สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมกระบวนการระดับด้วยพีแอลซี

LEVEL PROCESS CONTROL BASED-PLC

T119198

นายรัตพนธ์ เป็นตามวา

นายสงคราม แตงวิเชียร

นายสถาพร ยิ่งประเสริฐ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119198
วัน,เดือน,ปี - 6 ธ.ค. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LEVEL PROCESS CONTROL BASED-PLC

RATTAPON PENTARMWA

SONGKHRAM TANGVICHEN

SATHAPORN YINGPRASERT

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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การควบคุมกระบวนการระดับด้วยพีแอลซี

LEVEL PROCESS CONTROL BASED-PLC

นักศึกษาผู้จัดทำ นาย รัตพนธ์ เป็นตามวา **รหัสนักศึกษา** 50011302

นาย สงคราม แตงวิเชียร **รหัสนักศึกษา** 50011608

นาย สถาพร ยิ่งประเสริฐ **รหัสนักศึกษา** 50011614

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2553

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ดร. ไสว พงศ์สวัสดิ์	
ผู้ช่วยศาตราจารย์ พิทยา ปานนิล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การควบคุมกระบวนการระดับด้วยพีแอลซี		
	LEVEL PROCESS CONTROL BASED-PLC		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายรัตพนธ์	เป็นตามวา	รหัสนักศึกษา 50011302
	นายสงคราม	แตงวิเชียร	รหัสนักศึกษา 50011608
	นายสถาพร	ยิ่งประเสริฐ	รหัสนักศึกษา 50011614
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ไสว	พงศ์สวัสดิ์	
	ผศ.พิทยา	ปานนิล	
ปีการศึกษา	2553		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการออกแบบ การสร้าง การติดตั้งอุปกรณ์ของพลานต์โมเดลการควบคุมกระบวนการระดับที่มีสองถังต่อคาสเคดกัน ระดับของเหลวในถังล่างซึ่งขึ้นอยู่กับของเหลวในถังบนถูกควบคุมแบบระบบถังเปิด โดยการวัดค่าความดันแตกต่างด้วยโปรโตคอล Highway Adressable Route Transducer (HART) ค่าสัญญาณที่วัดได้ใช้เป็นสัญญาณอินพุตสำหรับตัวควบคุมแบบลำดับที่สามารถโปรแกรมได้ (พีแอลซี) ยี่ห้อ Allen-Bradley เพื่อควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์ ด้วยโหมดพีไอในการควบคุมค่าอัตราการไหลของของเหลวที่ถูกปั๊มจ่ายเข้าถังบน ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม Wonderware Intouch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Level Process Control Based-PLC
Authors	Mr.Rattapon Pentamwa
	Mr.Songkhram Tangvichen
	Mr.Sathaporn Yingprasert
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Sawai Pongswatd
	Asst.Prof.Pittaya Pannil
Year	2010

ABSTRACT

This thesis presents design, implementation, and device installation of level process control plant model, which has two cascade tanks. The level of lower tank dependent on the liquid in upper tank is controlled in open tank system by measuring differential pressure with Highway Adressable Route Transducer (HART) protocol. The measured value is applied to a programmable logic controller (PLC) branded Allen-Bradley as an input signal. The inverter controlled by the PLC with proportional-integral (PI) mode controls a flow rate of pumped inlet of upper tank. The human machine interface (HMI) screen was developed by Wonderware Intouch.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากปัจจัยหลาย ๆ อย่างทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้ให้ประสบการณ์ในการใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัย และการอนุเคราะห์ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับ รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ ผศ. พิทยา ปานนิล อ. ธีรวัฒน์ เทพมณี รศ. ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์ รศ. ดร.อัมพวัน จุลเสรีวงศ์ และอาจารย์ท่านอื่น ๆ ในการให้คำปรึกษาแก่คณะผู้จัดทำตลอดมา อีกทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ ห้องทำโครงงาน เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนความช่วยเหลือ ทั้งในด้านทุนทรัพย์ และแรงงาน ทางคณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ภายในสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่คอยให้กำลังใจ และให้คำแนะนำที่ดีเสมอมาสุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาที่สนับสนุน และเป็นกำลังใจให้เสมอมา และให้การสนับสนุนช่วยเหลือในทุก ๆ เรื่อง คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะก่อประโยชน์แก่ผู้ศึกษา และผู้ที่มีความสนใจและสามารถนำไปใช้ศึกษา และพัฒนาให้เกิดประโยชน์ต่อไปไม่มากก็น้อย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 การวัดระดับวิธีความดันแตกต่าง.....3

2.2 HART 4

2.3 Wonderware Intouch.....7

2.3.1 ประวัติความเป็นมาของ Wonderware.....8

2.3.2 โปรแกรม Wonderware.....8

2.3.3 Wonderware Intouch 9.5.....9

2.3.3.1 Performance Features.....10

2.3.3.2 In Control.....11

2.3.3.3 New Factory Objects.....11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 พีแอลซี.....12

2.4.1 ประวัติพีแอลซี.....12

2.4.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของพีแอลซี.....13

2.4.3 หลักการทำงานของพีแอลซี.....13

2.4.4 พีแอลซี รุ่น Compact Logix 1769-L23E.....16

2.4.4.1 ระบบการควบคุม.....17

2.4.4.2 การกำหนดค่า 1769 - L23x.....18

2.4.4.3 1769 - L23x Local I / O.....18

2.5 อินเวอร์เตอร์.....18

2.6 หลักการของตัวควบคุม.....20

บทที่ 3 การออกแบบและหลักการทำงาน.....24

3.1 ออกแบบการเชื่อมต่อในพลานต์โมเดล.....24

3.1.1 ออกแบบในส่วนของฟิลด์.....25

3.1.1.1 ออกแบบพีแอนด์ไอ ไดอะแกรม.....25

3.1.1.2 ออกแบบจำลองด้วยโปรแกรม SolidWorks.....26

3.1.1.3 ติดตั้งเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง.....26

3.1.1.4 การทำงานอินเวอร์เตอร์.....27

3.1.2 การทำงานส่วนควบคุม.....28

3.1.2.1 ออกแบบการทำงาน.....28

3.1.2.2 พีแอลซี.....29

3.1.3 ส่วนกราฟิก.....30

3.1.3.1 การเขียนกราฟิกบน Window Maker.....30

3.1.3.2 การเชื่อมต่อ Wonderware Intouch กับพีแอลซีเพื่อการสั่งงาน...33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....37

4.1 การทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันควบคุมแบบพีไอดี.....37

4.1.1 ขั้นตอนแรกจะทำการปรับหาค่า Kp 37

4.1.2 ขั้นตอนที่สองจะทำการปรับหาค่า Ki 38

4.2 ทดลองควบคุมระดับของของเหลวในถังล่าง.....40

4.2.1 ค่าเป้าหมาย (SP=25%).....40

4.2.2 ค่าเป้าหมาย (SP=50%).....41

4.2.3 ค่าเป้าหมาย (SP=75%).....41

4.2.4 ค่าเป้าหมาย (SP=80%).....42

4.3 ทดลองควบคุมระดับของของเหลวแบบสองถัง.....42

4.3.1 ค่าเป้าหมาย (SP=25%).....43

4.3.2 ค่าเป้าหมาย (SP=50%).....44

4.3.3 ค่าเป้าหมาย (SP=75%).....44

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....46

5.1 สรุปผล.....46

5.2 ข้อเสนอแนะ.....47

5.2.1 ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส.....49

5.2.2 Foundations Field bus Linking Devices 1757 FFLD 4.....55

บรรณานุกรม.....56

ภาคผนวก.....57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

5.1 แสดงความยาวของสายย่อยต่อจำนวนอุปกรณ์.....53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 การวัดระดับแบบถังเปิด....4

2.2 โปรโตคอล HART ที่สามารถทำงานบนสัญญาณ 4-20 mA....5

2.3 โปรโตคอล HART ใช้การมอดูเลตสัญญาณแบบ FSK ในการแทนข้อมูลดิจิตอล....5

2.4 โปรโตคอล HART ใช้การสื่อสารแบบ Master – Slave....5

2.5 ตัวอย่างการเชื่อมต่อที่ใช้โปรโตคอล HART โดยใช้อุปกรณ์ที่เป็น Master ได้ 2 ตัว....6

2.6 โปรโตคอล HART สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็น Slave ได้สูงสุด 15 ตัว....7

2.7 Wonderware....9

2.8 โครงสร้างพีแอลซี....13

2.9 โครงสร้างการทำงาน....13

2.10 อุปกรณ์สัญญาณอินพุท....15

2.11 อุปกรณ์สัญญาณเอาท์พุท....15

2.12 พีแอลซี....16

2.13 การทำงานอินเวอร์เตอร์....19

2.14 บล็อกไดอะแกรมของระบบแบบป้อนกลับ....20

2.15 เปรียบเทียบผลควบคุมแบบต่างๆ....23

3.1 การเชื่อมต่อในพลานต์โมเดล....24

3.2 แบบพีแอนด์ไอไดอะแกรม....25

3.3 แบบ SolidWorks....26

3.4 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง....26

3.5 อินเวอร์เตอร์....27

3.6 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน....28

3.7 พีแอลซี....29

3.8 แลดเดอร์ไดอะแกรม....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.9 หน้าโปรแกรม Wonderware.....30

3.10 การสร้างหน้ากราฟิกใหม่.....31

3.11 การเลือกอุปกรณ์.....31

3.12 การกำหนด Tagname.....32

3.13 หน้ากราฟิก.....32

3.14 หน้าโปรแกรม System Management Console.....33

3.15 การ Add PORT_CIP Object.....34

3.16 การกำหนด Host Name ให้พีแอลซี.....34

3.17 การกำหนดชื่อ TOPIC ให้พีแอลซี.....35

3.18 การกำหนด Access Name.....35

3.19 การ Modify Access Name.....36

4.1 ผลตอบสนองของกระบวนการจากการปรับค่า Derivative.....37

4.2 ผลตอบสนองของกระบวนการจากการปรับค่า Integral.....38

4.3 ผลตอบสนองของกระบวนการเป็นไปอย่างต้องการ.....39

4.4 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 25%.....40

4.5 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 50%.....41

4.6 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 75%.....41

4.7 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 80%.....42

4.8 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 25%แบบสองถัง.....43

4.9 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 50%แบบสองถัง.....44

4.10 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 75%แบบสองถัง.....44

5.1 แบบพีแอนด์ไอไดอะแกรมในกรณีเป็นอุปกรณ์สัญญาณแบบอนาลอก.....46

5.2 การเชื่อมต่อในพลานต์โมเดล กรณีสัญญาณแบบอนาลอก.....47

5.3 แบบพีแอนด์ไอไดอะแกรมในกรณีเป็นอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส.....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

5.4 การเชื่อมต่อในพลานต์โมเดล กรณีสัญญาณแบบฟิลด์บัส.....48

5.5 แสดงระบบเครื่องมือวัดแบบเก่าและแบบ ฟาว์เดชันฟิลด์บัส.....50

5.6 แสดงโปโตคอลของ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเทียบกับโมเดลของ OSI.....51

5.7 แสดง User Layer.....51

5.8 แสดงโครงสร้างของระบบ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส.....53

5.9 แสดงรูปคลื่นสัญญาณที่ผิดเพี้ยนไปจากเดิม.....54

5.10 Linking Devices.....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

โดยทั่วไปเป้าหมายของการควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ คือการรักษาปริมาณทางฟิสิกส์ อันได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ความดัน (Pressure) อัตราการไหล (Flow Rate) ระดับ (Level) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และอื่น ๆ ให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมาย (Set Point : SP) ซึ่งเป็นค่าที่ต้องการมากที่สุด แม้ว่าสภาวะการทำงานหรือสภาพแวดล้อมอาจเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาก็ตาม ทั้งนี้เพื่อรักษาปริมาณต่าง ๆ ที่กล่าวมาให้อยู่ในกระบวนการผลิตที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การควบคุมที่ดีย่อมเริ่มจากการเลือกรูปแบบการควบคุมที่เหมาะสม ในอดีตการควบคุมกระบวนการต่าง ๆ จะเลือกใช้การควบคุมง่าย ๆ ด้วยมือ (manual Control) ซึ่งอาศัยผู้ปฏิบัติงาน (Operator) เป็นผู้ควบคุม และคอยทำหน้าที่เกี่ยวกับการตรวจวัด และปรับแต่งการควบคุมให้มีผลตอบสนองเป็นไปตามต้องการ

ในปัจจุบันการควบคุมกระบวนการ (Process Control) ได้มีการประยุกต์ใช้งานกับกระบวนการต่าง ๆ มากมาย จนกลายเป็นรูปแบบการควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automation Process Control) ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้มนุษย์ในการควบคุมกระบวนการเหมือนในอดีต การควบคุมแบบอัตโนมัติที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม คือ ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control System) ที่ส่วนใหญ่ใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดี (PID Controller) เป็นตัวควบคุม

สำหรับโครงงานนี้ได้นำตัวควบคุมพีแอลซี (Programmable Logic Controller : PLC) มาต่อร่วมกับเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง เพื่อสั่งงาน แสดงผล และควบคุมกระบวนการผ่านโปรแกรม Wonderware Intouch

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาและสร้างพลานต์โมเดลควบคุมระดับของของเหลว
2. ศึกษาและจำลองการทำงานของกระบวนการควบคุมระดับของของเหลว โดยใช้โปรแกรม Wonderware Intouch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาและสร้างโปรแกรม เพื่อการเชื่อมต่อและแสดงผลโดยใช้โปรแกรม Wonderware Intouch ร่วมกับอุปกรณ์ในพลานต์โมเดล

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ออกแบบและสร้างพลานต์โมเดลควบคุมระดับของของเหลว พร้อมออกแบบ การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ในพลานต์โมเดลกับโปรแกรม Wonderware Intouch เพื่อการสั่งงานและการแสดงผลการทำงาน

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ออกแบบพีแอนด์ไอไดอะแกรมและเขียนแบบ SolidWorks
2. ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ประกอบในพลานต์โมเดล
3. ทำการต่อสายอุปกรณ์ในพลานต์โมเดล
4. ศึกษาตัวควบคุมพีแอลซี
5. เชื่อมต่อเครื่องมือวัดระดับกับตัวควบคุมพีแอลซี
6. เขียนกราฟิกและแสดงค่าพารามิเตอร์
7. จัดทำปริญญานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถสั่งงาน แสดงผล และควบคุมพลานต์โมเดลที่ใช้ควบคุมระดับร่วมกับพีแอลซี (PLC) และ โปรแกรม Wonderware Intouch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวัดระดับวิธีความดันแตกต่าง

หลักการวัดระดับวิธีความดันแตกต่าง (Differential Pressure) เป็นวิธีที่แพร่หลายในวงการอุตสาหกรรม สามารถใช้กับของเหลวที่สกปรกมีความดันหรือมีอุณหภูมิสูงได้ดีโดยหลักการวัดแบบนี้ใช้หลักการวัดความดันที่เกิดจากความสูงของระดับของของเหลวที่ต้องการวัดดังสมการ

$$P = h.SG \tag{2.1}$$

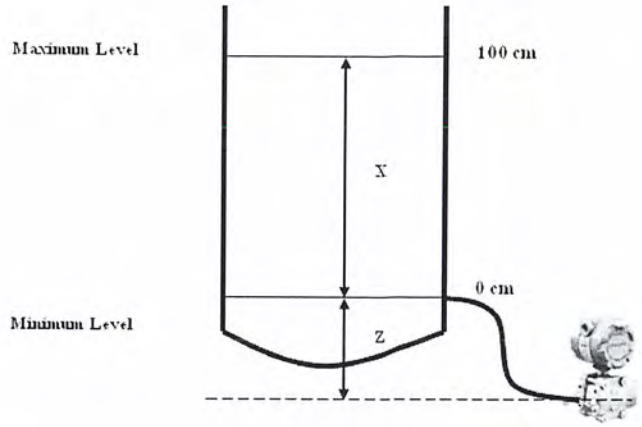
เมื่อ P คือ ค่าความดันมีหน่วยเป็น เมตรน้ำ (mH_2O)

h คือ ความสูงของของเหลว มีหน่วยเป็น เมตร (m)

SG คือ ความถ่วงจำเพาะของของเหลวที่ต้องการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดระดับโดยวิธีความดันแตกต่าง ได้นำมาใช้วัดระดับต้องรู้ความดันที่เกิดขึ้นสูงสุดและต่ำสุด ที่มีความสัมพันธ์กับระดับของเหลวในถังจะต้องรู้ว่าระดับในการวัดอยู่ในช่วงใด ลักษณะของถังที่ทำการวัดเป็นแบบใด เพื่อจะได้นำข้อมูลมาใช้ในการหาความดันที่เกิดขึ้น แล้วนำข้อมูลมาทำการสอบเทียบให้ตรงกับการใช้งานเช่นการวัดระดับของเหลวในแบบถังเปิด (Open Tank)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การวัดระดับแบบถังเปิด

$$Span = x.SG \tag{2.2}$$

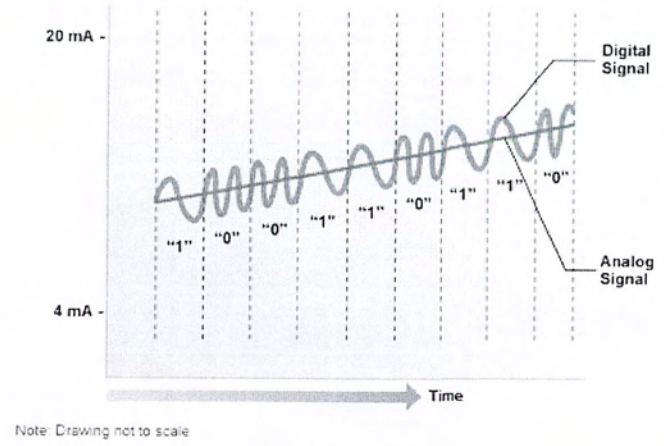
$$Zero = z.SG \tag{2.3}$$

2.2 HART

ในปี ค.ศ. 1990 กลุ่มบริษัทผู้ผลิตทางอุตสาหกรรมจำนวน 26 รายได้จัดการประชุมร่วมกันที่ Minnesota ในอเมริกาโดยรวมตัวกันใช้ชื่อกลุ่มว่า HART (Highway Addressable Route Transducer) User Group เพื่อวางแผนในการสร้างเทคโนโลยีใหม่ในการสื่อสารแบบระบบเปิดโดยอ้างอิงโมเดลของ OSI ในระดับชั้น Physical Layer, Data Link Layer และ Application Layer โดยกลุ่มบริษัทผู้ผลิตได้สร้างข้อกำหนดและทำการทดสอบร่วมกัน ในปี 1993 ได้มีการจัดตั้งองค์กรที่ไม่แสวงหากำไรที่ชื่อว่า HART Communication Foundation (HCF) อย่างเป็นทางการ เพื่อทำการพัฒนาปรับปรุงโปรโตคอล HART รวมถึงให้การสนับสนุนทางเทคนิคแก่สมาชิกซึ่งมีบริษัทผู้ผลิตชั้นนำทั่วโลกจำนวนมากกว่า 200 รายเป็นสมาชิก และในปี ค.ศ. 2007 HCF ได้มีการนำเสนอเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย Wireless HART ขึ้น แต่ในที่นี้ขอกล่าวถึงเฉพาะโปรโตคอล HART เท่านั้น

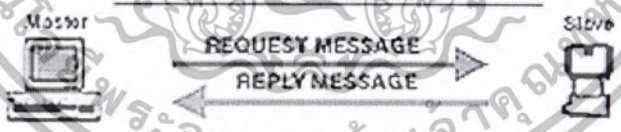
HART เป็นโปรโตคอลที่ผสมผสานระหว่างการสื่อสารข้อมูลแบบอนาลอกกับดิจิตอลเข้าด้วยกันดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดยโปรโตคอล HART สามารถทำงานบนสัญญาณกระแสมาตรฐาน 4-20 mA ในรูปแบบการส่งค่าแบบดิจิตอล นั่นหมายความว่าเราสามารถใช้สายเส้นเดิมของอุปกรณ์แบบอนาลอกทำการส่งข้อมูลโดยโปรโตคอล HART ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



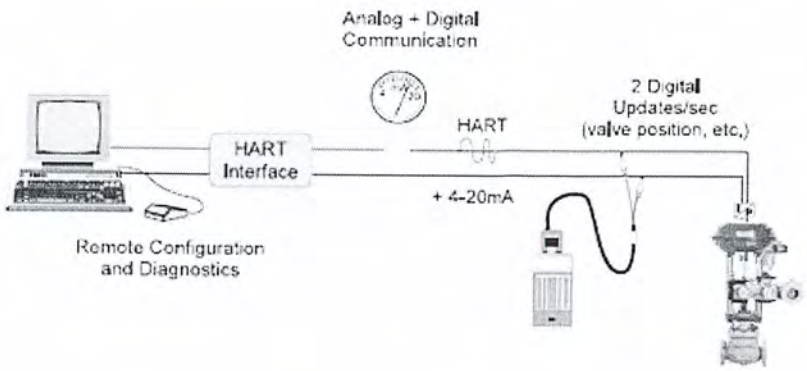
รูปที่ 2.2 โปรโตคอล HART ที่สามารถทำงานบนสัญญาณ 4-20 mA

รูปที่ 2.3 โปรโตคอล HART ใช้การมอดูเลตสัญญาณแบบ FSK ในการแทนข้อมูลดิจิตอล



รูปที่ 2.4 โปรโตคอล HART ใช้การสื่อสารแบบ Master – Slave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

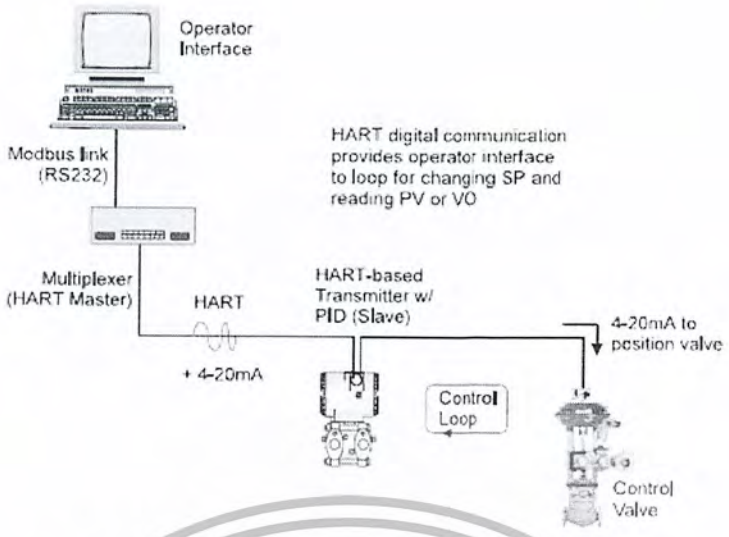


รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการเชื่อมต่อที่ใช้โปรโตคอล HART โดยใช้อุปกรณ์ที่เป็น Master ได้ 2 ตัว

โปรโตคอล HART ใช้การมอดูเลตสัญญาณแบบ FSK (Frequency-Shift Keying) โดยกำหนดค่าความถี่ 2 ค่าที่แตกต่างกันเพื่อใช้แทนข้อมูลดิจิตอล ดังรูปที่ 2.3 ที่ใช้ค่าความถี่ 1.2 kHz และ 2.2 kHz แทนข้อมูลที่เป็น 1 และ 0 ตามลำดับ

ในรูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างเครือข่ายที่ใช้โปรโตคอล HART โดยใช้หลักการสื่อสารแบบ Master-Slave ภายในเครือข่ายโปรโตคอล HART สามารถใช้อุปกรณ์ที่เป็น Master จำนวน 2 ตัว (Primary และ Secondary) ในการติดต่อกับอุปกรณ์ที่เป็น Slave (อุปกรณ์ระดับฟิลด์) ต่าง ๆ ได้โดยอุปกรณ์ที่จัดเป็น Secondary Master ยกตัวอย่างเช่น Handheld Communication สามารถทำการเชื่อมต่อกับเครือข่ายที่จุดใดก็ได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการสั่งงานของ Primary Master นิยมใช้เพื่อการมอนิเตอร์ การปรับค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ และการสอบเทียบ สำหรับอุปกรณ์ที่จัดเป็น Primary Master โดยส่วนใหญ่จะหมายถึง DCS, PLC หรือตัวควบคุมที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้อุปกรณ์ที่มีโปรโตคอล HART สามารถเชื่อมต่อแบบ Multi-drop ได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.6 โดยต่ออุปกรณ์ Slave ได้จำนวน 15 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 โปรโตคอล HART สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็น Slave ได้สูงสุด 15 ตัว

คำสั่งที่ใช้ในการสื่อสารด้วยโปรโตคอล HART แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มด้วยกันคือ Universal Commands, Common Practice Commands และ Device Specific โดยคำสั่งในกลุ่ม Universal Commands และ Common Practice Commands ซึ่งถูกกำหนดเอาไว้แน่นอนในข้อกำหนดของโปรโตคอล HART เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ จากหลายแหล่งผู้ผลิตบนบัสเดียวกันได้ ส่วนคำสั่งในกลุ่ม Device Specific Commands ผู้ผลิตอุปกรณ์สามารถเซตคำสั่งได้ตามคุณลักษณะหรือฟังก์ชันของตัวอุปกรณ์ได้โดยอิสระ ในกรณีของตัวอุปกรณ์ระดับฟิลด์ต่าง ๆ ผู้ผลิตจะให้รายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติของตัวอุปกรณ์โดยใช้ (Device Description Language : DDL) ในการสร้างไฟล์หนึ่งขึ้นมา เพื่อให้อุปกรณ์ที่เป็น Master สามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ Slave นั้นได้ โดย (Device Description File : DD File) ของอุปกรณ์เปรียบเหมือนกับไฟล์ Printer Driver ที่ต้องทำการติดตั้ง (Install) ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อนการใช้งานเครื่องพิมพ์ (Printer)

2.3 Wonderware Intouch

โปรแกรมแสดงผล Wonderware Intouch เป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อโดยตรงกับผู้ใช้หรือผู้ควบคุมโดย Wonderwere จะมีการติดต่อสื่อสารกับ พีแอลซีรุ่น Compact Logix 1769 –L23E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ประวัติความเป็นมาของ Wonderware

ในปัจจุบันนี้ วงการอุตสาหกรรมได้มีการแข่งขันทางด้านการผลิตสูง และในระบบการผลิตนั้นกระบวนการต่าง ๆ ที่จะต้องทำการควบคุมมีความยุ่งยากซับซ้อนจึงได้มีผู้คิดค้นระบบควบคุมที่สะดวกและสามารถควบคุมได้ระยะไกล และระบบ (Supervsory Control And Data Acquisition : SCADA) คือหนึ่งในระบบนั้นระบบ SCADA จำเป็นต้องมีซอฟท์แวร์และในระบบ SCADA มีหลายภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น Visual basic, CX, GE และ Wonderware และในการทำปริญญานิพนธ์นี้ได้ใช้ภาษา Wonderware ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถใช้ในการสร้างกราฟิกได้ง่ายอย่างหนึ่ง

พีแอลซีกับคอมพิวเตอร์ซึ่งสัญญาณเอาท์พุทพีแอลซีจะถูกนำไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการที่ทำงานเป็นแบบตรรกะ เช่น โซลินอยด์วาล์ว มอเตอร์ อุปกรณ์ที่ทำงานแบบ ON-OFF เป็นต้น

2.3.2 โปรแกรม Wonderware

Wonderware คือ ผู้นำด้านการตลาดซอฟท์แวร์ของระบบ Graphical Human Machine Interface (HMI) ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการบนวินโดว์ตัวแรก โดยนำออกสู่ตลาดในปี ค.ศ. 1989 ชื่อ Wonderware Intouch ใช้สำหรับการควบคุมกระบวนการ ได้รับความนิยมแพร่หลายจนมาในวันนี้ได้ถูกติดตั้งไปมากกว่า180,000 licenses ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น การแปรรูปอาหารเครื่องดื่ม เซมิคอนดักเตอร์ น้ำมันและก๊าซรถยนต์ สารเคมี เยื่อ ยา และกระดาษการขนส่ง การบำบัดน้ำเพื่อสาธารณูปโภคและอื่น ๆ อีกมากมาย

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1997 ทาง Wonderware ได้กำหนดรูปแบบใหม่ของซอฟท์แวร์เพื่อให้เป็นมาตรฐานสำหรับระบบ factory automation หรือ (Computer Integrated Manufacturing : CIM System) คือได้รวมชุดของซอฟท์แวร์ทางด้านออโตเมชันมาไว้เป็นชุดเดียวกัน กล่าวคือจะไม่พียงแค่ HMI หรือ Database แต่จะรวมทุกระบบทั้ง Visualization, Optimization และ Control, Plant floor data collection รวมถึง Data storage และการ analysis แล้วเรียกว่า Factory Suite ส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตในทางอุตสาหกรรม และในปัจจุบันนี้ชุด Factory Suite ได้ถูกพัฒนามาจนเป็น Factory Suite 2000 ซึ่งแบ่งได้เป็นแพ็คเกจดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Core Componentsประกอบด้วย

- Intouch เป็นซอฟท์แวร์ใช้ในการทำกราฟิกในการแสดงผล
- In Control เป็นซอฟท์แวร์ที่เข้ามาช่วยในการควบคุม
- IndustrialSQL Server เป็นซอฟท์แวร์ที่เข้ามาทำการด้านฐานข้อมูล

2. การเก็บ Dataเพื่อจัดทำฐานข้อมูล

Scout เป็นซอฟท์แวร์ที่จะนำกระบวนการเข้าสู่ระบบ Internet/Intranet ในลักษณะ Remote data viewing

3. Application Components ประกอบด้วย

- Intrack เป็นซอฟท์แวร์ที่ช่วยในการติดตามการทำงานของกระบวนการทุกขั้นตอนให้กลายเป็นเรื่องง่าย ซึ่งจะส่งผลในด้านการควบคุมคุณภาพและการผลิตโดยตรง
- InBatch เป็นซอฟท์แวร์สำหรับการทำงานในลักษณะที่เป็น Batching จะช่วยให้การทำระบบแบตช์มีความยืดหยุ่นกว่าเดิมและใช้งานได้ง่ายขึ้น ซอฟท์แวร์ทุกตัวที่นำมารวมกันนี้จะทำงานในระบบปฏิบัติการ Windows 2000 และสามารถเชื่อมโยงเข้ากับ MS Back Office

2.3.3 WonderwareIntouch 9.5

รูปที่ 2.7 Wonderware

เป็นโปรแกรมสำหรับการติดต่อกับผู้ใช้ในลักษณะกราฟิก ที่เราสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทั้งในรูปแบบของ Discrete Control, DCS, SCADA และงานประยุกต์อื่น ๆ ตั้งแต่เวอร์ชัน 7.0 เป็นต้นมา จะมีคุณสมบัติเพิ่มขึ้นดังนี้ คือ สนับสนุน Remote tag referencing สนับสนุน ActiveX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Distributed alarmhandling สนับสนุน distributed historical data กับ IndustrialSQL Server ปรับปรุงส่วน User Interface ให้เป็นแบบ Application Explorer เพิ่ม Quick Function และ Super Tags นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือช่วยในการพัฒนางานประยุกต์อีกมากมายที่ช่วยให้การพัฒนาง่ายกว่าที่เคยเป็นมา

2.3.3.1 Performance Features

- Object Oriented Graphics ง่ายต่อการทำ Configuration ซึ่งช่วยประหยัดเวลาในการที่จะต้องพัฒนางานประยุกต์ส่วนของกราฟิกจะเป็นลักษณะ Objects และ Groups ซึ่งสามารถทำการเคลื่อนย้าย ย่อ ขยายขนาดของวัตถุและสามารถการทำภาพเคลื่อนไหวได้อย่างง่ายดาย มีเครื่องมือช่วยในการทำกราฟิกสามารถจัดตำแหน่ง จัดแนว เรียง ซ้อนหมุนภาพ กลับข้าง ทำซ้ำ ตัดหรือลบออกได้อย่างง่ายดาย นอกจากนี้ยังสนับสนุน ActiveX เทคโนโลยีสามารถนำ Standard ActiveX Object มาใช้ในโปรแกรมงานได้ กราฟิกของโปรแกรมสนับสนุนทุกความละเอียดของจอภาพตามความสามารถของการ์ดจอ และไดร์ฟเวอร์ของระบบปฏิบัติการวินโดว์ไม่จำกัดจำนวนของ Animation Object ต่อ Windows ซึ่งเป็นข้อจำกัดของระบบ (Distributed Control System : DCS) สมัยก่อน

- Animation Links เพื่อทำภาพการเคลื่อนไหว ทำการเปลี่ยนตำแหน่งของภาพกราฟิกให้เคลื่อนย้ายเป็นธรรมชาติ การเคลื่อนไหวในแนวตั้งและแนวนอนสำหรับภาพอุปกรณ์ เช่น Analog Valve การแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของระดับของเหลว การ Rotate ภาพการหมุนของมอเตอร์ได้เหมือนจริง การเปลี่ยนสีของตัวอักษร ภาพกราฟิกเพื่อให้เห็นสถานะของกระบวนการแบบเวลาจริงและอื่น ๆ

- Wizards ระบบ Objects Wizard Library ที่มีเป็นจำนวนมากสามารถนำมาปรับปรุงแก้ไขได้อย่างอิสระจัดเก็บไว้ภายในกล่องอุปกรณ์ (Toolbox) เพื่อง่ายต่อการนำไปใช้พัฒนาบนงานประยุกต์ต่าง ๆ และมี Wizards Development kit ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถพัฒนา Configuration Wizards ของตนเอง เช่น Faceplates, Timers, Meters, Gage และจัดเก็บไว้ใน Standard Wizards Library

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Scripting การโปรแกรมจะใช้ภาษา Scripting ในการพัฒนาช่วยในการควบคุมการสั่งงานผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีชี้แล้วคลิกโดยการกำหนดใช้ Script Function แล้วรวมเข้าไปในระบบเมนูด้วย Extensibility Toolkit

2.3.3.2 In Control

Windows Based Real-time Control In Control คือ Real-time Open Architecture Control เพื่อช่วยในการออกแบบ สร้าง ทดสอบ และ Execute Application โปรแกรมสำหรับการควบคุมแต่ละโปรเซส ซึ่งผู้ใช้งานสามารถสร้างการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติของตนเองได้อย่างรวดเร็วและง่ายดายอย่างที่ไม่เคยมีมาก่อนด้วยระบบกราฟิกและ Text การควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนไหว

2.3.3.3 New Factory Objects

ทำให้การพัฒนางานง่ายขึ้นและมีเสถียรภาพที่ดีขึ้น ด้วย PID Factor object ทำให้มีความสามารถด้าน PID รวมถึงสามารถทำ Loop simulator, Fuzzy Logic Factory Object ช่วยให้มีความถูกต้องและเสถียรภาพสูงในกระบวนการที่มีความซับซ้อน

- Improved Watch Window เพิ่มคุณสมบัติเพื่อให้งานในการทำ Debug และแก้ปัญหาในงาน

- Enhanced Runtime Engineเร็วกว่า ยืดหยุ่นกว่า C, Visual Basic และ Javaapps จาก Runtime Engine

- Integrated Tag Brower การกำหนด Tag สำหรับ FactorySuite เพียง 1 ครั้ง สามารถ export/import ได้

- Peer-to-Peer Connectivity มีความสามารถในการติดต่อสื่อสารในแบบ Suite Like Client/Server จากคุณสมบัติดังที่กล่าวมาแล้วจึงถือได้ว่า Wonderware program เป็นโปรแกรมที่มีความสมบรูณ์มากในการสร้างแบบจำลองเพื่อควบคุมการทำงานของกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 พีแอลซี

พีแอลซี มีต้นกำเนิดจากประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถจะโปรแกรมได้ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ เนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์ และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย

2.4.1 ประวัติพีแอลซีของบริษัท Allen-Bradley

ในปี ค.ศ.1969 พีแอลซีได้ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกโดยบริษัท Bedford Associates โดยใช้ชื่อว่า Modular Digital Controller (Modicon) ให้กับโรงงานผลิตรถยนต์ในอเมริกาชื่อ General Motors Hydramatic Division บริษัท Allen-Bradley ได้เสนอระบบควบคุมโดยใช้ชื่อว่า "พีแอลซี"

ในปี ค.ศ.1970-1979 ได้มีการพัฒนาให้พีแอลซีให้มีการประมวลผลที่มีเร็วมากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของ Microprocessor ที่มีความสามารถในการสื่อสารข้อมูลระหว่าง PLC กับ PLC โดยระบบแรก คือ Modbus ของ Modicon เริ่มมีการใช้อินพุท/เอาท์พุทที่เป็นสัญญาณ Analog

ในปี ค.ศ.1980-1989 มีความพยายามที่จะสร้างมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลของ พีแอลซี โดยบริษัท GeneralMotor ได้สร้างโปรโตคอลที่เรียกว่า (manufacturing automation protocol : MAP) พีแอลซีมีขนาดลดลงเรื่อย ๆ และได้ผลิตซอฟแวร์ที่สามารถโปรแกรม พีแอลซีด้วย symbolic โดยสามารถโปรแกรมผ่านทาง personalcomputer แทนที่จะโปรแกรมผ่าน programing terminal

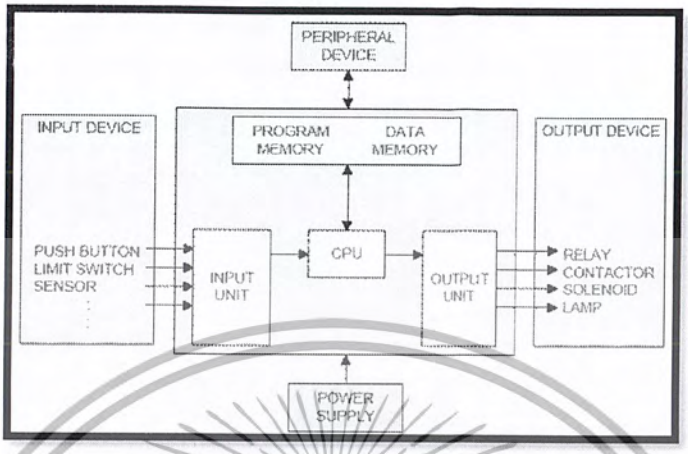
ในปี ค.ศ.1990-ปัจจุบัน ได้มีความพยายามในการที่จะทำให้ภาษาที่ใช้ในการโปรแกรมพีแอลซี มีมาตรฐานเดียวกัน โดยใช้มาตรฐาน IEC1131-3 สามารถโปรแกรมพีแอลซีได้ด้วย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของพีแอลซี

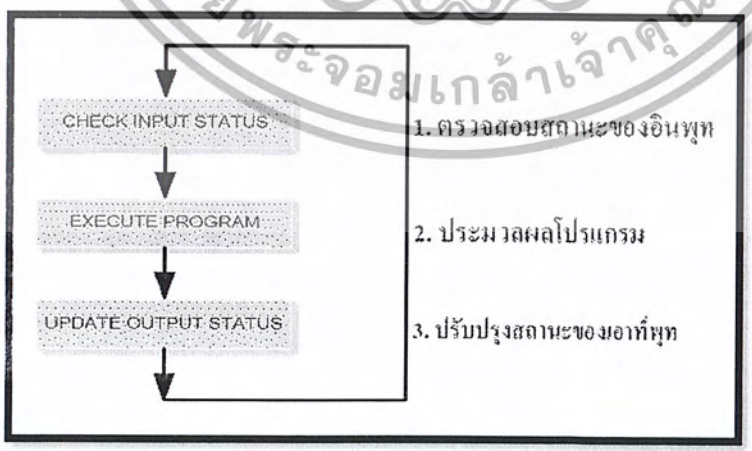
ลักษณะโครงสร้างภายในของ พีแอลซีซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 2.8 โครงสร้างพีแอลซี

จากรูปที่ 2.8 โครงสร้างหลักของ พีแอลซี ประกอบด้วย 3 ฟังก์ชันหลัก คือการประมวลผล (Processing) ความจำ (Memory) และเอาท์พุท/อินพุท สำหรับอินพุตทำหน้าที่ตรวจรู้จากสัญญาณที่เข้ามาเก็บไว้ในหน่วยความจำ และเอาท์พุทคือทำให้เกิดการขับของอุปกรณ์เครื่องใช้ โดยการกระทำดังกล่าวเกิดขึ้นกับโปรแกรมควบคุมในหน่วยเก็บความจำ

2.4.3 หลักการทำงานของพีแอลซี



รูปที่ 2.9 โครงสร้างการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตัวประมวลผล

ตัวประมวลผล (CPU) ทำหน้าที่ในการคำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของพีแอลซี โดยที่ภายในจะประกอบไปด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (MicroProcessorBased) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์เคาน์เตอร์ ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ RelayLadder Diagram ได้ตัวประมวลผลจะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุทต่าง ๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูล โดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำหลัง จากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาท์พุท

2. หน่วยความจำ

หน่วยความจำ (MemoryUnit) ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิตก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่งพีแอลซีประกอบด้วยหน่วยความจำอยู่สองชนิด คือ ROM และ RAM

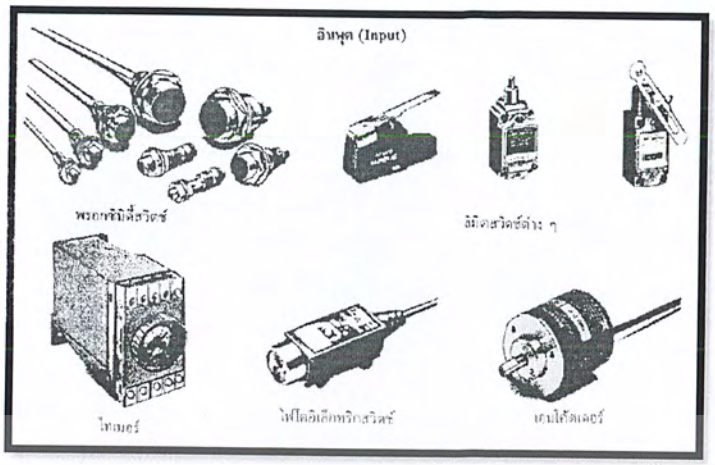
RAM ทำหน้าที่ในการเก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็ก ๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก ฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อย ๆ

ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรมเหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ในการเขียนและลบโปรแกรมสามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรองแต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

3. หน่วยอินพุท/เอาท์พุท

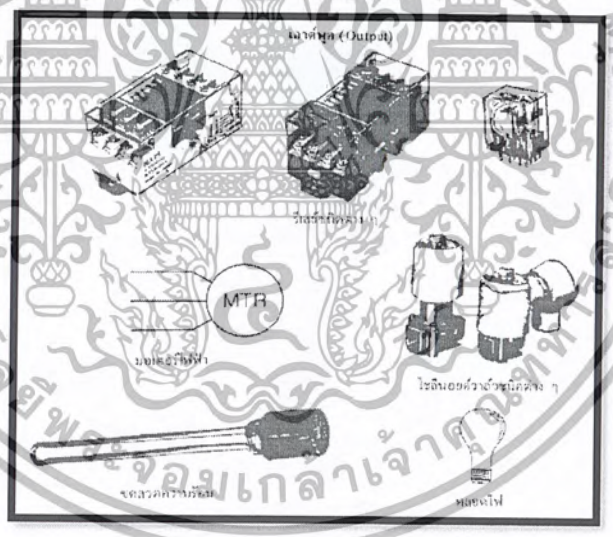
หน่วยอินพุท/เอาท์พุท (Input/Output Unit) หน่วยอินพุตทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 อุปกรณ์สัญญาณอินพุท

หน่วยเอาท์พุททำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่นควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น



รูปที่ 2.11 อุปกรณ์สัญญาณเอาท์พุท

4. แหล่งจ่ายไฟ

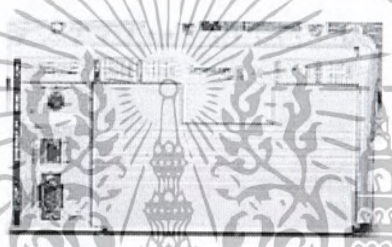
แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุท/เอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices

- PROGRAMMING CONSOL
- EPROM WRITER
- PRINTER
- GRAPHIC PROGRAMMING
- CRT MONITOR
- HANDHELD

2.4.4 พีแอลซีรุ่น Compact Logix 1769-L23E



ภาพที่ 2.12 พีแอลซีรุ่น Compact Logix 1769-L23E

คุณสมบัติ

Controller	- ทำงานต่อเนื่อง3 งาน/กิจกรรม - ทำงานตามเวลา/เป็นช่วง ๆ รวมกัน 4 โปรแกรม
หน่วยความจำผู้ใช้	512MB
หน่วยความจำในเครื่อง	ไม่มี
การสื่อสารในพอร์ต	- 1769-QB1B-L23E:1Ethernet/IPและ1 พอร์ตพอร์ตต่อนุกรม RS–232 - 1769-QBFC1B-L23E:1Ethernet/IP และพอร์ต 1 พอร์ตต่ออนุกรม RS–232 - 1769-L23QBFC1B:2RS-232 พอร์ตอนุกรม
ทางเลือกการสื่อสาร	- Ethernet/IP Device Net
ซีเรียลพอร์ตการสื่อสาร	- ASCII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

	- DF1 เต็ม/ครึ่งแฟลกซ์โมเด็มไร้สาย DF1
	- DH-485
	- Mud bus ผ่านทางตรรกะ
การเชื่อมต่อController	100
การเชื่อมต่อเครือข่าย	ควบคุมต่อ : 32 Ethernet/IP:8TCP
Controller สำรอง	การสำรองข้อมูลผ่านทาง Device Net
การเคลื่อนไหว	- Stepper
	- Servoผ่านDevice Net
	- อนาล็อก
	- ACไดร์ฟเครือข่าย
การเคลื่อนที่แบบบูรณการ	N/A
การเขียนโปรแกรมภาษา	- Relay ladder
	- Structured text
	- Function block
	- SFC
Compact LogixSystems	1769-L23x packaged controllers

Compact Logix ถูกออกแบบมาเพื่อให้แก้ปัญหา Logix ที่มีขนาดเล็กและขนาดกลางที่ใช้งานโดยทั่วไประบบการควบคุม I/O ที่มีความต้องการการเชื่อมต่อเครือข่ายและข้อกำหนดในการควบคุมการเคลื่อนไหวระบบอย่างง่ายอาจประกอบด้วย ตัวควบคุมแบบสแตนด์อโลนกับหน่วยความจำภายในโมดูล I/O และการสื่อสาร Device Net ในระบบที่ซับซ้อนมากขึ้นให้เพิ่มเครือข่ายอื่น ๆ และการควบคุมการเคลื่อนไหวสามารถควบคุมได้หลายการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายและการใช้ข้อมูลร่วมกัน

การใช้ Compact Logix ควบคุมบน Ethernet/IP หรือเครือข่าย Control Net จะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพรวมกับการประยุกต์ใช้ในโรงงานอย่างกว้างขวาง

2.4.4.1 ระบบการควบคุม

ตัวอย่างเช่นคุณสามารถใช้ Compact Logix ควบคุม1769-L-35E ไปเชื่อมต่อกับชุดผลิตภัณฑ์ที่ปรับขนาดได้เช่น Allen-Bradley ดำเนินการ Panel ViewPlus อินเตอร์เซฟที่ I/O และ Power Flex 7.0 ไดร์ฟสำหรับโซลูชันที่ครบวงจรอย่างเต็มรูปแบบทั้งสองด้านของสถาปัตยกรรมให้เชื่อมโยงโดยตรงจากข้อมูลการผลิตเรียลไทม์กับระบบคุณภาพการผลิตหรือการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119198

2.4.4.2 การกำหนดค่า 1769-L23x

1769-L23x ระบบ Compact Logix เป็นตัวควบคุมขนาดเล็กที่บรรจุสำหรับเครื่องระดับการควบคุม การควบคุมการกำหนดค่าไว้ล่วงหน้ามากับชุดค่าผสมสำหรับฝังตัวดิจิตอลอนาล็อกและความเร็วสูงเคาน์เตอร์ I/O

Controller 5 VDC ปัจจุบันที่มีจำหน่าย

1769-QB1**B**-L23E 1000 mA

1769-QBFC1B-L23E 450 mA

1769-L23QBFC1B 800 mA

2.4.4.3 1769-L23xLocal I /O

RPI ช่วงแพ็คเก็ต กำหนดความถี่ที่ที่ควบคุมการส่งและรับ ทั้งหมดได้รับ I/O ข้อมูลบน backplane เริ่มต้น RPI เป็น 5 ms การรวมกันของการฝังตัว I/O ในการควบคุมการบรรจุ กำหนดเร็วที่สุด RPI คุณสามารถกำหนดค่า

ข้อควรพิจารณา Controller

- 1769-L23E-QB1B
- 1,...,4 โมดูลสามารถสแกนใน 1.0 ms
- 1769-L23-QBFC1B
- QBFC1B-1769-L23E
- 1,...,4 โมดูลสามารถสแกนใน 1.5 ms
- 5,6 โมดูลสามารถสแกนใน 2.0 ms

คุณสามารถเลือก RPI ที่ช้ากว่าที่กล่าวข้างต้น การพิจารณาเหล่านี้แสดงวิธีที่รวดเร็วโมดูลสามารถสแกนไม่ใช่วิธีการที่รวดเร็วโปรแกรมสามารถใช้ข้อมูล RPI จะไม่ตรงกันกันกับโปรแกรมสแกนปัจจัยอื่น ๆ เช่น ระยะเวลาการทำงานของโปรแกรมส่งผลกระทบต่อ I/O

2.5 อินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงหรือควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้า และความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับได้อินเวอร์เตอร์ได้นำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้เช่น

1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับสำรอง เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับหลักเกิดขัดข้องขึ้นที่เรียกกันว่า Stand-by Power supplies หรือ Uninterruptible Power Supplies โดยเรียกย่อ ๆ ว่า UPS ใช้เป็นระบบไฟฟ้าสำรองสำหรับอุปกรณ์ที่สำคัญ ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสสลับหลักเกิดขัดข้อง Transfer Switch ซึ่งทำงานด้วยความเร็วถึง 1/1000 วินาทีจะต่ออุปกรณ์เข้ากับอินเวอร์เตอร์จ่ายไฟกระแสสลับให้แทนโดยแปลงจากแบตเตอรี่ซึ่งประจุไว้ ขณะที่มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับหลัก

2. ใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสสลับ โดยการเปลี่ยนความถี่เมื่อความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับเปลี่ยนแปลง ความเร็วของมอเตอร์จะเปลี่ยนแปลงตามสมการ N = 120f/N

โดยที่ N = ความเร็วรอบต่อนาที

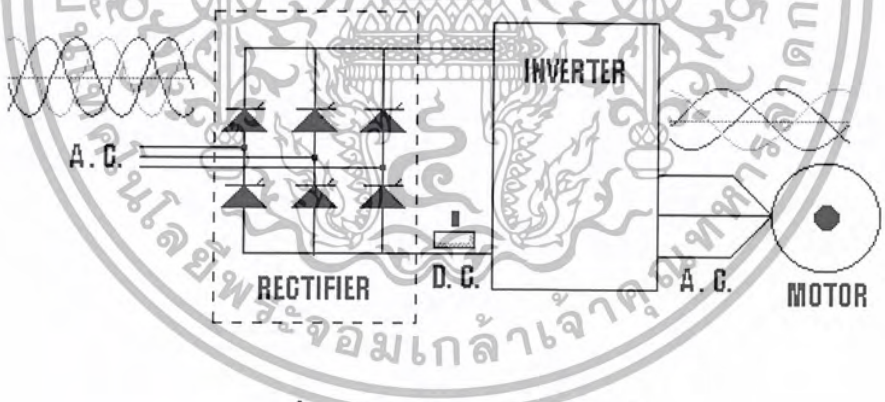
f = ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าต่อวินาที

P = จำนวนขั้วของมอเตอร์

ในการควบคุมนี้ถ้าต้องการแรงบิดคงที่จะต้องรักษาให้อัตราส่วนของแรงดันต่อความถี่ที่จ่ายเข้ามอเตอร์คงที่ด้วย

3. ใช้แปลงไฟฟ้าจากระบบส่งกำลังไฟฟ้าแรงสูงชนิดกระแสตรง ให้เป็นชนิดกระแสสลับเพื่อจ่ายให้กับผู้ใช้

4. ใช้ในเตาถลุงเหล็กที่ใช้ความถี่สูงซึ่งใช้หลักการเหนี่ยวนำด้วยสนามแม่เหล็กทำให้ร้อน (Induction Heating)



รูปที่ 2.13 การทำงานอินเวอร์เตอร์

สรุปเนื่องจากในปัจจุบันนี้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากยิ่งขึ้น และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ก็มิได้จำกัดการใช้งานแต่เฉพาะภายในอาคารเท่านั้น ดังนั้นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถ เคลื่อนย้ายได้จึงเป็นสิ่งจำเป็นอินเวอร์เตอร์ทำให้ความต้องการเหล่านี้เกิดขึ้นได้ และเมื่อเราประยุกต์ เข้ากับการใช้งานอื่น ๆ ก็สามารถนำอินเวอร์เตอร์ไปใช้ได้อีก เช่น การเก็บไฟฟ้าสำรองในระบบคอมพิวเตอร์

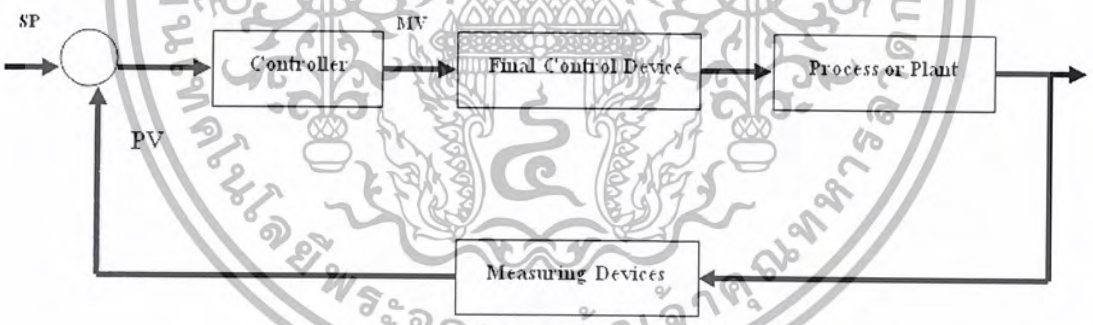
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินเวอร์เตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงหรือควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้า และความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับได้ อินเวอร์เตอร์ได้นำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้

2.6 หลักการของตัวควบคุม

ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control System) หมายถึงระบบควบคุมที่มีลักษณะเป็นวงรอบการควบคุม (Control Loop) โดยการควบคุมมีการกระทำ คือ การวัด (M) การตัดสินใจ (D) ออกกริยาควบคุม (A) วนเวียนแบบนี้เรื่อยไปซึ่งในวงรอบจะประกอบไปด้วย 4 ส่วน ดังนี้

- กระบวนการ (Process or Plant)
- เครื่องควบคุม (Controller)
- อุปกรณ์ตรวจวัดและส่งสัญญาณ (Sensor and Transmitter Device)
- อุปกรณ์ควบคุมขั้นสุดท้าย (Final Control Device)



รูปที่ 2.14 บล็อกไดอะแกรมของระบบแบบป้อนกลับ

กระบวนการ คือ ส่วนที่ให้อัตรามวลหรือพลังงานไหลผ่านเข้าออก เพื่อจะใช้มวลหรือพลังงานที่เข้าไปภายในถูกใช้ไปในกระบวนการผลิต ก่อปฏิกริยา ประกอบเคมีโครงสร้างกับกัก เช่น กาต้มน้ำ ห้องปรับอากาศ เตาอบ ถังความดันแก๊ส ถังเก็บกักของเหลว หอกลั่น เป็นต้น

เครื่องควบคุม คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการรักษาอัตราของมวลหรือพลังงานที่ไหลผ่านกระบวนการที่คงที่ โดยสังเกตค่าตัวแปรกระบวนการแล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย จากนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็ทำการส่งสัญญาณควบคุมควบคุมที่เหมาะสมไปสู่อุปกรณ์ควบคุมขั้นสุดท้าย เพื่อควบคุมอัตรามวลหรือพลังงานต่อไป

ฟังก์ชัน PID (Proportional Integral Derivative) เป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ควบคุมตัวแปรกระบวนการให้เป็นไปตามเป้าหมายอย่างต่อเนื่อง สัญญาณทางออกหรือค่าที่ประมวลผลของ PID ประกอบจากการรวมตัวของแรงผลักดัน 3 ส่วน

1. การควบคุมแบบ (Proportional : P) คือ ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมจะแปรผันตรงกับค่าความผิดพลาด กล่าวคือ ค่าความผิดพลาดมีค่ามากขึ้น ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมก็จะมีค่ามากขึ้นตาม และถ้าค่าความผิดพลาดมีค่าน้อยลง ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมก็จะมีค่าน้อยลงตามไปด้วยการควบคุมแบบ P เขียนสมการได้ดังนี้

$$m_p(t) = Kp_e(t) + m \tag{2.4}$$

เมื่อ $m_p(t)$ คือ ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมแบบ Proportional

K_p คือ อัตราขยายของตัวควบคุมแบบ Proportional

m คือ ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมที่มีค่าความผิดพลาดเท่ากับศูนย์

การควบคุมแบบนี้เหมาะกับกระบวนการที่มี Time Lag ไม่สูงมาก แต่การควบคุมแบบนี้มีจุดอ่อนคือการเกิด Offset

2. การควบคุมแบบ (Integral : I) หรือเรียกอีกอย่างว่าการควบคุมแบบรีเซต (ResetControl) โดยค่าเอาท์พุทของตัวควบคุม หาได้จากพื้นที่ทั้งหมดภายใต้กราฟของค่าความผิดพลาดต่อเวลาคูณกับค่าคงที่ที่เรียกว่า อัตราขยายของตัวควบคุมแบบ I (Integral Gain) ดังนี้

$$m_I(t) = K_I \int e(t)dt + m_{I(0)} \tag{2.4}$$

เมื่อ $m_I(t)$ คือ ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมแบบ Integral

K_I คือ อัตราการขยายตัวควบคุมแบบ Integral

$\int e(t)dt$ คือ พื้นทีทั้งหมดของค่าความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$m_I(0)$ คือ ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมที่เวลา t เท่ากับศูนย์

ผลของกริยาควบคุมแบบ I นี้ จะทำให้ไม่เกิดออฟเซ็ตขึ้นในระบบและลดค่าพุ่งเกิน Overshoot ของระบบลงได้แต่ถ้ากริยาควบคุมมีค่าสูงเกินไปจะทำให้ผลตอบสนองของกระบวนการช้าลง

3. การควบคุมแบบ (Derivative : D) หรือการควบคุมแบบสัดส่วน โดยสัญญาณเอาท์พุทของตัวควบคุม จะขึ้นอยู่กับอัตราการเปลี่ยนแปลงของของค่าความผิดพลาดต่อเวลาจะเห็นว่าความผิดพลาดนี้มีโอกาสเป็นศูนย์ได้ และค่าเอาท์พุทก็สามารถเปลี่ยนแปลงให้มีค่าสูงขึ้นได้ เมื่อความผิดพลาดเปลี่ยนแปลง เรียกว่า อัตราการกระทำ (Rate Action) ดังนี้

$$m_D(t) = K_D d(t)/dt \tag{2.5}$$

$m_D(t)$ คือ ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมแบบ Derivative

K_D คือ อัตราขยายของตัวควบคุมแบบ Derivative

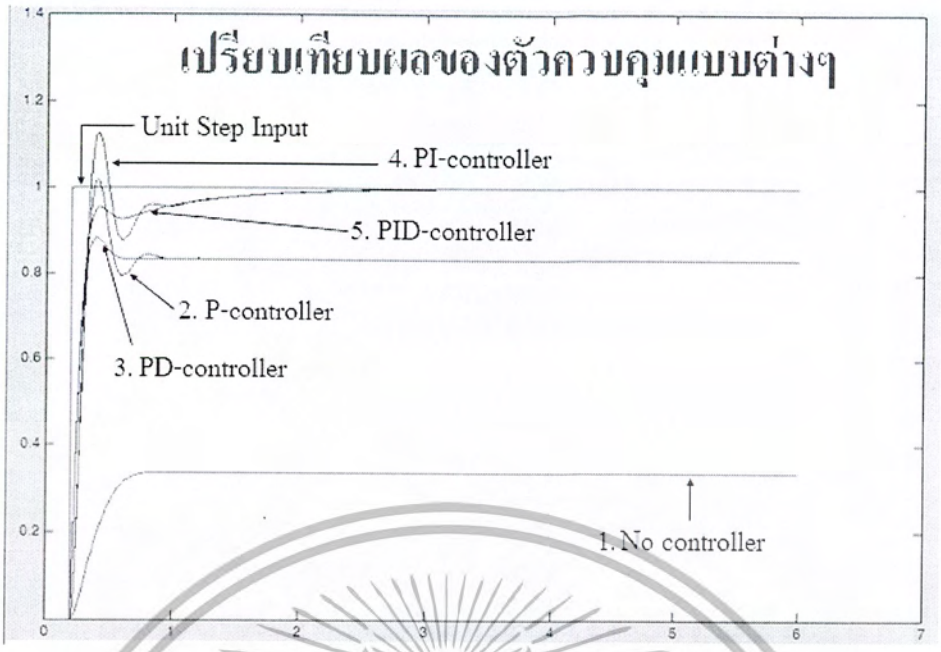
$de(t)/dt$ คือ ความผิดพลาดที่เวลา t

ผลของกริยาควบคุมแบบ D จะทำให้ผลตอบสนองของกระบวนการเร็วขึ้นแต่ระบบจะไวต่อการรบกวน

อุปกรณ์ตรวจวัดและส่งสัญญาณ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่วัดตัวแปรของมวลหรือพลังงานที่ไหลผ่านกระบวนการและส่งสัญญาณให้เครื่องควบคุม เช่น เทอร์โมคัฟเปิ้ล อุปกรณ์ตรวจวัดความดัน อัตราไหล ระดับของเหลว

อุปกรณ์ควบคุมขั้นสุดท้าย เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ผลักดันมวลหรือพลังงานให้ไหลผ่านกระบวนการไปได้ ได้แก่ วาล์วควบคุม ปั๊มของเหลว รีเลย์ โซลิดเสตทรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 เปรียบเทียบผลควบคุมแบบต่าง ๆ

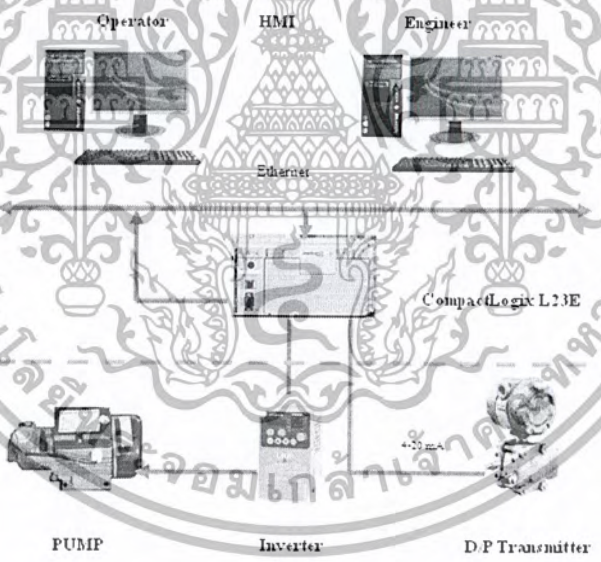
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและหลักการทำงาน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้เริ่มทำจากการศึกษาหลักการทำงานของการควบคุมระดับของของเหลวในแบบถังเปิด หลังจากได้ทำการศึกษาหลักการทำงานระบบแล้ว จึงทำการออกแบบ P&I Diagram ออกแบบ SolidWorks และสร้างพลานต์โมเดลขึ้น ตามลำดับ จากนั้นทำการเชื่อมต่อกระบวนการ โดยการแสดงผล สั่งงาน และควบคุมอุปกรณ์ในพลานต์โมเดลด้วยตัวควบคุมพีแอลซี โดยผ่านโปรแกรม Wonderware Intouch

3.1 ออกแบบการเชื่อมต่อในพลานต์โมเดล



รูปที่ 3.1 การเชื่อมต่อในพลานต์โมเดล

ทำการออกแบบและสร้างพลานต์โมเดล ควบคุมระดับของของเหลวแบบสองถัง และติดตั้งอุปกรณ์วัดและควบคุม โครงงานได้ทำการออกแบบกระบวนการควบคุมระดับของของเหลวในถังอะคิลิคถังล่างที่รับของเหลวมาจากถังบน หรือรับจากปั๊มโดยตรง และทำการควบคุมระดับ

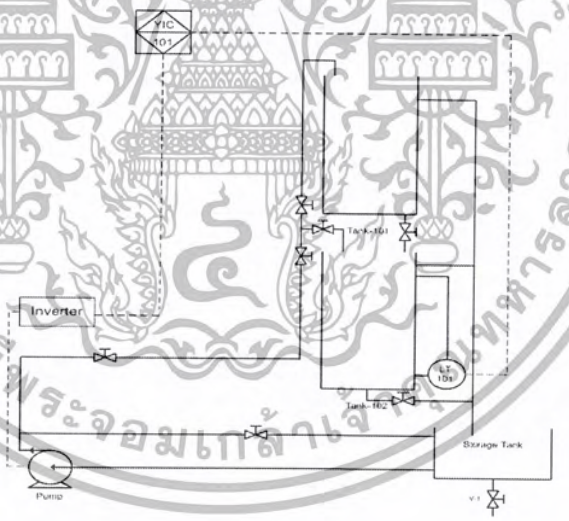
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของของเหลวในระบบถังเปิด โดยใช้เครื่องมือวัดความดันแตกต่างแบบ HART และใช้อินเวอร์เตอร์ในการควบคุมอัตราการไหลของปั๊มน้ำกับตัวควบคุมที่โปรแกรมได้ ให้มีการสั่งงานแสดงผล และควบคุมการทำงานแบบกราฟิกผ่านโปรแกรม Wonderware Intouch โครงสร้างการออกแบบประกอบไปด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ ดังนี้

- ส่วนระดับฟิลด์ (Filed Instrument)
- ส่วนควบคุม (Controller)
- ส่วนกราฟิก (Human Machine Interface or HMI)
- ส่วนวิศวกร (Engineer)
- ส่วนผู้ปฏิบัติงาน (Operators)

3.1.1 การออกแบบในส่วนของฟิลด์

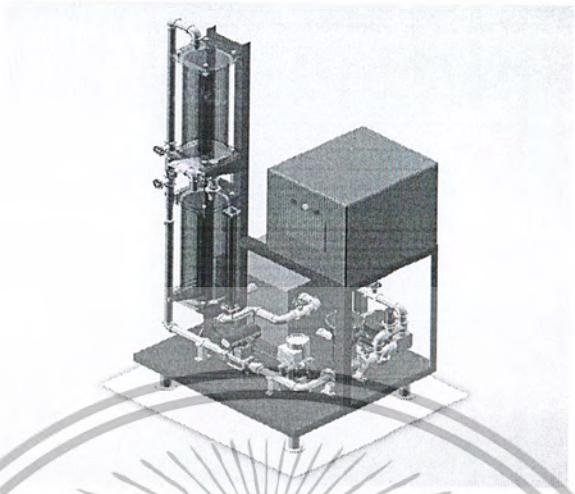
3.1.1.1 ออกแบบพีแอนด์ไอไดอะแกรม



รูปที่ 3.2 แบบพีแอนด์ไอไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

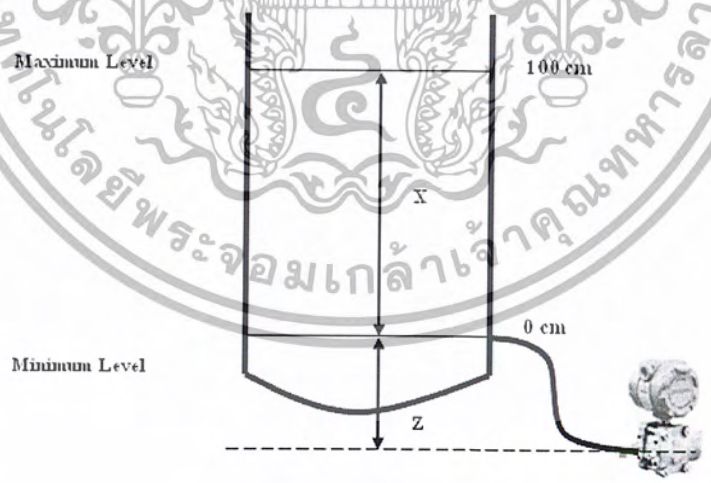
3.1.1.2 ออกแบบจำลองด้วยโปรแกรม Solid works



รูปที่ 3.3 แบบ SolidWorks

3.1.1.3 ติดตั้งเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง (Differential PressureTransmitter)

ทำการสอบเทียบ



รูปที่ 3.4 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หา ค่าความถ่วงจำเพาะของของเหลวที่ต้องการ (SG) จากสมการ

$$P = h.SG$$

เมื่อรู้ความดันจะได้ 455 mmH_2O = SG (350)

เพราะฉะนั้นจะได้ SG = 1.3

เมื่อพิจารณา Δ P(100%) = (x+z).SG

= 450×1.3

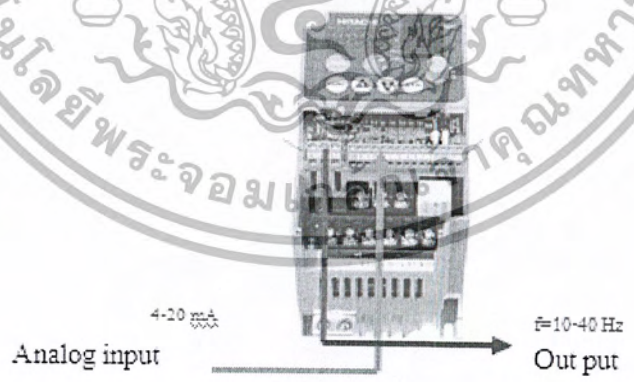
= 585 mmH_2O

Δ P(0%) = z.SG

= 10×1.3

= 13 mmH_2O

3.1.1.4 การทำงานอินเวอร์เตอร์ (Inverter)



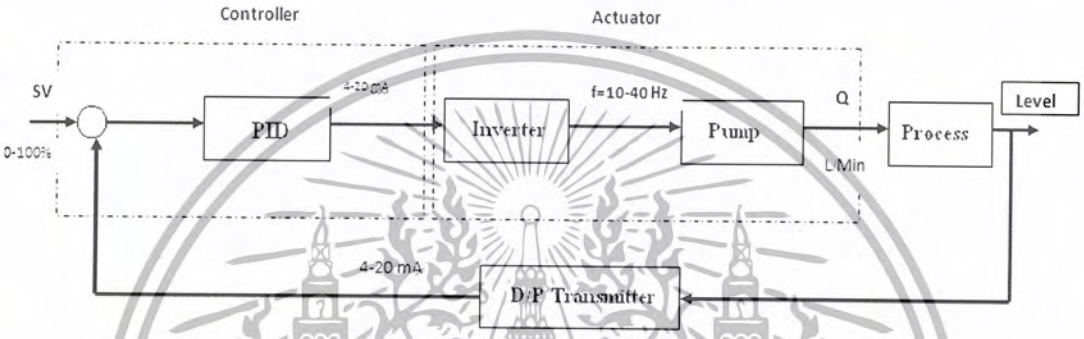
รูปที่ 3.5 อินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.5 อินเวอร์เตอร์รับสัญญาณ อนาลอกอินพุต 4-20 มิลลิแอมป์ จากตัวควบคุม พีแอลซี แล้วแปลงเป็นสัญญาณเอาต์พุต ความถี่ 10-40 เฮริตซ์ เพื่อใช้ในการเปลี่ยนอัตราการไหลของปั๊ม เพื่อควบคุมระดับให้เป็นไปตามที่ต้องการ

3.1.2 การทำงานส่วนควบคุม (Controller)

3.1.2.1 ออกแบบการทำงาน

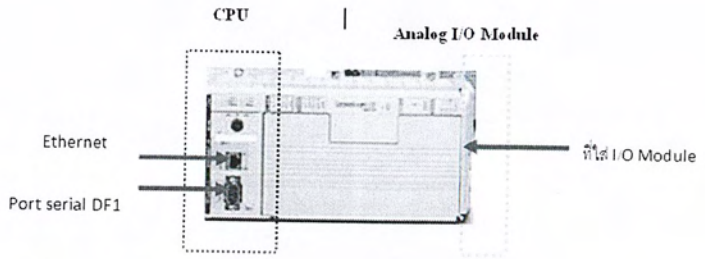


รูปที่ 3.6 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

ในการออกแบบการทำงานดังรูปที่ 3.6 จะใช้เครื่องมือวัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter) แบบ HART ในการวัดระดับของเหลวในถังอะคิลิค แล้วส่งสัญญาณ 4-20 มิลลิแอมป์ ไปยังพีแอลซี ซึ่งภายในจะมีฟังก์ชันควบคุมแบบพีไอดี แล้วส่งสัญญาณ 4-20 มิลลิแอมป์ ไปที่อินเวอร์เตอร์ เพื่อให้อินเวอร์เตอร์ควบคุมอัตราการไหลของปั๊มตามความถี่ 10-40 เฮริตซ์ ให้ผ่านเข้าไปในถังอะคิลิค เพื่อที่จะใช้เครื่องมือวัดความดันแตกต่างในการวัดระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.2 พีแอลซี (PLC)



รูปที่ 3.7 พีแอลซี รุ่น CompactLogix L23E QB1B

ในส่วนของวิศวกร ทำการเขียนโปรแกรมแลดเดอร์ เพื่อสั่งงานตัวควบคุมพีแอลซี ให้สามารถทำงานได้

รูปที่ 3.8 แลดเดอร์ไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

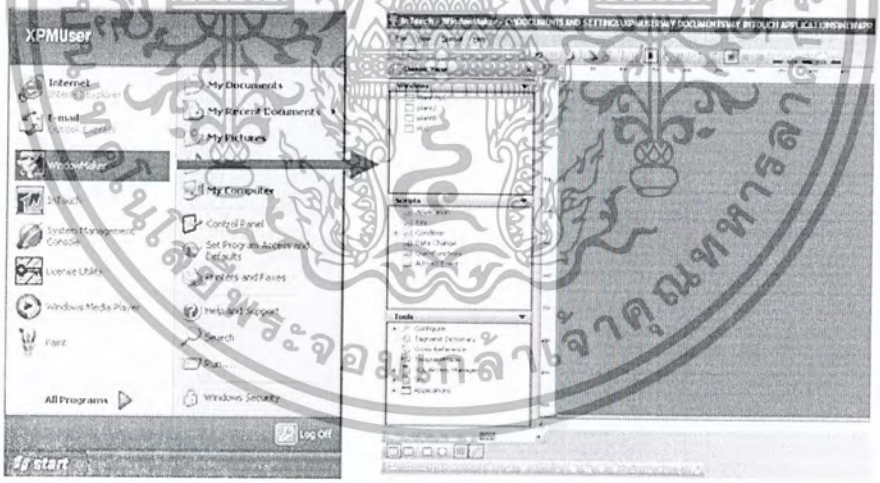
3.1.3 ส่วนกราฟิก (Human Machine Interface or HMI)

ใช้ซอร์ฟแวร์ของ Wonderware Intouch ในการเขียนกราฟิก เพื่อการสั่งงาน แสดงผล และควบคุมผ่านโปรแกรม Wonderware Intouch ไปยังตัวพีแอลซี ซึ่งประกอบไปด้วย

3.1.3.1 การเขียนกราฟิกบน window Maker

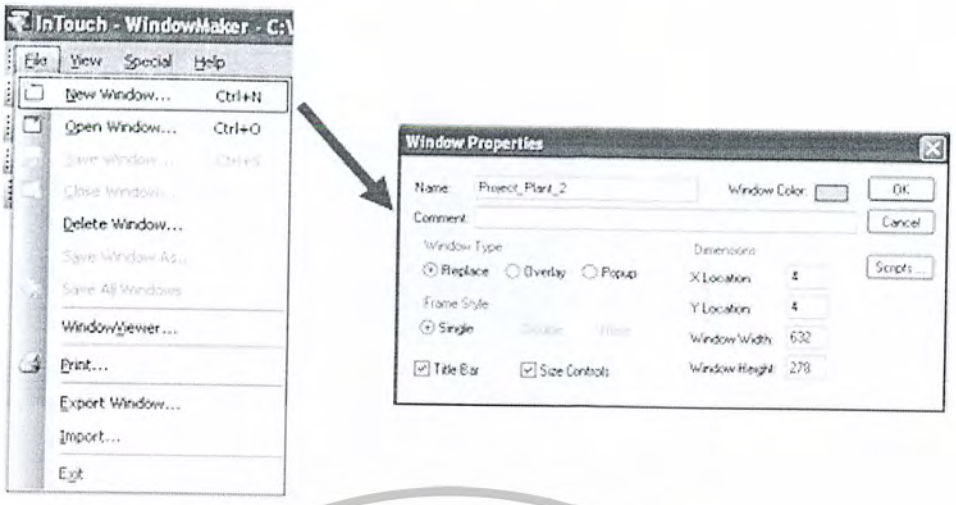
จากรูปที่ 3.9 เมื่อเปิดโปรแกรมของ Window Maker ขึ้นมาจะปรากฏหน้าของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.9 ด้านซ้ายจะเป็นหน้าของของเมนูหลัก ๆ 3 อย่างประกอบด้วยหน้าวินโดว์ (Window) หน้าของสคริป (Scripts) หน้าคอนฟิก (Configure)

สำหรับหน้าของวินโดว์ (Window) เป็นหน้าของชิ้นงานที่ได้สร้างขึ้นมา ส่วนหน้าของ Scripts เป็นการผูกการทำงานของกราฟิก ให้สามารถทำงานสัมพันธ์กันโดยหลัก ๆ มีอยู่ 6 Scripts คือ Application Scripts ,Key Scripts ,Condition Scripts ,Data Change Scripts ,Quick Functions Scripts ,ActiveX Event Scripts สุดท้ายคือหน้าการคอนฟิก (Configure) เป็นการกำหนด Tagname ในกราฟิกให้สามารถทำงานร่วมกันได้



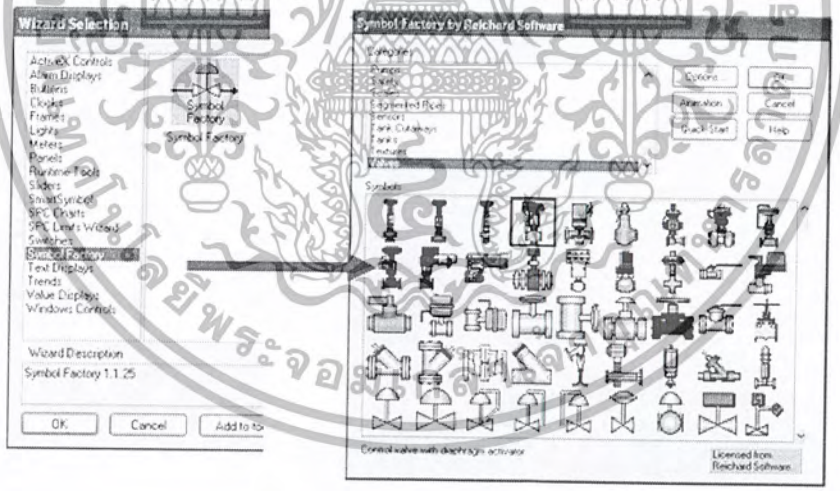
รูปที่ 3.9 หน้าโปรแกรม Wonderware

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 การสร้างหน้ากราฟิกใหม่

จากรูปที่ 3.10 จะเป็นการสร้างหน้ากราฟิกของงานขึ้นมาใหม่ โดยหน้านี้สามารถที่จะกำหนดขนาดของหน้ากราฟิกได้ตามต้องการที่ Dimensions และเปลี่ยนสีของพื้นหลังที่ Window Color

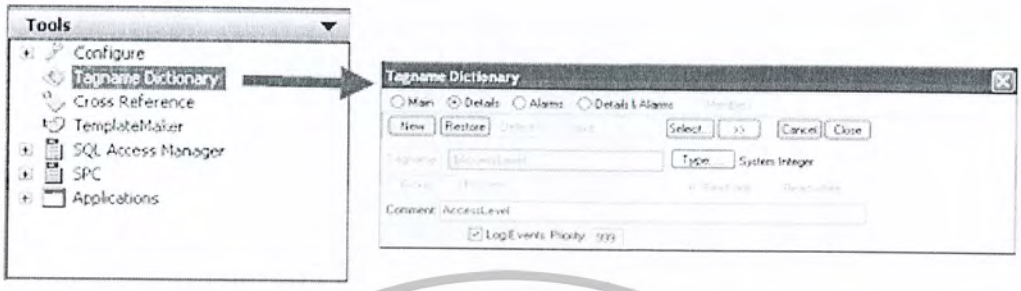


รูปที่ 3.11 การเลือกอุปกรณ์

ดับเบิลคลิกที่ Wizards หรือรูป บนแถบเครื่องมือในหน้าวินโดว์ที่สร้างขึ้นมาใหม่จะปรากฏ ดังรูปที่ 3.11 จะมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เลือกนำมาใช้กับหน้ากราฟิก โดยมุมขวาบนจะมีฟังก์ชันหลัก ๆ 3 แบบ คือ Option ,Animation ,Quick Start สำหรับการกำหนด Tagname

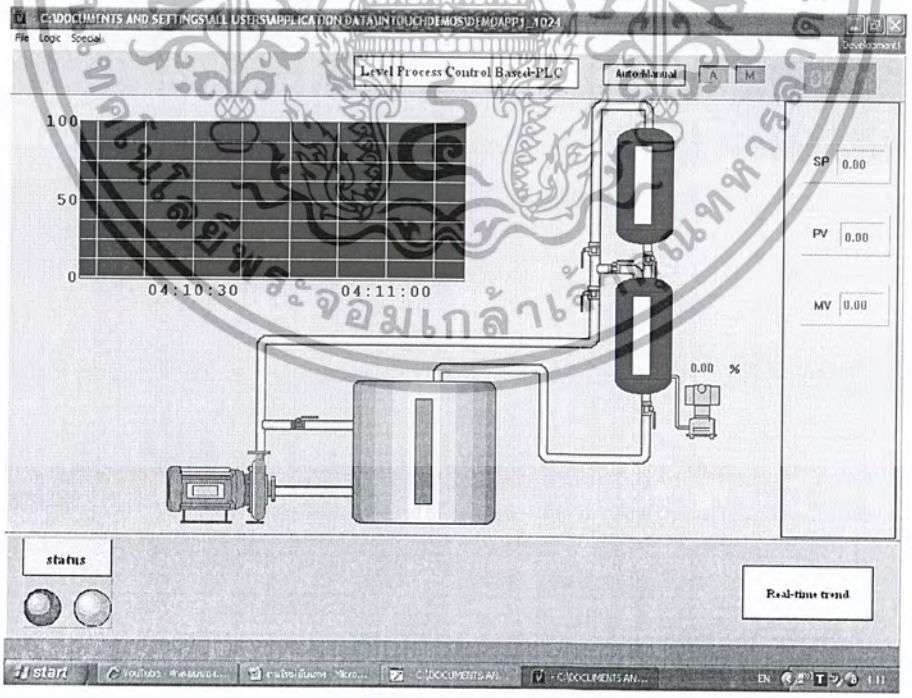
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กับอุปกรณ์จะทำที่ฟังก์ชันของ Animation หรือสามารถดับเบิลคลิกที่ตัวอุปกรณ์ได้เลย เพื่อใช้สำหรับผูกเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์เข้าด้วยกันทั้งหมด



รูปที่ 3.12 การกำหนด Tagname

จากรูปที่ 3.12 เป็นการกำหนด tag name สามารถทำได้โดยการคลิกไปที่หน้าของคอนฟิก (Configure) และ Tag name Dictionary โดยเลือกชนิดของอินพุท เอาต์พุทได้ที่ Type ตามการใช้งาน



รูปที่ 3.13 หน้ากราฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.13 เป็นหน้ากราฟิกที่จำลองขึ้นมาจากกระบวนการจริง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถดูสถานะการทำงานของระบบ ที่ได้ทำการควบคุมที่เป็นเวลาจริง ในหน้ากราฟิกจะแสดงสถานะ การทำงานของระบบ แต่ถ้ามีความผิดพลาดในระบบที่กำลังควบคุมก็จะแสดงเป็นสัญญาณเตือน (Alarm) ให้ผู้ใช้งานเห็น หรือได้ยิน ในหน้าของกราฟิกนี้ จะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานจะไม่สามารถแก้ไขอะไรได้ นอกเหนือจากที่วิศวกรได้กำหนดไว้

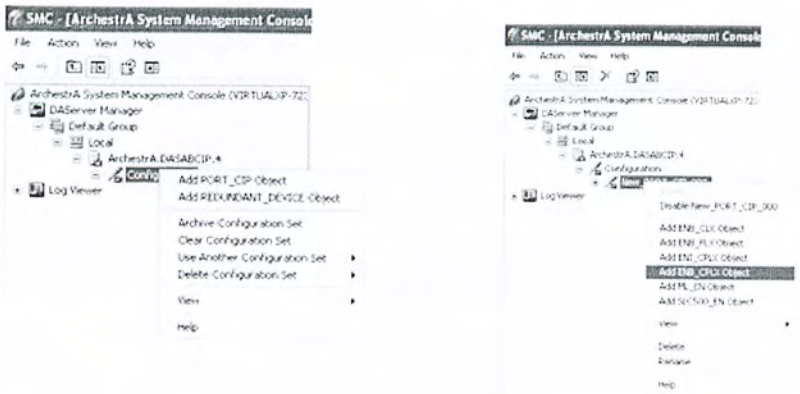
หน้ากราฟิกจะเชื่อมต่อมาจากตัวควบคุม แล้วนำค่าที่ได้จากตัวควบคุม มาแสดงผลผ่านทางหน้ากราฟิก โดยหน้าของกราฟิกจะเป็นการแสดงผลการทำงานของระบบ ผลตอบสนองของกระบวนการ และเป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับกระบวนการ เพื่อทำการควบคุมกระบวนการ

3.1.3.2 การเชื่อมต่อ Wonderware Intouch กับพีแอลซีเพื่อการสั่งงาน

รูปที่ 3.14 หน้าโปรแกรม System Management Console

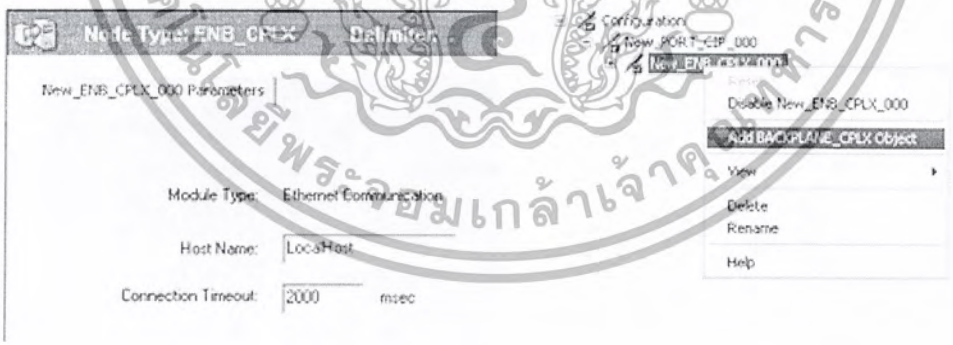
จากรูปที่ 3.14 เป็นการเชื่อมต่อระหว่างตัวควบคุมพีแอลซี กับโปรแกรม Wonderware Intouch ให้สามารถเชื่อมต่อกัน เพื่อการสั่งงาน แสดงผล และควบคุมกระบวนการให้เป็นไปในทิศทางที่ต้องการได้ โดยมีขั้นตอนในการทำดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 การ Add PORT_CIP Object

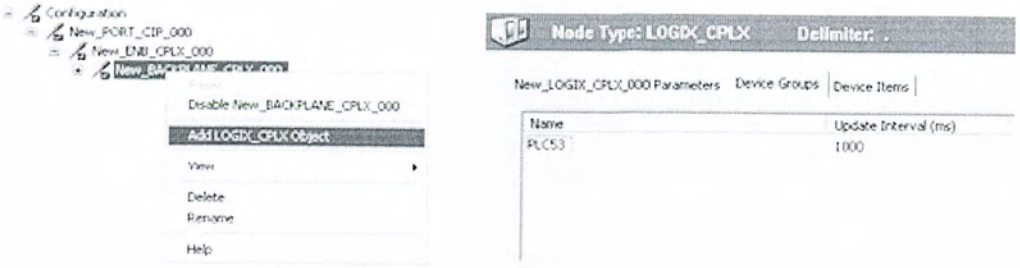
จากรูปที่ 3.15 เมื่อเข้าไปที่โปรแกรม System Management Console เรียบร้อยแล้ว ให้แตกไฟล์ของ DAserver manager ออกไปเรื่อย ๆ แล้วคลิกขวาที่ Configuration เลือก Add PORT _CIP Object แล้วคลิกขวา Add ENB_CPLX กำหนด Host Name สำหรับ Host Name ที่กำหนดในโครงงานนี้คือค่า 192.168.55.5 ตามที่กำหนดไว้ที่ตัวควบคุมพีแอลซี และคลิกขวาต่อด้วยการ Add BACKPLANE_CPLX ตามรูปที่ 3.16



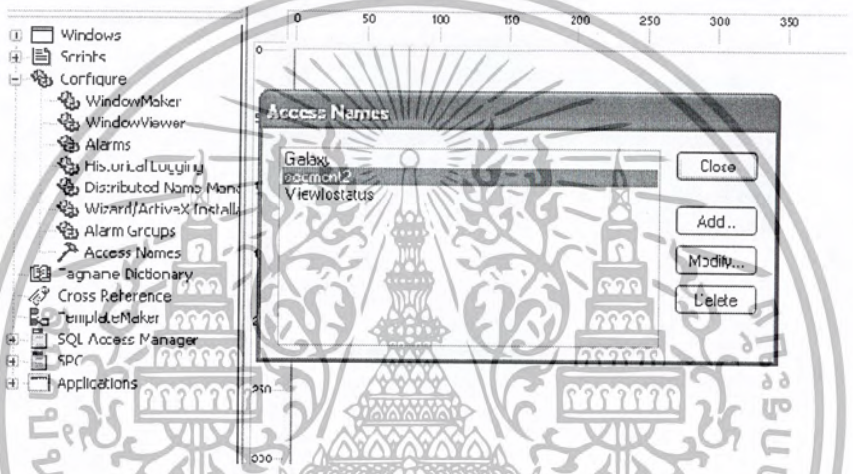
รูปที่ 3.16 การกำหนด Host Name ให้พีแอลซี

จากรูปที่ 3.17 คลิกขวา เพื่อ Add LOGIX_CPLX แล้วกำหนดชื่อ TOPIC แล้วก็เซฟไฟล์เป็นลำดับสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



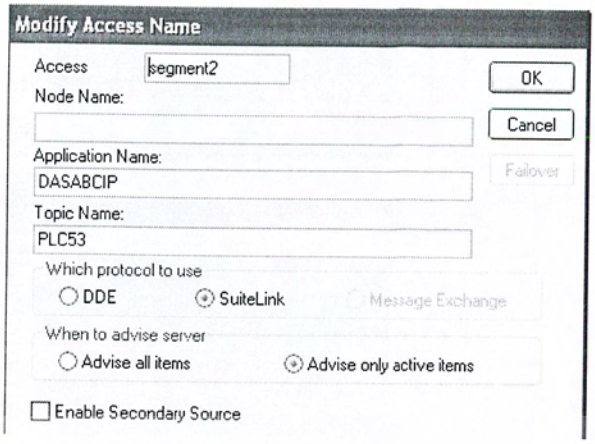
รูปที่ 3.17 การกำหนดชื่อ TOPIC ให้พีแอลซี



รูปที่ 3.18 การกำหนด Access Name

จากรูป 3.18 เป็นการกำหนด Access Name โดยเข้าไปในหน้าเขียนกราฟิกของ Window Maker เลือกที่คอนฟิก (Configure) แล้ว Access Name เลือก Add ทำการกำหนดค่าดังรูปที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 การ Modify Access Name

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

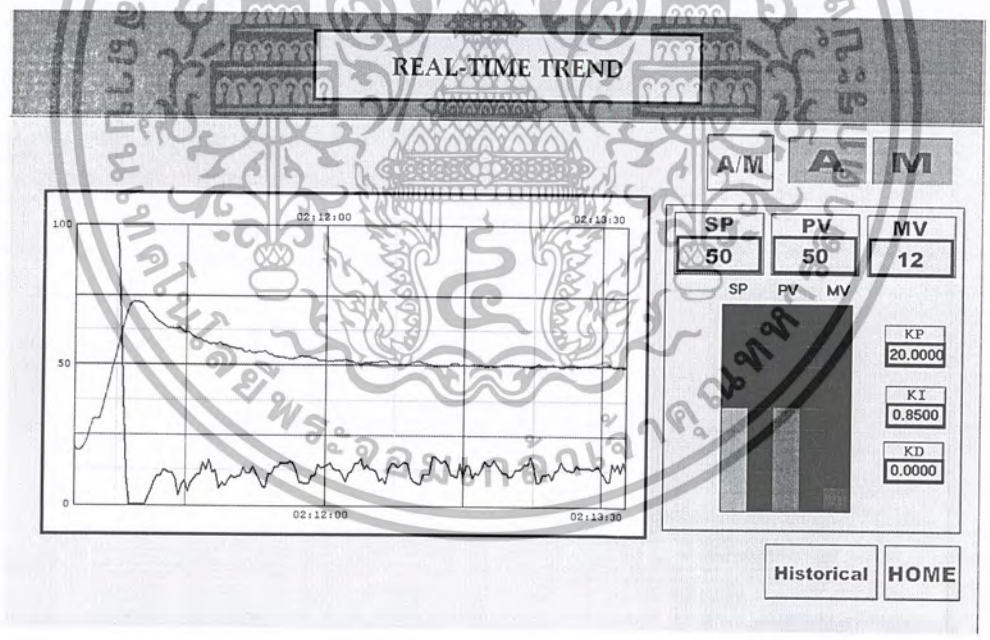
การทดลองและผลการทดลอง

จากการทดลองได้ทำการทดลองการควบคุมระดับของของเหลวโดยมีการทดลอง 2 แบบ คือ การควบคุมระดับแบบถังล่าง การควบคุมระดับแบบสองถัง โดยได้ทำการหาค่า พารามิเตอร์ Kp Ki Kd ก่อนที่จะทำการควบคุมระดับของของเหลว

4.1 การทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันควบคุมพีไอดี

4.1.1 ขั้นตอนแรกจะทำการปรับหาค่า Kp

โดยกำหนดค่าเป้าหมาย (SP) ค่าใดก็ได้ แต่ในที่นี้กำหนดค่าเป้าหมาย (SP = 50%) แล้วทำการเพิ่มค่า Kp เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกว่าค่า PV จะใกล้เคียงกับค่าเป้าหมาย (SP) สังเกตได้จากกราฟ แต่ถ้าไม่ต้องการให้มี Overshoot สูงมากนักสามารถลดค่า Kp ลงได้ จะได้ค่า Kp = 12

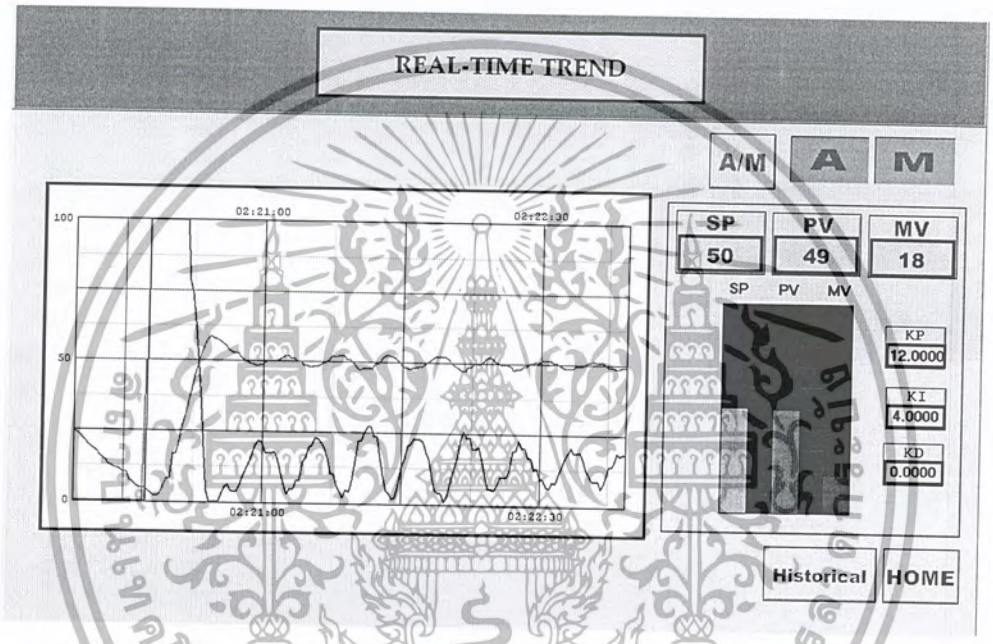


รูปที่ 4.1 ผลตอบสนองของกระบวนการจากการปรับค่า Derivative

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ขั้นตอนที่สองจะทำการปรับหาค่า Ki

จากกราฟเราทำการลดค่า Kp ให้ได้ค่าที่เหมาะสมแล้วจากกราฟ จะเห็นได้ว่ากราฟ PV มีการแกว่งไม่สามารถเข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ได้ค่า Kp จึงไม่พอที่จะทำให้ค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ได้ จึงต้องอาศัยค่า Ki เข้ามาช่วย ในระบบนี้เริ่มต้นใส่ค่า Ki ไว้ค่าหนึ่ง แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงจากกราฟจะบอกได้ว่าค่า Ki ที่ทำการใส่ค่าเดิมไว้นั้นมีค่ามากเกินไป จึงต้องทำการลดค่า Ki ลง จะได้ค่า Ki = 0.85



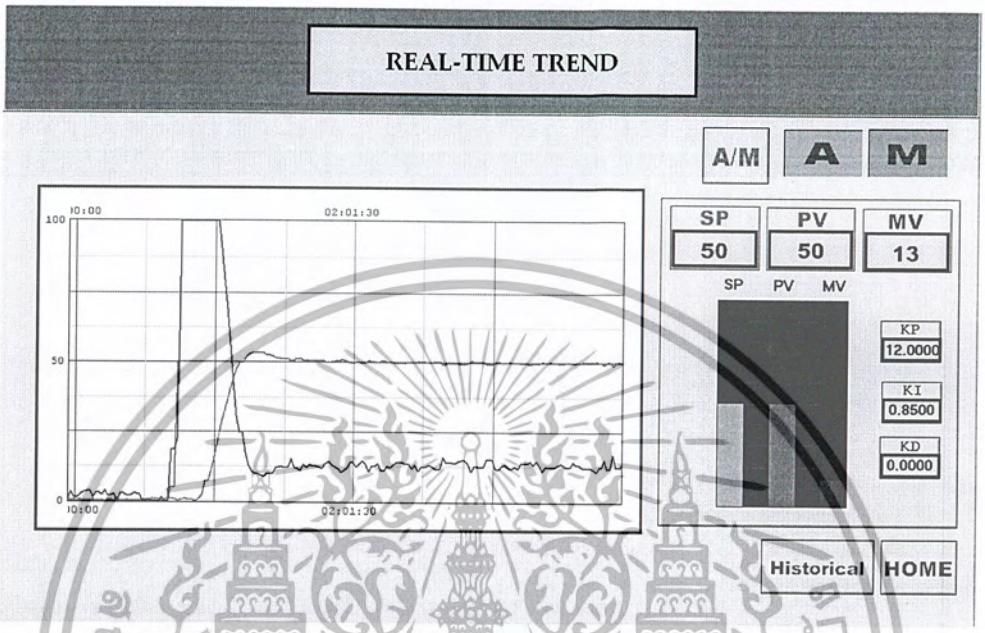
รูปที่ 4.2 ผลตอบสนองของกระบวนการจากการปรับค่า Integral

จากการทดลองนี้ จะให้ค่า Kd = 0 เนื่องจากถ้ามีค่า Kd จะทำให้ผลตอบสนองของกระบวนการเร็วขึ้นแต่ระบบจะไวต่อการรบกวน

สรุปได้ว่าในการทดลองควบคุมระดับของของเหลวทั้งแบบถังเดียวจะใช้การควบคุมแบบพีไอ (PI) การควบคุมแบบพี (P) นั้นจะมีออฟเซ็ตเกิดขึ้น ซึ่งการกำจัดค่าออฟเซ็ตนี้สามารถทำได้โดยการเพิ่มกริยาการควบคุมแบบไอ (I) เข้าไป แต่ถ้าปรับค่าไอ (I) มากเกินไปก็ จะทำให้การควบคุมเกิดการแกว่งขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลอง สามารถหาค่าพารามิเตอร์ Kp , Ki , Kd ได้ดังต่อไปนี้ คือ Kp = 12 , Ki = 0.85 , Kd = 0 แล้วทำการใส่ค่าพารามิเตอร์ แล้วทำการควบคุมที่ระดับของของเหลวที่ 50% จะได้ดังกราฟต่อไปนี้



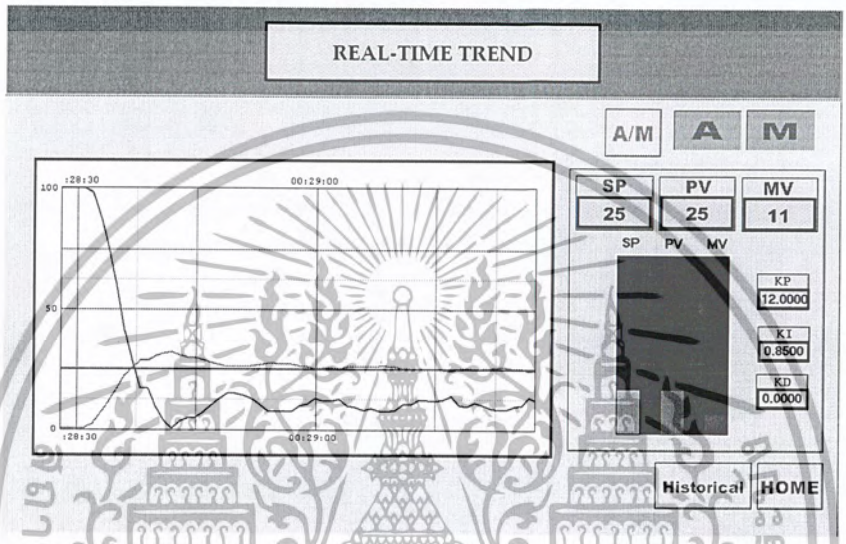
รูปที่ 4.3 ผลตอบสนองของกระบวนการเป็นไปอย่างต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองควบคุมระดับของของเหลวในถังล่าง

จะใช้ค่าพารามิเตอร์ต่อไปนี้ Kp = 12, Ki = 0.85, Kd = 0 จะทำการทดลองควบคุมระดับของของเหลวที่ 25% 50% 75% และ 80% ตามลำดับ คือปรับค่าเป้าหมายคือ SP = 25, 50 , 75 , 80

4.2.1 ค่าเป้าหมาย (SP = 25%)

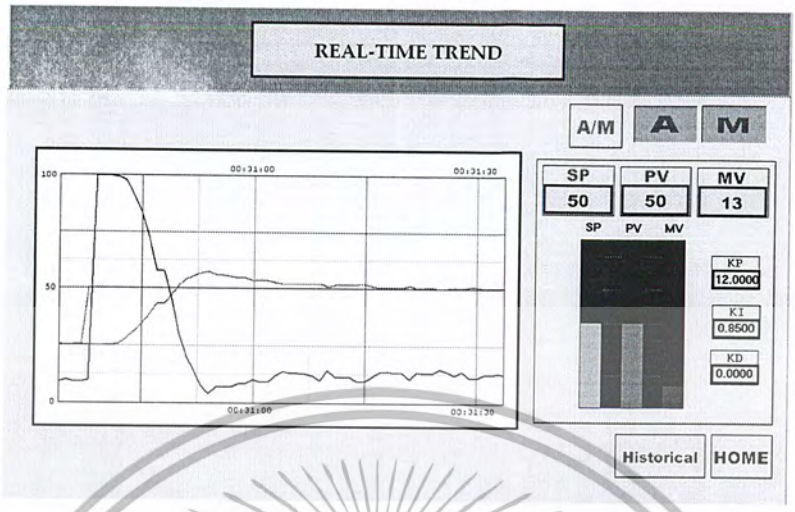


รูปที่ 4.4 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 25%

ในรูปที่ 4.4 แสดงผลตอบสนองของกระบวนการ โดยมีการปรับค่าเป้าหมาย (SP) จาก 0% เป็น 25% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ภายในเวลา 45 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

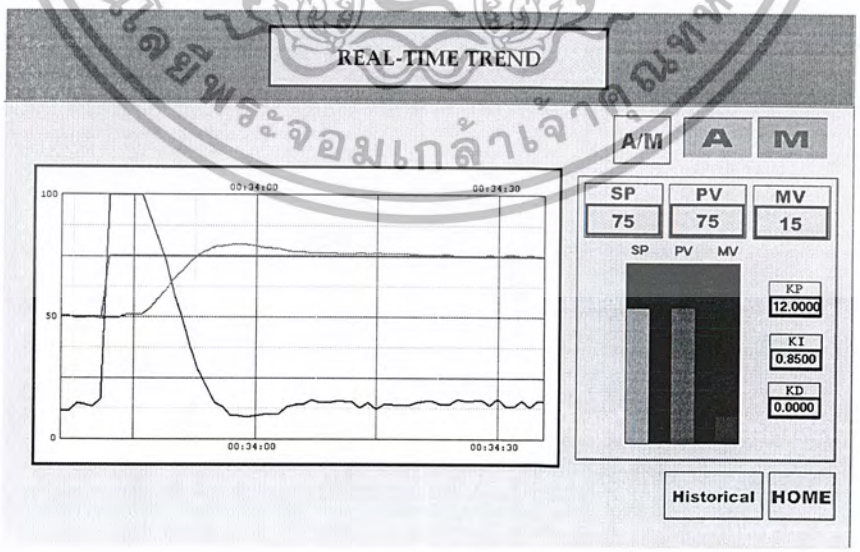
4.2.2 ค่าเป้าหมาย (SP=50%)



รูปที่ 4.5 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 50%

ในรูปที่ 4.5 แสดงผลตอบสนองของกระบวนการ โดยมีการปรับค่าเป้าหมาย (SP) จาก 25% เป็น 50% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ภายในเวลา 45 วินาที

4.2.3 ค่าเป้าหมาย (SP=75%)

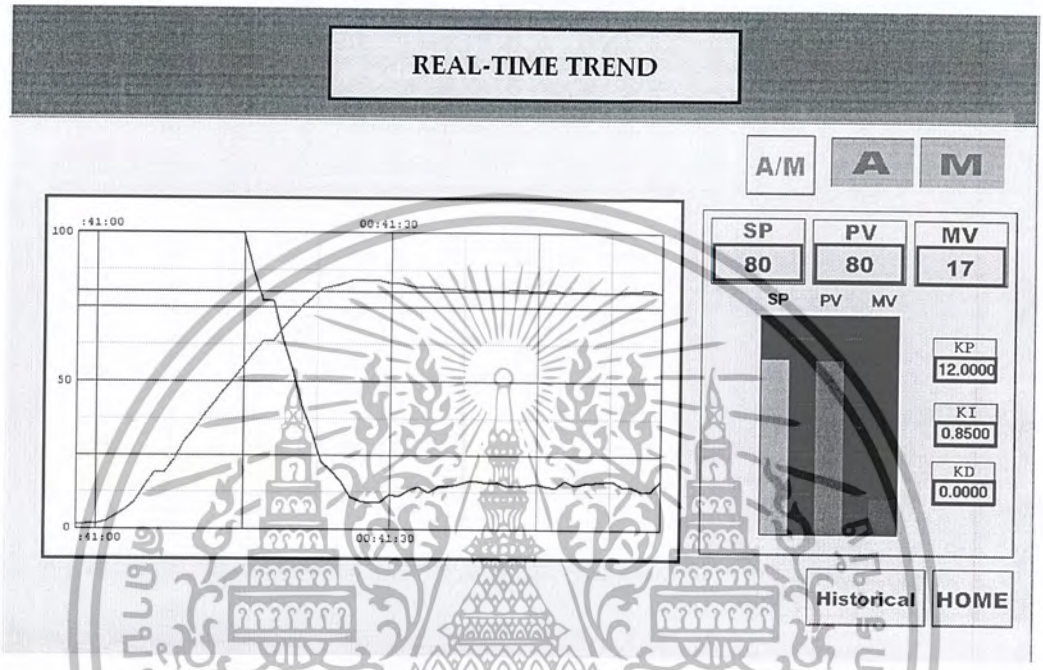


รูปที่ 4.6 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 75%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 4.6 แสดงผลตอบสนองของกระบวนการ โดยมีการปรับค่าเป้าหมาย (SP) จาก 50% เป็น 75% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ภายในเวลา 45 วินาที

4.2.4 ค่าเป้าหมาย (SP=80%)



รูปที่ 4.7 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 80%

ในรูปที่ 4.7 แสดงผลตอบสนองของกระบวนการ โดยมีการปรับค่าเป้าหมาย (SP) จาก 0% เป็น 80% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ภายในเวลา 45 วินาที

4.3 ทดลองควบคุมระดับของของเหลวทั้งสองถัง

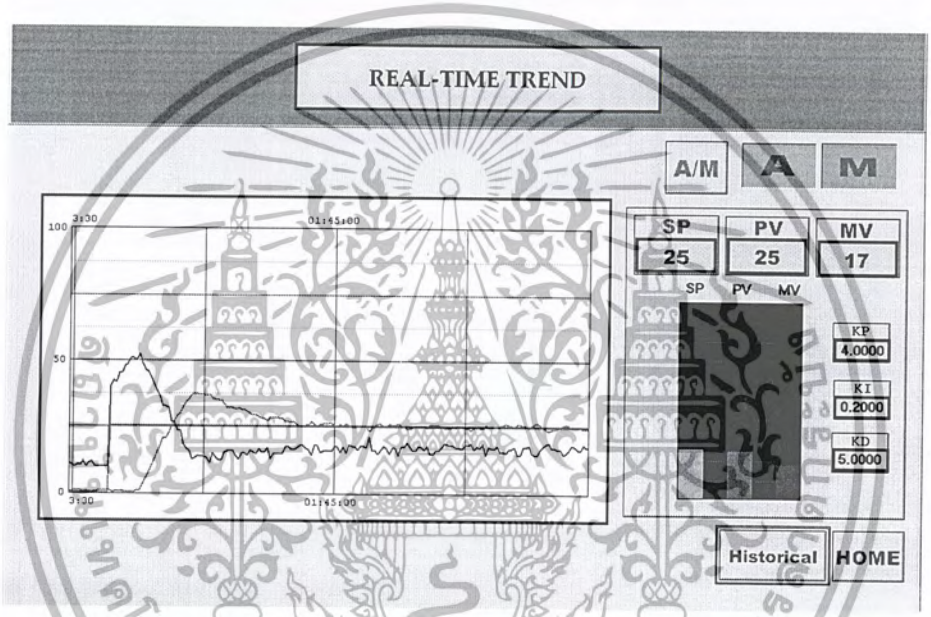
จากการทดลอง โดยทำวิธีเดียวกับการทดลองการควบคุมถังล่าง ซึ่งได้ค่าพารามิเตอร์ใหม่ คือ Kp = 4 Ki = 0.2 Kd = 5 ในกรณีนี้จำเป็นที่จะต้องใช้ค่า Kd เพราะว่าค่า Ki ไม่เพียงพอที่จะทำให้ระบบมีสมรรถนะมากพอ กริยาควบคุมแบบสัดส่วน (D) โดยสัญญาณเอาต์พุตของตัวควบคุมจะขึ้นอยู่กับอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดต่อเวลา จะเห็นว่าค่าความผิดพลาดนี้มีโอกาสเป็นศูนย์ได้ และค่าเอาท์พุทก็สามารถเปลี่ยนแปลงให้มีค่าสูงขึ้น เมื่อความผิดพลาดเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเรียกการกระทำดังกล่าวว่า อัตราการกระทำ ผลของกริยาควบคุมแบบอัตราส่วนจะทำให้ผลตอบสนองของกระบวนการเร็วขึ้น แต่ระบบจะไวต่อการระกวน

ในที่นี้เราจึงใช้การควบคุมแบบ PID ใช้ในการควบคุมระดับของของเหลวทั้งสองถัง เพื่อให้ผลตอบสนองของระบบมีสมรรถนะเป็นไปตามต้องการ จึงใช้กริยาควบคุมทั้ง 3 แบบร่วมกัน โดยมีการทดลอง ดังต่อไปนี้

4.3.1 ค่าเป้าหมาย (SP=25%)

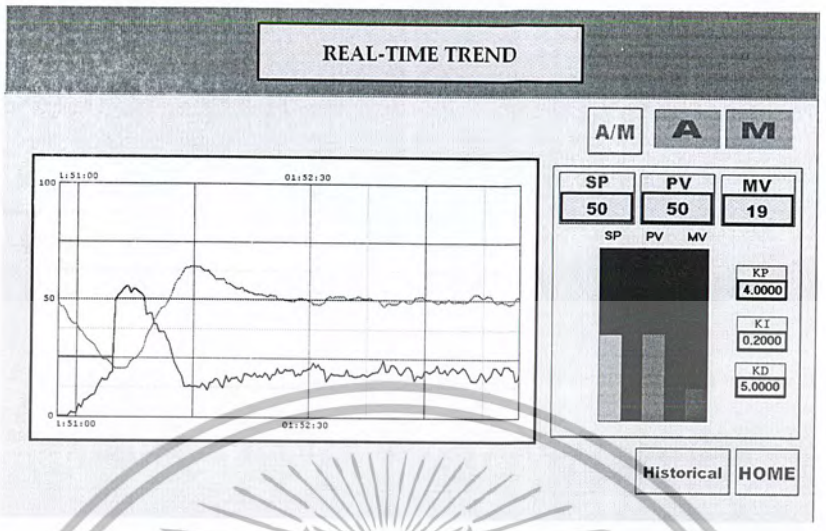


รูปที่ 4.8 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 25% แบบทั้งสองถัง

ในรูปที่ 4.8 แสดงผลตอบสนองของกระบวนการ โดยมีการปรับค่าเป้าหมาย (SP) จาก 0% เป็น 25% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ภายในเวลา 30 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

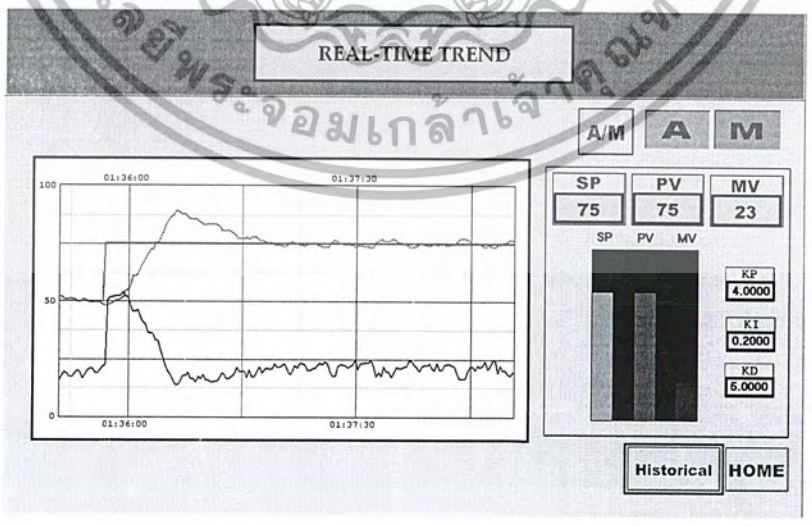
4.3.2 ค่าเป้าหมาย (SP=50%)



รูปที่ 4.9 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 50%แบบทั้งสองถัง

ในรูปที่ 4.9 แสดงผลตอบสนองของกระบวนการ โดยมีการปรับค่าเป้าหมาย (SP) จาก 25% เป็น 50% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ภายในเวลา 30 วินาที

4.3.3 ค่าเป้าหมาย (SP=75%)



รูปที่ 4.10 ผลตอบสนองของกระบวนการของค่าเป้าหมายที่ 75%แบบทั้งสองถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 4.10 แสดงผลตอบสนองของกระบวนการ โดยมีการปรับค่าเป้าหมาย (SP) จาก 50% เป็น 75% จะเห็นได้ว่าค่า PV เข้าสู่ค่าเป้าหมาย (SP) ภายในเวลา 30 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

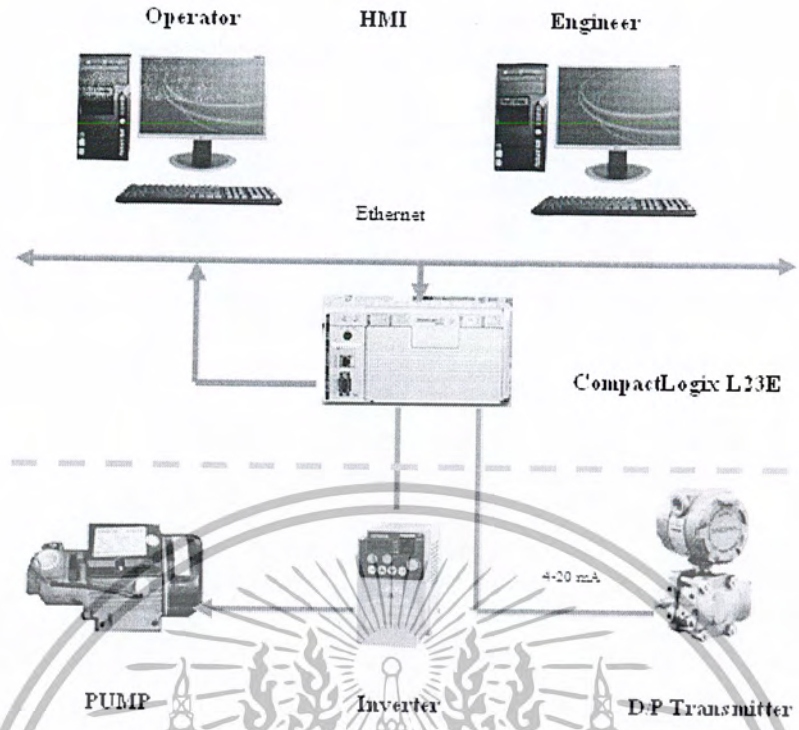
5.1 สรุปผล

การควบคุมกระบวนการระดับด้วยพีแอลซีนี้ ได้อธิบายการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งในระดับฟิลด์ ส่วนควบคุม และส่วนแสดงผล

รูปที่ 5.1 แบบพีแอนด์ไอไดอะแกรมในกรณีเป็นอุปกรณ์สัญญาณแบบอนาลอก

โครงงานนี้ได้ทำการแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระดับฟิลด์ คือ อุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter) ส่งสัญญาณที่เป็นแบบอนาล็อก 4-20 มิลลิแอมป์ ส่งสัญญาณมาให้ตัวควบคุมคือ พีแอลซี (Programmable Logic Controller) ตัวควบคุมจะส่งสัญญาณควบคุม 4-20 มิลลิแอมป์ ไปให้อินเวอร์เตอร์ (Inverter) แปลงเป็น 10-40 เฮิร์ต เพื่อสั่งความเร็วในการปั๊มน้ำเข้าสู่ระบบ สุดท้ายจะทำการแสดงผลโดยใช้โปรแกรม Wonderware Intouch ในการสร้างกราฟิก โดยจะมีผังการเชื่อมต่อแสดงให้เห็นดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

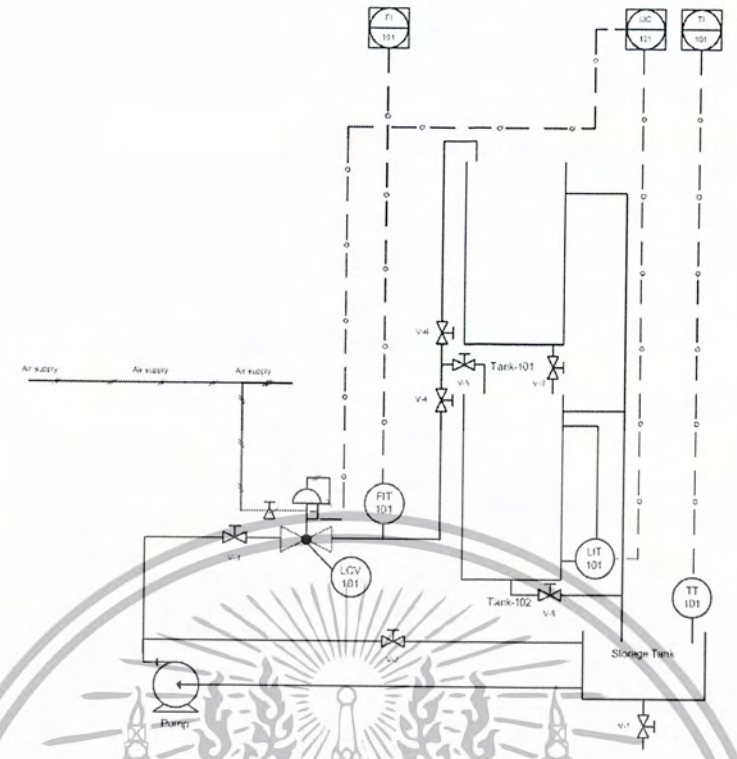


รูปที่ 5.2 การเชื่อมต่อในพลานต์โมเดล กรณีสัญญาณแบบอนาลอก

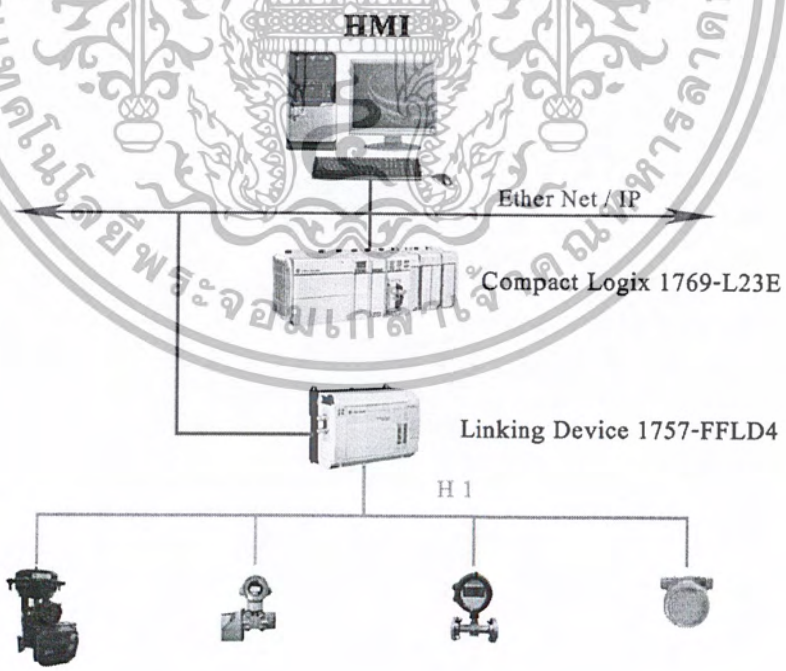
5.2 ข้อเสนอแนะ

จากโครงงานเดิมที่เป็น การเชื่อมต่อในพลานต์โมเดล กรณีสัญญาณแบบอนาลอกเรา สามารถเปลี่ยนจากสัญญาณแบบอนาลอกเป็นสัญญาณแบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยถ้าทำการเปลี่ยนเป็นแบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสต้องมีอุปกรณ์เพิ่ม คือ Foundations Filed bus Linking Devices โดยจะมีรายละเอียดดังที่ได้อธิบายไว้ในลำดับสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 แบบพีแอนด์ไอไดอะแกรมในกรณีเป็นอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส



รูปที่ 5.4 การเชื่อมต่อในพลานต์โมเดล กรณีสัญญาณแบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1 ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ถือเป็นเทคโนโลยีใหม่สำหรับระบบเครือข่ายทางอุตสาหกรรมที่ถูกออกแบบมาสำหรับระบบอัตโนมัติโดยเฉพาะ โดยเริ่มต้นจากองค์กรระดับนานาชาติที่ใช้ชื่อว่า ISP (Interoperable System Project) โดยกลุ่มบริษัทผู้ผลิตในอเมริกา ใน ค.ศ. 1992 เพื่อสร้างข้อกำหนดให้เป็นมาตรฐาน สำหรับระบบฟิลด์บัสที่ใช้ในพื้นที่อันตราย ในช่วงเวลาเดียวกันกับการรวมตัวกันของกลุ่มบริษัทผู้ผลิต และผู้ใช้งาน FIP (Flux Information Processes) ประเทศฝรั่งเศสได้จัดตั้งองค์กรใหม่ให้เป็นองค์กรสากล โดยเชื่อว่า WorldFIP ในปี ค.ศ. 1994 มีการรวมตัวกันระหว่าง ISP และ WorldFIP North America ก่อตั้งเป็น ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสที่มีจุดประสงค์ในการสร้างมาตรฐานฟิลด์บัสในระบบอัตโนมัติในอุสาหกรรมที่ครอบคลุมในพื้นที่อันตรายด้วย รวมไปถึงการรับรองผลิตภัณฑ์ของกลุ่มบริษัทผู้ผลิต และเผยแพร่เทคโนโลยีผ่านสถาบันการศึกษา (End User Certified Training) ซึ่งในปัจจุบันมีกลุ่มผู้ผลิต ผู้ใช้งาน และสถาบันทางการศึกษาทั่วโลกเป็นสมาชิกมากกว่า 350 ราย

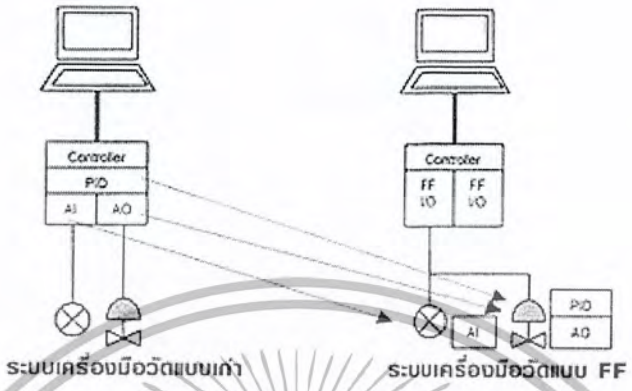
ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส เป็นเทคโนโลยีสำหรับการสื่อสารข้อมูลดิจิตอลที่มีการส่งข้อมูลบิตแบบอนุกรม โดยมีทิศทางการส่งแบบสองทิศทาง และมีการเชื่อมต่อแบบ Multidrop โดยใช้ระบบวัดค่าควบคุมอัจฉริยะ โดยฟาวน์เดชันฟิลด์บัส เป็นระบบเปิดสำหรับทางอุตสาหกรรมอีกรูปแบบหนึ่ง ที่มีการรับประกันความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์จากหลายแหล่งผู้ผลิตเข้าด้วยกันในระบบเดียวกัน ถ้าอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านั้นได้รับการรับรองจากองค์กร คุณสมบัติที่สำคัญของเทคโนโลยี ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส คือ

- มีการออกให้ใช้งานในพื้นที่อันตรายได้ โดยมีการป้องกันแบบ Intrinsic Safety
- สามารถจ่ายไฟให้แก่อุปกรณ์ระดับฟิลด์ได โดยผ่านบัสที่เชื่อมต่อ
- มี Topology แบบ Bus with Spur (หรือ Multi-drop)เป็นหลัก
- สามารถใช้อุปกรณ์ที่เป็น Master ได้หลายตัว
- สามารถแสดงผลข้อมูลแบบ Dynamic (เช่นกราฟ หรือ Trend Chart)
- มีบล็อกโมเดลที่เป็นมาตรฐานสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้เป็นแบบเดียวกัน
- เป็นระบบเครือข่ายที่ยืดหยุ่นซึ่งมีทางเลือก (Option) ที่หลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อ

ระบบการติดต่อสื่อสารของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจะเป็นการสื่อสารแบบอนุกรม (Series) ด้วยสัญญาณดิจิตอลแบบสองทิศทางระหว่างอุปกรณ์การวัด หรืออีกความหมายหนึ่ง ฟาวน์เดชัน-ฟิลด์บัส เป็นระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network) สำหรับระบบเครื่องมือวัดที่มีความสามารถในการกระจายการควบคุมต่าง ๆ ไปอยู่ในอุปกรณ์การวัดต่าง ๆ ในเครือข่ายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถแสดงการเปรียบเทียบระหว่างระบบเครื่องมือวัดที่ใช้การควบคุมระบบเก่า และระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสได้ในรูปที่ 5.4

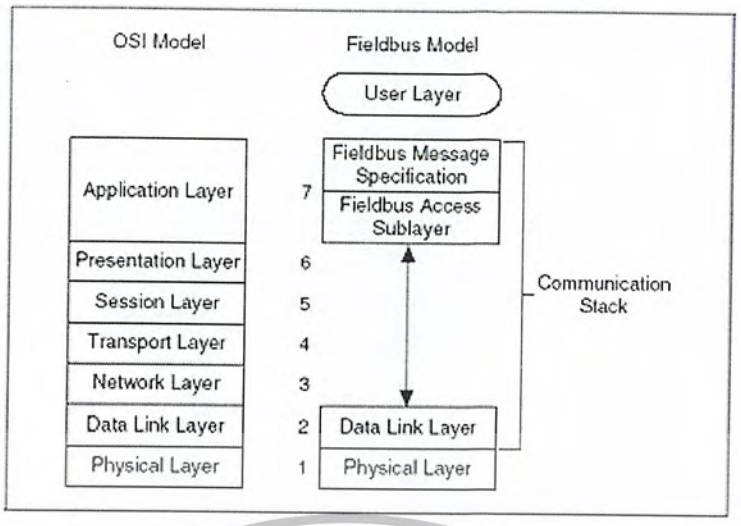


รูปที่ 5.5 แสดงระบบเครื่องมือวัดแบบเก่าและแบบ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

จากรูปที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าระบบเครื่องมือวัดที่ใช้สัญญาณเกระแส 4 - 20 มิลลิแอมป์ จะมีศูนย์กลางการควบคุมอยู่ที่ตัวควบคุม (Controller) และมีสายสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์การวัดไปยังอินพุท และเอาท์พุทแบบตัวต่อตัวการควบคุมจะถูกสั่งการมาจากตัวควบคุมทั้งหมด ส่วนในระบบ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส จะใช้เพียงสายสัญญาณเส้นเดียวจากตัวควบคุมไปยังอุปกรณ์การวัดตัวแรกและต่อไปยังตัวต่อไป ชุดคำสั่งควบคุม (Function Block) ในรอบการควบคุม (Control loop) สามารถจะกระจายไปอยู่ในตัวอุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับความสามารถของอุปกรณ์นั้น

ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจะสื่อสารโดยใช้โปรโตคอล (Protocol) ที่กำหนดขึ้นโดย OSI (Open System Interconnect) เป็นโมเดลในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต่ออยู่บนระบบ โดยโปรโตคอลดังกล่าวจะประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้ Physical Layer, Communication Stack และ User Application ในระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสมีบางชั้น (Layer) ที่กำหนดโดย OSI ไม่ได้นำไปใช้งาน และมีบางชั้นถูกกำหนดเพิ่มเติมขึ้น ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.5

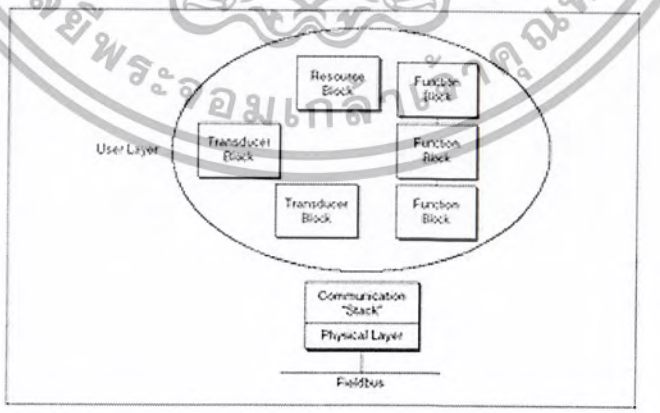
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 แสดงโปโตคอลของ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสเทียบกับโมเดลของ OSI

พิจารณาจากรูปที่ 5.5 จะพบว่าโปโตคอลในชั้นที่ 3 - 6 จะไม่ได้ถูกใช้งานในระบบ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสและจะมีส่วนสำหรับติดต่อกับผู้ใช้งาน (User application) เพิ่มขึ้นมาในระบบ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสและตั้งแต่ชั้น 2-7 จะรวมกันเรียกว่า Communication stack ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละชั้นได้ดังนี้

User layer เป็นส่วนที่จัดเตรียมการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส โดยลักษณะของการสื่อสารใน User layer นี้ในระบบของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสได้มีการจัดเตรียมรูปแบบของการสื่อสารในรูปแบบของ Block ซึ่งจะประกอบด้วย Resource Block, Transducer Block, Function Block



รูปที่ 5.7 แสดง User Layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Device Description หรือ DD file เป็นส่วนของรูปแบบ File ข้อมูลที่บ่งบอกถึงข้อมูลต่าง ๆ ของเครื่องมือวัด และควบคุมที่มี Support อยู่ โดยถ้าเปรียบเทียบกับ Personal Computer ก็เป็นเสมือน Driver ของ Hardware ที่เราได้ทำการติดตั้งเข้ากับ Personal Computer ของเรา และด้วยหลักการเดียวกันนี้เอง หากมีการเปลี่ยนเครื่องมือวัด และควบคุมของระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ที่มี Revision, Model หรือ Brand ที่ต่างไปจากเครื่องมือวัด และควบคุมตัวเดิม ผู้ใช้งานหรือผู้ดูแลระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ก็จะต้องทำการ Install DD file ตัวใหม่เข้าไปด้วย

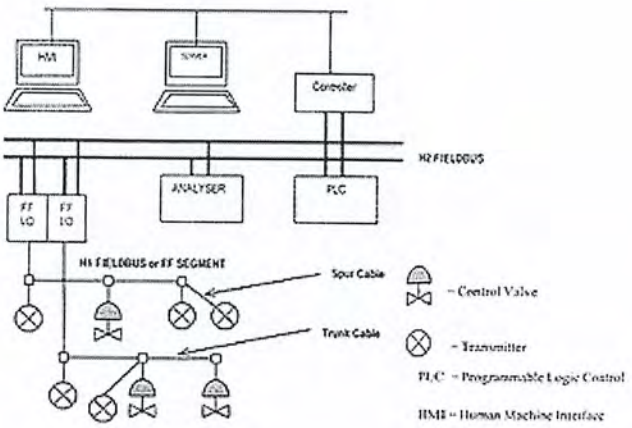
Resource Block เป็นส่วนหนึ่งของ DD File มีหน้าที่ในการ Identify ตัวอุปกรณ์ว่าเป็น Brand อะไร Model เป็นอะไรเป็นส่วนที่อธิบายข้อมูลโดยทั่วไปของเครื่องมือวัด และควบคุมตัวนั้น ๆ

Transducer Block เป็นส่วนที่บอกถึง Model ของตัว Sensor ที่อยู่ภายในอุปกรณ์เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการวัดการประมวลผลข้อมูลก่อนที่จะส่งหรือรับข้อมูลจากส่วนของ Function Block นอกจากนี้ในส่วนของ Transducer Block ยังทำหน้าที่ในการ Calibration และ การ Permit ให้อุปกรณ์อยู่ในสภาวะที่ทำงานได้หรือสภาวะหยุดการทำงาน (Out off Service)

Function Block เป็นส่วนที่ใช้ในเรื่องของการควบคุม โดยในระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจะเตรียม Function Block ออกมา 2 รูปแบบด้วยกัน คือ Standard Function Block และ Application Function Block ในส่วนของ Standard Function Block จะเป็นรูปแบบของ Block ที่ใช้งานโดยทั่วไป เช่นใน Transmitter ทุกตัวจะต้องมี AO Block เพื่อที่จะได้สามารถส่งค่าสัญญาณที่ได้จากการวัดมาสู่ Host ได้หรือใน Valve จะต้องมี AI,AO and PID Block ไม่ว่า Valve นั้นจะเป็น Brand ใดก็ตาม เพื่อที่ตัว Valve จะได้สามารถรับค่าสัญญาณที่สั่งจาก Host เข้ามาทำการเปิดปิดตัว Valve ได้ส่วน Application Function Block จะเป็น Block ที่ทางผู้ผลิตเครื่องมือวัด และควบคุมเป็นผู้ที่ใส่เพิ่มเข้ามาเป็นลักษณะของ Option ให้กับทาง Owner

Physical Layer ในชั้นนี้จะเป็นโครงสร้างของระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส และใช้เป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ทุกตัวในระบบเข้าด้วยกัน เพื่อใช้เป็นเส้นทางเดินของสัญญาณ โดยทั่วไปจะใช้สายไฟแบบปกติเหมือนกับระบบควบคุมทั่วไป ซึ่งจะถูกกำหนดโดย IEC และ ISA โครงสร้างของระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัส ยังจะถูกแบ่งออกเป็นระดับตามความเร็วในการสื่อสารข้อมูลซึ่งเรียกว่า H1 ฟิลด์บัส และ HSE ฟิลด์บัส สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 5.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 แสดงโครงสร้างของระบบ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

H1 ฟิลด์บัส เป็นเส้นทางเดินของสัญญาณที่ระดับความเร็วต่ำ (Low Speed Bus) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Field bus Segment การสื่อสารของอุปกรณ์ในระดับนี้จะมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ความเร็วระดับ 31.25 kbits/sec ความยาวของสายหลัก (Trunk Cable) จะมีความยาวได้ไม่เกิน 1900 เมตร แต่ความยาวของสายไฟยังขึ้นอยู่กับชนิดของสายไฟที่ใช้ ความยาวของสายหลักและความยาวของสายย่อย (Spur Cable) ซึ่งความยาวสูงสุดของสายเมนหลักจะนับรวมความยาวของสายย่อยที่ต่ออยู่บนสายหลักด้วย โดยความยาวของสายย่อยยังขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนสายย่อย สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 5.1 ความยาวของสายย่อยต่อจำนวนอุปกรณ์

No. of Device	1 Device of Spur	2 Device of Spur	3 Device of Spur	4 Device of Spur
25-32	1 m	1 m	1 m	1 m
19-24	30 m	1 m	1 m	1 m
15-18	60 m	30 m	1 m	1 m
13-14	90 m	60 m	30 m	1 m
1-12	120 m	90 m	60 m	30 m

HSE ฟิลด์บัส เป็นเส้นทางเดินของสัญญาณที่ระดับความเร็วสูง (High Speed Bus) การสื่อสารของอุปกรณ์ในระดับนี้ จะมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ระดับ 1.0 หรือ 2.5 Mbits/sec ความยาวของสายหลัก (Trunk Cable) จะมีความยาวได้ไม่มากนัก ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและความสามารถของอุปกรณ์เหล่านี้ และสายหลักในระดับนี้จะไม่ยินยอมให้มีสายย่อยต่อร่วมด้วย

ข้อจำกัดของระบบ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

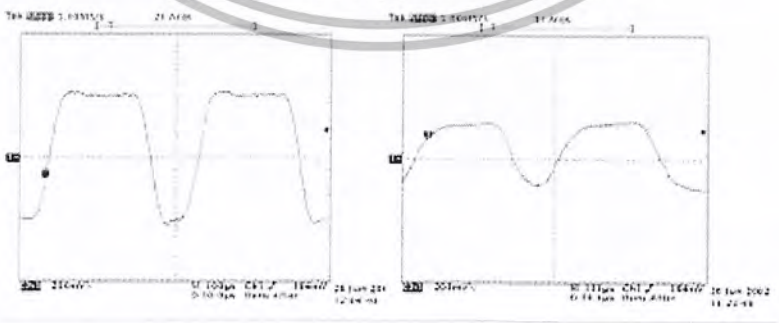
ระบบฟาวน์เดชันฟิลด์บัสจะมีข้อจำกัดในเรื่องของการใช้งานหลัก ๆ จะมีอยู่ด้วยกัน 3 เรื่อง คือ Power Distribution Attenuation และ Signal Distortion

1. Power Distribution เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการจ่าย Electrical Power Supply ให้กับเครื่องมือวัด และตัวควบคุมแต่ละตัว สาเหตุที่จะต้องทำการพิจารณาการจ่ายพลังงานให้กับเครื่องมือวัด และตัวควบคุม เนื่องจากว่าในระบบของ ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสนั้นเป็นลักษณะของการต่อแบบ Multi Drop ซึ่งหากว่ามีการต่อเครื่องมือวัด และตัวควบคุม ในระบบมากเกินไปจะทำให้กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้เครื่องมือวัดและตัวควบคุมแต่ละตัวไม่เพียงพอ เนื่องจาก Power Supply ก็มีการจำกัดกระแสที่จ่ายไปอยู่ที่ค่า ๆ หนึ่งเพื่อป้องกันการลัดวงจร

2. Attenuation เป็นเรื่องของอัตราการลดลงของขนาดกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในสายสัญญาณตัวนำแบบ ต่าง ๆ โดยในมาตรฐานของฟาวน์เดชันฟิลด์บัสนั้นยอมให้เกิดการลดลงของสัญญาณกระแสไฟฟ้าได้โดยต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.75 Volts peak-to-peak แต่ที่ตัวระบบนั้นจะถูกออกแบบให้สามารถทาการตรวจจับระดับสัญญาณได้ต่ำสุดถึง 0.15 Volts peak-to-peak (โดยถ้าคิดเป็นหน่วยของ Decibel จะสามารถเกิดการลดลงได้ต่ำสุดถึง 14 dB)

อย่างไรก็ตามเราจะต้องทำการพิจารณาการลดลงของสัญญาณในส่วนของสาย Spur ด้วย ซึ่งเป็นส่วนที่สั้นแต่เกิดการลดลงของสัญญาณที่ไหลผ่านมาก เนื่องจากลักษณะของ Topology ในการต่อสาย Spur จะทำให้เกิดค่า Capacitive ในสายตัวนำ ซึ่งจะส่งผลต่อการลดทอนสัญญาณไฟฟ้าที่ค่อนข้างมาก

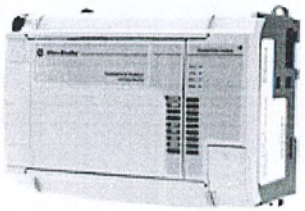
3. Signal Distortion เป็นเรื่องที่คำนึงการผิดเพี้ยนของรูปคลื่นสัญญาณ โดยมีสาเหตุมาจากหลายอย่างมารวมกันไม่ว่าจะเป็นเรื่องของสัญญาณรบกวน การเกิด Attenuation ในสายสัญญาณ การติดตั้ง Terminator ไม่ดี (loose) การติดตั้ง Terminator ไม่ครบจำนวนในในแต่ละ Trunk การเกิดการรบกวนจาก Interference Error ในอุปกรณ์ฟาวน์เดชันฟิลด์บัสสาเหตุเหล่านี้ล้วนทำให้รูปคลื่นสัญญาณเกิดการผิดเพี้ยนได้ทั้งสิ้น



รูปที่ 5.9 แสดงรูปคลื่นสัญญาณที่ผิดเพี้ยนไปจากเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 Foundations Filed bus Linking Devices 1757 FFLD 4



รูปที่ 5.10 Linking Devices

- สามารถเชื่อมต่อกับสาย H1 ได้ สูงสุด 4 Segment
- สาย H1 เชื่อมต่อเครื่องมือวัดได้สูงสุด 16 ตัว
- ตัว Linking Device เชื่อมต่อเครื่องมือวัดได้สูงสุด 64 ตัว
- ใช้Power Supply 300mAที่ 24VDC
- การ wiring มี 2 พอร์ต Filed bus ,3 พอร์ตไฟ ,2 พอร์ต Ethernet
- ขนาดสายไฟ
- สายไฟ DC 0.2-1.5 mm^2(26-16AWG) เป็นสายทองแดงตีเกลียวฉนวนกันความร้อนสูงสูดที่ 75 ^{0}
- การเชื่อมต่อFiled bus 0.8 mm^2(18AWG)เป็นสายทองแดงตีเกลียว ฉนวนกันความร้อนสูงสูดที่75^0
- การเชื่อมต่อสาย Ethernet ขั้วต่อ RJ45 2 หรือ 4 คู่สายตามมาตรฐาน IEC 60603-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] รศ.ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์.(2553).**ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม(Industrial Automation)**. มีนเซอร์วิส ซัพพลาย.(พิมพ์ครั้งที่ 1).กรุงเทพฯ

[2] **ปฏิบัติการวิศวกรรมการวัดคุม 4** .ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม.คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.(พิมพ์ครั้งที่ 1).กรุงเทพฯ.

[3] เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธ์.(2547).**หลักการของเครื่องมือวัดทางอุตสาหกรรม.**คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.(พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้