

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แบบจำลองกระบวนการแบบอันดับ

SEQUENCE CONTROL BY USING PLC AND LABVIEW



เลขหมู่.....

เลขทะเบียน **103133**

วัน,เดือน,ปี **28 ส.ค. 2552**



ปฏิญานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# SEQUENCE CONTROL BY USING PLC AND LABVIEW



**A THESIS SUBMITTED IN PATIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CONTROL ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองปริญญาโท

หัวข้อปริญญาโท แบบจำลองกระบวนการแบบอันดับ  
SEQUENCE CONTROL BY USING PLC AND LABVIEW

นักศึกษาผู้จัดทำ	นายวิเชียร	แดนขนาน	รหัส	49015348
	นายวิทยา	ตุพิลา	รหัส	49015349
	นายปรีพล	มัจฉาเกื้อ	รหัส	49015333
	นายอรรถพ	เปาะทองคำ	รหัส	49015356

ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์  
สาขาวิชา วิศวกรรมระบบควบคุม  
ปีการศึกษา 2551

..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รศ.สุเชียร เกียรติสุนทร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หัวข้อปริญญานิพนธ์

แบบจำลองกระบวนการแบบอันดับ

SEQUENCE CONTROL BY USING PLC AND LABVIEW

## นักศึกษาผู้จัดทำ

นายวิเชียร      แคนขนาน

นายวิทยา      ตูพิลา

นายปริพล      มัจฉาเกื้อ

นายอรณพ      เปาะทองคำ

## อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.สุเชียร      เกียรติสุนทร

## ปีการศึกษา

2551

## บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ในประเทศไทยได้นำเอาระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลายและในระบบนั้นตัวที่มีความสำคัญมากก็คือโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) หรือเรียกว่า “ PLC ” มาใช้ในระบบควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งมีความน่าเชื่อถือสูงและใช้งานง่าย และอีกโปรแกรมที่ใช้งานคือโปรแกรม LabVIEW ที่เป็นโปรแกรมที่นิยมใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรม เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย มีประสิทธิภาพสูง อีกทั้งการพัฒนาและแก้ไขโปรแกรมทำได้ในเวลาอันสั้น ดังนั้นผู้จัดทำปริญญานิพนธ์จึงมีความสนใจในการควบคุมกระบวนการ โดยนำโปรแกรม LabVIEW มาควบคุม PLC ด้วยการเชื่อมต่อข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม RS232 โดยแสดงผลภาพจำลองที่คอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม LabVIEW ซึ่งการควบคุมแบบนี้เราไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนกระบวนการใหม่เราสามารถนำโปรแกรม LabVIEW มาควบคุม PLC ด้วยพอร์ตอนุกรม RS232 ได้โดยระบบการทำงานยังเหมือนเดิมและยังสามารถควบคุมได้ง่ายโดยผ่านจอคอมพิวเตอร์ทำให้เห็นค่าที่แสดงผลและทำให้การควบคุมกระบวนการได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Thesis Title**                      Sequence Control by using PLC and LabVIEW

**Authors**                              Mr.Wichien      Dankhanan  
   Mr.Witthaya      Thuphila  
   Mr.Pariplon      Matchakue  
   Mr.Annop        Pohthongkam

**Thesis Advisor**                      Assoc.Prof. Suthian      Kiatsunthorn

**Academic Year**                      2008

### ABSTRACT

Another present time industrial use of Programmable Logic Controller or “ PLC ” in automatic control systems have prevalent due to their reliability and their easy to use property. Another program to use LabVIEW Program is use popular in Industrial because use easy , High efficacy , Development and Edit Program use short time . This reason comes from the need of industrial sector for an efficient Bath Process to take PLC use is Controller connect together by using LabVIEW is Simulation , Which both connect by using serial port is RS-232 , Can control and observe status indicator operation of Bath Process at Monitor to easy.

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะได้รับคำปรึกษาและความอนุเคราะห์จาก รศ.สุเชียร เกียรติสุนทร ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมดูแลปริญญาบัตรเล่มนี้ ที่ได้ให้คำแนะนำและคำปรึกษาที่ถูกต้องในการวิจัยในการทำปริญญาบัตรฉบับนี้ ผู้วิจัยรู้สึกทราบบังคับและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุมทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำและช่วยเหลือ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญาบัตรฉบับนี้

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ทุกคนที่ให้คำแนะนำติชม ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำปริญญาบัตรมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญาบัตรและให้กำลังใจที่ดีในการทำปริญญาบัตรครั้งนี้

คณะผู้จัดทำ

นายวิเชียร	แดนขนาน
นายวิทยา	ตุพิลา
นายปรีพล	มัจฉาเกื้อ
นายอรรถพล	เปาะทองคำ

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VII
สารบัญตาราง	X
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	1
1.1 ความเป็นมาและแรงจูงใจในการทำปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
1.4 เนื้อหาของปริญญานิพนธ์	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ</b>	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ระบบควบคุม	3
2.2.1 ระบบควบคุมแบบเปิด	3
2.2.1 ระบบควบคุมแบบปิด หรือ ระบบควบคุมป้อนกลับ	4
2.2.3 ส่วนประกอบของกระบวนการ	5
2.3 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller)	6
2.3.1 ประวัติความเป็นมาของ PLC	6
2.3.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของ PLC	7
2.3.3 หลักการทำงานของ PLC	8
2.3.4 การทำงานของหน่วยต่างๆภายใน PLC	9
2.4 ทฤษฎีเบื้องต้นของโปรแกรม LabVIEW	10
2.4.1 พาเนล	12
2.4.2 ไคอะแกรม	14
2.4.3 พาเลท	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ IV ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5 เซนเซอร์ตรวจวัดความดัน (Pressure Sensor)	18
2.6 วงจรปรับค่าความชันและตำแหน่งศูนย์ ( Zero and Span )	21
2.7 การสื่อสารแบบโปรโตคอล	24
2.8 โปรโตคอลที่ใช้ติดต่อกับ PLC OMRON CQM1	26
2.9 การใช้งานพอร์ตอนุกรม RS232	28
<b>บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง</b>	<b>32</b>
3.1 กล่าวนำ	32
3.2 โครงสร้างโดยรวมของกระบวนการ	32
3.3 ส่วนประกอบต่างๆของกระบวนการ	33
3.3.1 ชุดถังกระบวนการ	33
3.3.2 เซนเซอร์ตรวจวัดความดัน (Pressure Sensor)	36
3.3.3 วงจรปรับแต่งสัญญาณ ( Zero Span )	37
3.3.4 เซนเซอร์ตรวจวัดระดับ (Level Sensor)	39
3.3.5 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)	41
3.3.6 มอเตอร์ (Paddle Motor)	43
3.4 ส่วนประกอบต่างๆและการสร้าง ของโปรแกรม LabVIEW	45
3.4.1 ฟรอนท์พาด (Front panel)	45
3.4.2 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram)	46
3.5 ส่วนประกอบหลักและโปรแกรม PLC	49
3.6 การเชื่อมต่อสัญญาณรับส่งข้อมูล	51
<b>บทที่ 4 โปรแกรมและการควบคุมการทำงาน</b>	<b>52</b>
4.1 กล่าวนำ	52
4.2 โปรแกรมควบคุม	53
4.2.1 โปรแกรม CX – Program	53
4.2.2 โปรแกรม LabVIEW	55

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3 การติดต่อกับ PLC	57
4.3.1 การเขียนข้อมูลจาก LabVIEW ลงหน่วยความจำของ PLC	58
4.3.2 การอ่านค่าจากหน่วยความจำของ PLC	59
4.4 การควบคุมการทำงานของกระบวนการ	61
4.4.1 การควบคุมการทำงานของโปรแกรม	61
4.4.2 การทำงานของกระบวนการผสมสี	62
<b>บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง</b>	64
5.1 กล่าวนำ	64
5.2 การทดลองส่วนของอุปกรณ์การวัด	64
5.2.1 การทดลองการวัดระดับโดยเซนเซอร์วัดความดัน	64
5.2.2 การทดลองการวัดระดับแบบแท่งอิเล็กทรอนิกส์	66
5.3 การทดลองส่วนโปรแกรมและส่วนของกระบวนการ	67
5.3.1 การควบคุมการทำงานของโปรแกรม	67
5.3.2 การทดลองผสมสีส้ม	68
5.3.3 การทดลองผสมสีม่วง	68
5.3.4 การทดลองผสมสีเขียว	69
5.4 สรุปผลการทดลอง	70
<b>บทที่ 6 บทวิจารณ์และสรุป</b>	71
6.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	71
6.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข	71
6.3 ข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนากระบวนการและโปรแกรม	71
6.4 ข้อเสนอแนะแนวทางในการพัฒนาต่อ	72
<b>บรรณานุกรม</b>	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและVI ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 สัญญาณระบบควบคุม	3
2.2 ระบบควบคุมแบบเปิด	4
2.3 ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ	4
2.4 ระบบควบคุมหลายตัวแปร	5
2.5 แสดง Loop or Feedback Control System ของกระบวนการ	5
2.6 PLC Omron CQM1	6
2.7 การต่อใช้งานอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต และคอมพิวเตอร์ ร่วมกับ PLC	10
2.8 แสดงลักษณะของหน้าต่างพาด	12
2.9 Numerical Control and Indicator	13
2.10 Boolean Control and Indicator	13
2.11 แสดงการกำหนดอุปกรณ์	14
2.12 แสดงหน้าต่างของไดอะแกรม	14
2.13 แสดง Tools Palette	16
2.14 แสดง Control Palette	17
2.15 แสดง Function Palette	17
2.16 แสดงโครงสร้างภายในเซนเซอร์ตรวจวัดความดันและ โครงสร้างภายใน	18
2.17 แสดงเซนเซอร์ตรวจวัดความดันและ โครงสร้างภายใน	19
2.18 แสดงกราฟคุณสมบัติเอาท์พุตของเซนเซอร์	19
2.19 แสดงวงจรการต่อใช้งาน	20
2.20 แสดงการติดตั้งและการใช้งาน Pressure Sensor	20
2.21 แสดงผลของการปรับความชันและตำแหน่งศูนย์	21
2.22 วงจรปรับความชันและตำแหน่งศูนย์	22
2.23 กราฟแสดงคุณสมบัติของวงจร	22
2.24 พังสัญญาณแสดงการทำงานของระบบอ่านความดัน	22
2.25 วงจรปรับแต่งสัญญาณ Zero และ Span ของ เซนเซอร์ตรวจวัดความดัน	23
2.26 การสื่อสารข้อมูลแบบ โพรโตคอล	24
2.27 แสดง Protocols IR Write and Read	26
2.28 แสดงพอร์ตอนุกรม ตัวผู้เสียบ	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา **VI** อย่างอ้อมถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.29 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกด้วยสาย DB9	29
2.30 ระดับสัญญาณของ RS232C และระดับสัญญาณของ TTL	29
2.31 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)	30
2.32 แสดงบิตการรับส่งข้อมูล	31
3.1 แสดง Closed Loop or Feedback Control System ของกระบวนการที่ใช้งาน	32
3.2 แสดงโครงสร้างโดยรวมของกระบวนการ	32
3.3 แสดงโครงสร้างโดยรวมของกระบวนการที่สร้างขึ้นจริง	33
3.4 แสดงโครงสร้างชุดจำลองถึงกระบวนการที่ทำการออกแบบไว้	34
3.5 แสดงโครงสร้างชุดถึงกระบวนการที่ออกแบบไว้	35
3.6 แสดงโครงสร้างชุดถึงกระบวนการที่สร้างขึ้นจริง	35
3.7 แสดงโครงสร้างเซนเซอร์ตรวจวัดความดันที่ใช้งาน	36
3.8 แสดงวงจร Zero – Span ที่ออกแบบแล้ว	37
3.9 แสดงแผงวงจรของ เซนเซอร์ตรวจวัดความดันที่สร้างขึ้นจริง	38
3.10 แสดงโครงสร้างของการติดตั้งวงจรเซนเซอร์ตรวจวัดระดับที่ออกแบบ	39
3.11 แสดงวงจรวงจรเซนเซอร์ตรวจวัดระดับ	39
3.12 แสดงแผ่นวงจรและโครงสร้างการเชื่อมต่อของเซนเซอร์ตรวจวัดระดับ	40
3.13 แสดงการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัดระดับ	40
3.14 แสดงตัวโซลินอยวาล์วที่ใช้ในกระบวนการ	41
3.15 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมโซลินอยวาล์ว	41
3.16 แสดงแผ่นวงจรการต่อใช้งานโซลินอยวาล์ว โดยควบคุมจาก PLC	42
3.17 แสดงการติดตั้งโซลินอยวาล์ว	42
3.18 แสดงตัวมอเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการ	43
3.19 แสดงวงจรควบคุมมอเตอร์	43
3.20 แสดงการติดตั้งมอเตอร์เข้ากับโครงสร้าง	44
3.21 แสดงการติดตั้งมอเตอร์เข้ากับชุดใบพัด	44
3.22 แสดงกระบวนการใน Front Panel ของโปรแกรม LabVIEW ที่สร้างขึ้น	45
3.23 แสดงกระบวนการใน Front Panel ของโปรแกรม LabVIEW ที่สร้างขึ้น	46
3.24 แสดง Block Diagram การติดต่อข้อมูลผ่านทาง RS-232	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ VIII อย่างอ้อมถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.25 แสดง Block Diagram การเลือกสีที่ผสม	47
3.26 แสดง Block Diagram ชุดควบคุมแบบ Auto / Manual	48
3.27 แสดง Block Diagram ชุดรับสัญญาณ Level sensor	48
3.28 แสดง Block Diagram ควบคุมการหยุดการทำงานของระบบ	49
3.29 แสดงการเชื่อมต่อกระบวนการเข้ากับระบบ	49
3.30 แสดงเครื่อง PLC (CQM1) ที่ใช้ในกระบวนการควบคุม	50
3.31 แสดงการต่อเครื่อง PLC (CQM1) ร่วมกับกระบวนการควบคุม	50
3.32 แสดงการเชื่อมต่อข้อมูลด้วยสาย RS-232	51
3.33 แสดงสาย RS-232 ที่ใช้เชื่อมต่อข้อมูล	51
4.1 ระบบควบคุมกระบวนการ	52
4.2 ซอฟต์แวร์ Labview และ CX-Program	53
4.3 แสดงการเขียนโปรแกรม CX-Program	54
4.4 รูปแสดงหน้า Front Panel ของ โปรแกรม LabVIEW	55
4.5 รูปแสดงเซตค่าต่างๆของพอร์ตอนุกรมในโปรแกรม LabVIEW	57
4.6 แสดงโปรแกรมการเขียนค่าอนาล็อกลง PLC	58
4.7 แสดงโปรแกรมการเขียนค่าดิจิตอลลง PLC	59
4.8 แสดงโปรแกรมการอ่านค่าอนาล็อกจาก PLC	60
4.9 แสดงโปรแกรมการอ่านค่าดิจิตอลจาก PLC	60
4.10 แบบจำลองกระบวนการแบบทัว หน้าพรอนท์ พาเนลของโปรแกรม LabVIEW	61
5.1 แสดงตัว Sensor และการใช้งาน Sensor	64
5.2 แสดงถึงกระบวนการที่ใช้ในการวัดจริง	65
5.3 แสดงกราฟระดับน้ำกับแรงดัน ไฟฟ้าที่วัดได้จากการทดลอง	66
5.4 แสดงถึงน้ำที่ใช้ในการทดลอง	66
5.5 แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง โดยใช้โปรแกรม Lab VIEW	67

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
5.1 แสดงการทดลองอุปกรณ์วัดระดับน้ำ	65
5.2 แสดงการทดลองผสมสีส้มในระดับต่างๆ	68
5.3 แสดงการทดลองผสมสีม่วงในระดับต่างๆ	69
5.4 แสดงการทดลองผสมสีเขียวในระดับต่างๆ	69
5.5 สรุปรูปการทดลองผสมสีในระดับต่างๆ	70



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและแรงจูงใจในการทำปริญญานิพนธ์

เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ในประเทศไทยได้นำเอาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) หรือเรียกว่า “ PLC “ มาใช้งานในระบบควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งมีความน่าเชื่อถือสูงและใช้งานได้ง่าย โดยนำเอา PLC มาใช้ควบคุมกระบวนการ ซึ่งกระบวนการที่นำเสนอเป็นกระบวนการ การผสมสี ดังนั้นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงนำเสนอโดยการจำลองกระบวนการผสมสี (Batch Process) ด้วย PLC โดยมีการควบคุมการทำงานผ่านทางโปรแกรมบนหน้าจอกอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS-232 ซึ่งโปรแกรมที่นำมาใช้ในการควบคุมคือ โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมที่มีบทบาทในกระบวนการอุตสาหกรรมหลายสาขา เนื่องจาก LabVIEW เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย และมีประสิทธิภาพสูง อีกทั้งการพัฒนาและการแก้ไขโปรแกรมสามารถทำได้ในเวลาอันสั้น จึงเป็นที่นิยมในการควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรม และในปริญญานิพนธ์นี้จึงได้นำเอา Lab VIEW และ PLC มาประยุกต์ใช้งานโดยควบคุมกระบวนการ ทำให้เกิดทักษะและความรู้ความเข้าใจสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อนได้ในต่อไป

### 1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษากระบวนการผสมสี (Batch Process ) ในการผสมสี
2. เพื่อศึกษาชุดควบคุม PLC
3. เพื่อศึกษาโปรแกรม CX- Program ที่มีไว้สำหรับเขียนโปรแกรมของ PLC
4. เพื่อศึกษาโปรแกรม LabVIEW
5. เพื่อศึกษาการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ต RS-232
6. เพื่อศึกษาการออกแบบด้าน โครงสร้างและแมกคานิกส์
7. เพื่อศึกษา โปรแกรมออกแบบวงจรแผ่นวงจรและการทำลายวงจร
8. เพื่อการเรียนรู้ในการทำงานเป็นทีม และการแบ่งหน้าที่ในการทำงานของสมาชิกในกลุ่มให้มีความสามัคคี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

1. ศึกษาการทำงาน และออกแบบกระบวนการ
2. ศึกษาการทำงาน และออกแบบส่วนวงจรปรับแต่งสัญญาณ
3. ศึกษาการทำงาน และเขียนโปรแกรม PLC ในควบคุมกระบวนการแบบอัตโนมัติ
4. ศึกษาการทำงาน และเขียนโปรแกรม LabVIEW
5. ศึกษากระบวนการผสมสี
6. ศึกษาการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม (RS-232)
7. ศึกษาการทำงานของกระบวนการ

### 1.4 เนื้อหาของปริญญาโท

บทที่ 1 กล่าวถึงแนวคิดในการจัดทำโครงการ วัตถุประสงค์ในการจัดทำโครงการ และขอบเขตของโครงการ

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีของการควบคุมกระบวนการที่ใช้ในการควบคุม

บทที่ 3 กล่าวถึงการสร้างและการออกแบบชุดทดลอง โดยจะแบ่งย่อยออกเป็น ส่วนๆ

บทที่ 4 กล่าวถึงโปรแกรมและการควบคุมการทำงานของกระบวนการ

บทที่ 5 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง โดยจะแบ่งเป็นส่วนของอุปกรณ์และส่วนของโปรแกรม

บทที่ 6 กล่าวถึงบทวิจารณ์และสรุปและแนวทางการพัฒนาต่อไป

## บทที่ 2

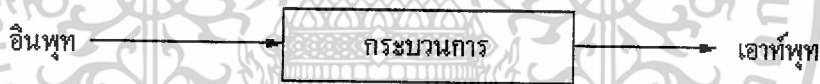
# ทฤษฎีและหลักการ

### 2.1 กล่าวนำ

ในกระบวนการทำงานของระบบควบคุมนั้นต้องมียุทธศาสตร์ประกอบหลายอย่างขึ้นอยู่กับ การควบคุมและกระบวนการนั้นๆ การควบคุมที่ดีนั้นต้องมีทฤษฎีและทักษะควบคู่กับการควบคุม กระบวนการนั้นๆเพื่อให้ระบบควบคุมทำงานได้อย่างถูกต้องและเสถียรภาพ

### 2.2 ระบบควบคุม

ระบบควบคุม คือ ส่วนประกอบหลายๆส่วนต่อเชื่อมกันขึ้นเป็นระบบที่จะให้การตอบสนอง ตามที่เราต้องการ พื้นฐานของการวิเคราะห์ระบบจะมีพื้นฐานจากทฤษฎีระบบเชิงเส้น ซึ่งจะแสดง ความสัมพันธ์ของอินพุตและเอาต์พุตหรือการตอบสนอง ดังนั้นส่วนประกอบหรือกระบวนการ (Process) ที่เราต้องการที่จะควบคุม สามารถแทนด้วย บล็อก (Block) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ส่วน อินพุตและเอาต์พุตของระบบมักจะแทนด้วยสัญญาณ โดยสัญญาณอินพุตจะเป็นส่วนสำคัญของ ผลลัพธ์หรือเอาต์พุต



รูปที่ 2.1 สัญญาณระบบควบคุม

ระบบควบคุมสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะการทำงานได้เป็น 2 แบบคือ ระบบควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control System)

ระบบควบคุมแบบปิด หรือ ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Closed Loop or Feedback Control System) ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 2.2.1 ระบบควบคุมแบบเปิด

เป็นการใช้อุปกรณ์ (Controller) หรือ อุปกรณ์ส่งกำลัง (Control Actuator) เพื่อให้ได้ การตอบสนองตามที่เราต้องการ โดยไม่ต้องนำผลการตอบสนองของระบบเข้ามามีส่วนพิจารณา ลักษณะ ของระบบควบคุมแบบเปิดแสดงในรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ระบบควบคุมแบบเปิด

### 2.2.2 ระบบควบคุมแบบปิด หรือ ระบบควบคุมป้อนกลับ

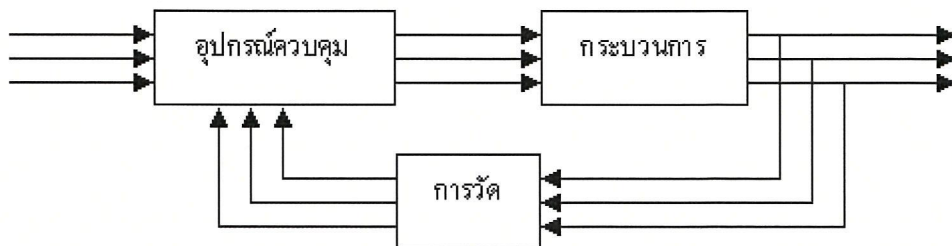
ระบบควบคุมแบบป้อนกลับจะแตกต่างจากระบบควบคุมแบบเปิดก็คือมีการนำเอาผลที่ได้จากกระบวนการกลับเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลที่จะส่งเข้าไปเป็นอินพุทที่จะให้กับระบบ การที่เราจะทราบค่าเอาต์พุทได้เราจะต้องมีการวัดข้อมูลของเอาต์พุท เมื่อเราทราบค่าเอาต์พุทแล้วเรามักจะนำค่าเอาต์พุทที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเอาต์พุทที่เราต้องการจากระบบ จากนั้นความแตกต่างระหว่างเอาต์พุทที่ต้องการและเอาต์พุทที่แท้จริงจะได้รับการส่งต่อไปสู่อุปกรณ์ควบคุม แล้วส่งต่อเป็นอินพุทเข้าสู่ระบบเพื่อให้ความแตกต่างของเอาต์พุทที่ต้องการและเอาต์พุทที่แท้จริงลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าทั้งสอง ดังนั้นเราก็จะได้ว่า ค่าเอาต์พุทของระบบเป็นไปตามต้องการ ระบบควบคุมแบบป้อนกลับแสดงในรูปที่ 2.3 สำหรับหลักการของการป้อนกลับที่ได้อธิบายไปแล้วนี้ถือว่าเป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน



รูปที่ 2.3 ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ

สำหรับระบบควบคุมหนึ่งๆนั้น อาจจะมีพารามิเตอร์หรือตัวแปรที่ต้องการจะควบคุมมากกว่าหนึ่งพารามิเตอร์ ซึ่งระบบควบคุมดังกล่าวเป็นระบบที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น แต่หลักการของระบบควบคุมก็จะเหมือนเดิม คือ ทุกตัวแปรที่เราต้องการควบคุมจะต้องมีการวัดค่าที่ได้จากเอาต์พุท และนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่เราต้องการของตัวแปรตัวนั้นๆ สำหรับระบบควบคุมหลายตัวแปร (Multivariable Control System) จะมีลักษณะดังในรูปที่ 2.4

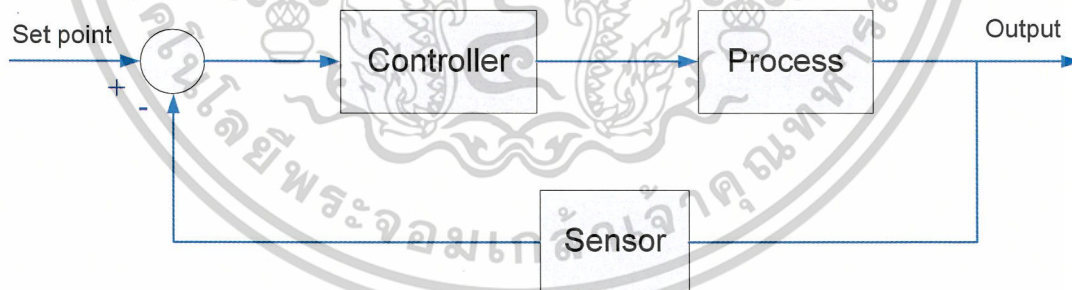
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ระบบควบคุมหลายตัวแปร

ตัวอย่างของระบบควบคุมแบบเปิดที่เราเห็นกันทั่วไปในชีวิตประจำวันก็เช่น พัดลมไฟฟ้าที่เราใช้กันทั่วไป เราเลือกความแรงของพัดลม แล้วเราจะได้อากาศที่พุดออกมาโดยที่ไม่มีการตรวจสอบหรือตรวจวัดค่าใดๆ ในทำนองกลับกันเครื่องปรับอากาศจะมีการตรวจสอบว่าอุณหภูมิของห้องเป็นเท่าใด เพื่อที่จะตรวจสอบว่าระบบปรับอากาศควรจะทำงานหรือไม่ ซึ่งเครื่องปรับอากาศจะเป็นตัวอย่างของระบบควบคุมแบบปิด หรือระบบควบคุมแบบป้อนกลับ

### 2.2.3 ส่วนประกอบของกระบวนการ



รูปที่ 2.5 แสดง Loop or Feedback Control System ของกระบวนการ

<b>Set Point</b>	ค่ากำหนดจากคอมพิวเตอร์
<b>Controller</b>	ตัวควบคุมที่ใช้แบบ PLC
<b>Process</b>	กระบวนการที่ดำเนินงาน
<b>Sensor</b>	ตัววัดของกระบวนการ

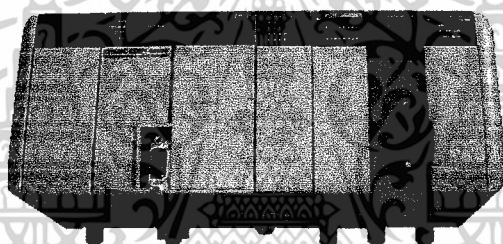
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller)

### 2.3.1 ประวัติความเป็นมาของ PLC

เมื่อปี พ.ศ. 2511 ในฝ่าย Hydromantic ของบริษัท General Motors ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้คิดค้นอุปกรณ์ควบคุมแบบใหม่เพื่อใช้ทดแทนวงจรไฟฟ้าแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ภายในโรงงานอุตสาหกรรมของบริษัท และในปี พ.ศ. 2512 PLC ได้ถูกพัฒนาขึ้นภายหลังจากที่บริษัท ออมรอน ประเทศญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในการผลิตโซลิต-สเตทรีเลย์ ในปี พ.ศ. 2508 หลังจากนั้น 5 ปี PLC ก็ถูกนำออกจำหน่ายสู่ท้องตลาด จนเป็นที่แพร่หลายในเวลาต่อมา ชื่อเรียกที่แตกต่างกันของ PLC ซึ่ง PLC ของแต่ละบริษัทมีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละประเทศดังนี้

- ในประเทศอังกฤษ เรียกว่า PC หรือ Programmable Controller
- ในประเทศกลุ่มสแกนดิเนเวีย เรียกว่า PBS หรือ Programmable Binary System
- ในประเทศสหรัฐอเมริกา เรียกว่า PLC หรือ Programmable Logic Controller



รูปที่ 2.6 PLC Omron CQM1

โครงการนี้ใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ รุ่น CQM1 บริษัท ออมรอน จำกัด ซึ่งเป็น PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) PLC ชนิดนี้ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูลโดยใช้คอนเน็คเตอร์ในการเชื่อมต่อแต่ละโมดูลเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้

#### คุณสมบัติของ PLC รุ่น CQM1

- มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุต สามารถขยายได้สูงสุด 512 จุด
- มีหน่วยความจำในการโปรแกรม เท่ากับ 15 k Words
- มีตัวหน่วงเวลา (Timer) และตัวนับ (Counter) รวมกันเท่ากับ 512 ตัว
- ความเร็วในการประมวลผล 0.375 ไมโครวินาที ต่อคำสั่ง
- ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับตั้งแต่ 100-240 VAC พร้อมทั้งมีไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของ PLC

แบ่งออกเป็น 5 ส่วนคือ

- หน่วยประมวลผล (CPU)
- หน่วยความจำ (Memory)
- หน่วยอินพุต / เอาต์พุต (Input / Output Unit)
- อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices)
- แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า (Power Supply)

### 1. หน่วยประมวลผล (CPU)

ทำหน้าที่คำนวณและควบคุมเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายใน ประกอบด้วย วงจรลอจิกหลายชนิด มีไมโคร โพรเซสเซอร์เบสใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) และเคาน์เตอร์ (Counter)

ไทม์เมอร์ (Timer) และซีควเอนเซอร์ (Sequencer) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้แลดเดอร์ โคอะแกรม (Ladder Diagram) ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆจากนั้นจะทำการประมวลผล และเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสม และถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

### 2. หน่วยความจำ (Memory)

ทำหน้าที่ เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันไปซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และ RAM

- **ROM (Read Only Memory)** เป็นหน่วยความจำที่ไม่ยอมให้ผู้ใช้เปลี่ยนข้อมูล และสามารถเก็บรักษาข้อมูลได้แม้ว่าจะมีกระแสไฟฟ้า เหมาะสำหรับเก็บโปรแกรมบริหารระบบหรือ โปรแกรมมอนิเตอร์ ราคาถูก มีความเร็วและความน่าเชื่อถือสูง

- **RAM (Random Access Memory)** เป็นหน่วยความจำที่ยอมให้ผู้ใช้เปลี่ยนข้อมูลได้ เหมาะสำหรับเก็บโปรแกรมผู้ใช้ที่ในช่วงกำลังพัฒนา หรือต้องการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง โดยมีหน่วยจ่ายกำลังสำรอง (Battery backup) เพื่อรักษาข้อมูล เป็นหน่วยความจำที่มีความเร็วสูง

### 3. หน่วยอินพุต / เอาต์พุต (Input / Output Unit)

- หน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับข้อมูลที่รับเข้ามา จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลต่อไปยัง CPU เพื่อนำไปประมวลผลต่อไปโดยข้อมูลที่รับเข้ามาเป็นสัญญาณอินพุต เช่น เซนเซอร์ ลิมิทสวิตช์ เป็นต้น

- หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่ รับข้อมูลจากหน่วยประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลต่อไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น มอเตอร์ หลอดไฟ เป็นต้น

#### 4. อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices)

ทำหน้าที่ ควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่ติดต่อผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้อีกด้วย ซึ่งสามารถแบ่งอุปกรณ์ที่ใช้ต่อร่วมออกได้เป็น 2 ประเภท

##### 4.1) เครื่องป้อนโปรแกรมแบบมือถือ (Hand Held Programmer)

ซึ่งการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC โดยการใช้ Hand Held Programmer ภาษาที่ใช้เป็นภาษา Statement List เช่นคำสั่ง LD, AND, OR ซึ่งเป็นคำสั่งพื้นฐานสามารถเรียกใช้งานโดยการกดปุ่มที่อยู่ที่ตัว Hand Held Programmer นั้น แต่เมื่อต้องการใช้งานฟังก์ชันอื่นๆที่มีอยู่ใน PLC สามารถเรียกใช้งานได้โดยการกดปุ่มเรียกใช้คำสั่งพิเศษ ซึ่งวิธีการใช้งานต้องศึกษาจากคู่มือของยี่ห้อนั้นๆ ต่อไป

**ข้อดี** มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย พกพาได้สะดวก มีขนาดเล็ก

**ข้อเสีย** ในการใช้งานผู้ใช้ต้องศึกษาวิธีการใช้งานว่ามีวิธีการกดอย่างไร ถึงจะสั่งการได้

##### 4.2) คอมพิวเตอร์ (Computer)

คอมพิวเตอร์สามารถใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC ได้โดยใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ (Software) เฉพาะของ PLC ยี่ห้อนั้น เช่น PLC ของ OMRON จะใช้ซอฟต์แวร์ที่มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปสามารถยกตัวอย่างได้เช่น Syswin , Support , Software และ CX-Programmer ใช้ได้กับระบบปฏิบัติการตั้งแต่ Window 95 ขึ้นไป

**ข้อดี** ใช้งานง่ายเป็นการนำสัญลักษณ์ต่างๆมาใช้แทนการเขียนคำสั่ง

**ข้อเสีย** มีขนาดใหญ่

#### 5. หน่วยจ่ายพลังงาน (Power Supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในหน่วยประมวลผล หน่วยความจำและหน่วยอินพุต/เอาต์พุต

##### 2.3.3 หลักการทำงานของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC คล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ทั่วไป ซึ่งจากหลักการทำงานพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรมการใช้ PLC ควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบว่าการใช้ระบบรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือระดับการทำงานใหม่ ก็ต้องทำการเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษายเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำเอกสารนี้ไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้น ทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้นนอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด-สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

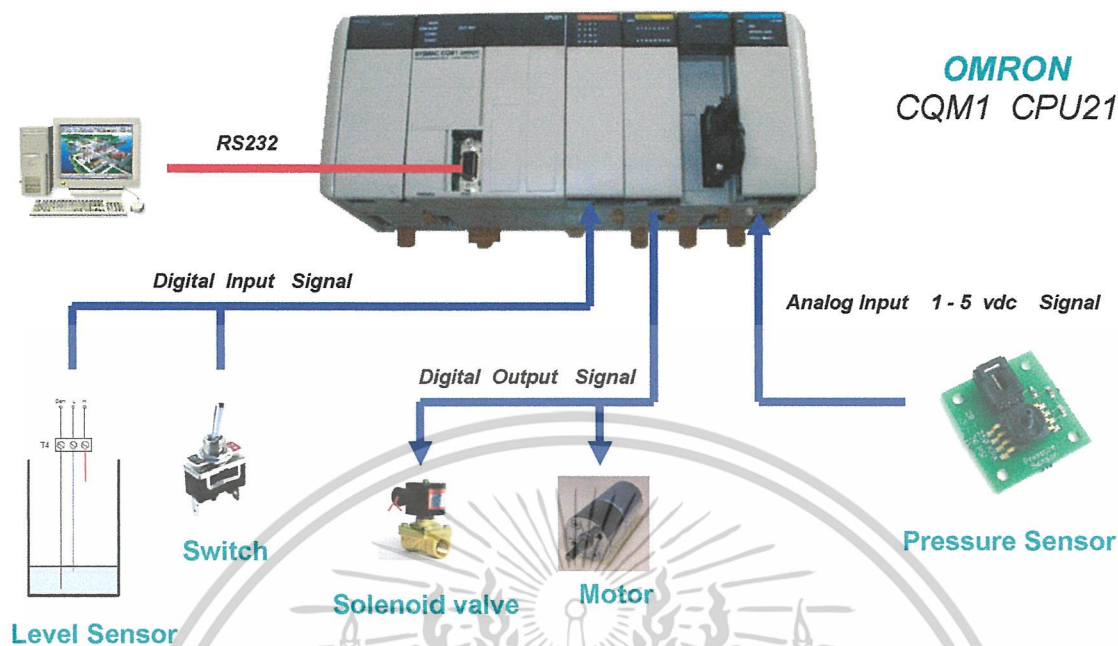
### 2.3.4 การทำงานของหน่วยต่างๆภายใน PLC

ส่วนของการประมวลผลกลางหรือ CPU (Control Processing Unit) ทำได้โดยรับข้อมูลมาจากหน่วยอินพุต-เอาต์พุต และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต เรียกว่าการสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่งเรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 msec. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรมหรือจำนวนอินพุตและเอาต์พุตหรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจาก PLC เช่น จอภาพ เครื่องพิมพ์ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับค่าของสถานะของอุปกรณ์จากหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติ การตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนถึงสิ้นสุดแล้วส่งไปที่หน่วยเอาต์พุต

ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสถานะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณ หรือสถานะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามโปรแกรม ที่กำหนดไว้ สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิทช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะ เป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้น สัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้ สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

1. ทำให้สัญญาณเข้า ได้ระดับที่เหมาะสมกับ PLC
2. การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ CPU เสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร
3. หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering) ในส่วนของเอาต์พุต จะทำหน้าที่รับค่าสถานะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลีนอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมี ความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้นเช่น รีเลย์ หรือคอนแทคเตอร์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การต่อใช้งานอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต และคอมพิวเตอรื ร่วมกับ PLC

## 2.4 ทฤษฎีเบื้องต้นของโปรแกรม LabVIEW

เป็น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างเพื่อนำมาใช้ในด้านการวัดและเครื่องมือวัดสำหรับงานทางวิศวกรรม LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench ซึ่งหมายความว่า เป็นโปรแกรมที่สร้าง เครื่องมือวัดเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม ดังนั้น จุดประสงค์หลักของการทำงานของโปรแกรมนี้ก็คือการจัดการในด้านการวัดและเครื่องมือวัด อย่างมีประสิทธิภาพ และในตัวองโปรแกรมจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันที่ใช้ช่วยในการวัดมากมายและแน่นอนที่สุดโปรแกรมนี้จะมีประโยชน์อย่างสูงเมื่อใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดทางวิศวกรรมต่างๆ สิ่งที LabVIEW แตกต่างจากโปรแกรมอื่นอย่างเห็นได้ชัดที่สุดก็คือ LabVIEW นี้เป็นโปรแกรมประเภท GUI (Graphic User Interface) โดยสมบูรณ์ นั่นคือเราไม่จำเป็นต้องเขียน code หรือคำสั่งใดๆ ทั้งสิ้น และที่สำคัญลักษณะภาษาที่ใช้ในโปรแกรมนี้เราจะเรียกว่าเป็น ภาษารูปภาพ หรือเรียกอีกอย่างว่า ภาษา G (Graphical Language) ซึ่งจะแทนการเขียนโปรแกรมเป็นบรรทัดอย่างที่เรารู้เคยกับภาษาพื้นฐาน เช่น C, BASIC หรือ FORTRAN ด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์ทั้งหมด ซึ่งแม้ว่าในเบื้องต้นเราอาจจะสับสนกับการจัดระเบียบหรือเขียนโปรแกรมบ้าง แต่เมื่อเรารู้เคยกับการใช้โปรแกรมนี้แล้วเราจะพบว่า LabVIEW นี้มีความสะดวกและสามารถลดเวลาในการเขียนโปรแกรมลงไปได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเฉพาะในงานเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อใช้ในการวัดและการควบคุม

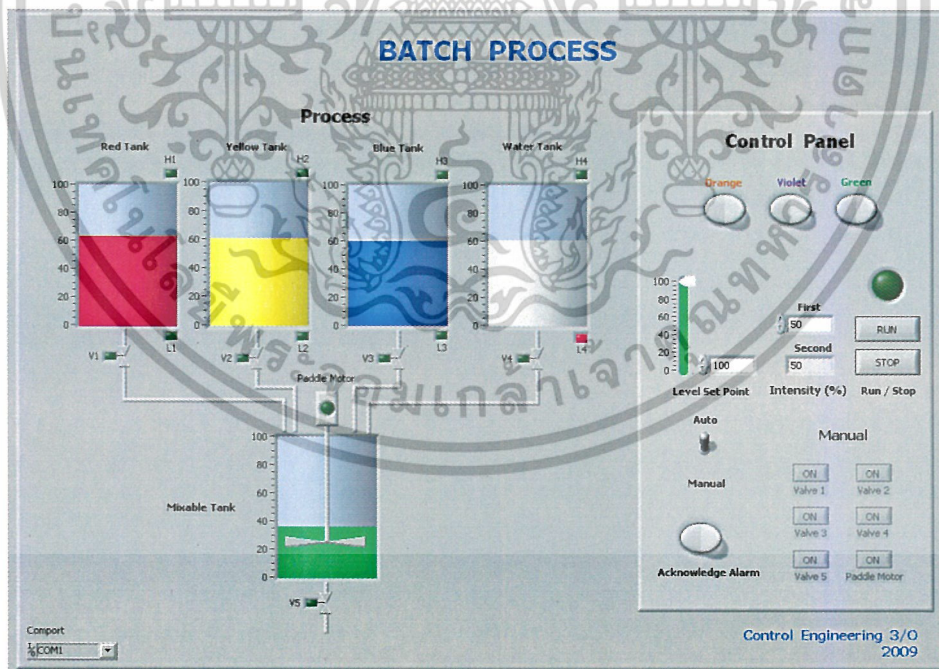
สำหรับผู้ที่เคยใช้โปรแกรมประเภทที่ใช้ตัวหนังสือ หรือที่เรียกว่า Text Base ทั้งหลาย คงจะทราบถึงความยุ่งยากในการจัดการกับตำแหน่งการส่งผ่านข้อมูลตามอุปกรณ์เชื่อมต่อเช่น Port หรือ Card ต่างๆ รวมถึงการจัดวางตำแหน่งในหน่วยความจำเพื่อที่จะสามารถรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการคำนวณและเก็บข้อมูลให้ได้ประโยชน์สูงสุด ปัญหาเหล่านี้ได้รับการแก้ไขใน LabVIEW โดยได้มีการบรรจุโปรแกรมจำนวนมาก หรือ Libraries ไว้สำหรับจัดการกับปัญหาเหล่านั้น ไม่ว่าจะอุปกรณ์การเชื่อมต่อจะเป็น DAQ (Data Acquisition), GPIB (General Purpose Interface Bus หรือก่อนหน้านี้อาจจะรู้จักกันในชื่อ Hewlett Packard Interface Bus, HP-IB), พอร์ตอนุกรม หรือ Serial Port เพื่อใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ที่ส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Instrument) รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยวิธีการต่างๆ นอกจากนี้ใน Libraries เหล่านี้ยังได้บรรจุฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญอีกหลายประการเช่น signal generation, signal processing, filters, สถิติ, พีชคณิต และคณิตศาสตร์อื่นๆ ดังนั้น LabVIEW จึงทำให้การวัดและการใช้เครื่องมือวัดกลายเป็นเรื่องง่ายลงไปมาก และทำให้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของเรา กลายเป็นเครื่องมือทางด้านกรวัดหลายชนิดอยู่ในเครื่องเดียว เราหวังว่าคงจะสามารถตอบคำถามโดยพื้นฐานได้บ้างว่า LabVIEW นี้คืออะไร ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่า LabVIEW เป็นโปรแกรมที่ใช้รูปภาพหรือสัญลักษณ์แทนการเขียนด้วยตัวอักษรเหมือน โปรแกรมปกติทั่วไป ซึ่งข้อดีข้อแรกก็คือการลดความผิดพลาดด้านการสะกดผิดหรือพิมพ์ผิดออกไป ข้อแตกต่างอีกประการหนึ่งที่สำคัญของการเขียนโปรแกรมแบบ G ก็คือการเขียนด้วยตัวหนังสือก็คือ การเขียนด้วยภาษา G นี้เป็นการเขียนโดยใช้หลักการของ Data Flow ซึ่งเมื่อเริ่มส่งข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม เราจะต้องกำหนดทิศทางไหลของข้อมูลว่าจะไปที่ส่วนใด ผ่านการประเมินผลและคำนวณในส่วนใดบ้าง และจะแสดงผลอย่างไร ซึ่งลักษณะการเขียนภาษา G หรือ Data Flow นี้จะมีลักษณะเหมือนกับการเขียน Block Diagram ซึ่งทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถให้ความสนใจกับการเคลื่อนที่และเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้โดยไม่ต้องจดจำรูปแบบคำสั่งที่ยุ่งยาก

เนื่องจาก LabVIEW ใช้ลักษณะการเขียนแบบ Block Diagram ซึ่งวิศวกรส่วนใหญ่มีความคุ้นเคยอยู่แล้ว จึงเป็นการง่ายที่จะทำความเข้าใจและนำไปพัฒนาใช้ต่อไปได้ และถ้าหากเราจำได้ถึงขั้นตอนการเขียน โปรแกรมมาก่อนที่จะเขียน โปรแกรม เราควรจะต้องเขียน Flow Chart ให้เสร็จสิ้นก่อน หลังจากตรวจสอบ Flow Chart เรียบร้อยแล้วเราจึงนำไปเขียน โปรแกรม ดังนั้นเราจะมีความสะดวกมากขึ้น ถ้าหากการเขียน Flow Chart ของ LabVIEW ก็คือการเขียน โปรแกรมนั่นเอง ซึ่งเป็นการลดขั้นตอนการทำงานลงไปได้เป็นอย่างมาก แม้ว่าการเขียน โปรแกรมใน LabVIEW ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านการเขียน โปรแกรมใดๆ มาก่อนเลย แต่การมีความรู้ด้านการเขียน โปรแกรม หรือใช้โปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดี เราคาดหวังว่าผู้อ่านคงจะมีความเข้าใจหรือคุ้นเคยกับการเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาบ้างแม้จะไม่ใช้ประโยชน์โดยตรง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่อย่างน้อยจะได้เข้าใจหลักการพื้นฐานบางอย่าง แต่ส่วนที่จำเป็นนั้นคือเราหวังว่าผู้อ่านคงจะคุ้นเคยกับทำงานกับคอมพิวเตอร์พอสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเราควรจะต้องมีความคุ้นเคยกับการทำงานต่าง ๆ บนระบบปฏิบัติการ Windows

#### 2.4.1 พาเนล

พาเนลเป็นหน้าต่างที่ใช้แสดงการควบคุมการทำงานโปรแกรม ผู้ใช้สามารถสร้างรูปแบบขึ้นเองได้อย่างรวดเร็วเพราะ LabVIEW มีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับออกแบบหน้าต่างพาเนลซึ่งในหน้าต่างพาเนลก็จะมีส่วนประกอบหลัก ๆ ด้วยกัน 3 ส่วนคือ พื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรม เมนูบาร์ และทูลบาร์ สำหรับหน้าต่างพาเนลจะแสดงตัวควบคุมการทำงาน (Controls) และตัวแสดงผล (Indicator) ส่วนลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมนั้นจะแสดงในส่วนของหน้าต่างไดอะแกรม โดยในโปรแกรม LabVIEW จะถือว่าตัวควบคุมเป็นอุปกรณ์ “อินพุท” และตัวแสดงผลเป็นอุปกรณ์ “เอาต์พุท” การวางตัวควบคุมและตัวแสดงผลลงในหน้าต่างพาเนลทำได้โดยคลิกเมาส์ทางด้านขวามือหน้าต่างพาเนล จะปรากฏกล่องทูลพาเนลขึ้นมาซึ่งภายในทูลพาเนลจะประกอบด้วยตัวควบคุมและตัวแสดงผลแบบต่าง ๆ การวางอุปกรณ์ทำได้โดยการใช้เมาส์คลิกค้างไว้ที่อุปกรณ์ที่ต้องการจากนั้นลากไปวางในหน้าต่างพาเนล ก็จะได้ภาพดังตัวอย่างในรูปที่ 2.8

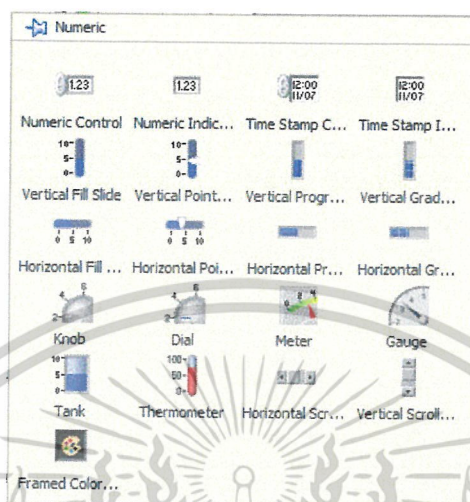


รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะของหน้าต่างพาเนล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### • Numerical Controls and Indicator

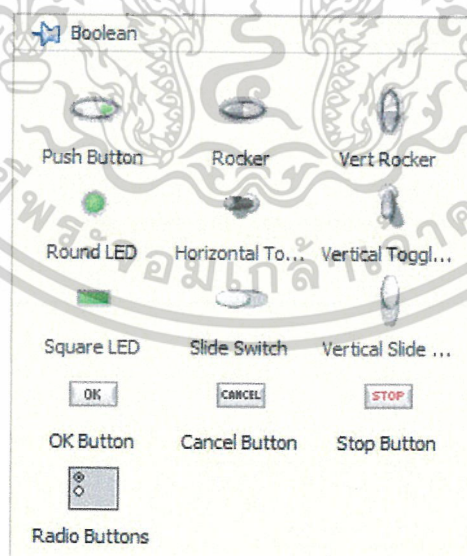
สำหรับตัวควบคุมและตัวแสดงผลที่มีลักษณะเป็นตัวเลขนั้นสามารถเรียกใช้ในส่วนของ หน้าต่าง ฟรอนท์พาเนล โดยเลือกจาก Control»Modern»Numeric บน Control พาเลท



รูปที่ 2.9 Numerical Control and Indicator

### • Boolean Control and Indicator

สำหรับตัวควบคุมและตัวแสดงผลที่มีลักษณะบูตั้นั้นจะแสดงการทำงานในลักษณะของความถูกต้อง หรือ ผิด (True /False) สามารถเรียกใช้ในส่วนของ All Function หรือ Button and LED บนทุกพาเลท

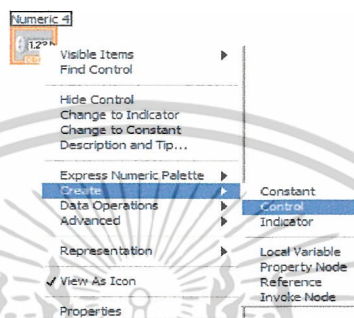


รูปที่ 2.10 Boolean Control and Indicator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## • การกำหนดอุปกรณ์

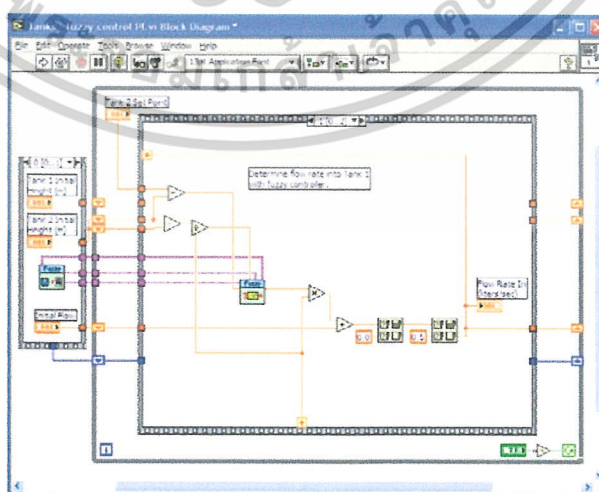
โดยปกติแล้วอุปกรณ์หนึ่งตัวก็จะทำงานหรือมีสถานะได้หนึ่งอย่าง ไม่ว่าจะมีสถานะเป็นค่าคงที่ ตัวควบคุมหรือตัวแสดงผล ซึ่งเราสามารถกำหนดได้ว่าจะให้อุปกรณ์ตัวนั้นแสดงสถานะเป็นแบบใด การกำหนดทำได้โดยการคลิกขวาที่อุปกรณ์แล้วเลือกคำสั่ง Create ซึ่งในคำสั่ง Create นี้จะมีคำสั่งย่อยอยู่ 3 คำสั่งคือ Constant, Control และ Indicator ซึ่งเราสามารถเลือกได้ว่าจะกำหนดสถานะของอุปกรณ์นั้นได้



รูปที่ 2.11 แสดงการกำหนดอุปกรณ์

### 2.4.2 ไคอะแกรม

ในส่วนของหน้าต่าง Block Diagram จะเป็นส่วนที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมและแสดงการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด แสดงการเชื่อมโยงระหว่างบล็อกคำสั่งแต่ละบล็อกเข้าด้วยกัน โดยการเขียนโปรแกรมด้วยภาพลักษณะนี้ในโปรแกรม LabVIEW เรียกว่าการเขียนโปรแกรมด้วยภาษารูปภาพ (G-Languages) การเขียนโปรแกรมด้วยภาพนั้นจะอาศัยหลักการการทำงานของเครื่องมือวัดหรือการวัดคุม ทำให้ผู้ใช้สามารถออกแบบรูปแบบโปรแกรมตามต้องการ



รูปที่ 2.12 แสดงหน้าต่างของไคอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการเขียนโปรแกรมในหน้าต่างโคอะแกรมมีส่วนประกอบที่สำคัญ ๆ อยู่ 3 ส่วน คือ

- **Nodes** มีความคล้ายคลึงกับการเขียน โปรแกรมแบบสแตคเม้นท์และการเขียนแบบฟังก์ชัน ในการเขียนโปรแกรมแบบต่างๆ ไป ประกอบด้วย
- **Function** ติดตั้งมาพร้อมกับ LabVIEW
- **Sub VI Node** คือ VI ที่สร้างขึ้นเองและถูกนำมาใช้เป็น SubVI ในภายหลัง
- **Structure** เช่น Case, loop, and Sequence ที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน ของโปรแกรม
- **Code Interface Node (CIN)** ใช้ติดต่อระหว่าง LabVIEW และ User Supplied Code ของภาษาซี
- **Terminal** เป็นจุดเชื่อมต่อเพื่อส่งผ่านข้อมูลระหว่างหน้าต่างโคอะแกรมกับหน้าต่างพาเนลและระหว่าง โหนดแต่ละ โหนดในหน้าต่างโคอะแกรม มีความคล้ายคลึงกันกับการกำหนดพารามิเตอร์และค่าคงที่ในการเขียนโปรแกรมทั่ว ๆ ไป Terminal มีอยู่หลายชนิด เช่น Control and Indicator Terminal, Node Terminal, Constants
- **Wiring** เป็นการเชื่อมต่อทางเดินของข้อมูลระหว่าง Terminal ซึ่งเป็นแบบส่งทางเดียว สีและรูปแบบ ของ Wires จะบอกถึงชนิดของข้อมูลที่ส่งผ่าน โดยใช้ Wiring Tool (รูปหลอดด้าย) ใน Tool Palette

#### สีของ Control หรือ Indicator

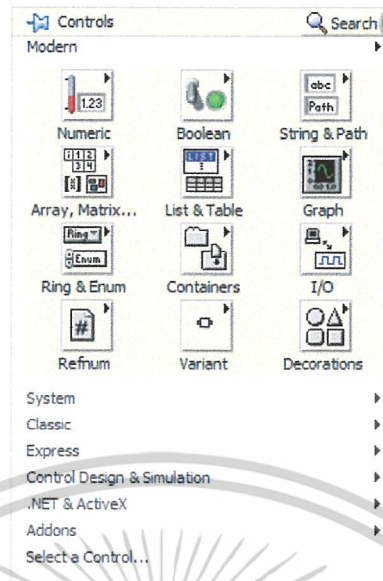
1. สีน้ำเงิน แทนตัวเลขที่เป็นจำนวนเต็ม
2. สีส้ม แทนตัวเลขที่มีค่าทศนิยม
3. สีเขียว แทน Logic หรือ Boolean
4. สีชมพู แทนค่าของ String

#### รูปแบบของWiring

1. เส้นบางแทนค่าจำนวนเดียว
2. เส้นหนาแทนค่าของอาร์เรย์ ขนาด 1 มิติ
3. เส้นคู่แทนค่าของอาร์เรย์ ขนาด 2 มิติ

การ Wiring ทำโดยใช้ Wiring Tool เลื่อนไปให้ตรง Terminals แรกที่ต้องการเชื่อมต่อสังเกตให้ Terminals กระพริบแล้วคลิกเมาส์ จากนั้นให้ลากไปยัง Terminals ที่ต้องการเชื่อมต่อโดยจะเกิดเส้นประสีดำลากตาม cursor ให้คลิกเมาส์บน Terminals ที่สองในขณะที่ Terminals นั้นกำลังกระพริบ ข้อแตกต่างระหว่าง Control กับ Indicator บน Block Diagram คือ Control จะมีขอบเป็นเส้นหนา ส่วน Indicator จะมีขอบเป็นเส้นบาง

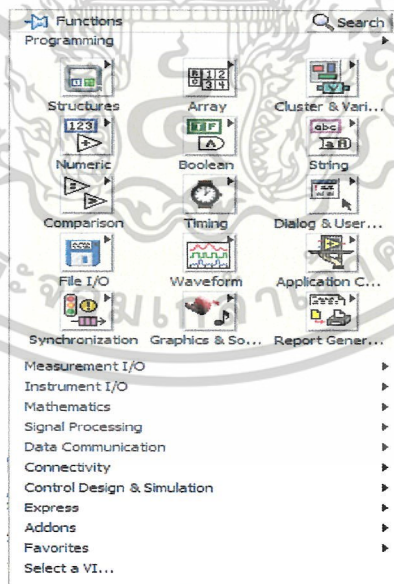




รูปที่ 2.14 แสดง Control Palette

#### • Function Palette

การใช้งานโดยทั่วไปจะมีความคล้ายกันกับ Control Palette ซึ่งภายในประกอบไปด้วยอุปกรณ์ในการสร้าง VI ตัวอย่างอุปกรณ์หลัก ๆ ใน Function Palette เช่น For Loops, While Loops และ Formula Nodes สามารถเรียกใช้งานได้ 2 วิธีเช่นเดียวกันกับการเรียกใช้งาน Control Palette คือ เลือกที่เมนู Window แล้วเลือก Show Function Palette หรือคลิกเมาส์ทางด้านขวาบริเวณพื้นที่ว่างในหน้าต่างโปรแกรม

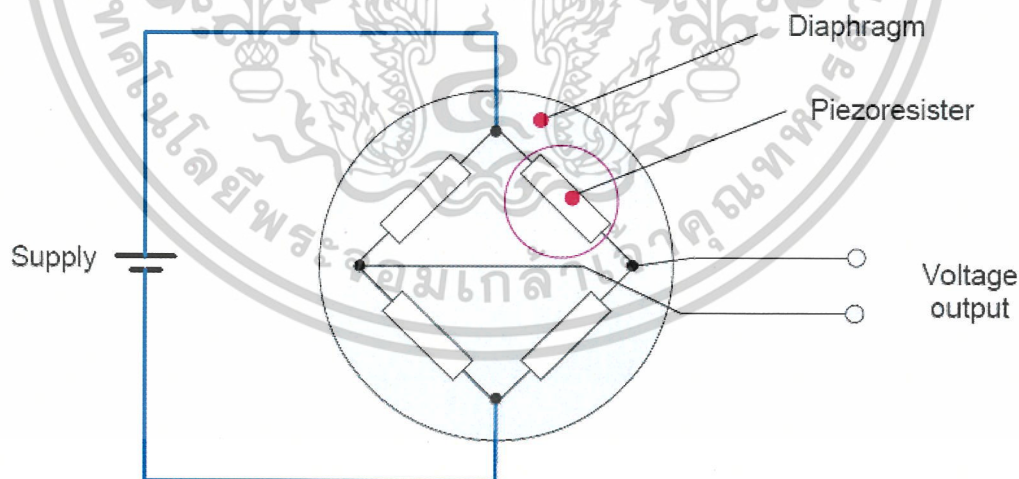


รูปที่ 2.15 แสดง Function Palette

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปะลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 เซนเซอร์ตรวจวัดความดัน (Pressure Sensor)

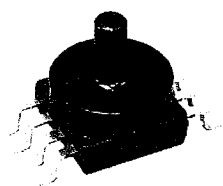
เป็นส่วนที่ทำหน้าที่วัดระดับน้ำสีของถังผสม โดยใช้หลักการวัดความดันของของเหลวในถัง เซนเซอร์ที่ใช้คือเบอร์ MPXAZ6115AC6U เป็นเซนเซอร์ตรวจวัดความดันแบบเพียโซรีซิสทีฟ (Piezoresistive pressure sensor) โดยเป็นลักษณะของการใช้แผ่นไดอะแฟรมซิลิกอนทำงานร่วมกับตัวต้านทานแบบเพียโซรีซิสเตอร์สี่ตัวในรูปของวงจรรีดิคแบบวิดสโตนแสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งจะมีรูปร่างที่กะทัดรัด ใช้งานง่ายและย่านการวัดเหมาะสมกับงานที่เราใช้วัด โดยมีการทำงานคือเมื่อมีระดับของของเหลวในถังมีการเปลี่ยนแปลง จะทำให้ความดันเปลี่ยนแปลงไปด้วย ทำให้ความดันที่ได้จากตัวเซนเซอร์ จะมีเอาต์พุตออกมาในรูปของแรงดันไฟฟ้าในช่วง 0.2 to 4.8 Volt ซึ่งมีย่านการวัดความดันอยู่ในช่วง 15 to 115 kPa (2.2 to 16.7 psi) ถ้าเอาต์พุตที่ได้นี้จะไม่สามารถนำมาใช้งานได้เลยจะต้องเอามาเข้าวงจรปรับ Zero และ Span ก่อนเพื่อปรับให้แรงดันเอาต์พุตให้ได้ในช่วง 1-5 V ซึ่งเป็นแรงดันที่เราต้องการเพื่อที่จะนำไปเป็นสัญญาณอนาล็อกอินพุตของ PLC เพื่อประมวลผลต่อไป และในกรณีนี้ ลักษณะ กระบวนการเบทซ์ที่ได้ ออกแบบนี้จะอยู่ใกล้ PLC ดังนั้นจึงใช้ลักษณะอินพุตที่เป็นแบบแรงดันได้เพราะไม่เกิดแรงดันตกคร่อมในช่วงการส่งมากนัก ถ้าหากระยะกระบวนการอยู่ไกลจาก PLC ควรปรับเป็นแรงดันให้เป็นกระแสก่อนแล้วค่อยส่งมาประมวลผลที่ตัวควบคุมเพื่อป้องกันแรงดันตก ซึ่งลักษณะ คุณสมบัติ และ โครงสร้าง ของ Pressure Sensor จะมีลักษณะแสดงดังรูปต่อไปนี้



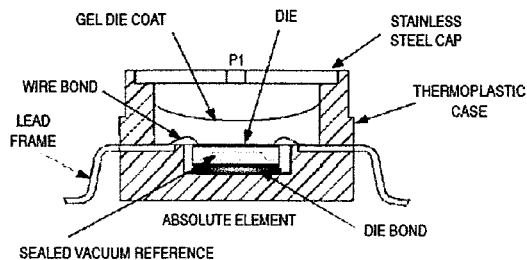
(ก)

รูปที่ 2.16 แสดงโครงสร้างภายในเซนเซอร์ตรวจวัดความดันและโครงสร้างภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

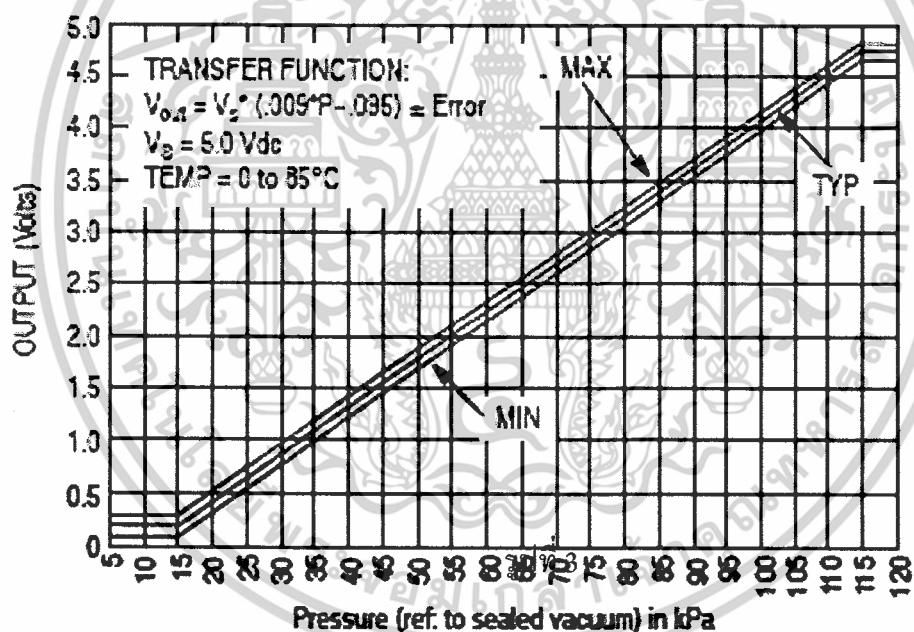


( ข )



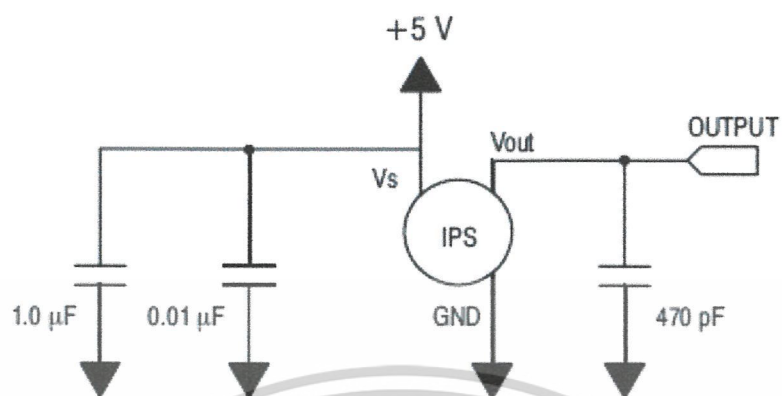
( ค )

รูปที่ 2.17 แสดงเซนเซอร์ตรวจวัดความดันและโครงสร้างภายใน  
( ก ) แผ่นไดอะแฟรมและเพียโซรีซิสทีฟ ( ข ) ตัว Sensor ( ค ) โครงสร้างภายในของ Sensor

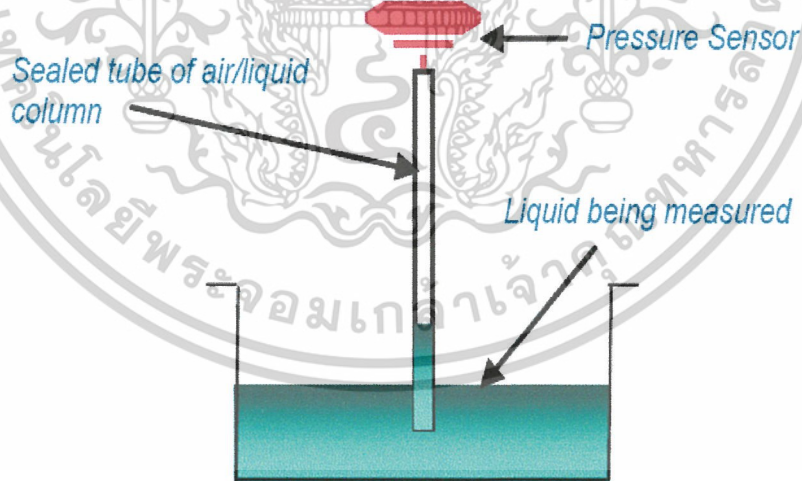


รูปที่ 2.18 แสดงกราฟคุณสมบัติเอาต์พุตของเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 แสดงวงจรการต่อใช้งาน

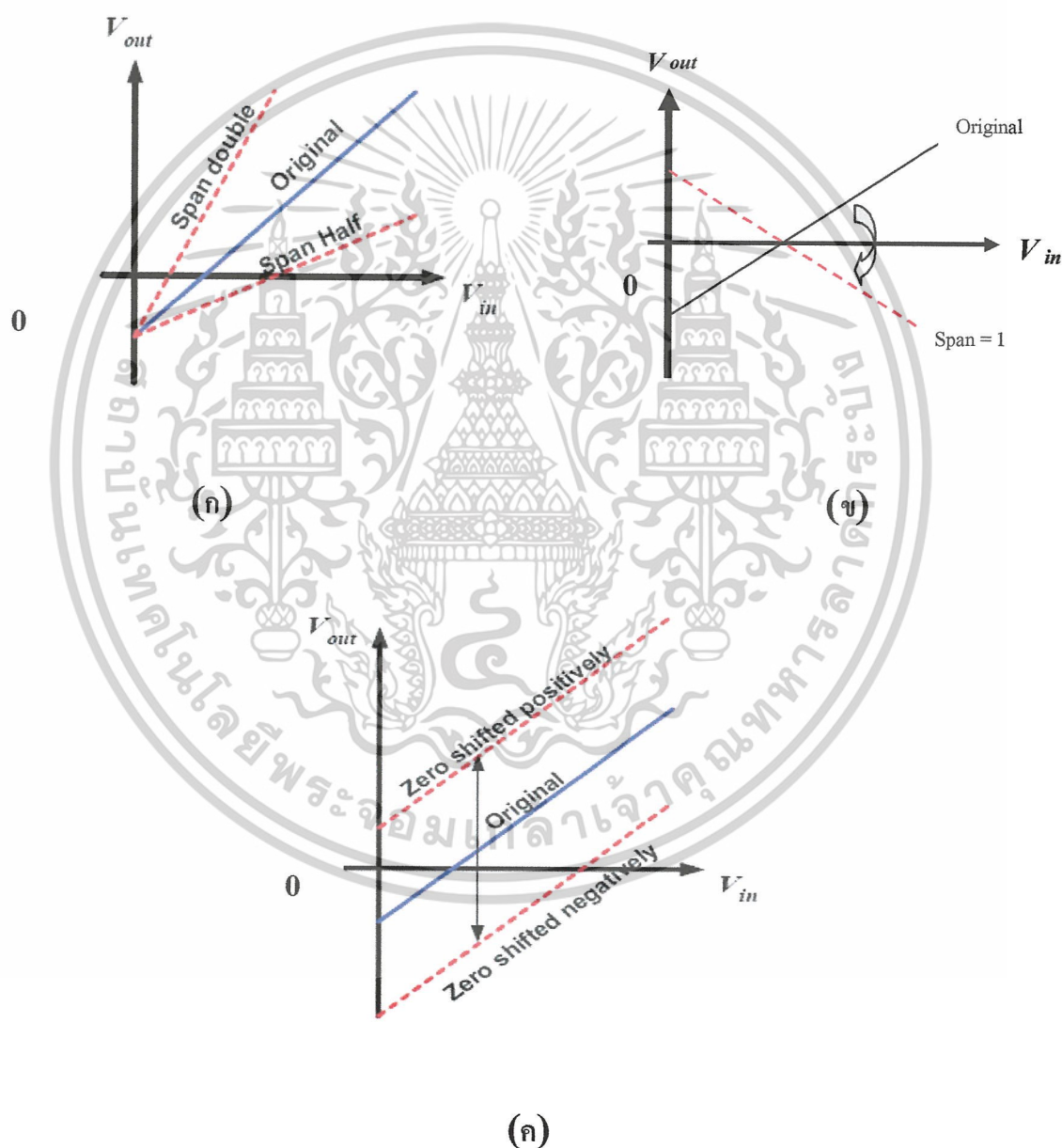


รูปที่ 2.20 การติดตั้งและการใช้งาน Pressure Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

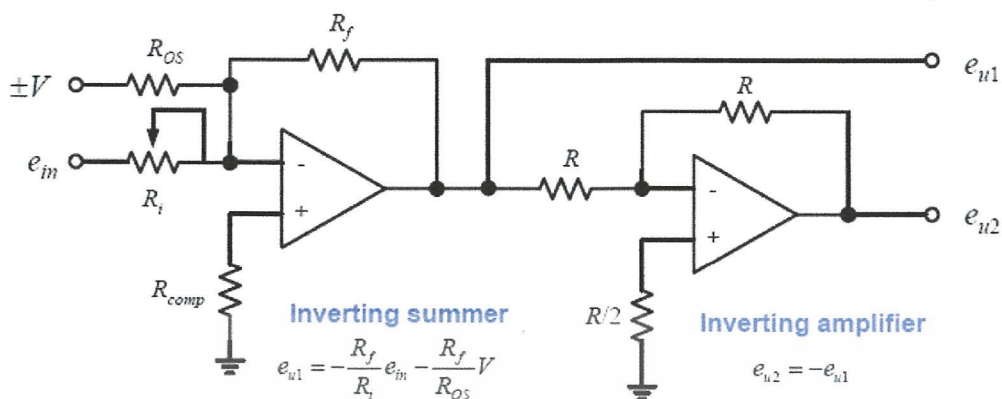
## 2.6 วงจรปรับค่าความชันและตำแหน่งศูนย์ ( zero and span )

วงจรปรับค่าความชันและตำแหน่งศูนย์เป็นวงจรที่มีความสำคัญวงจรหนึ่งในระบบเครื่องมือวัดและควบคุมค่ากระบวนการ โดยทำหน้าที่ส่งผ่าน (transmission) และปรับตำแหน่งสัญญาณ (Signal Conditioner) ระหว่างสัญญาณเอาต์พุตให้มีความสัมพันธ์เป็นไปตามเงื่อนไขที่ระบบต้องการ ซึ่งวงจรนี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงความชัน ( slope ) และปรับตำแหน่งศูนย์ ( zero ) ของความสัมพันธ์ระหว่างเอาต์พุตกับสัญญาณอินพุต ดังแสดงในกราฟคุณสมบัติ รูปที่ 2.21

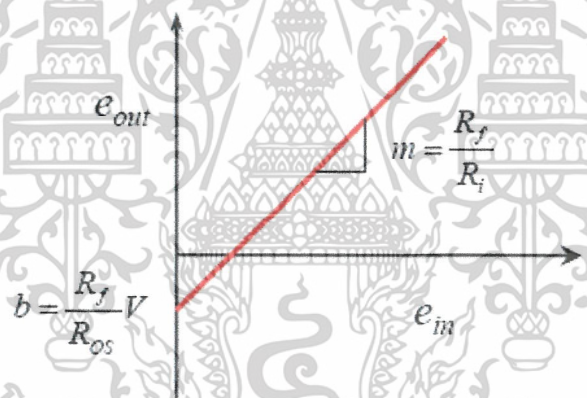


รูปที่ 2.21 ผลของการปรับความชันและตำแหน่งศูนย์

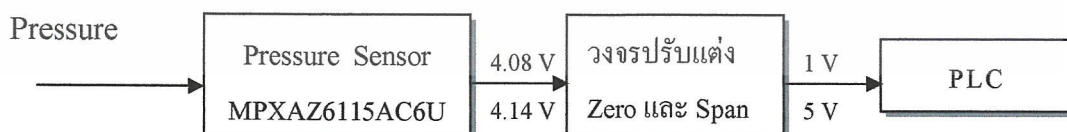
(ก) การเปลี่ยนแปลงความชัน (ข) ความชันเท่ากับ -1 (ค) การปรับตำแหน่งศูนย์ (จุดตัดแกน y)  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 วงจรปรับความชันและตำแหน่งศูนย์



รูปที่ 2.23 กราฟแสดงคุณสมบัติของวงจร



รูปที่ 2.24 ผังสัญญาณแสดงการทำงานของระบบอ่านความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.6.1 การคำนวณการออกแบบวงจรปรับ Zero และ Span

$$m = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_{o(\max)} - V_{o(\min)}}{V_{i(\max)} - V_{i(\min)}} = \frac{5V - 1V}{4.14V - 4.08V} = 66.67$$

หรือ  $m = \frac{R_f}{R_i} = 66.67$  เลือก  $R_f = 680 \text{ k}\Omega$  จะได้  $R_i = 10.2 \text{ k}\Omega$

จาก  $y = mx + b$  หรือเขียนได้เป็น  $V_o = mV_i + b$

ดังนั้นที่  $V_i = 4.08 \text{ V}$  แล้ว  $V_o = 1 \text{ V}$  นั่นคือ

$$1 \text{ V} = (66.67)(4.08 \text{ V}) + b$$

หรือจะได้

$$b = -271.01 \text{ V}$$

แต่

$$b = \frac{R_f}{R_{os}}(\pm V)$$

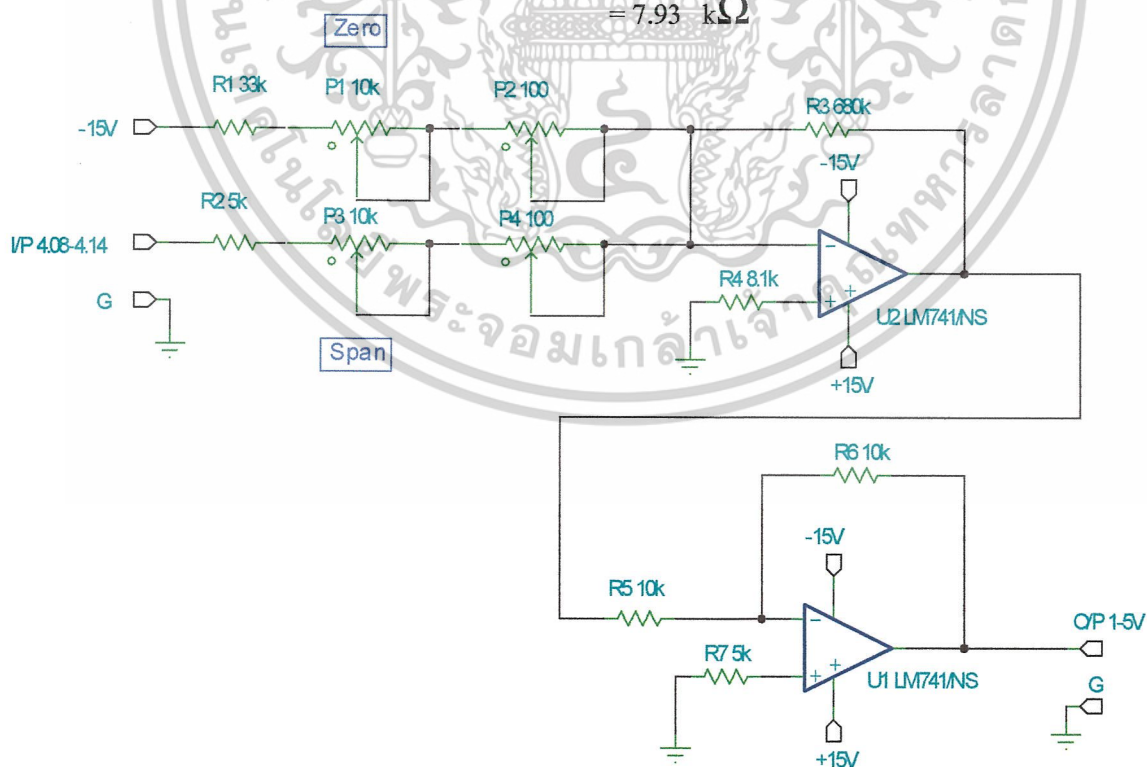
$$= -271.01 \text{ V}$$

ดังนั้น ต้องเลือกไฟเลี้ยง  $\pm V$  เป็นไฟลบ และในที่นี้เลือก  $V = -15 \text{ V}$  จะได้

$$R_{os} = \frac{R_f}{b}(\pm V) = \frac{(680 \text{ k}\Omega)(-15 \text{ V})}{(-271.01 \text{ V})} = 37.6 \text{ k}\Omega$$

และ

$$R_{comp} = R_f // R_i // R_{os} = 7.93 \text{ k}\Omega$$



รูปที่ 2.25 วงจรปรับแต่งสัญญาณ Zero และ Span ของ เซนเซอร์ตรวจวัดความดัน

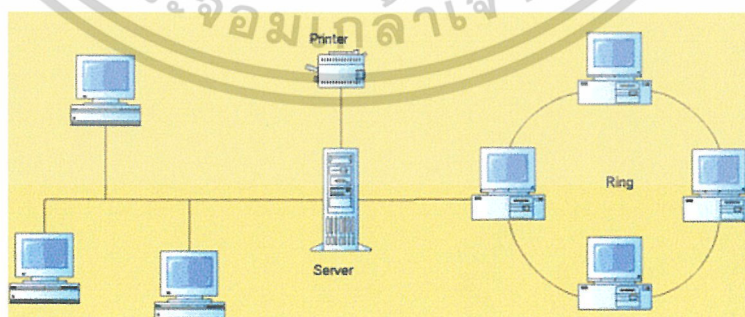
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 การสื่อสารแบบโปรโตคอล

ในการสื่อสารทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จำต้องมีการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบ ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่ออยู่ในเครือข่ายเดียวกันนี้ อาจจะมีฮาร์ดแวร์, ซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อทำการส่งข้อมูลถึงกันและตีความหมายได้ตรงกัน จึงต้องมีการกำหนดระเบียบวิธีการติดต่อให้ตรงกัน โปรโตคอล ( Protocol ) คือระเบียบวิธีที่กำหนดขึ้นสำหรับการสื่อสารข้อมูล โดยสามารถส่งผ่านข้อมูลไปยังปลายทางได้อย่างถูกต้อง ซึ่งตัวโปรโตคอลที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ TCP/IP นอกจากนี้ยังมีการออกแบบโปรโตคอลตัวอื่นๆขึ้นมาใช้งานอีก เช่น โปรโตคอล IPX/SPX, โปรโตคอล NetBEUI และ โปรโตคอล Apple Talk

### 2.7.1 โปรโตคอล IPX/SPX

ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Novell ซึ่งทำการพัฒนามาจากตัวโปรโตคอล XNS ของบริษัท Xerox Corporation ตัวโปรโตคอล IPX/SPXแบ่งออกเป็น 2 โปรโตคอลหลักคือ Internetwork Packet Exchange ( IPX ) และ Sequenced Packet Exchange ( SPX ) โดยโปรโตคอล IPX ทำหน้าที่ในระดับ network layer ตามมาตรฐาน OSI Model มีกลไกการส่งผ่านข้อมูลแบบ connectionless,unreliableหมายความว่า เมื่อมีการส่งข้อมูล โดยไม่ต้องทำการสถาปนาการเชื่อมต่อกันระหว่าง host กับเครื่องที่ติดต่อกันอย่างถาวร ( host , เครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการใดๆ ในเครือข่าย ) และไม่ต้องการรอสัญญาณยืนยันการรับข้อมูลจากปลายทาง โดยตัวโปรโตคอลจะพยายามส่งข้อมูลนั้นไปยังปลายทางให้ดีที่สุด สำหรับโปรโตคอล SPX ทำหน้าที่ในระดับ transport layer ตามมาตรฐาน OSI Model โดยส่งผ่านข้อมูลตรงข้ามกับโปรโตคอล IPXคือ ต้องมีการทำการสถาปนาการเชื่อมโยงกันก่อนและมีกรส่งผ่านข้อมูลที่เชื่อถือได้ ด้วยการตรวจสอบสัญญาณยืนยันการรับส่งข้อมูลจากปลายทาง



รูปที่ 2.26 การสื่อสารข้อมูลแบบโปรโตคอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7.2 โพรโทคอล NetBEUI

โพรโทคอล NetBEUI หรือ NetBIOS Enhanced User Interface นั้น เป็นโพรโทคอลที่ไม่มีส่วนในการระบุเส้นทางส่งผ่านข้อมูล (Non-routable Protocol) โดยจะใช้วิธีการ Broadcast ข้อมูลออกไปในเครือข่าย และหากใครเป็นผู้รับที่ถูกต้องก็จะนำข้อมูลที่ได้รับ ไปประมวลผล ข้อจำกัดของโพรโทคอลประเภทนี้ก็คือไม่สามารถทำการ Broadcast ข้อมูลข้ามไปยัง Physical Segment อื่นๆที่ไม่ใช่ Segment เดียวกันได้ เป็นการแบ่งส่วนของเครือข่ายออกจากกันทางกายภาพ หากต้องการเชื่อมต่อเครือข่ายถึงกันจะต้องใช้อุปกรณ์อย่างเช่น Router มาทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างเครือข่าย เนื่องจากอุปกรณ์บางอย่างเช่น Router ไม่สามารถจะ Broadcast ข้อมูลต่อไปยังเครือข่ายอื่นๆได้ เพราะถ้าหากยอมให้ทำเช่นนั้นได้ จะทำให้การสื่อสารระหว่างเครือข่ายกลับคั่งไปด้วยข้อมูลที่เกิดจากการ Broadcast จนเครือข่ายต่างๆไม่สามารถที่จะสื่อสารกันต่อไปได้ โพรโทคอล NetBEUI จึงเหมาะที่จะใช้งานบนเครือข่ายขนาดเล็กที่มีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เกิน 50 เครื่องเท่านั้น NetBEUI เป็นหนึ่งในสองทางเลือกสำหรับผู้ใช้งาน NetBIOS ( Network Basic Input Output System ) ซึ่งสามารถทำงานได้ทั้งบนโพรโทคอล TCP/IP และ NetBUEI

## 2.7.3 โพรโทคอล AppleTalk

จุดเริ่มต้นของโพรโทคอล AppleTalk เกิดขึ้นในปีค.ศ.1983 ซึ่งเป็นช่วงที่บริษัท Apple Computer ต้องการออกแบบชุดโพรโทคอลสื่อสารข้อมูลของตนเองขึ้น เพื่อใช้เชื่อมโยงเครือข่ายของเครื่องแบบแมคอินทอช และสามารถแชร์กับอุปกรณ์ต่างๆ นอกจากนี้ยังขยายไปสู่การเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายของเซิร์ฟเวอร์, เครื่องพิมพ์, Gateway และ Router ของผู้ผลิตรายอื่นๆด้วยต่อจากนั้นเครื่องแมคอินทอชและอุปกรณ์ต่างๆที่บริษัทผลิตออกมาก็ได้มีการเพิ่มส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ให้สามารถรองรับโพรโทคอลตัวนี้ได้ รวมถึงระบบปฏิบัติการ MacOS รุ่นใหม่ๆก็ได้มีการผนวกฟังก์ชันให้รองรับโพรโทคอลตัวนี้ได้เช่นกัน ทำให้กลุ่มผู้ใช้เครื่องแมคอินทอชสามารถเชื่อมโยงกันเป็นเครือข่ายได้ง่ายโดยไม่ต้องไปหาซื้อ อุปกรณ์เพิ่มเติมอีก โพรโทคอล Apple Talk ถูกออกแบบมาให้ทำงานเป็นเครือข่ายในแบบ peer-to-peer ซึ่งถือว่าเครื่องทั้งหมดที่เชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายสามารถเป็นเซิร์ฟเวอร์ได้ทุกเครื่อง โดยไม่ต้องจัดให้บางเครื่องทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการ โดยเฉพาะขึ้นมา ต่อมาปีค.ศ. 1989 ได้มีการพัฒนาโพรโทคอล AppleTalk ให้สนับสนุนเครือข่ายที่ใหญ่มากขึ้นได้ สามารถมีเครื่องลูกข่ายและอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อในเครือข่ายได้มากกว่าเดิมเรียกว่าเป็นโพรโทคอล Apple Talk Phase 2 นอกจากนี้ยังเพิ่มโพรโทคอลที่ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบ Ethernet และ Token Ring ได้ โดยเรียกว่า EtherTalk และ TokenTalk ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

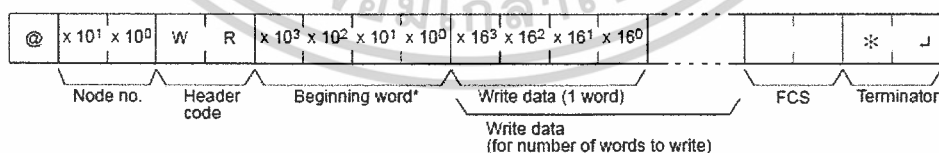
## 2.7.4 โพรโทคอลTCP/IP ( RFC1180 )

โพรโทคอล TCP/IP เป็นชื่อเรียกของชุด โพรโทคอลที่สำคัญ มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ตามการขยายตัวของอินเทอร์เน็ต/อินทราเน็ต ความจริงแล้วโพรโทคอล TCP/IP เป็นกลุ่มของ โพรโทคอล หลายตัวที่ประกอบกันเป็นชุดให้ใช้งาน โดยมีคำเต็มว่าTransmission Control Protocol /Internet Protocol ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีโพรโทคอลประกอบกันทำงาน 2 ตัว คือ TCP และ IP

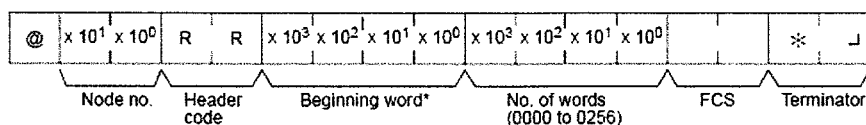
ตัวอย่างของกลุ่มโพรโทคอลในชุดของ TCP/IP ที่เราพบและใช้งานบ่อยๆ ( ส่วนใหญ่จะไม่ได้ใช้งาน โดยตรง แต่จะใช้งานผ่านแอปพลิเคชันต่างๆหรือทำงานโดยอ้อม เช่น Internet Protocol,Address Resolution Protocol(ARP) ,Internet Control Message Protocol (ICMP) ,User Datagram Protocol (UDP) ,Transprot Control Protocol (TCP) และ Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) โพรโทคอลที่มีบทบาทสำคัญในการทำงานในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตคือ Internet Protocol (โพรโทคอล IP) เนื่องจากเมื่อโพรโทคอลอื่นๆต้องการส่งผ่านข้อมูลข้ามเครือข่ายในอินเทอร์เน็ตนั้น จะต้องอาศัยการผนึกข้อมูลไปกับโพรโทคอล IP ที่มีกลไกการระบุเส้นทางผ่าน Gateway หรือ Router เพื่อนำข้อมูลไปยังเครือข่ายและเครื่องปลายทางที่ต้องการ เนื่องจากกลไกการระบุเส้นทางจะทำงานที่โพรโทคอล IP เท่านั้นและด้วยเหตุนี้เราจึงเรียกว่าเป็นโพรโทคอลที่มีความสามารถในการระบุเส้นทางการส่งผ่านของข้อมูลได้(Routable)การที่เครื่องคอมพิวเตอร์จะสามารถสื่อสารกันได้จำเป็นต้องมีการระบุแอดเดรสที่ไม่ซ้ำกัน เพราะไม่เช่นนั้นข้อมูลที่จะส่งอาจจะไม่ถึงปลายทางได้ ซึ่งแอดเดรสจะมีข้อกำหนดมาตรฐานซึ่งในการใช้งานโพรโทคอล TCP/IP ที่เชื่อมโยงเครือข่ายนี้ จะเรียกว่า IP Address ( Internet Protocol Address )

## 2.8 โพรโทคอลที่ใช้ติดต่อกับ PLC OMRON CQM1

### Command Format



### Command Format



รูปที่ 2.27 แสดง Protocols IR Write and Read

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หมายเลขเครื่อง ในการเชื่อมต่อที่เป็นโครงข่ายแบบหลายจุดนั้นเครื่องควบคุมที่เชื่อมต่ออยู่ในระบบจะมีมากกว่า 1 เครื่อง การกำหนดว่าต้องการส่งข้อมูลให้กับเครื่องควบคุมตัวใดเช่น @00 คือ เครื่องหมายเลขที่ 00
2. ส่วน Header เป็นส่วนของคำสั่งหลักที่จะกำหนดว่าต้องการกระทำกับข้อมูลส่วนใด เช่น ต้องการอ่านข้อมูลของอินพุตให้พิมพ์ R หรือ ต้องการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ ให้พิมพ์ W
3. ส่วน Text เป็นส่วนของข้อมูล เช่น คำที่อ่านได้จากอินพุต หรือคำที่จะต้องการเขียนในหน่วยความจำ PLC
4. ส่วนของ FCS เป็นส่วนของการควบคุมความผิดพลาดของข้อมูลซึ่งได้จากการคำนวณ
5. \* เป็นการจบแถวของ โปรโตคอล

ตัวอย่างการเขียนข้อมูล @00WR0000000144\*

- @00 = ต้องการเชื่อมต่อข้อมูลกับเครื่อง PLC หมายเลขที่ 00 ในกรณีที่ PLC มีอยู่เครื่องเดียวก็ให้ใช้ หมายเลขนี้
- WR = เขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ IR
- 0000 = เขียนไว้ที่ Word ที่ 0
- 0001 = ข้อมูลที่มีค่าเป็น เลขฐานสิบหก
- 44 = FCS
- \* = เป็นการจบแถวของ โปรโตคอล

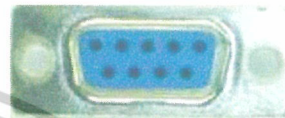
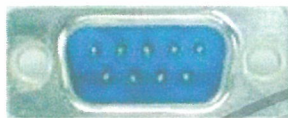
ตัวอย่างการอ่านข้อมูล @00RR0100000140\*

- @00 = ต้องการเชื่อมต่อข้อมูลกับเครื่อง PLC หมายเลขที่ 00 ในกรณีที่ PLC มีอยู่เครื่องเดียวก็ให้ใช้ หมายเลขนี้
- RR = อ่านข้อมูลลงในหน่วยความจำ IR
- 0100 = อ่านที่ Word ที่ 100
- 0001 = อ่านข้อมูลที่ Word ที่ 100 เท่านั้น
- 40 = FCS
- \* = เป็นการจบแถวของ โปรโตคอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.9 การใช้งานพอร์ตอนุกรม RS232

การสื่อสารแบบอนุกรม นับว่ามีความสำคัญ ต่อการใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์มาก เพราะสามารถใช้เป็นพินท์ และจอภาพของ PC เป็น อินพุต และ เอาต์พุต ในการติดต่อ หรือ ควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้วย สัญญาณอย่างน้อย เพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ สายส่งสัญญาณ TX สายรับสัญญาณ RX และสาย GND โดยปกติพอร์ตอนุกรม RS-232C จะสามารถต่อสายได้ยาว 50 ฟุตโดยประมาณ ขึ้นอยู่กับ ชนิดของ สายสัญญาณ, ระยะทาง, และ ปริมาณ สัญญาณ รบกวน



พอร์ตอนุกรมของ PC DB9 ตัวผู้ (Male)      พอร์ตอนุกรมของอุปกรณ์ภายนอก DB9 ตัวเมีย (Female)

รูปที่ 2.28 แสดงพอร์ตอนุกรม ตัวผู้แก่ตัวเมีย

พอร์ตอนุกรมของ PC จะเป็นคอนเน็คเตอร์แบบ DB9 ตัวผู้ (Male) และพอร์ตอนุกรม ของอุปกรณ์ ภายนอก จะเป็นคอนเน็คเตอร์แบบ DB9 ตัวเมีย (Female)

แสดงการ จัดหา ของคอนเน็คเตอร์ อนุกรมแบบ DB9 และหน้าที่การใช้งานต่างๆ

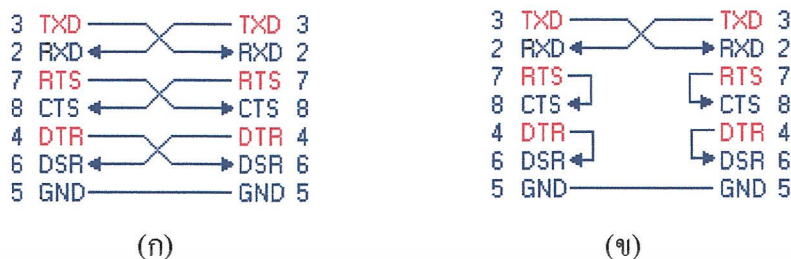


DB9 ตัวผู้ เมื่อมองจากด้านหลัง

Pin	Description	Type
1.	Data Carrier Detect (DCD)	Input
2.	Received Data (RXD)	Input
3.	Transmitted Data (TXD)	Output
4.	Data Terminal Ready (DTR)	Output
5.	Signal Ground (GND)	Input
6.	Data Set Ready (DSR)	Input
7.	Request To Send (RTS)	Output
8.	Clear to Send (CTS)	Input
9.	Ring Indicator (RI)	Input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.9.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย DB9



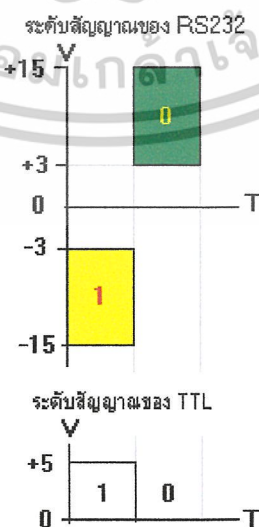
รูปที่ 2.29 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกด้วยสาย DB9

- (ก) การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ Null modem
- (พ) การต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ 3 เส้น

### 2.9.2 การทำงานของขาสัญญาณ DB9

**TXD** เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูล **RXD** เป็นขาที่ใช้รับข้อมูล **DTR** แสดงสถานะพอร์ตว่าเปิดใช้งาน **DSR** ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่อกับ เปิดอยู่หรือไม่เมื่อเปิดพอร์ตอนุกรม ขา **DTR** จะ ON เพื่อให้อุปกรณ์ได้รับทราบว่าการติดต่อกำลังจะเกิดขึ้นก็จะตรวจสอบขา **DSR** ว่าอุปกรณ์พร้อมหรือไม่ **RTS** แสดงสถานะพอร์ตว่าต้องการส่งข้อมูล **CTS** ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่อกำลังจะส่งข้อมูลหรือไม่ เมื่อต้องการส่งข้อมูลขา **RTS** จะ ON และจะส่งข้อมูลออกที่ขา **TXD** เมื่อส่งเสร็จก็จะ OFF ในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา **CTS** ว่าอุปกรณ์ต้องการที่จะส่งข้อมูลหรือไม่ **GND** ขา ground

### 2.9.3 ระดับสัญญาณของ RS232



รูปที่ 2.30 ระดับสัญญาณของ RS232C และระดับสัญญาณของ TTL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเห็นไปเซปประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

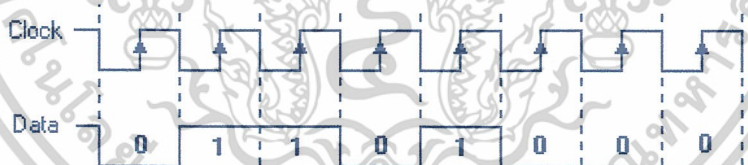
- สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น ในสายนำสัญญาณ มักจะมีแรงดันเป็นบวก เมื่อเทียบกับกราวด์
  - เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนนี้ จึงออกแบบแรงดัน ของ โลจิก "1" เป็นลบ คืออยู่ในช่วง -3V ถึง -15V
  - ส่วนแรงดัน ของ โลจิก "0" อยู่ในช่วง +3V ถึง +15V
  - และเหตุที่ ระดับสัญญาณ ของ RS232 อยู่ในช่วง +15V ถึง -15V ก็เพื่อให้ต่อสายสัญญาณ "ไปได้ไกลขึ้น"
- ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันของ RS232 มาเป็นระดับแรงดันของ TTL

#### 2.9.4 อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate)

- คือความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล เป็นจำนวนบิตต่อวินาทีเช่น 300, 1,200, 2,400, 4,800 , 9,600 ,14,400 ,19,200, 38,400 ,56,000 เป็นต้น
- การเลือกอัตราการส่งข้อมูลขึ้นอยู่กับ ชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทาง,และปริมาณสัญญาณรบกวน

#### 2.9.5 รูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม

มีด้วยกันอยู่ 2 แบบ คือแบบซิงโครนัส (Synchronous) และแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous) การรับส่งข้อมูล จะมีสัญญาณนาฬิกา ซึ่งเป็นตัวกำหนดจังหวะเวลา การส่งข้อมูล ร่วมอยู่ด้วยอีกเส้นหนึ่ง ใช้คู่กับสัญญาณข้อมูล ตัวอย่างเช่น การส่งสัญญาณ จากคีย์บอร์ด



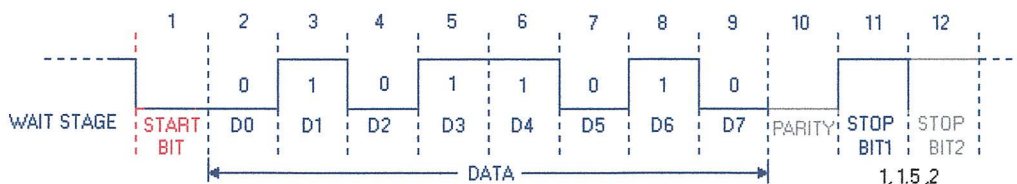
รูปที่ 2.31 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

การรับส่งข้อมูล โดยที่ไม่จำเป็นต้อง มีสัญญาณนาฬิกา ร่วมด้วย แต่จะใช้ให้ตัวส่ง และตัวรับ มีอัตราส่งข้อมูล ที่เท่ากัน

รูปแบบข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

- 1.บิตเริ่มต้น (Start bit) มีขนาด 1 บิต
- 2.บิตข้อมูล (Data) มีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต
- 3.บิตตรวจสอบพาริตี (Parity bit) มีขนาด 1 บิตหรือ ไม่มี
- 4.บิตหยุด (Stop bit) มีขนาด 1, 1.5, 2 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 แสดงบิตการรับส่งข้อมูล

- เมื่อไม่มีการส่งข้อมูล ขาด data จะมีสถานะเป็น โลจิก "1" หรือ สถานะหยุดรอ (Waiting stage)
- เมื่อเริ่มต้นส่งข้อมูลจะให้ขาด data เป็น โลจิก "0" เป็นจำนวน 1 บิต เรียกว่าบิตเริ่มต้น (Start bit)
- จากนั้นก็จะเริ่มต้นส่งข้อมูล โดยส่งบิตต่ำไปก่อน (LSB)
- แล้วตามด้วยพาริตีบิต (จะมีหรือไม่มีก็ได้ ขึ้นอยู่กับการติดตั้งค่า ของทั้งสองฝ่าย)
- สุดท้ายตามด้วยโลจิก "1" อย่างน้อย 1 บิต (มีขนาด 1, 1.5, หรือ 2 บิต) เพื่อแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูล

### 2.9.6 การรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมยังแบ่งออกเป็นลักษณะการใช้งานได้ 3 แบบคือ

1. แบบซิมเพลกซ์ (Simplex) เป็นการส่ง หรือรับข้อมูล แบบทิศทางเดียว เท่านั้น
2. แบบฮาล์ฟดูเพลกซ์ (Half Duplex) เป็นการส่งและรับข้อมูลแบบสลับกันคือเมื่อด้านหนึ่งส่ง อีกด้านหนึ่ง เป็นฝ่ายรับ สลับกัน ไม่สามารถรับ-ส่งในเวลาเดียวกันได้
3. แบบฟูลดูเพลกซ์ (Full Duplex) สามารถรับ-ส่งข้อมูลในเวลาเดียวกันได้

สำหรับทฤษฎีที่กล่าวมาในข้างต้นนี้มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการนำมาออกแบบและสร้างกระบวนการถึงผสมสารเคมี ซึ่งเรานำทฤษฎีมาใช้ประกอบการสร้างกระบวนการขึ้นมาและรวมไปถึงการควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะควบคุมที่หน้าจอกอมพิวเตอร์ โดยจะนำ PLC มาเป็นตัวประมวลผลการทำงานทั้งระบบของการควบคุม ส่วน Pressure Sensor ก็จะนำมาวัดระดับแบบอนาล็อกในถังผสม และ LabVIEW จะเป็นโปรแกรมควบคุมระยะไกลซึ่งจะมีหน้าต่างของโปรแกรมลักษณะคล้ายกระบวนการจริงเพื่อสะดวกและง่ายต่อการควบคุม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

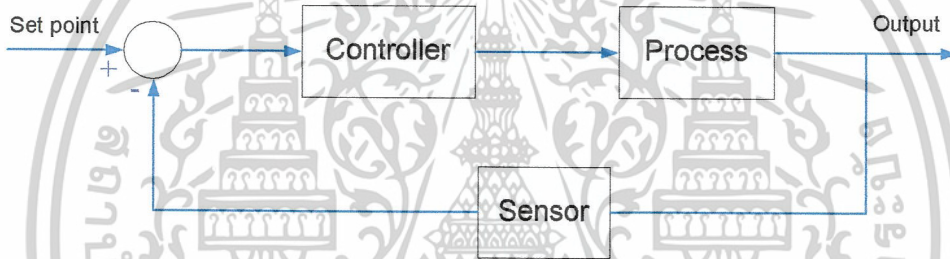
# บทที่ 3

## การออกแบบและการสร้าง

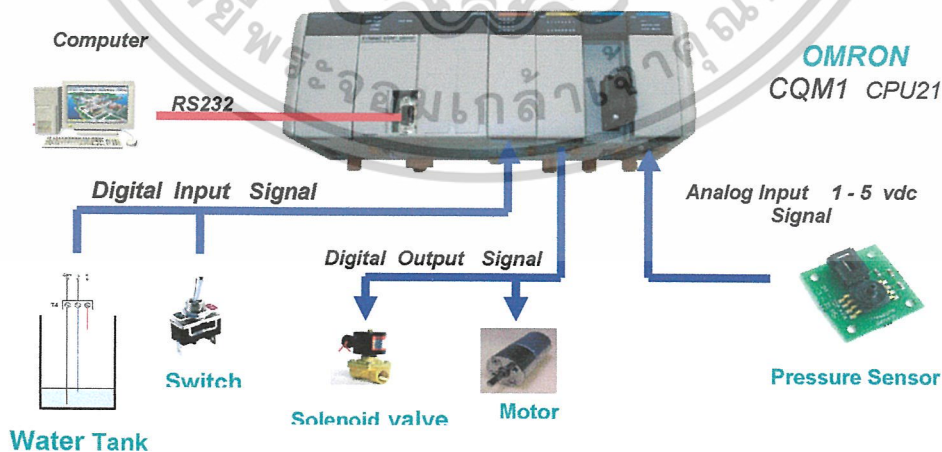
### 3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะแสดงการออกแบบและการสร้างชุดกระบวนการ โดยแสดงให้เห็นภาพโดยรวมของกระบวนการที่สร้างขึ้น จากนั้นจะแสดงในแต่ละส่วนของกระบวนการ ซึ่งจะแสดงทั้งส่วนการออกแบบและส่วนที่สร้างขึ้นจริง

### 3.2 โครงสร้างโดยรวมของกระบวนการ

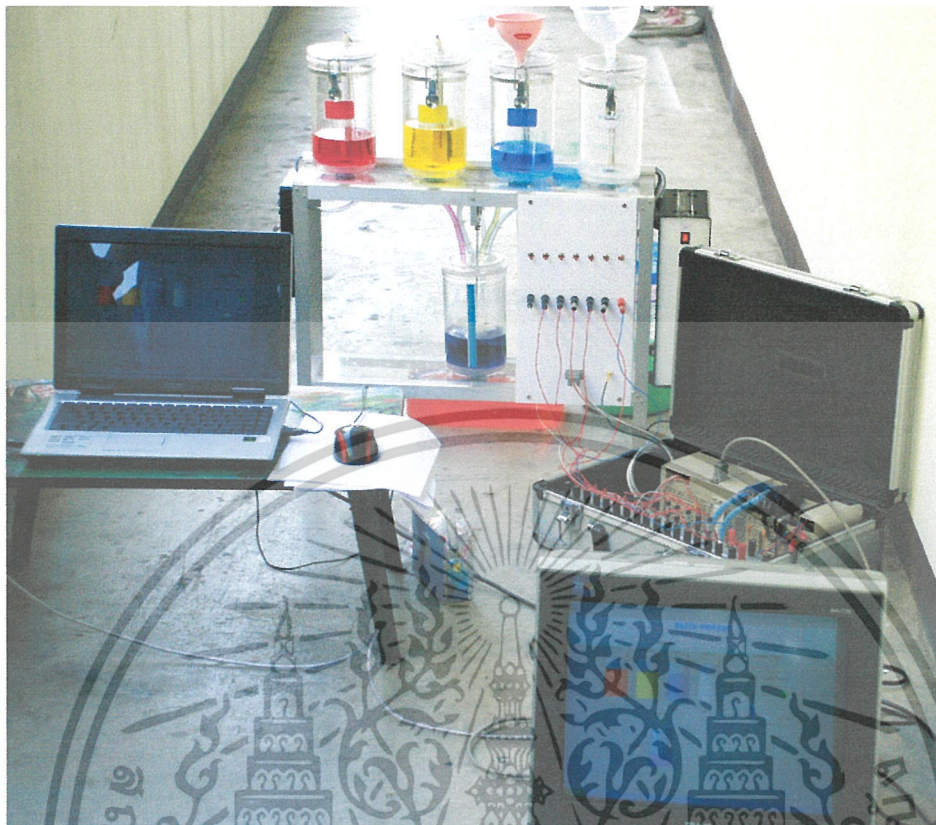


รูปที่ 3.1 แสดง Closed Loop or Feedback Control System ของกระบวนการที่ใช้งาน



รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างโดยรวมของกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างโดยรวมของกระบวนการที่สร้างขึ้นจริง

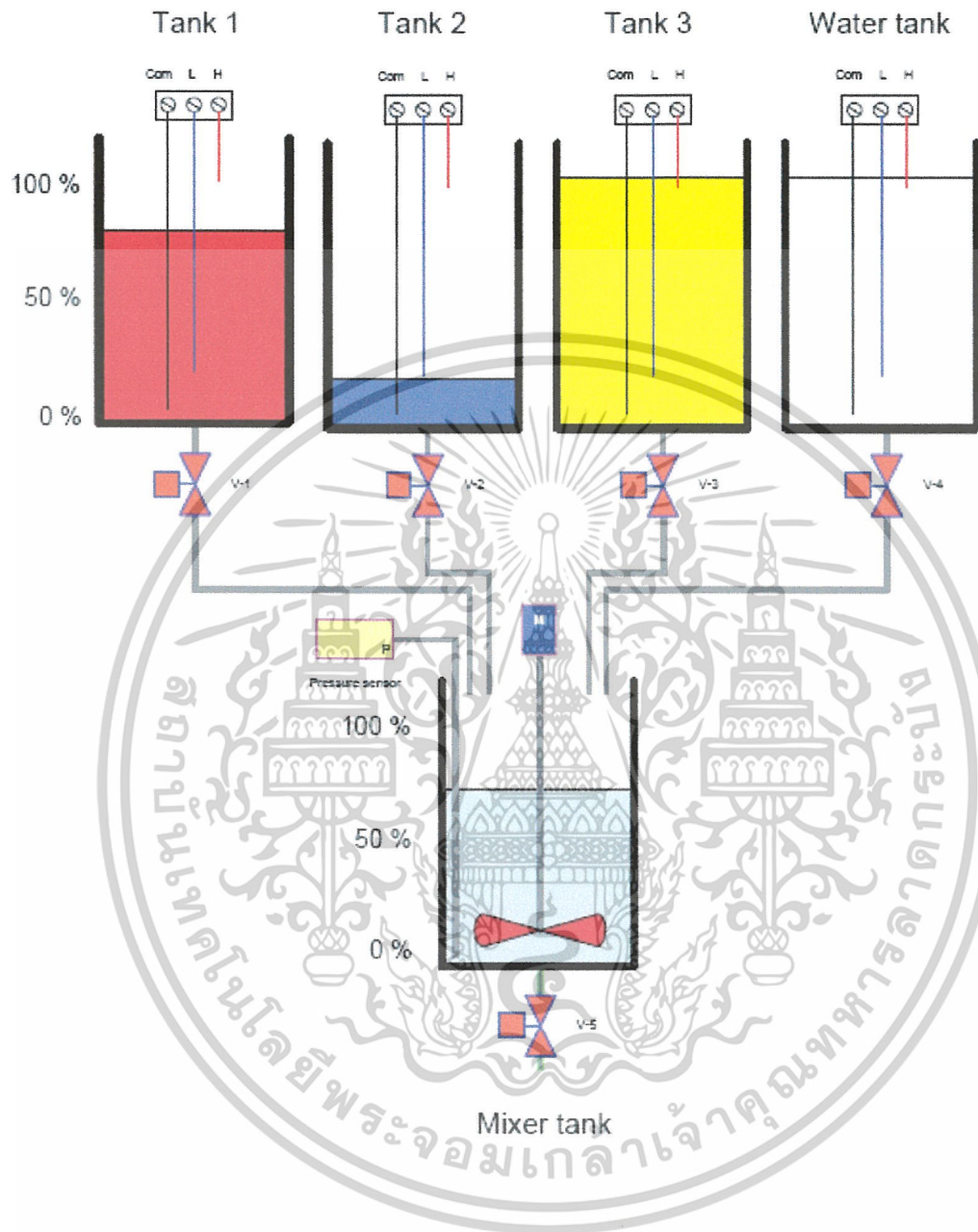
### 3.3 ส่วนประกอบต่างๆของกระบวนการ

ส่วนประกอบของกระบวนการสามารถจำแนกได้เป็นส่วนต่างๆดังนี้

#### 3.3.1 ชุดถังกระบวนการ

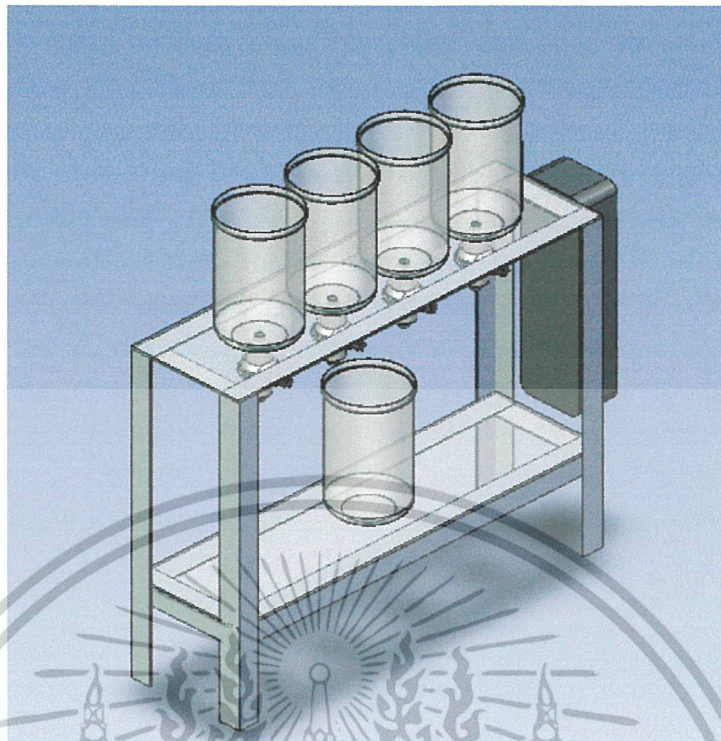
สำหรับกระบวนการที่นำเสนอนี้เป็นกระบวนการที่ทำหน้าที่ผสมของเหลวให้เข้ากัน ซึ่งของเหลวที่ใช้ในการผสมนี้ได้นำเอาน้ำสีมาผสม ซึ่งจะมีด้วยกันอยู่ 3 สี คือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน โดยจะบรรจุไว้ในถังด้านบน 3 ถัง อีกหนึ่งถังจะเป็นถังน้ำไว้สำหรับล้างถังที่ได้ผสมในถังผสมให้สะอาดเพื่อเตรียมผสมสีในรอบต่อไป และถังสุดท้ายด้านล่างจะเป็นถังผสมเมื่อจ่ายสีที่ต้องการผสมลงมาแล้ว ถังนี้จะมีหน้าที่รองรับและจะทำการกวนโดยใบกวนขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ โดยมีโครงสร้างดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

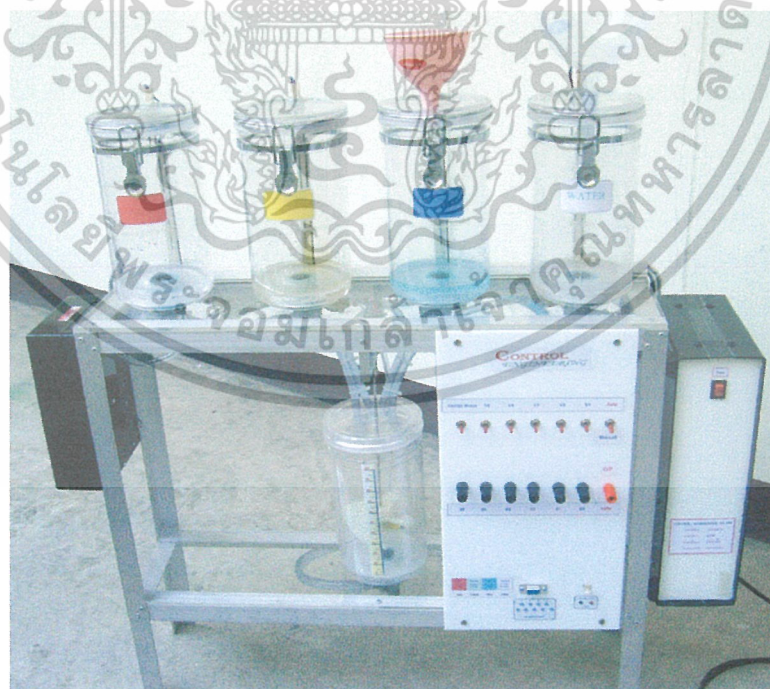


รูปที่ 3.4 แสดง โครงสร้างชุดจำลองถึงกระบวนการที่ทำการออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงโครงสร้างชุดถังกระบวนการที่ออกแบบไว้

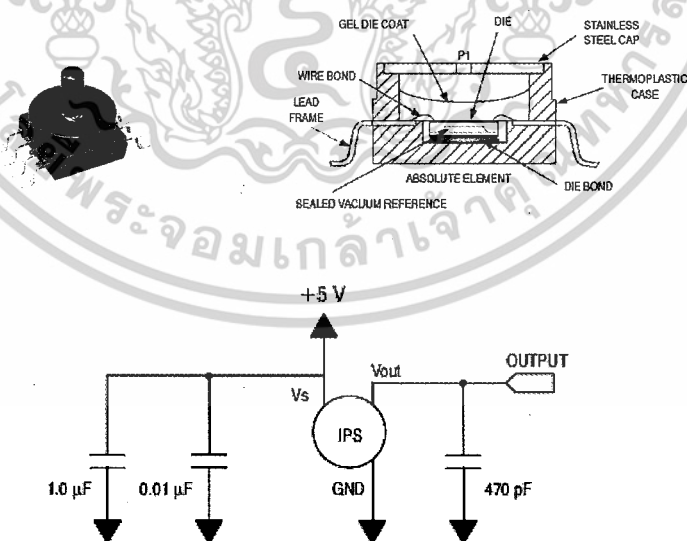


รูปที่ 3.6 แสดงโครงสร้างชุดถังกระบวนการที่สร้างขึ้นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 เซนเซอร์ตรวจวัดความดัน (Pressure Sensor)

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่วัดระดับน้ำลึกของถังผสม โดยใช้หลักการวัดความดันของของเหลวในถัง เซนเซอร์ที่ใช้คือเบอร์ MPXAZ6115AC6U เป็นเซนเซอร์ตรวจวัดความดันแบบเพียโซรีซิสทีฟ (Piezoresistive Pressure Sensor) โดยเป็นลักษณะของการใช้แผ่นไดอะแฟรมซิลิกอนทำงานร่วมกับตัวต้านทานแบบเพียโซรีซิสเตอร์สี่ตัวในรูปของวงจรรบริจค์แบบวิดสโตนแสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งจะมีรูปร่างที่กะทัดรัด ใช้งานง่ายและย่านการวัดเหมาะสมกับงานที่เราใช้วัด โดยมีการทำงานคือเมื่อมีระดับของของเหลวในถังมีการเปลี่ยนแปลง จะทำให้ความดันเปลี่ยนแปลงไปด้วย ทำให้ความดันที่ได้จากตัวเซนเซอร์ จะมีเอาต์พุตออกมาในรูปของแรงดันไฟฟ้าในช่วง 0.2 to 4.8 Volt ซึ่งมีย่านการวัดความดันอยู่ในช่วง 15 to 115 kPa (2.2 to 16.7 psi) ค่าเอาต์พุตที่ได้นี้จะไม่สามารถนำมาใช้งานได้เลยจะต้องเอามาเข้าวงจรปรับ Zero และ Span ก่อนเพื่อปรับให้แรงดันเอาต์พุตให้ได้ในช่วง 1-5 V ซึ่งเป็นแรงดันที่เราต้องการเพื่อที่จะนำไปเป็นสัญญาณอนาล็อกอินพุตของ PLC เพื่อประมวลผลต่อไป และในกรณีนี้ ลักษณะ กระบวนการเบทซ์ที่ได้ออกแบบนี้จะอยู่ใกล้ PLC ดังนั้นจึงใช้ลักษณะอินพุตที่เป็นแบบแรงดันได้เพราะไม่เกิดแรงดันตกคร่อมในช่วงการส่งมากนัก ถ้าหากระยะกระบวนการอยู่ไกลจาก PLC ควรปรับเป็นแรงดันให้เป็นกระแสก่อนแล้วค่อยส่งมาประมวลผลที่ตัวควบคุมเพื่อป้องกันแรงดันตก ลักษณะคุณสมบัติและโครงสร้าง ของ Pressure Sensor ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดง โครงสร้างเซนเซอร์ตรวจวัดความดันที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.3 วงจรปรับแต่งสัญญาณ ( Zero Span )

วงจรปรับค่าความชันและตำแหน่งศูนย์เป็นวงจรที่มีความสำคัญวงจรหนึ่งในระบบเครื่องมือวัดและควบคุมค่ากระบวนการ โดยทำหน้าที่ส่งผ่าน (Transmission) และปรับตำแหน่งสัญญาณ ( Signal Conditioner ) ระหว่างสัญญาณเอาต์พุตให้มีความสัมพันธ์เป็นไปตามเงื่อนไขที่ระบบต้องการ ซึ่งวงจรนี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงความชัน ( Slope) และปรับตำแหน่งศูนย์ ( Zero ) ของความสัมพันธ์ระหว่างเอาต์พุตกับสัญญาณอินพุต โดยจะรับอินพุตจาก Sensor ที่ 4.08 – 4.14 V แล้วแต่งสัญญาณเป็น 1 – 5 V และการเลือกใช้งานควรใช้ค่าที่เหมาะสมแก่การใช้งาน

#### การคำนวณการออกแบบวงจรปรับ Zero และ Span

$$m = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_{o(\max)} - V_{o(\min)}}{V_{i(\max)} - V_{i(\min)}} = \frac{5V - 1V}{4.14V - 4.08V} = 66.67$$

หรือ  $m = \frac{R_f}{R_i} = 66.67$  เลือก  $R_f = 680 \text{ k}\Omega$  จะได้  $R_i = 10.2 \text{ k}\Omega$

จาก  $y = mx + b$  หรือเขียนได้เป็น  $V_o = mV_i + b$

ดังนั้นที่  $V_i = 4.08 \text{ V}$  แล้ว  $V_o = 1 \text{ V}$  นั่นคือ

$$1 \text{ V} = (66.67)(4.08 \text{ V}) + b$$

หรือจะได้  $b = -271.01 \text{ V}$

แต่  $b = \frac{R_f}{R_{os}} (\pm V)$   
 $= -271.01 \text{ V}$

ดังนั้น ต้องเลือกไฟเลี้ยง  $\pm V$  เป็นไฟลบ และในที่นี้เลือก  $V = -15 \text{ V}$  จะได้

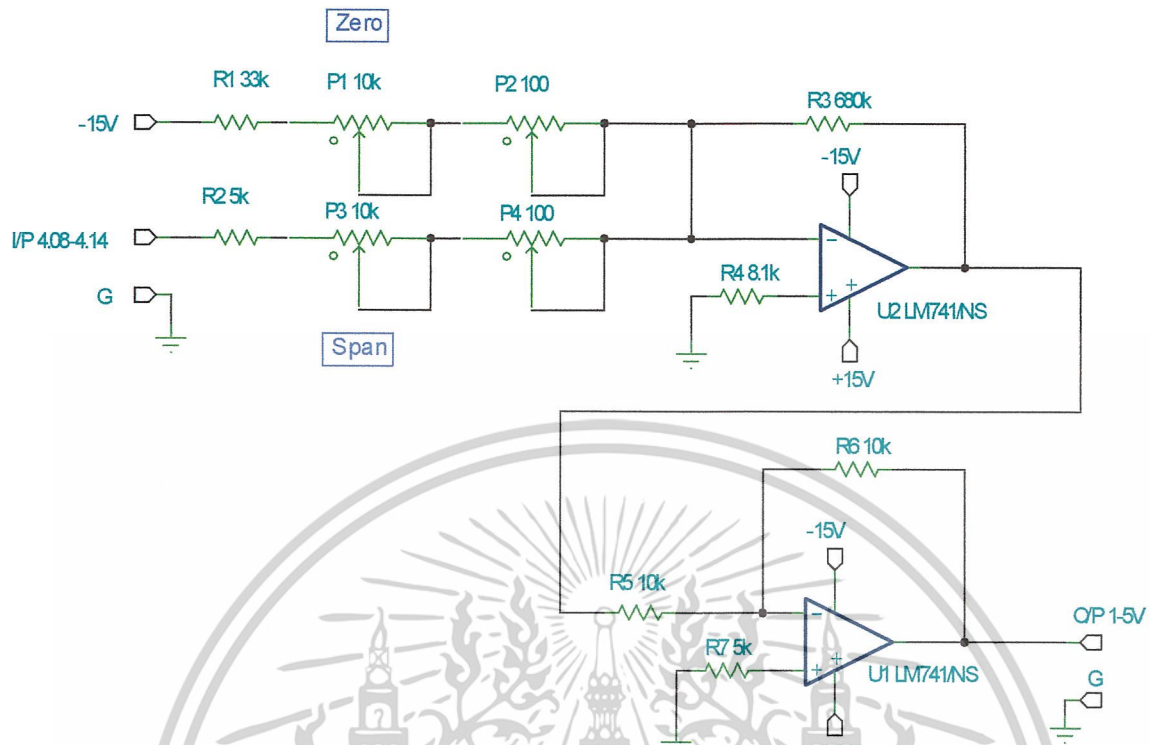
$$R_{os} = \frac{R_f}{b} (\pm V) = \frac{(680 \text{ k}\Omega)(-15 \text{ V})}{(-271.01 \text{ V})} = 37.6 \text{ k}\Omega$$

และ

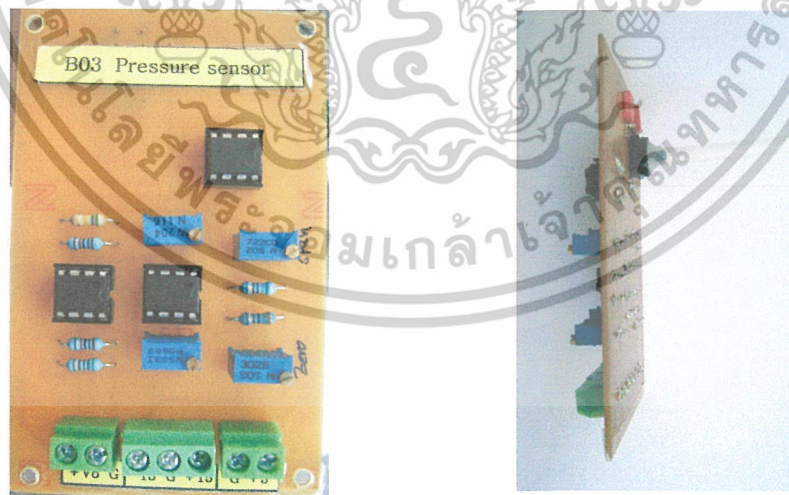
$$R_{comp} = R_f // R_i // R_{os}$$

$$= 7.93 \text{ k}\Omega$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงวงจร Zero – Span ที่ออกแบบแล้ว

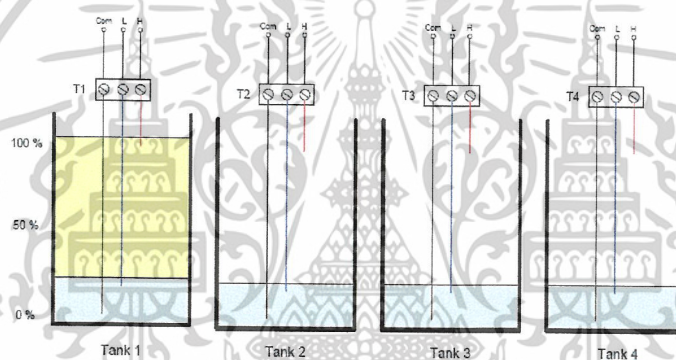


รูปที่ 3.9 แสดงแผงวงจรของ เซนเซอร์ตรวจวัดความดันที่สร้างขึ้นจริง

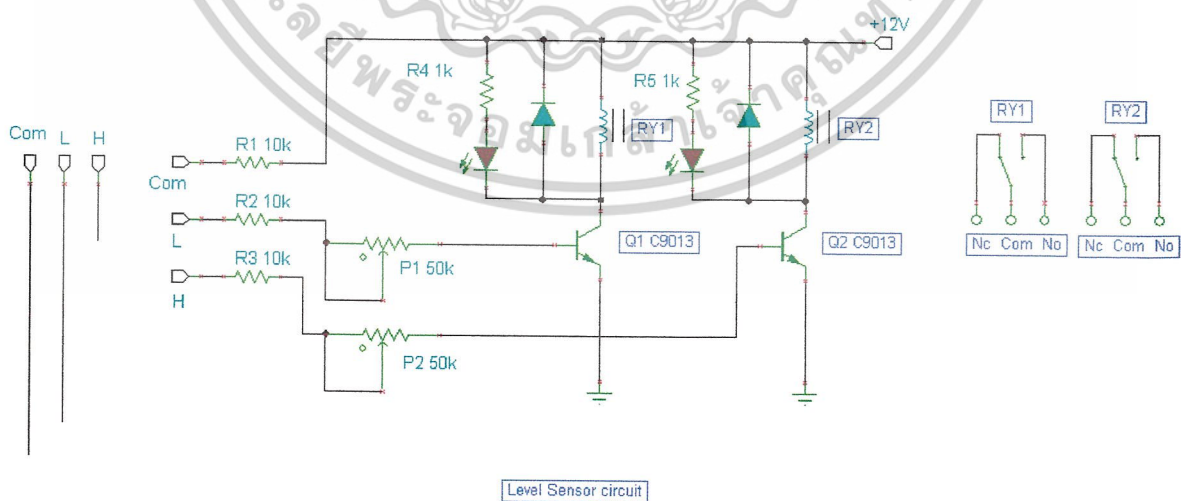
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.4 เซนเซอร์ตรวจวัดระดับ (Level Sensor)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับของของเหลวในถังทั้ง 4 ถัง ซึ่งเซนเซอร์ที่นำมาใช้ในการวัดกระบวนการแบบนี้ก็คือ เซนเซอร์วัดระดับแบบแท่งอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะมีส่วนที่ต้องการทราบอยู่ 2 สถานะคือ High กับ Low โดยเราต้องการจะวัดเพื่อให้ทราบถึงระบบของของเหลวว่าอยู่ในระดับใด เพื่อจะนำสถานะที่ทำการวัดนี้มาสัญญาณที่ได้ไปเป็นสัญญาณแจ้งเตือนว่าน้ำอยู่ระดับใดบ้างที่หน้า Display ของ มอนิเตอร์ โดยหากเราทราบแล้วว่าระดับของของเหลว High แล้วเราอาจจะใช้สัญญาณที่ได้นำไปปิดวาล์วควบคุมที่กำลังเปิดอยู่ให้ปิดเพื่อไม่ให้ของเหลวไหลต่อไปให้ถึง ส่วน ระดับ Low เราจะนำสัญญาณนี้ไปสั่งให้วาล์วควบคุมเปิดเพื่อให้ของเหลวเติมลงไป ในถัง ซึ่งสถานะ High นี้ได้กำหนดให้อยู่ที่ประมาณ 90 % ของระดับความสูงของถังน้ำ และสถานะ Low อยู่ที่ประมาณ 20 % ของระดับความสูงของถังน้ำเช่นกัน

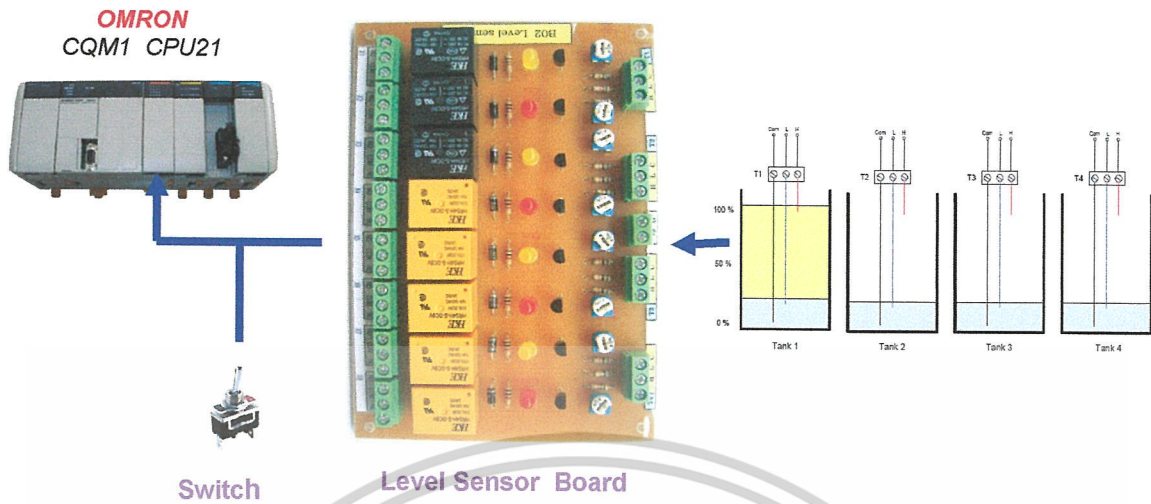


รูปที่ 3.10 แสดงโครงสร้างของการติดตั้งวงจรเซนเซอร์ตรวจวัดระดับที่ออกแบบ

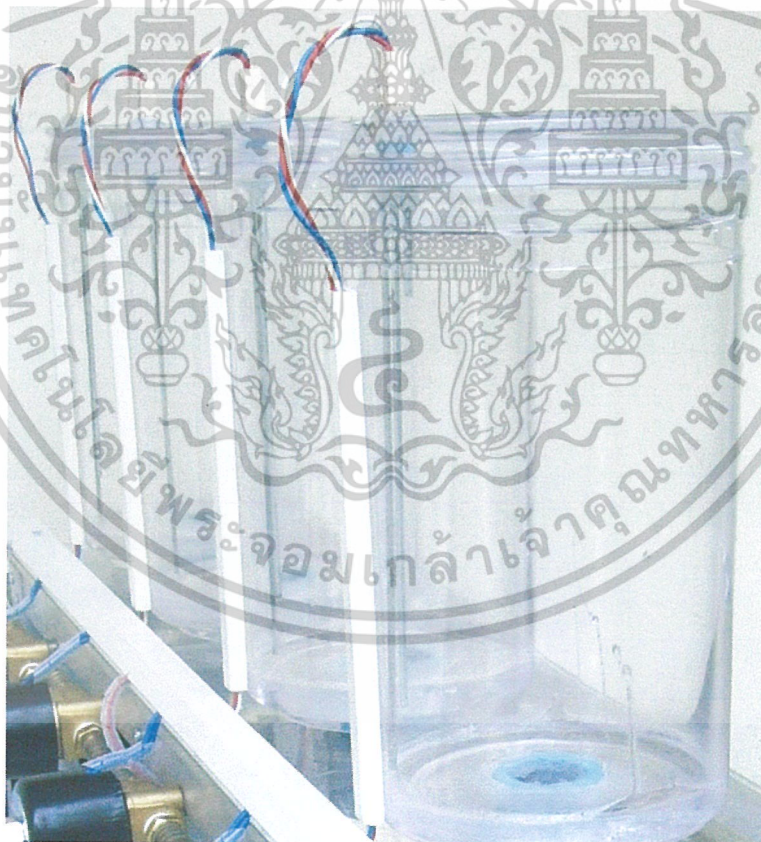


รูปที่ 3.11 แสดงวงจรวงจรเซนเซอร์ตรวจวัดระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงแผนวงจรและ โครงสร้างการเชื่อมต่อของเซนเซอร์ตรวจวัดระดับ

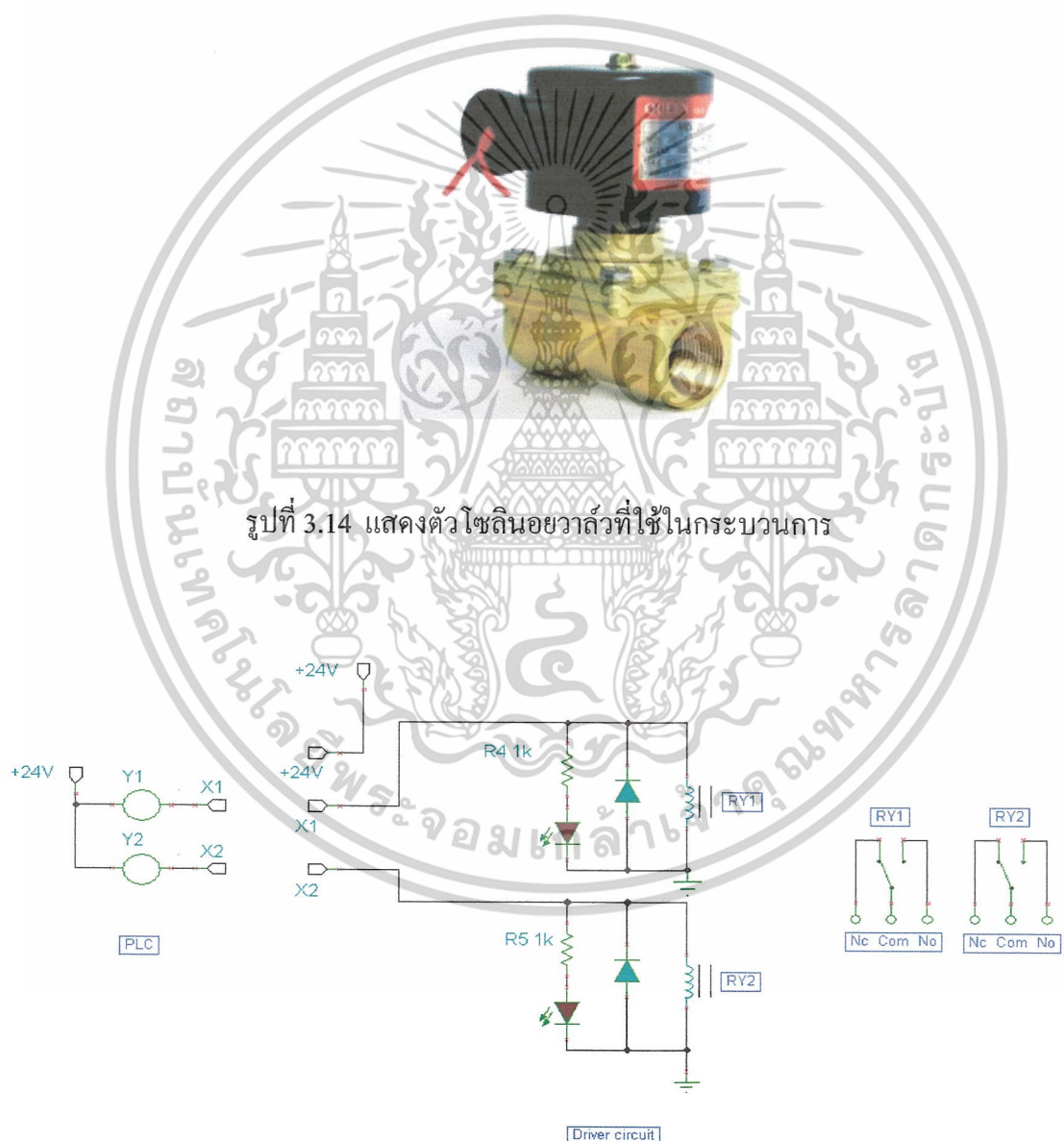


รูปที่ 3.13 แสดงการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัดระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

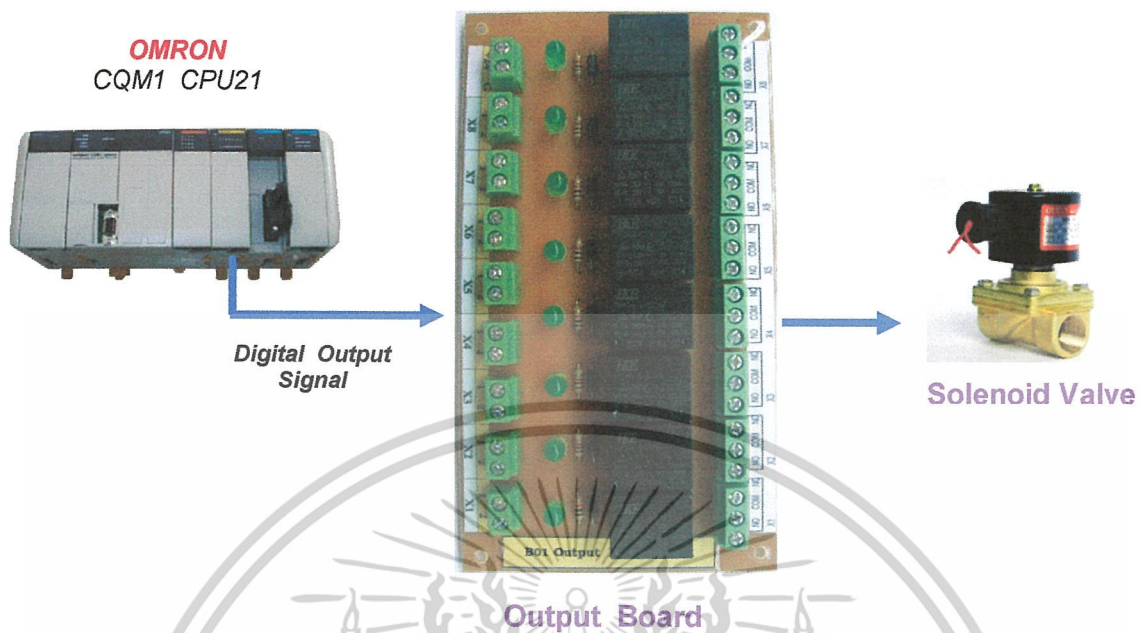
### 3.3.5 โซลินอยวาล์ว (Solenoid Valve)

ในส่วนการควบคุมน้ำใช้วาล์วควบคุมแบบโซลินอยวาล์ว ใช้สำหรับเป็นตัวควบคุมการเปิด-ปิด การไหลของของเหลวในถังให้ไหลได้ในปริมาณที่ต้องการ ซึ่งจะมีอยู่ด้วยกันในกระบวนการอยู่ 5 ตัว โดย Solenoid valve ที่ใช้นี้จะรับไฟ 24 V สำหรับการทำงานก็คือเมื่อป้อนไฟให้กับคอยล์ จะให้เกิดการเหนี่ยวนำขึ้นที่ตัวคอยล์ส่งผลให้ไปดูดแท่งแม่เหล็กเคลื่อนทำให้ชนะแรงสปริงแล้วก็จะเปิดวาล์วทำให้ของเหลวที่ถึงน้ำไหลได้

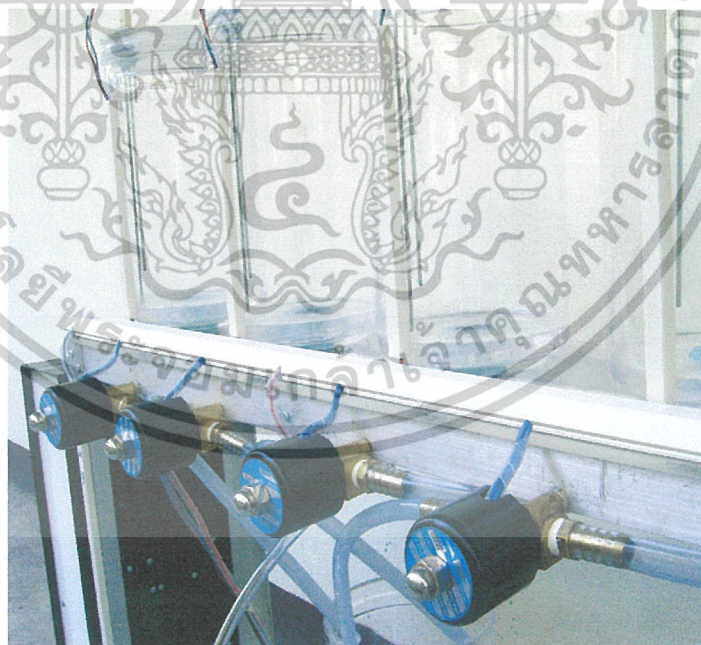


รูปที่ 3.15 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมโซลินอยวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แสดงแผนวงจรการต่อใช้งานโซลินอยวาล์ว โดยควบคุมจาก PLC

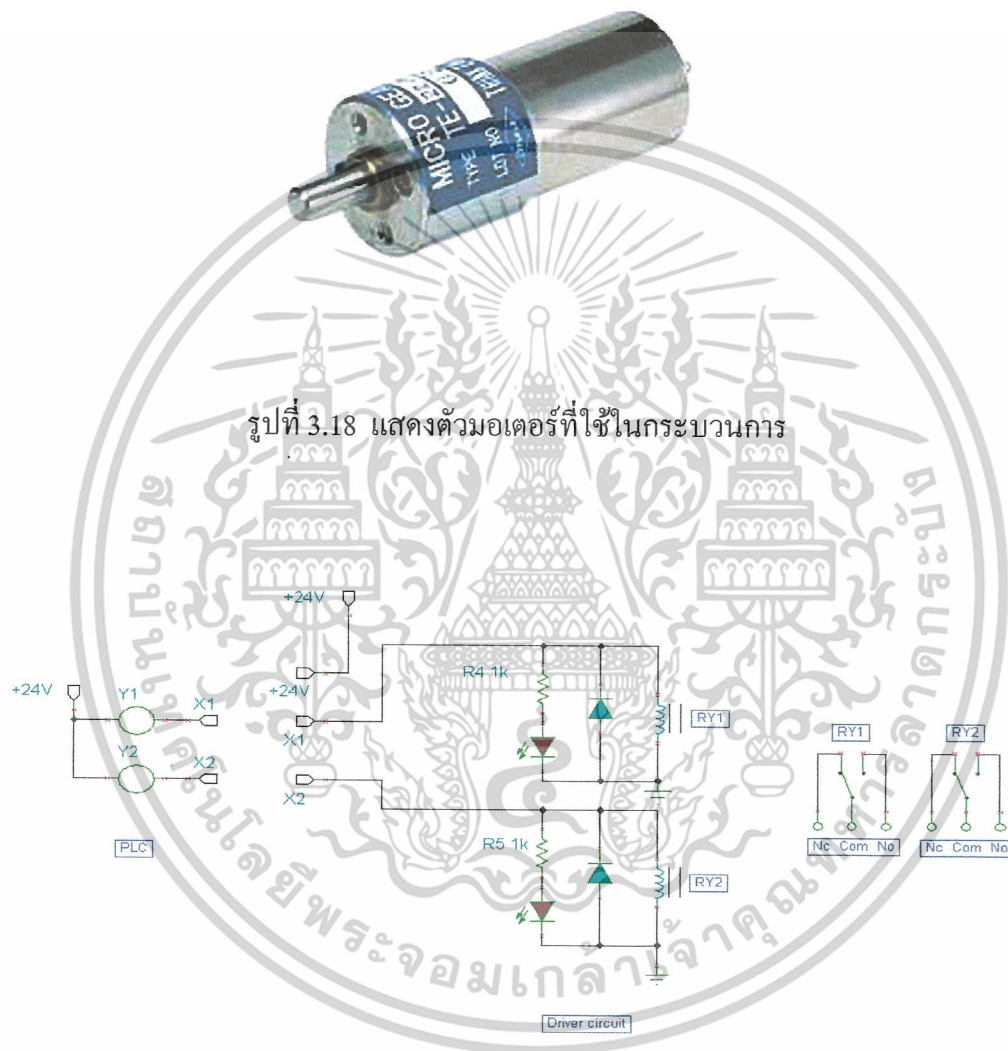


รูปที่ 3.17 แสดงการติดตั้งโซลินอยวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

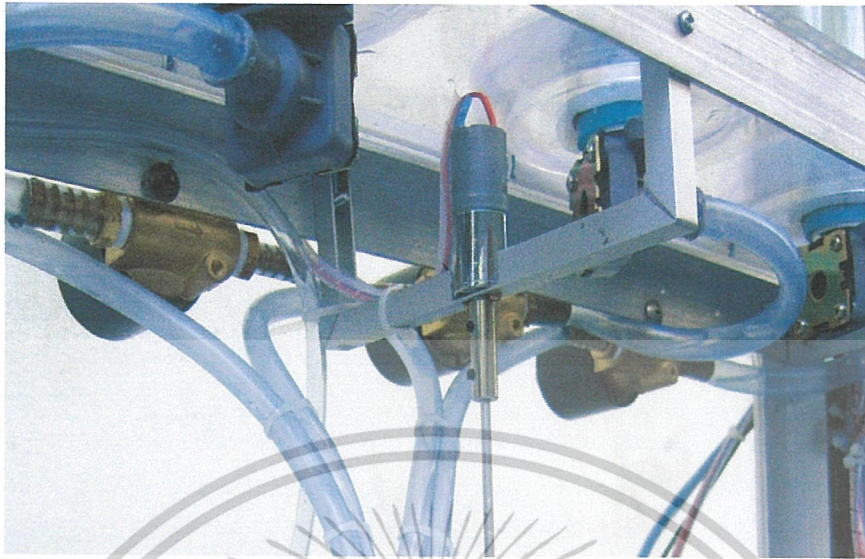
### 3.3.6 มอเตอร์ (Paddle Motor)

ทำหน้าที่ในการหมุนเพื่อให้ใบกววไปกววนของเหลวที่ผสมให้เข้ากันในถังผสม โดยมอเตอร์ที่ใช้นี้จะมีแรงดัน 12 VDC ความเร็วรอบ 30 rpm จะสังเกตว่าได้เลือกรอบต่ำๆ เพราะไว้ใช้ในการกววนที่ไม่จำเป็นต้องใช้ความเร็ว



รูปที่ 3.19 แสดงวงจรควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 แสดงการติดตั้งมอเตอร์เข้ากับ โครงสร้าง



รูปที่ 3.21 แสดงการติดตั้งมอเตอร์เข้ากับชุดปั๊ม

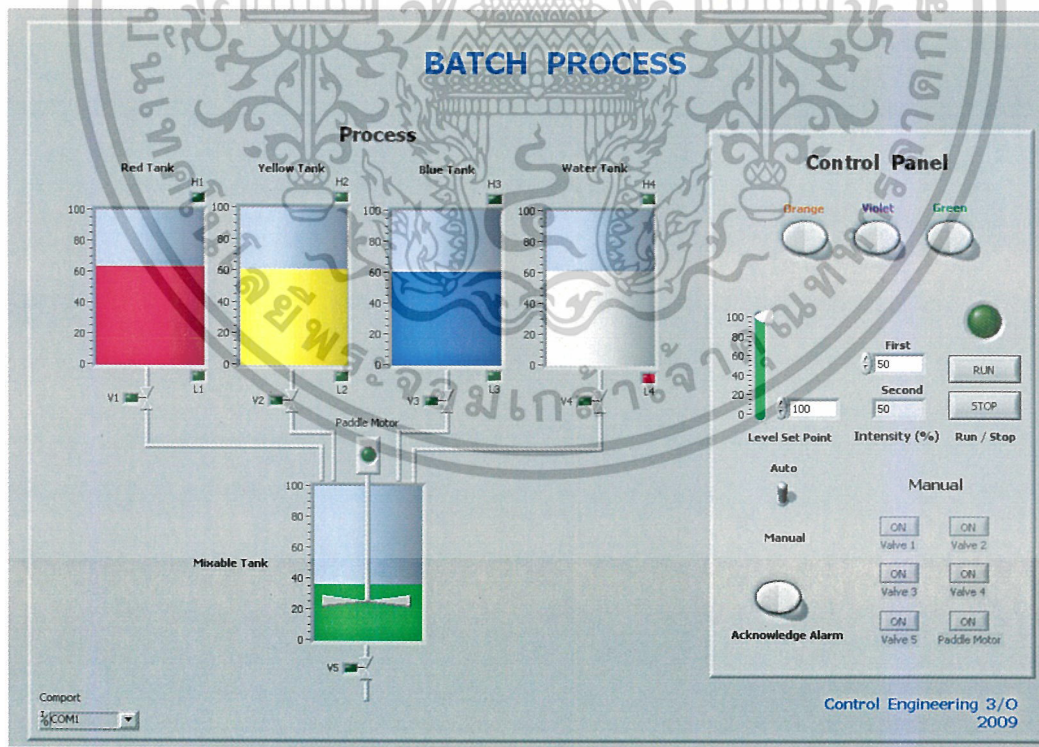
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 ส่วนประกอบต่างๆและการสร้าง ของโปรแกรม LabVIEW

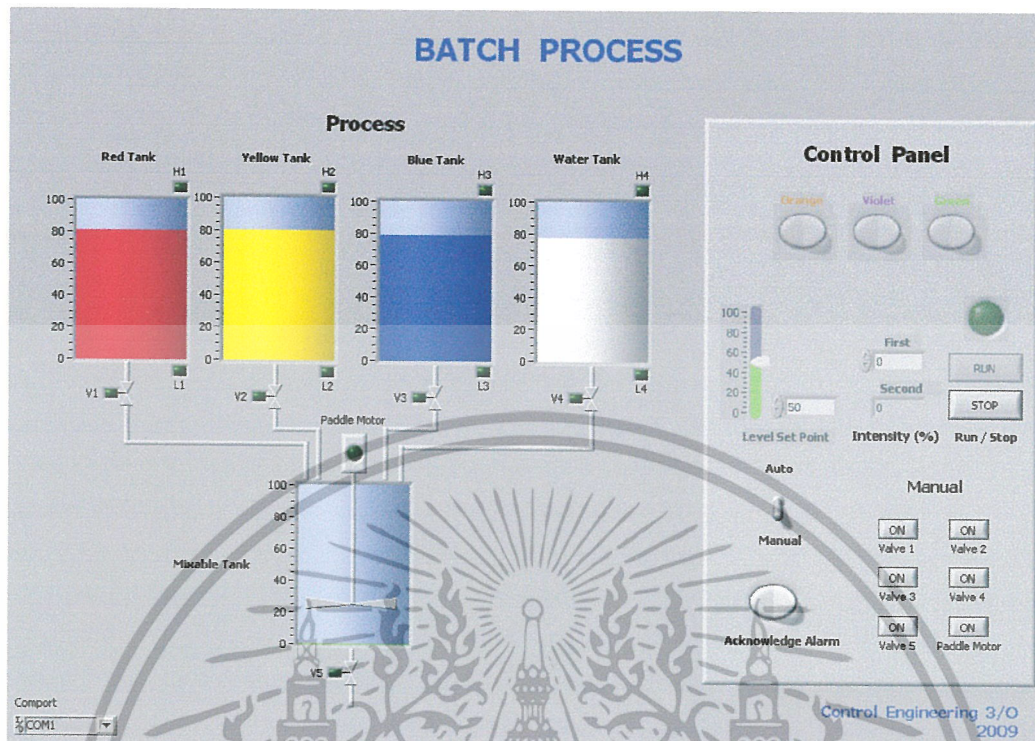
โปรแกรม Lab VIEW จะมีส่วนประกอบหลักๆ 2 ส่วน คือ ฟรอนท์พานเนล (Front panel) และ บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ซึ่งจะอธิบายได้ดังนี้

#### 3.4.1 ฟรอนท์พานเนล (Front panel)

พานเนลเป็นหน้าต่างที่ใช้แสดงการควบคุมการทำงานโปรแกรม ผู้ใช้สามารถสร้างรูปแบบขึ้นเองได้อย่างรวดเร็วเพราะ Lab VIEW มีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับออกแบบหน้าต่างพานเนลซึ่งในหน้าต่างพานเนลก็จะมีส่วนประกอบหลัก ๆ ด้วยกัน 3 ส่วนคือ พื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรม เมนูบาร์ และทูลบาร์ สำหรับหน้าต่างพานเนลจะแสดงตัวควบคุมการทำงาน (Controls) และตัวแสดงผล (Indicator) ส่วนลำดับขั้น ตอนการทำงานของโปรแกรมนั้นจะแสดงในส่วนหน้าต่างไดอะแกรม โดยในโปรแกรม Lab VIEW จะถือว่าตัวควบคุมเป็นอุปกรณ์ “อินพุท” และตัวแสดงผลเป็นอุปกรณ์ “เอาต์พุท” การวางตัวควบคุมและตัวแสดงผลลงในหน้าต่างพานเนลทำได้โดยคลิกเมาส์ทางด้านขวามือหน้าต่างพานเนล จะปรากฏลือกทูลพาเลทขึ้นมาซึ่งภายในทูลพาเลทจะประกอบด้วยตัวควบคุมและตัวแสดงผลแบบต่าง ๆ การวางอุปกรณ์ทำได้โดยการใช้เมาส์คลิกค้างไว้ที่อุปกรณ์ที่ต้องการจากนั้นลากไปวางในหน้าต่างพานเนล ก็จะได้ภาพดังตัวอย่างในรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 แสดงกระบวนการใน Front panel ของโปรแกรม LabVIEW ที่สร้างขึ้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



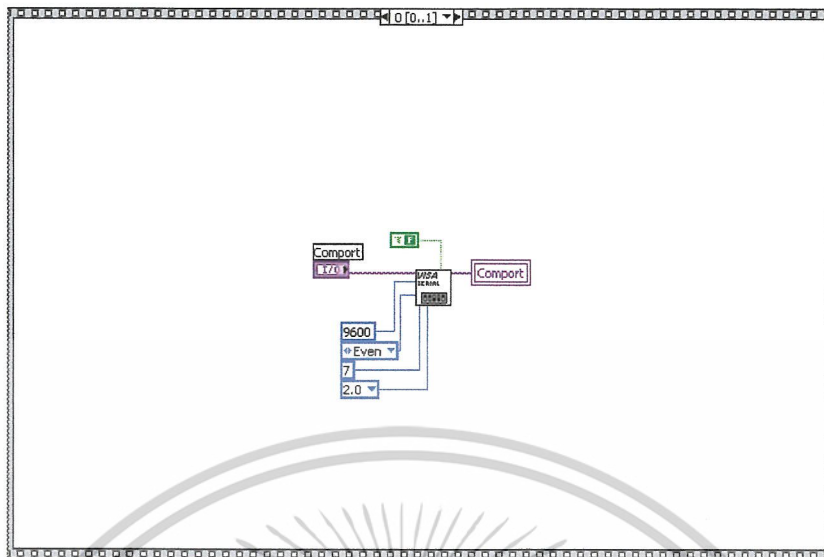
รูปที่ 3.23 แสดงกระบวนการใน Front panel ของโปรแกรม LabVIEW ที่สร้างขึ้น

### 3.4.2 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram)

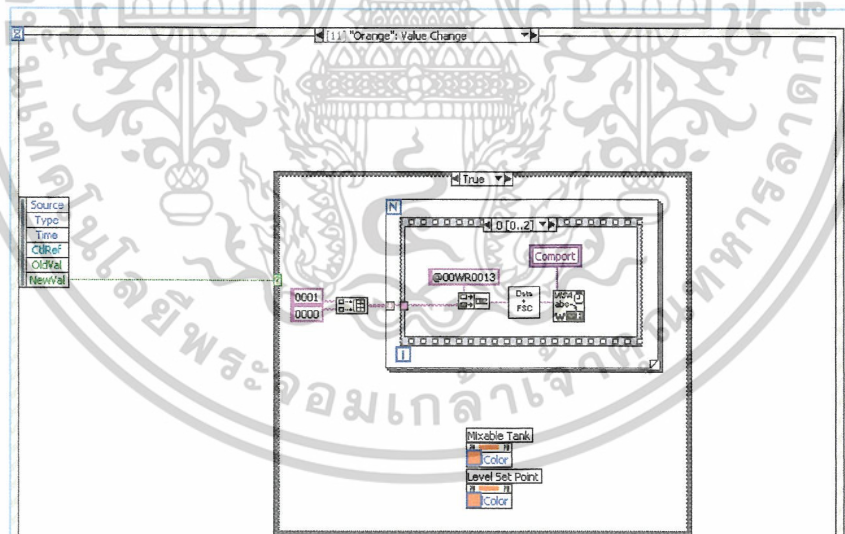
ในส่วนของหน้าต่าง Block Diagram จะเป็นส่วนที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมและแสดงการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด แสดงการเชื่อมโยงระหว่างบล็อกคำสั่งตั้งแต่บล็อกเข้าด้วยกัน โดยการเขียนโปรแกรมด้วยภาพลักษณะนี้ในโปรแกรม LabVIEW เรียกว่าการเขียนโปรแกรมด้วยภาษากราฟฟิกส์ (G-Languages) การเขียนโปรแกรมด้วยภาพนั้นจะอาศัยหลักการการทำงานของเครื่องมือวัดหรือการวัดคุม ทำให้ผู้ใช้สามารถออกแบบรูปแบบโปรแกรมตามต้องการ

ในการสร้างของโปรแกรมของกระบวนการนี้จะนำเอาวิธีการสร้าง Block Diagram การติดต่อและการควบคุมของโปรแกรม Lab VIEW โดยมี Block Diagram ของการติดต่อข้อมูลโดย RS-232 ชุดควบคุมการผสมสีและหน้าต่างหลักที่ใช้งานดังรูปต่อไปนี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

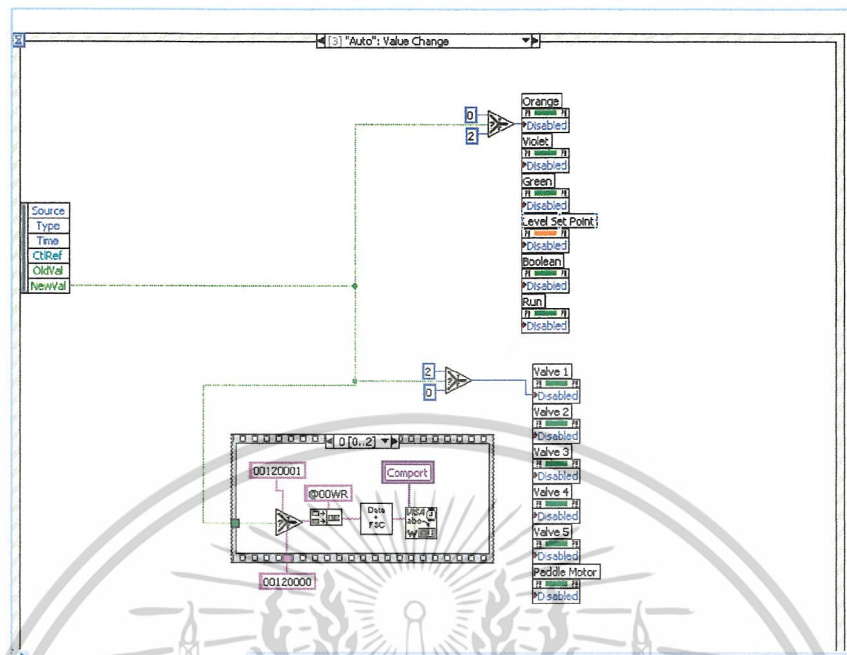


รูปที่ 3.24 แสดง Block Diagram การติดต่อข้อมูลผ่านทาง RS-232

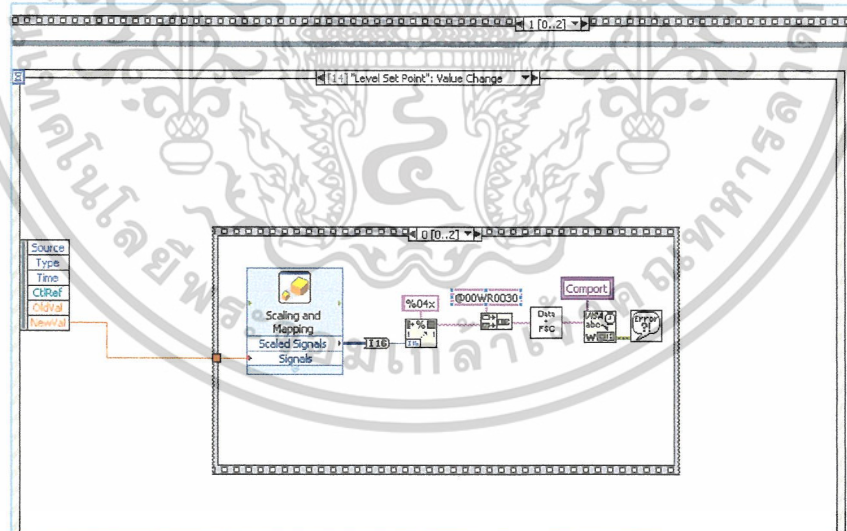


รูปที่ 3.25 แสดง Block Diagram การเลือกสีที่ผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

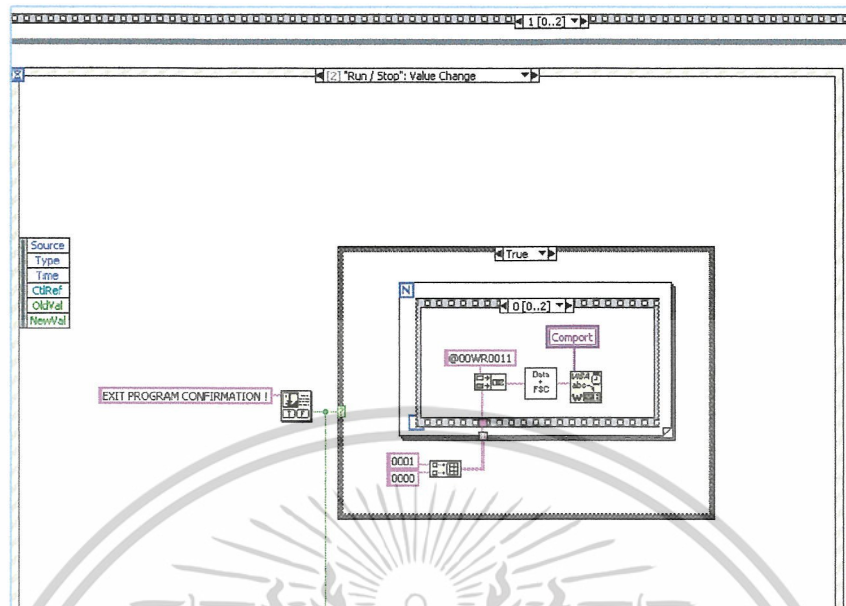


รูปที่ 3.26 แสดง Block Diagram ชุดควบคุมแบบ Auto / Manual



รูปที่ 3.27 แสดง Block Diagram ชุดรับสัญญาณ Level sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 แสดง Block Diagram ควบคุมการหยุดการทำงานของระบบ

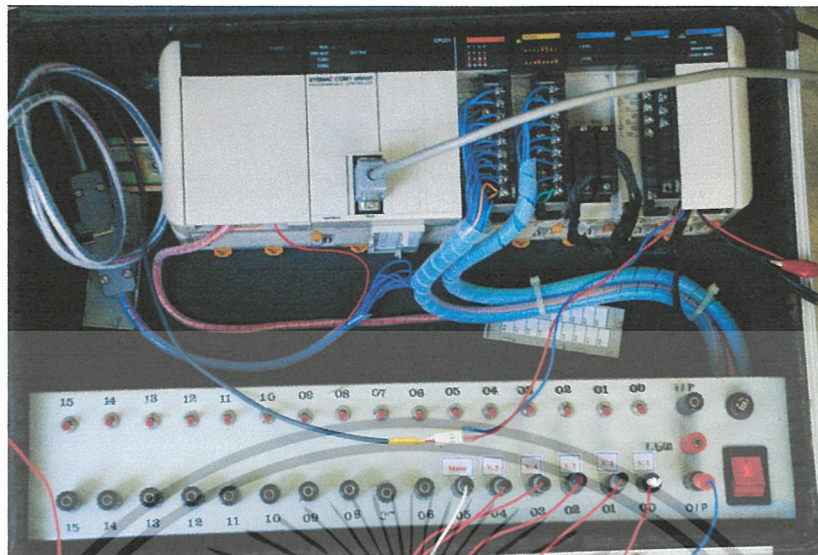
### 3.5 ส่วนประกอบหลักและโปรแกรม PLC

โครงการนี้ใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ รุ่น CQM1 บริษัท ออมรอน จำกัด ซึ่งเป็น PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) PLC ชนิดนี้ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล โดยใช้คอนเน็คเตอร์ในการเชื่อมต่อแต่ละโมดูลเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ในส่วนนี้จะแสดงส่วนหลักๆของ PLC ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการ โดยมีข้อมูลหลักๆ ดังนี้

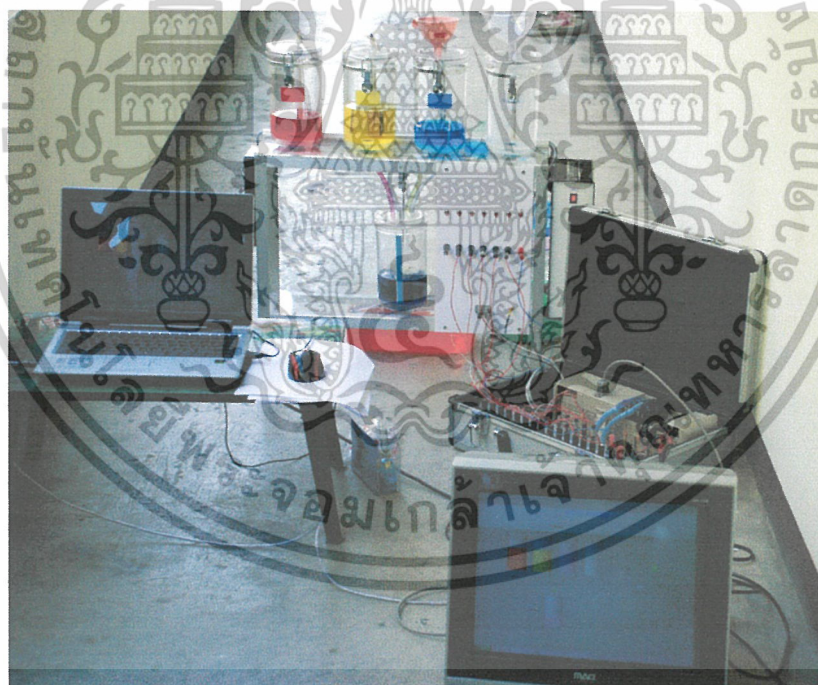


รูปที่ 3.29 แสดงการเชื่อมต่อกระบวนการเข้ากับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 แสดงเครื่อง PLC (COM1) ที่ใช้ในกระบวนการควบคุม

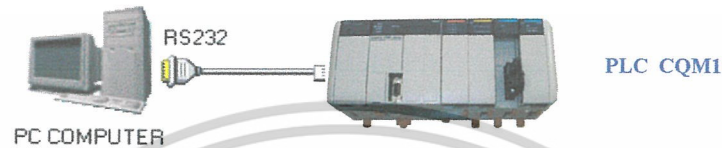


รูปที่ 3.31 แสดงการต่อเครื่อง PLC (COM1) ร่วมกับกระบวนการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6 การเชื่อมต่อสัญญาณรับส่งข้อมูล

ในการเชื่อมต่อสัญญาณในโปรแกรมระหว่าง Lab VIEW กับ PLC นั้นเลือกใช้การเชื่อมต่อสัญญาณ โดย RS-232 ในการเชื่อมต่อ เพราะง่ายและประหยัดเหมาะแก่กระบวนการไม่ใหญ่มากนัก โดยการเชื่อมต่อจะเชื่อมต่อโดยตรง โดยจากคอมพิวเตอร์มายัง PLC โดยสายสัญญาณ RS-232



รูปที่ 3.32 แสดงการเชื่อมต่อข้อมูลด้วยสาย RS-232



รูปที่ 3.33 แสดงสาย RS-232 ที่ใช้เชื่อมต่อข้อมูล

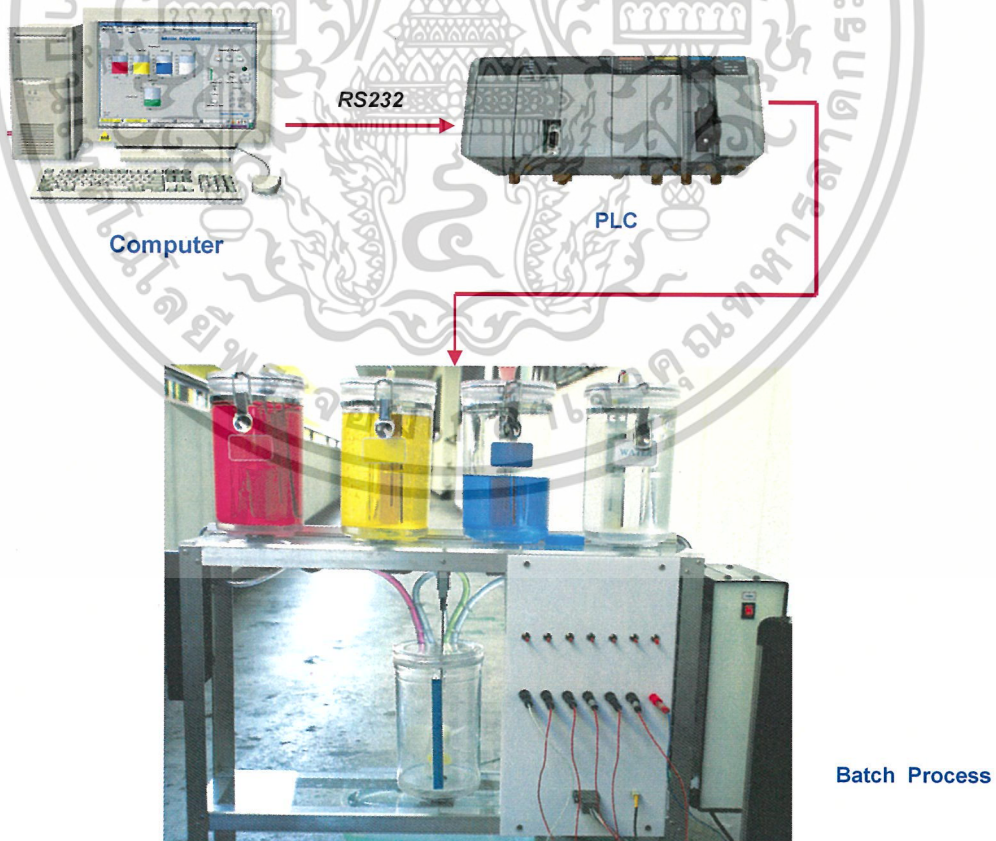
จากข้อมูลของบทนี้จะเห็นได้ว่า กระบวนการควบคุมต้องมียังค์ประกอบหลายๆอย่างจริง จะสามารถทำให้กระบวนการควบคุมและสามารถทำงานได้ และอีกอย่างการที่จะทำให้กระบวนการทำงานอย่างเสร็จสมบูรณ์ได้นั้นจะต้องมีทักษะและใจรักในการปฏิบัติจึงจะสามารถให้ งานนั้นมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง และทำงานได้อย่างสมบูรณ์แบบ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โปรแกรมควบคุมและการควบคุมการทำงานของกระบวนการ

### 4.1 กล่าวนำ

ระบบควบคุมของกระบวนการแบบซ์นี้ได้นำเอา PLC มาเป็นตัวควบคุมและการประมวลผลการทำงานของตัวกระบวนการ ซึ่งจะทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ส่งสัญญาณอินพุต เช่น Pressure Sensor , Level Sensor และ Switch และจะส่งสัญญาณการควบคุมอุปกรณ์ทางด้านเอาพุต คือ มอเตอร์กวนของเหลวและ Solenoid Valve จากนั้นจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมอีกตัวหนึ่งในกรณีที่เรต้องการควบคุมกระบวนการในระยะไกลๆ โดยในที่นี้เราได้ใช้โปรแกรม LabVIEW เป็นซอฟต์แวร์ในการใช้ควบคุมการทำงาน ซึ่งจะติดต่อกับ PLC ผ่านพอร์ต RS232 เราสามารถควบคุมการทำงานของกระบวนการแบบซ์ได้ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ได้เลย ซึ่งสามารถเซทค่าต่างๆที่ต้องการให้ผสมของเหลวในปริมาณเท่าไรและผสมสีตามที่เรต้องการได้ ดังแสดงการเชื่อมต่อดังรูปที่ 4.1



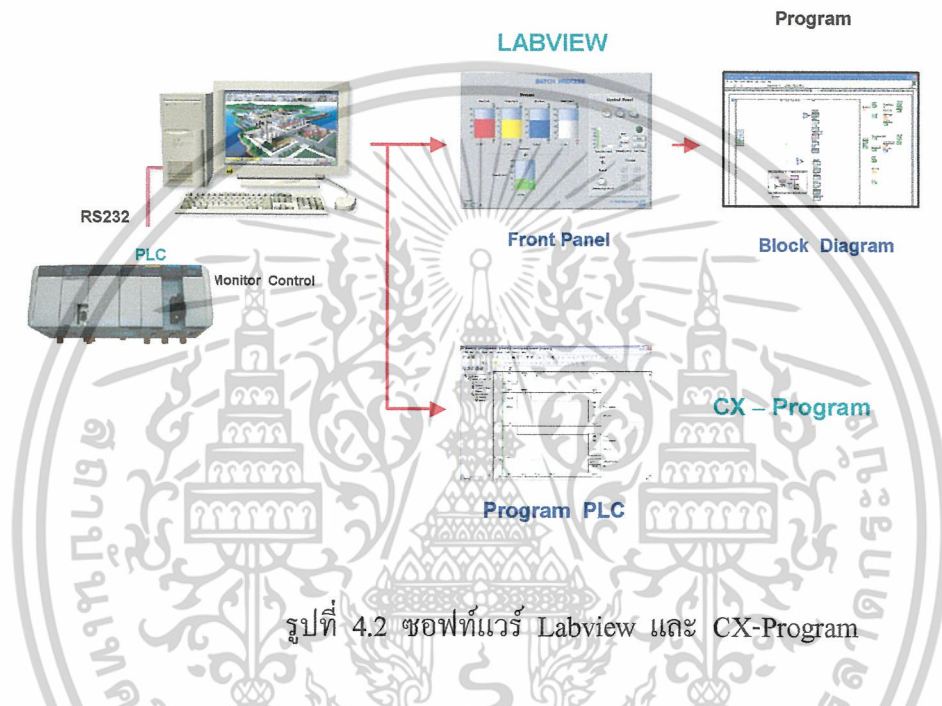
รูปที่ 4.1 ระบบควบคุมกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 โปรแกรมควบคุม

ส่วนโปรแกรมที่นำมาควบคุมจะมีอยู่ 2 โปรแกรม คือ

1. CX-Program เป็นโปรแกรมที่ใช้เขียนโปรแกรมของ PLC ไว้ควบคุมและประมวลผลการทำงานของกระบวนการแบบซีให้ได้การทำงานตามที่ต้องการ
2. LabVIEW เป็นโปรแกรมที่ใช้ควบคุมที่แสดงผลแบบกราฟฟิก ซึ่งก็จะมีโปรแกรมการประมวลผลในลักษณะเป็นภาษาแบบกราฟฟิก



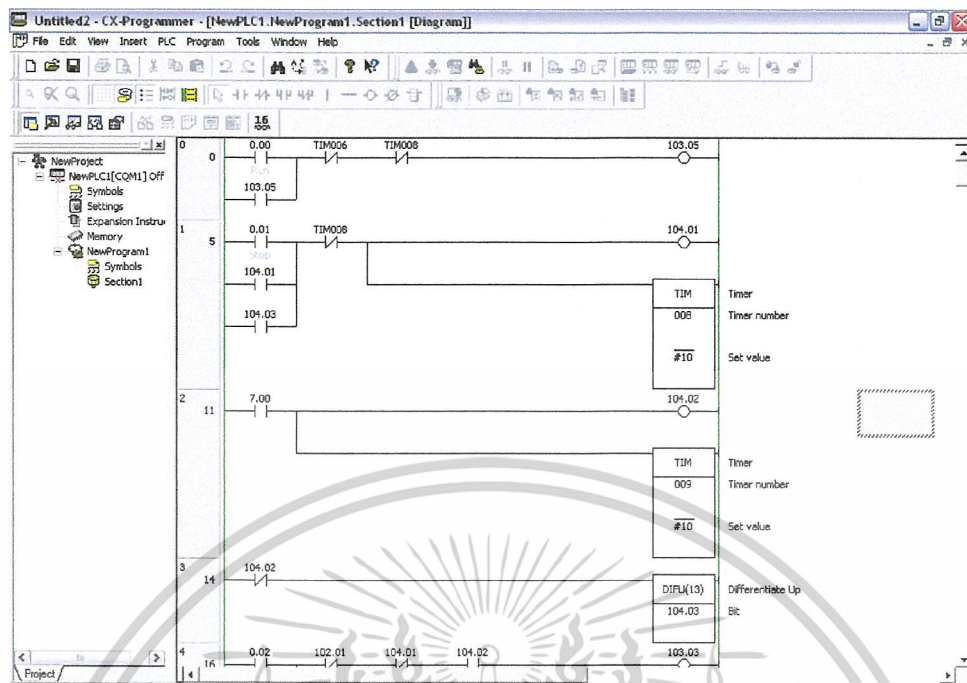
รูปที่ 4.2 ซอฟต์แวร์ Labview และ CX-Program

### 4.2.1 โปรแกรม CX – Program

โปรแกรม PLC ของกระบวนการนี้จะถูกเขียนขึ้นผ่าน CX – Program ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ง่าย มีฟังก์ชัน คำสั่งทั้งหมดของ PLC Omron การเขียนโปรแกรม PLC มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. สร้างเพิ่มขึ้นมาใหม่
2. เซตค่าต่างๆ ที่ต้องการให้ถูกต้องที่แถบด้านซ้ายที่ Setting
3. เขียนโปรแกรม PLC ในลักษณะ Ladder Diagram เพื่อควบคุมกระบวนการให้เสร็จ โดยเลือกคำสั่งที่แถบเครื่องมือในโปรแกรม เขียนเสร็จแล้วให้บันทึก
4. จากนั้นให้ทำการดาวน์โหลดโปรแกรม ลง PLC แต่ต้องต่อพอร์ตอนุกรมระหว่าง PLC กับ PC หรือ Notebook ให้เรียบร้อยก่อน แล้วให้กดปุ่ม Program Mode เพื่อจะดาวน์โหลดโปรแกรมที่โหลดนี้
5. กดปุ่ม Transfer to PLC เพื่อดาวน์โหลดโปรแกรมลงยัง PLC แล้วก็เสร็จ
6. เมื่อต้องการรันและ Simulation ที่ Monitor ให้กดปุ่ม Monitor Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงการเขียนโปรแกรม CX-Program

#### INPUT

Pressure Sensor Signal	=	Word ที่ 1 (Analog Input)
Level Ser point	=	Word ที่ 30 (Analog Input)
Intensity	=	Word ที่ 42 (Analog Input)
Run	=	10.00
Stop	=	11.00
Auto/Manual	=	12.00
Orange	=	13.00
Violet	=	14.00
Green	=	15.00
Valve 1	=	35.00
Valve 2	=	36.00
Valve 3	=	37.00
Valve 4	=	38.00
Valve 5	=	39.00
Paddle Motor	=	40.00
Acknowledge Alarm	=	41.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

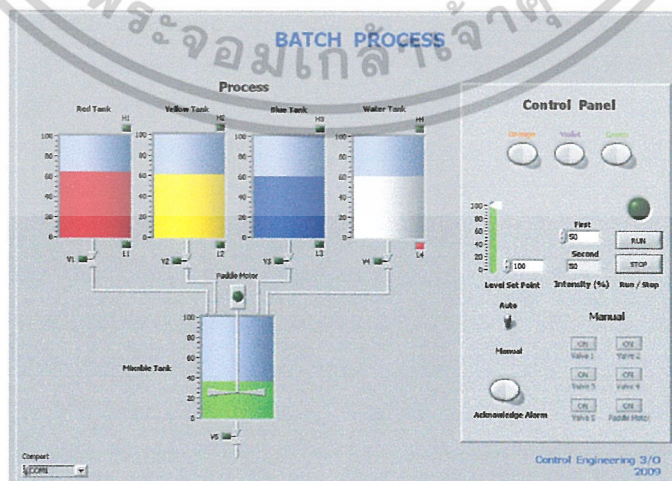
## OUTPUT

V1	=	100.00
V2	=	100.01
V3	=	100.02
V4	=	100.03
V5	=	100.04
Paddle Motor	=	100.05
L1	=	100.08
H1	=	100.09
L2	=	100.10
H3	=	100.11
L3	=	100.12
H3	=	100.13
L4	=	100.14
H4	=	100.15

### 4.2.2 โปรแกรม Lab VIEW

#### 4.2.2.1 Front Panel

ลักษณะหน้าแสดงที่ Front Panel ของโปรแกรม LabVIEW จะเหมือนกับกระบวนการจริงเพราะเราได้เขียนขึ้นให้เหมือนจริง เพื่อสะดวกในการควบคุมการทำงานของกระบวนการจริง โดยที่หน้า Front Panel นี้จะประกอบอุปกรณ์และปุ่มกดดังนี้



รูปที่ 4.4 แสดงหน้า Front Panel ของ โปรแกรม LabVIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Red Tank	=	ถังที่ไว้สำหรับเก็บน้ำสีแดง
Yellow Tank	=	ถังที่ไว้สำหรับเก็บน้ำสีเหลือง
Blue Tank	=	ถังที่ไว้สำหรับเก็บน้ำสีน้ำเงิน
Water Tank	=	ถังที่ไว้สำหรับเก็บน้ำ เพื่อไว้ทำการล้างถังที่ถังผสมเมื่อเราผสมสีเสร็จ
Mixable Tank	=	ถังที่ไว้สำหรับเก็บน้ำสีที่ผสม
Paddle Motor	=	มอเตอร์ใบพัดกวนน้ำ มีไว้สำหรับกวนน้ำสีที่กำลังผสมอยู่ให้เข้ากัน
V1-V5	=	แสดงสถานะการทำงานของ Solenoid Valve ที่มีหน้าที่เปิดน้ำสีของเหลว, น้ำ หรือ น้ำสีที่ต้องการผสม
L1-L4	=	หลอดไฟเตือนเมื่อน้ำสีอยู่ในสถานะต่ำ ซึ่งจะมีอยู่ด้วยกัน 4 ถึงลักษณะการติดจะติดแบบกระพริบ เพื่อให้สังเกตเห็นง่ายเมื่อเกิด Alarm Low
H1-L4	=	หลอดไฟเตือนเมื่อน้ำสีอยู่ในสถานะต่ำ ซึ่งจะมีอยู่ด้วยกัน 4 ถึงลักษณะการติดจะติดแบบกระพริบ เพื่อให้สังเกตเห็นง่ายเมื่อเกิด Alarm High
Orange	=	ปุ่มที่ไว้สำหรับกดเลือกสีส้ม เมื่อต้องการสีผสมสีส้มที่ถังผสมจากนั้นถึงผสม ก็จะเปลี่ยนเป็นสีส้มเพื่อบ่งชี้ว่าเรากำลังผสมสีส้มอยู่ในขณะนี้
Violet	=	ปุ่มที่ไว้สำหรับกดเลือกสีม่วง เมื่อต้องการสีผสมสีม่วงที่ถังผสมจากนั้นถึงผสม ก็จะเปลี่ยนเป็นสีม่วงเพื่อบ่งชี้ว่าเรากำลังผสมสีม่วงอยู่ในขณะนี้
Green	=	ปุ่มที่ไว้สำหรับกดเลือกสีเขียว เมื่อต้องการสีผสมสีเขียวที่ถังผสมจากนั้นถึงผสม ก็จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวเพื่อบ่งชี้ว่าเรากำลังผสมสีเขียวอยู่ในขณะนี้
Level Set point	=	ส่วนที่ไว้สำหรับตั้งค่าว่าต้องการผสมสีที่ระดับสีในถังก็เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะกำหนดได้ ตั้งแต่ 0 % - 100%
Intensity	=	ส่วนที่ไว้สำหรับตั้งค่าความเข้มข้นของสีว่าต้องการให้เข้มข้นในการผสมเท่าใด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของถังที่ทำการผสม
Run	=	ปุ่มที่มีหน้าที่สั่งให้กระบวนการเริ่มทำงานได้ในโหมดทำงานอัตโนมัติ
Stop	=	ปุ่มที่มีหน้าที่สั่งให้กระบวนการหยุดการทำงาน และจะออกจากโหมดรันของโปรแกรม LabVIEW ด้วย
Auto/Manual	=	ปุ่มที่ใช้เลือกโหมดการทำงานว่าต้องการทำงานในลักษณะ Auto หรือ Manual

Valve 1 – Valve 5 = ปุ่มที่ไว้สำหรับควบคุมการทำงานของ Solenoid Valve ทั้ง 5 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Paddle Motor = ปุ่มที่ไว้สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์ใบพัดคววน  
 Acknowledge Alarm = ปุ่มที่ไว้สำหรับกดเพื่อรีเซ็ต Alarm ของถัง เพื่อแจ้งการรับทราบ  
 การ Alarm เมื่อกดปุ่มนี้หลอดไฟ Alarm ในถังที่ Alarm ก็จะไม่ติด  
 อีกต่อไป

#### 4.2.2.2 Block Diagram

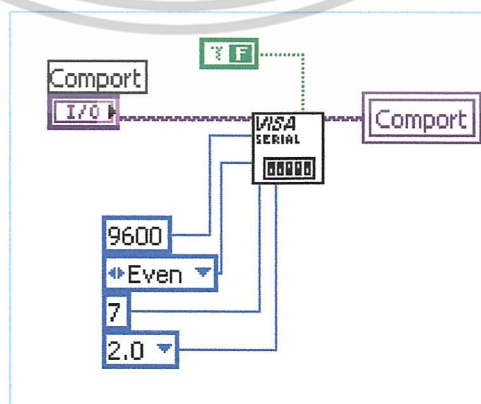
เป็นส่วนที่เขียนโปรแกรมในการควบคุมกระบวนการทั้งหมดโดยจะทำการรับ-ส่งค่าที่  
 ควบคุมติดต่อกับ PLC โดยส่วนโปรแกรมควบคุมหลักนี้ PLC จะเป็นตัวประมวลผล และ  
 Labview เป็นส่วนใช้ควบคุมระยะไกล โดยหน้า Block Diagram นี้จะมีส่วนต่างๆ ดังนี้

##### 1. การติดต่อกับ PLC

ซึ่งการติดต่อระหว่าง PLC กับ โปรแกรม Labview นี้สามารถติดต่อกันได้ผ่านพอร์ต  
 ออนุกรม จะสามารถรับ-ส่งข้อมูล ผ่านโปรโตคอลของ PLC และการเขียนโปรแกรมที่ Labview  
 จะใช้คำสั่ง Visa Serial ในการติดต่อสื่อสารกัน และสามารถเช็คค่าต่างๆของพอร์ตอนุกรมให้  
 ตรงกันกับพอร์ตอนุกรมของ PLC ได้ดังนี้

1. Baud rate = 3600
2. Parity = Even
3. Data Character = 7
4. Stop Bit = 2

การเขียนโปรแกรมนี้จะใช้คำสั่ง Stak Sequence Structures เป็นส่วนที่  
 ใช้สำหรับกำหนดลำดับการทำงานของโปรแกรมว่าให้ทำงานที่ลำดับที่ 0 ก่อน แล้วค่อยไป  
 คำสั่งถัดไป และเรากำหนดให้ คำสั่งติดต่อกับพอร์ตอนุกรมเป็นส่วนที่ทำงานอันดับที่ 0  
 ก่อนคือคำสั่ง Visa Serial ดังแสดงในรูป



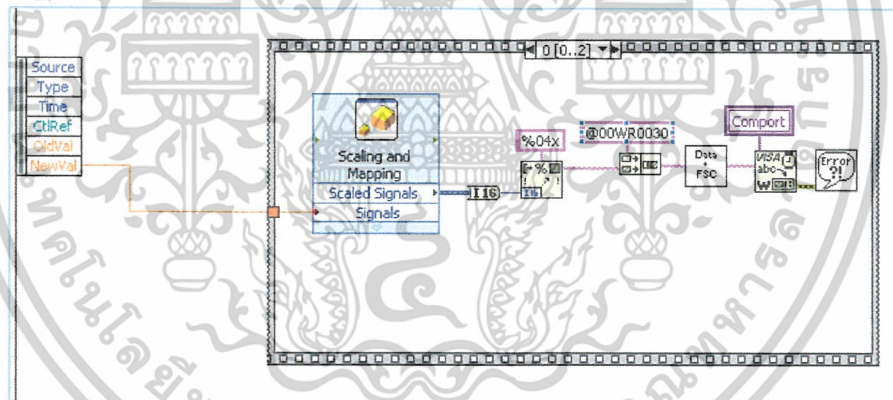
รูปที่ 4.5 รูปแสดงเซตค่าต่างๆของพอร์ตอนุกรมในโปรแกรม LabVIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. การเขียนข้อมูลจาก Labview ลงหน่วยความจำของ PLC

### - Analog Write

สามารถเขียนลงได้โดยผ่านพอร์ตอนุกรมที่ได้สร้างไว้จากที่กล่าวมาซึ่งเราสามารถส่งผ่านโปรโตคอลของ PLC ได้เลย และภายในโปรแกรมที่ได้เขียนนี้จะใช้คำสั่ง Visa Write ซึ่งอันดับแรกจะส่งค่า จากคำสั่ง การเซตระดับน้ำจากหน้าพอร์นพานเนล ติดต่อมายัง Event Structures ซึ่งค่านี้จะเป็นค่าตัวเลข 0-100 % ( เส้นสีส้ม) จากนั้นนำค่านี้มาสเกลลิง ให้ได้ 200-1000 (1- 5 V) ให้เพื่อที่จะได้ตรงตามค่าแรงดันที่จ่ายเข้ามาไว้ใน PLC เพื่อที่จะนำไปเปรียบเทียบกับในส่วนของโปรแกรม PLC ต่อไป จากนั้นจะแปลงค่าที่ได้นี้ให้เป็นเลขฐานสิบหกแล้วส่ง ไปรวมกับค่าโปรโตคอลที่ส่งให้เขียนลงบนหน่วยความจำที่ IR 30 แล้วจะนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาสร้างค่า FCS ของ โปรโตคอล แล้ว จะได้ค่าโปรตอลที่จะเขียนลงหน่วยความจำของ PLC ด้วยคำสั่ง Visa Write ผ่านพอร์ตอนุกรม เช่น ถ้าต้องการเขียนค่า 100 ลงที่ หน่วยความจำ IR 30 โปรโตคอลที่ใช้ในการเขียนในครั้งนี้คือ @00WR0030003E83A\* ซึ่งแสดงว่า ค่า 03E8 (1000) นี้ จะถูกเขียนไว้ที่ IR 30



รูปที่ 4.6 แสดงโปรแกรมการเขียนค่าอนาล็อกลง PLC

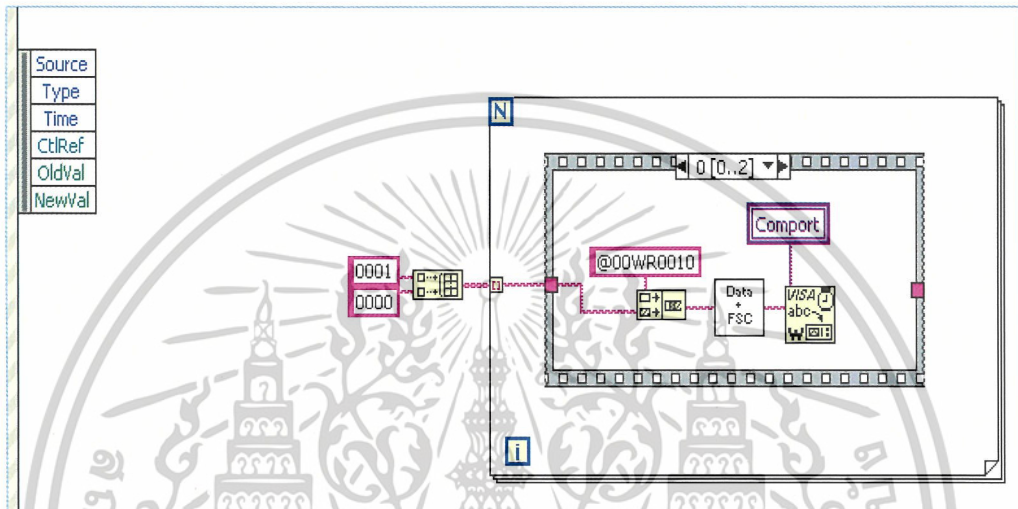
### - Digital Write

โดยจะมีลักษณะการส่งข้อมูลไปยังหน่วยความจำ PLC ที่คล้ายกันกับ Analog แต่ การส่งแบบดิจิทัลนี้จะใช้ส่งข้อมูลของปุ่มกดต่างๆ คือ ปุ่ม Auto/Manual , Run , Stop , Orange , Violet , Green , Acknowledge , Valve 1 , Valve 2 , Valve 3 , Valve 4 , Valve 5 and Paddle Motor ซึ่งแต่ละปุ่มก็จะกำหนดค่าโปรโตคอลที่จะเขียนลงบนหน่วยความจำให้สอดคล้องกับอินพุตของโปรแกรมประมวลผลของ PLC ปุ่มดังกล่าวจะทำงานใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Event Structures โดยถ้าปุ่มไหนถูกกระทำ หรือ เป็น 1 ก็จะทำในส่วนโปรแกรมย่อยนั้นๆ

การเขียนค่าโปรโตคอลในส่วนดิจิทัลนี้จะทำการเขียนลงไปตรงๆ ที่ IR Memory กำหนดให้ อินพุตในโปรแกรม PLC เป็น 1 จากนั้นก็กลับมาเป็น 0 อีกเหมือนเดิมถ้าปล่อยมือออกจากปุ่มที่กด พิจารณาได้จากรูปที่ 4.7



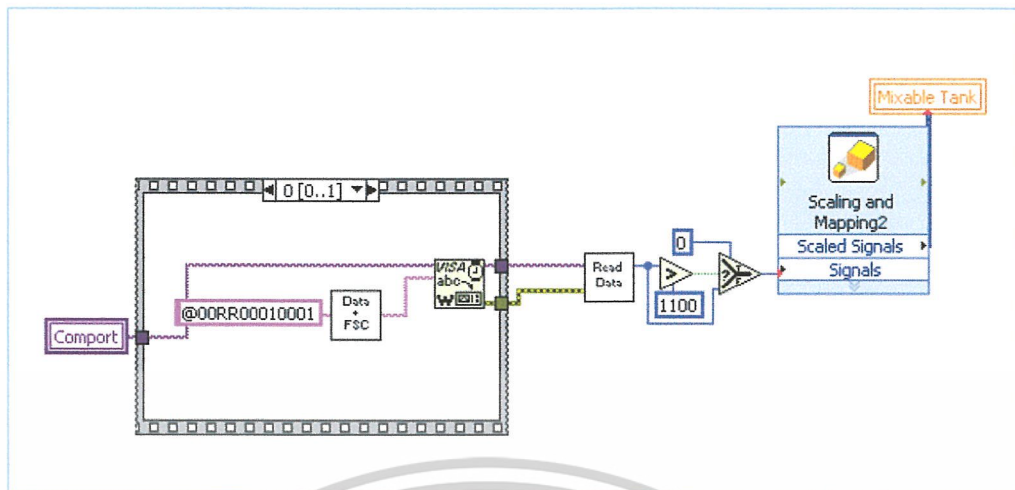
รูปที่ 4.7 แสดงโปรแกรมการเขียนค่าดิจิทัลลง PLC

### 3. การอ่านค่าจากหน่วยความจำของ PLC

#### - Analog Read

เป็นการอ่านค่าแรงดันที่ได้จาก Pressure Sensor ที่ได้ทำการป้อนเข้าไปที่ CH 1 IR ( Analog 1-5 V) ของ PLC ดังนั้นเราจะนำค่านี้มาแสดงเป็นระดับความสูงของเหลวที่ทำการผสมในถังผสม ให้แสดงในหน้าจอ ที่พรอนท์พาดเนล แบบ Real Time ของ Labview โดยสเต็ปการเขียนคือ เขียนโปรโตคอลลงที่ Visa Write เพื่อเป็นการแจ้งว่าต้องการอ่านค่าที่ถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ เช่นในโปรแกรมนี้ ต้องการอ่านค่าจาก CH1 ก็กำหนดโปรโตคอลเป็น @00RR00010001 จากนั้นจะนำค่านี้ไปถ้า Sub.vi FCS เป็นค่า FCS ของโปรโตคอลดังกล่าว เมื่อได้แล้วก็ให้นำข้อมูลส่งไปที่ Visa Write เพื่อให้อ่านค่าจากหน่วยความจำ PLC ดังกล่าว จากนั้นก็จะส่งไปแปลงจาก เลขฐานสิบหก ให้เป็นฐานสิบ แล้วทำการสเกล ให้ได้ 0-100% เพื่อที่จะนำไปแสดงค่าที่ Mixable Tank

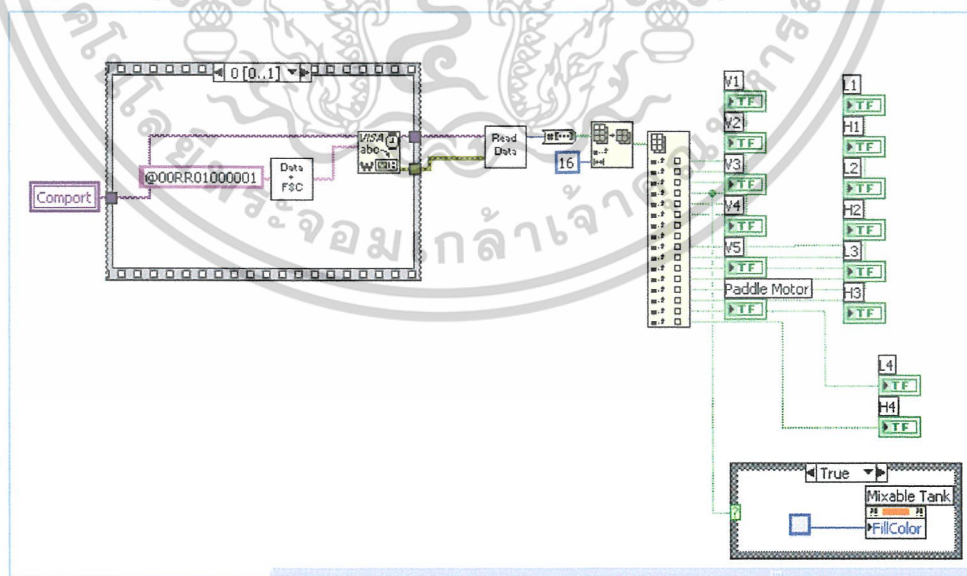
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงโปรแกรมการอ่านค่าอนาล็อกจาก PLC

#### - Digital Read

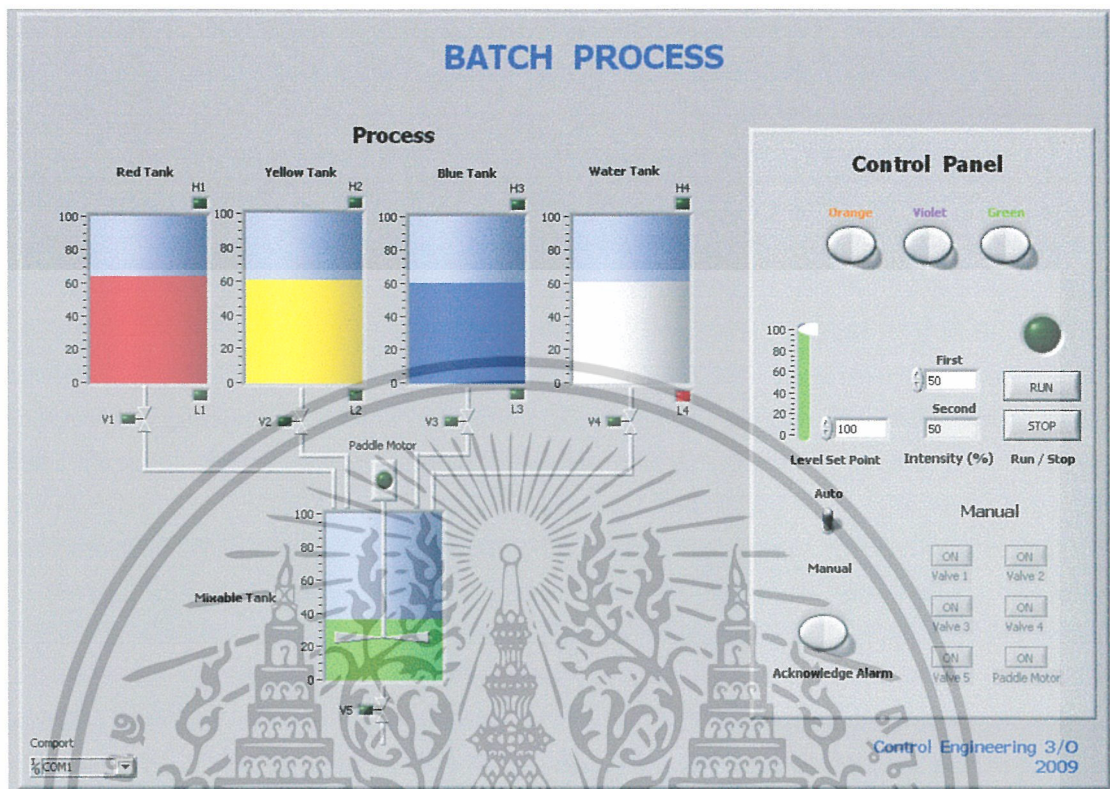
เป็นการอ่านค่าจากหน่วยความจำที่ด้านเอาต์พุตของ PLC คือ CH 100 มาแสดงค่าที่ Front Panel โดยจะนำสถานะการทำงานของ Valve 1- 5 , Motor , Alarm Level ต่างๆ มาแสดงซึ่งการอ่านค่านี้จะทำนองเดียวกับ Analog Read แต่จะต่างกันที่เมื่อไม่นำค่านี้ไปแสดงที่ Mixable Tank แต่จะนำไปแสดงที่ Output Indicator



รูปที่ 4.9 แสดงโปรแกรมการอ่านค่าดิจิทัลจาก PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 การควบคุมการทำงานของกระบวนการ



รูปที่ 4.10 แบบจำลองกระบวนการเบตซ์ หน้าฟรอนท์ พาเนลของโปรแกรม LabVIEW

กระบวนการเบตซ์ที่เรานำมาเสนอนี้เป็นกระบวนการผสมสี โดยจะมีถังเตรียมสีด้วยกัน 3 ถัง คือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นแม่สี และจะมีอีกถังคือถังน้ำ มีไว้สำหรับเปิดน้ำไว้ล้างถังให้สะอาด เมื่อต้องการผสมสีใหม่ รวมถึงด้านบนด้วยกันอยู่ 4 ถัง ส่วนถังที่ 5 ด้านล่างจะเป็นถังที่ใช้สำหรับผสมสี

#### 4.3.1 การควบคุมการทำงานของโปรแกรม

ที่ใช้ควบคุมดังนี้

1. เปิดโปรแกรม LabVIEW มาที่หน้า Front Panel เพื่อมาดูหน้าแสดงผลที่มีลักษณะคล้ายกับกระบวนการจริง
2. เลือกโหมดที่ต้องการควบคุมการทำงาน โดยจะมีอยู่ 2 โหมดด้วยกันคือ โหมดให้ทำงานอัตโนมัติ ซึ่งโหมดนี้จะปล่อยให้กระบวนการผสมทำงานเองจนเสร็จ และโหมดควบคุมด้วยมือ เป็นโหมดที่ใช้ควบคุมเองการเปิด-ปิด Solenoid Valve หรือการทำงานของ Motor เอง สำหรับที่นี้จะให้ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติโดยให้กดปุ่ม *Auto*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เลือกสีที่ต้องการผสมว่าต้องสีใดบ้าง โดยสีที่นำเสนอในการผสมนี้เราได้นำเสนอด้วยกัน 3 สี เพราะจุดประสงค์การทำโครงการครั้งนี้ก็เพื่อให้สามารถควบคุมและติดต่อดีจึงได้ทำแค่ 3 สี ในที่นี้ให้เลือก **สีเขียว**
4. จากนั้นให้ทำการเซต ค่าระดับสีที่ต้องการผสมที่ช่อง level set point ว่าต้องการผสมในปริมาณเท่าใด โดยเซตได้ตั้งแต่ 0 - 100 ของความสูงของถังผสม ซึ่งจะตั้งเกตุระดับได้ที่ถังหรือสัญลักษณ์ระดับก็ได้ ที่นี้จะผสมที่ **100**
5. เซ็ตค่าความเข้มข้นของสีที่ต้องการผสม ว่าต้องการความเข้มข้นเท่าใด ระหว่างสีที่หนึ่งกับสีที่สองที่จะไหลลงมาผสมกัน โดยในที่นี้จะเซต **First = 50 %** และ **Second = 50%** ของจำนวนปริมาณในถังผสมที่เซต ค่าไว้
6. จากนั้นให้เราคัปุม Run เพื่อให้กระบวนการทำงาน กระบวนการผสมสีก็จะทำงานได้โดยอัตโนมัติ โดยสังเกตถังเกตุ สถานะการทำงานที่หลอด LED บนหน้าจอได้ ถ้า Run จะเป็นสีเขียว และพิจารณาที่ถังผสมจะแสดงให้เห็นสีที่กำลังผสมอยู่นั้นคือ สีเขียว

#### 4.3.2 การทำงานของกระบวนการผสมสี

มีดังนี้ คือ เมื่อเลือกสีเป็นสีเขียว และกดเซตระดับสีที่ต้องการผสม จากนั้นก็คัปุม Run การทำงานเรียบร้อยแล้ว ซึ่งสีเขียวนี้จะใช้สีเหลืองและสีเขียวผสมกันอย่างละครึ่ง อย่างละ 50 % ของค่า Level Set Point ไว้ คือ 100 (เต็มถังผสม)

1. Solenoid Valve ที่ 2 ของถังสีเหลืองก็ทำงานโดยเปิดวาล์วให้สีเหลืองไหลผ่านลงในถังผสมได้ เมื่อไหลได้ระดับที่ 50 ของความสูงถังแล้ววาล์วก็จะปิด
2. จากนั้น Solenoid Valve m ที่ 3 ของถังสีน้ำเงินก็เปิดให้สีน้ำเงินไหลต่อไปอีกจากระดับ 50 ก็เป็น 100 ตามค่าระดับที่ได้ set ไว้ และวาล์วก็จะปิด
3. มอเตอร์ใบพัดกวนก็จะทำงานเพื่อกวนให้สีทั้งสองผสมกันให้เข้ากัน เมื่อผสมแล้วสีทั้งสองจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวตามที่ต้องการ โดยความเข้มข้นของสีก็ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิตเอง ถ้าต้องการให้เข้มเข้มมาก หรือ น้อย ก็ให้ไปเซต ค่า ที่ช่อง Intensity ตามต้องการ
4. เมื่อครบเวลาทำงานการกวนสีตามที่กำหนด Solenoid Valve ที่ 5 ของถังผสมจะทำงานเพื่อเปิดสีให้ไหลลงไปใส่ภาชนะที่นำมารองรับสีที่ผสม และเมื่อสีไหลหมดก็จะทำการปิดวาล์ว
5. จากนั้น Solenoid Valve ที่ 4 ของถังน้ำจะทำงานเพื่อเปิดน้ำมาล้างถังผสมให้สะอาด พร้อมกับมอเตอร์ใบพัดกวนก็จะทำการกวนให้สะอาด แล้วจึงปล่อยน้ำที่ล้างถังออกจากนั้น มอเตอร์และวาล์ว 5 ก็หยุดการทำงาน เพื่อเตรียมผสมสีในครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สำหรับการป้องกันระดับน้ำสีในถังนั้นก็จะจะมี LED เพื่อแจ้งสถานะที่จอมอนิเตอร์คอมพิวเตอร์ให้เราทราบว่าน้ำสีอยู่ในระดับใดแล้วเพื่อให้เราทราบว่าควรเติมน้ำสีได้แล้ว เมื่อ Low และ เมื่อ High ให้หยุดเติม หรืออาจจะใช้สัญญาณนี้ไปเปิด-ปิด วาล์วน้ำที่จ่ายสีให้ถังเตรียมสี ถ้าเกิดเป็นกระบวนการที่สมบูรณ์แบบ แต่ในกระบวนการเบทซ์ที่นำเสนอนี้เป็นแบบไม่สมบูรณ์ จะใช้ในการเติมน้ำสีเองที่ถังเตรียมสี 3 ถังด้านบน

ส่วนในโหมด Manual สามารถกดปุ่มกดมายัง โหมดนี้ได้เลย แล้วทำการกดปุ่ม Valve ต่างๆ หรือ มอเตอร์ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ได้เลย เมื่อต้องการควบคุมการทำงานของกระบวนการด้วยมือ และ ปุ่ม Acknowledge เป็นปุ่มที่ไว้รีเซ็ต สัญญาณ Alarm ของระดับน้ำในถังสี และถังน้ำ เมื่อเกิดการ Low หรือ High เพื่อรับทราบการ Alarm ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์



## บทที่ 5

### การทดลองและผลการทดลอง

#### 5.1 กล่าวนำ

ในบทนี้การทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนทางด้านอุปกรณ์ต่างๆ ที่บันทึกผลไว้ และส่วนที่เป็นการทดสอบกระบวนการและการบันทึกผลที่ได้ในรูปของกราฟ

#### 5.2 การทดลองส่วนของอุปกรณ์การวัด

การทดลองส่วนของอุปกรณ์สามารถแบ่งการทดสอบได้ดังนี้

##### 5.2.1 การทดลองการวัดระดับโดยเซนเซอร์วัดความดัน

โดยทำการทดลองที่ระดับน้ำที่ค่าต่างๆ กับแรงดันไฟฟ้าที่ได้โดยผ่านอุปกรณ์ปรับแต่งสัญญาณเรียบร้อยแล้ว โดยการวัดระดับนี้ใช้กับ ถึงที่ 5 ซึ่งเป็นถึงผสมโดยสัญญาณที่ได้จะออกมาในรูปแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจาก Pressure Sensor ที่แรงดัน 4.08 ที่ระดับน้ำ 0 % และ 4.14 ที่ระดับน้ำ 100% แล้วทำการปรับแต่งสัญญาณให้ออกมาในรูปแรงดัน 1- 5 V โดยวงจรปรับแต่งแรงดันสามารถดูได้ที่ บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง เรือง เซนเซอร์ตรวจวัดความดัน

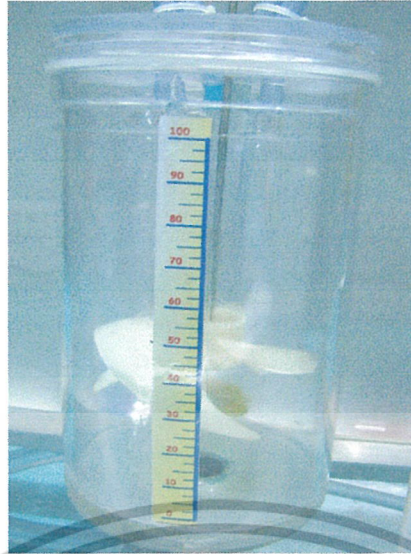


(1) Sensor

(2) แสดงวิธีการใช้งาน Sensor

รูปที่ 5.1 แสดงตัว Sensor และการใช้งาน Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

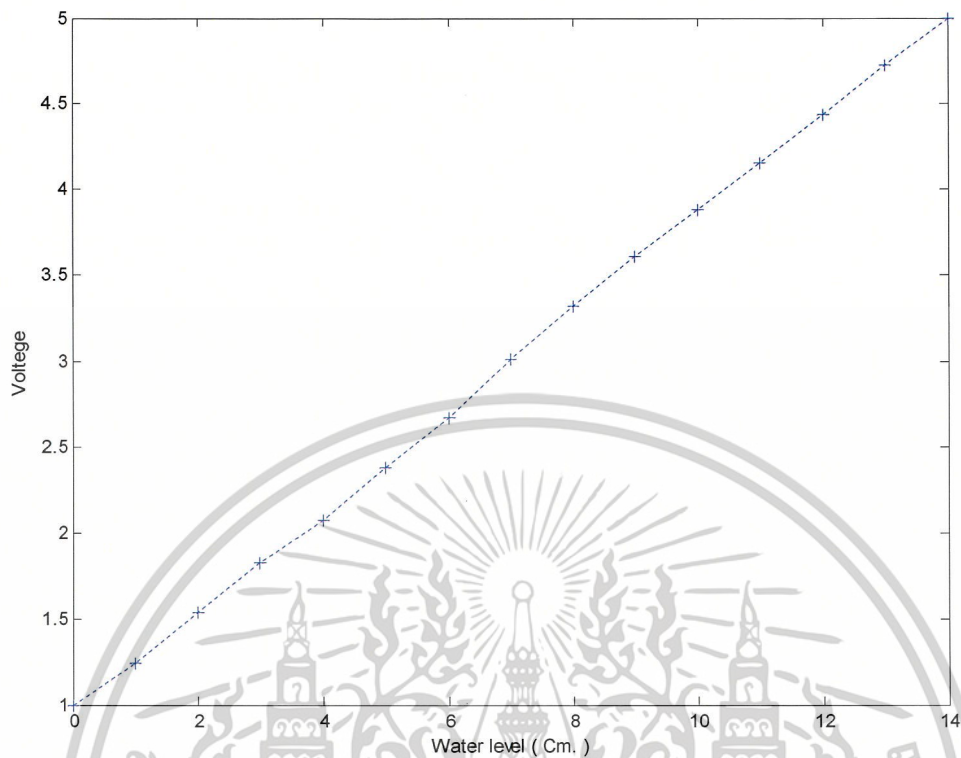


รูปที่ 5.2 แสดงถึงกระบวนการที่ใช้ในการวัดจริง

ตารางที่ 5.1 แสดงการทดลองอุปกรณ์วัดระดับน้ำ

เซนเซอร์วัดระดับน้ำ	
ระดับน้ำ (cm)	แรงดันไฟฟ้าออก (V)
0	1.00
1	1.24
2	1.54
3	1.83
4	2.08
5	2.38
6	2.67
7	3.01
8	3.32
9	3.61
10	3.88
11	4.15
12	4.43
13	4.72

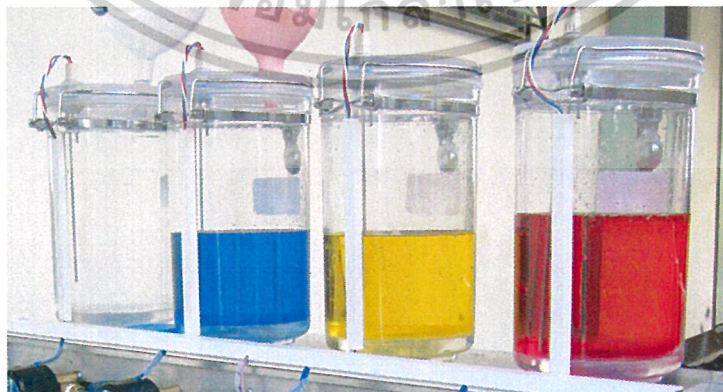
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับก<sup>14</sup>ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น 5.00 นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 แสดงกราฟระดับน้ำกับแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากการทดลอง จากข้อมูลตารางที่ 5.1

### 5.2.2 การทดลองการวัดระดับแบบแท่งอิเล็กทรอนิกส์

ในการทดลองนี้จะใช้แท่งอิเล็กทรอนิกส์ทำการวัดระดับน้ำทั้ง 2 สถานะ โดยมี สถานะระดับน้ำต่ำ และระดับน้ำสูง (High – Low level) โดยทำการตั้งค่าระดับ Low ไว้ที่ 20% ของระดับน้ำ และ High ตั้งไว้ที่ 90% ของระดับน้ำ โดยการวัดระดับนี้ใช้กับ ถังที่ 1 ถึงถังที่ 4



รูปที่ 5.4 แสดงถังน้ำที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

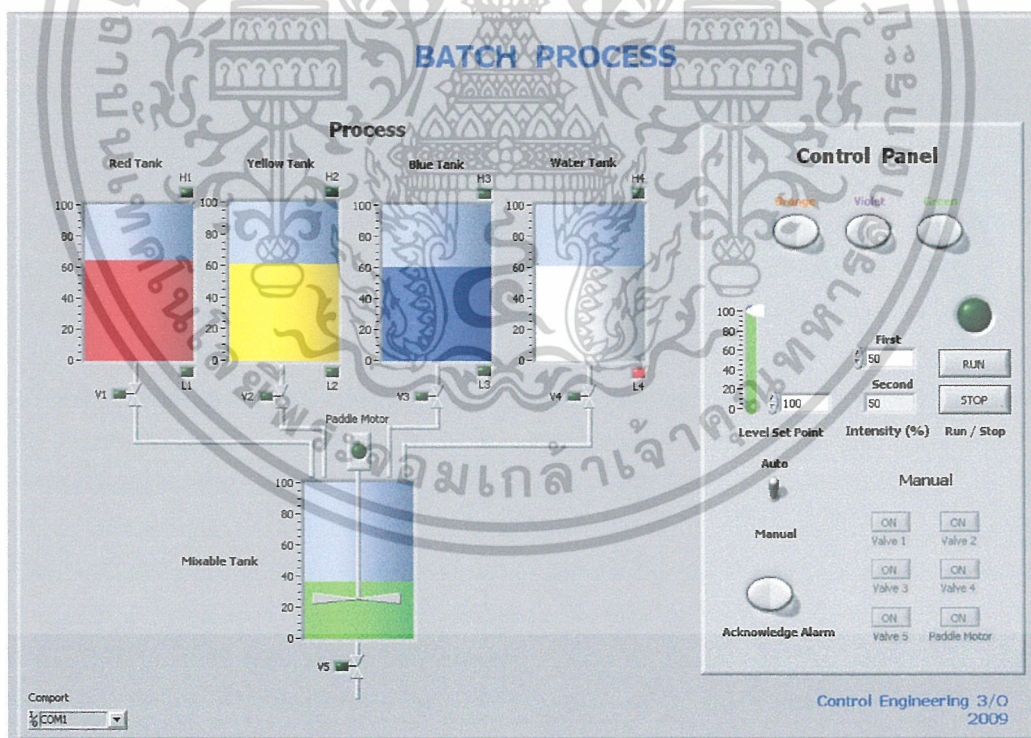
โดยสรุปการทดลองวัดระดับได้ดังนี้เมื่อระดับน้ำลดลงที่ 20% จะทำให้แท่งอิเล็กทรอนิกส์แสดงสถานะต่อการทำงาน ที่ระดับ Low และเมื่อน้ำถึงระดับ 90 % จะทำให้แท่งอิเล็กทรอนิกส์หนึ่งทำงานและแสดงสถานะ High ทุกถังกระบวนการข้างบน 4 ถัง จะทำงานเหมือนกัน

### 5.3 การทดลองส่วนโปรแกรมและส่วนของกระบวนการ

กระบวนการเบทซ์ที่เรานำมาเสนอนี้เป็นกระบวนการผสมสี โดยจะมีถังเตรียมสีด้วยกัน 3 ถัง คือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นแม่สี และจะมีอีกถังคือถังน้ำ มีไว้สำหรับเปิดน้ำไว้ด้านล่างเมื่อต้องการผสมสีใหม่ รวมถึงด้านบนด้วยกันอยู่ 4 ถัง ส่วนถังที่ 5 ด้านล่างจะเป็นถังที่ใช้สำหรับผสมสี

#### 5.3.1 การควบคุมการทำงานของโปรแกรม

การทดลองในส่วนนี้จะควบคุมกระบวนการผ่านทางคอมพิวเตอร์โดยทำการตั้งค่ากระบวนการและ Run กระบวนการผ่านทางคอมพิวเตอร์โดยมีหลักการทำงานดังนี้



รูปที่ 5.5 แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง โดยใช้โปรแกรม Lab VIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3.2 การทดลองผสมสีส้ม

โดยการผสมสีส้มนี้ จะมีสีหลักในการผสมคือ สีแดงกับสีเหลืองโดยการทดลอง จะทดลองที่ระดับ 50 % เพื่อง่ายต่อการทดลอง และการทดลองมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อเลือกสีส้มที่ 50 % คอมพิวเตอร์จะสั่งให้วาล์วควบคุม 1 เปิดจ่ายสีแดงลงมาเมื่อถึงระดับที่ 25 % ของถังผสมแล้ววาล์วควบคุม 1 จะหยุดการทำงานและขณะนั้นวาล์วควบคุม 2 จะทำงานปล่อยสีเหลืองลงมาและวัดระดับต่อจาก 25 % พอระดับน้ำถึง 50 % วาล์วควบคุม 2 จะหยุดการทำงาน แล้วมอเตอร์ก็จะกววนใบพัดผสมสีให้เข้ากันตามที่ต้องการ แล้วเมื่อถึงเวลา ก็จะได้สีส้มตามที่เรต้องการ

ตารางที่ 5.2 แสดงการทดลองผสมสีส้มในระดับต่างๆ

ค่าสีที่เลือก		สีที่ผสม (%)			ปริมาณสีที่ได้	สีที่ได้
สี	(%)	แดง	เหลือง	น้ำเงิน	(%)	สี
ส้ม	25	12.5	12.5	-	25	ส้ม
ส้ม	50	25	25	-	50	ส้ม
ส้ม	75	37.5	37.5	-	75	ส้ม
ส้ม	100	50	50	-	100	ส้ม

### 5.3.3 การทดลองผสมสีม่วง

โดยการผสมสีม่วงนี้ จะมีสีหลักในการผสมคือ สีแดงกับสีน้ำเงินโดยการทดลอง จะทดลองที่ระดับ 50 % เพื่อง่ายต่อการทดลอง และการทดลองมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อเลือกสีม่วง ที่ 50 % คอมพิวเตอร์จะสั่งให้วาล์วควบคุม 1 เปิดจ่ายสีแดงลงมาเมื่อถึงระดับที่ 25 % ของถังผสมแล้ววาล์วควบคุม 1 จะหยุดการทำงานและขณะนั้นวาล์วควบคุม 3 จะทำงานปล่อยสีน้ำเงินลงมาและวัดระดับต่อจาก 25 % พอระดับน้ำถึง 50 % วาล์วควบคุม 3 จะหยุดการทำงาน แล้วมอเตอร์ก็จะกววนใบพัดผสมสีให้เข้ากันตามที่ต้องการ แล้วเมื่อถึงเวลา ก็จะได้สีม่วงตามที่เรต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 แสดงการทดลองผสมสีม่วงในระดับต่างๆ

ค่าสีที่เลือก		สีที่ผสม (%)			ปริมาณสีที่ได้	สีที่ได้
สี	(%)	แดง	เหลือง	น้ำเงิน	(%)	สี
ม่วง	25	12.5	-	12.5	25	ม่วง
ม่วง	50	25	-	25	50	ม่วง
ม่วง	75	37.5	-	37.5	75	ม่วง
ม่วง	100	50	-	50	100	ม่วง

#### 5.3.4 การทดลองผสมสีเขียว

โดยการผสมสีเขียวนี้ จะมีสีหลักในการผสมคือ สีเหลืองกับสีน้ำเงิน โดยการทดลองจะทดลองที่ระดับ 50 % เพื่อง่ายต่อการทดลอง และการทดลองมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อเลือกสีเขียวที่ 50 % คอมพิวเตอร์จะสั่งให้วาล์วควบคุม 2 เปิดจ่ายสีเหลืองลงเมื่อถึงระดับที่ 25 % ของถังผสม แล้ววาล์วควบคุม 2 จะหยุดการทำงานและขณะนั้นวาล์วควบคุม 3 จะทำงานปล่อยสีน้ำเงินลงมาและวัดระดับต่อจาก 25 % พอระดับน้ำถึง 50% วาล์วควบคุม 3 จะหยุดการทำงาน แล้วมอเตอร์ก็จะกวบไพบผสมสีให้เข้ากันตามที่ต้องการ แล้วเมื่อถึงเวลาที่จะได้สีเขียวตามที่เรารต้องการ

ตารางที่ 5.4 แสดงการทดลองผสมสีเขียวในระดับต่างๆ

ค่าสีที่เลือก		สีที่ผสม (%)			ปริมาณสีที่ได้	สีที่ได้
สี	(%)	แดง	เหลือง	น้ำเงิน	(%)	สี
เขียว	25	-	12.5	12.5	25	เขียว
เขียว	50	-	25	25	50	เขียว
เขียว	75	-	37.5	37.5	75	เขียว
เขียว	100	-	50	50	100	เขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 สรุปการทดลองผสมสีในระดับต่างๆ

ค่าสีที่เลือก		สีที่ผสม (%)			ปริมาณสีที่ได้	สีที่ได้
สี	(%)	แดง	เหลือง	น้ำเงิน	(%)	สี
ส้ม	25	12.5	12.5	-	25	ส้ม
ส้ม	50	25	25	-	50	ส้ม
ส้ม	75	37.5	37.5	-	75	ส้ม
ส้ม	100	50	50	-	100	ส้ม
ม่วง	25	12.5	-	12.5	25	ม่วง
ม่วง	50	25	-	25	50	ม่วง
ม่วง	75	37.5	-	37.5	75	ม่วง
ม่วง	100	50	-	50	100	ม่วง
เขียว	25	-	12.5	12.5	25	เขียว
เขียว	50	-	25	25	50	เขียว
เขียว	75	-	37.5	37.5	75	เขียว
เขียว	100	-	50	50	100	เขียว

#### 5.4 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองในแต่ละส่วนได้ผลทดลองน่าพึงพอใจแต่ในบางส่วนจะมีปัญหาเล็กน้อยในการทดลองในกระบวนการสามารถเลือกความเข้มข้นของสีและเลือกเปอร์เซ็นต์ของสีได้ และทั้งนี้ในการเลือกผสมควรเลือกให้เหมาะแก่การใช้งานและการนำไปใช้ในและการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าการควบคุมสีที่ต้องการนั้นให้ได้ 100 % ตลอดก็ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆอย่างที่ต้อสร้างขึ้นมา อาทิเช่น เวลาในการผสม ปริมาณในการผสม เป็นต้น เพื่อให้กระบวนการนั้นทำงานได้ดีและทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

# บทวิจารณ์และสรุป

### 6.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้เป็นเรื่องของการออกแบบและการสร้างกระบวนการควบคุมการผสมสี โดยวัดระดับการผสมที่ระดับต่างๆ ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆสามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการได้ โดยกระบวนการ โดยรวมแล้วการควบคุมกระบวนการนั้นจะเป็นการควบคุมผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ถ้าเกิดต้องการควบคุมเองก็สามารถเลือกควบคุมที่กระบวนการได้ทันทีโดยที่ไม่มีผลกระทบต่อระบบคอมพิวเตอร์ ดังนั้นถ้านำกระบวนการที่สร้างขึ้นมานำมาเป็นอุปกรณ์ในการทดลอง จะช่วยให้ผู้ที่ทำการทดลองมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการควบคุมวัดระดับและการผสมสีมากยิ่งขึ้น

### 6.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

1. ปัญหาการติดต่อระหว่าง PLC กับ คอมพิวเตอร์ คือไม่สามารถติดต่อได้ เมื่อทำการเช็คให้ดีๆจะพบว่าสาย RS-232 ที่นำมาติดต่อนั้นส่วนมากจะขาดภายใน และแก้ไขโดยการนำมาเปลี่ยนใหม่ก็ใช้ได้

2. ปัญหาค่าใช้จ่ายเพราะได้ทำการเบิกค่าใช้จ่ายล่าช้าไปทำให้หมดช่วงระยะเวลาการเบิก ทำให้ต้องรอช่วงเดือนตุลาคม 2551 ถึงจะเบิกได้ ซึ่งทำให้ไม่ค่อยมีทุนในการที่จะซื้ออุปกรณ์ที่จำเป็นมาใช้ทำโครงการส่งผลทำให้เกิดการทำงานล่าช้า

### 6.3 ข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนากระบวนการและโปรแกรม

1. พัฒนาการควบคุมการผสมสีให้เป็นระบบอัตโนมัติเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มชุด สายพานลำเลียงไว้ด้านล่าง เพื่อที่จะมาเคลื่อนย้ายสีที่ได้ทำการผสมเสร็จเรียบร้อยแล้วไปเก็บไว้

2. พัฒนาการควบคุม ซึ่งให้สามารถผสมสี ได้หลายสี หรือ ครบทุกสีตามที่ต้องการ

3. พัฒนาการในส่วนของเซนเซอร์วัดระดับของถังสี ต้องการติดตั้งเซนเซอร์วัดความดันให้ครบทุกถัง เพื่อที่จะตรวจวัดดูการเปลี่ยนแปลงของระดับของสีทุกๆ ถัง

4. พัฒนาโปรแกรม LabVIEW ให้สั่งการทำงานการผสมสีเป็น รายการ การผสมสีได้หลายๆ คำสั่งทีเดียว สามารถเพิ่มคำสั่งหรือลบ คำสั่งได้ เพื่อที่จะส่งให้กระบวนการได้ทำงานตาม คำสั่งในรายการครั้งเดียวได้หลายสี หลายปริมาณ ตามที่เราต้องการ เป็นระบบกระบวนการที่มีความสามารถสูง และทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 6.4 ข้อเสนอแนะแนวทางในการพัฒนาต่อ

ผู้ที่ใช้กระบวนการที่สร้างขึ้นมานี้ควรมีความรู้ความเข้าใจในส่วนประกอบต่างๆ เนื่องจากจะต้องมีการปรับแต่งค่าบางส่วนและการใช้งาน และควรตรวจสอบจุดต่างๆ ให้เรียบร้อยก่อนที่จะทำการทดลองเนื่องจากบางจุดอาจมีปัญหาและเกิดอันตรายได้ ระบบกระบวนการควบคุมแบบที่ได้นำเสนอนี้จะเป็นต้นแบบที่ดีในการนำไปประยุกต์ใช้งานหลายๆด้านให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น นำไปเป็นกระบวนการผสมสารเคมี, ผสมเครื่องดื่ม เป็นต้น ซึ่งเป็นระบบอัตโนมัติที่สะดวกสบายและอีกอย่างสามารถนำประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบอินเทอร์เน็ตและสกายป์ก็ได้ ทำให้ควบคุมได้ในที่ไกลๆ เพื่อความสะดวกสบายในการปฏิบัติงานยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- [1] ณรงค์ ต้นชีวะ . ระบบ PLC (Programmable Logic Controller) , พิมพ์ครั้งที่ 7  
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. , 2545
- [2] กิจไพบุลย์ ชิวพันธ์ุศรี. การออกแบบแอปพลิเคชันในระบบกราฟิกด้วย LabVIEW  
กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น , 2550.
- [3] เจริญ เพชรธมณี . เรียนลัด LabVIEW . กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น , 2547.
- [4] วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ : กรุงเทพฯ  
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) , 2548
- [5] เอกสารประกอบการสอนวิชา Sequence control and plc วิศวกรรมระบบควบคุม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- [6] เอกสารประกอบการสอนวิชา Instrumentation Engineering วิศวกรรมการวัดคุม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้