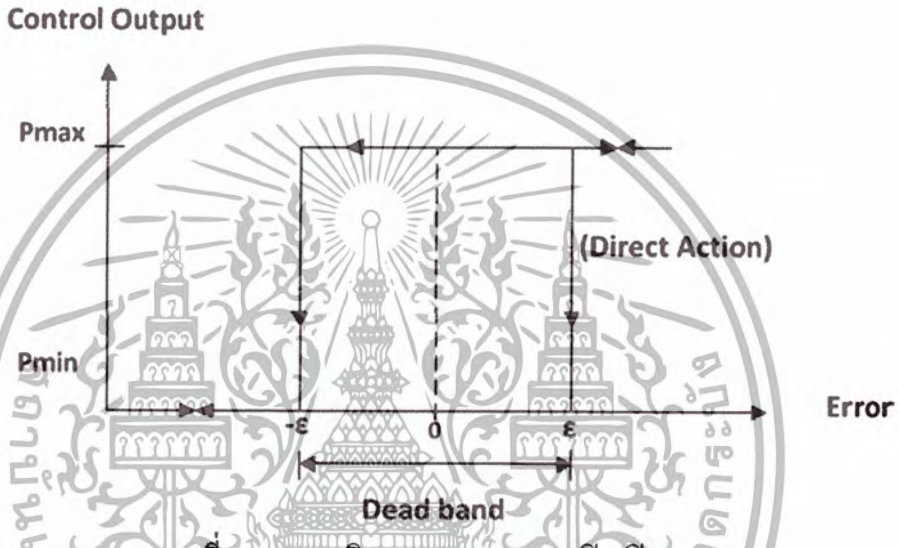
จากภาพที่ 2.2 จะเห็นว่าสัญญาณควบคุม หรือตัวแปรปรับกระบวนการ (*mv*) ที่ได้จากตัวควบคุมแบบพีไอดี จะถูกกำหนดด้วยความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณขาเข้าตัวควบคุมกับตัวแปรของกระบวนการ (*pv*) กับสัญญาณอ้างอิงหรือค่าเป้าหมาย (*sp*) โดยที่ความสัมพันธ์ดังกล่าว จะขึ้นกับกฎเกณฑ์การควบคุมที่ผู้ควบคุมปรับแต่งไว้ล่วงหน้า (ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุม) จะเป็นไปตามกริยาความคุมแบบต่างๆ ดังที่กล่าวต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 กริยาการควบคุมแบบป้อนกลับ

2.1.2.1 กริยาการควบคุมแบบเปิด-ปิด (ON-OFF)

ระบบที่มีการควบคุมแบบเปิด-ปิด เป็นระบบที่ใช้กันข้อนข้างมากสำหรับการควบคุมกระบวนการในทางอุตสาหกรรม และอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้าน เช่น เตารีด กาน้ำร้อน และการควบคุมระดับน้ำในถังเก็บน้ำเป็นต้น ทั้งนี้เพราะระบบควบคุมดังกล่าวไม่ซับซ้อน การติดตั้งระบบควบคุมทำได้ง่าย และราคาค่อนข้างถูก โดยการควบคุมจะทำงานเพียง 2 สถานะคือเปิด (100%) กับปิด (0%) กริยาควบคุมแบบเปิด-ปิด ดังแสดงภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงกริยาการควบคุมแบบเปิด-ปิด

จากภาพที่ 2.2 จะเห็นว่า ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าค่าวิกฤต ($+\mathcal{E}$) ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมจะเปลี่ยนจาก 0% เป็น 100% เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าค่าวิกฤต ($-\mathcal{E}$) ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมจะเปลี่ยนจาก 100% เป็น 0% ค่าเอาท์พุทที่อยู่ในช่วงเดทแบนด์ (Dead Band) จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใดซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากการเสียดทานที่ไม่ได้คาดไว้ก่อน หรือบางครั้งก็อาจเป็นต้องทำให้เกิดช่วงเดทแบนด์ขึ้น เพื่อป้องกันการเปิด-ปิดบ่อยเกินไปจะทำให้การควบคุมหรือกระบวนการได้รับความเสียหาย แต่ช่วงเดทแบนด์นี้ต้องไม่กว้างนักเพราะอาจจะทำให้ค่าความเที่ยงตรงของการควบคุมลดลง ระบบที่มีการควบคุมแบบเปิด-ปิดเขียนเป็นสมการ (2.2) ได้ดังนี้

$$m(t) = \begin{cases} 0\% & , e < -\epsilon \\ 100\%, & e < +\epsilon \end{cases} \qquad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $m(t)$ คือ สัญญาณควบคุมหรือเอาท์พุทของตัวควบคุม

$e(t)$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

$\in$ คือ ครึ่งหนึ่งของเดทแบนด์

2.1.2.2 กริยาควบคุมแบบสัดส่วน (Proportional (P))

สำหรับตัวควบคุมแบบสัดส่วน สัญญาณควบคุมจะแปรเป็นสัดส่วนโดยตรงกับสัญญาณคลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นผลต่างระหว่างสัญญาณอ้างอิงหรือสัญญาณเข้ากับสัญญาณออกหรือตัวแปรที่ควบคุมของระบบดังนี้

$$mp(t) = Kpe(t) + \bar{m} \tag{2.3}$$

เมื่อ $mp(t)$ คือ ค่าเอาต์พุตของตัวควบคุมแบบสัดส่วน

$Kpe(t)$ คือ อัตราขยายของตัวควบคุมแบบสัดส่วน

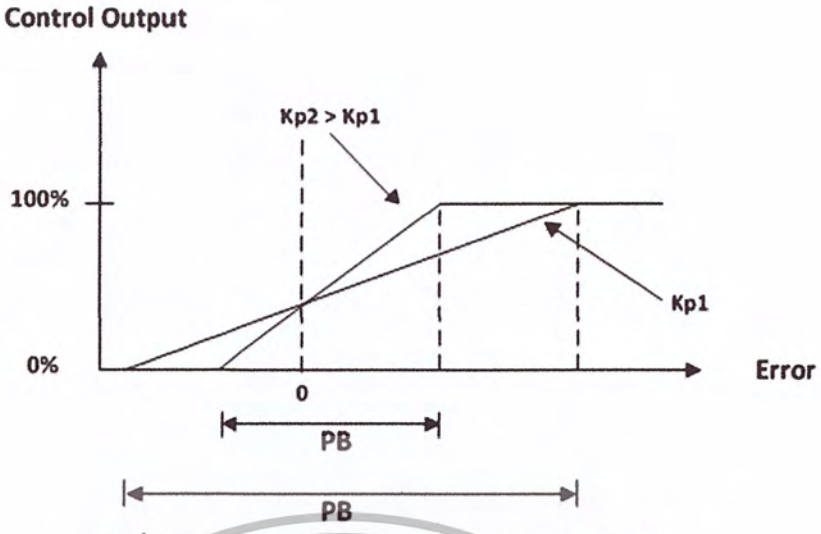
$\bar{m}$ คือ ค่าเอาต์พุตของตัวควบคุมที่ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับศูนย์

สำหรับค่าอัตราขยาย (K_p) ของตัวควบคุมแบบสัดส่วนจะสัมพันธ์กับค่าเปอร์เซ็นต์ของ พร็อพโพรชั่นนอลแบนด์ (proportional band) โดยพร็อพโพรชั่นนอลแบนด์คือค่าความเปลี่ยนแปลงของความคลาดเคลื่อน เมื่อเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ของความผิดพลาดเต็มสเกล (Full scale error) ที่ทำให้สัญญาณควบคุม (controller output) เปลี่ยนแปลงไปร้อยเปอร์เซ็นต์ดังสมการ (2.4)

$$PB = \frac{100\%}{K_p} \tag{2.4}$$

ข้อเสียของสำหรับตัวควบคุมแบบสัดส่วน คือ ไม่สามารถกำจัดออฟเซตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติของตัวควบคุมแบบสัดส่วน

2.1.2.3 กริยาควบคุมแบบอินทิกรัล (Integral (I))

สัญญาณควบคุมในกรณีของการควบคุมแบบอินทิกรัล ขึ้นอยู่กับค่าในอดีตซึ่งแตกต่างกับการควบคุมเชิงสัดส่วน ที่จะขึ้นอยู่กับค่าปัจจุบัน เป็นการเอาค่าความผิดพลาด (Error) มาทำการบวกกันไปเรื่อยๆ ด้วยความถี่คงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งความถี่นี้ก็คือความถี่ของระบบ ดังสมการ (2.5)

$$m_I(t) = K_I \int_0^t e(t)dt + \overline{m}_I(0) \qquad (2.5)$$

เมื่อ $m_I(t)$ คือ ค่าเอาท์พุตของตัวควบคุมแบบอินทิกรัล

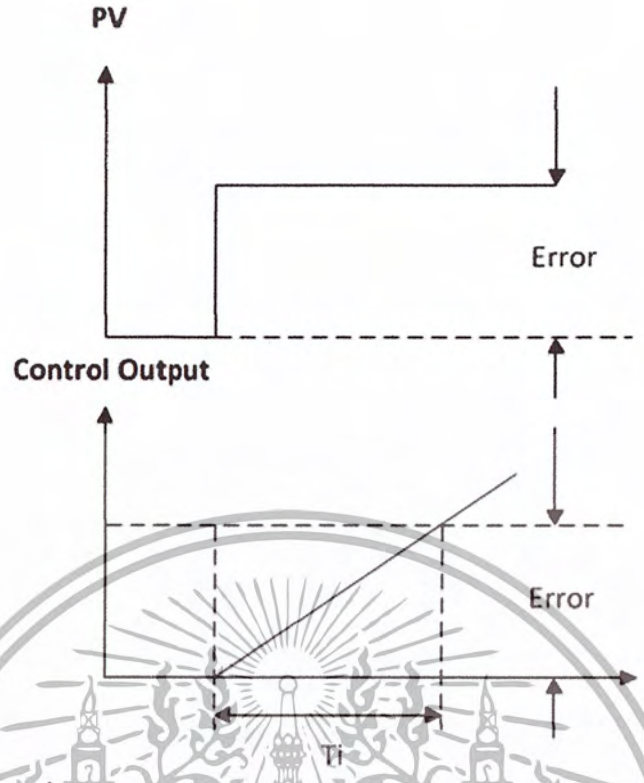
K_I คือ อัตราขยายของตัวควบคุมแบบอินทิกรัล

$\int_0^t e(t)dt$ คือ พื้นที่ทั้งหมดของค่าความคลาดเคลื่อน

$\overline{m}_I(0)$ คือ ค่าเอาต์พุตของตัวควบคุมที่เวลา t เท่ากับศูนย์

ผลของกริยาควบคุมแบบอินทิกรัลนี้ จะไม่ทำให้เกิดค่าออฟเซตขึ้นในระบบและลดค่าพุ่งเกิน (Overshoot) ของระบบลงได้ แต่ถ้ากริยาการควบคุมมีค่าสูงเกินไปอาจจะทำให้ผลตอบสนองที่ได้ของกระบวนการช้าลง ผลตอบสนองของกริยาควบคุมแบบอินทิกรัล แสดงดังภาพที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 แสดงผลตอบสนองของกริยาควบคุมแบบอินทิกรัล

2.1.2.4 กริยาควบคุมแบบอนุพันธ์ (Derivative (D))

เป็นสัญญาณที่เกิดจากการหาอนุพันธ์ของสัญญาณผิดพลาด ดังนั้น สัญญาณผิดพลาดที่มีสัญญาณรบกวนมาก สัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาจากตัวควบคุมเชิงอนุพันธ์นี้ จะกระเพื่อมค่อนข้างมาก เนื่องจากค่าความชัน (Slope) เปลี่ยนแปลงมาก อาจทำให้ระบบไม่เสถียรได้ และเมื่อความคลาดเคลื่อนเปลี่ยนแปลง เรียกการกระทำดังกล่าวว่า อัตราการกระทำ (Rate Action) ดังสมการ (2.6)

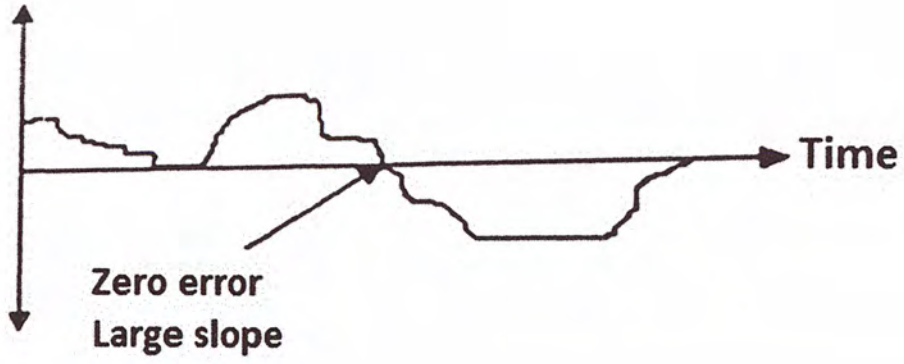
$$m_D(t) = K_D \frac{de(t)}{dt} \tag{2.6}$$

เมื่อ $m_D(t)$ คือ ค่าเอาต์พุตของตัวควบคุมแบบอนุพันธ์

K_D คือ อัตราขยายของตัวควบคุมแบบอนุพันธ์

$\frac{de(t)}{dt}$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เวลา t

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 แสดงผลตอบสนองของกริยาควบคุมแบบอนุพันธ์

2.1.2.5 กริยาควบคุมแบบพีไอ (Proportional – Integral (PI))

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า การควบคุมแบบเปิด-ปิด จะมีออฟเซต ถ้ามีสิ่งรบกวนโปรเซสขึ้น เพื่อกำจัดออฟเซตโดยไม่ต้องปรับตั้งค่าไบแอสที่ตัวควบคุม จำเป็นต้องทำให้ตัวควบคุมสามารถปรับตั้งค่าไบแอสได้โดยอัตโนมัติ การควบคุมดังกล่าวได้แก่ การควบคุมแบบพีไอ การควบคุมแบบพีไอ มี Integral Action หรือ Reset Action เพิ่มเข้าไปกับการควบคุมแบบพี ระบบควบคุมส่วนมากมักจะใช้การควบคุมแบบพีไอ ในการควบคุมอัตราการไหลและแรงดันของของเหลว สมการของสัญญาณควบคุมของการควบคุมแบบพีไอ แสดงได้ดังนี้

$$m_{PI}(t) = \bar{m} + K_P e(t) + K_P K_I \int_0^t e(t)dt \tag{2.7}$$

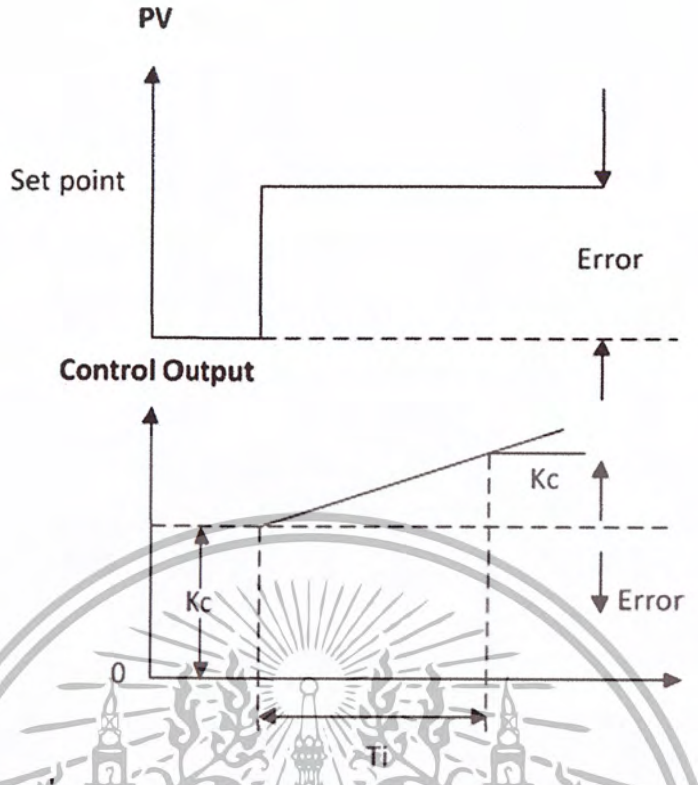
หรือ

$$m_{PI}(t) = \bar{m} + K_C e(t) + \frac{K_C}{T_i} \int_0^t e(t)dt \tag{2.8}$$

เมื่อ $K_C = K_P$ และ $K_I = \frac{1}{T_i}$

T_i คือ ค่าทางเวลาอินทิกรัล ของตัวควบคุมแบบอินทิกรัล (Integral Time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 แสดงตัวอย่างผลตอบสนองของกริยาควบคุมแบบพีไอ

2.1.2.6 กริยาควบคุมแบบพีดี (Proportional – Derivative (PD))

การควบคุมแบบพีดี จะช่วยปรับปรุงผลตอบสนองชั่วขณะของระบบ ทำให้การควบคุมเข้าสู่เป้าหมายที่ต้องการรวดเร็วยิ่งขึ้น เนื่องจากการควบคุมแบบพีดีมีคุณสมบัติในการคาดการล่วงหน้าถึงการการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น และสร้างสัญญาณควบคุมเพื่อลดค่าผิดพลาดล่วงหน้าทันที สมการของสัญญาณควบคุมของการควบคุมแบบพีดี แสดงได้ดังนี้

$$m_{PD}(t) = \bar{m} + K_P e(t) + K_P K_D \frac{de(t)}{dt} \tag{2.9}$$

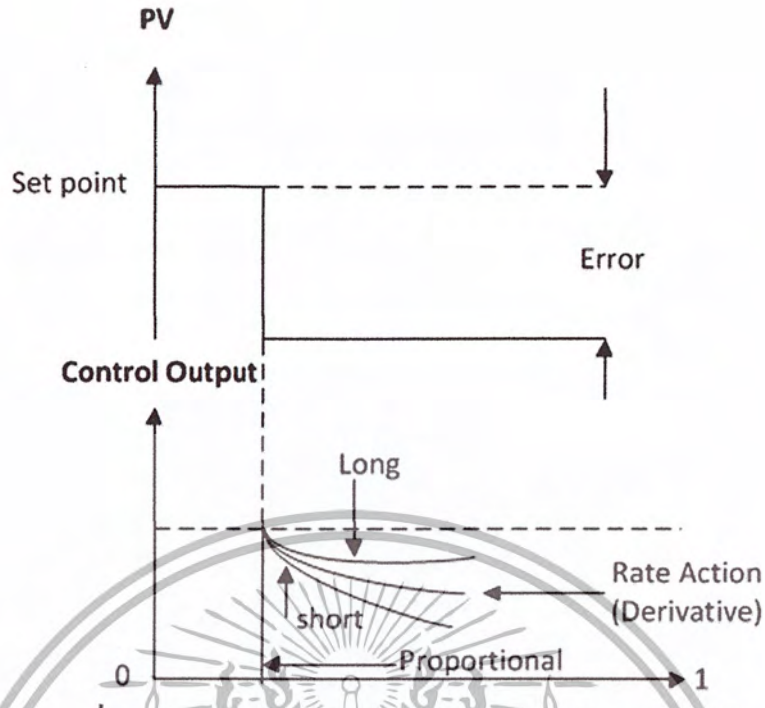
หรือ

$$m_{PD}(t) = \bar{m} + K_C e(t) + K_C T_d \frac{de(t)}{dt} \tag{2.10}$$

เมื่อ $K_C = T_d$

T_d คือค่าเวลา Derivative

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 แสดงตัวอย่างผลตอบสนองของกริยาควบคุมแบบพีดี

2.1.2.7 กริยาควบคุมแบบพีไอดี (Proportional – Integral - Derivative (PID))

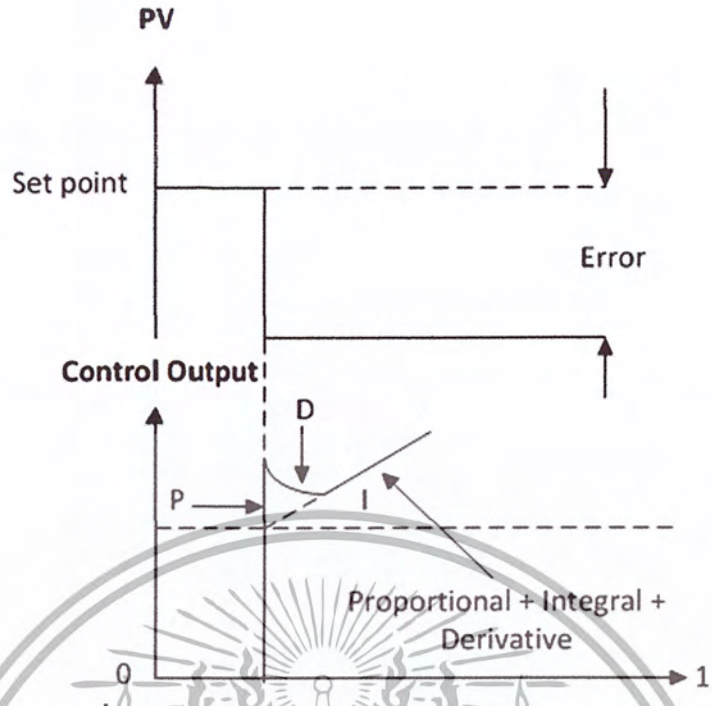
ในการควบคุมแบบพีไอ จะทำให้ตัวควบคุมตอบสนองต่อความผิดพลาดช้าลง กรณีที่โปรเซสช้าตอบสนองช้าจำเป็นต้องเพิ่ม Derivative Action เพื่อลดความช้าของระบบควบคุม การควบคุมแบบนี้เรียกว่า การควบคุมแบบพีไอดี จะพบการควบคุมแบบนี้ในงานควบคุมอุณหภูมิเป็นส่วนใหญ่ สมการของสัญญาณควบคุมของการควบคุมแบบพีไอดี แสดงได้ดังนี้

$$m_{PID}(t) = \bar{m} + K_P e(t) + K_P K_I \int_0^t e(t)dt + K_P K_D \frac{de(t)}{dt} \qquad (2.11)$$

หรือ

$$m_{PID}(t) = \bar{m} + K_c e(t) + \frac{K_C}{T_i} \int_0^t e(t)dt + K_c T_d \frac{de(t)}{dt} \qquad (2.12)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



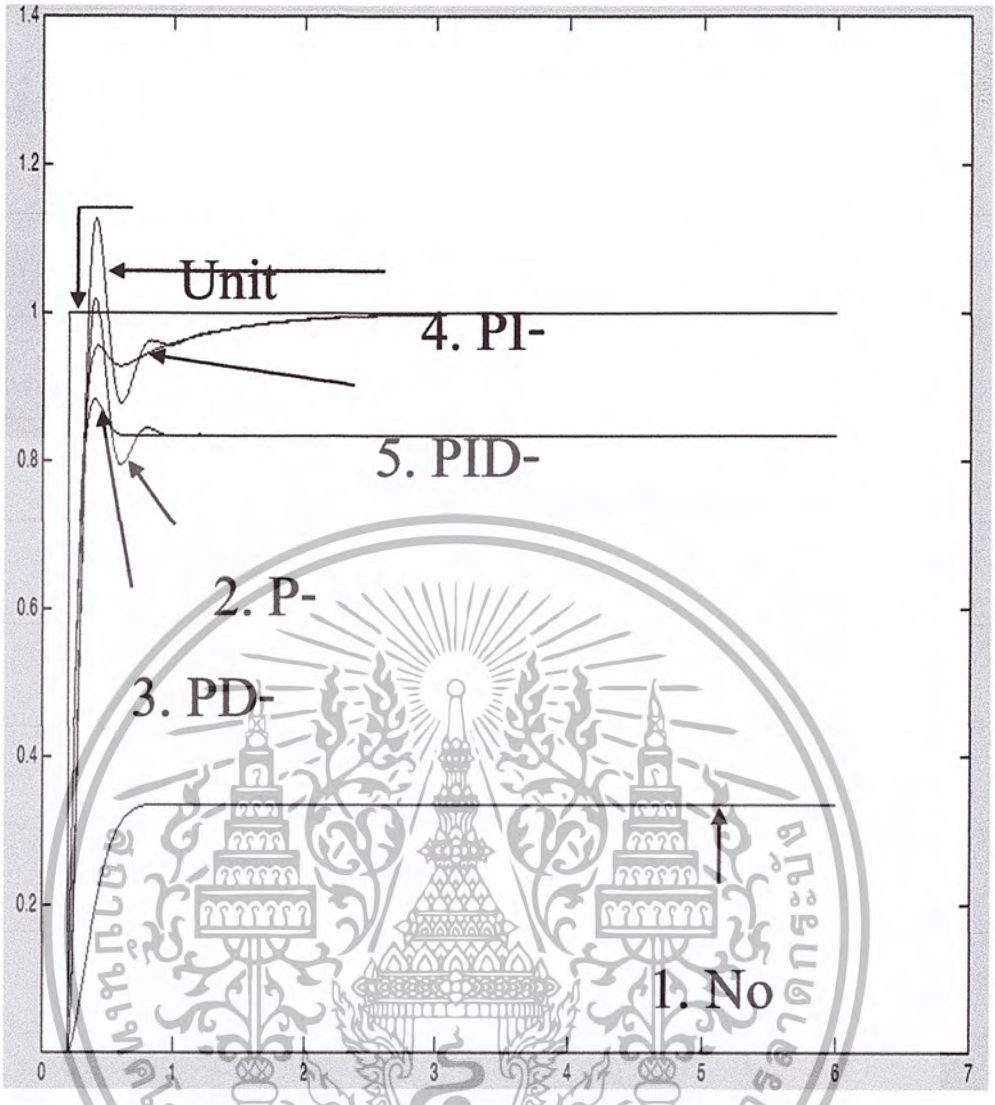
ภาพที่ 2.8 แสดงตัวอย่างผลตอบสนองของกริยาควบคุมแบบพีไอดี

การใช้ตัวควบคุมแบบสัดส่วน (P) จะช่วยลดผลกระทบจากสิ่งรบกวนที่มีต่อระบบได้ แต่ยังคงมีค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสถิตย์ (steady state error) เกิดขึ้นแม้ว่าอินพุต จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เมื่อนำตัวควบคุมแบบอินทิกรัล (I) มาใช้คู่กับตัวควบคุมแบบสัดส่วน (P) เป็นตัวควบคุมแบบพีไอ (PI) จะสามารถกำจัดค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสถิตย์ออกไปได้ แต่จะให้ผลในทางลบกับการตอบสนองเชิงพลวัตของระบบ เช่น ความเร็วในการตอบสนอง

เมื่อนำตัวควบคุมแบบอนุพันธ์เข้ามาเสริมอีก เป็นตัวควบคุมแบบพีไอดี (PID) จะช่วยปรับปรุงการตอบสนองเชิงพลวัตของระบบให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 แสดงการเปรียบเทียบผลของตัวควบคุมแบบต่างๆ

จากกราฟการเปรียบเทียบผลของตัวควบคุมแบบต่างๆ เมื่อใส่อินพุตเป็นสัญญาณอันดับหนึ่ง (unit step) เข้าไป ผลปรากฏว่า

กรณีที่ 1 (No controller)

การตอบสนองของระบบค่อนข้างช้า (Rise time มีค่าสูง) และค่าสุดท้ายของระบบอยู่แค่เพียงที่ประมาณ 0.3 เท่านั้นเอง นั่นคือมีค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสถิตย์ (steady state error) เกิดขึ้นค่อนข้างสูง

กรณีที่ 2 (P-controller)

การตอบสนองของระบบเร็วขึ้น (Rise time มีค่าต่ำลง) แต่เกิดค่าพุ่งเกิน (Overshoot) ขึ้นและระบบมีการสั่นไกวเกิดขึ้น และค่าสุดท้ายของระบบก็เพิ่มขึ้นมาอยู่ที่ประมาณ 0.8 นั่นคือยังคงมีค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสถิตย์ (steady state error) เกิดขึ้นแต่มีค่าน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 3 (PD-controller)

การตอบสนองของระบบมีค่าพุ่งเกิน (Overshoot) ที่ลดลงและเข้าสู่สภาวะคงตัว (steady state) เร็วขึ้นแต่ค่าสุดท้ายยังคงอยู่ที่ประมาณ 0.8 นั่นคือยังคงมีค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสถิตย์ (steady state error) เกิดขึ้นอยู่

กรณีที่ 4 (PI-controller)

การตอบสนองของระบบมีค่าพุ่งเกิน (Overshoot) ที่สูงเท่ากับในกรณีที่ 2 และระบบยังคงเกิดการสั่นไกวขึ้นแต่ค่าสุดท้ายอยู่ที่ 1 นั่นคือ สามารถกำจัดค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสถิตย์ออกไปได้แล้ว

กรณีที่ 5 (PID-controller)

การตอบสนองของระบบมีค่าพุ่งเกิน (Overshoot) ที่ลดลงมากและการสั่นไกวก็ลดลงด้วย นอกจากนั้นค่าสุดท้ายก็ยังคงอยู่ที่ 1 นั่นคือ ยังสามารถกำจัดค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสถิตย์ออกไปได้อีกด้วย

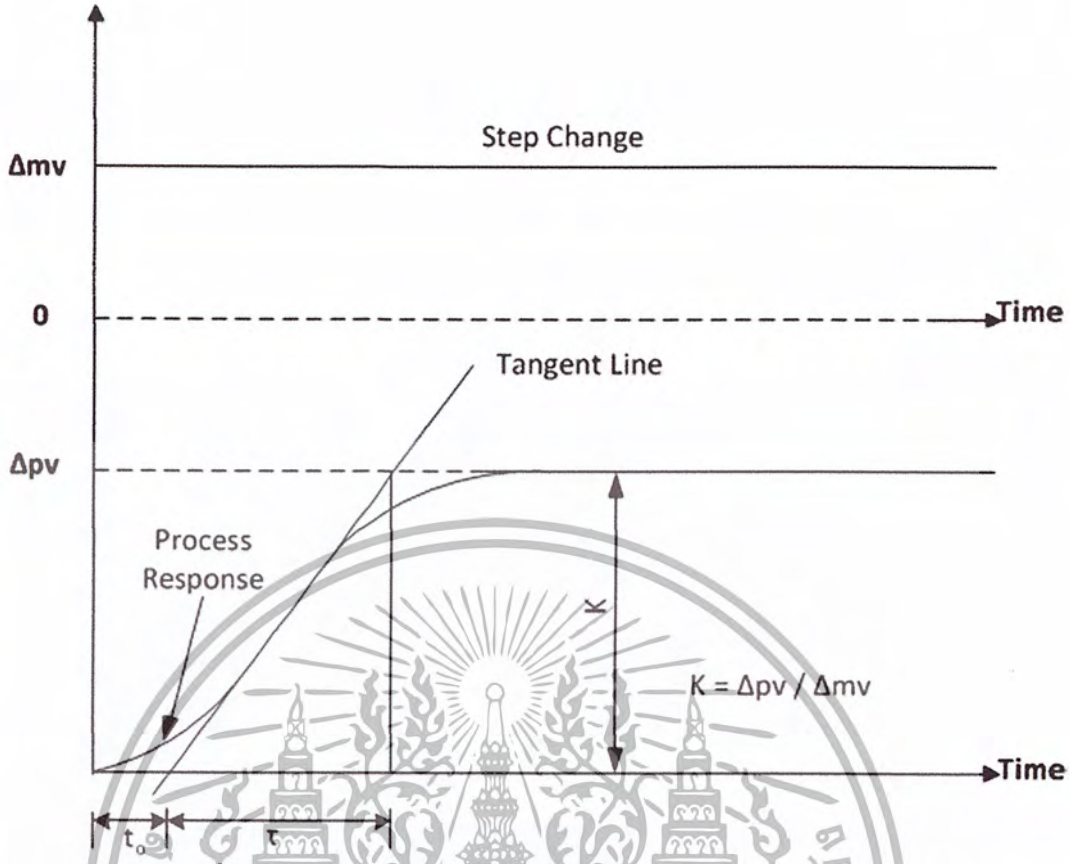
2.2 การปรับแต่งหาค่าของพารามิเตอร์ตัวควบคุม

การปรับค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 ค่าของตัวควบคุมพีไอดี เป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากผลตอบสนองของกระบวนการที่ถูกควบคุมจะเป็นอย่างไรนั้นจะขึ้นอยู่กับการปรับแต่งตัวควบคุม ซึ่งการปรับแต่งหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดี สามารถหาได้ทั้งทางคณิตศาสตร์และทางปฏิบัติแต่ส่วนใหญ่ในโรงงานอุตสาหกรรมจะนิยมใช้วิธีการทางปฏิบัติมากกว่า เนื่องจากการหาค่าพารามิเตอร์ทางคณิตศาสตร์จำเป็นจะต้องรู้ตัวแปรทั้งหมดในกระบวนการ ซึ่งเป็นเรื่องที่ยุ่งยากมาก

2.2.1 วิธีการแบบ Reaction Curve (การทดลองแบบลูปเปิด)

วิธีนี้จะหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดี จากผลตอบสนองเวลาของระบบหรือกระบวนการที่ถูกควบคุมแบบลูปเปิด โดยที่ระบบหรือกระบวนการในกรณีนี้จะไม่มีโพล (Pole) ที่จุดกำเนิด (Origin) หรือไม่มี Dominate Complex Conjugate Poles และไม่มีตัวควบคุมต่อร่วมอยู่ ดังนั้นผลตอบสนองของเวลาจะเป็นรูปตัว S (ถ้าผลตอบสนองของเวลาไม่เป็นรูปตัว S จะใช้วิธีนี้ไม่ได้) ผลตอบสนองของเวลารูปตัว S นี้จะถูกนำมาอธิบายคุณลักษณะของกระบวนการ (Process Characteristic) ด้วยค่าพารามิเตอร์ 3 ค่า คือ ค่าอัตราขยายของกระบวนการ K ค่าหน่วงเวลาของกระบวนการ t_0 (Dead Time) และค่าเวลาคงที่ของกระบวนการ (Time Constant : τ) ซึ่งถูกการประมานโดยลากเส้นสัมผัสกับจุดที่มีอัตราการเบี่ยงเบนสูงสุด (Maximum Slop) ดังภาพที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 ผลตอบสนองรูปตัว S เมื่อใช้วิธี Process Reaction Curve

ค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการทั้ง 3 ค่าที่ได้สามารถนำไปคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุม พีไอดี ได้ โดย Ziegler-Nichols ได้กำหนดค่าของ K_c, T_i และ T_d ตัวควบคุมแบบต่างๆที่ใช้การปรับค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดี ตามวิธี Process Reaction Curve

ตารางที่ 2.1 สูตรหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดี ตามวิธี Process Reaction Curve

Controller Type	**Proportional Gain** K_c	**Integral Time** T_i	**Derivative Time** T_d
Proportional (P)	$\frac{1}{K}(\frac{\tau}{t_0})$	-	-
Proportional - Integral Time (PI)	$\frac{0.9}{K}(\frac{\tau}{t_0})$	$3.33t_0$	-
Proportional - Integral Time -Derivative Time (PID)	$\frac{1.2}{K}(\frac{\tau}{t_0})$	$2.0t_0$	$0.5t_0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

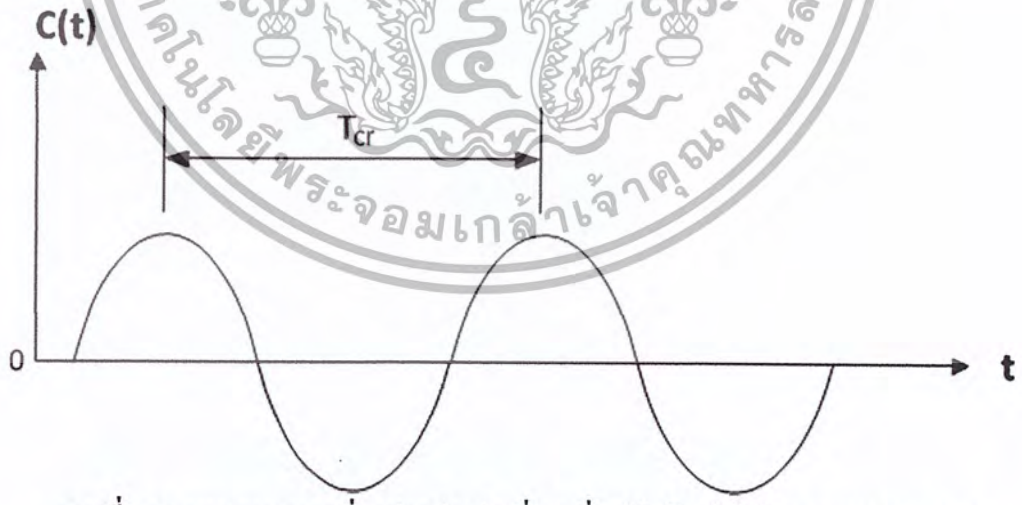
ลำดับการทำวิธีการแบบตามวิธี Reaction Curve เริ่มต้นด้วยปรับตัวควบคุมอยู่ในตำแหน่ง Manual Mode แล้วทำการปรับค่า mv ไว้ค่าๆหนึ่งให้คงที่ตลอดในช่วงการทดลอง แล้วสังเกตค่า pv จากเครื่องบันทึกค่า ว่าได้ผลตามรูปที่ 2.13 หรือไม่ ถ้าได้ก็ทำการลากเส้นสัมผัส Tangent Line แล้วทำการหาค่าอัตราขยายของกระบวนการ K ค่าหน่วงเวลาของกระบวนการ t_0 และค่าเวลาคงที่ของกระบวนการ τ จากนั้นเลือกวิธีการว่าควบคุมแบบไหน โดยค่าพารามิเตอร์สามารถคำนวณได้จากตาราง 2.1

2.2.2 วิธี Ultimate Method ของ Ziegler-Nichols (Closed loop)

วิธีนี้จะหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดี จากผลตอบสนองเวลาของระบบหรือกระบวนการที่ถูกควบคุมด้วยตัวควบคุมแบบสัดส่วน (P) แบบลูปปิดต่ออินพุตแบบสัญญาณอันดับหนึ่ง (unit step) (ตัวควบคุมทำงานในแบบ Automatic Mode) โดยปรับพารามิเตอร์ของ I และ D ไม่ให้ทำงาน (off) และทำการปรับค่าของ K_c ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งผลของการตอบสนองของค่า pv เกิดการแกว่งอย่างต่อเนื่อง (Sustained Oscillations) ดังภาพที่ 2.14 (ถ้าผลตอบสนองไม่เกิดการแกว่งอย่างต่อเนื่อง วิธีนี้จะใช้ไม่ได้) จากนั้นหาค่าของ

K_{cr} (Critical Gain) คือ อัตราขยายที่ทำให้ผลตอบสนองเวลาเกิดการแกว่งอย่างต่อเนื่อง

T_{cr} (Oscillation Period) คือ คาบเวลาของการแกว่งอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 2.11 ผลตอบสนองที่แกว่งอย่างต่อเนื่อง เมื่อปรับโดยใช้วิธี Ultimate Method

Ziegler-Nichols ได้กำหนดค่าของ K_c, T_i และ T_d สำหรับตัวควบคุมพีไอดี ตามวิธี Ultimate Method ไว้ดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.2 สูตรหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดี ตามวิธี Ultimate Method

Controller Type	Proportional Gain K_c	Integral Time T_i	Derivative Time T_d
Proportional (P)	$\frac{K_{cr}}{2}$	-	-
Proportional - Integral Time (PI)	$\frac{K_{cr}}{2.2}$	$\frac{T_{cr}}{1.2}$	-
Proportional - Integral Time -Derivative Time (PID)	$\frac{K_{cr}}{1.7}$	$\frac{T_{cr}}{2}$	$\frac{T_{cr}}{8}$

การหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดี โดยวิธี Ziegler-Nichols นี้ ไม่ใช่ค่าที่ดีที่สุดที่จะนำมาใช้งานได้ทันทีเป็นเพียงค่าที่ใกล้เคียงกันเท่านั้น ดังนั้นผู้ควบคุมจะต้องทำหารปรับค่าแบบละเอียด (Fine Tuning) อีกครั้งหนึ่งด้วยวิธีการปรับรายละเอียดเพิ่มเติมถ้าต้องการผลการตอบสนองเป็นที่พอใจ

2.2.3 วิธี Trial and Error (วิธีการลองผิดลองถูก)

เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านการปรับพารามิเตอร์ PID แล้ว โดยการควบคุมจะต้องเป็นระบบปิดและตำแหน่งการควบคุมจะต้องอยู่ในตำแหน่ง Automatic Mode ส่วนวิธีการต่อไปก็คือ

- วิธีการปรับแบบ PI

1. ให้ตัวควบทำงานในรูปแบบ Proportional Control เพียงอย่างเดียว

2. ต่อไปทำการปรับค่า K_c จนกระทั่ง pv เข้าใกล้ค่าเป้าหมายซึ่งโดยทั่วไปก็จะต่ำกว่าค่าเป้าหมายเพียงเล็กน้อย

3. ต่อไปค่อยๆปรับค่า T_i เพิ่มขึ้นเพื่อชดเชยค่า Offset ที่เกิดขึ้น แล้วดูผลว่าค่า pv เข้าสู่เป้าหมายตามที่ต้องการหรือยัง ถ้ายังค่อยๆปรับขึ้นไปอีกจนกระทั่งได้ตามต้องการโดยช่วงนี้ก็พยายามลด K_c เพื่อลดการแกว่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

119561

- วิธีการปรับแบบ PID

1. ทำตามวิธีการแบบ PI ทั้ง 3 ข้อ

2. ถ้าต้องการผลตอบสนองที่รวดเร็วขึ้นมักใช้ค่าอัตราส่วนระหว่างค่า Integral Time กับ Derivative Time เป็น 4/1 เป็นต้นไป พร้อมกับการเพิ่มลดของค่า K_c ไปด้วยเพื่อป้องกันการเกิด Overshoot และการเกิด Hunting

2.3 สรุป

ในโครงงานนี้นักศึกษาไม่ได้เป็นผู้ออกแบบโครงสร้างของระบบเอง แต่เป็นการเพิ่มอุปกรณ์เข้าไปในระบบเดิม ดังนั้นการที่ไม่ได้เป็นผู้ออกแบบเองอาจจะส่งผลต่อไปถึงการควบคุมบ้าง และในโครงงานนี้เป็นการควบคุมเกี่ยวกับของเหลวจึงเลือกใช้การควบคุมแบบพีไอ เพราะเป็นรูปแบบการควบคุมที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งได้ใช้การหาพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแบบ Ultimate Method ของ Ziegler-Nichols (Closed loop)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

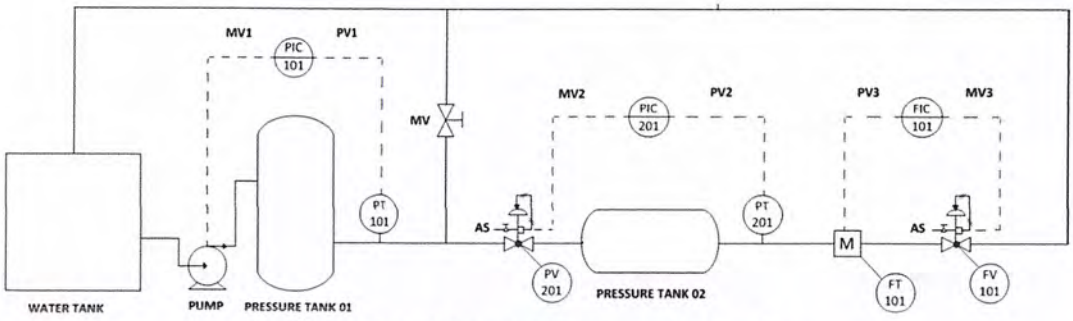
3.1 บทนำ

ในกระบวนการผลิต โดยเฉพาะการผลิตที่เป็นกระบวนการแบบต่อเนื่องและในการผลิตที่มีขนาดใหญ่ เช่น กระบวนการกลั่นน้ำมัน กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า กระบวนการถลุงเหล็ก เป็นต้น ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนมาก การควบคุมการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตผลที่ดีมีคุณภาพตามต้องการ รวมทั้งต้องประหยัดพลังงานด้วย สิ่งเหล่านี้ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญอันเป็นที่ต้องการสำหรับเจ้าของกิจการ โดยการนำเทคโนโลยีการวัดคุมและระบบควบคุมเข้ามาใช้งาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการผลิตที่ดีตามต้องการ ในปัจจุบันเทคโนโลยีระบบควบคุมได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ได้มีอุปกรณ์ใหม่ๆ ถูกนำมาใช้งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการผลิต ซึ่งตัวควบคุมพีไอดีแบบแอนาลอกถูกนำมาใช้แทนตัวควบคุมพีไอดีแบบนิวแมติกส์ การนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งานควบคุมได้เข้ามาแทนที่เกือบจะทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ถ้าพิจารณากันให้ลึกซึ้งจะพบว่าหลักการควบคุมของตัวควบคุมไม่ว่าจะเป็นแบบนิวแมติกส์ แบบแอนาลอก แบบดิจิตอล และแบบการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ยังคงใช้หลักการเหมือนเดิม เปลี่ยนแปลงเพียงแต่พัฒนาการของระบบควบคุม จะทำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีขนาดเล็กลง ซึ่งระบบควบคุมส่วนใหญ่ในโรงงานอุตสาหกรรมก็ยังคงเป็นแบบพี พีไอ พีดี หรือพีไอดี เป็นต้น

ดังนั้น ในโครงงานนี้ได้ศึกษาการออกแบบกระบวนการและการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบควบคุมอัตราการไหล และความดันของของเหลวสำหรับกระบวนการถังความดัน โดยใช้คอมพิวเตอร์ที่ทำการติดตั้งโปรแกรม SIMATIC MANAGER สำหรับเขียน Ladder Diagram และโปรแกรม WinCC สำหรับเขียนกราฟิกของซอฟแวร์สกาดา และรับสัญญาณ 4-20 mA ผ่านโมดูล SM331 ซึ่งแปลงสัญญาณจากแอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D) และส่งสัญญาณ 4-20 mA ผ่านโมดูล SM332 ซึ่งแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอก (D/A) เพื่อเชื่อมต่อกับกระบวนการ และศึกษาการควบคุมความดันในถังความดัน โดยใช้ตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้เป็นตัวควบคุมควบคุมความดันและอัตราการไหล สำหรับอุปกรณ์การวัดที่ใช้ในหระบวนการประกอบด้วย อุปกรณ์การวัดความดัน (0-60 psi) อุปกรณ์การวัดอัตราการไหลแบบแม่เหล็กไฟฟ้าขนาด 0.5 นิ้ว วาล์วควบคุมขนาด 1 นิ้ว สำหรับควบคุมความดันและวาล์วควบคุมขนาด 0.5 นิ้ว สำหรับควบคุมอัตราการไหล ซึ่งได้รับการติดตั้งตัวควบคุมตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โครงสร้างของกระบวนการถังความดัน



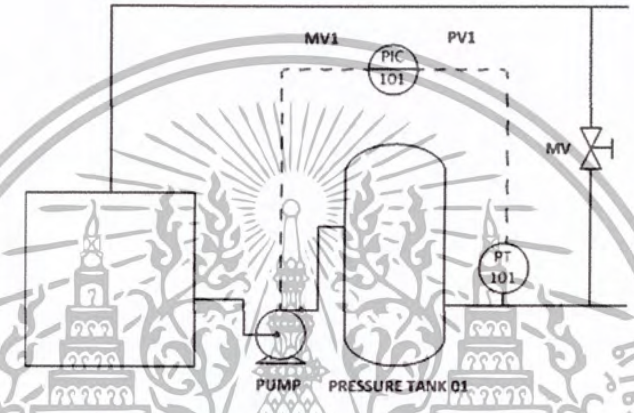
ภาพที่ 3.1 โครงสร้างของกระบวนการถังความดัน

ส่วนประกอบของกระบวนการถังความดันในแต่ละวงรอบ จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้ ในส่วนที่หนึ่งจะประกอบไปด้วยถังเก็บน้ำต่อเข้ากับปั๊มขนาด 5 แรงม้า ซึ่งน้ำจะถูกปั๊มไปยังถังความดันที่หนึ่ง ซึ่งติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันไว้เพื่อวัดความดันที่ออกมาจากถังความดันเพื่อนำไปควบคุมปั๊มไม่ให้มีความดันเกินที่กำหนดไว้ ส่วนที่สองจะประกอบไปด้วยวาล์วควบคุมตัวที่หนึ่งซึ่งต่อเข้ากับถังความดันที่สอง ซึ่งติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันที่สองไว้เพื่อวัดความดันที่ออกมาจากถังความดันที่สอง แล้วนำสัญญาณที่ได้ไปควบคุมวาล์วควบคุมตัวที่หนึ่งเพื่อทำการควบคุมความดันในกระบวนการถังความดัน และส่วนที่สามประกอบไปด้วยอุปกรณ์วัดอัตราการไหลต่อเข้ากับวาล์วควบคุมตัวที่สองเพื่อควบคุมอัตราการไหล แล้วนำสัญญาณที่ได้ไปควบคุมวาล์วควบคุมตัวที่สองเพื่อทำการควบคุมอัตราการไหลในกระบวนการถังความดัน และในกระบวนการถังความดันนี้ได้ติดตั้งวาล์วมือหมุน เพื่อป้องกันอันตรายและความเสียหายจากความดันในระบบที่มากเกินไป

โครงสร้างของกระบวนการถังความดัน จะแบ่งออกเป็นสองการควบคุม ซึ่งในแต่ละการควบคุมจะมีความสัมพันธ์กัน โดยในการควบคุมความดันเป็นการควบคุมอยู่ในส่วนที่สอง เพื่อเป็นการควบคุมความดันในถังพักน้ำ ในส่วนที่สามจะเป็นการควบคุมอัตราการไหล โดยที่การควบคุมอัตราการไหลของของเหลวจะใช้วาล์วควบคุมเป็นตัวควบคุมอัตราการไหล ซึ่งทั้งสองส่วนนี้จะมีความสัมพันธ์กัน ถ้าความดันในถังพักน้ำคงที่ก็จะทำให้การควบคุมอัตราการไหลเป็นไปได้ง่าย แต่เมื่อความดันในถังพักน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การควบคุมอัตราการไหลก็จะทำได้ยาก จึงต้องทำการออกแบบควบคุมให้มีเสถียรภาพตามต้องการ ซึ่งเราได้ใช้การควบคุมแบบพีไอเป็นตัวควบคุมกระบวนการซึ่งในโครงงานนี้ ได้ทำการควบคุมส่วนที่สองและส่วนที่สามด้วยการควบคุม

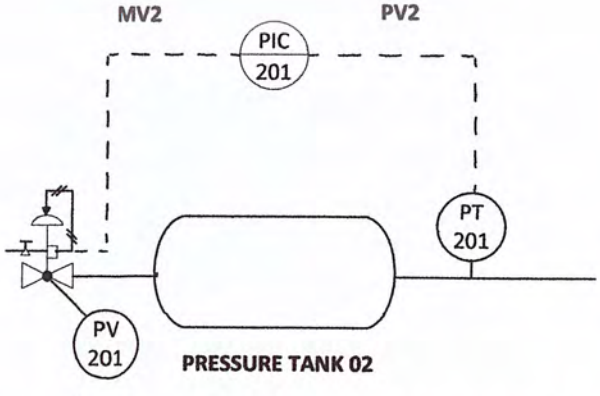
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบพีไอ ซึ่งในการออกแบบจะใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตร โดยในส่วนแรกใช้อุปกรณ์วัดค่าความดันที่สามารถอ่านค่าได้สูงสุดเท่ากับ 100 psi ส่งสัญญาณไปให้กับอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมการจ่ายน้ำให้กับระบบในรูปของกระแสไฟฟ้า 4-20 mA ในส่วนที่สองอุปกรณ์วัดค่าความดันที่สามารถอ่านค่าได้สูงสุดเท่ากับ 60 psi และส่งสัญญาณไปให้กับตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ในรูปกระแสไฟฟ้า 4-20 mA และในส่วนที่สามใช้อุปกรณ์วัดค่าอัตราการไหลที่สามารถอ่านค่าได้สูงสุดเท่ากับ 40 L/min ส่งสัญญาณไปให้กับตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ในรูปของกระแสไฟฟ้า 4-20 mA



ภาพที่ 3.2 โครงสร้างกระบวนการของแหล่งจ่ายน้ำ

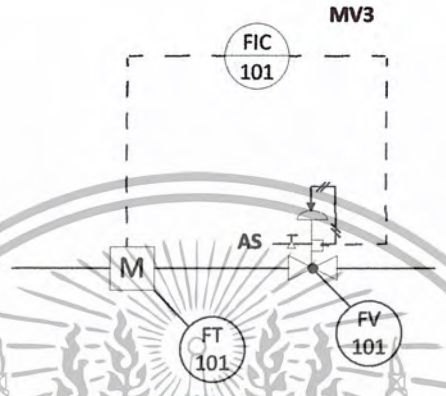
ในส่วนที่หนึ่ง เป็นการควบคุมความดันในถังอัดความดันซึ่งเราจะใช้ปั๊มน้ำดูดน้ำจากถังพักน้ำเพื่ออัดน้ำเข้าไปในถังอัดความดัน ซึ่งท่อทางออกของถังอัดก็จะติดอุปกรณ์วัดความดันไว้เพื่อตรวจวัดค่าความดันและส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาประมาณ 4-20 mA และนำค่าสัญญาณที่ได้ไปให้ในส่วนของการควบคุมอินเวอร์เตอร์ของปั๊ม



ภาพที่ 3.3 โครงสร้างกระบวนการลูปควบคุมความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สอง เป็นการความคุมความดันในถังพักน้ำขนาดเล็ก โดยที่จะใช้วาล์วควบคุมเป็นตัวควบคุมปริมาณความดันในรูปของอัตราการไหล โดยที่ด้านหลังของถังพักน้ำขนาดเล็กจะมีอุปกรณ์วัดความดันติดไว้ เพื่อเป็นตัววัดค่าความดันและส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมา 4-20 mA และนำค่าสัญญาณที่ได้ไปใช้ในตัวควบคุมแบบพีไอ เพื่อควบคุมความดันในถังพักน้ำขนาดเล็ก



ภาพที่ 3.4 โครงสร้างกระบวนการลูปควบคุมอัตราการไหล

ส่วนที่สาม จะเป็นการควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่ออกมาจากถังพักน้ำขนาดเล็ก ในส่วนนี้เราจะติดวาล์วควบคุมและอุปกรณ์วัดอัตราการไหลไว้หลังลูปควบคุมความดัน โดยที่อุปกรณ์วัดอัตราการไหลจะให้สัญญาณเอาต์พุตออกมาประมาณ 4-20 mA และนำค่าสัญญาณที่ได้ไปให้กับตัวควบคุมแบบพีไอ เพื่อทำการควบคุมวาล์วควบคุมให้ควบคุมอัตราการไหลให้เป็นไปตามค่าเป้าหมาย (Set Point) ที่ได้ตั้งไว้

3.3 โครงสร้างของตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้

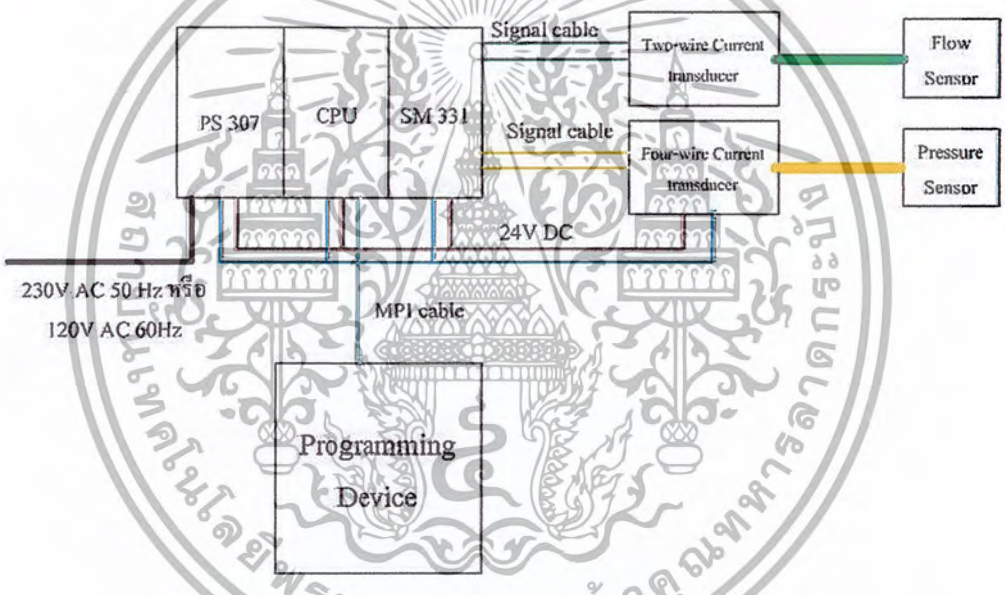
ในโครงงานนี้ใช้โปรแกรม SIMATIC MANAGER และโปรแกรม WinCC ซึ่งควบคุมกระบวนการทำได้โดยการเชื่อมต่อสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตแบบต่อเนื่อง หรือแบบแอนาลอก กับตัวควบคุมพีไอดีในการควบคุมกระบวนการให้ผลตอบสนองพลวัต (Dynamic Controller) ในโครงงานนี้ใช้ตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ (PLC) รุ่น SIMATIC S7-300 ของบริษัท SIEMENS มาเป็นอุปกรณ์ควบคุม โดยใช้หลักการตัวควบคุมแบบพีไอดี การออกแบบระบบควบคุมมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 โปรแกรม SIMATIC MANAGER

3.3.1.1 การเชื่อมหน่วยต่ออินพุต/เอาต์พุต

การเชื่อมต่อสัญญาณที่วัดได้จากกระบวนการกับหน่วยเชื่อมต่ออินพุต/เอาต์พุต โดยลักษณะของสัญญาณอินพุตเป็นแบบต่อเนื่องมาจากอุปกรณ์วัดความดัน (Pressure transmitter) กับอุปกรณ์วัดราการไหลแบบแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic flow meter) ส่งสัญญาณแอนาลอก (4-20 mA) มาที่โมดูลอินพุตและจะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล (A/D Converter) จากนั้นจะส่งไปหน่วยประมวลผลตามโปรแกรมที่เขียนไว้ หลังจากประมวลผลข้อมูลจะอยู่ในรูปสัญญาณดิจิตอลก็จะถูกแปลงในรูปสัญญาณแอนนาลอก (D/A Converter) ส่งไปควบคุมตัวปรับกระบวนการสุดท้าย (Final Control Element) ได้แก่วาล์วควบคุมใช้ในการปรับกระบวนการควบคุมความดันและอัตราการไหลในถังความดัน



ภาพที่ 3.5 การเชื่อมต่อหน่วยอินพุตการเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตแบบสองสายและสี่สาย

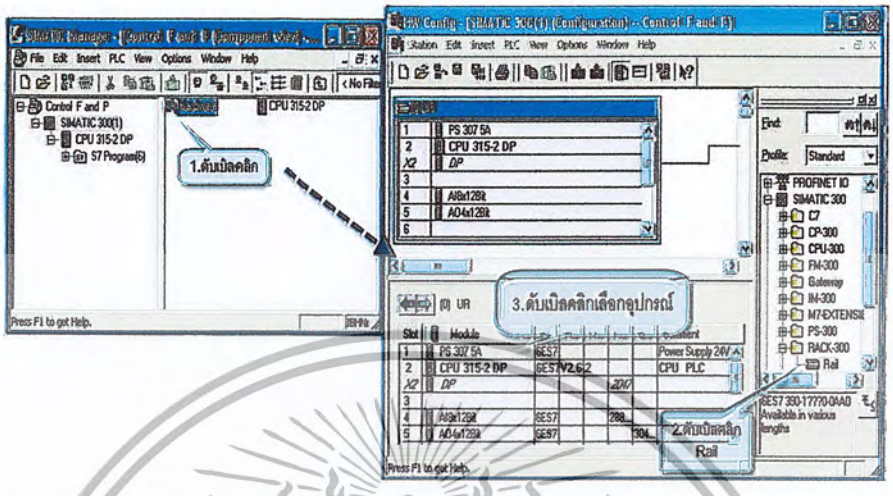
3.3.1.2 การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณแอนาลอก

เมื่อทำการเลือกหน่วยเชื่อมต่อแอนาลอก ให้มีความเหมาะสมกับสัญญาณที่ส่งไปประยุกต์ใช้งานขั้นต่อไปคือการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ในโปรแกรม Step 7

ในโครงงานนี้ เป็นการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ของหน่วยเชื่อมต่อสัญญาณแอนาลอกซึ่งติดตั้งมาพร้อมหน่วยประมวลผลกลางรุ่น CPU 315-2DP โดยมีขั้นตอนการปรับแต่งพารามิเตอร์ดังต่อนี้

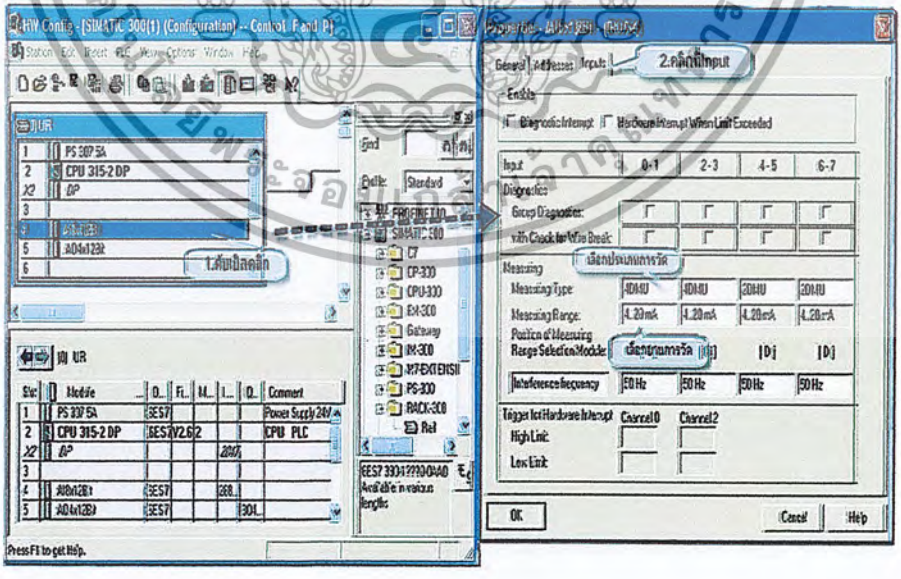
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำการเรียกโปรแกรม step7 ขึ้นมาและทำการสร้าง Project และดับเบิลคลิกไปที่ Hardware ซึ่งจะปรากฏดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการเข้าสู่หน้าต่างของโปรแกรม Hardware configuration

ทำการเลือก Rail เพื่อเลือกช่อง (Slot) สำหรับใส่อุปกรณ์ โดยช่องที่ 1 จะต้องใส่ Power Supply ช่องที่ 2 ที่จะใส่ CPU ของ PLC ส่วน ช่องที่ 3 มีไว้สำหรับการเชื่อมต่อ Rail ต่อ Rail โดย Rail จะต่อได้มากที่สุด 4 Rail และ ช่องมีได้ไม่เกิน 8 ช่อง

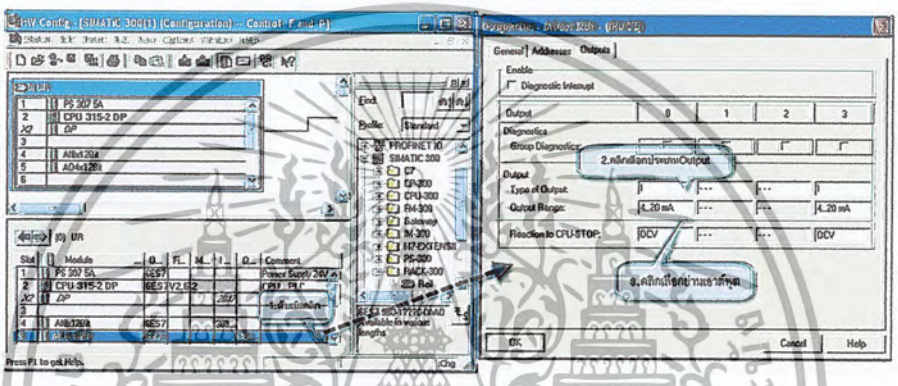


ภาพที่ 3.7 กำหนดค่า Properties ของจุดเชื่อมต่อรับสัญญาณแอนาลอกอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการเลือกดับเบิลคลิกที่ช่องที่ 4 แล้วทำการเลือกโมดูลสำหรับอินพุตโดยเลือก **โมดูล SM 331 AI 8*12BIT** จะมีหน้าต่าง Properties ขึ้นมาเพื่อกำหนดรายละเอียดใน **Properties** คลิกที่อินพุต เลือประเภทของการวัดโดยเลือกที่ **4DMU** ที่อินพุต 0-1 และเลือก 2DMU ที่อินพุต 4-5 เพื่อกำหนดประเภทและย่านการรับสัญญาณแอนาลอก

3. ทำการเลือกดับเบิลคลิกที่ช่องที่ 5 แล้วทำการเลือกโมดูลสำหรับเอาต์พุตโดยเลือก**โมดูล SM 332 AO 4*12BIT** จะมีหน้าต่าง Properties ขึ้นมาเพื่อกำหนดรายละเอียดของโมดูล คลิกที่เอาต์พุต เลือกประเภทของเอาต์พุตคือ I ที่เอาต์พุต 0 กับเลือก I ที่เอาต์พุต 3 เพื่อกำหนดประเภทและย่านการส่งสัญญาณแอนาลอก เพื่อไปขับวาล์วควบคุม



ภาพที่ 3.8 การกำหนดค่า Properties ของจุดเชื่อมต่อรับสัญญาณแอนาลอกอินพุต

หลักจากทำการกำหนดหน่วยเชื่อมต่ออินพุตเอาต์พุตใน Step7 แล้วทำการ Save and compile ค่าพารามิเตอร์ต่างๆจากนั้นทำการกดปุ่ม Download พารามิเตอร์ต่างๆไปไว้ในตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ (PLC)

3.3.1.3 การประมวลผลสัญญาณแอนาลอก

เมื่อสัญญาณแอนาลอกได้ถูกเชื่อมต่อเข้ากับตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ การประมวลผลจะอยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิตอล ซึ่งใช้แสดงสถานะของสัญญาณอินพุตหรือเอาต์พุต โดยจะแสดงในตารางดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างค่าของข้อมูลที่เกิดจากการรับสัญญาณอินพุตแบบแอนาลอก

System			Current Measuring Range		
	Dec.	Hex.	0 to 20 mA	4 to 20 mA	
118.515 %	32767	7FFF	23.70 mA	22.96 mA	Overflow
117.593 %	32512	7F00			
117.589 %	32511	7EFF	23.52 mA	22.81 mA	Overrange
	27649	6C01			
100.000 %	27648	6C00	20 mA	20 mA	
75 %	20736	5100	15 mA	15 mA	
0.003617 %	1	1	723.4 nA	4 mA + 578.7 nA	Rated range
0 %	0	0	0 mA	4 mA	
	– 1	FFFF			Underrange
– 17.593 %	– 4864	ED00	– 3.52 mA	1.185 mA	
	– 4865	ECFF			Underflow
≤ –17.596 %	– 32768	8000			

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างค่าของข้อมูลที่เกิดจากการรับสัญญาณเอาต์พุตแบบแอนาลอก

System			Current Measuring Range		
	Dec.	Hex.	0 to 20 mA	4 to 20 mA	
118.515 %	32767	7FFF	23.70 mA	22.96 mA	Overflow
117.593 %	32512	7F00			
117.589 %	32511	7EFF	23.52 mA	22.81 mA	Overrange
	27649	6C01			
100.000 %	27648	6C00	20 mA	20 mA	
75 %	20736	5100	15 mA	15 mA	
0.003617 %	1	1	723.4 nA	4 mA + 578.7 nA	Rated range
0 %	0	0	0 mA	4 mA	
	– 1	FFFF			Underrange
– 17.593 %	– 4864	ED00	– 3.52 mA	1.185 mA	
	– 4865	ECFF			Underflow
≤ –17.596 %	– 32768	8000			

สำหรับขอบเขตของข้อมูลที่ใช้งานจะต้องทำการอ้างอิงถึงนั้น จะมีค่าตามคุณสมบัติ ของโมดูลหน่วยเชื่อมต่ออินพุต/เอาต์พุต และคุณลักษณะของสัญญาณนั้นๆ ดังแสดงไว้ในตัวอย่าง

การใช้คำสั่งรับค่าสัญญาณแอนาลอกนั้นอาจยังไม่สะดวกเนื่องข้องมูลอยู่ในรูปของตัวแปรที่เป็นเลขจำนวนเต็ม (Integer value) ทำให้สื่อสารกับผู้ใช้งานได้ไม่ดีพอ ดังนั้นจึงใช้ฟังก์ชันที่อยู่ใน Step 7 โดยใช้ฟังก์ชัน FC 105 ในการปรับสเกลหรือปรับมาตราส่วนข้อมูลอินพุต เพื่อเข้าใจง่ายขึ้นและใช้ FC 106 ในการปรับสเกลหรือปรับมาตราส่วนข้อมูลเอาต์พุตให้อยู่ในรูปที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น

3.3.1.4 ฟังก์ชัน FC105

ฟังก์ชัน FC 105 เป็นฟังก์ชันในการสเกลค่าสัญญาณอินพุตให้อยู่ในค่าที่ต้องการ โดยสัญญาณที่ออกมาจากฟังก์ชันจะเป็นไปตามสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

OUT = [((FLOAT (IN) – K1)/ (K2–K1)) * (HI_LIM–LO_LIM)] + LO_LIM

FLOAT (IN) คือ สัญญาณอินพุต

K1, K2 คือ ค่าคงที่ของฟังก์ชัน

HI_LIM คือ ค่าที่สูง

LO_LIM คือ ค่าที่ต่ำที่สุด

โดยค่า K1, K2 ขึ้นอยู่กับการเลือกการทำงานในฟังก์ชันว่ารับค่าสัญญาณแบบ BIPOLAR หรือ UNIPOLAR BIPOLAR คือค่าสัญญาณที่รับอยู่ในช่วง –27648 ถึง 27648 ค่า K1 = –27648.0 และ K2 = +27648.0 UNIPOLAR คือค่าสัญญาณที่รับอยู่ในช่วง 0 ถึง 27648 ค่า K1 = 0.0 และ K2 = +27648.0

ตารางที่ 3.3 พารามิเตอร์ FC 105

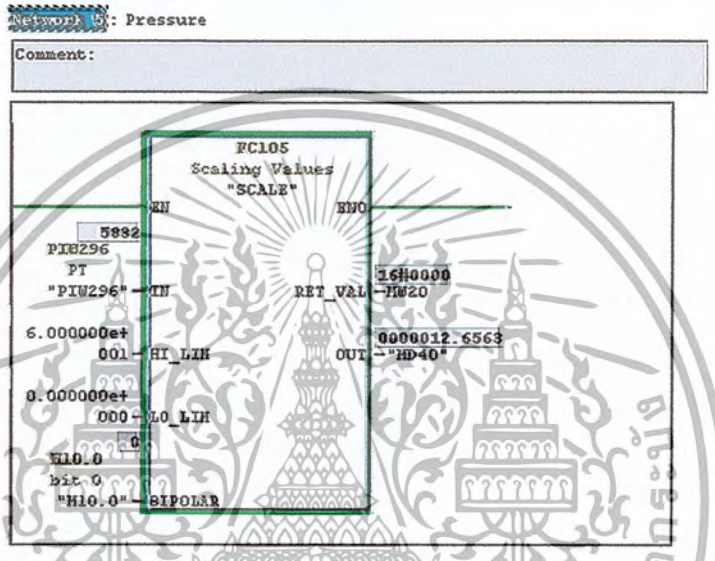
Parameter	Declaration	Data type	Memory area	Description
EN	Input	BOOL	I,Q,M,D,L	เริ่มทำงานเมื่อมีสถานะเป็น 1
ENO	Output	BOOL	I,Q,M,D,L	การตั้งสถานะจบเมื่อสถานะเป็น 1
IN	Input	INT	I,Q,M,D,L,P, Constant	พารามิเตอร์ในการรับค่าที่ต้องการจะสเกล
HI_LIM	Input	REAL	I,Q,M,D,L,P, Constant	ค่าที่มากที่สุดที่ต้องการสเกล
LO_LIM	Input	REAL	I,Q,M,D,L,P, Constant	ค่าที่ต่ำที่สุดที่ต้องการสเกล
BIPOLAR	Output	BOOL	I,Q,M,D,L	สถานะทำงานของสัญญาณอินพุต สถานะเป็น1 bipolar สถานะเป็น0 bipolar
OUT	Output	REAL	I,Q,M,D,L	ค่าที่ได้หลักจากการแปลงสัญญาณ
RET_VAL	Input	WORD	I,Q,M,D,L	กำหนดรอบในการอ่านค่าใหม่ขนาด16บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.5 การใช้งานฟังก์ชันในกระบวนการ (FC 105)

3.3.1.5.1 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์วัดความดัน

สัญญาณที่จะวัดมาจากอุปกรณ์วัดความดัน (Pressure Transmitter) ย่านในการวัด 0-60 psi สัญญาณที่ส่งออกมาเป็นกระแส 4-20 mA เข้าหน่วยประมวลผลแสดงค่าดิจิตอล 0-27648 เพื่อให้ง่ายต่อผู้ควบคุมต้องการให้แสดงค่าที่วัดให้อยู่ในย่าน 0-60 psi โดยการใช้ฟังก์ชัน FC 105 โดยกำหนดพารามิเตอร์แสดงดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 การเขียนฟังก์ชัน FC 105 Scaling Pressure Transmitter

กำหนดให้ฟังก์ชันของ FC 105 ดังต่อไปนี้

IN ---> สัญญาณอินพุตรับค่ามาจาก address PIW296 ซึ่งมีค่าในช่วง 0 ถึง 27648

EN, EN0 --->ไม่ได้กำหนด แสดงว่าทำงานตลอดเวลา

HI_LIM ---> กำหนดค่าคงที่ 60.0

LO_LIM ---> กำหนดค่าคงที่ 0.0

BIPOLAR ---> กำหนดสถานะเป็น 0 เนื่องจากสัญญาณเป็นแบบ UNIPOLAR

RET_VAL ---> MW20 หน่วยความจำในการประมวลสัญญาณใหม่ขนาด 16 บิต

OUT ---> MD40 ตำแหน่งหน่วยความจำ เป็นค่าที่ได้จากการการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง การหาค่าสัญญาณเอาต์พุตของอุปกรณ์วัดความดันจากสมการที่ (3.1) โดยกำหนดให้ค่า K1 = 0.0 และK2 = 27648

$$OUT = \left[\left(\frac{IN-K1}{K2-K1}\right) \times (HI_LIM - LO_LIM)\right] + LO_LIM \qquad (3.1)$$

กรณีที่ 1 เมื่อสัญญาณจากอุปกรณ์วัดความดันเท่ากับ 4 mA ซึ่งสอดคล้องกับความดันเท่ากับ 0 psi จะได้สัญญาณเอาต์พุต คือ

$$OUT = \left[\left(\frac{0-0}{27648-0}\right) \times (60 - 0)\right] + 0$$

$$= 0 \text{ psi}$$

กรณีที่ 2 เมื่อสัญญาณจากอุปกรณ์วัดความดันเท่ากับ 20 mA ซึ่งสอดคล้องกับความดันเท่ากับ 60 psi จะได้สัญญาณเอาต์พุต คือ

$$OUT = \left[\left(\frac{27648-0}{27648-0}\right) \times (60 - 0)\right] + 0$$

$$= 60 \text{ psi}$$

3.3.1.5.2 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

สัญญาณที่จะวัดมาจากอุปกรณ์วัดอัตราการไหล (Flow Transmitter) ย่านในการวัด 0-40 L/min สัญญาณที่ส่งออกมาเป็นกระแส 4-20 mA เข้าหน่วยประมวลผลแสดงค่าดิจิตอล 0-27648 เพื่อให้ง่ายต่อผู้ควบคุมต้องการให้แสดงค่าที่วัดให้อยู่ในย่าน 0-40 L/min โดยการใช้ฟังก์ชัน FC 105 โดยกำหนดพารามิเตอร์ดังนี้

IN ---> สัญญาณอินพุตรับค่ามาจาก address PIW296 ซึ่งมีค่าในช่วง 0 ถึง 27648

EN, EN0 --->ไม่ได้กำหนด แสดงว่าทำงานตลอดเวลา

HI_LIM ---> กำหนดค่าคงที่ 40.0

LO_LIM ---> กำหนดค่าคงที่ 0.0

BIPOLAR ---> กำหนดสถานะเป็น 0 เนื่องจากสัญญาณเป็นแบบ UNIPOLAR

RET_VAL ---> MW20 หน่วยความจำในการประมวลสัญญาณใหม่ขนาด 16 บิต

OUT ---> MD34 ตำแหน่งหน่วยความจำ เป็นค่าที่ได้จากการการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง การหาค่าสัญญาณเอาต์พุตของอุปกรณ์วัดความดันจากสมการที่ (3.1) โดยกำหนดให้ค่า K1 = 0.0 และK2 = 27648

กรณีที่ 1 เมื่อสัญญาณจากอุปกรณ์วัดอัตราการไหลเท่ากับ 4 mA ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการไหลเท่ากับ 0 L/min จะได้สัญญาณเอาต์พุต คือ

$$OUT = \left[\left(\frac{0-0}{27648-0}\right) \times (40-0)\right] + 0$$

$$= 0 \text{ L/min}$$

กรณีที่ 2 เมื่อสัญญาณจากอุปกรณ์วัดอัตราการไหลเท่ากับ 20 mA ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการไหลเท่ากับ 40 L/min จะได้สัญญาณเอาต์พุต คือ

$$OUT = \left[\left(\frac{27648-0}{27648-0}\right) \times (40-0)\right] + 0$$

$$= 40 \text{ L/min}$$

3.3.1.6 ฟังก์ชัน Unscaling values (UNSCALE): FC 106

ฟังก์ชัน FC 106 เป็นฟังก์ชันในแปลงกลับค่าสเกลให้อยู่ในค่าเดิมโดยสัญญาณที่ออกมาจากฟังก์ชันจะเป็นไปตามสมการที่ (3.2)

$$OUT = \left[\left(\frac{IN-LO_LIM}{HI_LIM-LO_LIM}\right) \times (K2-K1)\right] + K1 \qquad (3.2)$$

โดยที่ K1, K2 ขึ้นอยู่กับการเลือกการทำงานในฟังก์ชันว่ารับค่าสัญญาณแบบ BIPOLAR หรือ UNIPOLAR

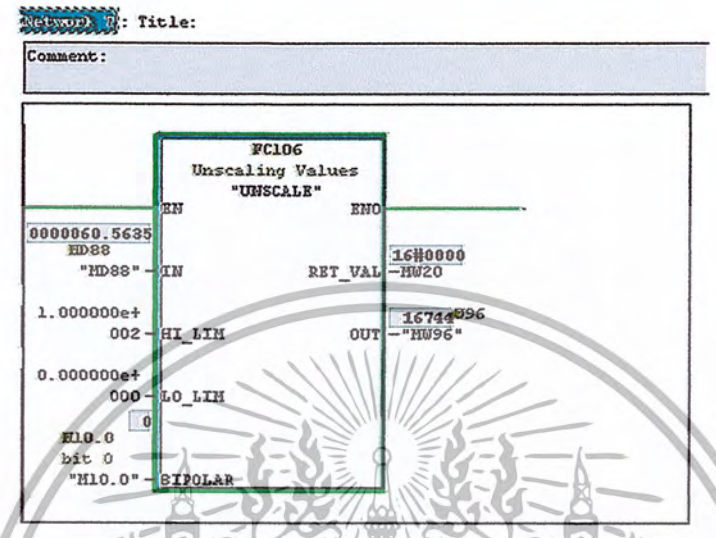
BIPOLAR คือค่าสัญญาณที่รับอยู่ในช่วง –27648 ถึง 27648 ค่า K1 = –27648.0 และ K2 = +27648.0

UNIPOLAR คือค่าสัญญาณที่รับอยู่ในช่วง 0 ถึง 27648 ค่า K1 = 0.0 และ K2 = +27648.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.7 การใช้งานฟังก์ชัน FC 106

ในการส่งสัญญาณกับไปที่เอาต์พุตโมดูลเพื่อจะไปขับวาล์วควบคุม จะต้องแปลงสัญญาณกลับในรูปสัญญาณดิจิตอลโดยการกำหนดพารามิเตอร์ดังรูปนี้



ภาพที่ 3.10 การเขียนฟังก์ชัน FC 106 Unscaling

IN ---> สัญญาณอินพุตรับค่ามาจาก address MD88 ซึ่งมีค่าในช่วง 0 ถึง 27648

EN, EN0 ---> ไม่ได้กำหนด แสดงว่าทำงานตลอดเวลา

HI_LIM ---> กำหนดค่าคงที่ 100.0

LO_LIM ---> กำหนดค่าคงที่ 0.0

BIPOLAR ---> กำหนดสถานะเป็น 0 เนื่องจากสัญญาณเป็นแบบ UNIPOLAR

RET_VAL ---> MW20 หน่วยความจำในการประมวลสัญญาณใหม่ขนาด 16 บิต

OUT ---> MW96 ตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นค่าที่ได้จากการการประมวลผล

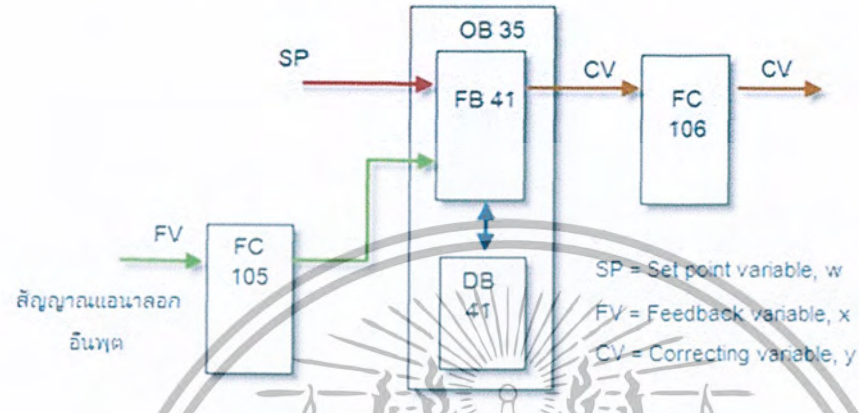
3.3.1.8 การใช้ตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ในการควบคุมแบบพีไอดี

การนำตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้มาควบคุมกระบวนการ ทำงานด้วยการใช้การควบคุมแบบพีไอดีนั้น สามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ

วิธีแรกใช้ฟังก์ชันบล็อกมาตรฐาน (Standard function block: PID Algorithm) เช่น FB 41 “CONT_C” ซึ่งมีหน่วยประมวลผลตามหลักการควบคุมแบบพีไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

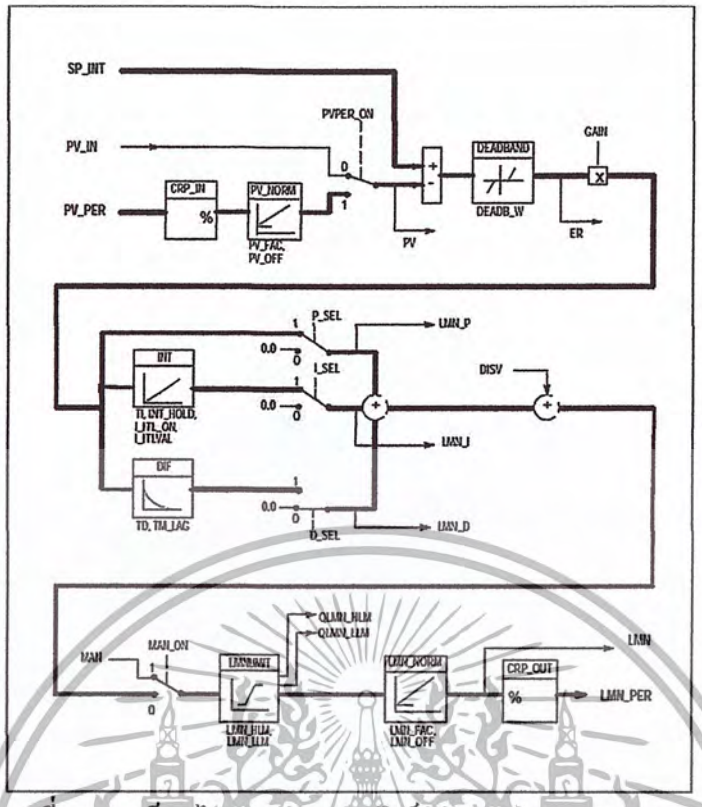
วิธีที่สองโดยการติดตั้งโมดูลหน่วยควบคุมแบบพีไอดี ซึ่งโมดูลชนิดนี้จะมีหน่วยประมวลผลภายใน (Intelligent unit) และทำการประมวลผลแยกอิสระจากหน่วยประมวลผลกลางของตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ สามารถตอบสนองได้รวดเร็วและลดภาระการทำงานของกระบวนการนั้นๆ



ภาพที่ 3.11 แสดงความสัมพันธ์ในการใช้งานฟังก์ชัน FC105, FC106 และ OB 35 ในการควบคุมแบบป้อนกลับ

ในการเรียกฟังก์ชันบล็อกมาตรฐาน FB 41 "CONT_C" จะต้องกำหนดคาบระยะเวลาที่แน่นนอนผ่านทางออร์แกไนเซชันบล็อกหมายเลข 35 (OB3) ทั้งนี้เพื่อลดเวลาในการ Scan time ให้น้อยที่สุดและทำให้การคำนวณพีไอดีอัลกอริทึม (PID Algorithm) มีความแม่นยำถูกต้อง ฟังก์ชันในการเขียนพีไอดี ในการควบคุมกระบวนการโดยมีการกำหนดพารามิเตอร์โดยมีหลักการทำงานดังภาพที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.12 บล็อกไดอะแกรมของฟังก์ชันมาตรฐาน FB 41 "CONT_C"

ภาพที่ 3.12 แสดงการทำงานของฟังก์ชั่นพีไอดี ในรูป Block Diagram ของตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ ยี่ห้อ SIEMENS S7 300 โดยจะนำค่าข้อมูลที่ส่งให้กับ SP_INT และ PV_IN ซึ่งก็คือ MD74 และ MD40 มาลบกันเพื่อหาค่าความผิดพลาด (error) และนำค่าความผิดพลาดที่ได้แยกไปประมวลผลของแต่ละแบบคือ แบบพี แบบไอ และดี แล้วนำค่าที่ได้ในแต่ละแบบมารวมกัน แล้วนำไปทำการสเกลค่าของข้อมูลที่ได้ให้เป็นเชิงเส้น

สำหรับในโครงงานนี้ใช้ FB 41 "CONT_C" ซึ่งเป็นฟังก์ชันพีไอดีของโปรแกรม SIMATIC S7 ใช้ในการเขียนฟังก์ชั่นต่างๆของตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ ยี่ห้อ SIEMENS เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการที่มีตัวแปรขาเข้าและขาออกแบบต่อเนื่อง จะประกอบไปด้วย

- ขาของค่าเป้าหมาย (Set Point Brach)

คือ ส่วนที่ทำการใส่ข้อมูลลงไปซึ่งข้อมูลจะอยู่ในรูปของเลขทศนิยม (Floating-point) โดยใส่ข้อมูลลงไปที่ขาของ SP_INT ของฟังก์ชันบล็อก

- ขาของค่าตัวแปรกระบวนการ (Process Variable Branch)

คือ ส่วนที่ทำการใส่ข้อมูลลงไป โดยสามารถใช้ข้อมูลที่ได้มาจากอุปกรณ์ในกระบวนการในรูปของข้อมูลที่ผ่านการแบ่งขนาดแล้วหรือยังไม่ผ่านการแบ่งขนาดก็ได้ แต่ต้องใส่ข้อมูลให้ถูกขาตามชนิดของข้อมูลที่ฟังก์ชันบล็อกถ้าเป็นข้อมูลชนิดตัวเลขทศนิยมอยู่แล้วหรือผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแบ่งขนาดแล้วให้ใส่ที่ขา PV_IN ได้เลย ส่วนข้อมูลที่ยังไม่ได้ผ่านแบ่งขนาดให้ใส่ที่ขา PV_PER เนื่องจากที่ขา PV_PER จะมีฟังก์ชัน CRP_IN อยู่ซึ่งจะแปลงข้อมูลที่ได้ให้อยู่ในรูปของเลขทศนิยม โดยมีช่วงตั้งแต่ -100 ถึง 100% เป็นไปตามสมการที่ (3.3)

$$\text{OUTPUT OF CRP_IN} = \text{PV_PER} * (100/27648) \quad (3.3)$$

หลังจากนั้นจะทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบปกติ โดยใช้สมการ (3.4)

$$\text{OUTPUT OF PV_NORM} = (\text{OUTPUT OF CRP_IN}) * \text{PV_FAC} + \text{PV_OFF} \quad (3.4)$$

โดยปกติค่าเริ่มต้นของ PV_FAC มีค่าเท่ากับ 1 และPV_OFF มีค่าเท่ากับ 0

- ค่าความผิดพลาดของสัญญาณ (Error Signal)

คือ ค่าความผิดพลาดของกระบวนการ ซึ่งหาได้จากค่าความแตกต่างระหว่างค่าเป้าหมายและค่าตัวแปรกระบวนการ และจะมีการกำหนดค่าของฟังก์ชั่นเดดแบนด์ที่นำมาใช้กับค่าความผิดพลาดของสัญญาณ ถ้าไม่ต้องการใช้งานฟังก์ชั่นเดดแบนด์ให้ใส่ค่า 0 ที่ขา DEADB_W

- พีไอดี อัลกอลิธึม (PID Algorithm)

ค่าพีไอดี อัลกอลิธึม จะหาได้จากการนำค่าความผิดพลาดที่ได้ไปประมวลผลแบบพี ไอและดี แล้วนำค่าที่ได้จากการประมวลผลมารวมกัน โดยสามารถเลือกพารามิเตอร์ได้ทั้งแบบพีพีอี พีดีและพีไอดี และสามารถสลับโหมดได้ระหว่างโหมดกำหนดค่าเองและโหมดอัตโนมัติ โดยถ้าเป็นโหมดกำหนดค่าเองจะเป็นการปรับค่าของตัวแปรแมนิพูเลท (Manipulated Value) โดยตรง ซึ่งในโหมดอัตโนมัติไม่สามารถทำได้ เนื่องจากค่าแมนิพูเลทของโหมดอัตโนมัติจะได้มาจากตัวควบคุมและจะทำการสเกลค่าข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบปกติโดยใช้สมการที่ (3.5)

$$\text{LMN} = (\text{OUTPUT OF LMNLIMIT}) * \text{LMN_FAC} + \text{LMN_OFF} \quad (3.5)$$

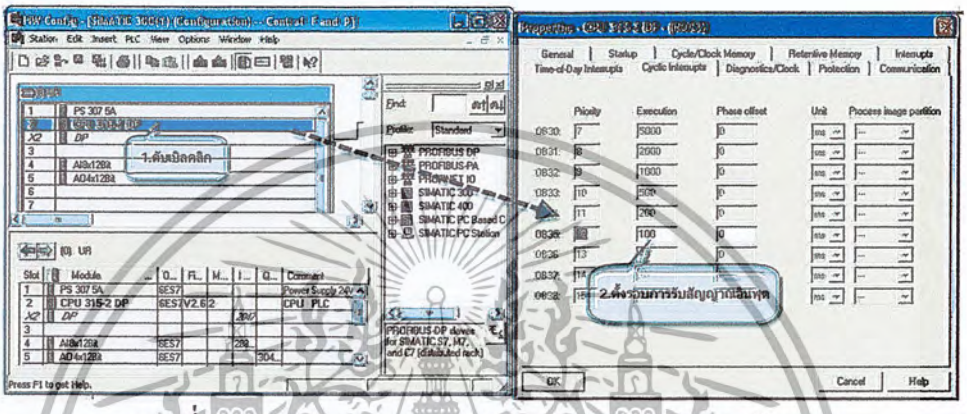
ซึ่งโดยปกติค่าเริ่มต้นของ LMN_FAC จะมีค่าเท่ากับ 1 และ LMN_OFF มีค่าเท่ากับ 0 จากนั้นทำการแปลงข้อมูลจากเลขทศนิยมเป็นข้อมูลที่จะส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย โดยใช้สมการที่ (3.6)

$$\text{LMP_PER} = \text{LMN} * (27648/100) \quad (3.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

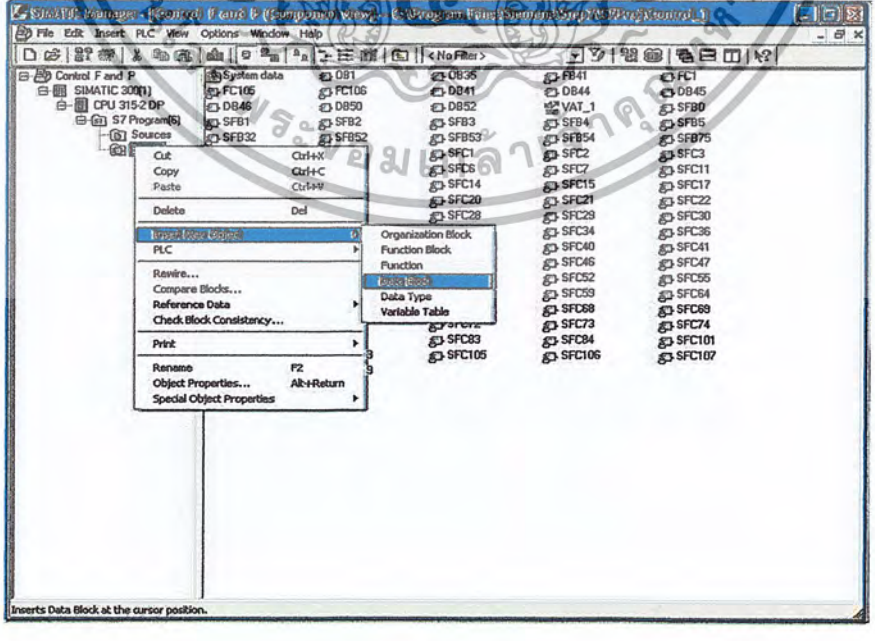
การเขียน FB 41 “CONT_C” มีขั้นตอนดังนี้

1. ในการเขียน FB 41 “CONT_C” มาทำการประมวลผลจะต้องมีการกำหนดคาบระยะเวลาที่แน่นอน และเหมาะสมกับกระบวนการที่จะควบคุม ซึ่งสามารถกระทำผ่าน FB 41 “CONT_C” ผ่านทางออร์แกไนเซชั่นบล็อกหมายเลข 35 (OB 35) ทั้งนี้เพื่อเป็นการรักษาค่าเวลา Scan timeให้มีเวลาน้อยที่สุด และทำให้การคำนวณตามพีไอดีอัลกอริทึม (PID Algorithm) มีความแม่นยำถูกต้องที่สุด



ภาพที่ 3.13 การกำหนดคาบระยะเวลาในการรับสัญญาณอินพุต

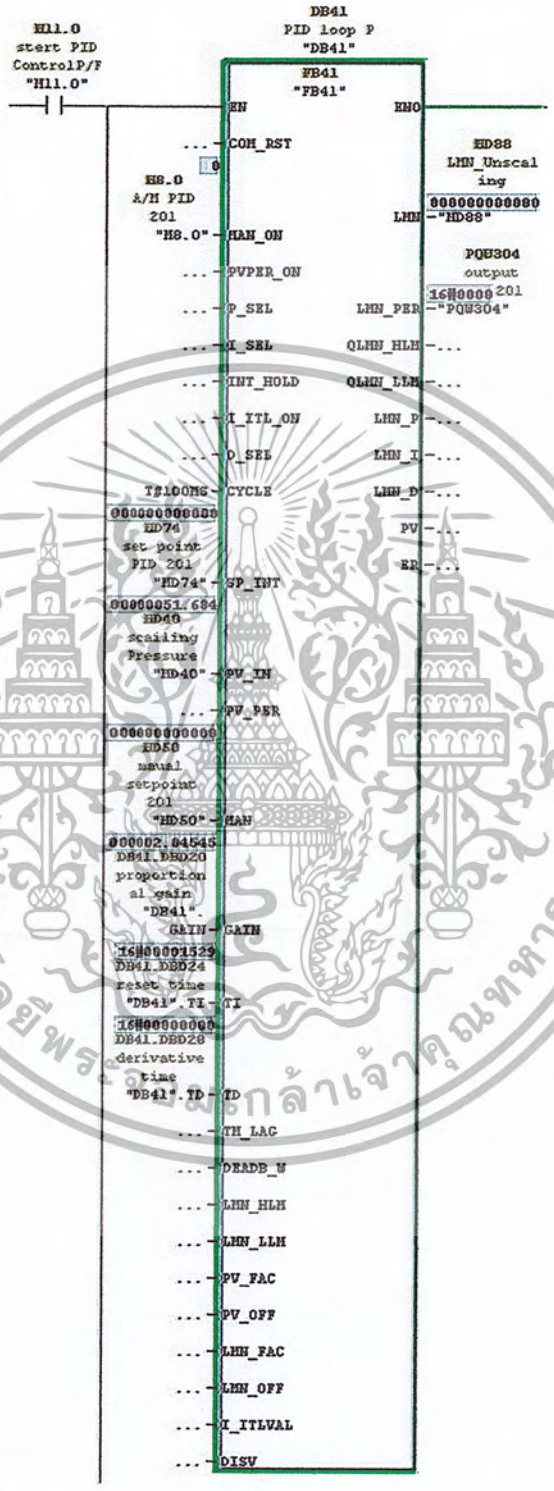
2. ต้องกำหนดค่า DB (Instance data block) ขึ้นเพื่อใช้ในการเก็บค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งมีความจำเป็นในการนำไปประมวลผลใน FB 41 “CONT_C” โดยในโครงงานกำหนดให้เก็บใน DB 41



ภาพที่ 3.14 การสร้าง DB (Instance data block)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สำหรับการใช้ FB 41 “CONT_C”จะทำการเขียนใน OB 35 โดยกำหนดดัง ภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 การเขียนโปรแกรม FB 41 “CONT_C”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปนี้แสดงการทำงานของฟังก์ชั่นพีไอดีในรูป Block Diagram ของตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ ยี่ห้อ SIEMENS S7 300 โดยจะต้องนำ SP_INT และ PV_IN ซึ่งก็คือ MD74 และ MD40 มาลบกันเพื่อหาค่าความผิดพลาด (error) และนำค่าความผิดพลาดที่ได้แยกไปประมวลผลของแต่ละแบบคือ แบบพี แบบไอ และแบบดี แล้วนำค่าที่ได้ในแต่ละแบบมารวมกัน แล้วนำไปทำการสเกลค่าของข้อมูลที่ได้ให้เป็นเชิงเส้น

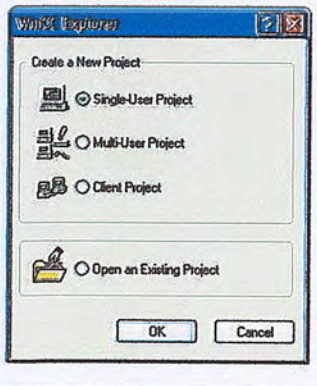
3.3.2 โปรแกรม WinCC

โปรแกรม WinCC เป็นโปรแกรมประยุกต์ใช้งานเป็นระบบ HMI ซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ทั้ง Windows XP Professional และ Windows 2000 สำหรับคำว่า HMI ย่อมาจากคำภาษาอังกฤษ Human Machine Interface หมายความว่า การเชื่อมต่อระหว่างผู้ปฏิบัติงาน (Operator) กับเครื่องจักรกล (Machine) ซึ่งรวมถึงกระบวนการ (Process) ด้วยระบบอัตโนมัติใช้สำหรับควบคุมกระบวนการ โดยที่โปรแกรม WinCC ทำหน้าที่สื่อสารระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับระบบอัตโนมัติต่างๆ

3.3.2.1 การสร้างโปรเจคใหม่

- Single-User Project เป็นโปรเจคที่มีผู้ใช้เพียงคนเดียว ที่การทำงานทุกอย่างเกิดขึ้นบนคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว
- Multi-User Project เป็นโปรเจคที่มีคอมพิวเตอร์ลูกข่ายหลายๆตัวมากสุด 16 ลูกข่าย ติดต่อกับเครื่องแม่ข่ายเพียงตัวเดียว
- Multi-Client Project เป็นโปรเจคที่สามารถติดต่อกับแม่ข่ายได้หลายๆตัว โดยที่แม่ข่ายตัวหนึ่งสามารถติดต่อได้กับลูกข่ายได้มากสุด 16 ลูกข่าย ไม่ว่าลูกข่ายจะเป็นแบบ Client หรือ Multi-Client

ในโครงงานนี้เลือกใช้การสร้างโปรเจคแบบ Single-User Project



ภาพที่ 3.16 แสดงการสร้างโปรเจคแบบ Single-User Project

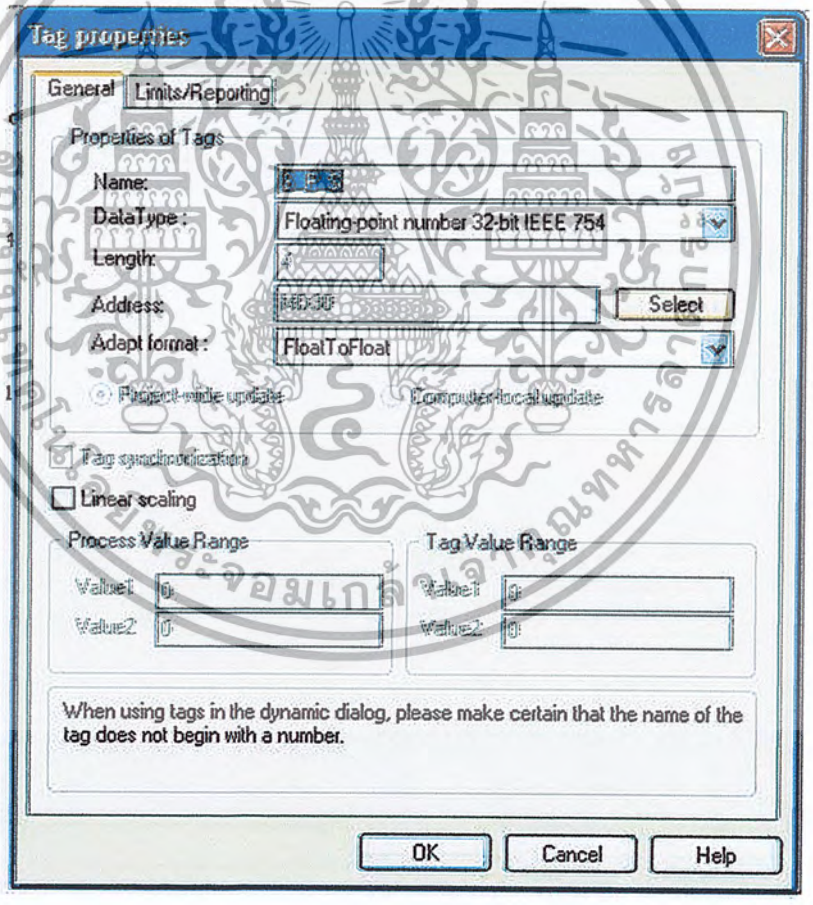
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 การจัดการกับ Tag

Tag ใน WinCC เป็นได้ทั้งตัวแปรค่าที่ใช้งานจริง เช่น ค่าระดับน้ำในแทงค์ หรือเป็นได้ทั้งตัวแปรค่าที่ใช้เฉพาะภายในตัวโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณหรือการจำลองการทำงาน

- Process Tags หมายถึง ตัวแปรค่าที่ใช้งานจริงที่ค่าของมันถูกส่งมาจากหน่วยความจำของ PLC หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ติดต่อกับโปรแกรมผ่านสายสัญญาณหรือระบบสื่อสารต่างๆ
- Internal Tags หมายถึง ตัวแปรค่าค่าที่ใช้เฉพาะภายในตัวโปรแกรม ใช้ในการคำนวณหรือการจำลองการทำงาน
- Tags Groups หมายถึง กลุ่มของ Tags ซึ่งเราสามารถจัดกลุ่มของ Tags ตามการใช้งานได้

ในโครงงานนี้เราเลือกใช้การกำหนด Tag แบบ Process Tags



ภาพที่ 3.17 แสดงการกำหนด Tag

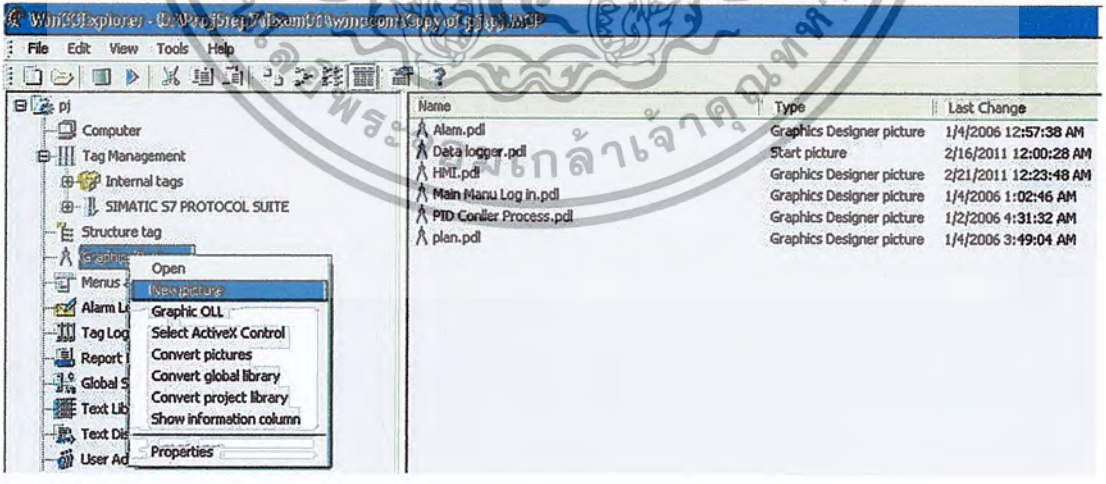
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Name	Type	Parameters	Last Change
S_P_S	Floating-point number 3...	MD30	1/4/2006 2:31:17 AM
S_F	Floating-point number 3...	MD34	1/4/2006 2:32:21 AM
S_P	Floating-point number 3...	MD40	1/2/2006 3:49:55 AM
Control_PandF	Binary Tag	M11.0	1/4/2006 2:34:21 AM
MAN_ON_P	Binary Tag	M8.0	1/4/2006 2:38:03 AM
SP_INT_P	Floating-point number 3...	MD74	1/4/2006 2:38:49 AM
MAN_P	Floating-point number 3...	MD50	1/4/2006 2:49:59 AM
LMN_PER304	Floating-point number 3...	AD304	1/1/2006 1:18:19 AM
MAN_ON	Binary Tag	DB1,D12.0	1/4/2006 9:14:11 AM
SP_INT_F	Floating-point number 3...	MD64	1/1/2006 2:23:18 AM
MAN_F	Floating-point number 3...	DB1,DD54	1/4/2006 9:15:25 AM
LMN_F	Floating-point number 3...	DB1,DD88	1/4/2006 9:15:59 AM
LMN_PER_310	Floating-point number 3...	AD310	1/1/2006 1:17:58 AM
PID_P_P	Floating-point number 3...	MD100	1/1/2006 3:49:54 AM
PID_I_P	Floating-point number 3...	MD104	1/1/2006 3:50:31 AM
PID_D_P	Floating-point number 3...	MD108	1/1/2006 3:50:57 AM
PID_P_F	Floating-point number 3...	MD110	1/1/2006 3:53:26 AM
PID_D_F	Floating-point number 3...	MD104	1/1/2006 3:53:50 AM
PID_I_F	Floating-point number 3...	MD116	1/1/2006 1:50:02 AM
LMN_P	Floating-point number 3...	MD84	1/2/2006 4:10:31 AM
S_P_S_1	Floating-point number 3...	MD30	1/3/2006 12:27:23 AM

ภาพที่ 3.18 แสดง Tag ทั้งหมดที่ใช้ในโครงงานนี้

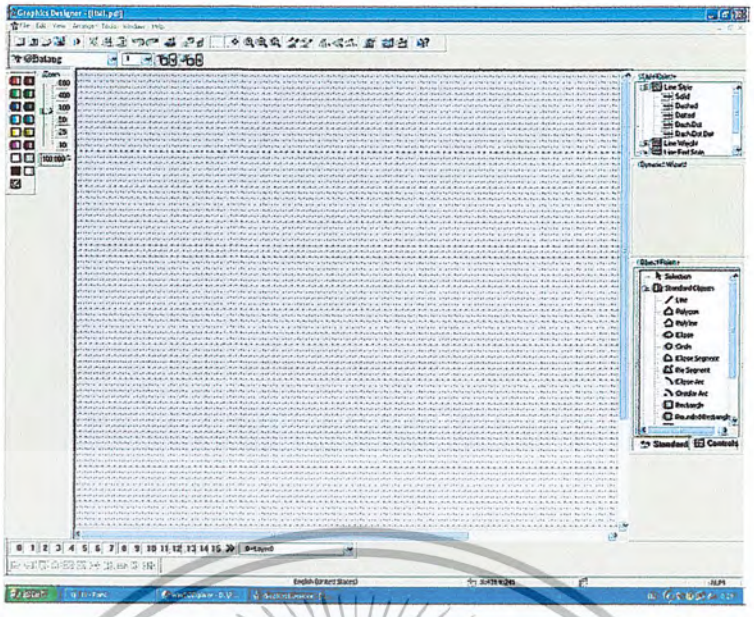
3.3.2.3 การใช้งาน Graphic Designer

Graphic Designer เป็นส่วนประกอบของโปรแกรม WinCC ที่ใช้สำหรับออกแบบหน้าจอที่เป็นตัวกลางระหว่าง User กับ Machine ซึ่งมีความสามารถในการสร้างรูปภาพหรือวัตถุที่มีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลจากภายนอก มีความสามารถในการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการกับข้อมูลที่ได้รับมา นอกจากนี้แล้ว Graphic Designer ยังได้เตรียมรูปภาพต่างๆไว้ โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องทำการสร้างขึ้นมาใหม่ สามารถนำไปใช้ได้เลย



ภาพที่ 3.19 แสดงการสร้างหน้าจอของกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



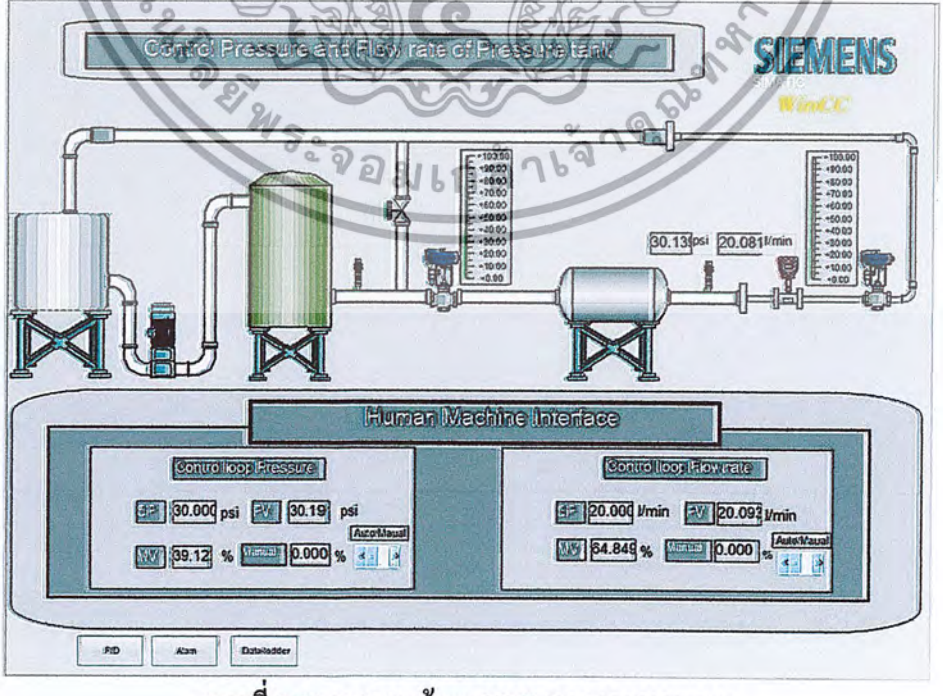
ภาพที่ 3.20 แสดงส่วนของ Graphic Designer

3.3.2.4 การทำให้โปรเจคทำงาน

การทำงานของ WinCC แบ่งออกได้เป็น 2 Mode หลักๆคือ

1) Design Mode เป็นโหมดที่ใช้ในการออกแบบหน้าจอหรือรูปภาพ

2) Runtime Mode เป็นโหมดที่ใช้ในการกระตุ้นโปรเจคที่ได้ออกแบบไว้แล้วนั้นทำงาน

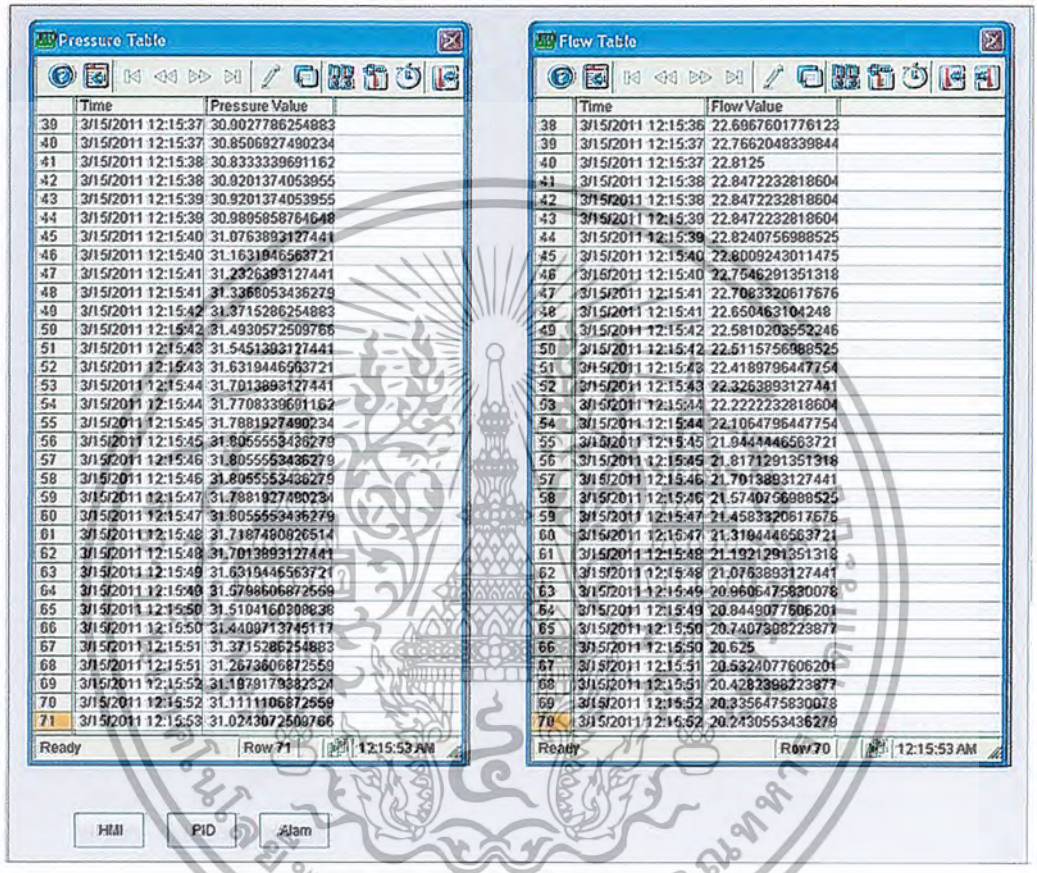


ภาพที่ 3.21 แสดงหน้าจอ HMI ของกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.5 การใช้งาน Tag Logging และ Archive

Archive คือข้อมูลของ Tag ที่ได้จากการอ่านค่าทุกๆช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยข้อมูลจะถูกเก็บในรูปแบบเฉพาะสำหรับนำไปใช้งานต่างๆ เช่น Tag Logging, Table, Trend หรือ Report Tag Logging ใช้สำหรับติดตามความเปลี่ยนแปลงของค่า Tag ในขณะทำงาน ผ่านทาง Tag โดยตรง หรือว่าผ่านทาง Archive แล้วทำการบันทึกค่าเก็บไว้ เพื่อใช้งานต่างๆ



ภาพที่ 3.22 แสดงหน้าจอ Tag Logging ของกระบวนการ

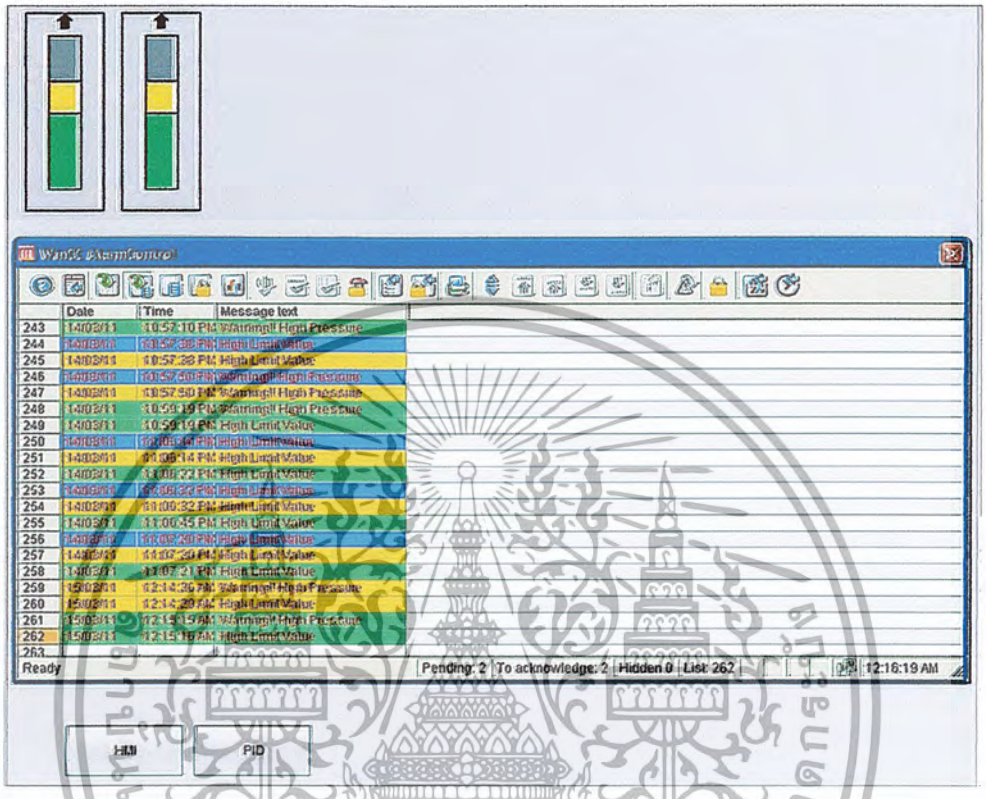
3.3.2.6 Alarm Logging

ระบบ Message เป็นระบบที่จัดการเกี่ยวกับความเป็นไปของระบบที่ถูกควบคุมทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ แมสเซสที่ถูกสร้างขึ้นสามารถนำมาแสดงทั้งในลักษณะของภาพและเสียง Alarm Logging Editor ใช้สำหรับร้องขอและเก็บแมสเซส ซึ่งภายในจะประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการกับระบบแมสเซส เช่น มีรายละเอียดและสถานการณ์ทำงานของแมสเซสแต่ละตัว

ในโครงงานนี้ได้ทำการนำ Tag ของความดันและอัตราการไหลมาใช้ในการทำระบบเตือนภัย โดยกำหนดให้มีการเตือนภัยเมื่อความดันในระบบเท่ากับ 50 psi และเตือนภัยอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อความดันในระบบเท่ากับ 55 psi ส่วนอัตราการไหลจะให้เตือนเมื่อค่าของอัตราการไหลในระบบเท่ากับ 40 L/min โดย Tag ที่นำมาใช้คือ S_P และ S_F ซึ่งเป็น Tag ของความดันและอัตราการไหลตามลำดับ



ภาพที่ 3.23 แสดงหน้าจอ Alarm Logging ของกระบวนการ

3.4 สรุป

โครงงานนี้ใช้การควบคุมแบบพีไอสองวงรอบโดยที่ทำการควบคุมแยกเป็นอิสระต่อกัน โดยใช้ตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ ยี่ห้อ SIEMENS รุ่น S7 300 เป็นตัวควบคุม โดยทำการรับและส่งค่าในกระบวนการโดยใช้การรับส่งค่าสัญญาณในรูปของกระแสไฟฟ้า 4-20 mA ส่วนการเขียนโปรแกรมควบคุมนั้นเราจะเขียนผ่านโปรแกรม SIMATIC MANAGER โดยเขียนในรูปแบบของ Function Block โดยจะมี PID Function Block ให้เลือกใช้อยู่แล้ว จากนั้นก็ไปกำหนด Tag ในโปรแกรม WinCC ซึ่งเป็นซอฟแวร์สกาดาเพื่อใช้ในการติดต่อกับตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ และทำการเขียนกราฟิกของระบบทั้งหมด (HMI) กราฟิกตัวเก็บข้อมูล (Tag Logging) และกราฟิกของตัวเตือนภัย (Alarm Logging)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทที่ผ่านมาได้กล่าวถึงส่วนประกอบต่างๆของระบบ รวมไปถึงโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบการควบคุมต่างๆ ทั้ง SIMATIC MANAGER ที่ใช้ในการเขียนฟังก์ชั่นบล็อกของตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ และ WinCC ที่ใช้ในการออกแบบกราฟิก ตัวเก็บข้อมูล และตัวเตือนภัยของระบบ

ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงการหาค่าพารามิเตอร์แบบ Ziegler-Nichols (Closed loop) ของแต่ละวงรอบและการทดลองควบคุมความดันและอัตราการไหลของระบบถังความดัน เพื่อทดสอบความสามารถและสมรรถนะของระบบ

4.2 การทดลอง

ได้ทำการทดลองควบคุมความดันและอัตราการไหลโดยใช้พีตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ ซึ่งได้ทำการเรียกใช้ฟังก์ชั่นพีไอดีที่มีอยู่ในตัวควบคุมชนิดโปรแกรมได้ ในการทดลองนี้ได้ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแบบพีไอ โดยใช้วิธี Ultimate Method ของ Ziegler-Nichols เพื่อใช้ควบคุมความดันและอัตราการไหลให้มีเสถียรภาพและได้ผลตอบสนองดีที่สุด ซึ่งจะได้ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ซึ่งค่าที่ได้อาจเป็นค่าที่ใช้ได้ในการทดลอง แต่ยังไม่ใช่ค่าที่ดีที่สุดตามการทดลองดังนี้

ทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์แยกกันระหว่าง 2 วงรอบ โดยทำการปรับค่าพารามิเตอร์พีไอให้มีเสถียรภาพทีละวงรอบ ซึ่งในทั้งสองวงรอบขั้นตอนจะเหมือนกันทุกประการ ซึ่งในโครงงานนี้ได้เริ่มจากการหาค่าพารามิเตอร์ในวงรอบของความดันก่อนแล้วจึงไปหาค่าพารามิเตอร์ของวงรอบอัตราการไหล

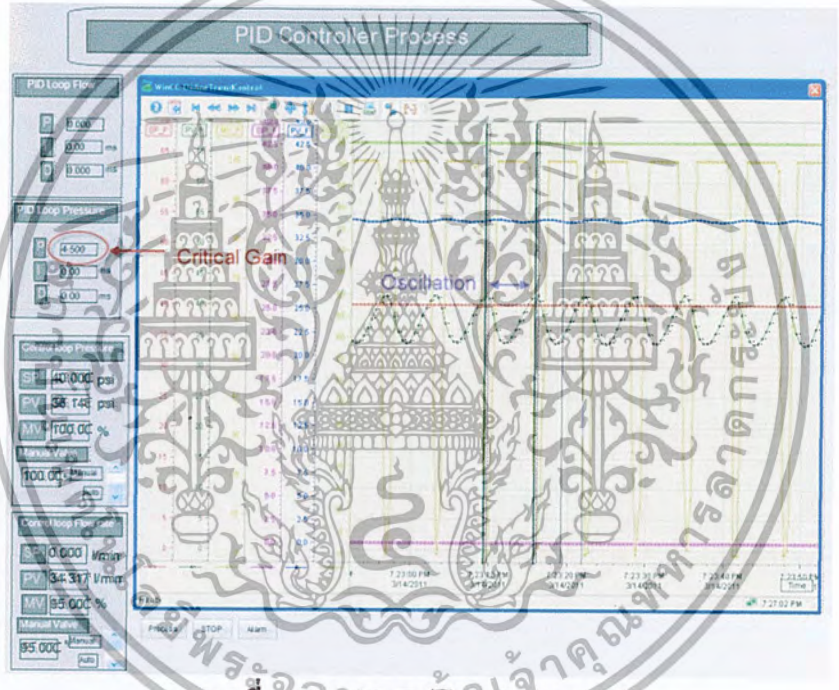
โดยที่

เส้นสีแดง	คือ ค่าเป้าหมายของความดัน (Pressure Set Point)
เส้นสีดำ	คือ ค่าของกระบวนการที่วัดได้ของความดัน (Pressure Process Variable)
เส้นสีเหลือง	คือ ค่าแมนนิปูเลตของความดัน (Pressure Manipulate Variable)
เส้นสีชมพู	คือ ค่าเป้าหมายของอัตราการไหล (Flow Set Point)
เส้นสีน้ำเงิน	คือ ค่าของกระบวนการที่วัดได้ของอัตราการไหล (Flow Process Variable)
เส้นสีขาวอ่อน	คือ ค่าแมนนิปูเลตของอัตราการไหล (Flow Manipulate Variable)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 การหาค่าพารามิเตอร์ของวงรอบความดัน

ขั้นตอนแรกทำการกำหนดค่าอัตราขยายแบบสัดส่วนวิกฤตของกระบวนการลงไป จากนั้นสังเกตกราฟของค่าตัวแปรกระบวนการ (pv) ว่าเป็นสัญญาณรูป sine หรือไม่ ถ้ายังไม่เป็นต้องทำการสุ่มหาค่าอัตราขยายแบบสัดส่วนวิกฤต ที่ทำให้กราฟของค่าตัวแปรกระบวนการเป็นสัญญาณรูป sine มากที่สุด และนำค่าอัตราขยายแบบสัดส่วนวิกฤตที่ทำให้กราฟของค่าตัวแปรกระบวนการเป็นสัญญาณรูป sine มากที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.5 มาหารด้วย 2.2 จะได้ค่าอัตราขยายแบบสัดส่วนของวงรอบความดันเท่ากับ 2.045 หลังจากนั้นก็ทำการหาค่า Ti จากการนำคาบเวลาของการแกว่งอย่างต่อเนื่องซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.5 s มาหารด้วย 1.2 ก็จะได้ค่า Ti ของวงรอบความดันเท่ากับ 5.417 s ดังภาพที่ 4.1



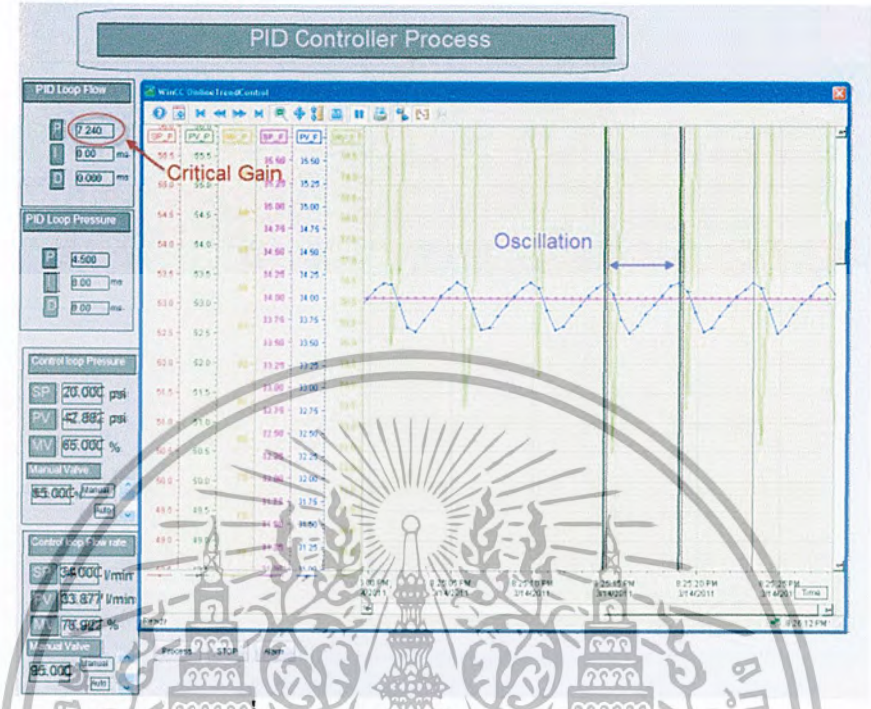
ภาพที่ 4.1 แสดงการปรับวงรอบความดัน

4.2.2 การหาค่าพารามิเตอร์ของวงรอบอัตราการไหล

ขั้นตอนแรกทำการกำหนดค่าอัตราขยายแบบสัดส่วนวิกฤตของกระบวนการลงไป จากนั้นสังเกตกราฟของค่าตัวแปรกระบวนการว่าเป็นสัญญาณรูป sine หรือไม่ ถ้ายังไม่เป็นให้ทำการสุ่มหาค่าอัตราขยายแบบสัดส่วนวิกฤตที่ทำให้กราฟของค่าตัวแปรกระบวนการเป็นสัญญาณรูป sine มากที่สุด แล้วจึงนำค่าอัตราขยายแบบสัดส่วนวิกฤตที่ทำให้รูปกราฟของค่าตัวแปรกระบวนการเป็นสัญญาณรูป sine มากที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.24 มาหารด้วย 2.2 ก็จะได้ค่าอัตราขยายแบบสัดส่วนของวงรอบอัตราการไหลเท่ากับ 3.291 หลังจากนั้นก็ทำการหาค่า Ti จากการนำคาบเวลาของการแกว่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างต่อเนื่องซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.9 s มาหารด้วย 1.2 ก็จะได้ค่า Ti ของวงรอบอัตราการไหลเท่ากับ 4.083 s ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 แสดงการปรับวงรอบอัตราการไหล

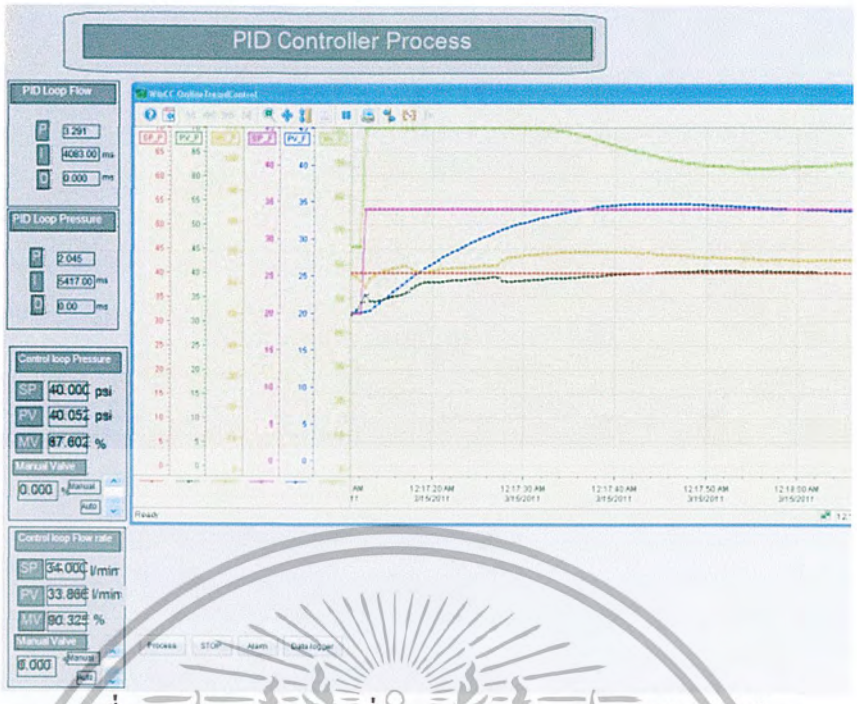
จากการหาค่าพารามิเตอร์ตามขั้นตอนข้างต้นทำให้สามารถหาค่าพารามิเตอร์ของแต่ละวงรอบได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่าพารามิเตอร์ของแต่ละวงรอบ

วงรอบ	พารามิเตอร์ P (Kp)	พารามิเตอร์ I (Ti)
วงรอบความดัน	2.045	5.417
วงรอบอัตราการไหล	3.291	4.083

หลังจากปรับค่าพารามิเตอร์ในแต่ละวงรอบแล้ว ทำการทดลองโดยกำหนดค่าเป้าหมาย (set point) ของแต่ละวงรอบโดยการกำหนดผ่านโปรแกรม WinCC จากการเขียนกราฟิกเพื่อแสดงการทำงานของระบบโดยให้ทำการควบคุมความดันและอัตราการไหลไปพร้อมกันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แสดงการควบคุมที่ 100% ของความดันและอัตราการไหล

4.3 สรุป

จากการทดลองแสดงให้เห็นการความคุมความดันและอัตราการไหลในถังความดัน ด้วยตัวควบคุมพีไอชนิดปรับค่าพารามิเตอร์ได้และค่าพารามิเตอร์ของตัวที่ควบคุมที่ได้มานั้น ได้มาโดยการปรับค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแบบพีไอ โดยใช้วิธี Ultimate Method ของ Ziegler-Nichols ซึ่งได้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆใกล้เคียงแต่ยังไม่ใช่ค่าที่ดีที่สุด ซึ่งได้ผลตอบสนองดังกราฟพีไอที่ได้แสดงมา และจากกราฟที่ได้แสดงให้เห็นว่าการควบคุมนั้นไม่สามารถควบคุมระบบให้มีเสถียรภาพได้ทุกช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาการควบคุมความดันและอัตราการไหลในถังความดัน โดยอาศัยหลักการควบคุมแบบพีไอดีเพื่อใช้ในการศึกษาการควบคุมความดันและอัตราการไหลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่พารามิเตอร์ต่างๆที่ได้ใช้ในกระบวนการอาจเป็นค่าที่ใช้งานได้ แต่ยังไม่ใช่ค่าที่ดีที่สุด จากการทดลองจะเห็นว่าการควบคุมไม่สามารถที่จะควบคุมระบบให้มีเสถียรภาพได้ทุกช่วง และการควบคุมค่าต่างๆในโครงงานนี้ได้ดำเนินการผ่านโปรแกรม WinCC ซึ่งเป็น software SCADA ทำให้สะดวกในการปรับค่าต่างๆและสามารถเก็บข้อมูลของตัวแปรที่สนใจไว้ได้โดยฟังก์ชั่น Tag Logging รวมไปถึงระบบเตือนภัยป้องกันอันตรายที่จะมีต่อระบบและผู้ปฏิบัติการ

ในการทดลองในโครงงานนี้ ผู้ทดลองได้ทำการศึกษาส่วนที่เป็นอุปกรณ์จริงที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมโดยตรง ในการรับส่งสัญญาณจะใช้เป็น 4 – 20 mA ซึ่งจะช่วยลดการขาดหายของสัญญาณ ที่เกิดจากสายสัญญาณที่มีระยะทางการใช้งานที่ไกลได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการรับสัญญาณไฟฟ้าที่เป็นมาตรฐาน อาจมีปัญหาในการเกิดสัญญาณรบกวนระบบ เช่น ปั๊มน้ำ อินเวอร์เตอร์ อื่นๆ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จะก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนในระบบ ควรที่จะแยกอุปกรณ์และกราวด์ให้ห่างจากระบบการควบคุมพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] รศ. สักรียา ชิตวงศ์. *ระบบควบคุมอัตราการไหลของเหลว*. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2540.

[2] SIEMENS AG. **SIMATIC Working with STEP 7 V5.2 Getting Starts** . Germany : SIEMENS AG., 2002

[3] WinCC V6.2 Getting Started Manual

[4] รศ.อนุชา หิรัญวัฒน์, **การควบคุมอัตโนมัติและการประยุกต์ใช้งานพีแอลซี ชั้นกลาง.** ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.ซี.พี. ซัคเซสกรุ๊ป : พ.ศ. 2551

[5] รศ. วิศรุต ศรีรัตนะ. เอกสารประกอบการเรียนวิชา เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

[6] รศ. ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์. เอกสารประกอบการเรียนวิชา Instrumentation Engineering

[7] http://www.inc.eng.kmutt.ac.th

[8] http://pirun.ku.ac.th/~b4655170/

[9] http://www.bookclubman.com/Control_valve/Control%20Value%20sample%20file.htm

[10] http://www.men.neu.ac.th/Fluid/f-2.htm

[11] http://variety.teenee.com/science/1875.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

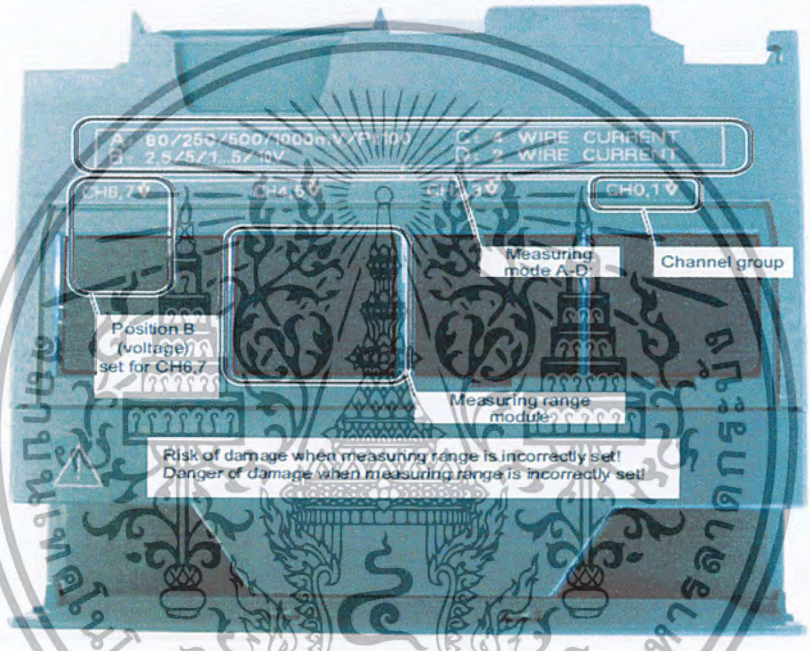
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูล SM 331 AI 8*12BIT

SM 331 AI 8*12BIT คือ โมดูลรับสัญญาณแอลนาลอกอินพุตที่สามารถรับอินพุทได้ 8 อินพุต 4ช่องสัญญาณขนาด12บิต โดยสามารถปรับการประเภทของการวัดได้ 4 แบบ โดยอยู่ที่การเลือกใช้งาน

Position	Type of measurement
A	*Thermocouple / resistance measurement*
B	Voltage (factory setting)
C	Current (4-wire transducer)
D	Current (2-wire transducer)



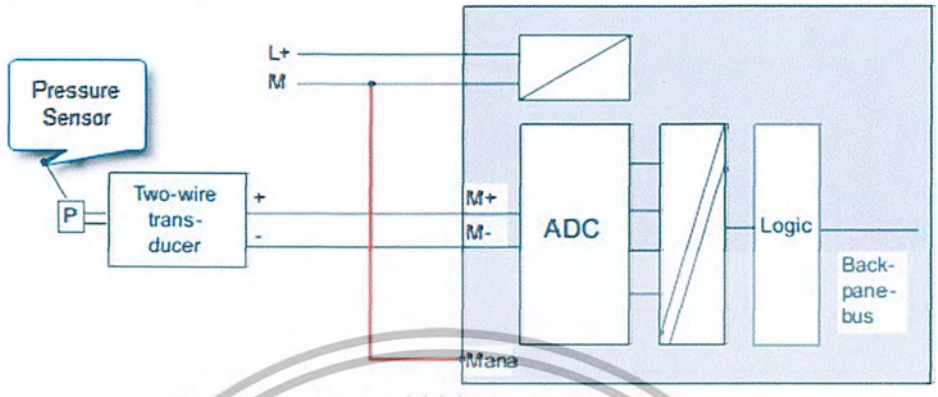
SM 331 AI 8*12BIT

สำหรับในโครงงานนี้เลือกประเภทของการวัดชนิด Cและ D โดยปรับให้ Ch0, 1 เป็นแบบC เพื่อรับค่าสัญญาณจาก Magnetic flow meter ที่ส่งกระแสออกมา 4-20 mAเป็นอุปกรณ์แบบสี่สาย และเลือก Ch2, 3 เพื่อรับค่าสัญญาณจาก Pressure transmitterที่ส่งกระแสออกมา4-20mA เป็นอุปกรณ์แบบสองสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อกับหน่วยอินพุทเอาท์พุทประเภท C

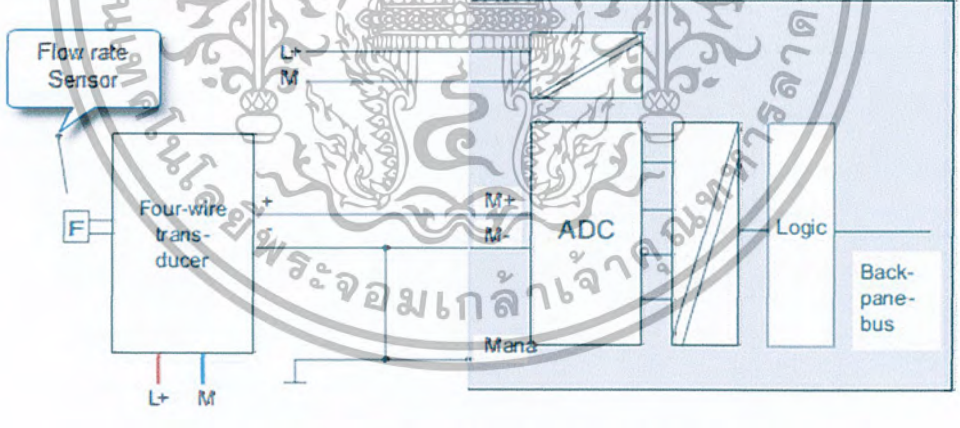
การเชื่อมต่ออินพุทแบบสองสายได้แก่ Pressure transmitter ซึ่งเป็นเซนเซอร์แบบ passive ซึ่งต้องจ่ายไฟเพื่อให้อุปกรณ์ถึงจะทำงาน



การเชื่อมต่อหน่วยอินพุทการเชื่อมต่อสัญญาณอินพุทแบบสอง

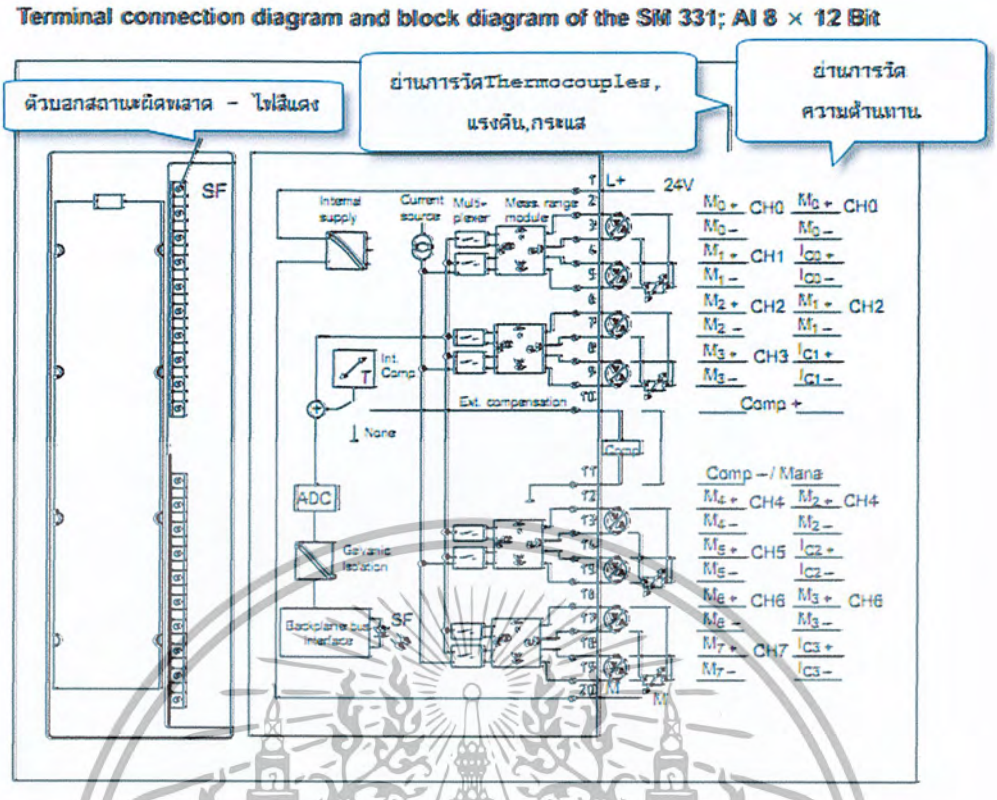
การเชื่อมต่อกับหน่วยอินพุตเอาต์พุตประเภท D

การเชื่อมต่ออินพุทแบบสี่สายได้แก่ Magnetic flow meter ซึ่งเป็นเซนเซอร์แบบactive เซนเซอร์แหล่งจ่ายจากภายนอก จึงส่งสัญญาณแอลนาลอก เข้าหน่วยเชื่อมต่ออินพุท/เอาท์พุท



การเชื่อมต่อหน่วยอินพุทการเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตแบบสี่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

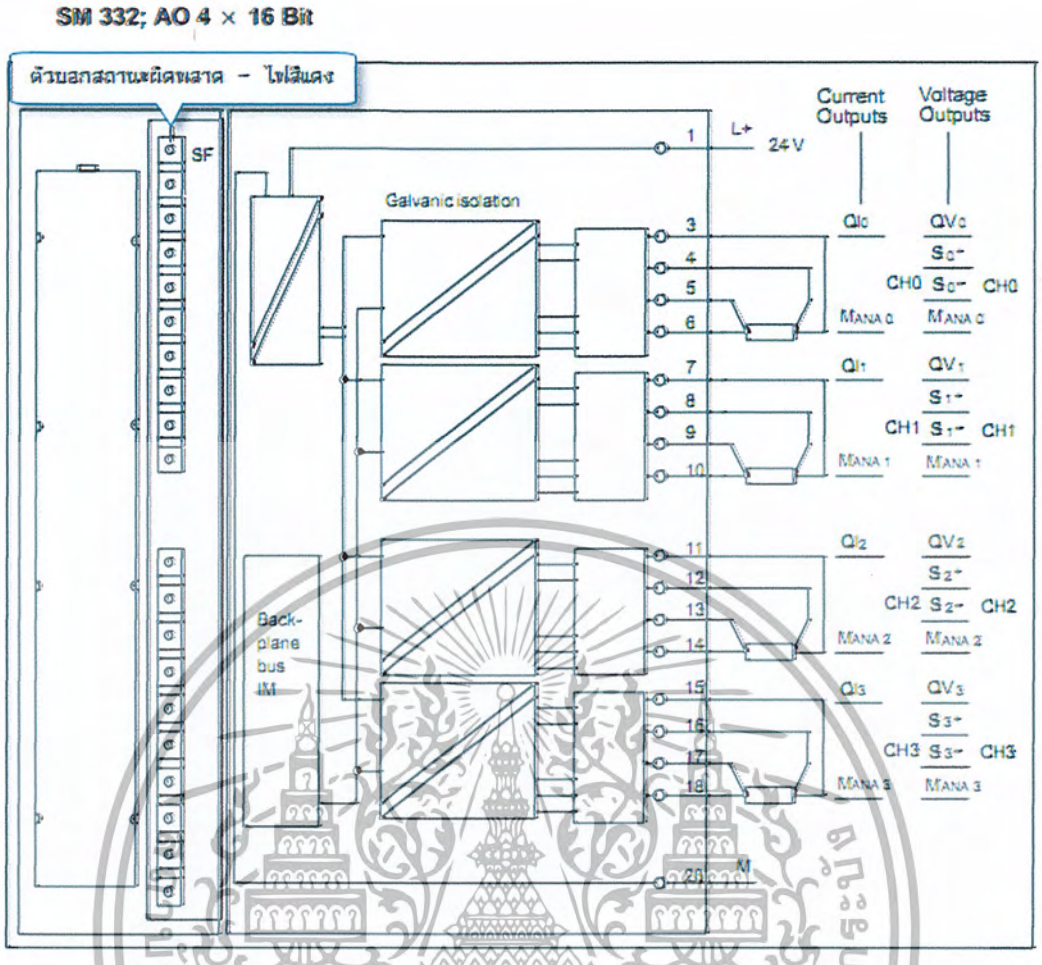


โมดูลตัวอย่างที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณแอนนาลอกอินพุตเข้ากับตัวพีแอลซี

โมดูล SM 332 AO4*12BIT

โมดูล SM 332 AO 4*12BIT เป็นโมดูลแอลนาลอกเอาท์พุทที่ให้สัญญาณออกเป็นกระแสสามารถเลือกย่านเอาท์พุทได้ว่าจะออกเป็น 4-20mA, 0-20mA, ±0-20mA หรือแรงดันสามารถเลือกย่านเอาต์พุตได้ว่าจะออกเป็น 1-5V, 0-10V, ±0-10V โดยในกระบวนการเลือกย่านเอาต์พุตอยู่ในย่าน 4-20mA เพื่อไปขับ actuator ของวาล์วความคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โมดูลตัวอย่างที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณแอนาลอกเอาท์พุทเข้ากับตัวพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์ทางด้านอินพุท : ตารางที่ 3-1 อธิบายเกี่ยวกับการป้อนค่าพารามิเตอร์ทางด้านอินพุต สำหรับ FB41 "CONT_C"

ตารางที่ 3-1 พารามิเตอร์ทางด้านอินพุตสำหรับ FB41 "CONT_C"

พารามิเตอร์	ชนิดข้อมูล	ช่วงของค่าตัวแปร	ค่าเริ่มต้น	คำอธิบาย
MAN	REAL	-100.0...100. 0 (%) or phys. value 2)	0.0	ที่ขาเข้าจะเป็นการกำหนดค่าโดยผ่านฟังก์ชั่นผู้ปฏิบัติงาน
GAIN	REAL		2.0	ค่าแบบสัดส่วนจะเป็นตัวระบุอัตราขยายของตัวควบคุม
TI	TIME	>= CYCLE	T#20s	เป็นตัวกำหนดค่าเวลาการตอบสนองของตัวอินทิเกรต
TD	TIME	>= CYCLE	T#10s	เป็นตัวกำหนดค่าเวลาการตอบสนองของหน่วยอนุพันธ์
TM_LAG	TIME	>= CYCLE/2	T#2s	ที่ขาเข้าจะเป็นการกำหนดค่าเวลาล่าช้าของดีริยาอนุพันธ์
DEADB_W	REAL	>= 0.0 (%) or phys. value 1)	0.0	ที่ขาเข้าจะเป็นการกำหนดค่าความกว้างของเดดแบนด์
LMN_HLM	REAL	LMN_LLM ...100.0 (%) or phys. value 2)	100.0	ค่าแมนิพูเลตนั้นจะมีการจำกัดค่า ทั้งค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด โดยที่ค่าสูงสุดจะมีค่าระบุไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-1 พารามิเตอร์ทางด้านอินพุตสำหรับ FB41 "CONT_C" (ต่อ)

พารามิเตอร์	ชนิดข้อมูล	ช่วงของค่าตัวแปร	ค่าเริ่มต้น	คำอธิบาย
PV_FAC	REAL		1.0	ที่ขาเข้าเป็นการกำหนดช่วงของตัวแปรกระบวนการ โดยจะนำไปคูณกับค่าตัวแปรกระบวนการ
LMN_LLM	REAL	-100.0... LMN_HLM (%) or phys. value 2)	0.0	ค่าแมนิพูเลตนั้นจะมีการจำกัดค่า ทั้งค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด โดยที่ค่าต่ำสุดจะมีค่าระบุไว้
PV_OFF	REAL		1.0	ที่ขาเข้าเป็นการกำหนดช่วงของตัวแปรกระบวนการ โดยจะนำไปเพิ่มเข้ากับค่าตัวแปรกระบวนการ
LMN_OFF	REAL		0.0	ที่ขาเข้าเป็นการกำหนดช่วงของค่าแมนิพูเลต โดยจะนำไปเพิ่มเข้ากับค่าแมนิพูเลต
I_ITLVAL	REAL	100.0...100. 0 (%) or phys. value 2)	0.0	ค่าเอาต์พุตของตัวอินทิเกรตสามารถตั้งค่าได้ที่ I_ITL_ON
DISV	REAL	100.0...100. 0 (%) or phys. value 2)	0.0	ค่าตัวแปรรบกวนจะต้องเชื่อมต่อที่ขาอินพุตของค่าตัวแปรรบกวน (ใช้ในการควบคุมแบบป้อนไปข้างหน้า)

1.) พารามิเตอร์ต่างๆของค่าเป้าหมายและตัวแปรกระบวนการจะมีหน่วยเหมือนกัน

2.) พารามิเตอร์ต่างๆของค่าแมนิพูเลตจะมีหน่วยเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์ทางด้านเอาต์พุต : ตารางที่ 3-2 อธิบายเกี่ยวกับการป้อนค่าพารามิเตอร์ทางด้านเอาต์พุต สำหรับ FB41 "CONT_C"

ตารางที่ 3-2 พารามิเตอร์ทางด้านเอาต์พุตสำหรับ FB41 "CONT_C"

พารามิเตอร์	ชนิดข้อมูล	ช่วงของค่าตัวแปร	ค่าเริ่มต้น	คำอธิบาย
LMN	REAL		0.0	ค่าแมนิพูเลทของเอาต์พุตในรูปของข้อมูลแบบตัวเลขทศนิยม
LMN_PER	WORD		W#16#0000	ค่าแมนิพูเลท
QLMN_HLM	BOOL		FALSE	ค่าแมนิพูเลตจะมีการจำกัดค่าไว้คือค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ถ้าเกินจากค่าที่กำหนดไว้จะมีข้อความเตือน
QLMN_LLM	BOOL		FALSE	ค่าแมนิพูเลตจะมีการจำกัดค่าไว้คือค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ถ้าต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้จะมีข้อความเตือน
LMN_P	REAL		0.0	ที่ขาออกจะมีองค์ประกอบแบบสัดส่วนของตัวแปรแมนิพูเลตอยู่
LMN_I	REAL		0.0	ที่ขาออกจะมีองค์ประกอบอินทิเกรตของค่าแมนิพูเลตอยู่
LMN_D	REAL		0.0	ที่ขาออกจะมีองค์ประกอบแบบสัดส่วนของตัวแปรแมนิพูเลตอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-2 พารามิเตอร์ทางด้านเอาต์พุตสำหรับ FB41 "CONT_C" (ต่อ)

พารามิเตอร์	ชนิดข้อมูล	ช่วงของค่าตัวแปร	ค่าเริ่มต้น	คำอธิบาย
PV	REAL		0.0	ที่ขาออกคือตัวแปรกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงไป
ER	REAL		0.0	ที่ขาออกคือค่าความผิดพลาดที่มีการเปลี่ยนแปลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3-1 Input Parameters (INPUT) for FB 41 "CONT_C", continued

Parameter	Data Type	Range of Values	Default	Description
MAN	REAL	-100.0...100.0 (%) or phys. value 2)	0.0	MANUAL VALUE The "manual value" input is used to set a manual value using the operator interface functions.
GAIN	REAL		2.0	PROPORTIONAL GAIN The "proportional value" input specifies the controller gain.
TI	TIME	>= CYCLE	T#20s	RESET TIME The "reset time" input determines the time response of the integrator.
TD	TIME	>= CYCLE	T#10s	DERIVATIVE TIME The "derivative time" input determines the time response of the derivative unit.
TM_LAG	TIME	>= CYCLE/2	T#2s	TIME LAG OF THE DERIVATIVE ACTION The algorithm of the D action includes a time lag that can be assigned at the "time lag of the derivative action" input.
DEADB_W	REAL	>= 0.0 (%) or phys. value 1)	0.0	DEAD BAND WIDTH A dead band is applied to the error. The "dead band width" input determines the size of the dead band.
LMN_HLM	REAL	LMN_LLM ...100.0 (%) or phys. value 2)	100.0	MANIPULATED VALUE HIGH LIMIT The manipulated value is always limited by an upper and lower limit. The "manipulated value high limit"input specifies the upper limit.
LMN_LLM	REAL	-100.0... LMN_HLM (%) or phys. value 2)	0.0	MANIPULATED VALUE LOW LIMIT The manipulated value is always limited by an upper and lower limit. The "manipulated value low limit"input specifies the lower limit.
PV_FAC	REAL		1.0	PROCESS VARIABLE FACTOR The "process variable factor" input is multiplied by the process variable. The input is used to adapt the process variable range.
PV_OFF	REAL		0.0	PROCESS VARIABLE OFFSET The "process variable offset" input is added to the process variable. The input is used to adapt the process variable range.
LMN_FAC	REAL		1.0	MANIPULATED VALUE FACTOR The "manipulated value factor" input is multiplied by the manipulated value. The input is used to adapt the manipulated value range.
LMN_OFF	REAL		0.0	MANIPULATED VALUE OFFSET The "manipulated value offset" is added to the manipulated value. The input is used to adapt the manipulated value range.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3-1 Input Parameters (INPUT) for FB 41 "CONT_C", continued

Parameter	Data Type	Range of Values	Default	Description
I_ITLVAL	REAL	-100.0...100.0 (%) or phys. value 2)	0.0	INITIALIZATION VALUE OF THE INTEGRAL ACTION The output of the integrator can be set at input I_ITL_ON. The initialization value is applied to the input "initialization value of the integral action".
DISV	REAL	-100.0...100.0 (%) or phys. value 2)	0.0	DISTURBANCE VARIABLE For feedforward control, the disturbance variable is connected to input "disturbance variable".

1) Parameters in the setpoint and process variable branches with the same unit
2) Parameters in the manipulated value branch with the same unit

Output Parameters

Table 3-2 contains the description of the output parameters for FB41 "CONT_C".

Table 3-2 Output Parameters (OUTPUT) for FB 41 "CONT_C"

Parameter	Data Type	Range of Values	Default	Description
LMN	REAL		0.0	MANIPULATED VALUE The effective manipulated value is output in floating point format at the "manipulated value" output.
LMN_PER	WORD		W#16#0000	MANIPULATED VALUE PERIPHERAL The manipulated value in the I/O format is connected to the controller at the "manipulated value peripheral" output.
QLMN_HLM	BOOL		FALSE	HIGH LIMIT OF MANIPULATED VALUE REACHED The manipulated value is always limited to an upper and lower limit. The output "high limit of manipulated value reached" indicates that the upper limit has been exceeded.
QLMN_LLM	BOOL		FALSE	LOW LIMIT OF MANIPULATED VALUE REACHED The manipulated value is always limited to an upper and lower limit. The output "low limit of manipulated value reached" indicates that the lower limit has been exceeded.
LMN_P	REAL		0.0	PROPORTIONAL COMPONENT The "proportional component" output contains the proportional component of the manipulated variable.
LMN_I	REAL		0.0	INTEGRAL COMPONENT The "integral component" output contains the integral component of the manipulated value.
LMN_D	REAL		0.0	DERIVATIVE COMPONENT The "derivative component" output contains the derivative component of the manipulated value.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3-2 Output Parameters (OUTPUT) for FB 41 "CONT_C", continued

Parameter	Data Type	Range of Values	Default	Description
PV	REAL		0.0	PROCESS VARIABLE The effective process variable is output at the "process variable" output.
ER	REAL		0.0	ERROR SIGNAL The effective error is output at the "error signal" output.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้