อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

ระบบควบคุมระดับน้ำแบบพีไอดีด้วยโปรแกรมแลบวิว

PID WATER LEVEL CONTROL SYSTEM USING LABVIEW

นายยุทธการณ์ ศิริกุล รหัส 56363086

นายรณชัย วันทอง รหัส 56363109

นายสรศักดิ์ สุนศรี รหัส 56363277

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 24 มิ.ย. 2561
เลขทะเบียน 19220273
เลขเรียกหนังสือ ปร
ม 35ร
2559
CD-STL 87

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2559

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ระบบควบคุมระดับน้ำแบบพีไอดีด้วยโปรแกรมแลบวิว
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายยุทธการณ์ ศิริกุล รหัส 56363086
	นายรณชัย วันทอง รหัส 56363109
	นายสรศักดิ์ สุนศรี รหัส 56363277
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2559

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุทิตา สงฆ์จันทร์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ระบบควบคุมระดับน้ำแบบพีไอดีด้วยโปรแกรมแลบวิว
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายยุทธการณ์ ศิริกุล รหัส 56363086
	นายรณชัย วันทอง รหัส 56363109
	นายสรศักดิ์ สุนศรี รหัส 56363277
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอระบบควบคุมระดับน้ำแบบพีไอดีด้วยโปรแกรมแลบวิว แบบจำลองประกอบไปด้วย แท็งก์น้ำ ปั๊มน้ำ และตัวรับรู้ระดับน้ำ ซึ่งระบบจะเป็นการรักษาระดับน้ำในแท็งก์น้ำให้คงที่ ซึ่งการควบคุมระดับน้ำมี 3 แบบคือ การควบคุมแบบกำหนดเอง การควบคุมแบบเปิดและปิด และการควบคุมแบบพีไอดี การปรับค่าอัตราขยายของพีไอดีทั้ง 3 ค่า และสถานะต่างๆของระบบซึ่งจะแสดงทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมแลบวิว ผลของการทดลองพบว่าเมื่อใช้โปรแกรมแลบวิวควบคุมการทำงานของแบบจำลอง สามารถรักษาระดับน้ำได้ตามที่ต้องการ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์เป็นระบบรักษาระดับน้ำที่ต้องการตามโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆได้ หรือสามารถนำไปประยุกต์เป็นระบบรักษาระดับอุณหภูมิใช้งานจริงได้

Project title	PID Water Level Control System Using LABVIEW		
Name	Mr. Yuttakarn	Sirikul	ID. 56363086
	Mr. Ronnachai	Wanthong	ID. 56363109
	Mr. Sorasak	Sunsri	ID. 56363277
Project advisor	Asst. Prof. Supawan Ponpitakchai, Ph.D.		
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic year	2016		

Abstract

This project presents PID Water Level Control System using LabVIEW. The model of water level control system consists of tank, pump and water level sensor. The water level of tank is aimed to control at maintain at user defined level. There are 3 modes of level control which are manual control, on-off control and PID control. Three PID gains and status of the model can be adjusted and illustrated on computer screen via LabVIEW programming. The results of experiment showed that when using LabVIEW control, the water tank level can be kept at the desired level. That can be applied to water level control in the factory or in temperature control system.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผศ.ดร.ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย ซึ่งเป็นที่ปรึกษาโครงงานและให้ความกรุณาในการตรวจทานปริญญานิพนธ์ ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงความกรุณาของท่านตลอดไป

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.มุฑิตา สงฆ์จันทร์ และ ผศ.ดร.นิพัทธ์ จันทรมินทร์ ซึ่งเป็นคณะกรรมการในการสอบโครงงานที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง และข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์ในโครงงานนี้ ทำให้โครงงานนี้ออกมาสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณรุ่นพี่ที่ช่วยให้คำแนะนำดีๆเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมแลบวิว

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาของการศึกษาเล่าเรียน ซึ่งเป็นความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการทำโครงงานนี้และสามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ผู้มอบความรักความเมตตากรุณา และเป็นกำลังใจให้เสมอมา รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จวบจนปัจจุบัน และคอยเป็นกำลังใจให้กระทั่งได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้

สุดท้ายนี้คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการดำเนินโครงงานนี้ จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายยุทธการณ์ ศิริกุล
นายรณชัย วันทอง
นายสรศักดิ์ สุนศรี

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 งบประมาณ 4

บทที่ 2 การใช้งานเบื้องต้นของโปรแกรมแลบวิวและระบบควบคุมแบบพีไอดี 5
2.1 ส่วนประกอบของโปรแกรมแลบวิว 5
2.2 การใช้งานโปรแกรมแลบวิวเบื้องต้น 10
2.3 การควบคุมแบบป้อนกลับ 21
2.4 อุปกรณ์เก็บข้อมูล (DAQ board) 26
2.5 ปั๊มน้ำ 39
2.6 ตัวรับรู้แรงดัน 31
2.7 ไอซีขับมอเตอร์ 33

บทที่ 3 ระบบควบคุมระดับน้ำผ่านโปรแกรมแลบวิว 36
3.1 การออกแบบโครงสร้างของแท็งก์น้ำและการจัดวางอุปกรณ์ 36
3.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในการใช้งานระบบควบคุมระดับน้ำแบบพีไอดี 38
3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมระดับน้ำผ่านโปรแกรมแลบวิว 38

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 ผลการทดสอบตัวรับรู้ระดับน้ำ 41
3.5 โปรแกรมแลบวิวและอุปกรณ์เก็บข้อมูล 43

บทที่ 4 ผลการทดสอบการควบคุมระดับน้ำแบบพีไอดีด้วยโปรแกรมแลบวิว 45
4.1 โปรแกรมแลบวิวสำหรับควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำและอ่านค่าระดับน้ำ 47
4.2 การใช้งานโปรแกรมแลบวิวสำหรับควบคุมระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำ 52
4.3 การทดสอบรูปแบบการควบคุมแบบกำหนดเอง 53
4.4 การทดสอบรูปแบบการควบคุมแบบเปิดและปิด 54
4.5 การทดสอบการเปลี่ยนค่าอัตราขยายของตัวควบคุมแบบพีไอดี 55
4.6 การหาค่าพีไอดีที่เหมาะสมด้วยวิธีลองผิดลองถูก 60

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 69
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 69
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินโครงงานและแนวทางแก้ไข 69
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาต่อไป 70

เอกสารอ้างอิง 71

ภาคผนวก 72

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 87

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน....3

3.1 ผลการทดสอบตัวรับรู้ระดับน้ำ....41

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 หน้าแรกของโปรแกรมแลบวิว 5
2.2 หน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน 6
2.3 ตัวอย่างรูปแบบของตัวควบคุมบนโปรแกรมแลบวิว 7
2.4 ตัวอย่างรูปแบบของตัวแสดงผลบนโปรแกรมแลบวิว 7
2.5 หน้าต่างพื้นที่เขียนโปรแกรมแลบวิว 8
2.6 ลักษณะของบล็อกประมวลผลข้อมูลและสถานีของข้อมูล 10
2.7 การสร้างโปรแกรมหลัก 11
2.8 การเรียกหน้าต่างคำสั่ง Controls Palette ที่อยู่ในหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน 11
2.9 ไอคอนแสดงตัวเลข ปุ่มหมุนที่มีค่าเริ่มต้นเป็นตัวควบคุมมิเตอร์ 12
2.10 การเปลี่ยนอุปกรณ์ทุกแบบเป็นตัวควบคุมและตัวแสดงผล 12
2.11 หน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน 13
2.12 Position/Size/Select 13
2.13 การสร้าง Numeric ที่เป็นตัวควบคุมชื่อ A และ B Numeric ที่เป็นตัวแสดงผล A*B 14
2.14 ตัวแก้ไขรูปแบบตัวอักษร (Edit text) 15
2.15 การสร้างชื่อ Simple calculator 15
2.16 การเปลี่ยนตัวหนังสือ Simple calculator เป็นขนาด 24 pt 16
2.17 การเปลี่ยนตัวหนังสือ Simple calculator เป็นขนาด 24 pt ตัวหนา และมีสีน้ำเงิน 16
2.18 Set color กำหนดสีของวัตถุ 17
2.19 ตัวอย่างแถบแสดงสีในโปรแกรมแลบวิว 17
2.20 Get Color สำหรับคัดลอกสีของวัตถุ 18
2.21 หน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานแสดงการเปลี่ยนสีตัวแสดงผล 18
2.22 Align Objects สำหรับจัดรูปแบบของวัตถุให้อยู่ในระนาบเดียวกัน 19
2.23 Distribute Objects สำหรับจัดระยะห่างของวัตถุในรูปแบบต่างๆ 19
2.24 การจัดวางแนวของวัตถุ 19
2.25 ตำแหน่งที่ถูกเลือก 19
2.26 Functions และเลือก Multiply function 20
2.27 Connect Wire สำหรับเชื่อมต่อสายสัญญาณให้กับอุปกรณ์ 20
2.28 การต่อสายส่งผ่านข้อมูลในส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรม 21
2.29 แผนผังการควบคุมแบบป้อนกลับ 22

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.30	แผนผังของการควบคุมแบบพีไอดี	22
2.31	ผลตอบสนองตามเวลาโดยการเปลี่ยนแปลงค่า K_p (โดยให้ค่า K_i และ K_d คงที่)	24
2.32	ผลตอบสนองตามเวลาโดยเปลี่ยนแปลงค่า K_i (โดยให้ค่า K_p และ K_d คงที่)	25
2.33	ผลตอบสนองตามเวลาโดยเปลี่ยนแปลงค่า K_d (โดยให้ค่า K_p และ K_i คงที่)	25
2.34	การเชื่อมต่ออุปกรณ์เก็บข้อมูลกับคอมพิวเตอร์	27
2.35	อุปกรณ์เก็บข้อมูลและควบคุมจากบริษัท NI รุ่น NI USB – 6009	28
2.36	การใช้งานของช่องสัญญาณ	29
2.37	ช่องสัญญาณ NI USB – 6009 Pinout	29
2.38	ปั๊มน้ำกระแรงดันกระแสตรง	30
2.39	ตัวรับรู้ระดับน้ำ 100 เซนติเมตร	32
2.40	ไอซีขับมอเตอร์กระแสตรง	33
2.41	วงจรภายในของไอซี L298n	34
2.42	สัญญาณพีดับเบิ้ลยูเอ็มและแรงดันที่ขั้วของมอเตอร์	35
3.1	การควบคุมปั๊มน้ำกระแสตรงจากคอมพิวเตอร์	36
3.2	ทางน้ำเข้าเพื่อไม่ให้เกิดการกระเพื่อม	37
3.3	การออกแบบโครงสร้างของแท็งก์น้ำและการจัดวางอุปกรณ์	37
3.4	การเชื่อมต่ออุปกรณ์แต่ละตัวของระบบควบคุมระดับน้ำ	38
3.5	ขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมระดับน้ำผ่านโปรแกรมแลบวิว	40
3.6	กราฟสัญญาณเอาต์พุตเฉลี่ยจากตัวรับรู้ระดับน้ำ	42
3.7	หน้าจอแลบวิวของระบบควบคุมระดับน้ำภายในแท็งก์	43
4.1	ส่วนประกอบของระบบควบคุมระดับน้ำผ่านโปรแกรมแลบวิว	46
4.2	พื้นที่จัดวางอุปกรณ์ที่หน้าจอเริ่มต้นการทำงาน	47
4.3	การอ่านระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำและส่งสัญญาณควบคุม	48
4.4	ส่วนควบคุมแบบกำหนดเอง	49
4.5	ส่วนควบคุมแบบเปิดและปิด	50
4.6	ส่วนควบคุมแบบพีไอดี	51
4.7	การใช้งานโปรแกรม	52
4.8	ผลการทดสอบระบบควบคุมแบบกำหนดเอง	53
4.9	ผลการทดสอบระบบควบคุมแบบเปิดและปิด	55

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.10 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแบบจำลองที่ค่าอัตราขยายเริ่มต้น 56

4.11 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย K_p 57

4.12 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย K_i 58

4.13 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย K_d 59

4.14 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย $K_p = 10$ 61

4.15 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย $K_p = 30$ 61

4.16 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย $K_p = 5$, $K_i = 0.1$ 62

4.17 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย $K_p = 10$, $K_i = 1$ 62

4.18 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย $K_p = 5$, $K_d = 0.2$ 63

4.19 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย $K_p = 10$, $K_d = 0.1$ 64

4.20 ผลตอบสนองของระบบจากค่า $K_p = 3.5$, $K_i = 0.001$, $K_d = 0.2$ 65

4.21 ผลตอบสนองของระบบจากค่า $K_p = 8$, $K_i = 0.005$, $K_d = 0.3$ 66

4.22 ผลตอบสนองของระบบจากค่า $K_p = 10$, $K_i = 0.015$, $K_d = 0.02$ 67

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันระบบควบคุมเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากในชีวิตประจำวัน ทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมและสถานที่ต่างๆ โดยในการควบคุมนั้นสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งใช้เครื่องจักรควบคุม คอมพิวเตอร์ควบคุม หรือ ใช้มนุษย์ในการควบคุม การควบคุมโดยใช้มนุษย์นั้นอาจเป็นการควบคุมที่ไม่ดีนัก เนื่องจากความสามารถของมนุษย์แต่ละคนมีขีดจำกัดที่แตกต่างกันออกไป ดั้งนั้นในปัจจุบันตามโรงงานอุตสาหกรรมจึงหันมาใช้งานเครื่องควบคุมแบบอัตโนมัติแทน โดยที่การควบคุมจะเป็นไปตามเกณฑ์การควบคุมที่มนุษย์ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ปัจจุบันวิธีควบคุมที่นิยมใช้แบบหนึ่งคือ วิธีแบบพีไอดี ทั้งใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมความชื้น หรือความคุมระบบต่างๆ เพราะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายรูปแบบ ทางคณะผู้จัดทำจึงเลือกใช้วิธีควบคุมแบบพีไอดี มาทำการศึกษาค้นคว้าและจัดทำชิ้นงาน เพื่อที่จะสามารถเข้าใจในระบบพีไอดีมากยิ่งขึ้นทั้งยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอด พัฒนา หรือสร้างระบบควบคุมใหม่ๆขึ้นมาได้

โดยโครงงานชิ้นนี้ได้จัดทำการสร้างระบบควบคุมปริมาณการไหลเข้าของน้ำและปริมาณการปล่อยน้ำออกให้มีค่าที่เหมาะสมเพื่อให้ระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำมีปริมาณที่คงที่ ตามที่ผู้ใช้ได้ตั้งไว้ โดยผ่านการประยุกต์ใช้โปรแกรมแลบวิว และวิธีการควบคุมแบบพีไอดี เพื่อความคุมการทำงานของปั๊มน้ำ โดยภายในแท็งก์น้ำจะมีตัวรับรู้ระดับน้ำที่ทำหน้าที่ตรวจวัดค่าระดับน้ำภายในแท็งก์ว่ามีปริมาณเท่าใด แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณเพื่อควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำให้เหมาะสม เพื่อที่จะให้ระดับน้ำภายในแท็งก์มีค่าคงที่ไม่ว่าจะปล่อยน้ำออกจากแท็งก์มากน้อยเพียงใด

นอกจากนี้ยังจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับโครงงานชิ้นนี้เพื่อนำไปใช้ประกอบการเรียนสอนในรายวิชา ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า 4 เพื่อให้นักศึกษาสามารถศึกษาระบบควบคุมแบบพีไอดีโดยผ่านการใช้โปรแกรมแลบวิวเพื่อให้มีความรู้และความเข้าใจในระบบพีไอดี สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องต่างๆ รวมถึงนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการประกอบวิชาชีพได้ภายในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

สร้างแบบจำลองเพื่อควบคุมปริมาณน้ำให้อยู่ในระดับที่ต้องการ โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดีผ่านโปรแกรมแลบวิว นอกจากนี้ยังใช้ในการศึกษาภายในรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า 4 ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. สร้างแบบจำลองควบคุมระดับน้ำ ประกอบไปด้วย แท็งก์น้ำ ปั๊มน้ำ วาล์วน้ำ ตัวรับรู้ระดับน้ำ โดยทำการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำแบบพีไอดี ผ่านทางโปรแกรมแลบวิว
2. สามารถเลือกโหมดการทำงานได้ 3 แบบ ได้แก่ แบบพีไอดี แบบเปิดและปิด และแบบผู้ใช้กำหนดเอง
3. สร้างเอกสารประกอบการเรียนสอนเพื่อการศึกษาในรายวิชา ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า 4

1.4 ขั้นตอนและแผนดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	พ.ศ. 2559					พ.ศ. 2560				
	ส.ค	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. รวบรวมข้อมูล	■	■								
2. ออกแบบและสร้างแบบจำลองของอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ			■	■	■					
3. เขียนโปรแกรมการทำงานของระบบควบคุมโดยใช้โปรแกรมแลบวิว				■	■	■				
4. ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน						■	■	■		
5. สรุปผลและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									■	■

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำตัวชิ้นงาน และเอกสารประกอบการเรียนการสอนที่ทางคณะผู้จัดทำทำขึ้นมาไปใช้ในรายวิชา ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า 4 ได้
2. โครงงานชิ้นนี้ถือเป็นแบบจำลองในการควบคุมปริมาณน้ำให้อยู่ในระดับที่ต้องการทั้งภายในโรงงาน หรือสถานที่ต่างๆ
3. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดเป็นการควบคุมอุณหภูมิ หรือความชื้นให้อยู่ในระดับที่เราต้องการ โดยใช้วิธีพีไอดีได้

1.6 งบประมาณ

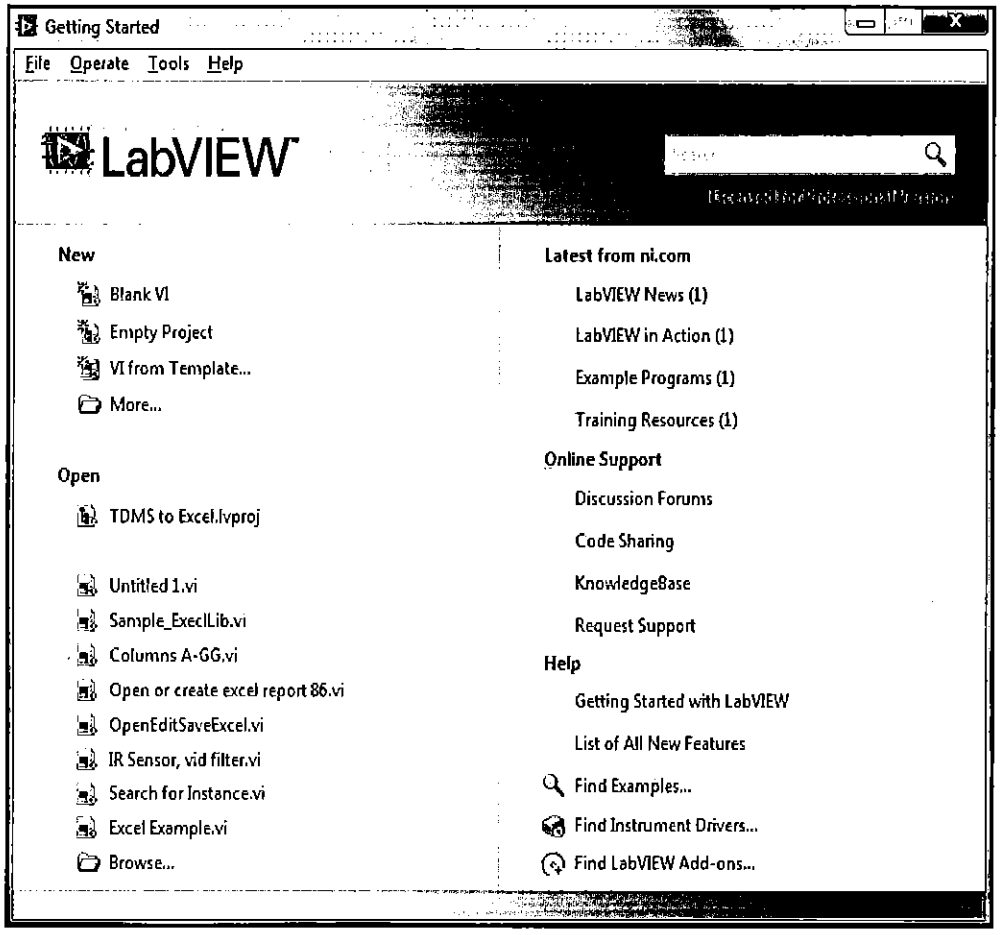
1. ปั๊มน้ำกระแสตรง	550	บาท
2. ตัวรับรู้ความดันน้ำ	700	บาท
3. อุปกรณ์ทำแท็งก์น้ำ	950	บาท
4. ค่าเอกสาร	800	บาท
รวมเป็นเงินทั้งหมด (สามพันบาทถ้วน)	3,000	บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
การใช้งานเบื้องต้นของโปรแกรมแลบวิวและระบบควบคุมแบบพีไอดี

2.1 ส่วนประกอบของโปรแกรมแลบวิว

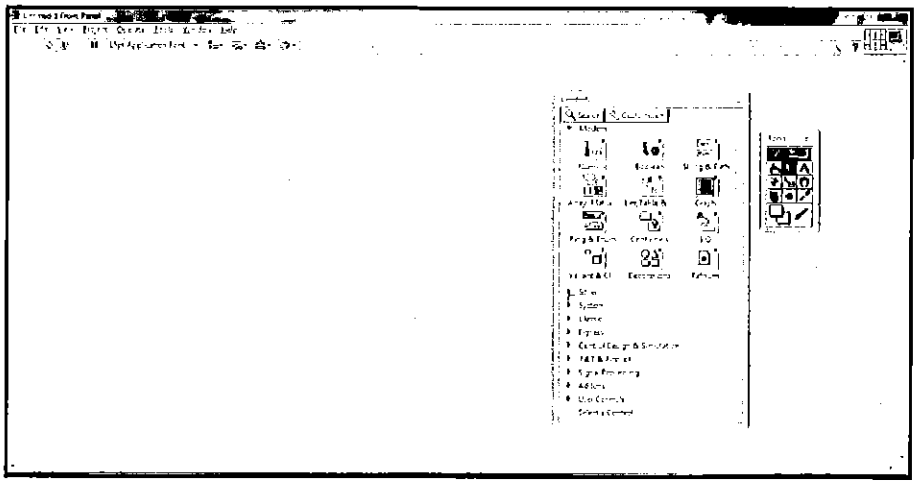
โปรแกรมแลบวิว เป็นโปรแกรมที่สร้างเพื่อนำมาใช้ในด้านการวัดสำหรับงานทางวิศวกรรม สร้างเครื่องมือวัดเสมือนจริง หน้าต่างของโปรแกรมแลบวิวเป็นไปตามรูปที่ 2.1 ในที่นี้เราจะกล่าวถึงส่วนประกอบต่างๆ ภายในโปรแกรมแลบวิวเพื่อให้เข้าใจถึงส่วนประกอบต่างๆที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมพื้นฐาน และการต่อสายเชื่อมในส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรม (Block diagram) ลักษณะของตัวแปรและอื่นๆ



รูปที่ 2.1 หน้าแรกของโปรแกรมแลบวิว

2.1.1 ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (Front panel)

ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานคือส่วนที่ผู้ใช้จะใช้ติดต่อกับโปรแกรมในขณะที่ Virtual Instrument (VI) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาโดยแลบวิว หรือเครื่องมือวัดเสมือนจริงที่ได้ทำการสร้างขึ้นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าโปรแกรมหลัก เมื่อโปรแกรมหลักทำงานอยู่นั้น ส่วนนี้จะต้องทำงานร่วมอยู่ด้วยเพื่อให้ผู้ใช้หรือผู้ควบคุมสามารถป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมและเมื่อข้อมูลได้รับการประมวลผลแล้วก็จะแสดงออกมาทางส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานนี้ ดังนั้นหากจะเปรียบกับโปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานนี้คือรูปแบบการเขียนโปรแกรมแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้งาน (Graphical user interface, GUI) ของแลบวิวนั่นเอง ตัวอย่างลักษณะของส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานในแลบวิว เป็นไปดังรูปที่ 2.2



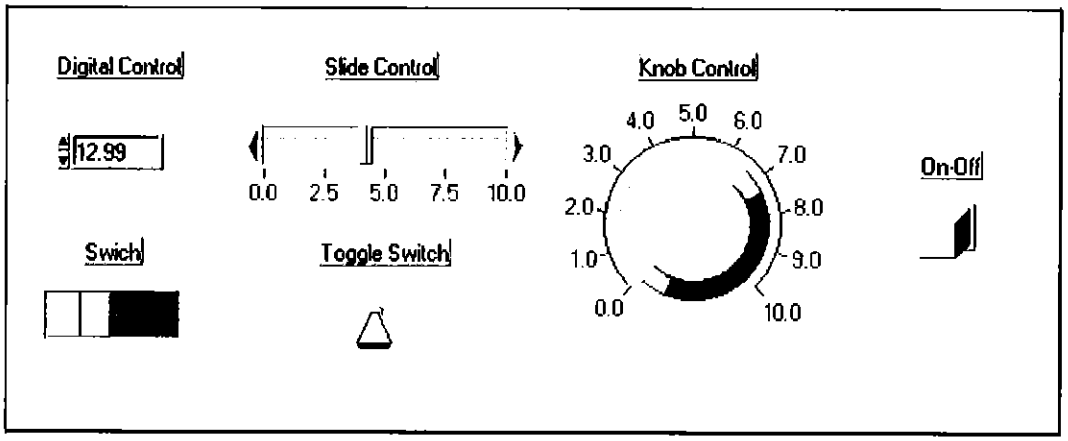
รูปที่ 2.2 หน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน

ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานจะมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 แบบคือ ตัวควบคุม (Control) และตัวแสดงผล (Indicator) ซึ่งส่วนประกอบทั้งสองจะมีการทำงานต่างกันและหน้าที่ตรงข้ามกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ตัวควบคุม (Control)

ตัวควบคุม มีหน้าที่เป็นตัวควบคุมค่าอินพุตจากผู้ใช้งานเข้ามาในส่วนนี้โดยตรง ลักษณะของตัวควบคุม เช่น ปุ่มปรับค่าสะพานปิดและเปิดไฟ แท่งเลื่อนเพื่อปรับค่าตัวเลขดิจิทัล หรืออื่นๆ ดังนั้นจากหลักการของตัวควบคุมก็หมายความว่า เป็นการกำหนดค่าแหล่งของข้อมูลโดยปกติจะไม่สามารถนำข้อมูลมาแสดงผลที่ตัวควบคุมได้ และถ้าหากพยายามที่จะให้ตัวควบคุมแสดงผลข้อมูลก็จะเกิดความผิดพลาดขึ้นในโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาทันที ตัวอย่างของวัตถุที่ปกติแล้วจะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมบนส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน เราจะสังเกตเห็นว่าหากเปรียบเทียบในอุปกรณ์

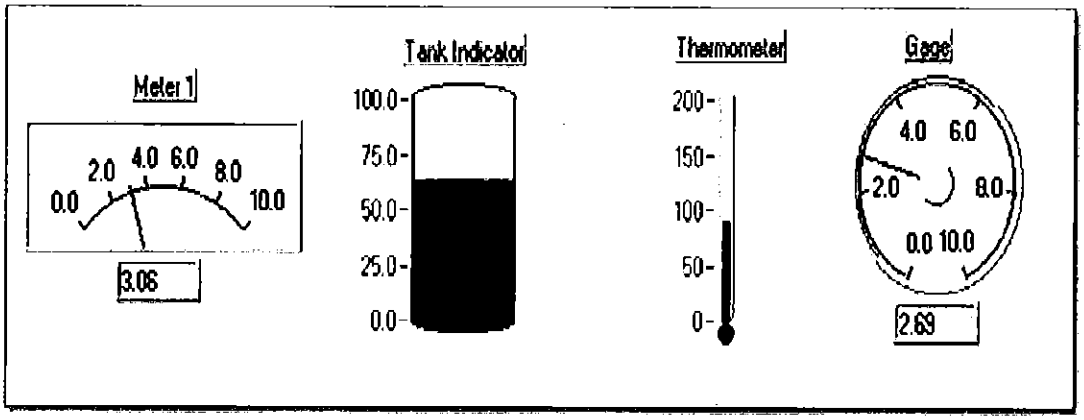
เครื่องมือวัดจริงแล้วอุปกรณ์เหล่านี้จะได้รับการกำหนดค่าจากผู้ใช้ ดังนั้น จะเห็นว่าแลบวิวพยายามทำให้ผู้ใช้รู้สึกว่าใช้งานกับเครื่องมือจริงๆอยู่ ตัวอย่างของรูปแบบของตัวควบคุมแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างรูปแบบของตัวควบคุมบนโปรแกรมแลบวิวที่สร้างขึ้น

2. ตัวแสดงผล (Indicator)

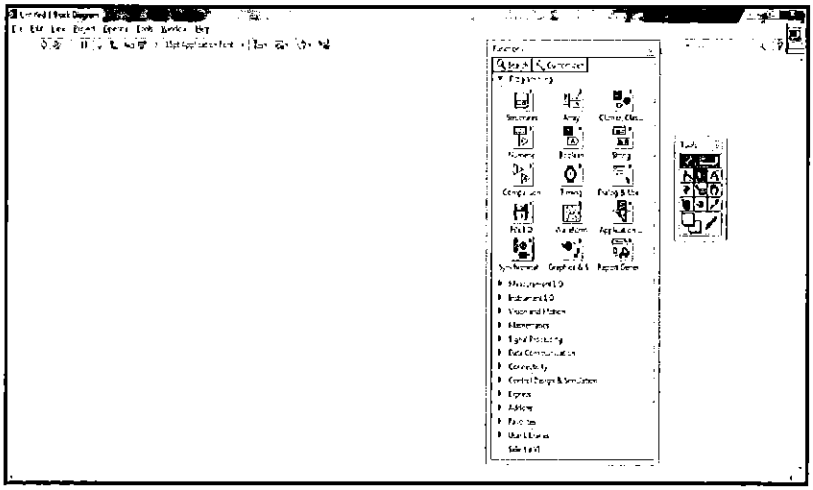
ตัวแสดงผล มีหน้าที่เป็นตัวแสดงผลเพียงอย่างเดียวโดยจะรับค่าที่ได้จากแหล่งข้อมูลมาแสดงผลซึ่งอาจปรากฏในรูปของกราฟ เข็มชี้ระดับของเหลวหรืออื่นๆ ตัวแสดงผลนี้เปรียบเสมือนเอาต์พุต เพื่อให้ผู้ใช้ได้ทราบค่าสิ่งที่วิเคราะห์อยู่ และผู้ใช้ไม่สามารถปรับค่าบนตัวแสดงผลได้โดยตรง แต่จะต้องมีแหล่งข้อมูลที่ส่งให้กับตัวแสดงผลเหล่านี้ ดังนั้นเราอาจมองตัวแสดงผลว่าเป็นเหมือนตัวสิ้นสุดของข้อมูล ตัวอย่างของวัตถุที่ถูกเชื่อมต่อกับแหล่งข้อมูลแล้วจะมีตัวแสดงผลของข้อมูลชนิดนั้นดังแสดงในรูปที่ 2.4



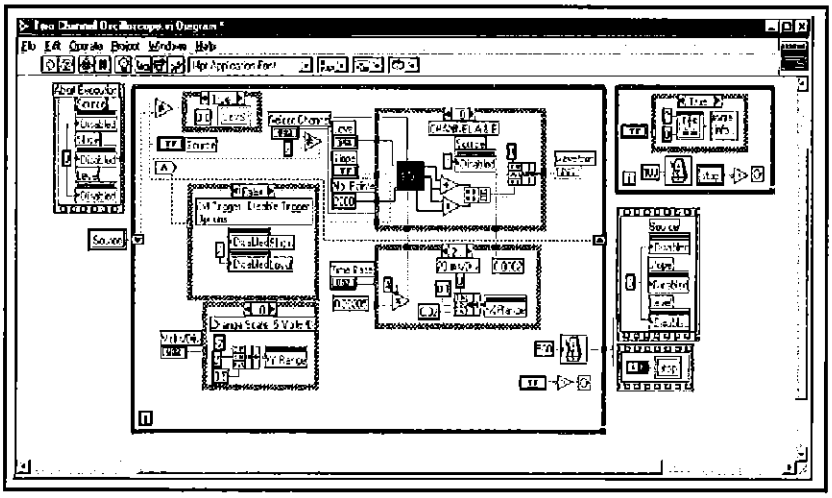
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างรูปแบบของตัวแสดงผลบนโปรแกรมแลบวิว

2.1.2 ส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรม (Block diagram)

ในส่วนของพื้นที่เขียนโปรแกรม เป็นส่วนที่ใช้เขียนรหัสต้นฉบับ (Source code) ของโปรแกรมแลบวิว และตัวรหัสคำสั่งในโปรแกรมแลบวิวเป็นกราฟิกที่เรียกกันว่าภาษา G (Graphical programming) หลักการของโปรแกรมจะใช้วิธีการเชื่อมต่อสัญลักษณ์ของอุปกรณ์แต่ละตัวเข้าด้วยกันแทนการเขียนโดยใช้คำสั่งต่างๆที่ใช้ทั่วไปในโปรแกรมอื่นๆ ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าแลบวิวใช้หลักการเดียวกับการเขียนโปรแกรมต่างๆที่มีลักษณะการไหลของข้อมูล (Data flow chart) ทำให้มองภาพขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างของส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 2.5



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.5 หน้าต่างพื้นที่เขียนโปรแกรมแลบวิว

ส่วนประกอบภายในของส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรมจะประกอบด้วยฟังก์ชันค่าคงที่ โปรแกรมควบคุมการทำงานหรือโครงสร้าง จากนั้นในแต่ละส่วนเหล่านี้จะปรากฏในรูปของบล็อก เราจะได้รับการต่อสายสำหรับบล็อกที่เหมาะสมเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดลักษณะการไหลของข้อมูลระหว่างบล็อกเหล่านั้นทำให้ข้อมูลได้รับการประมวลผลตามที่ต้องการ และแสดงผลออกมาให้แก่ผู้ใช้ต่อไป ถ้าหากเราพิจารณาจากองค์ประกอบในส่วนของพื้นที่เขียนโปรแกรมจะพบว่ามีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ สถานีของข้อมูล (Terminal) บล็อกประมวลผลข้อมูล (Node) และการต่อสายส่งผ่านข้อมูล (Wire) ทั้ง 3 ส่วนจะมีหน้าที่หลักคือ การควบคุมการส่งผ่านข้อมูลหรืออาจเรียกว่าการไหลของข้อมูล

- สถานีของข้อมูล (Terminal)

สถานีของข้อมูลเป็นไอคอนที่เกิดมาจากการสร้างตัวควบคุมหรือตัวแสดงผลบนส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานในหน้าต่างของส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรม โดยจะเป็นสถานีต้นทางของข้อมูล สถานีของข้อมูลนั้นอยู่ในส่วนของตัวควบคุม ซึ่งเป็นส่วนรับข้อมูลจากผู้ใช้และขณะเดียวกันจะเป็นสถานีปลายทางของข้อมูลถ้าสถานีของข้อมูลนั้นอยู่ในส่วนแสดงผลกล่าวโดยสรุปก็คือ จะเป็นจุดเริ่ม (Source) หรือจุดสิ้นสุด (Sink) ของข้อมูล

ข้อที่ควรเข้าใจอย่างหนึ่งก็คือ วัตถุนี้เกิดขึ้นจากการเขียนขึ้นบนส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน ดังนั้นเราไม่สามารถลบสถานีของข้อมูลนั้นออกจากส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรมได้ และถ้าหากเราจะลบตัวควบคุมหรือตัวแสดงผลออกไปจากส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานแล้วสถานีข้อมูลเหล่านี้ก็จะหายไปจากส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรมเช่นกัน

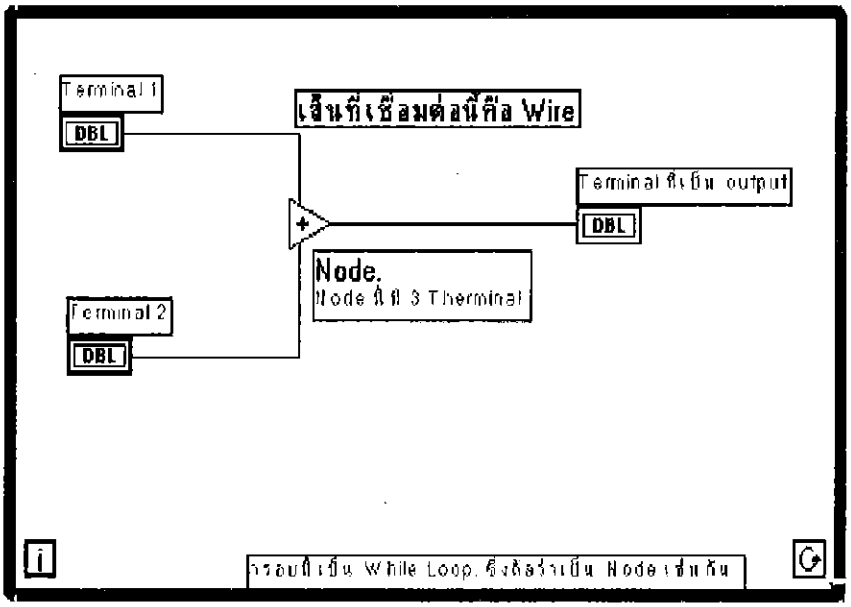
- บล็อกประมวลผลข้อมูล (Node)

เมื่อมีข้อมูลเข้าสู่บล็อกประมวลผลข้อมูลสิ่งที่เกิดขึ้นภายในก็จะขึ้นอยู่กับว่าจะกำหนดให้ข้อมูลที่ส่งเข้าไปนั้นจะมีการประมวลผลอย่างไร ซึ่งอาจจะเป็นการบวก ลบ คูณ หาร และการหาเอกซ์โพเนนเชียล หรือเป็นประเภทการเปรียบเทียบข้อมูลว่ามากกว่าหรือน้อยกว่า ซึ่งจะเป็นการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ทั่วไป นอกเหนือจากนี้จะมีส่วนที่เรียกว่าฟังก์ชันแบบต่างๆ ซึ่งจะเหมือนกับฟังก์ชันสำเร็จรูป เช่น ไซน์ (Sine) โคไซน์ (Cosine) และลอการิทึม (Log) เป็นต้น ซึ่งก็จะเหมือนกับในภาษาที่เป็นตัวอักษรทั่วๆไป

- การต่อสายส่งผ่านข้อมูล (Wire)

ขณะที่เรามีที่มาของข้อมูลส่วนประมวลหรือปรับแต่งข้อมูลและส่วนแสดงผลข้อมูลเรียบร้อยแล้วขั้นต่อไปคือจะต้องสามารถควบคุมการส่งผ่านข้อมูลให้เป็นไปตามที่ต้องการอุปกรณ์ที่ใช้ในแลบวิวก็คือ การต่อสายซึ่งจะเป็นการเชื่อมการส่งข้อมูลระหว่างสถานีของข้อมูลหรือบล็อก

ประมวลผลต่างๆที่มีในส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรมนี้เข้าด้วยกัน โดยการต่อสายส่งผ่านข้อมูลนี้เป็นการกำหนดเส้นทางของข้อมูลว่าเมื่อออกจากสถานีข้อมูลหนึ่งแล้วจะกำหนดการไหลไปที่บล็อกประมวลผลข้อมูลใดบ้างมีลำดับเป็นอย่างไรและสุดท้ายจะให้แสดงผลที่สถานีข้อมูลใด ซึ่งสายส่งข้อมูลนี้จะทำให้เข้าใจถึงหลักการของการไหลของข้อมูลได้ดีขึ้น ตัวอย่างการใช้งานของบล็อกประมวลผลข้อมูลและสถานีของข้อมูลแสดงดังรูปที่ 2.6

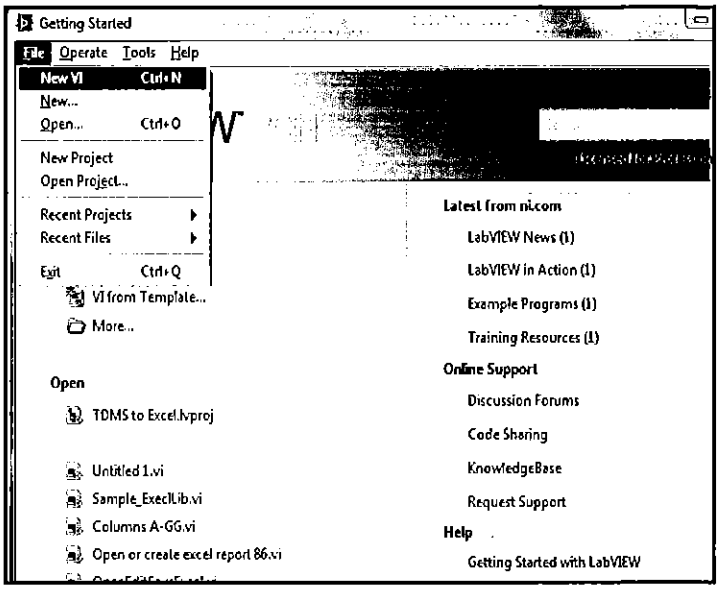


รูปที่ 2.6 ลักษณะของบล็อกประมวลผลข้อมูลและสถานีของข้อมูล

2.2 การใช้งานโปรแกรมแลบวิวเบื้องต้น

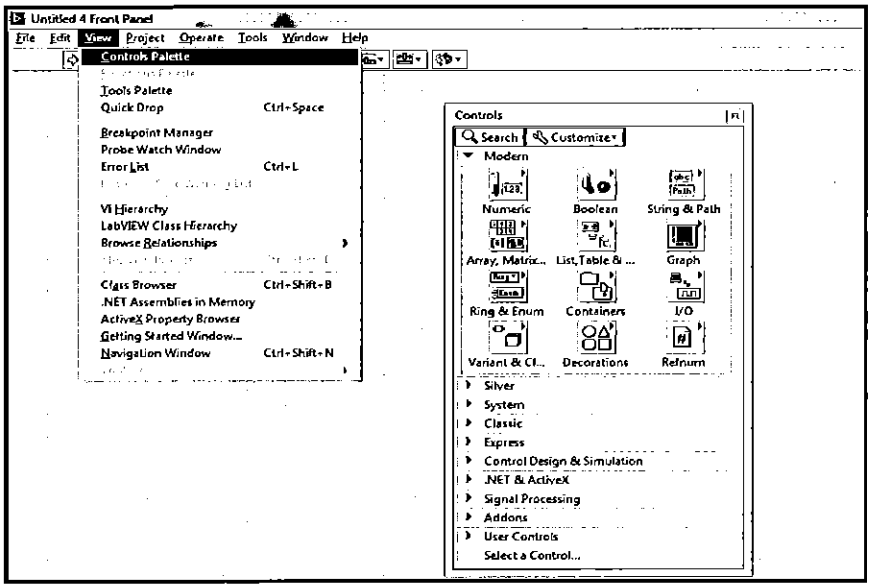
ในการเริ่มสร้างโปรแกรมหรือสร้าง Virtual Instrument (VI) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาโดยแลบวิว หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าโปรแกรมหลัก ต้องเรียนรู้ถึงตัวควบคุมและตัวแสดงผลแบบต่างๆ รวมถึงวิธีการเลือกและความหมายของตัวเลือกแบบต่างๆสำหรับตัวควบคุมและตัวแสดงผลแต่ละแบบ วิธีการต่อสายส่งผ่านข้อมูลการใช้เครื่องมือต่างๆบน Controls palette และ Tools palette ซึ่งขั้นตอนในการสร้าง VI มีขั้นตอนดังนี้

1. คลิก Edit เลือก New VI เพื่อสร้างไฟล์เอกสารใหม่ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การสร้างโปรแกรมหลัก

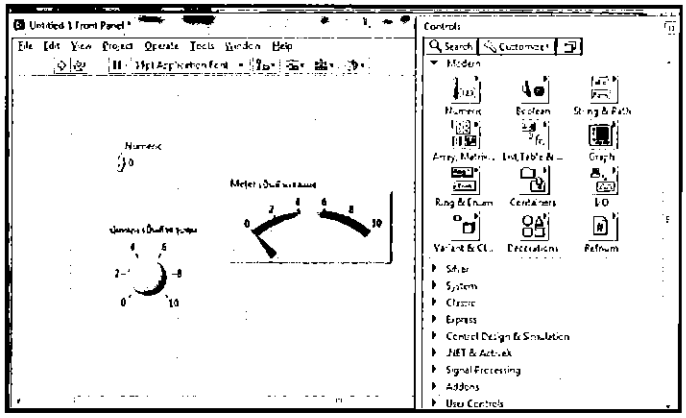
2. ทำให้ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และในขณะนี้ Controls palette ควรจะปรากฏให้เห็นด้วย ดังรูปที่ 2.8 ถ้าไม่ปรากฏให้เห็น เลือกคำสั่ง Show controls palette ภายใต้ Windows menu



รูปที่ 2.8 การเรียกหน้าต่างคำสั่ง Controls Palette ที่อยู่ในหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน

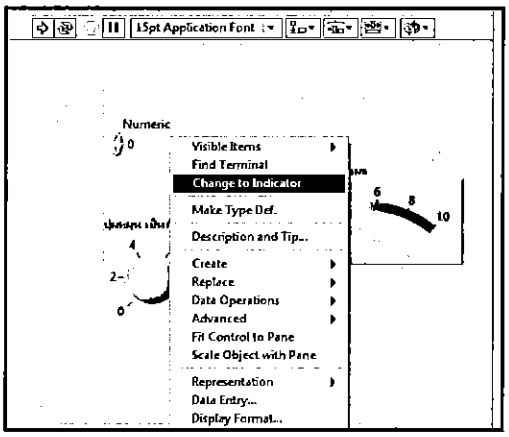
3. จากนั้นเลื่อนลูกศรไปบนปุ่มต่างๆบน Controls Palette สังเกตดูการเปลี่ยนชื่อของอุปกรณ์ (Sub- Palette) ต่างๆด้านบน

4. การเลือกตัวควบคุม และตัวแสดงผลเราสามารถเลือกจาก Numeric sub palette ภายใต้ Controls palette ในทางปฏิบัติแล้วนั้น ไอคอนแสดงตัวเลขทุกตัวเป็นไปได้ทั้งตัวควบคุมและตัวแสดงผล แต่แลบวิวอาจจะตั้งค่าเบื้องต้นให้เป็นไปตามความเป็นจริงในการใช้งานมากที่สุด ยกตัวอย่าง เช่น ปุ่มหมุนจะมีค่าเริ่มต้นเป็นตัวควบคุม เข็มมาตรวัดจะมีค่าเริ่มต้นเป็นตัวแสดงผล เทอร์โมมิเตอร์มีค่าเริ่มต้นเป็นตัวแสดงผล ปุ่มปรับเลื่อนจะมีค่าเริ่มต้นเป็นตัวควบคุม เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ไอคอนแสดงตัวเลข ปุ่มหมุนที่มีค่าเริ่มต้นเป็นตัวควบคุมมิเตอร์

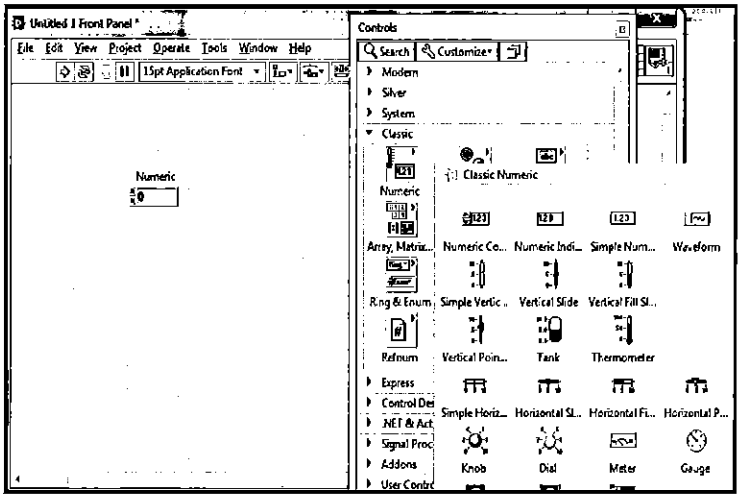
5. เนื่องจากส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานของโปรแกรมแลบวิวเป็นเครื่องมือเสมือนจริง ซึ่งจะสามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ทุกแบบเป็นตัวควบคุม และตัวแสดงผลได้โดยคลิกขวาที่วัตถุที่ต้องการเปลี่ยนแล้วเลือก Change to control หรือเลือก Change to indicator ของวัตถุนั้น ตัวอย่างการเปลี่ยนอุปกรณ์แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การเปลี่ยนอุปกรณ์ทุกแบบเป็นตัวควบคุมและตัวแสดงผล

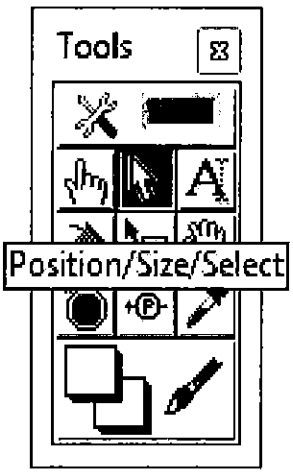
6. เลือก Numeric sub palette บน Controls palette โดยการกดเมาส์ปุ่มซ้ายแล้ว Numeric sub palette จะปรากฏขึ้นลองเลื่อนเมาส์เพื่อดูรายชื่อต่างๆของ Sub palette นั้น

7. เลือก Numeric คลิกขวาเลือก Numeric control แล้วลากไปวางบนหน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน เป็นไปดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 หน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน

8. หากเรากดเมาส์เพื่อวางตำแหน่งบนส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานแล้วยังไม่พอใจในตำแหน่งที่นำวัตถุไปวาง เราสามารถเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุนั้นได้โดยไปที่ Tools palette แล้วเลือก Position/Size/Select ดังรูปที่ 2.12 ตัวชี้ของเมาส์กลายจะเป็นลูกศรสีดำและหากเรานำเมาส์ไปกดบริเวณ Numerical control ที่สร้างขึ้นจะปรากฏเส้นประกอบๆ ตัวควบคุมนั้นก็สามารถที่จะขยายหรือเปลี่ยนวางตำแหน่งได้ลองทำตามขั้นตอนนี้ดู



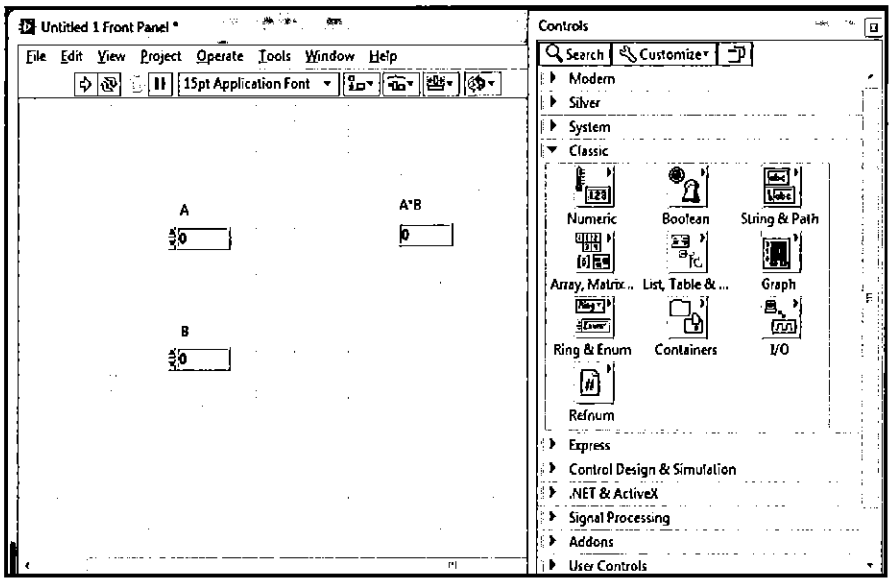
รูปที่ 2.12 Position/Size/Select

9. ลองวาง Numerical control อีกอันหนึ่งลงบนส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน จะเห็นว่าหลังจากที่วางเสร็จจะมีสี่เหลี่ยมสีดำปรากฏอยู่เหนือตัวควบคุมนั้น ทุกครั้งที่เราวางตัวแสดงผลและตัวควบคุมลงไปแลบวิวจะเตรียมพร้อมที่จะรับชื่อหรือ Label ของตัวควบคุม หรือตัวแสดงผลนั้นใน Numerical control ส่วนอันที่ 2 นี้ให้เราใส่ชื่อ B ลงไป

10. นำเมาส์ไปชี้บริเวณ Numerical control อันแรก แล้วนำเมาส์ไปคลิกที่ชื่อของ Numeric ก็สามารถที่จะกำหนดชื่อของตัวควบคุมนี้ได้ โดยพิมพ์ชื่อของวัตถุที่ต้องการเปลี่ยนลงไปแทนที่ชื่อ Numeric ได้เลยเราจะให้ชื่อตัวควบคุมนี้ว่า A

11. เลือก Position/Size/Select สังเกตได้ว่าลักษณะตัวชี้ของเมาส์จะเป็นลูกศร นำไปกดที่บริเวณอุปกรณ์ Numerical control ที่สร้างขึ้นจะปรากฏเส้นประรอบๆตัวควบคุมนั้นหากทำการเคลื่อนย้ายตำแหน่งของ Numerical control ส่วนต่างๆทั้งหมดจะติดตามกันไปด้วย แต่ถ้านำเมาส์ไปกดเฉพาะที่ Label หรือชื่อ จะสามารถเคลื่อนย้ายเฉพาะส่วน Label หรือชื่อของตัวควบคุมนั้นเพียงอย่างเดียวได้

12. สร้าง Numerical control อีก 1 อันโดยตั้งชื่อเป็น A*B จะได้ A และ B เป็นตัวควบคุม ส่วน A*B เป็นตัวแสดงผลเป็นไปตามรูปที่ 2.13

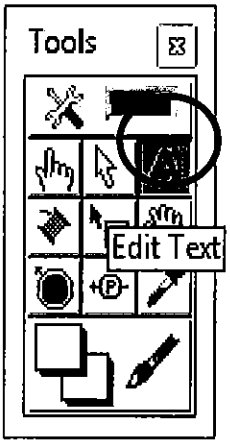


รูปที่ 2.13 การสร้าง Numeric ที่เป็นตัวควบคุมชื่อ A และ B Numeric ที่เป็นตัวแสดงผล A*B

13. ถ้าต้องการนำค่าจาก Control A และ Control B มารวมกันแล้วแสดงผลบน Control A*B จะทำไม่ได้เพราะ Control A+B จะรับค่าไม่ได้ หากเราจะแสดงค่าของข้อมูลต้องใช้ตัวแสดงผล

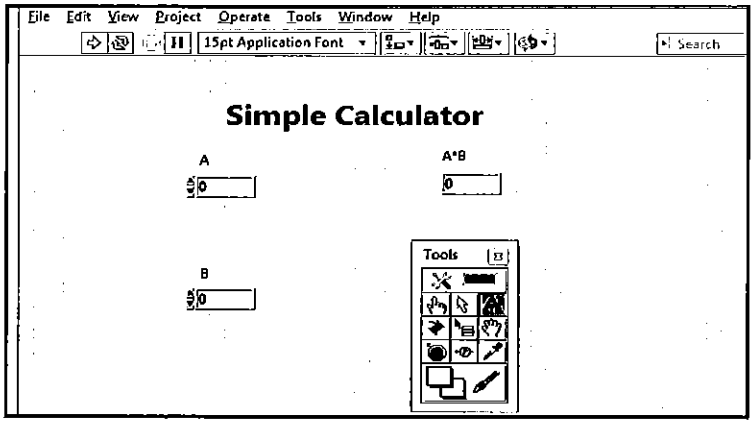
14. การแก้ไขทำได้โดยเลือก Pop-up menu ของA*B เลือก Change to indicator ก็สามารถเปลี่ยนจาก Numerical control เป็น Numerical indicator A*B

15. สามารถเปลี่ยนชื่อของวัตถุที่สร้างขึ้นได้โดยการเลือก Edit text ดังรูปที่ 2.14 จาก Tools palette แล้วนำเมาส์มากดบริเวณที่ต้องการแก้ไขชื่อจะพบว่าเมื่อกดเมาส์ไปแล้วสามารถที่จะแก้ไขตัวหนังสือเหล่านั้นได้ ให้แก้ไขชื่อเป็น A/B และให้สังเกตอีกอย่างหนึ่งคือ เมื่อพิมพ์เสร็จแล้วหากกด Enter บนแป้นพิมพ์จะพบว่าเราจะได้บรรทัดของ Label หรือชื่อนั้นเพิ่มขึ้นอีกบรรทัดหนึ่ง ซึ่งไม่ใช่สิ่งที่ต้องการ วิธีการที่ถูกต้องคือ ใช้เมาส์กด Button ที่เขียนว่า Enter บนแถบเครื่องมือหรือใช้เมาส์กดนอก Text box นั้นๆ



รูปที่ 2.14 ตัวแก้ไขรูปแบบตัวอักษร (Edit text)

16. ขั้นต่อไปสร้างตัวหนังสือขึ้นบนส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานโดยอันดับแรกเลือก Edit text จากนั้นกดเมาส์ในบริเวณที่เราต้องการเขียนข้อความจะปรากฏ Text box เล็กๆขึ้น และสามารถใส่ข้อความได้ ถ้าไม่ใส่ข้อความใดๆแล้วนำเมาส์ไปกดที่ใหม่ Text box เดิมจะหายไปให้เราวางกล่องข้อความบริเวณด้านบน VI แล้วพิมพ์คำว่า Simple calculator เป็นไปดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การสร้างชื่อ Simple calculator

17. หากต้องการแก้ไขรูปแบบตัวหนังสือ อันดับแรกเลือก Edit text แล้วนำไปเน้นข้อความบริเวณที่เราต้องการแก้ไข จากนั้นใช้ Text settings ที่อยู่บนแถบเครื่องมือในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงรูปแบบตัวอักษร รูปแบบตัวอักษรในแลบวิวเป็นดังนี้

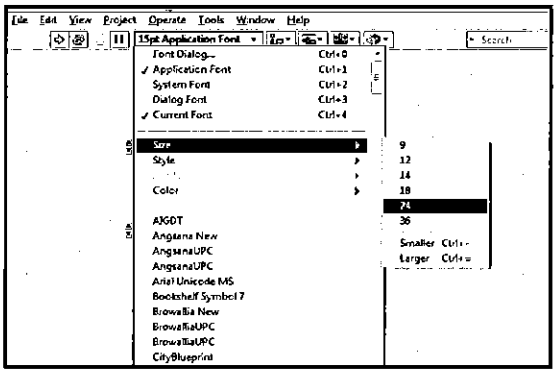
- Application font เป็น font หรือแบบตัวหนังสือที่ใช้กับตัวหนังสือบน Controls palette function palette และตัวหนังสือสำหรับตัวควบคุมใหม่

- System font จะใช้กับตัวหนังสือในเมนู

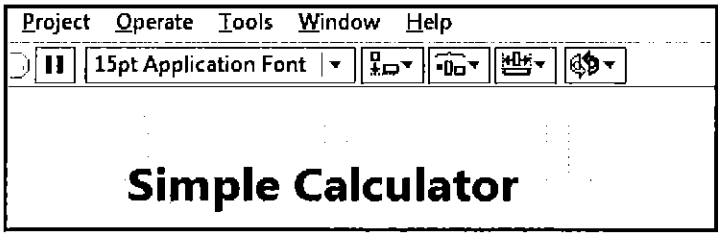
- Dialog font จะใช้สำหรับตัวหนังสือใน Dialog box ต่างๆ

18. หากต้องการจะเปลี่ยนแปลงตัวอักษรทั้งกลุ่มไม่จำเป็นต้องใช้ Edit text เน้นที่ตัวอักษรนั้นก็ได้แต่ถ้าใช้ Position/Size/Select แล้วเลือก Text box หรือ object นั้นทั้งหมด ส่วนที่ถูกเลือกจะปรากฏเส้นประขึ้นรอบๆจากนั้นเลือกแบบตัวหนังสือจาก Text settings

19. ให้เปลี่ยนตัวหนังสือ Simple calculator เป็นขนาด 24 pt ดังรูปที่ 2.16 และเป็นตัวหนาสีน้ำเงินดังรูปที่ 2.17



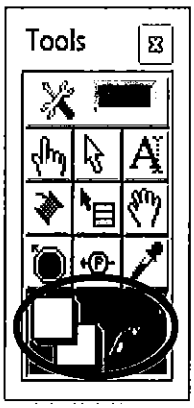
รูปที่ 2.16 การเปลี่ยนตัวหนังสือ Simple calculator เป็นขนาด 24 pt



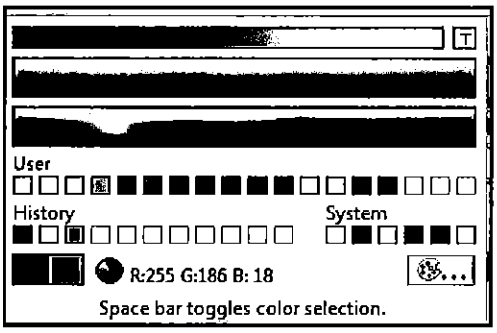
รูปที่ 2.17 การเปลี่ยนตัวหนังสือ Simple calculator เป็นขนาด 24 pt ตัวหนา และมีสีน้ำเงิน

20. เปลี่ยน Label หรือชื่อของวัตถุ A, B, A*B, A/B เป็นขนาด 18 pt โดยการเลือกหลายๆ วัตถุพร้อมๆกันอาจใช้ Position/Size/Select โดยเมื่อเลือกตัวแรกแล้วให้กดแป้น Shift ค้างไว้แล้วเลือกตัวอื่นๆต่อไป เส้นประรูปกรอบสี่เหลี่ยมประจะขึ้นกับทุกวัตถุที่เลือก

21. วิธีการเปลี่ยนสีของตัวควบคุมหรือตัวแสดงผลโดยสีจะแบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนหน้า Foreground และสีพื้นหลัง Background สามารถจะเปลี่ยนสีได้โดยใช้ Set color โดยเปลี่ยนทั้งสีพื้นและสีด้านหน้าหรือทั้งสองส่วนพร้อมกันได้ เมื่อเราเลือกเครื่องมือนี้จาก Tools palette แล้วนำเมาส์ไปกดด้วยปุ่มขวาที่วัตถุใดก็จะได้หน้าต่างดังรูปที่ 2.18 และมีแถบสีให้เลือกดังรูปที่ 2.19



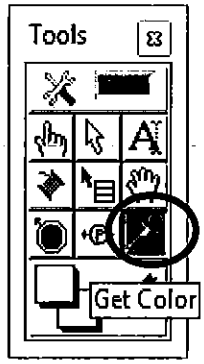
รูปที่ 2.18 Set color กำหนดสีของวัตถุ



รูปที่ 2.19 ตัวอย่างแถบแสดงสีในโปรแกรมแลบวิว

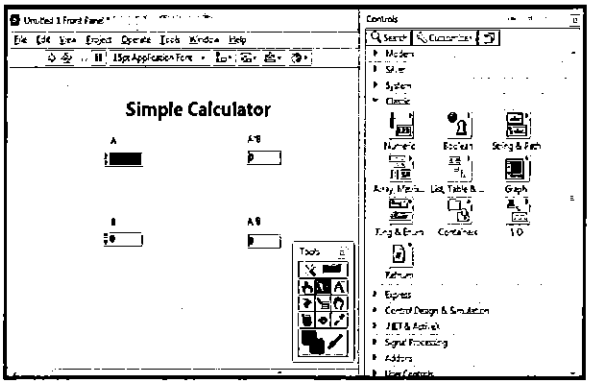
22. ให้เปลี่ยนสีของ Control A ให้มีสีพื้นเป็นสีเขียวและให้ตัวเลขที่ปรากฏให้เป็นสีดำ

23. ต้องการจะคัดลอกสีที่มีอยู่เดิมแล้วสามารถใช้ Get color ดังรูปที่ 2.20 เมื่อเลือกเครื่องมือนี้แล้วนำไปกดในที่มีสีที่ใดสีใน Coloring tool จะเปลี่ยนตามไปกับสีนั้น ซึ่งสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้จาก Tool palette ขอให้ลองใช้เครื่องมือนี้ดู



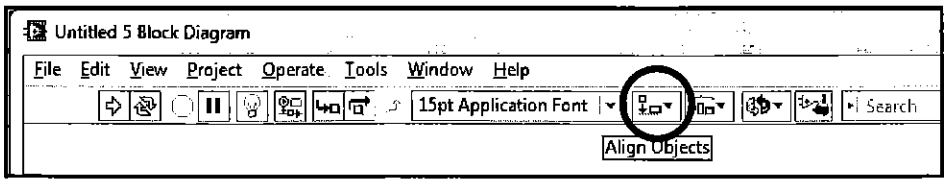
รูปที่ 2.20 Get color สำหรับคัดลอกสีของวัตถุ

24. เมื่อทำตามขั้นตอนดังกล่าวมาเรื่อยๆจนถึงขั้นตอนนี้ จะได้หน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (Front panel) ตามรูปที่ 2.21

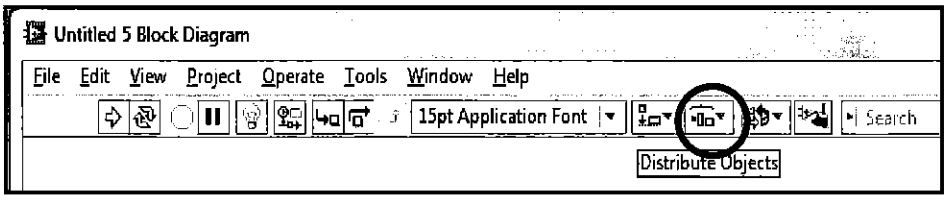


รูปที่ 2.21 หน้าต่างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานแสดงการเปลี่ยนสีตัวแสดงผล

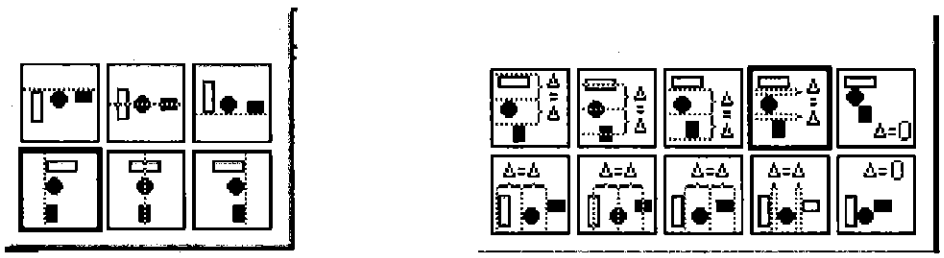
25. ขั้นต่อไปจะพิจารณาส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรมซึ่งทุกครั้งที่สร้างวัตถุบนส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานจะปรากฏสถานีข้อมูลขึ้นบนส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรม ขั้นแรกลองตกแต่งวางตำแหน่งต่าง ๆบนส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรมให้เป็นระเบียบก่อน อันดับแรกใช้เครื่องมือช่วยในการจัดวางวัตถุซึ่งจะมี 2 แบบอยู่บนแถบเครื่องมือ โดยแบบที่ 1 จะเป็นการจัดวางแนว Align objects ตามรูปที่ 2.22 ของวัตถุ ใช้เมื่อต้องการวางแนวของวัตถุให้อยู่ในลักษณะที่ต้องการ และแบบที่ 2 คือการจัดระยะห่าง Distribute objects ตามรูปที่ 2.23 ใช้เมื่อต้องการจัดระยะห่างให้เป็นไปตามที่ต้องการ วิธีการใช้ อันดับแรกให้เราเลือกวัตถุที่ต้องการจะจัดแนวตั้งแต่ 2 วัตถุขึ้นไป แล้วจึงเลือกว่าจะจัดแนวใด โดยในวัตถุทั้งสองจะมี Sub palette ย่อยลักษณะดังที่แสดงในรูปที่ 2.24 รูปบนขวา Palette เหล่านี้จะสามารถอธิบายตัวเลือกของการจัดวางแนวของวัตถุได้



รูปที่ 2.22 Align objects สำหรับจัดรูปแบบของวัตถุให้อยู่ในระนาบเดียวกัน

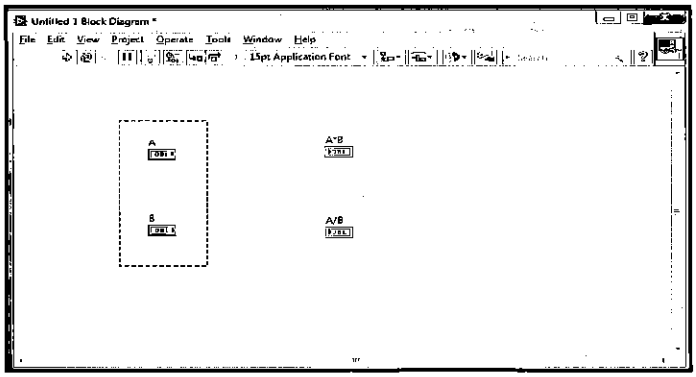


รูปที่ 2.23 Distribute objects สำหรับจัดระยะห่างของวัตถุในรูปแบบต่างๆ



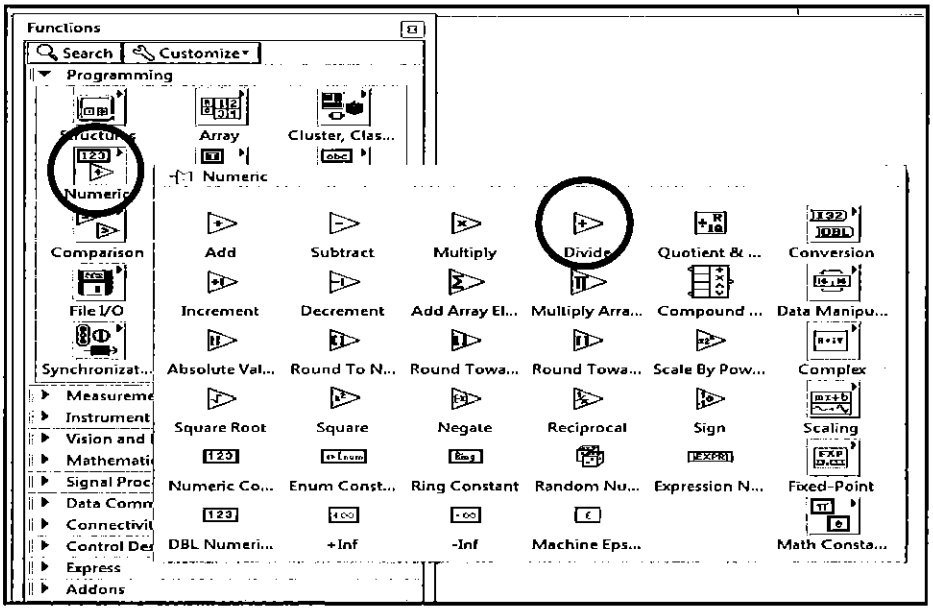
รูปที่ 2.24 การจัดวางแนวของวัตถุ

26. จัดวางสถานีข้อมูล (Terminal) ให้อยู่ในแนวนอนและแนวตั้งเดียวกันตามรูป วิธีการเลือกวัตถุหลายๆอันพร้อมกันอีกวิธีหนึ่งนอกจากใช้ปุ่ม Shift พร้อมกับ Position/Size/Select เลือกทีละวัตถุ แล้วยังสามารถทำได้โดย Position/Size/Select กดที่บริเวณข้างๆวัตถุที่ต้องการจะเลือก แล้วกดค้างไว้จากนั้นดึงเมาส์ขยายออกจะเห็นสี่เหลี่ยมเป็นเส้นประดังแสดงในรูปที่ 2.25 เมื่อปล่อยเมาส์วัตถุที่อยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมจะถูกเลือก



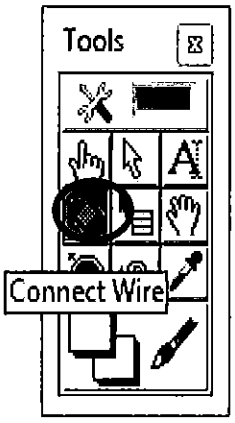
รูปที่ 2.25 ตำแหน่งที่ถูกเลือก

27. ที่ Functions palette เลือก Numeric sub palette และคลิกขวาเลือก Multiply function จากนั้นวางไปบน Block diagram ต่อจากนั้นก็เลือก Division function จากเมนู Numeric sub palette บน Functions palette ตามรูปที่ 2.26 แล้ววางลงบนส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรม

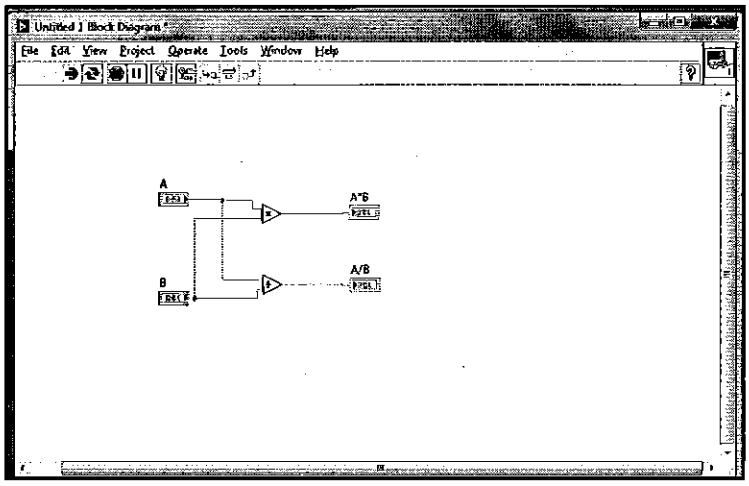


รูปที่ 2.26 Functions และเลือก Multiply function

28. เริ่มการต่อเชื่อมสายของสถานีข้อมูลต่างๆบนส่วนของพื้นที่เขียนโปรแกรมเข้าด้วยกัน ขั้นแรกไปที่ Tools palette แล้วเลือก Connect wire ตามรูปที่ 2.27 เมื่อกลับเข้าหาในส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรมตัวชี้เมาส์จะเป็นรูปสายไฟ การต่อเชื่อมสายจะเป็นดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.27 Connect wire สำหรับเชื่อมต่อสายสัญญาณให้กับอุปกรณ์



รูปที่ 2.28 การต่อสายส่งผ่านข้อมูลในส่วนพื้นที่เขียนโปรแกรม

29. ที่แถบเครื่องมือ (Toolbar) จะมีรูปลูกศร Run อยู่ในสภาพพร้อม คือ เป็นลูกศรต่อสีขาว กลับไปที่ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (Front panel) และขอให้ทดลองใช้ Continuous run

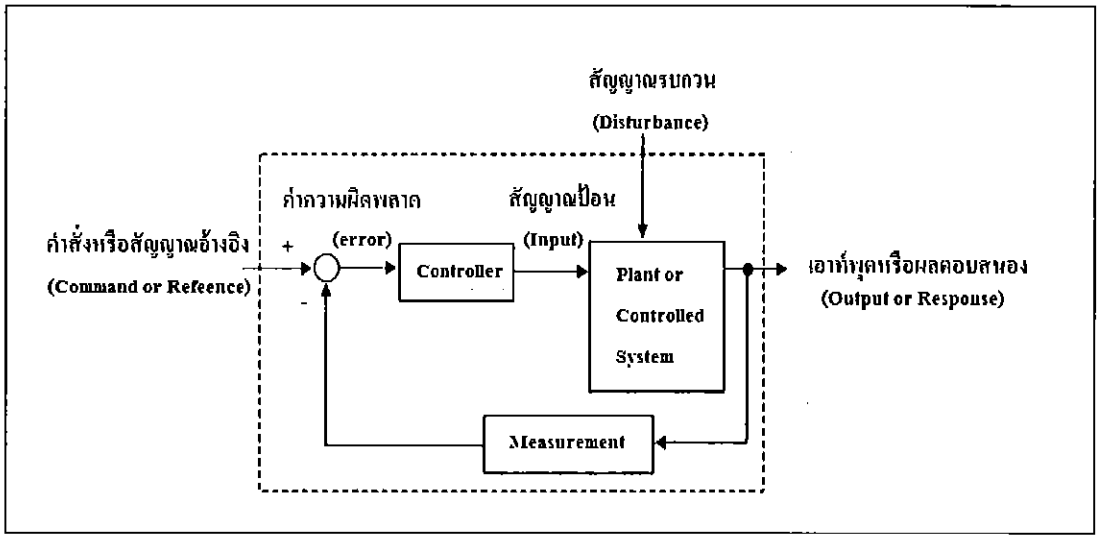
30. หยุดการทำงานโดยกดปุ่ม Abort ทำให้โปรแกรมถูกหยุดกลับมาอยู่ในโหมดแก้ไข

31. จาก File menu เลือก Save และบันทึก VI

จากขั้นตอนที่ได้กล่าวมา จะเป็นพื้นฐานในการเขียนหรือใช้งานโปรแกรมแลบวิว [1, 2]

2.3 การควบคุมแบบป้อนกลับ

ระบบควบคุมแบบป้อนกลับอาจเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า ระบบควบคุมแบบวงรอบปิด (Feedback control system) ตามรูปที่ 2.29 โดยทั่วไปของระบบควบคุมแบบป้อนกลับระบบจะพยายามรักษาเอาต์พุตให้ได้ตามต้องการ โดยการนำเอาสัญญาณเอาต์พุตมาเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิงที่ต้องการ แล้วนำค่าความแตกต่างไปใช้ในการควบคุมสัญญาณป้อนให้กับสิ่งที่ต้องการควบคุม โดยตัวควบคุม (Controller) จะทำการเปรียบเทียบสัญญาณอ้างอิงหรือคำสั่ง (Reference or command) กับสัญญาณเอาต์พุตหรือผลตอบสนอง (Output or response) ที่ป้อนกลับมาโดยตัวตรวจจับ (Measurement or sensor) แล้วนำไปสร้างสัญญาณป้อนหรืออินพุต (Input) ให้กับสิ่งที่ต้องการควบคุม (System under controlled or plant) เพื่อที่จะสร้างเอาต์พุตหรือผลตอบสนองให้เป็นไปตามสัญญาณอ้างอิงที่ต้องการ

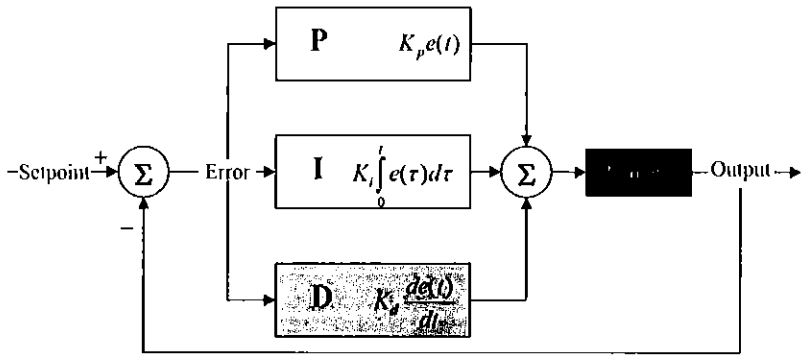


รูปที่ 2.29 แผนผังการควบคุมแบบป้อนกลับ [3]

2.3.1 ระบบควบคุมแบบพีไอดี (PID controller)

ระบบควบคุมแบบพีไอดีจากชื่อจะเห็นได้ว่ามีด้วยกันสองส่วนคือ ส่วนของการควบคุม และส่วนของพีไอดี ส่วนของการควบคุมนั้นคือส่วนของอุปกรณ์ในการควบคุมระบบตามที่เราต้องการ โดยต้องมีการปรับตั้งค่าที่เราต้องการไว้ที่ค่าๆหนึ่งหรือค่า SP (Set point) และนำมาเปรียบเทียบกับค่าผลตอบสนองที่ได้ซึ่งเป็นค่าจริงที่เกิดขึ้นจากการทำงานของระบบหรือค่า PV (Process variable) จากการเปรียบเทียบจะได้ค่าความผิดพลาด และในส่วนนี้การควบคุมจะนำค่าความผิดพลาดที่ได้นั้นมาทำการปรับแต่งค่าเอาต์พุตเพื่อลดค่าความผิดพลาดให้ได้ต่ำที่สุด

ส่วนพีไอดีย่อมาจาก Proportional-Integral-Derivative ซึ่งแปลว่า สัดส่วนการอินทิกรัลและอนุพันธ์ แผนภาพการควบคุมแบบพีไอดีแสดงดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 แผนผังของการควบคุมแบบพีไอดี [3]

การควบคุมแบบพีไอดีแบ่งออกเป็น

1. แบบสัดส่วน (Proportional, P) เป็นส่วนปฏิกิริยาต่อค่าความผิดพลาด ณ ขณะนั้น
2. แบบอินทิกรัล (Integral, I) เป็นส่วนปฏิกิริยาที่เกิดจากผลรวมของค่าความผิดพลาดที่ผ่านมาในลำดับล่าสุด
3. แบบอนุพันธ์ (Derivative, D) เป็นส่วนปฏิกิริยาที่เกิดจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดแบบผลรวมตามน้ำหนัก

ซึ่งทั้งสามแบบจะมีการปรับแต่งค่าคงที่ K_p K_i K_d เพื่อให้ได้ผลตอบสนองตามที่ต้องการ ค่าที่ได้นั้นจะถูกนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการในขั้นตอนต่างๆ เช่น ควบคุมรอบเครื่องโดยอาศัยการควบคุมตำแหน่งวาล์ว หรือควบคุมอุปกรณ์ทำความร้อน ในบางครั้งค่าคงที่บางค่าอาจเป็นศูนย์ได้ซึ่งการควบคุมแบบพีไอดีนั้นจะกลายมาเป็นการควบคุมแบบ PI, PD, P หรือ I ขึ้นอยู่กับว่าค่าคงที่พจน์ไหนหายไป

2.3.2 ทฤษฎีการควบคุมแบบพีไอดี

การควบคุมแบบพีไอดี ประกอบไปด้วยพจน์สำหรับการปรับแต่ง 3 พจน์รวมกันเป็น $u(t)$ ตามสมการที่ (2.1)

$$u(t) = P_{out} + I_{out} + D_{out} \tag{2.1}$$

โดยที่ P_{out} I_{out} และ D_{out} เป็นเอาต์พุตจากพจน์สัดส่วน พจน์อินทิกรัล และพจน์อนุพันธ์

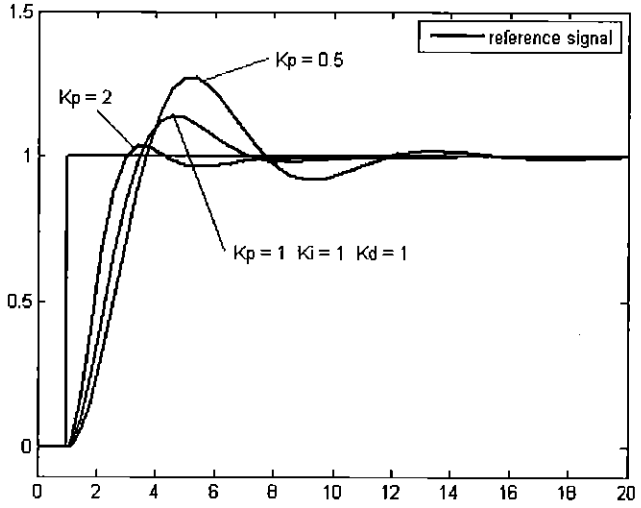
1. พจน์สัดส่วน

พจน์สัดส่วนเปลี่ยนแปลงตามอัตราส่วนของค่าความผิดพลาดปัจจุบัน $e(t)$ ซึ่งค่า P_{out} สามารถคำนวณได้โดยการนำค่าความผิดพลาดมาคูณกับค่าคงที่ K_p ตามสมการที่ (2.2)

$$P_{out} = K_p e(t) \tag{2.2}$$

ค่า K_p ที่สูงจะเป็นผลให้เอาต์พุตมากขึ้นตาม หากค่า K_p มากเกินไประบบอาจไม่เสถียรได้ ในทางตรงข้ามหาก K_p น้อยไปอาจทำให้ระบบตอบสนองช้าเกินดังรูปที่ 2.31 ซึ่งในกรณีนี้เป็นไปได้ว่าการตอบสนองดังกล่าวอาจทำการต่อต้านสิ่งรบกวนในระบบได้ทันการ

เช่น ในการเร่งรอบเครื่องยนต์เมื่อมีโหลดมากกระทำกับเครื่องยนต์ หากการควบคุมการเร่งรอบเครื่องช้าไม่ทันกับโหลดที่เพิ่มขึ้น รอบเครื่องก็จะค่อยๆตกลงและก็ดับในที่สุด



รูปที่ 2.31 ผลตอบสนองตามเวลาโดยการเปลี่ยนแปลงค่า K_p (โดยให้ค่า K_i และ K_d คงที่) [3]

ในกรณีระบบที่ไม่มีสิ่งรบกวนการใช้พจน์สัดส่วนอย่างเดียวจะทำให้ระบบเกิดการแกว่งรอบค่า SP (Set point)

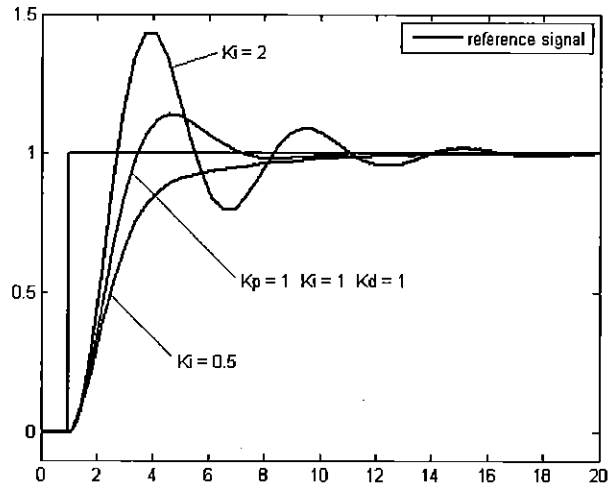
2. พจน์อินทิกรัล

พจน์อินทิกรัลแสดงดังสมการที่ (2.3) เป็นอัตราส่วนของค่าความผิดพลาดสะสมในหนึ่งช่วงเวลา (ปัจจุบันย้อนไปในอดีต) ค่า I_{out} เกิดจากผลคูณของค่าคงที่ K_i กับผลรวมของ $e(t)$ ซึ่งเป็นค่าสะสมของความผิดพลาดที่ควรจะต้องถูกแก้ไขมาก่อนหน้านี้

$$I_{out} = K_i \int_0^t e(\tau)d\tau \tag{2.3}$$

พจน์อินทิกรัลเมื่อใช้ร่วมกับพจน์สัดส่วนจะช่วยให้ระบบวิ่งเข้าหา SP (Set point) เร็วขึ้นและช่วยลดค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการใช้พจน์สัดส่วนอย่างเดียว อย่างไรก็ตามเนื่องจากว่าพจน์อินทิกรัลนั้นเกิดจากการคำนวณโดยรวมค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในอดีตด้วย อาจจะทำให้เกิดการไหวตัวเกินค่า SP (Set point) ในค่าปัจจุบันด้วยดังรูปที่ 2.32

17220273
25
สำนักหอสมุด
24 มิ.ย. 2561



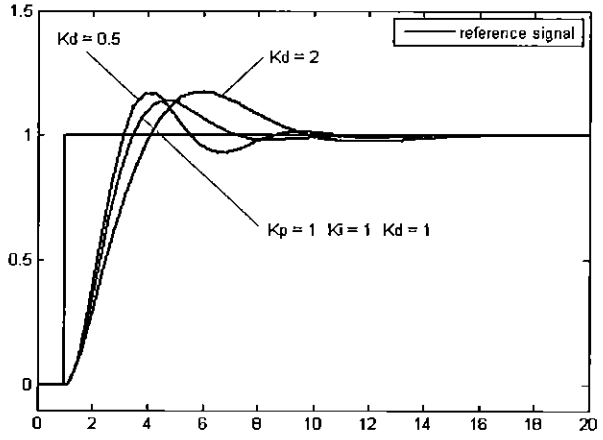
รูปที่ 2.32 ผลตอบสนองตามเวลาโดยเปลี่ยนแปลงค่า K_i (โดยให้ค่า K_p และ K_d คงที่) [3]

3. พจน์อนุพันธ์

อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดในระบบนั้นคำนวณได้โดยใช้ค่าความชันของกราฟระหว่างค่าความผิดพลาดและเวลา ซึ่งก็คืออนุพันธ์แรกเทียบกับเวลาและคูณค่าความชันนี้กับค่าคงที่ K_d ก็จะได้ได้พจน์อนุพันธ์ดังสมการที่ (2.4)

$$D_{out} = K_d \frac{de}{dt}(t) \tag{2.4}$$

พจน์อนุพันธ์จะช่วยดึงเอาต์พุตจากการควบคุมให้ช้าลง ซึ่งจะเห็นผลชัดเจนเมื่อค่าของกระบวนการเข้าใกล้ค่าที่เราต้องการ ฉะนั้นพจน์อนุพันธ์จึงช่วยลดการไหวตัวของสัญญาณซึ่งเกิดจากพจน์อินทิกรัลและช่วยปรับปรุงเสถียรภาพของระบบโดยรวมด้วยดังรูปที่ 2.33 อย่างไรก็ตามค่าอนุพันธ์นั้นค่อนข้างไวต่อสัญญาณรบกวนซึ่งอาจทำให้ระบบไม่เสถียรได้หากสัญญาณรบกวนและค่า K_p สูงเกินไป



รูปที่ 2.33 ผลตอบสนองตามเวลาโดยเปลี่ยนแปลงค่า K_d (โดยให้ค่า K_p และ K_i คงที่) [3]

4. การนำพจน์สัดส่วน พจน์อินทิกรัล และพจน์อนุพันธ์มารวมเข้าด้วยกัน

เมื่อนำเอาพจน์สัดส่วน พจน์อินทิกรัล และพจน์อนุพันธ์มารวมเข้าด้วยกันจะได้เอาต์พุตจากการควบคุมแบบพีไอดี ดังนี้

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau)d\tau + K_d \frac{de}{dt}(t) \qquad (2.5)$$

โดยค่าตัวแปรต่างๆ คือ

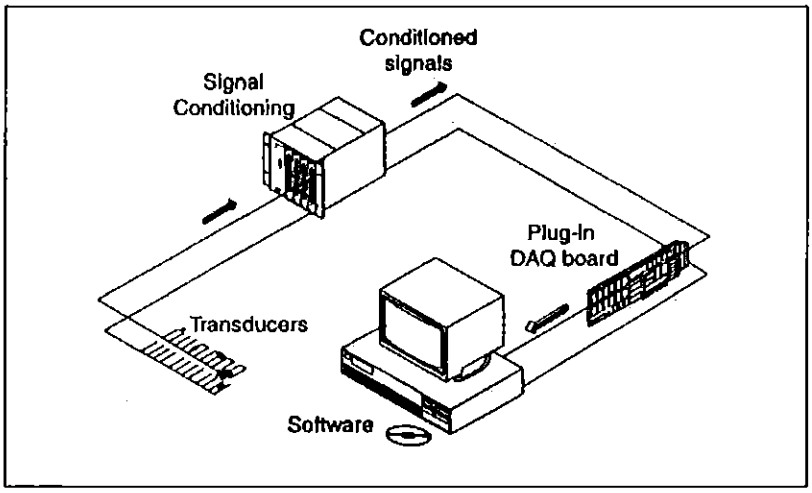
ค่าพจน์สัดส่วน, K_p ค่าที่มากขึ้นหมายถึงการตอบสนองที่เร็วขึ้นเพราะค่าความผิดพลาดยิ่งมากค่าชดเชยจากพจน์นี้ก็จะมากขึ้นตามค่า K_p ที่มากเกินไปจะนำสู่ค่าของกระบวนการที่ไม่เสถียรและเกิดการแกว่ง

ค่าพจน์อินทิกรัล, K_i ค่าที่มากขึ้นหมายถึงค่าความผิดพลาดแบบสภาวะคงที่จะถูกกำจัดได้เร็วขึ้น ข้อเสียก็คือเกิดการไหวตัวของสัญญาณค่าความผิดพลาดที่เป็นลบจะต้องถูกแก้ด้วยค่าความผิดพลาดที่เป็นบวกก่อนที่ระบบจะเข้าสู่สภาวะปกติ

ค่าพจน์อนุพันธ์, K_d ค่าที่มากขึ้นหมายถึงขนาดของการไหวตัวของสัญญาณที่ลดลงแต่ก็อาจทำให้การตอบสนองช้าลงบ้างและอาจนำไปสู่ความไม่เสถียรของระบบเนื่องจากสัญญาณรบกวน [3, 4]

2.4 อุปกรณ์เก็บข้อมูล (DAQ board)

อุปกรณ์เก็บข้อมูลและควบคุม (DAQ) เป็นอุปกรณ์เก็บข้อมูลหรือสัญญาณจากแหล่งที่ต้องการวัด ทั้งในรูปของแอนะล็อกและดิจิทัลซึ่งจะต้องมีฟังก์ชันเอาต์พุตแบบแอนะล็อก (Analog output) ที่แปลงสัญญาณดิจิทัลในคอมพิวเตอร์เป็นสัญญาณแอนะล็อก เพื่อส่งไปยังอุปกรณ์ภายนอกผ่านตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (D/A converter) แล้วนำข้อมูลหรือสัญญาณมาจัดเก็บไว้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หรือนำเสนอข้อมูลในภายหลังบนเครื่องคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้อุปกรณ์เก็บข้อมูลและควบคุมสามารถใช้งานร่วมกันได้กับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่อนำมาจัดทำเป็นระบบการวัดและเก็บข้อมูลโดยสามารถพัฒนาและปรับปรุงให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานต่างๆกัน ส่วนประกอบของระบบการวัดและรวบรวมข้อมูลแสดงได้ดังรูปที่ 2.34 มักจะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 2.34 การเชื่อมต่ออุปกรณ์เก็บข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ [4]

1. ตัวรับรู้หรือตัวแปลงสัญญาณ

ตัวรับรู้หรือตัวแปลงสัญญาณทำหน้าที่เปลี่ยนปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือค่าต่างๆ ทางฟิสิกส์ให้เป็นปริมาณทางไฟฟ้าที่สามารถตรวจจับได้ไม่ว่าจะเป็นกระแสไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้า หรือความต้านทานทางไฟฟ้า

2. อุปกรณ์ปรับสภาพสัญญาณ

อุปกรณ์ปรับสภาพสัญญาณทำหน้าที่ปรับแต่งปริมาณสัญญาณจากตัวรับรู้หรือตัวแปลงสัญญาณให้มีขนาดปริมาณหรือลักษณะที่เหมาะสมเพราะสัญญาณที่ได้นั้น อาจมีขนาดไม่เหมาะสม หรือมีสัญญาณรบกวนมากเกินกว่าที่จะนำไปวิเคราะห์ในทันทีได้ แต่อุปกรณ์ปรับสภาพสัญญาณ (Signal conditioner) อาจไม่มีความจำเป็นหากขนาดของสัญญาณเพียงพอต่อการรับสัญญาณเข้าสู่อุปกรณ์เก็บข้อมูล

3. อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล

อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลทำหน้าที่แปลความหมายหรือเปลี่ยนสัญญาณแอนะล็อกให้มาอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัล เพื่อประโยชน์ในการตีความหมายและใช้ในการควบคุมหน้าที่ของอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลโดยอาจเป็นการอ่านค่าสัญญาณแอนะล็อก (A/D conversion) การใช้สร้างสัญญาณแอนะล็อก (D/A conversion) การเขียนและอ่านสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับแปลงสัญญาณ

4. คอมพิวเตอร์และซอฟแวร์

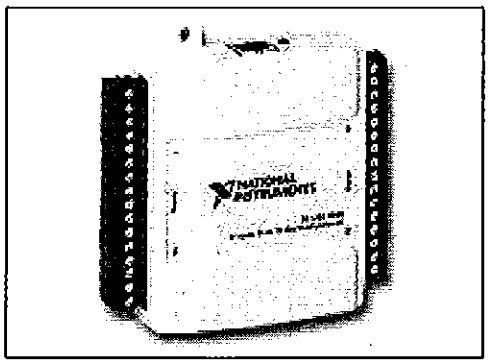
คอมพิวเตอร์และซอฟแวร์ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์หรือควบคุมการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และทรานส์ดิวเซอร์ (Transducer) จึงเป็นเรื่องสำคัญสำหรับคอมพิวเตอร์ โดยปกติแล้วเราสามารถที่จะติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกได้โดยการผ่านทาง

แผงอินพุตและเอาต์พุต (I/O board) ซึ่งมีหลายแบบแต่แบบที่สำคัญและสามารถเชื่อมต่อโดยผ่านคำสั่งของแลบวิวได้ทันทีจะประกอบด้วย อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล แผงจีพีไอบี (GPIB) และส่วนต่อประสานแบบอนุกรม (Serial interface)

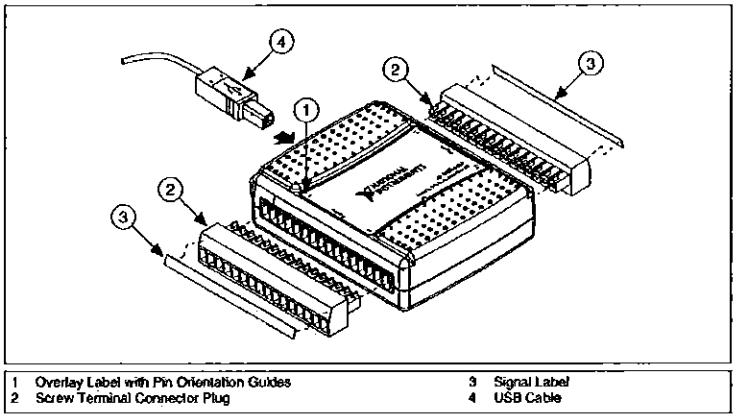
2.4.1 การเก็บข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ (Data acquisition)

การนำข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือการเก็บข้อมูล (Data acquisition) จำเป็นต้องทราบประเภทของข้อมูลว่าข้อมูลนั้นว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร ต้องการเก็บข้อมูลละเอียดเพียงใด เพื่อที่จะเลือกใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในการเก็บข้อมูลได้อย่างเหมาะสมที่สุด โปรแกรมควบคุมการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกในการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกทั้งการรับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกเข้าสู่คอมพิวเตอร์และส่งสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ภายนอก จะอาศัยการสื่อสารผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อได้หลายรูปแบบ ซึ่งอุปกรณ์เชื่อมต่อที่สำคัญและมีใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่อุปกรณ์เก็บข้อมูล (DAQ board) ซึ่งการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เก็บข้อมูลเพื่อติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกจำเป็นต้องใช้โปรแกรมช่วยในการควบคุม ซึ่งการติดต่อสื่อสารนั้นอาจเป็นทั้งการรับข้อมูล (สัญญาณแอนะล็อก) จากสัญญาณภายนอกเข้าสู่ภายในคอมพิวเตอร์ผ่านตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล และการส่งสัญญาณแอนะล็อกไปขับเคลื่อนอุปกรณ์ทำงานภายนอกผ่านตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อก เป็นสัญญาณดิจิทัลหรืออย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยโปรแกรมที่ทำงานด้านการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกหรือที่เรียกว่าอินเตอร์เฟสยังต้องสามารถทำงานประมวลผลและคำนวณสัญญาณที่รับเข้ามาเพื่อเปลี่ยนเป็นสัญญาณควบคุมได้ด้วยโปรแกรมแลบวิว [4]

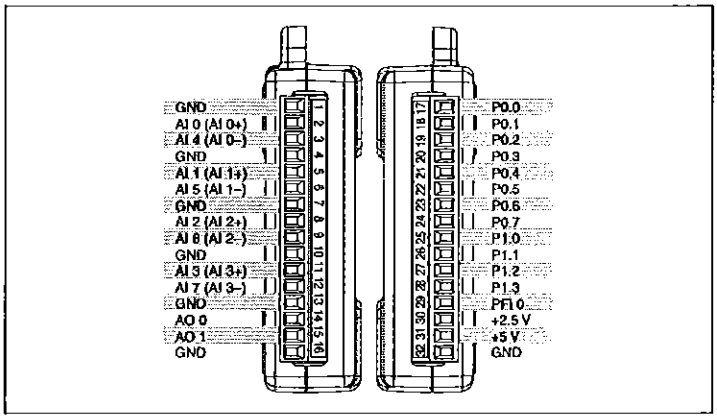
สำหรับโครงงานนี้ได้นำอุปกรณ์เก็บข้อมูลและควบคุมจากบริษัท NI รุ่น NI USB – 6009 ดังรูปที่ 2.35 มาใช้ร่วมกับโปรแกรมแลบวิว ซึ่งการใช้งานของช่องสัญญาณต่างๆแสดงดังรูปที่ 2.36 และแสดงการต่อช่องสัญญาณต่างๆ ของ NI USB – 6009 ดังรูปที่ 2.37



รูปที่ 2.35 อุปกรณ์เก็บข้อมูลและควบคุมจากบริษัท NI รุ่น NI USB – 6009 [4]



รูปที่ 2.36 การใช้งานของช่องสัญญาณ [4]

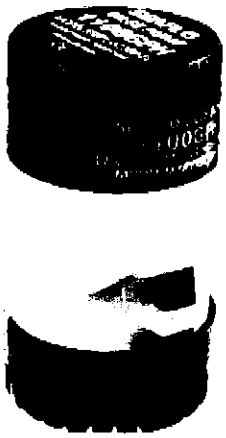


รูปที่ 2.37 ช่องสัญญาณ NI USB – 6009 Pinout [4]

2.5 ปั๊มน้ำ

ปั๊มน้ำเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยส่งผ่านพลังงานจากแหล่งต้นกำเนิดไปยังของเหลว เพื่อทำให้ของเหลวเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งที่อยู่สูงกว่า หรือในระยะทางที่ไกลออกไป

ปั๊มน้ำแรงดันกระแสตรงเป็นโหลดชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ส่วนใหญ่แล้วจะใช้ในภาคการเกษตรและปศุสัตว์ หรืออาจนำมาประยุกต์ใช้ตามบ้านเรือนทั่วไปได้แสดงดังรูปที่ 2.38



รูปที่ 2.38 ปั๊มน้ำกระแรงดันกระแสตรง [7]

คุณสมบัติทั่วไปของปั๊มน้ำแรงดันกระแสตรง

- ควบคุมความแรงของปั๊มโดยปรับขนาดแรงดันที่ขั้วมอเตอร์ของปั๊มน้ำ
- ใช้ไฟเลี้ยงกระแสตรง 12 โวลต์ 3 แอมแปร์
- ใช้งานโดยต่อเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรง เช่น แบตเตอรี่ แผงเซลล์แสงอาทิตย์
- ทำงานเงียบ
- ทำความสะอาดง่าย

การทำงานของปั๊มน้ำแรงดันกระแสตรง

ในปั๊มน้ำจะมีใบพัดอยู่ซึ่งทำหน้าที่สูบน้ำจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ซึ่งใบพัดของปั๊มน้ำจะหมุนได้นั้น จำเป็นต้องใช้มอเตอร์ที่อยู่ภายในปั๊มเป็นตัวขับเคลื่อน ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วยแม่เหล็กถาวร 2 ขั้ววางอยู่ระหว่างขดลวดตัวนำ ขดลวดตัวนำจะได้รับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ป้อนให้ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก 2 ชุด เรียกว่าขั้วแม่เหล็ก ขั้วแม่เหล็กที่มีลักษณะเหมือนกันวางใกล้กันจะทำให้เกิดเกิดแรงผลักดัน ทำให้ขดลวดตัวนำมีการเคลื่อนที่ส่งผลให้มอเตอร์มีการหมุนเกิดขึ้น

ดังนั้นเราสามารถลดความเร็วของปั๊มน้ำได้โดยการลดแรงดันที่จ่ายให้กับขั้วอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์กระแสตรงดังสมการที่ (2.6)

$$\omega = \frac{V - I_a R_a}{k\emptyset} \tag{2.6}$$

โดยที่ ω = ความเร็วเชิงมุมของมอเตอร์ (rad/s)

V = แรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ (V)

I_a = กระแสอาร์เมเจอร์ (A)

R_a = ความต้านทานอาร์เมเจอร์ (Ω)

$\emptyset$ = ฟลักซ์ต่อขั้วมอเตอร์ (Wb)

k = ค่าคงที่ (V.s/Wb.rad)

2.6 ตัวรับรู้แรงดัน

ตัวรับรู้แรงดันเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดความดันของก๊าซหรือของเหลว โดยตัวรับรู้แรงดันจะส่งสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีความสัมพันธ์กับความดัน ภายในตัวรับรู้แรงดันถูกสร้างให้มีเยื่อบางที่สามารถโค้งงอตามความดัน ซึ่งระดับความโค้งงอสามารถวัดได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน หรือการเปลี่ยนแปลงของการเก็บประจุ ในการพัฒนาตัวรับรู้แรงดันเริ่มทำด้วยวิธีการประดิษฐ์โครงสร้างจุลภาคบนพื้นผิว (Surface micromachining) สำหรับใช้งานในช่วงความดันต่างๆเพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์และตัวรับรู้แรงดันในเส้นเลือด เป็นต้น

สำหรับในปัจจุบันได้มีการนำโครงสร้างของตัวรับรู้แรงดันประเภทนี้มาพัฒนาเป็นระบบของการวัดแรงดันน้ำและแรงดันลม (Pressure transmitter) ที่มีความละเอียดสูงใช้สำหรับงานอุตสาหกรรมปรับอากาศ และทางด้านเกษตรกรรมด้วย

ในปัจจุบันมีการพัฒนาโดยการนำตัวรับรู้แรงดันมาใช้เป็นตัวรับรู้ระดับน้ำ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดระดับน้ำหรือของเหลว โดยระดับความดันจะเปลี่ยนตามความโค้งของแผ่นไดอะแฟรมที่ประกอบอยู่ภายในตัวรับรู้ระดับน้ำ โดยจะให้ค่าสัญญาณเอาต์พุตออกมาในรูปแบบของแรงดันไฟฟ้า

ตัวรับรู้ความดันนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการแพทย์ได้อีกด้วย เช่น เครื่องวัดความดันโลหิต เครื่องวัดระดับน้ำ เป็นต้น

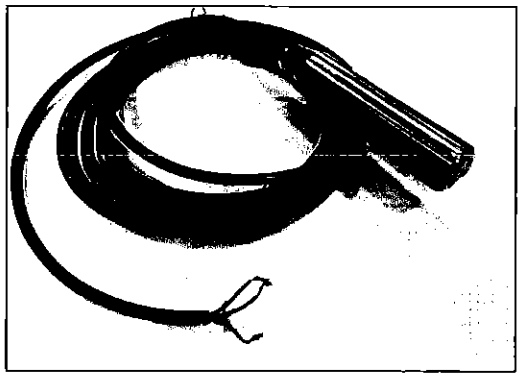
โครงงานนี้เลือกใช้ตัวรับรู้ระดับน้ำ 100 เซนติเมตร ซึ่งเป็นตัวรับรู้ระดับน้ำชนิดหนึ่งที่ใช้ในการวัดความสูงของระดับน้ำหรือของเหลว ช่วงความลึกในการวัด 100 เซนติเมตร โดยทุกๆ ความสูงของระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป 1 มิลลิเมตร จะให้ค่าสัญญาณเอาต์พุตออกมา 4.5 มิลลิโวลต์ หรือความชัน 4.5 มิลลิโวลต์/มิลลิเมตร

คุณสมบัติทั่วไปของตัวรับรู้ระดับน้ำ 100 เซนติเมตร

- วัดค่าได้ละเอียดถึงในหน่วย มิลลิเมตร เหมาะกับงานวัดระดับน้ำขนาดเล็ก
- ให้สัญญาณเอาต์พุต ออกมาในหน่วยมิลลิโวลต์
- ใช้ไฟเลี้ยงกระแสตรง 12 ถึง 24 โวลต์ มี 3 สาย คือ สายไฟเลี้ยง, สายนิวตรอน และสายเอาต์พุต
- อุณหภูมิใช้งานต่ำสุดที่ 0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่ 85 องศาเซลเซียส
- ค่าความคลาดเคลื่อน ±5%

การทำงานของตัวรับรู้ระดับน้ำ 100 เซนติเมตร

ตัวรับรู้ระดับน้ำ 100 เซนติเมตร ทำหน้าที่วัดระดับน้ำในความสูงช่วง 0 ถึง 100 เซนติเมตร โดยมีสายไฟต่อใช้งาน 3 สาย สายไฟเลี้ยง (สีเหลือง), สายนิวตรอน (สีน้ำตาล) และสายเอาต์พุต (สีน้ำเงิน) ใช้ไฟเลี้ยงกระแสตรง 12 ถึง 24 โวลต์ ใช้งานได้ 2 วิธีคือ การหย่อนลงในน้ำเพื่อวัดระดับความสูงของน้ำ หรือวางตัวรับรู้ระดับน้ำไว้ที่ก้นภาชนะเพื่อใช้วัดระดับความสูงของน้ำที่เปลี่ยนไป โดยในทุกๆ 1 มิลลิเมตรที่ระดับน้ำเปลี่ยนแปลงตัวรับรู้ระดับน้ำจะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมา 4.5 มิลลิโวลต์ โดยที่ถ้าระดับน้ำเพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตร สัญญาณเอาต์พุตจะเพิ่มขึ้น 4.5 มิลลิโวลต์ จากค่าก่อนหน้า และถ้าระดับน้ำลดลง 1 มิลลิเมตร สัญญาณเอาต์พุตจะลดลง 4.5 มิลลิโวลต์ จากค่าก่อนหน้า หรือเป็นไปตามความชัน 4.5 มิลลิโวลต์/มิลลิเมตร ดังรูปที่ 2.39



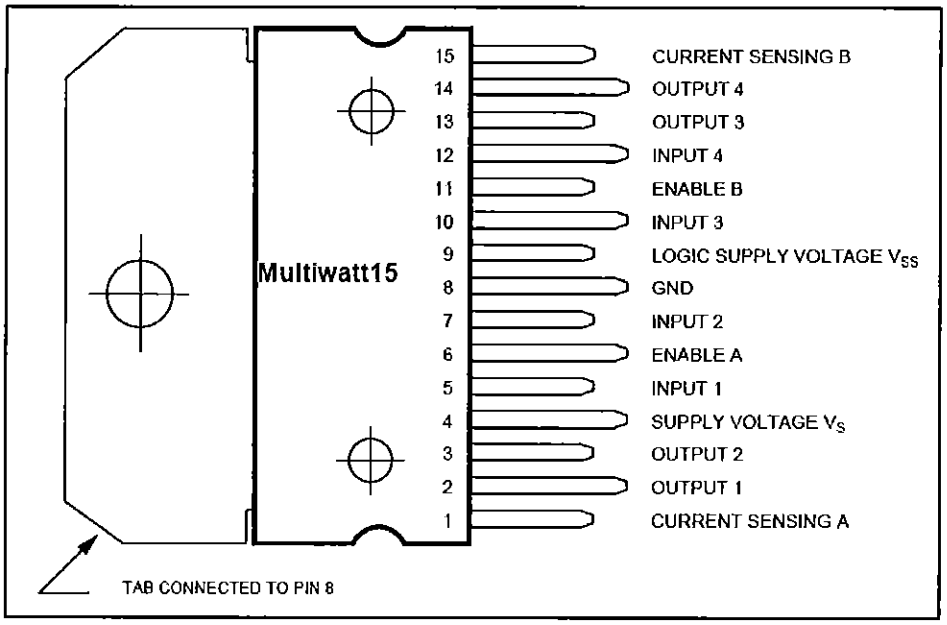
รูปที่ 2.39 ตัวรับรู้ระดับน้ำ 100 เซนติเมตร

2.7 ไอซีขับมอเตอร์ L298n

เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ เช่นความเร็วในการหมุน ทิศทางในการหมุนซ้ายหรือหมุนขวาแสดงดังรูปที่ 2.40

คุณสมบัติทั่วไปของ L298n

- ขับมอเตอร์กระแสตรงได้ 2 ตัวพร้อมกัน
- รองรับแรงดันไฟจ่ายมอเตอร์ 4.5 ถึง 36 โวลต์ หากใช้งานที่แรงดันสูงควรมีแผ่นระบายความร้อน (Heat sink) มาติดที่ตัวถังไอซี
- จ่ายกระแสได้ 1.5 แอมแปร์ สำหรับมอเตอร์ 2 ตัว และ 3 แอมแปร์ สำหรับต่อมอเตอร์ 1 ตัว
- สามารถทำเป็นวงจรขับมอเตอร์สเต็ปเปอร์แบบขั้วเดียว (Unipolar stepping motor) ได้
- สามารถต่อมอเตอร์กระแสตรงได้ 2 ตัว โดยการควบคุมการใช้งานที่ขาของไอซีได้

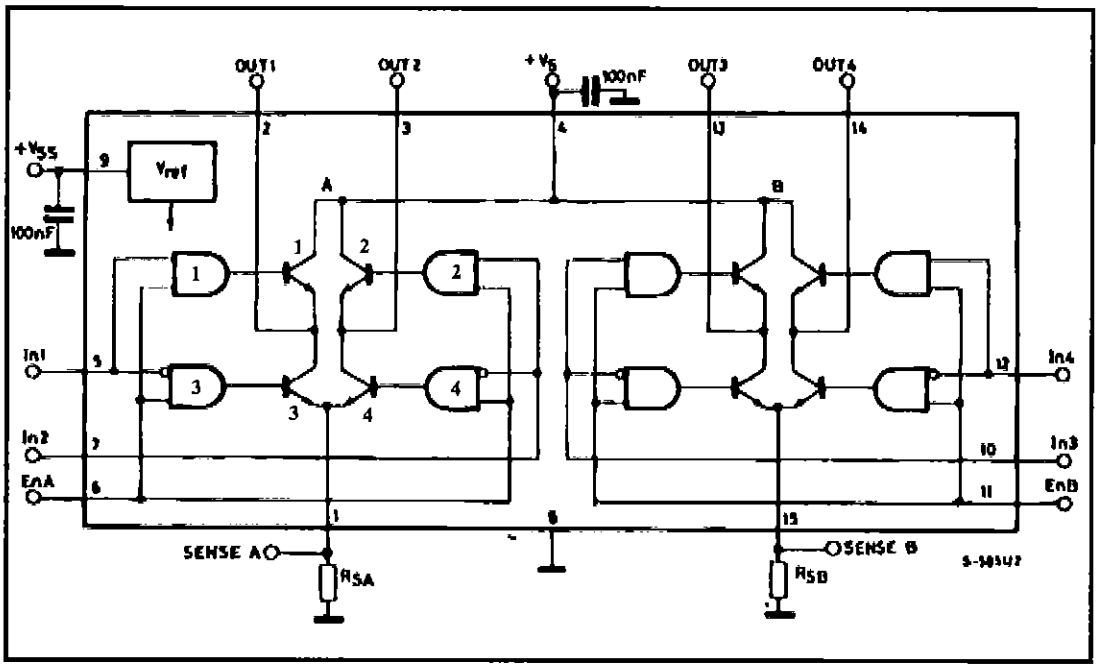


รูปที่ 2.40 ไอซีขับมอเตอร์กระแสตรง L298n

ที่มา: http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/ /L298N.html

การทำงานของไอซี L298n

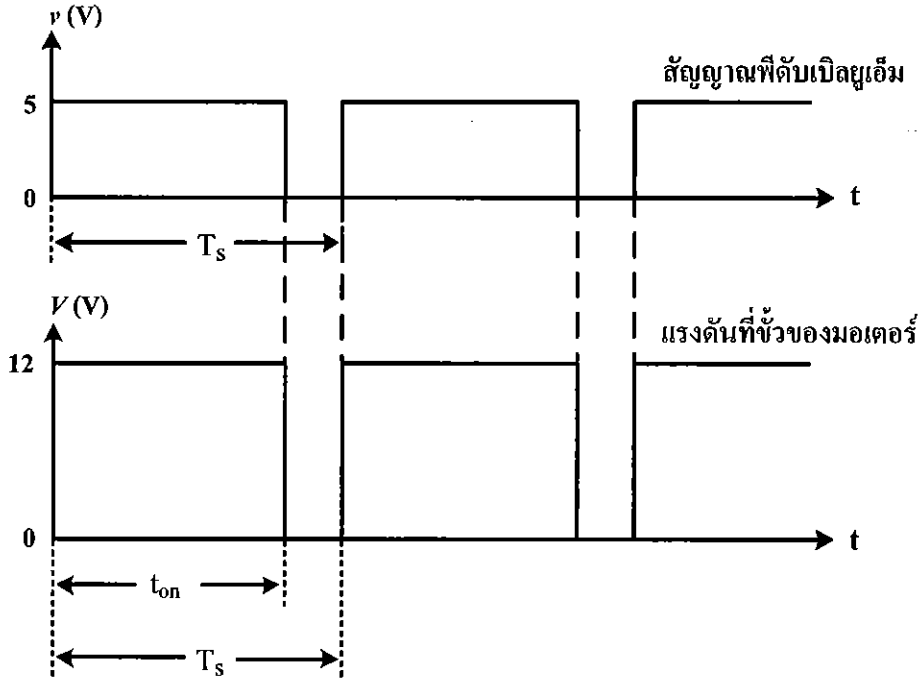
โปรแกรมแลบวิวจะทำการคำนวณค่าสัญญาณควบคุมพีดับเบิลยูเอ็มเพื่อส่งไปยังไอซี L298n โดยผ่านอุปกรณ์เก็บข้อมูล (DAQ) วงจรภายในของไอซี L298n แสดงดังรูปที่ 2.41



รูปที่ 2.41 วงจรภายในของไอซี L298n

ที่มา: http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/ /L298N.html

จากรูปที่ 2.41 ขาที่ 6 ของไอซีต่อเข้ากับสัญญาณควบคุมพีดับเบิลยูเอ็มจากอุปกรณ์เก็บข้อมูล (DAQ) ขาที่ 5 ต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ ซึ่งเป็นไฟเลี้ยงของวงจร ขาที่ 4 ต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ ขาที่ 2 และ 3 ต่อเข้ากับขั้วมอเตอร์ของปั๊มน้ำ ส่วนขาที่ 1 และ 7 ต่อเข้ากับกราวด์ของระบบ จะเห็นว่าที่ขาของเกตแอนตัวที่ 2 และ 3 จะรับค่าสัญญาณลอจิกศูนย์เสมอ ดังนั้นเกตแอนจะไม่มีการส่งสัญญาณกระตุ้นไปที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ตัวที่ 2 และ 3 ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ไม่นำกระแส ส่วนที่ขาของเกตแอนตัวที่ 1 และ 4 ขาหนึ่ง จะรับค่าลอจิกหนึ่งเสมอ ส่วนอีกขาหนึ่งของเกตแอนตัวที่ 1 และ 4 ต่อเข้ากับสัญญาณควบคุมพีดับเบิลยูเอ็ม เมื่อมีสัญญาณในช่วงการทำงาน ส่งผลให้เกตแอนตัวที่ 1 และ 4 ส่งสัญญาณกระตุ้นไปที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ตัวที่ 1 และ 4 ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์จะถูกส่งไปขับมอเตอร์ของปั๊มน้ำ ตัวอย่างสัญญาณพีดับเบิลยูเอ็มที่ป้อนเข้าขาที่ 6 (v) และสัญญาณแรงดันที่ขั้วของมอเตอร์ (V) แสดงดังรูปที่ 2.42



รูปที่ 2.42 สัญญาณพีดับเบิลยูเอ็มและแรงดันที่ขั้วของมอเตอร์

จากรูปที่ 2.42 จะเห็นว่าสัญญาณพีดับเบิลยูเอ็มจะเป็นตัวกำหนดช่วงเวลานำกระแสของทราสซิสเตอร์ในไอซี L298n ซึ่งเป็นช่วงที่มอเตอร์ได้รับแรงดัน 12 โวลต์ ดังนั้นค่าเฉลี่ยของแรงดันที่มอเตอร์ได้รับคำนวณได้ดังนี้

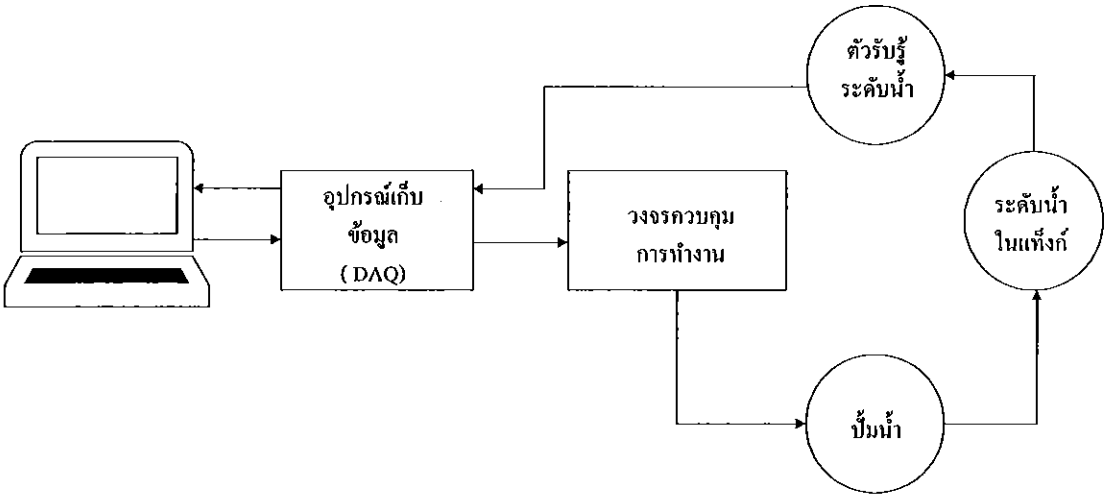
$$V = \frac{1}{T_s}\int_0^{T_s}(12)dt \;=\; \frac{1}{T_s}\int_0^{t_{on}}(12)dt \;=\; 12\frac{t_{on}}{T_s}$$

$$V = 12D \tag{2.7}$$

โดยที่ $D = t_{on} \,/\, T_s$ ซึ่งเรียกว่าค่าดิวตี้ไซเคิลของสัญญาณพีดับเบิลยูเอ็ม และ $0 \leq D \leq 1$ จะเห็นว่าค่าของแรงดันที่ขั้วมอเตอร์ (V) จะมีค่าต่ำกว่าค่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟเสมอ

บทที่ 3
ระบบควบคุมระดับน้ำผ่านโปรแกรมแลบวิว

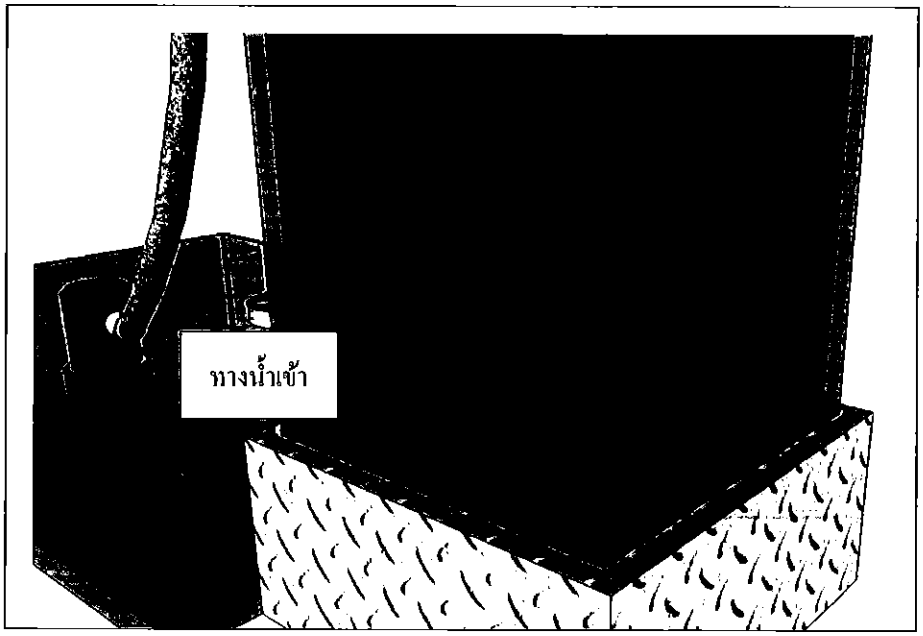
ในบทนี้เป็นการควบคุมระดับน้ำผ่านโปรแกรมแลบวิว โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมหรือสั่งการให้ปั๊มน้ำกระแสตรงทำการปั๊มน้ำเข้าแท็งก์ในอัตราที่พอเหมาะ เพื่อควบคุมระดับน้ำภายในแท็งก์ให้อยู่ในระดับที่เราต้องการ โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดีจากโปรแกรมแลบวิว โดยคอมพิวเตอร์จะรับสัญญาณอินพุตจากตัวรับรู้ระดับน้ำผ่านอุปกรณ์เก็บข้อมูลจากนั้นจะทำการประมวลผลแล้วส่งสัญญาณเอาต์พุตไปที่วงจรควบคุมการทำงานเพื่อควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำโดยผ่านอุปกรณ์เก็บข้อมูลดังรูปที่ 3.1



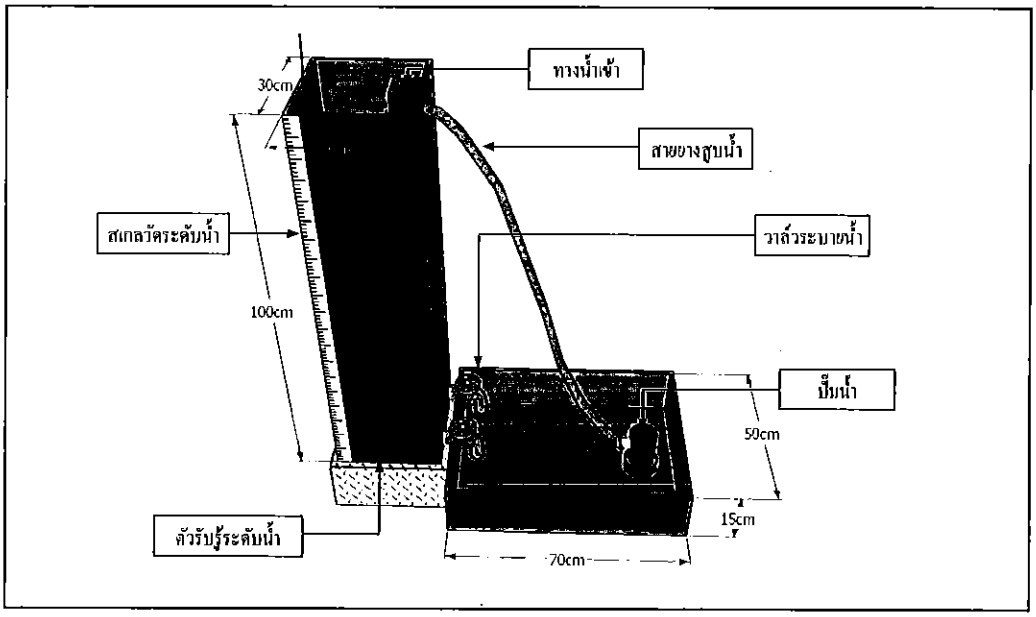
รูปที่ 3.1 การควบคุมปั๊มน้ำกระแสตรงจากคอมพิวเตอร์

3.1 การออกแบบโครงสร้างของแท็งก์น้ำและการจัดวางอุปกรณ์

การจัดวางตำแหน่ง และอุปกรณ์รวมถึงโครงสร้างของแท็งก์น้ำนั้น มีส่วนประกอบหลักๆ หลายส่วนสำหรับควบคุมระดับน้ำภายในแท็งก์ เพื่อให้มีระดับน้ำอยู่ในระดับที่ต้องการ ทั้งความแรงของปั๊มน้ำ อัตราการไหลออกของน้ำผ่านวาล์ว การติดตั้งตัวรับรู้ระดับน้ำในตำแหน่งที่เหมาะสม และทางเข้าของน้ำที่ต้องไม่ทำให้น้ำภายในแท็งก์หลักมีการกระเพื่อม เพราะจะส่งผลต่อการวัดระดับน้ำของตัวรับรู้ระดับน้ำ ทางผู้จัดทำจึงได้ออกแบบโครงสร้างมาดังรูปที่ 3.2 และ 3.3



รูปที่ 3.2 ทางน้ำเข้าเพื่อไม่ให้เกิดการกระเพื่อม

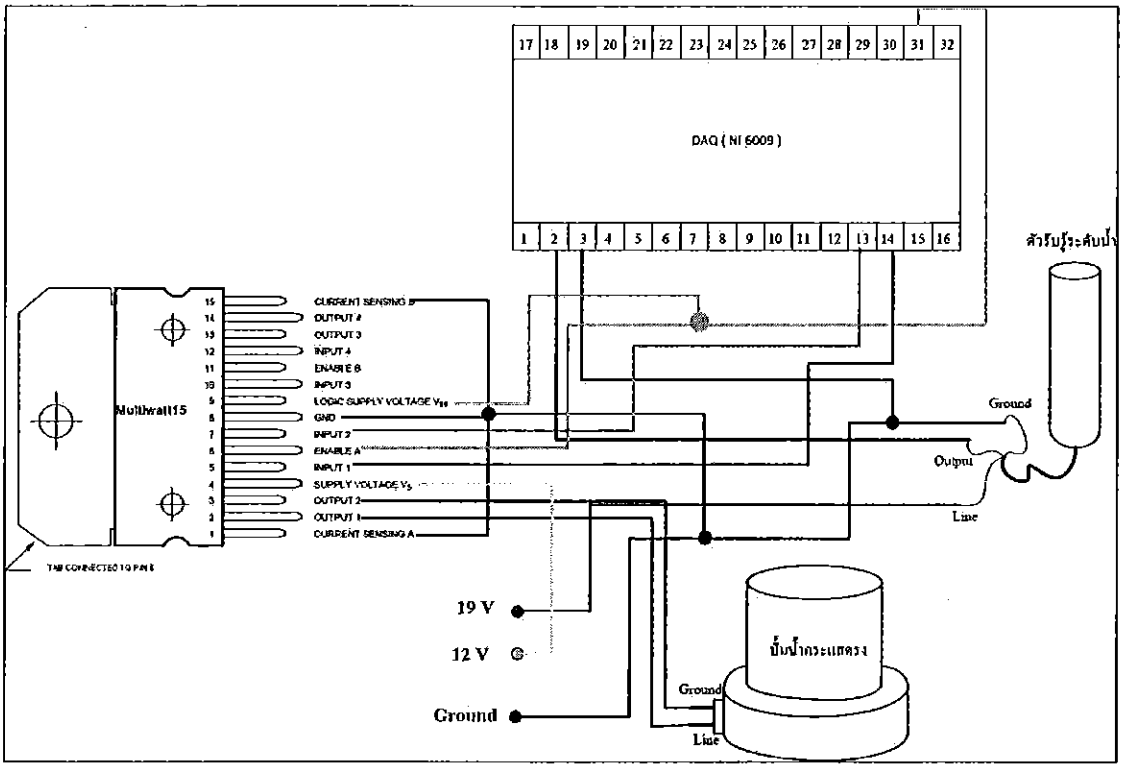


รูปที่ 3.3 การออกแบบโครงสร้างของแท็งก์น้ำและการจัดวางอุปกรณ์

จากรูปที่ 3.2 และ 3.3 ส่วนประกอบหลักๆคือ ปั๊มน้ำกระแสตรงทำหน้าที่สูบน้ำเข้าแท็งก์เพื่อให้อยู่ในระดับที่ต้องการ และตัวรับรู้ระดับน้ำทำหน้าที่ส่งสัญญาณเอาต์พุตไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อทำควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ

3.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในการใช้งานระบบควบคุมระดับน้ำแบบพีไอดี

ในการควบคุมระดับน้ำแบบพีไอดีจะต้องอาศัยอุปกรณ์ต่างๆได้แก่ ปั๊มน้ำกระแสตรง ตัวรับรู้ระดับน้ำ อุปกรณ์เก็บข้อมูล (DAQ รุ่น NI 6009) และตัวขับมอเตอร์ (ICl298n), ซึ่งมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์แต่ละตัวดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แต่ละตัวของระบบควบคุมระดับน้ำ

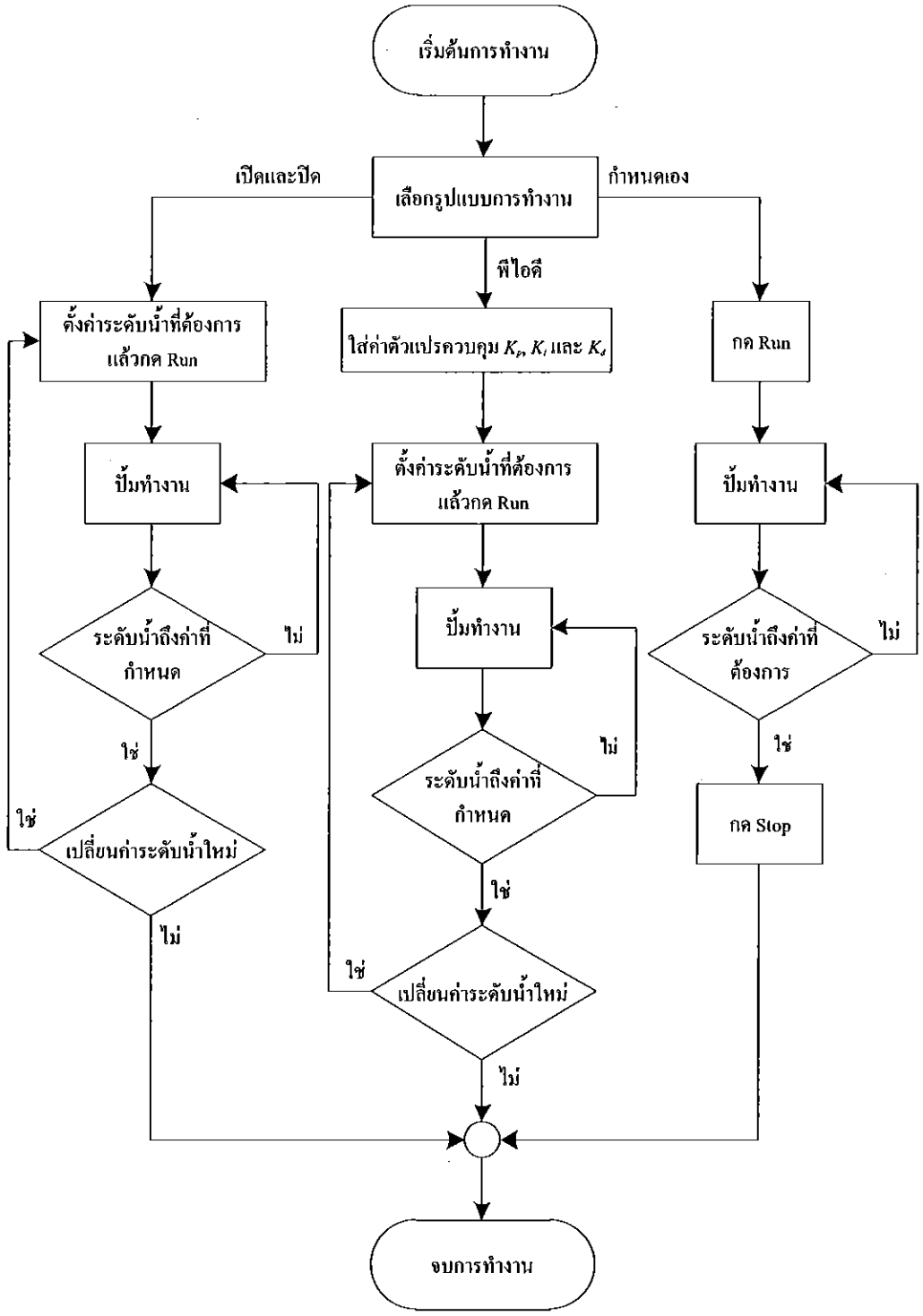
3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมระดับน้ำผ่านโปรแกรมแลบวิว

โครงงานนี้มีระบบควบคุมให้เลือก 3 แบบคือ การควบคุมแบบพีไอดี การควบคุมแบบเปิดและปิด และการควบคุมแบบกำหนดเอง เพื่อควบคุมระดับน้ำให้อยู่ในระดับที่ผู้ใช้กำหนด สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้

ถ้าเลือกการควบคุมแบบพีไอดี เริ่มต้นการทำงานต้องระบุค่าสัญญาณควบคุม K_p, K_i, K_d และค่าระดับน้ำ จากนั้นกดปุ่ม "Run" เพื่อส่งสัญญาณควบคุมที่เหมาะสมให้กับปั๊มน้ำ อุปกรณ์เก็บข้อมูลจะรับสัญญาณเอาต์พุตจากตัวรับรู้ระดับน้ำแล้วส่งต่อไปที่คอมพิวเตอร์ จากนั้นคอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณแล้วส่งค่าสัญญาณเอาต์พุตไปที่วงจรควบคุมการทำงาน เพื่อทำการควบคุมปั๊มน้ำโดยผ่านอุปกรณ์เก็บข้อมูล ปั๊มน้ำจะยังคงทำงานจนกว่าระดับน้ำจะถึงค่าที่ตั้งไว้ จากนั้นปั๊มน้ำจะหยุดทำงาน

ถ้าเลือกการควบคุมแบบเปิดและปิด เริ่มต้นการทำงานต้องระบุค่าระดับน้ำที่ต้องการ จากนั้นกดปุ่ม "Run" คอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณควบคุมไปควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำโดยผ่านอุปกรณ์เก็บข้อมูล และวงจรควบคุมการทำงาน ถ้าระดับน้ำถึงระดับที่ต้องการปั๊มน้ำจะหยุดทำงาน ถ้าระดับน้ำต่ำกว่าระดับที่ต้องการปั๊มจะเริ่มทำงานใหม่

ส่วนการควบคุมแบบกำหนดเองทำได้โดยกดปุ่ม "Run" ที่หน้าจอแลบวิว ปั๊มน้ำจะทำการปั๊มน้ำเข้าแท็งก์เมื่อถึงระดับน้ำที่ต้องการแล้วให้กดปุ่ม "Stop" จากนั้นปั๊มน้ำจะหยุดการทำงาน ผังการทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมระดับน้ำผ่านโปรแกรมแลบวิว

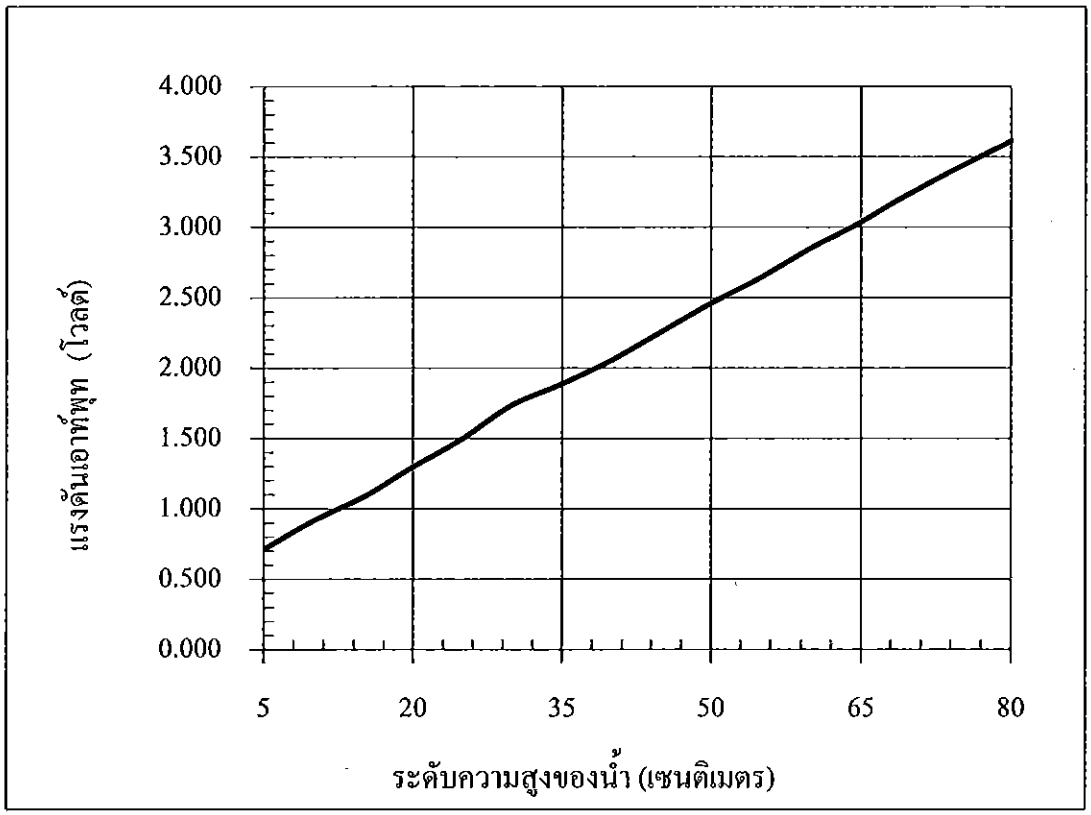
3.4 ผลการทดสอบตัวรับรู้ระดับน้ำ

จากการทดสอบตัวรับรู้ระดับน้ำทั้งสามครั้ง โดยใช้แหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรง 19 โวลต์ วัดระดับน้ำโดยใช้แท็งก์น้ำสูง 100 เซนติเมตร โดยให้ระดับน้ำสูงสุดที่ 80 เซนติเมตร และระดับน้ำต่ำสุดที่ 5 เซนติเมตร มีผลการทดสอบดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบตัวรับรู้ระดับน้ำ

ระดับความสูง (เซนติเมตร)	แรงดันเอาต์พุต (โวลต์)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
5	0.713	0.719	0.716	0.716
10	0.915	0.971	0.978	0.955
15	1.085	1.145	1.097	1.109
20	1.297	1.312	1.324	1.311
25	1.5	1.474	1.482	1.485
30	1.739	1.74	1.735	1.738
35	1.886	1.858	1.872	1.872
40	2.057	2.056	2.053	2.055
45	2.257	2.286	2.279	2.274
50	2.459	2.463	2.471	2.464
55	2.643	2.659	2.648	2.650
60	2.852	2.852	2.797	2.834
65	3.037	3.033	3.033	3.034
70	3.245	3.237	3.243	3.242
75	3.431	3.426	3.428	3.428
80	3.613	3.622	3.619	3.618

จากตารางที่ 3.1 สามารถนำค่าที่ได้จากการทดสอบทั้งสามครั้งมาจัดทำเป็นกราฟสัญญาณเอาต์พุตจากตัวรับรู้ระดับน้ำดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 กราฟสัญญาณเอาต์พุตเฉลี่ยจากตัวรับรู้ระดับน้ำ

จากกราฟสัญญาณเอาต์พุตเฉลี่ยที่ได้นำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูงของน้ำและแรงดันเอาต์พุตได้ดังสมการที่ (3.1)

$$y = 0.038x + 0.53 \tag{3.1}$$

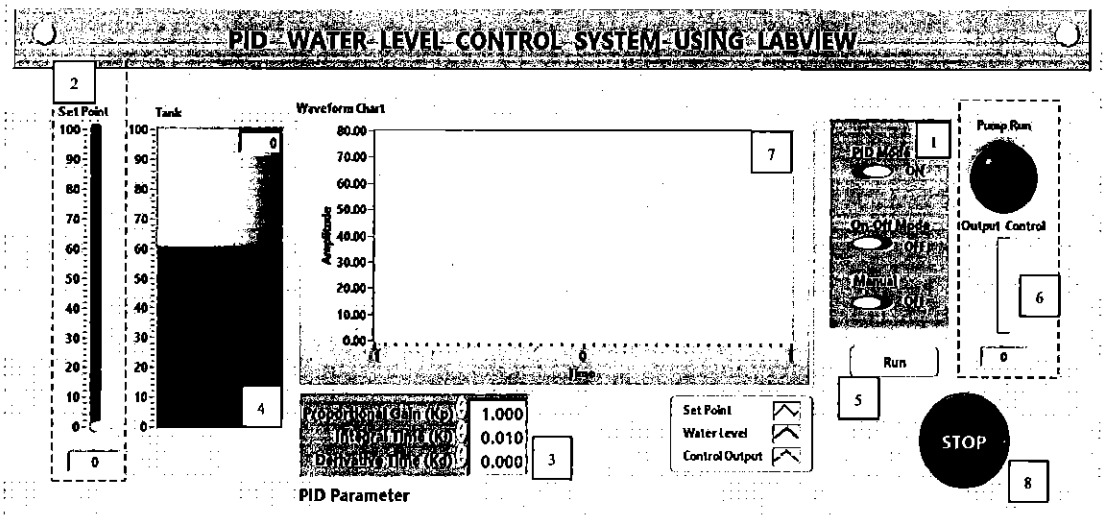
โดยที่ y เป็นค่าแรงดันเอาต์พุต (โวลต์)

x เป็นค่าระดับความสูงของน้ำ (เซนติเมตร)

จากสมการที่ (3.1) สามารถนำมาวิเคราะห์ในโปรแกรมแลบวิว เพื่อแปลงเป็นระดับน้ำในหน่วยเซนติเมตร

3.5 โปรแกรมแลบวิวและอุปกรณ์เก็บข้อมูล

อุปกรณ์เก็บข้อมูลเป็นส่วนที่ทำการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ทำการรับสัญญาณเอาต์พุตจากตัวรับรู้ระดับน้ำแล้วส่งไปยังโปรแกรมแลบวิว จากนั้นรับสัญญาณเอาต์พุตจากโปรแกรมแลบวิวส่งไปยังวงจรปรับระดับแรงดัน เพื่อทำการควบคุมปั๊มน้ำกระแสตรงโดยมีการควบคุมแบบพีไอดีเป็นตัวควบคุม เราสามารถออกโปรแกรมแลบวิวได้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 หน้าจอแลบวิวของระบบควบคุมระดับน้ำภายในแท็งก์

จากรูปที่ 3.7 จะแสดงส่วนของโปรแกรมที่เราสร้างขึ้นเพื่อใช้ควบคุมระดับน้ำภายในแท็งก์ มีส่วนประกอบต่างๆดังต่อไปนี้

1. ปุ่มเลือกรูปแบบการทำงาน : เลือกรูปแบบการทำงานแบบพีไอดี แบบเปิดและปิด และแบบกำหนดเอง
2. ส่วนกำหนดค่าระดับน้ำ : กำหนดค่าระดับน้ำที่ต้องการ
3. ช่องป้อนค่าตัวแปรควบคุมพีไอดี : ส่วนที่สามารถเปลี่ยนค่า K_p, K_i, K_d
4. กราฟแสดงระดับน้ำภายในแท็งก์ : แสดงระดับน้ำในหน่วยเซนติเมตร
5. ปุ่ม Stop/ Run พร้อมไฟแสดงสถานะ : เริ่มต้นและหยุดการทำงานของปั๊มน้ำ
6. ไฟแสดงสถานะ และสัญญาณเอาท์พุต : ไฟจะแสดงสถานะของปั๊ม ส่วนกราฟแสดงสัญญาณเอาต์พุตเป็นเปอร์เซ็นต์
7. กราฟแสดงผลตอบสนองของระบบ : แสดงผลตอบสนองของระบบ
8. ปุ่ม “STOP ” : กดเพื่อหยุดการทำงานของระบบ

การทำงานของหน้าจอแลบวิวจะเริ่มจากเลือกรูปแบบการทำงานที่ต้องการ มี 3 รูปแบบ คือ การควบคุมแบบพีไอดี การควบคุมแบบเปิดและปิด และการควบคุมแบบกำหนดเอง ถ้าเลือกการควบคุมแบบพีไอดีให้ใส่ค่าระดับน้ำ และค่าตัวแปรควบคุมพีไอดีที่ต้องการ จากนั้นกดปุ่ม "Run" เพื่อเริ่มการทำงานของปั๊มน้ำ ถ้าเลือกการควบคุมแบบเปิดและปิดให้เลือกค่าระดับน้ำที่ต้องการ จากนั้นกดปุ่ม "Run" และถ้าเลือกการควบคุมแบบกำหนดเองให้กดปุ่ม "Run" ได้เลยเมื่อถึงระดับน้ำที่ต้องการแล้วให้กดปุ่ม "Stop"

เราจะเห็นระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงแสดงอยู่ในกราฟระดับน้ำ และช่องแสดงระดับน้ำ ส่วนผลตอบสนองของระบบจะแสดงเป็นกราฟผลตอบสนองของระบบ

เราสามารถนำค่าผลตอบสนองของระบบที่ได้ไปเขียนกราฟใหม่ที่โปรแกรมเอ็กเซลเพื่อการวิเคราะห์รูปแบบการทำงาน โดยการคลิกขวาที่กราฟแสดงผลตอบสนองของระบบ จากนั้นเลือก "Export Data To Excel"

บทที่ 4
ผลการทดสอบการควบคุมระดับน้ำแบบพีไอดี
ด้วยโปรแกรมแลบวิว

หลังจากทำการสร้างระบบควบคุมระดับน้ำแบบพีไอดีด้วยโปรแกรมแลบวิว ดังรูปที่ 4.1 และออกแบบโปรแกรมแลบวิวเพื่ออ่านระดับน้ำและควบคุมปั๊มน้ำแล้ว ในบทนี้จะอธิบายถึงการควบคุมระดับน้ำด้วยโปรแกรมแลบวิว และดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมแบบพีไอดีและหาค่าอัตราขยายที่เหมาะสมดังต่อไปนี้

จากรูปที่ 4.1 ส่วนประกอบของระบบควบคุมระดับน้ำโดยใช้การควบคุมแบบพีไอดีผ่านโปรแกรมแลบวิวสามารถอธิบายได้ตามหมายเลข 1 ถึง 6 ดังนี้

หมายเลข 1: โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ

หมายเลข 2: ชุดควบคุมการทำงานของระบบ

หมายเลข 3: ถังเก็บน้ำสำหรับเติมเข้าสู่ภายในแท็งก์น้ำหลัก ภายในจะมีปั๊มน้ำอยู่หนึ่งตัวทำหน้าที่ปั๊มน้ำเข้าสู่แท็งก์น้ำหลัก

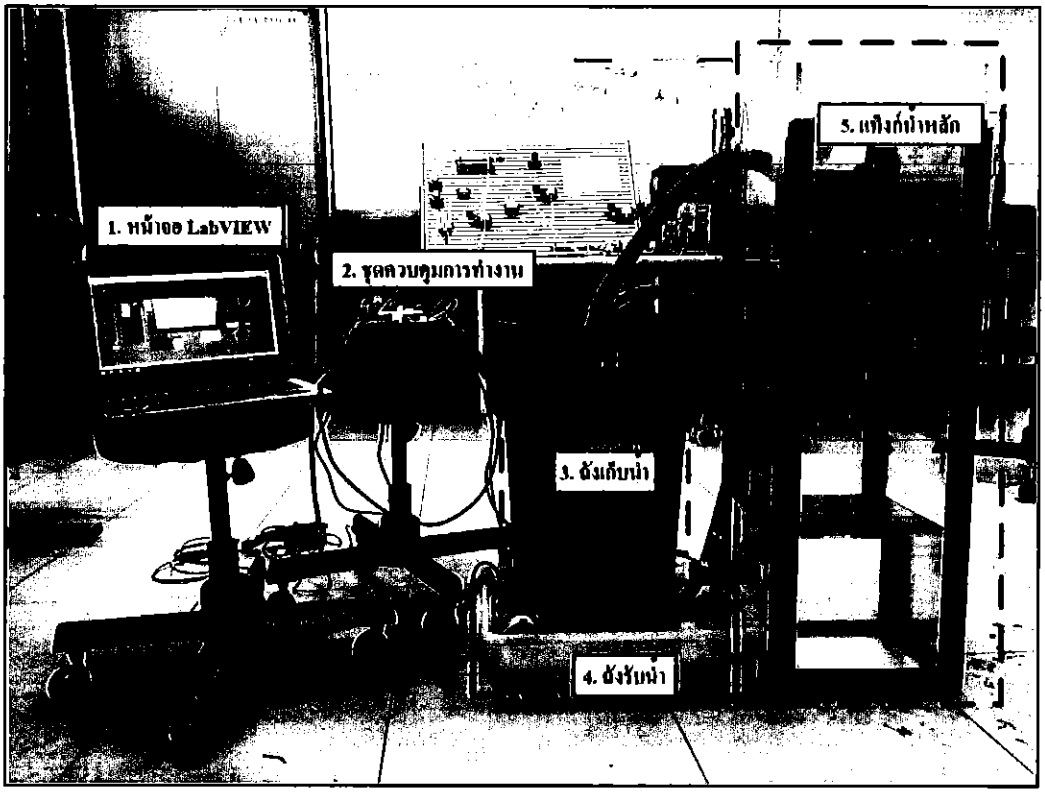
หมายเลข 4: ถังรับน้ำที่ปล่อยออกจากแท็งก์หลัก จะมีปั๊มน้ำสำรองทำหน้าที่ปั๊มน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำ ทำงานอิสระแยกกับระบบ

หมายเลข 5: แท็งก์น้ำหลัก

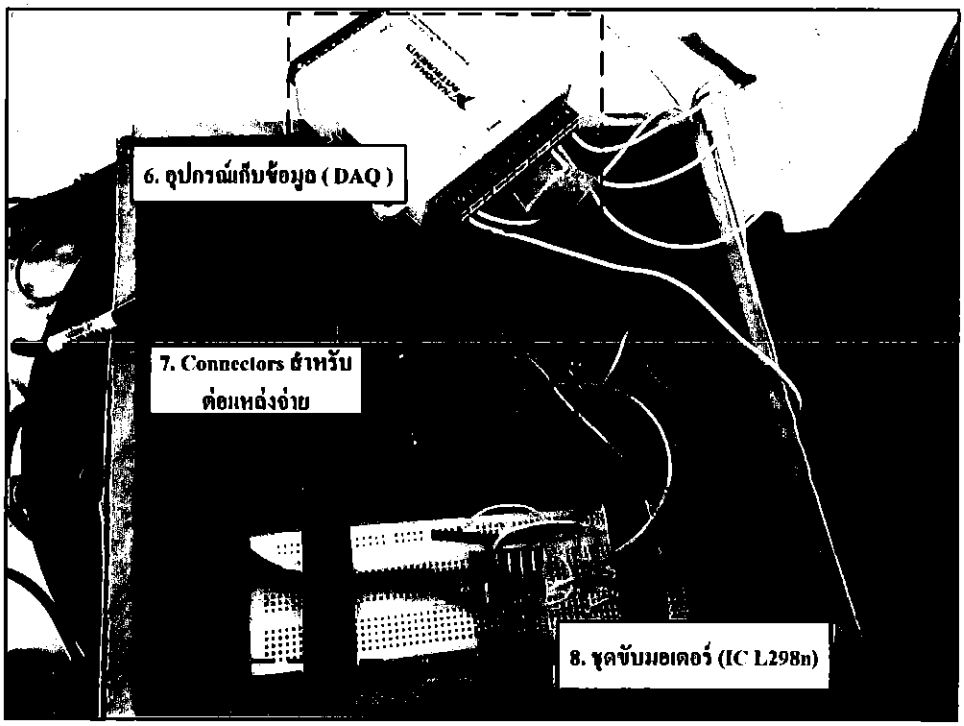
หมายเลข 6: อุปกรณ์เก็บข้อมูล (DAQ)

หมายเลข 7: ชุดต่อแหล่งจ่ายเข้าสู่ระบบ เพื่อส่งไฟไปเลี้ยงอุปกรณ์ในระบบ

หมายเลข 8: ไอซีขับมอเตอร์ L298n คุณสมบัติสามารถขับมอเตอร์กระแสตรงได้ 2 ตัวพร้อมกัน และรองรับแรงดันไฟที่จ่ายให้กับมอเตอร์ 4.5 ถึง 36 โวลต์ และกระแส 3 แอมแปร์สำหรับมอเตอร์ 1 ตัว



(ก)



(ข)

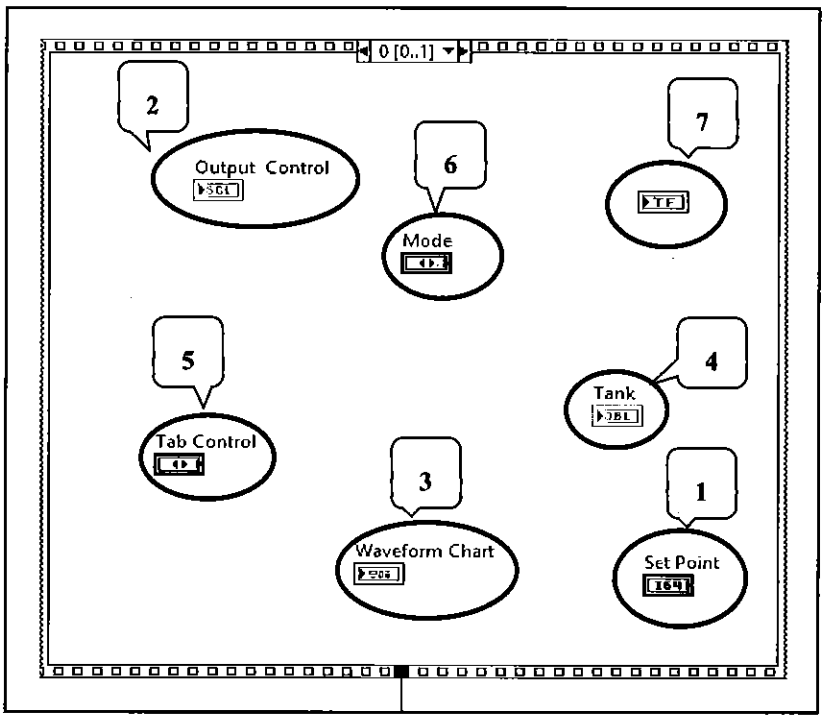
รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบของระบบควบคุมระดับน้ำผ่านโปรแกรมแลบวิว

4.1 โปรแกรมแลบวิวสำหรับควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำและอ่านค่าระดับน้ำ

โปรแกรมแลบวิวเป็นโปรแกรมที่สร้างเพื่อนำมาใช้ในด้านการวัดและควบคุมระดับน้ำ ในที่นี้เราจะกล่าวถึงส่วนประกอบต่างๆภายในโปรแกรมแลบวิว เพื่อให้เข้าใจถึงส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรมแลบวิว สามารถแบ่งเป็นส่วนสำคัญต่างๆได้ 5 ส่วนได้ดังนี้คือ

4.1.1 โปรแกรมส่วนที่ 1 พื้นที่จัดวางอุปกรณ์และกำหนดค่าเริ่มต้นต่าง

ในส่วนนี้จะเป็นการจัดว่างอุปกรณ์และกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆที่ใช้งานในโปรแกรม แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 พื้นที่จัดวางอุปกรณ์ที่หน้าจอแลบวิว

หมายเลข 1: ค่าระดับน้ำโดยผู้ใช้จะกำหนดทางหน้าจอการทำงาน

หมายเลข 2: สัญญาณควบคุมที่ส่งไปควบคุมปั๊ม

หมายเลข 3: กราฟของระดับน้ำที่กำหนด ระดับน้ำจริง และสัญญาณควบคุม

หมายเลข 4: แท็งก์น้ำที่ใช้แสดงระดับน้ำในหน้าจอการทำงาน

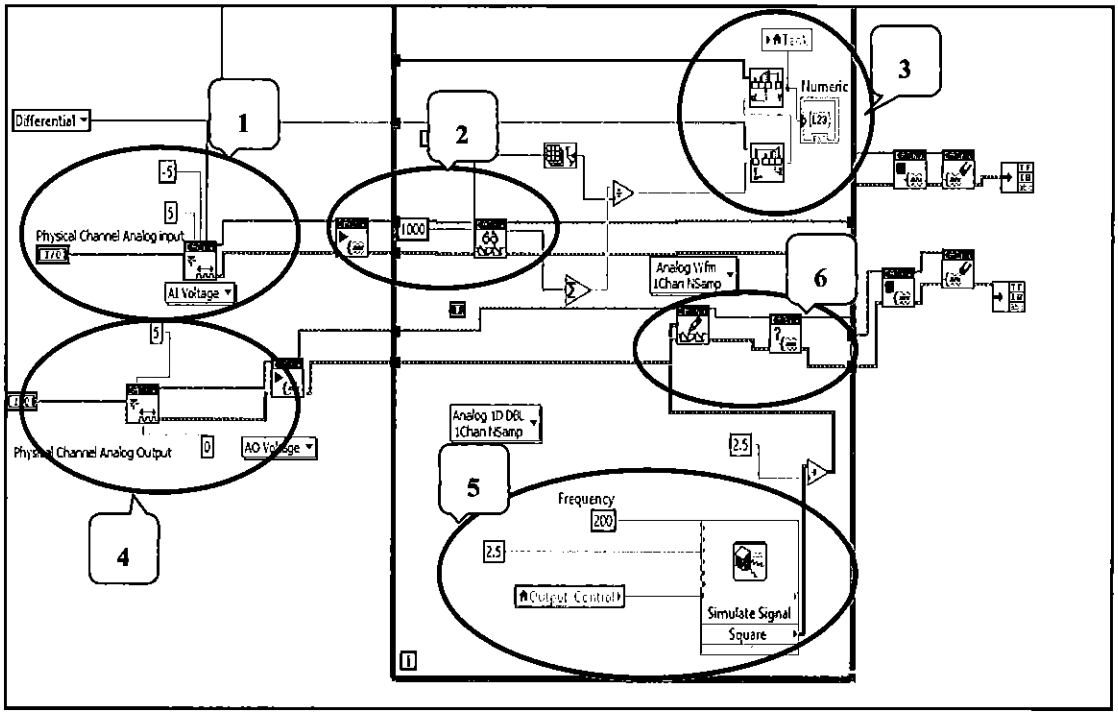
หมายเลข 5: พื้นที่สำหรับใช้วางส่วนต่างๆของโปรแกรมในหน้าจอการทำงาน

หมายเลข 6: รูปแบบการทำงานการทำงานทั้ง 3 รูปแบบ คือ รูปแบบการทำงานแบบพีไอดี, รูปแบบการทำงานแบบเปิดและปิด และรูปแบบการทำงานแบบกำหนดเอง

หมายเลข 7: ไฟแสดงสถานะการทำงานของปั๊มน้ำ

4.1.2 โปรแกรมส่วนที่ 2 การอ่านระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำและส่งสัญญาณควบคุม

โปรแกรมในส่วนนี้ถูกออกแบบเพื่อใช้ในการอ่านค่าของระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำ สำหรับนำไปใช้ในการควบคุมปั๊มน้ำ โดยจะรับค่าสัญญาณควบคุมมาจากโปรแกรมส่วนที่ 3, 4 และ 5 แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การอ่านระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำและส่งสัญญาณควบคุม

หมายเลข 1: อุปกรณ์เก็บข้อมูล (DAQ) รับค่าระดับน้ำจากตัวรับรู้ระดับน้ำ

หมายเลข 2: นำค่าแรงดันที่วัดได้มาคำนวณเพื่อหาระดับน้ำ

หมายเลข 3: นำค่าระดับน้ำที่ได้ไปแสดงผลที่หน้าจอการทำงาน

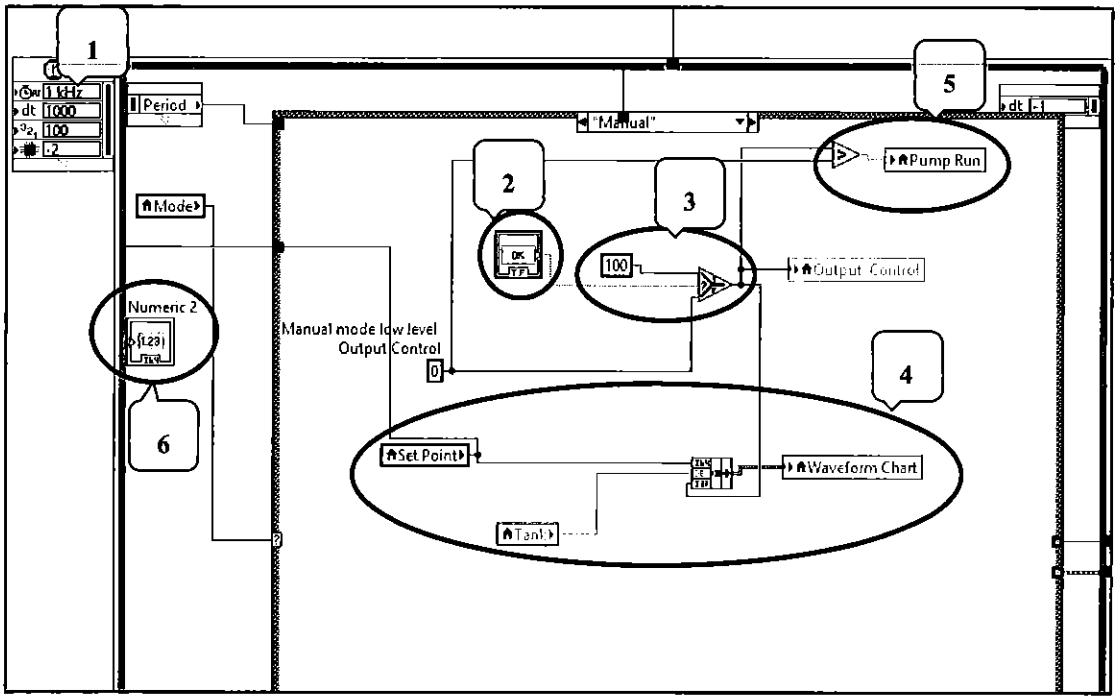
หมายเลข 4: กำหนดค่าความกว้างของสัญญาณเอาต์พุตอยู่ในช่วง 0 ถึง 5 โวลต์

หมายเลข 5: กำหนดค่าความถี่ของสัญญาณเอาต์พุต และรับค่าสัญญาณควบคุมการทำงานจากโปรแกรมส่วนที่ 3, 4 และ 5

หมายเลข 6: นำค่าสัญญาณที่ปรับแล้วส่งไปควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำโดยผ่านอุปกรณ์เก็บข้อมูล (DAQ)

4.1.3 โปรแกรมส่วนที่ 3 ส่วนควบคุมแบบกำหนดเอง

โปรแกรมในส่วนนี้ถูกออกแบบเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ โดยที่การทำงานจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่าจะให้ปั๊มน้ำทำงานหรือหยุดการทำงานแสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ส่วนควบคุมแบบกำหนดเอง

หมายเลข 1: กำหนดค่าเวลาการทำงานให้กับโปรแกรม

หมายเลข 2: ปุ่มกดเริ่มการทำงานของปั๊ม

หมายเลข 3: กำหนดค่าความกว้างของสัญญาณพีดับเบิ้ลยูเอ็มสูงสุดและต่ำสุดเพื่อควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ

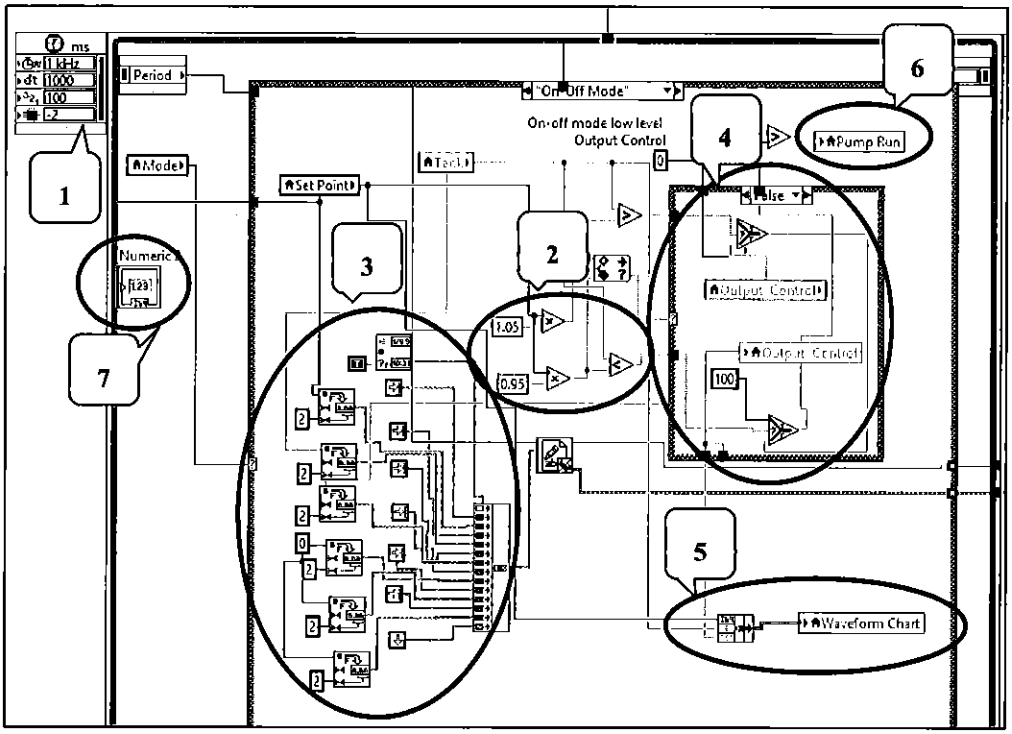
หมายเลข 4: นำค่าระดับน้ำที่กำหนดและระดับน้ำจริงในแท็งก์ไปเขียนกราฟ

หมายเลข 5: เมื่อมีสัญญาณเอาต์พุตส่งไปควบคุมปั๊ม ไฟแสดงสถานะที่หน้าจอจะติด

หมายเลข 6: ใช้สำหรับแสดงค่าระดับน้ำที่ผู้ใช้กำหนดบนหน้าจอการทำงาน

4.1.4 โปรแกรมส่วนที่ 4 ส่วนควบคุมแบบเปิดและปิด

โปรแกรมในส่วนนี้ถูกออกแบบเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ โดยที่การทำงานจะขึ้นอยู่กับค่าระดับน้ำที่ผู้ใช้กำหนด และค่าระดับน้ำจริงในแท็งก์น้ำ เมื่อระดับน้ำในแท็งก์มีค่าต่ำกว่าระดับน้ำที่กำหนด โปรแกรมจะสั่งให้ปั๊มน้ำทำงาน และเมื่อระดับน้ำในแท็งก์ต่ำกว่าระดับน้ำที่กำหนด โปรแกรมจะสั่งให้ปั๊มน้ำหยุดการทำงานแสดงดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ส่วนควบคุมแบบเปิดและปิด

หมายเลข 1: กำหนดค่าเวลาการทำงานให้กับโปรแกรม

หมายเลข 2: กำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของรูปแบบการทำงานแบบเปิดและปิด

หมายเลข 3: จัดรูปแบบค่าผลตอบสนองที่ส่งไปยังโปรแกรมเอ็กเซล

หมายเลข 4: ตรวจสอบค่าระดับน้ำในแท็งก์ ถ้าระดับน้ำต่ำกว่าค่าที่กำหนดโปรแกรมจะส่งสัญญาณเอาต์พุตไปควบคุมการทำงานของปั๊ม ถ้าระดับน้ำสูงกว่าหรือเท่ากับระดับน้ำที่กำหนดโปรแกรมจะไม่มีการส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไป

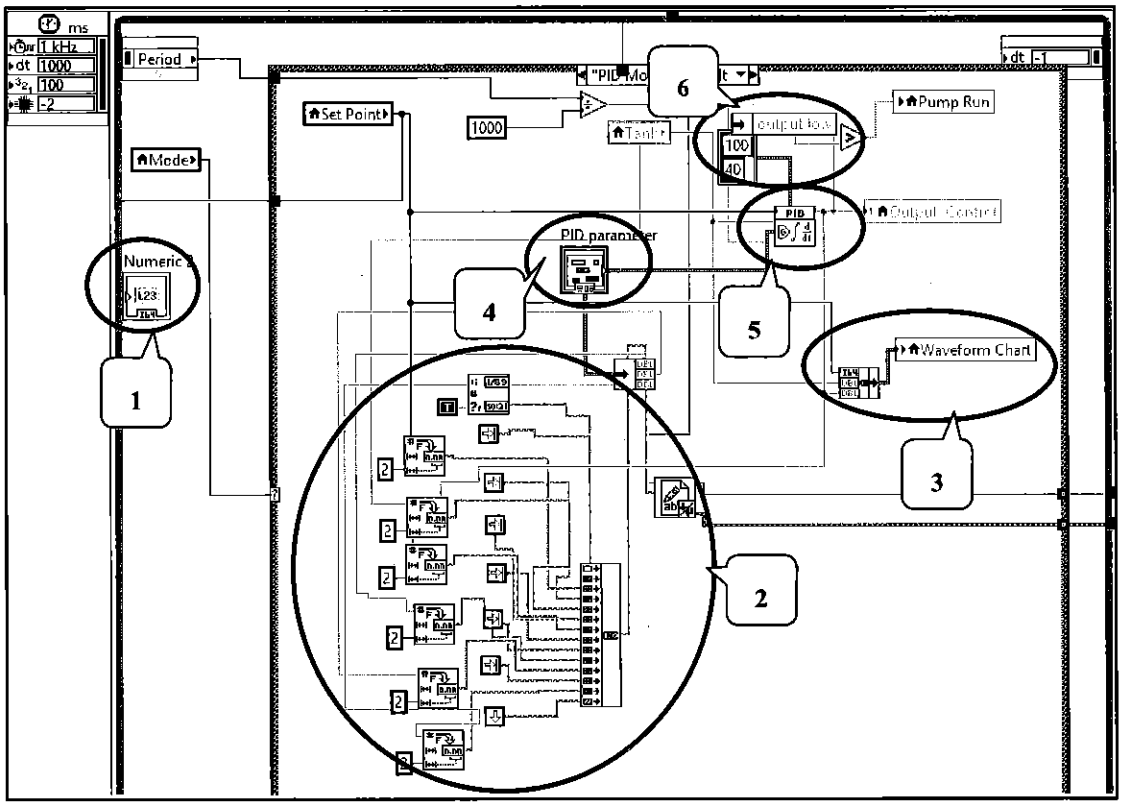
หมายเลข 5: นำค่าระดับน้ำที่กำหนด ระดับน้ำจริง และสัญญาณเอาต์พุตไปเขียนกราฟ

หมายเลข 6: เมื่อมีสัญญาณเอาต์พุตส่งไปควบคุมปั๊ม ไฟแสดงสถานะการทำงานที่หน้าจอโปรแกรมแลบวิวจะติด

หมายเลข 7: ใช้สำหรับแสดงค่าค่าระดับน้ำที่ผู้ใช้กำหนดที่หน้าจอการทำงาน

4.1.5 โปรแกรมส่วนที่ 5 ส่วนควบคุมแบบพีไอดี

โปรแกรมในส่วนนี้ถูกออกแบบเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำแบบพีไอดี แสดงดังรูปที่ 4.6 ซึ่งจะเป็นการรับค่าระดับน้ำที่กำหนดและระดับน้ำจริงภายในแท็งก์น้ำ นำมาหาค่าความผิดพลาด เพื่อนำไปคำนวณหาค่าสัญญาณเอาต์พุต สำหรับควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ เพื่อให้ได้ระดับน้ำที่ผู้ใช้กำหนด



รูปที่ 4.6 ส่วนควบคุมแบบพีไอดี

หมายเลข 1: ใช้สำหรับแสดงค่าระดับน้ำที่ผู้ใช้กำหนดที่หน้าจอการทำงาน

หมายเลข 2: จัดรูปแบบค่าผลตอบสนองที่ส่งไปยังโปรแกรมเอ็กเซล

หมายเลข 3: นำค่าระดับน้ำที่กำหนด ระดับน้ำจริง และสัญญาณเอาต์พุตไปเขียนกราฟ

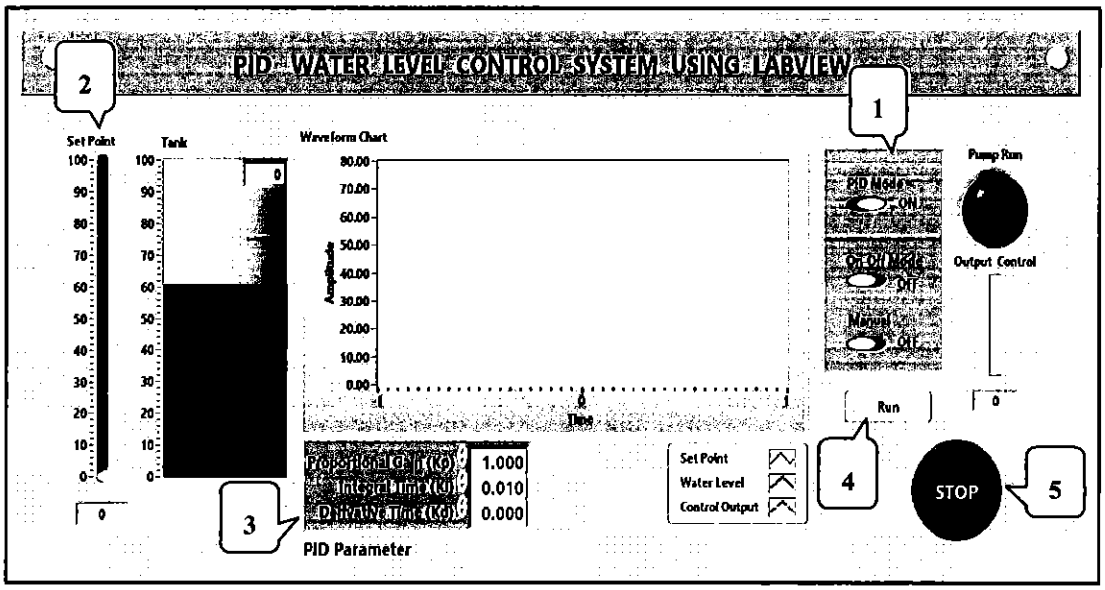
หมายเลข 4: กำหนดค่าตัวแปรควบคุมพีไอดี

หมายเลข 5: ฟังก์ชันพีไอดี ใช้ในการคำนวณหาค่าสัญญาณเอาต์พุตที่เหมาะสม

หมายเลข 6: กำหนดค่าสัญญาณเอาต์พุตสูงสุดและต่ำสุด ในที่นี้เลือกสัญญาณเอาต์พุตต่ำสุดที่ 40 เปอร์เซ็นต์

4.2 การใช้งานโปรแกรมแลบวิวสำหรับควบคุมระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำ

โปรแกรมแลบวิวสำหรับควบคุมระดับน้ำผ่านรูปแบบการทำงานทั้ง 3 แบบ มีหน้าต่างการใช้งานดังรูปที่ 4.7 ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงการใช้งานโปรแกรมแลบวิว

หมายเลข 1: เลือกรูปแบบการทำงานแบบพีไอดี, เปิดและปิด หรือ แบบกำหนดเอง

- ถ้าเลือกการทำงานแบบพีไอดี โปรแกรมจะทำการคำนวณสัญญาณเอาต์พุตแบบวิธีพีไอดี จากค่าตัวแปรควบคุมพีไอดี (ในหมายเลข 3), ค่าระดับน้ำที่กำหนด (ในหมายเลข 2) และค่าระดับน้ำจริง เพื่อหาสัญญาณเอาต์พุตที่เหมาะสมจากนั้นกดปุ่ม "Run" เพื่อเริ่มการทำงานของปั๊ม
- ถ้าเลือกการทำงานแบบเปิดและปิด เมื่อกดปุ่ม "Run" ถ้าระดับน้ำที่กำหนดอยู่สูงกว่าระดับน้ำจริงในแท็งก์ โปรแกรมจะส่งสัญญาณเอาต์พุต 100 เปอร์เซ็นต์ ไปควบคุมปั๊ม แต่ถ้าระดับน้ำที่กำหนดอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำจริง โปรแกรมจะไม่ส่งส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไป
- ถ้าเลือกการทำงานแบบกำหนดเอง สามารถกดปุ่ม "Run" เพื่อเริ่มการทำงานของปั๊มน้ำได้ทันที และกดอีก 1 ครั้งเพื่อหยุดการทำงานของปั๊ม

หมายเลข 2: กำหนดค่าระดับน้ำที่ต้องการ

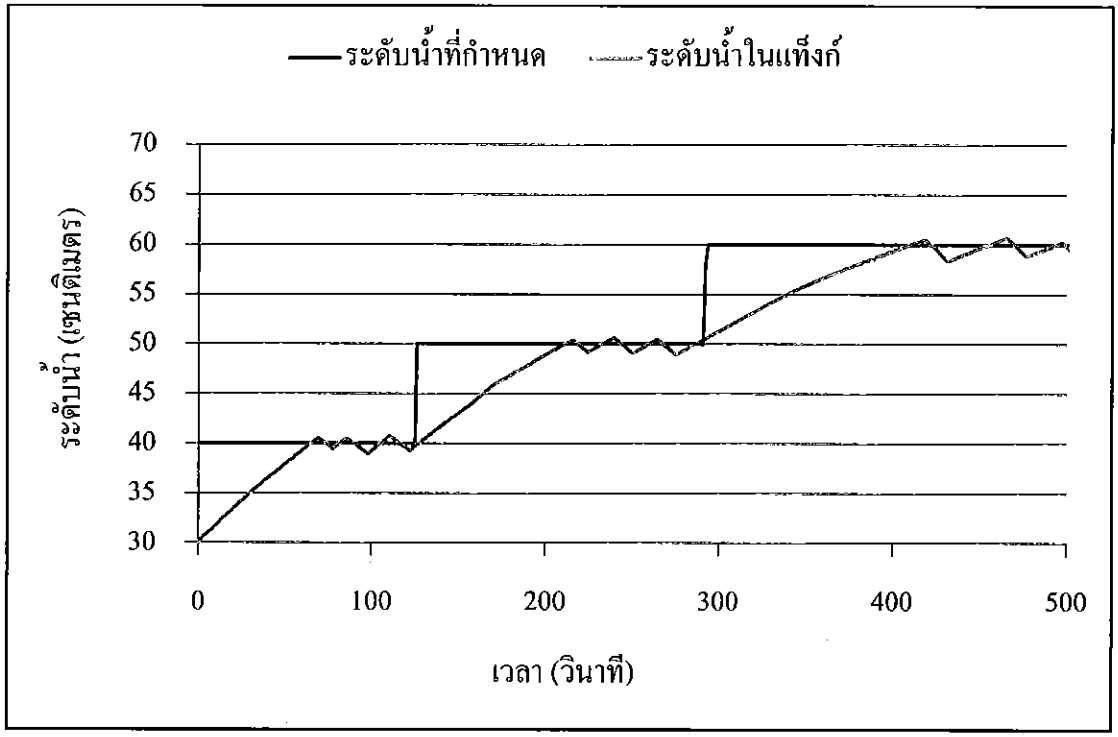
หมายเลข 3: ถ้าอยู่ในรูปแบบการทำงานแบบพีไอดี ต้องกำหนดค่าตัวแปรควบคุมพีไอดีให้กับระบบเพื่อหาสัญญาณเอาต์พุตที่เหมาะสม

หมายเลข 4: ปุ่ม "Run" กดเพื่อเริ่มการทำงานของปั๊ม และหยุดการทำงานของปั๊ม

หมายเลข 5: ปุ่ม "Stop" กดเพื่อหยุดการทำงานของโปรแกรม

4.3 การทดสอบรูปแบบการควบคุมแบบกำหนดเอง

ขั้นตอนนี้เป็นการทดลองระบบการทำงานในรูปแบบการควบคุมแบบกำหนดเอง โดยการทำงานของระบบจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งาน โดยกำหนดให้ระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้อยู่ที่ 40 เซนติเมตร, 50 เซนติเมตร และ 60 เซนติเมตร แสดงผลดังรูปที่ 4.8



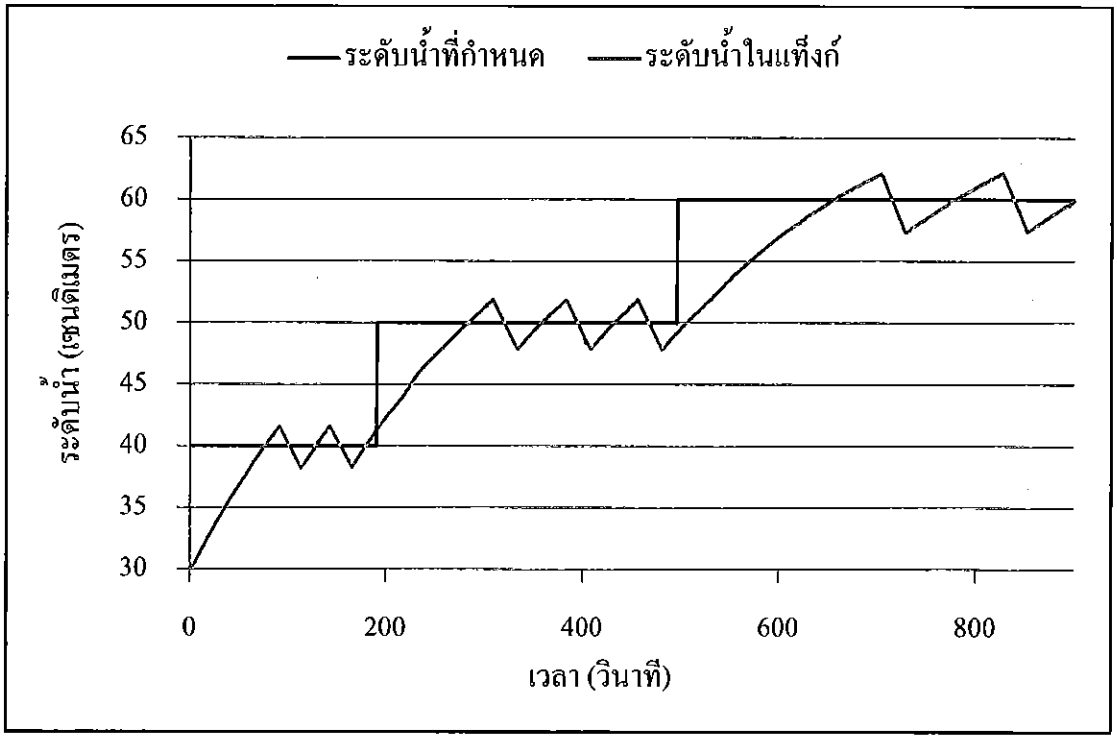
รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบระบบควบคุมแบบกำหนดเอง

จากการทดสอบในรูปแบบการทำงานแบบกำหนดเองนั้นจะเห็นว่า ค่าของระดับน้ำภายในแท็งก์จะคงที่หรือไม่นั้นจะขึ้นอยู่กับตัวผู้ใช้งานเอง เนื่องจากการทำงนของปั๊มน้ำจะขึ้นอยู่กับการกดปุ่ม "Run" และปุ่ม "Stop" ที่หน้าจอแสดงการทำงานของโปรแกรม รูปแบบการทำงานนี้จึงไม่เหมาะสมกับการรักษาระดับน้ำให้คงที่ เพราะต้องมีการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำอยู่ตลอดเวลา แต่จะเหมาะสมกับกรณีที่ต้องการเติมน้ำเข้าภายในแท็งก์

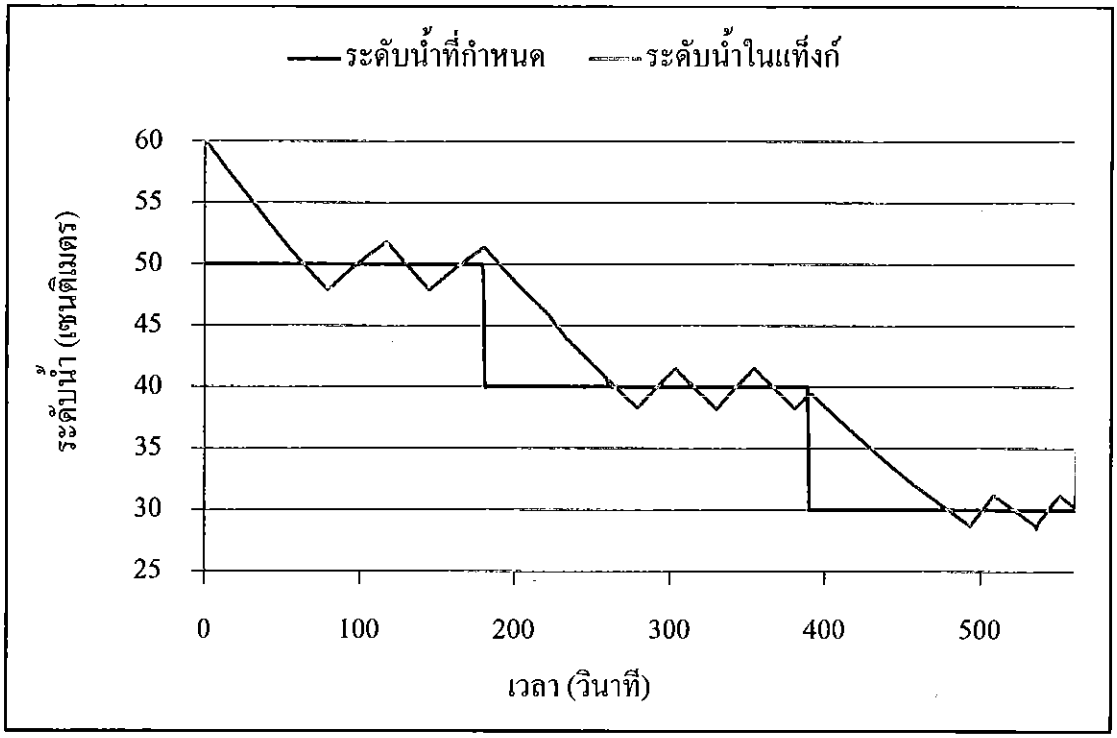
4.4 การทดสอบรูปแบบการควบคุมแบบเปิดและปิด

ขั้นตอนนี้เป็นการทดลองระบบการทำงานในรูปแบบการควบคุมแบบเปิดและปิด โดยการทำงานของระบบจะขึ้นอยู่กับระดับน้ำที่กำหนดและระดับน้ำภายในแท็งก์ ถ้าระดับน้ำที่กำหนดอยู่สูงกว่าระดับน้ำภายในแท็งก์ปั๊มน้ำจะทำงานที่ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าระดับน้ำที่กำหนดอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำภายในแท็งก์ปั๊มน้ำจะหยุดทำงาน โดยกำหนดให้ระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้ที่ขาขึ้นคือ 40 เซนติเมตร, 50 เซนติเมตร และ 60 เซนติเมตร ส่วนระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้ที่ขาลงคือ 50 เซนติเมตร, 40 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร แสดงผลดังรูปที่ 4.9 (ก) และ (ข)

จากการทดสอบในรูปแบบการทำงานแบบเปิดและปิด จะเห็นว่าระบบมีการแกว่งเกิดขึ้นค่อนข้างมากทั้งขาขึ้นและขาลง เพราะว่าการทำงานของรูปแบบนี้ไม่สามารถควบคุมสัญญาณเอาต์พุตได้ ปั๊มจะทำงานที่ 100 เปอร์เซ็นต์ หรือหยุดการทำงาน แต่ค่าการแกว่งของระดับน้ำนั้นจะแกว่งอยู่ที่ค่าระดับน้ำที่ผู้ใช้กำหนด โดยจะมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดอยู่ที่ 2 ถึง 3 เปอร์เซ็นต์ รูปแบบการทำงานนี้จะใช้งานได้ดีกว่าแบบกำหนดเองเพราะเป็นระบบแบบอัตโนมัติ ดังนั้นระบบควบคุมแบบเปิดและปิดสามารถใช้รักษาค่าระดับน้ำให้อยู่ในระดับที่ผู้ใช้กำหนดได้ ถ้าสามารถยอมรับค่าความผิดพลาดของระบบที่เกิดขึ้นได้



(ก)



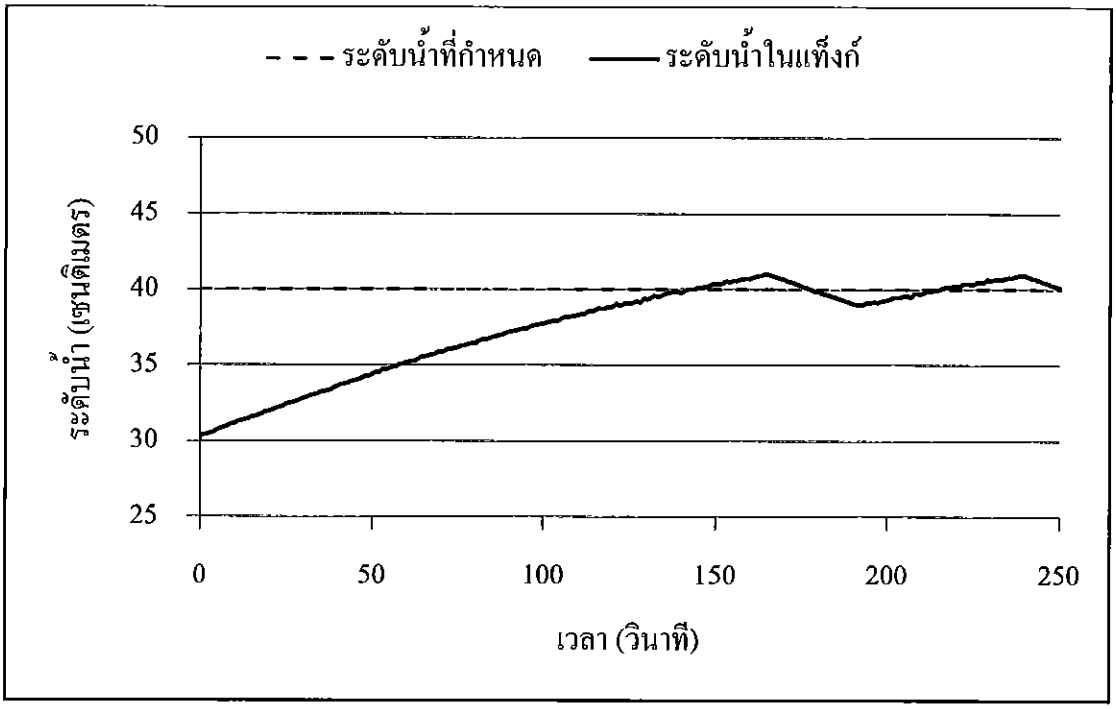
(ข)

รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบระบบควบคุมแบบเปิดและปิด

4.5 การทดสอบการเปลี่ยนค่าอัตราขยายของตัวควบคุมแบบพีไอดี

ขั้นตอนนี้เป็นการทดลองการทำงานในระบบควบคุมแบบพีไอดี โดยการทดสอบในขั้นตอนนี้เป็นการทดลองเปลี่ยนค่าตัวแปรทั้ง 3 ตัว ในระบบควบคุมแบบพีไอดี ในการคำนวณจะขึ้นอยู่กับค่าตัวแปรสามตัวคือค่าสัดส่วน (K_p), ปริพันธ์ (K_i) และอนุพันธ์ (K_d) โดยจะทำการทดสอบการเปลี่ยนค่าอัตราขยายแต่ละชนิดว่าจะมีผลต่อระบบอย่างไร

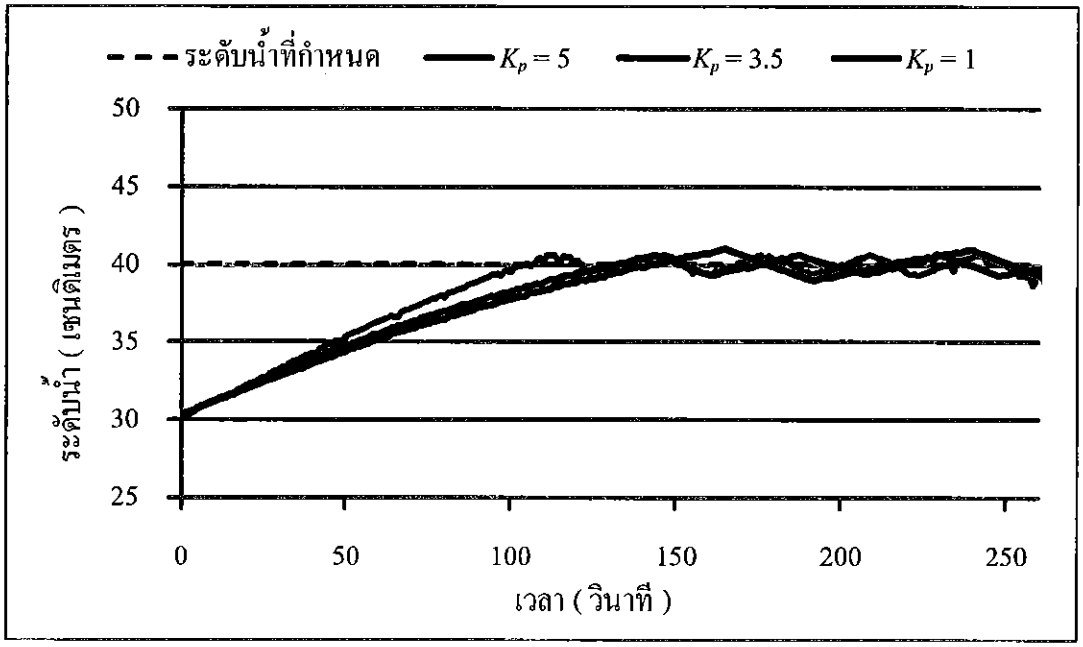
โดยในการทดลองนี้กำหนดให้ค่าเริ่มต้นของตัวแปรทั้งสาม คือ $K_p = 1$, $K_i = 0.01$, $K_d = 0$ โดยให้ระดับน้ำเริ่มต้นการทดลองอยู่ที่ 30 เซนติเมตร และให้ค่าระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้อยู่ที่ 40 เซนติเมตร ผลตอบสนองที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแบบจำลองที่ค่าอัตราขยายเริ่มต้น

4.5.1 กรณีการเปลี่ยนค่าตัวแปรควบคุมเฉพาะค่า K_p

เริ่มทำการทดลองโดยให้ค่าระดับน้ำเริ่มต้นการทดลองอยู่ที่ 30 เซนติเมตร และกำหนดให้ค่าระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้อยู่ที่ 40 เซนติเมตร โดยกำหนดค่าตัวแปรควบคุมพีไอดีเริ่มต้นที่ $K_p = 1$, $K_i = 0.01$ และ $K_d = 0$ บันทึกผลที่ได้ จากนั้นทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนเฉพาะค่าตัวแปรควบคุม K_p เป็น 3.5 และ 5 ตามลำดับแสดงผลดังรูปที่ 4.11

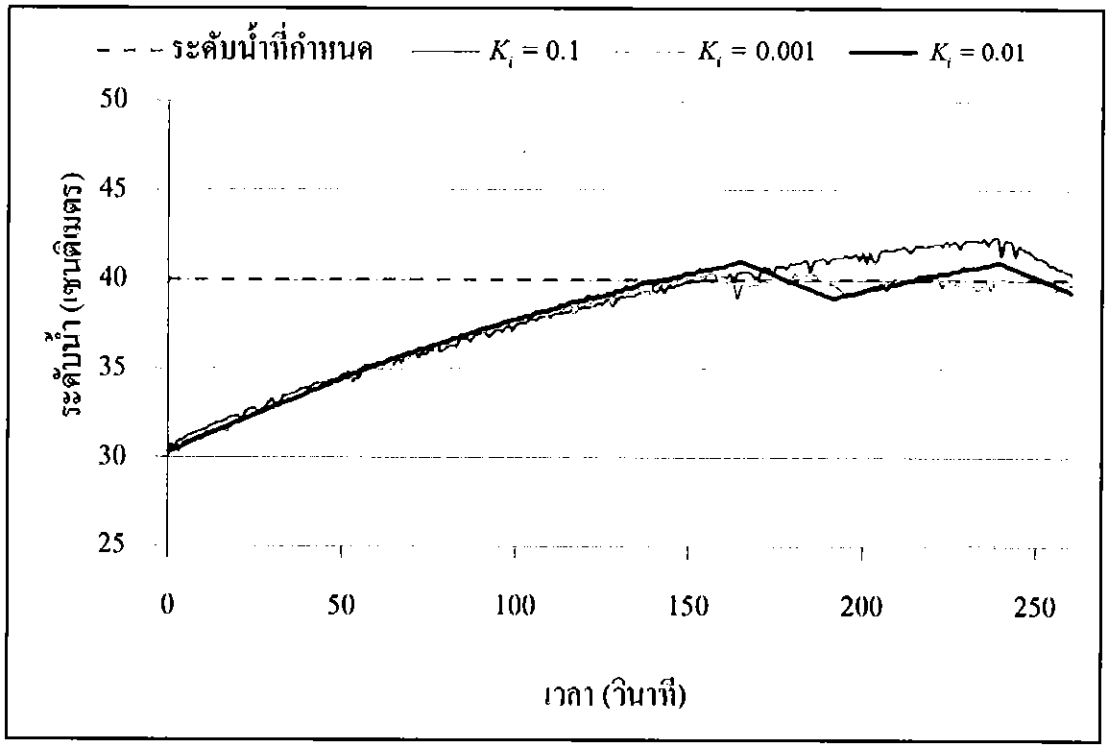


รูปที่ 4.11 ผลที่ได้จากการเปลี่ยนค่าอัตราขยาย K_p

จากรูปที่ 4.11 กราฟเส้นสีแดงปรับค่าอัตราขยายเป็น $K_p = 1$, $K_i = 0.01$, $K_d = 0$ (เริ่มต้น) กราฟเส้นสีน้ำเงินปรับค่าอัตราขยายเป็น $K_p = 5$, $K_i = 0.01$, $K_d = 0$ และกราฟเส้นสีเขียวปรับค่าอัตราขยายเป็น $K_p = 5$, $K_i = 0.01$, $K_d = 0$ จะเห็นว่าค่าตัวแปรควบคุม K_p ที่ต่างกัน การปรับค่าให้ตัวแปรควบคุม K_p ที่มีค่าสูงส่งผลให้ระดับน้ำเข้าสู่ค่าที่ผู้ใช้กำหนดได้เร็วขึ้น ในขณะเดียวกันถ้ามีการปรับค่าตัวแปรควบคุม K_i และ K_d ที่ไม่เหมาะสมแม้จะปรับค่าตัวแปรควบคุม K_p ให้มีค่าสูง ระดับน้ำจะมีค่าพุ่งเกินและไม่เข้าสู่ค่าที่ผู้ใช้กำหนดไว้

4.5.2 กรณีการเปลี่ยนค่าตัวแปรควบคุมเฉพาะค่า K_i

เริ่มทำการทดลองโดยให้ค่าระดับน้ำเริ่มต้นการทดลองอยู่ที่ 30 เซนติเมตร และกำหนดให้ค่าระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้อยู่ที่ 40 เซนติเมตร โดยกำหนดค่าตัวแปรควบคุมพีไอดีเริ่มต้นที่ $K_p = 1$, $K_i = 0.01$ และ $K_d = 0$ บันทึกผลที่ได้ จากนั้นทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนเฉพาะค่าตัวแปรควบคุม K_i เป็น 0.1 และ 0.001 ตามลำดับแสดงผลดังรูปที่ 4.12

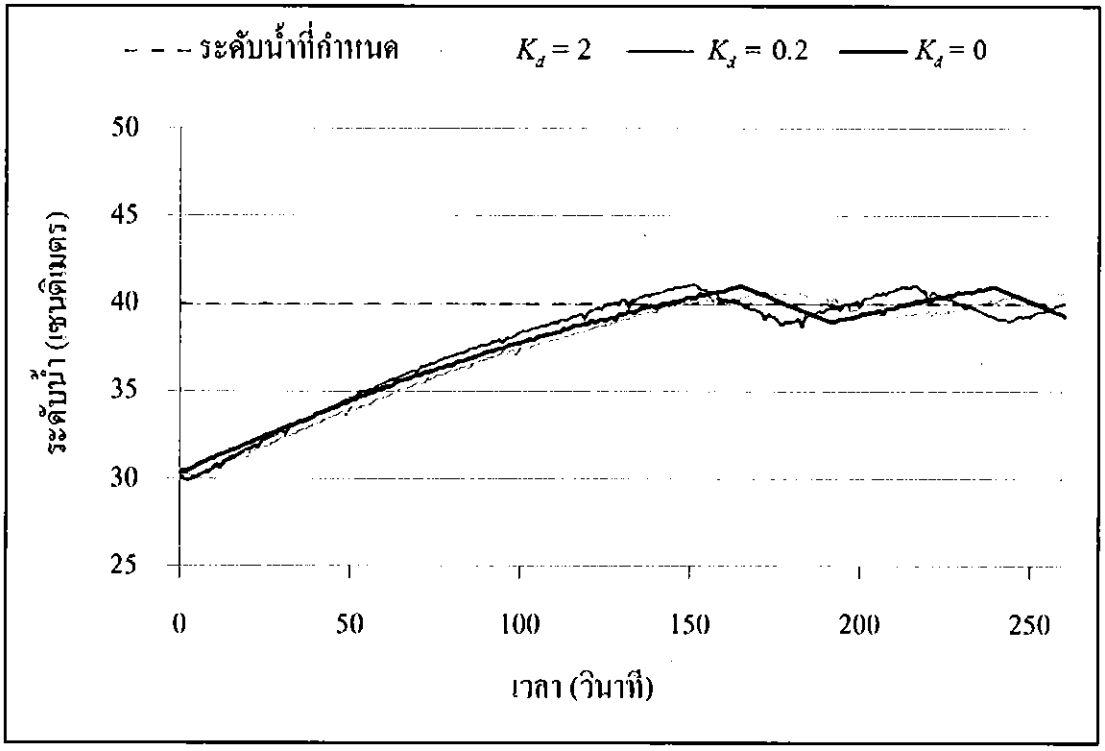


รูปที่ 4.12 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย K_i

จากรูปที่ 4.12 กราฟเส้นสีแดงปรับค่าอัตราขยายเป็น $K_p = 1$, $K_i = 0.01$, $K_d = 0$ (เริ่มต้น) กราฟเส้นสีน้ำเงินปรับค่าอัตราขยายเป็น $K_p = 1$, $K_i = 0.1$, $K_d = 0$ และกราฟเส้นสีเขียวปรับค่าอัตราขยายเป็น $K_p = 1$, $K_i = 0.001$, $K_d = 0$ จะเห็นว่าค่าตัวแปรควบคุม K_i ที่ต่างกัน การปรับค่าให้ตัวแปรควบคุม K_i ที่มีค่าสูงจะส่งผลให้ระดับน้ำมีค่าพุ่งเกินและไม่เข้าสู่ค่าที่ผู้ใช้กำหนดไว้ ในขณะเดียวกันถ้ามีการปรับค่าตัวแปรควบคุม K_i ที่มีค่าต่ำส่งผลให้ระดับน้ำไม่มีค่าพุ่งเกินและเข้าสู่ค่าที่ผู้ใช้กำหนดได้เร็วขึ้น

4.5.3 กรณีการเปลี่ยนค่าตัวแปรควบคุมเฉพาะค่า K_d

เริ่มทำการทดลองโดยให้ค่าระดับน้ำเริ่มต้นการทดลองอยู่ที่ 30 เซนติเมตร และกำหนดให้ค่าระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้อยู่ที่ 40 เซนติเมตร โดยกำหนดค่าตัวแปรควบคุมพีไอดีเริ่มต้นที่ $K_p = 1$, $K_i = 0.01$ และ $K_d = 0$ บันทึกผลที่ได้ จากนั้นทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนเฉพาะค่าตัวแปรควบคุม K_d เป็น 0.2 และ 2 ตามลำดับแสดงผลดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย K_d

จากรูปที่ 4.13 กราฟเส้นสีแดงปรับค่าอัตราขยายเป็น $K_p = 1$, $K_i = 0.01$, $K_d = 0$ (เริ่มต้น) กราฟเส้นสีน้ำเงินปรับค่าอัตราขยายเป็น $K_p = 1$, $K_i = 0.01$, $K_d = 0.2$ และกราฟเส้นสีเขียวปรับค่าอัตราขยายเป็น $K_p = 1$, $K_i = 0.01$, $K_d = 2$ จะเห็นว่าค่าตัวแปรควบคุม K_d ที่ต่างกันไม่มีผลกับระบบมากนัก สำหรับระบบที่มีค่าตัวแปรควบคุม K_p และ K_i ที่เหมาะสม การปรับค่าตัวแปรควบคุม K_d จะช่วยทำให้สัญญาณเอาต์พุตที่ถูกส่งไปควบคุมปั๊มมีการแกว่งที่น้อย แต่ถ้าปรับค่าตัวแปรควบคุม K_d มีค่าที่สูงเกินจะส่งผลให้สัญญาณเอาต์พุตเกิดการแกว่งมากขึ้นระบบจึงไม่สามารถทำงานได้

4.6 การหาค่าพีไอดีที่เหมาะสมด้วยวิธีลองผิดลองถูก

การหาค่าพีไอดีที่เหมาะสมเพื่อควบคุมระดับน้ำให้อยู่ในระดับที่ผู้ใช้กำหนดด้วยวิธีลองผิดลองถูก (Trial and Error) ทำได้โดย

1. ต่อระบบควบคุมแบบวงรอบปิดด้วยตัวควบคุมแบบพี

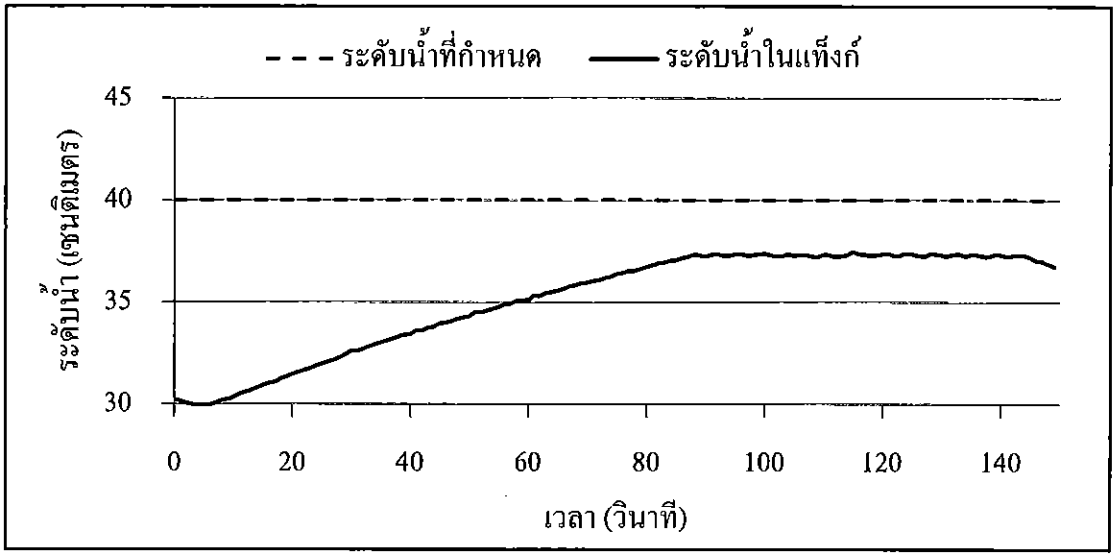
2. ปรับค่าอัตราขยายให้สูงขึ้นเรื่อยๆ สังเกตผลตอบสนองที่ได้

3. ถ้าปรับค่าอัตราขยายให้สูงขึ้นเรื่อยๆแล้วผลตอบสนองที่ได้ไม่มีการพุ่งเกิน ให้สังเกตดูว่าระบบมีค่าความผิดพลาดในสภาวะคงตัวหรือไม่ ถ้าไม่มีค่าความผิดพลาดในสภาวะคงตัวให้ใช้ตัวควบคุมแบบพีอย่างเดียว โดยปรับค่าอัตราขยายของตัวควบคุมแบบพีให้มีค่าสูง แต่ถ้ามีค่าความผิดพลาดในสภาวะคงตัวก็ให้ใช้ตัวควบคุมแบบพีไอ โดยปรับค่าอัตราขยายของตัวควบคุมแบบพีให้มีค่าสูงพอประมาณ แล้วจึงปรับค่าอัตราขยายของตัวควบคุมแบบไอจนกระทั่งค่าความผิดพลาดในสภาวะคงตัวมีค่าที่ต่ำ

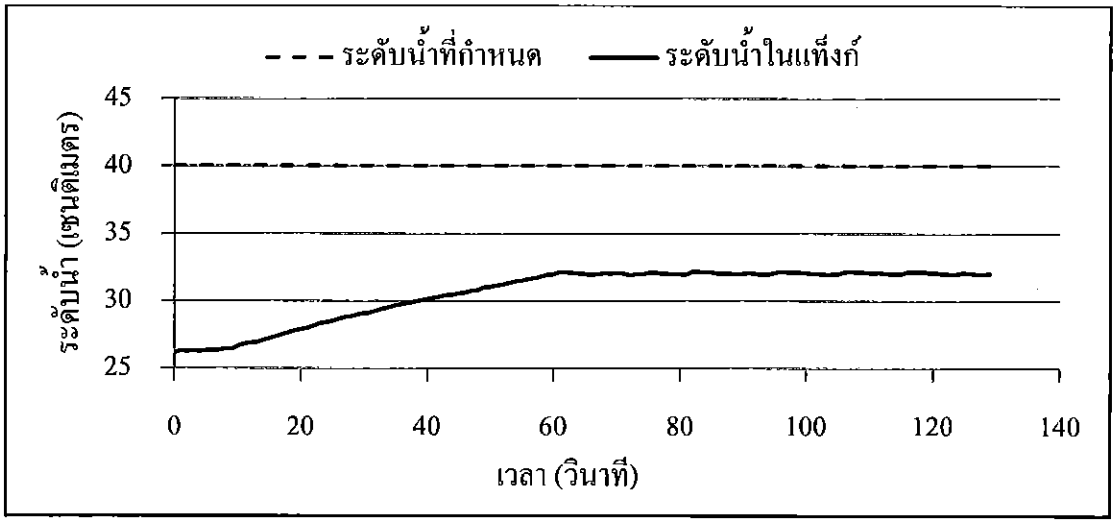
4. ถ้าผลตอบสนองที่ได้มีการพุ่งเกินของผลตอบสนองของระบบ และถ้าต้องการลดการพุ่งเกินของผลตอบสนองเพียงอย่างเดียวโดยยอมรับค่าความผิดพลาดในสภาวะคงตัวได้ ให้ใช้ตัวควบคุมแบบพีดี โดยปรับค่าอัตราขยายพีให้สูงพอประมาณ จนกระทั่งได้ค่าความผิดพลาดในสภาวะคงตัวเป็นที่พอใจ แล้วจึงค่อยปรับค่าอัตราขยายของตัวควบคุมแบบดีเพื่อลดการพุ่งเกินของผลตอบสนอง แต่ถ้าต้องการปรับทั้งความเร็วและการพุ่งเกินของผลตอบสนอง รวมไปถึงค่าความผิดพลาดในสภาวะคงตัว ให้ใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดี โดยปรับค่าอัตราขยายพีให้สูงพอประมาณ จนกระทั่งได้ค่าความผิดพลาดในสภาวะคงตัวเป็นที่พอใจ แล้วจึงปรับค่าอัตราขยายของตัวควบคุมแบบดี และตัวควบคุมแบบไอ เพื่อลดการพุ่งเกินของผลตอบสนองของระบบและปรับความเร็วการเข้าสู่ค่าที่ผู้ใช้กำหนด

4.6.1 ตัวควบคุมชนิดพี

การทดลองนี้เป็นการปรับค่า K_p เพื่อให้ผลตอบสนองของระบบเข้าสู่ค่าที่ผู้ใช้กำหนด จากการลองปรับค่า $K_p = 10$ และ $K_p = 30$ โดยระดับน้ำที่ต้องการรักษาคือ 40 เซนติเมตร ผลตอบสนองที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.14 และรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.14 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย $K_p = 10$

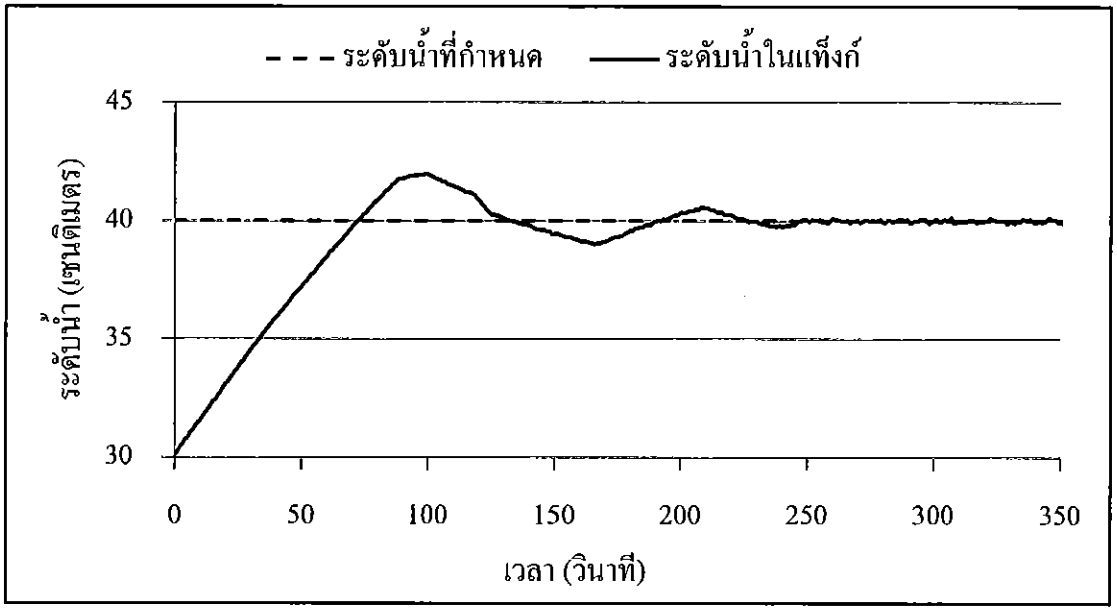


รูปที่ 4.15 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย $K_p = 30$

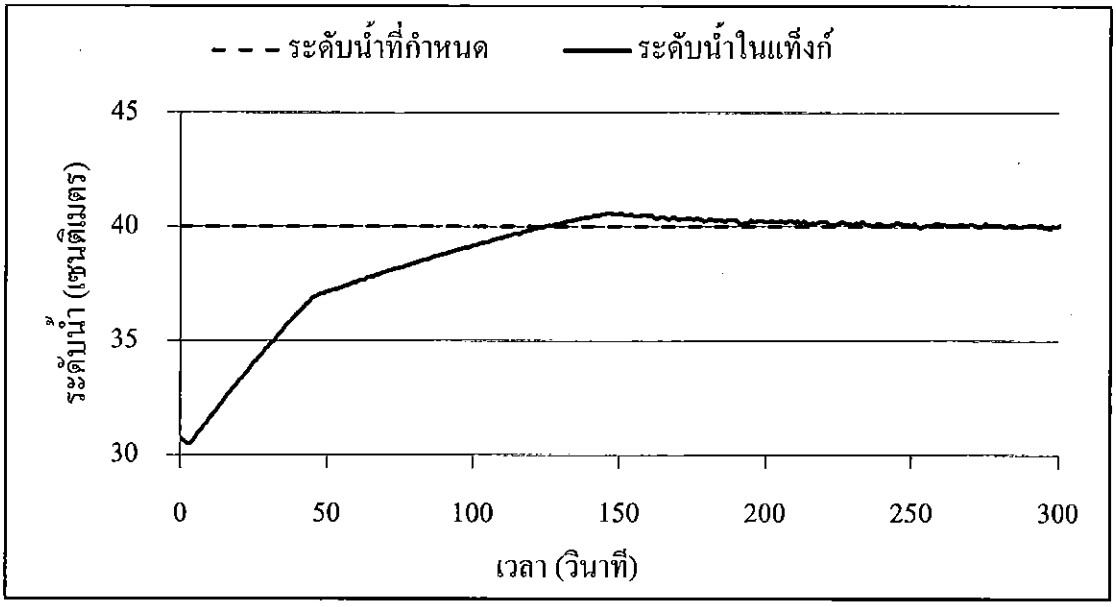
จากรูปที่ 4.14 และรูปที่ 4.15 จะเห็นว่าระบบควบคุมแบบพีไม่สามารถทำให้ระดับน้ำภายในแท็งก์เข้าสู่ค่าที่ผู้ใช้กำหนดได้ จึงไม่สามาถนำตัวควบคุมแบบพีมาใช้ควบคุมระบบนี้ได้

4.6.2 ตัวควบคุมชนิดพีไอ

การทดลองนี้เป็นการปรับค่า K_p และ K_i เพื่อให้ผลตอบสนองของระบบเข้าสู่ค่าที่ผู้ใช้กำหนด จากการลองปรับค่า $K_p = 5$, $K_i = 0.1$ และ $K_p = 10$, $K_i = 1$ โดยระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้คือ 40 เซนติเมตร ผลตอบสนองที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.16 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย $K_p = 5$, $K_i = 0.1$

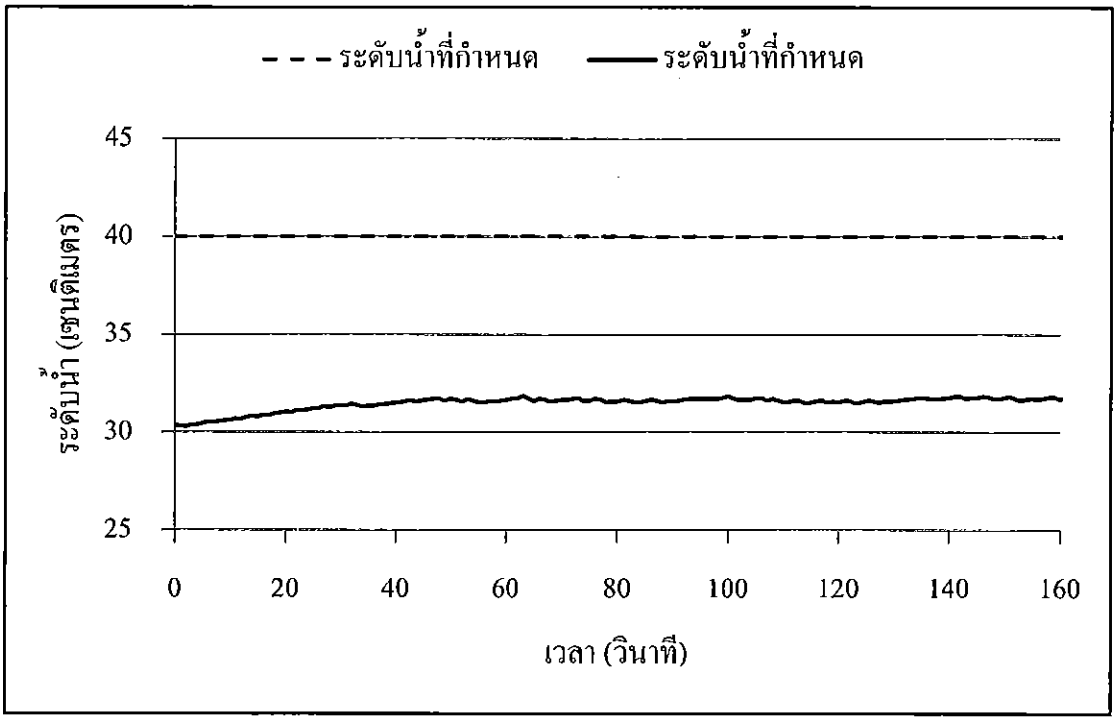


รูปที่ 4.17 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย $K_p = 10$, $K_i = 1$

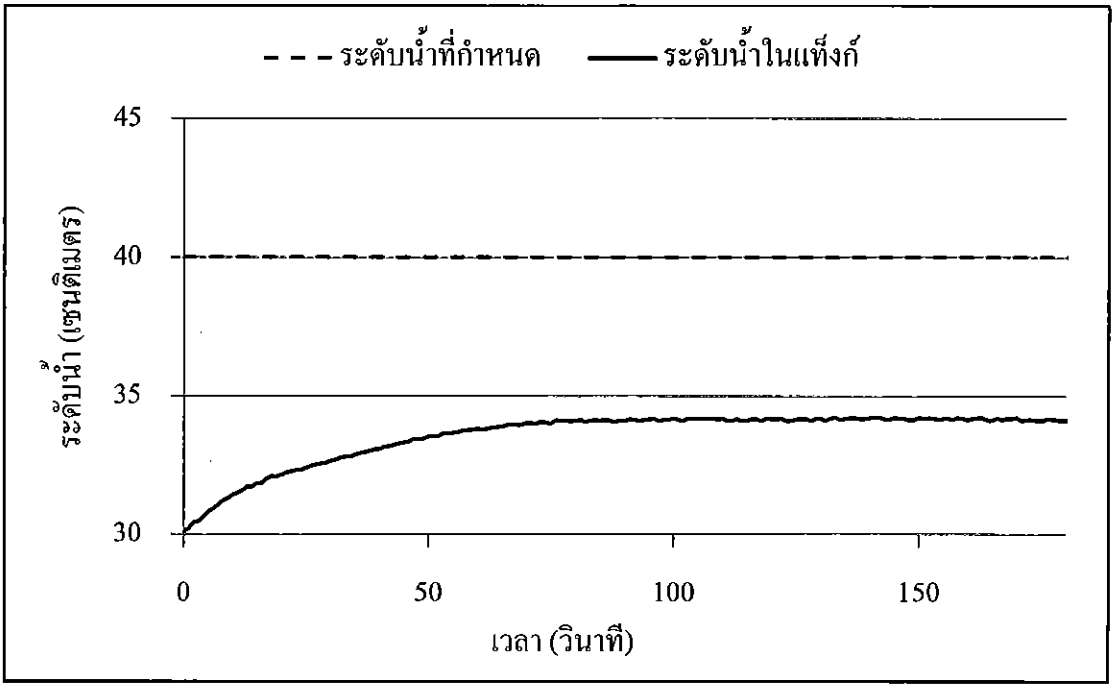
จากรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17 จะเห็นว่าระบบควบคุมแบบพีไอสามารถรักษาระดับน้ำให้อยู่ในระดับที่ผู้ใช้กำหนดได้ แต่จะมีค่าพุ่งเกินของระบบเกิดขึ้น และจะใช้เวลานานในการทำให้ระดับน้ำเข้าสู่ค่าที่ผู้ใช้กำหนด

4.6.3 ตัวควบคุมชนิดพีดี

การทดลองนี้เป็นการปรับค่า K_p และ K_d เพื่อให้ผลตอบสนองของระบบเข้าสู่ค่าที่ผู้ใช้กำหนด จากการลองปรับค่า $K_p = 5, K_d = 0.2$ และ $K_p = 10, K_d = 0.1$ โดยระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้คือ 40 เซนติเมตร ผลตอบสนองที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.18 และรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.18 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย $K_p = 5,\ K_d = 0.2$



รูปที่ 4.19 ผลที่ได้จากการปรับค่าอัตราขยาย $K_p = 10,\ K_d = 0.1$

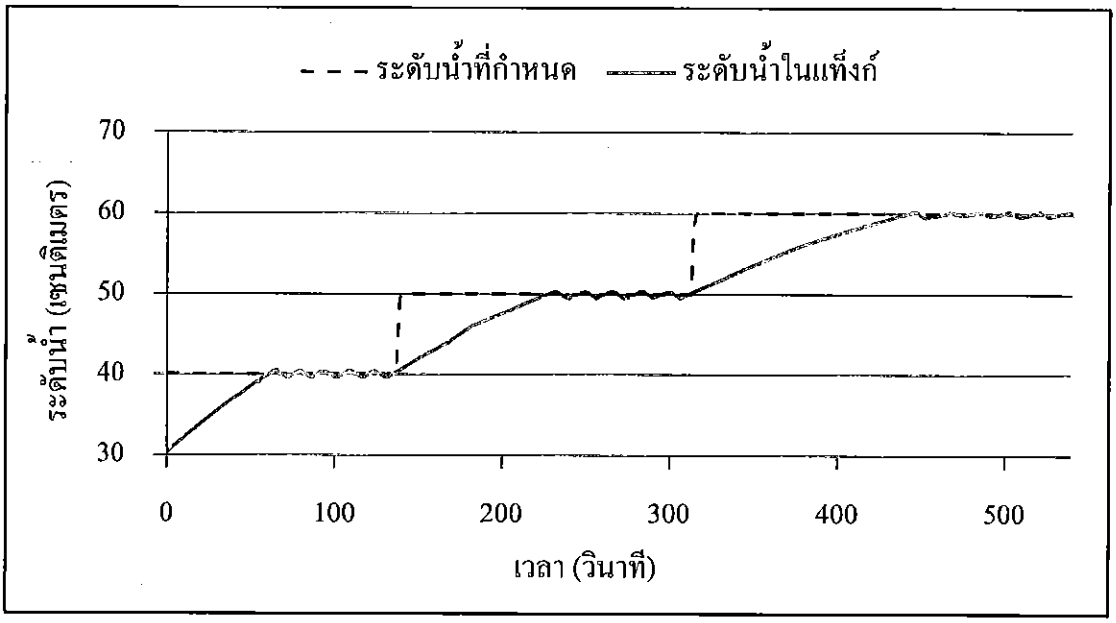
จากรูปที่ 4.18 และรูปที่ 4.19 จะเห็นว่าระบบควบคุมแบบพีดีไม่สามารถทำให้ระดับน้ำภายในแท็งก์เข้าสู่ค่าผู้ใช้กำหนดไว้ได้ จึงไม่สามาถนำตัวควบคุมแบบพีดีมาใช้ควบคุมระบบนี้ได้ เช่นเดียวกับระบบควบคุมแบบพี

4.6.4 ตัวควบคุมชนิดพีไอดี

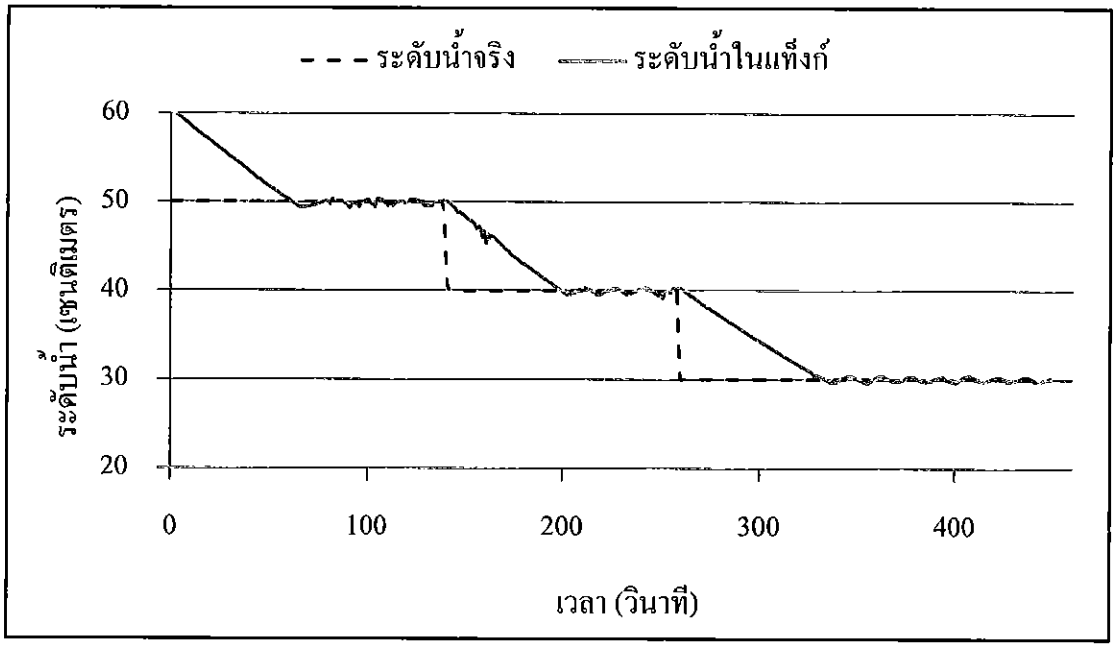
จากการหาค่าพีไอดีที่เหมาะสมด้วยวิธีลองผิดลองถูก ทางผู้จัดทำได้ค่าพีไอดีที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมระดับน้ำให้อยู่ในระดับที่กำหนดมา 3 ค่าดังนี้

1) $K_p = 3.5,\ K_i = 0.001,\ K_d = 0.2$

จากการลองปรับค่า $K_p = 3.5,\ K_i = 0.001,\ K_d = 0.2$ โดยกำหนดให้ระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้ที่ขาขึ้นคือ 40 เซนติเมตร, 50 เซนติเมตร และ 60 เซนติเมตร ส่วนระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้ที่ขาลงคือ 50 เซนติเมตร, 40 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร แสดงผลดังรูปที่ 4.20 (ก) และ (ข)



(ก)

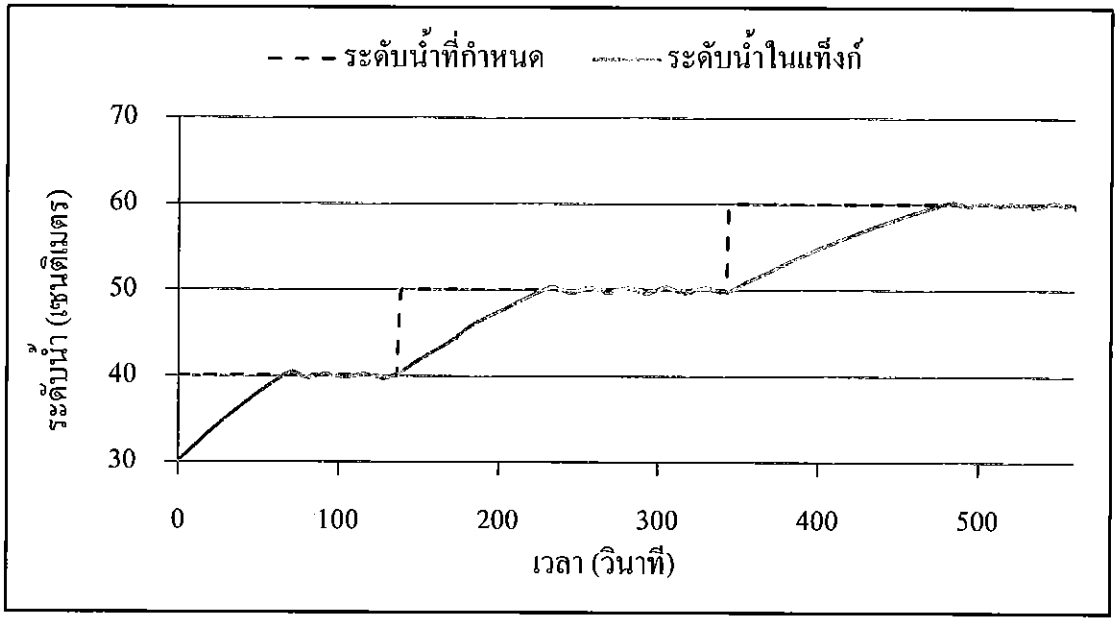


(ข)

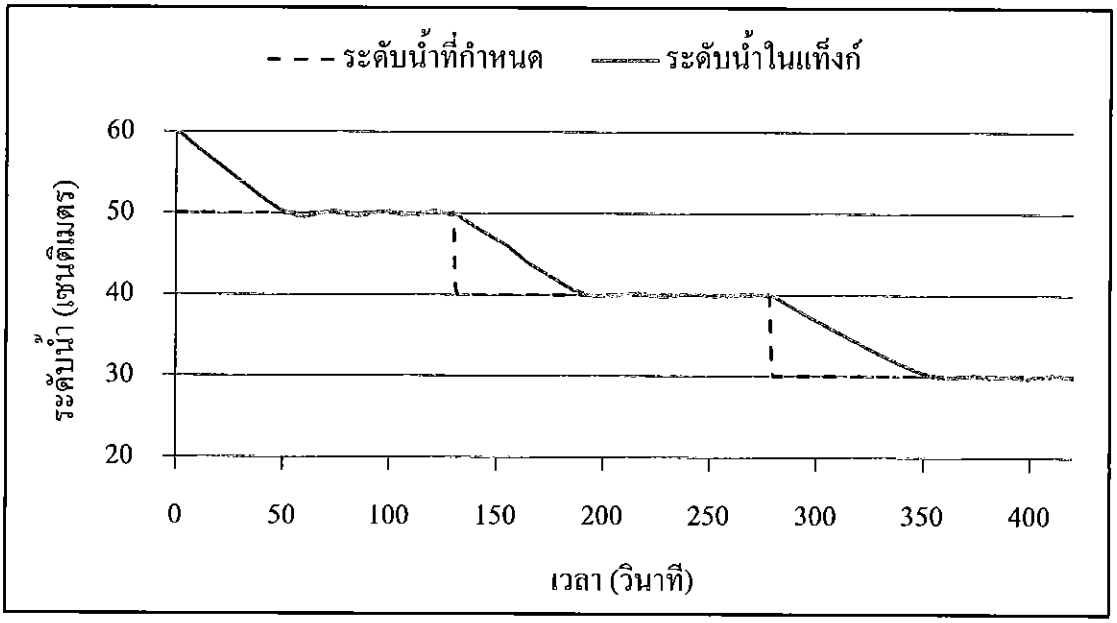
รูปที่ 4.20 ผลตอบสนองของระบบจากค่า $K_p = 3.5$, $K_i = 0.001$, $K_d = 0.2$

2) $K_p = 8,\ K_i = 0.005,\ K_d = 0.3$

จากการลองปรับค่า $K_p = 8,\ K_i = 0.005,\ K_d = 0.3$ โดยกำหนดให้ระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้ที่ขาขึ้นคือ 40 เซนติเมตร, 50 เซนติเมตร และ 60 เซนติเมตร ส่วนระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้ที่ขาลงคือ 50 เซนติเมตร, 40 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร แสดงผลดังรูปที่ 4.21 (ก) และ (ข)



(ก)

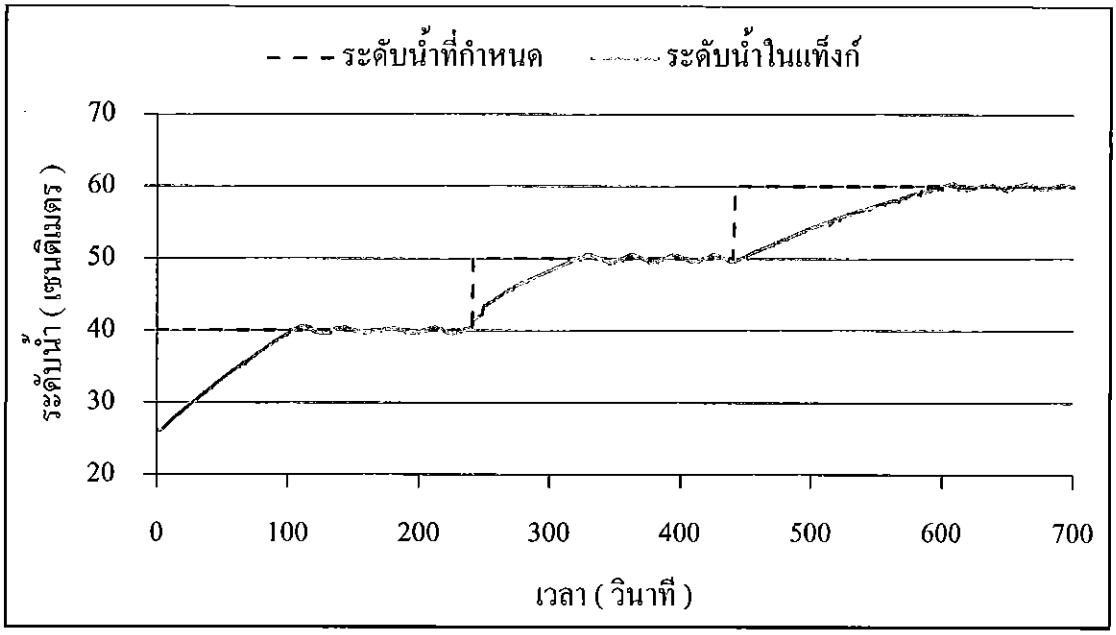


(ข)

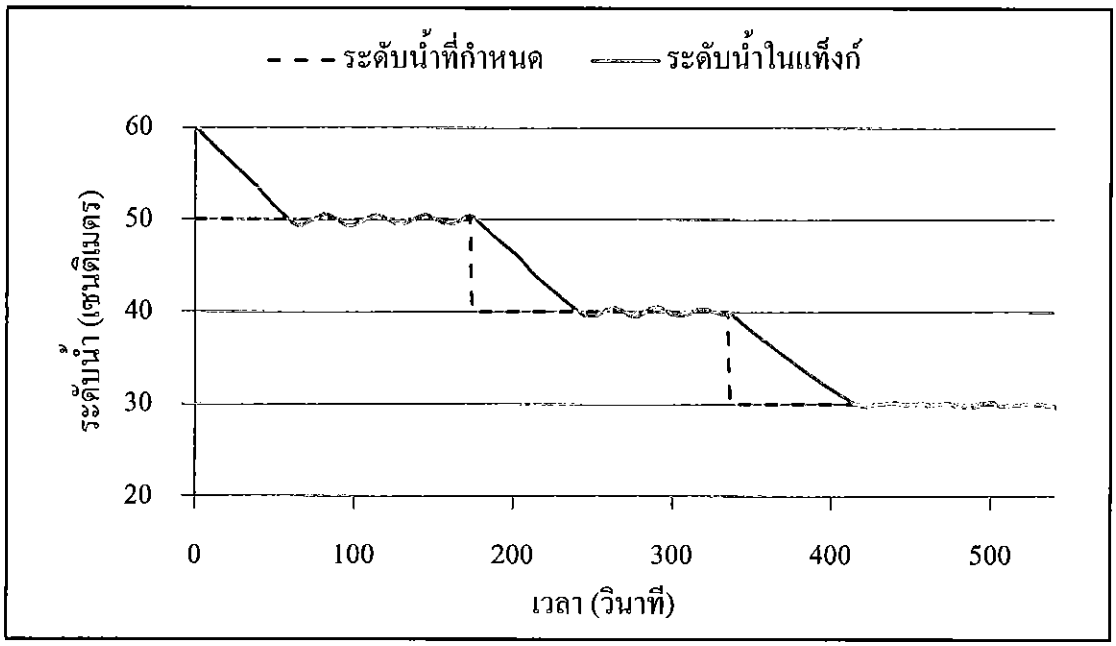
รูปที่ 4.21 ผลตอบสนองของระบบจากค่า $K_p = 8,\ K_i = 0.005,\ K_d = 0.3$

3) $K_p = 10,\ K_i = 0.015,\ K_d = 0.02$

จากการลองปรับค่า $K_p = 10,\ K_i = 0.015,\ K_d = 0.2$ โดยกำหนดให้ระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้ที่ขาขึ้นคือ 40 เซนติเมตร, 50 เซนติเมตร และ 60 เซนติเมตร ส่วนระดับน้ำที่ต้องการรักษาไว้ที่ขาลงคือ 50 เซนติเมตร, 40 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร แสดงผลดังรูปที่ 4.22 (ก) และ (ข)



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.22 ผลตอบสนองของระบบจากค่า $K_p = 10,\ K_i = 0.015,\ K_d = 0.02$

จากผลการทดสอบตัวควบคุมชนิดพีไอดีทั้งสามค่า จะเห็นว่าระบบสามารถรักษาระดับน้ำให้อยู่ในระดับที่ผู้ใช้งานกำหนดได้ มีค่าความผิดพลาดที่น้อย ไม่มีค่าพุ่งเกินของระบบ สามารถเปลี่ยนค่าระดับน้ำภายในแท็งก์ที่ผู้ใช้ต้อการได้ และใช้เวลาน้อยในการเข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ แบบจำลองนี้จึงเหมาะกับการใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดีมากกว่าตัวควบคุมแบบพี แบบพีไอ และแบบพีดี

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะเป็นการสรุปผลการทดลองระบบควบคุมระดับน้ำแบบพีไอดี ผ่านโปรแกรมแลบวิว จากการดำเนินโครงงานสามารถสรุปผลและแสดงปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งข้อเสนอแนะในการนำโครงงานไปพัฒนาต่อไปดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

ในโครงงานนี้ได้นำโปรแกรมแลบวิวมาใช้ในการควบคุมระบบการรักษาระดับน้ำเพื่อให้ได้ระดับน้ำที่กำหนด โดยผู้ใช้สามารถเลือกค่าระดับน้ำที่ต้องการควบคุมได้อยู่ในช่วง 20 ถึง 80 เซนติเมตร

ในการทดลองได้ทำการทดสอบเปลี่ยนค่าตัวแปรควบคุมแบบพีไอดี เพื่อดูผลการทดลองที่เปลี่ยนแปลงและหาค่าที่เหมาะสมกับแบบจำลอง จากการทดลองพบว่าการควบคุมระดับน้ำในแบบจำลองโดยใช้ปั๊มน้ำเป็นตัวควบคุม อัตราการปั๊มของปั๊มน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามค่าความผิดพลาดในแบบจำลองเทียบกับค่าระดับน้ำที่กำหนดไว้

ค่าอัตราขยายในการควบคุมที่ดีที่สุดทั้ง 3 ค่า ได้แก่ K_p, K_i และ K_d ซึ่งทดลองหาตามวิธีแบบลองผิดลองถูก สามารถนำมาควบคุมระบบได้ดี มีค่าความผิดพลาดที่น้อยประมาณ 0.94 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีค่าพุ่งเกินของระบบ ใช้เวลาน้อยในการเข้าสู่สภาวะคงที่ของระบบ และสามารถทำการปรับเปลี่ยนค่าระดับน้ำได้ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

เนื่องจากแบบจำลองมีขนาดกว้างและสูง จึงทำให้ระดับน้ำมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างช้า และปั๊มน้ำที่ใช้เป็นปั๊มน้ำกระแสตรงขนาดเล็กจึงยากที่จะควบคุมอัตราการไหลของปั๊ม เพราะถ้าแรงดันต่ำเกินไปจะทำให้ปั๊มมีแรงขับเคลื่อนไม่พอที่จะสูบน้ำเข้าสู่แท็งก์น้ำหลัก ถ้าหากเลือกปั๊มน้ำที่มีแรงดันและกระแสพิกัดที่สูงเกินไป ไอซีขับมอเตอร์จะทนค่ากระแสไม่ไหวจะทำให้เกิดความร้อนและเกิดความเสียหายได้ แนวทางการแก้ไขคือ ลดขนาดของแบบจำลองลงมา และลดอัตราการปล่อยน้ำออกจากแท็งก์น้ำเพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมระดับน้ำภายในแท็งก์

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาต่อไป

เพื่อพัฒนาการควบคุมระบบการรักษาระดับน้ำด้วยโปรแกรมแลบวิวให้ใช้งานกับสภาพแวดล้อมจริงและเหมาะสมที่สุด ผลที่ได้จากการทดลองในโครงงานนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กับการควบคุมระบบในแบบต่างๆ ทั้งระดับน้ำ หรืออุณหภูมิ สามารถนำไปต่อยอดการใช้งานได้จริง หากต้องการระบบที่มีประสิทธิภาพมากกว่านี้ควรเลือกใช้ปั๊มน้ำแบบกระแสสลับ เพราะมีแรงขับเคลื่อนที่ดีกว่า และการปรับอัตราการไหลจะทำได้เสถียรกว่าปั๊มน้ำแบบกระแสตรง

เอกสารอ้างอิง

[1] ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง, "เริ่มต้นใช้งานโปรงแกรม Labview", สมาร์ทเลิร์นนิ่ง, กรุงเทพฯ, 2554.

[2] กิจไพบูลย์ ชีวพันธุศรี, "LabVIEW ซอฟต์แวร์เพื่อการพัฒนาระบบการวัดและควบคุม", ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 2554.

[3] ทบทวนความรู้: คอนโทรลเลอร์แบบ PID, สืบค้นเมื่อ 2 กุมพาพันธ์ พ.ศ. 2560 จาก http://eng.sut.ac.th/me/box/3_54/425311/02%20PID%20control%20design.pdf.

[4] สุชาติ จันทร์จรมานิตย์, "ระบบควบคุม", ศูนย์คัมภีร์ไฟฟ้า, สืบค้นเมื่อ 2 กุมพาพันธ์ พ.ศ. 2560 จาก http://suchart.rmutl.ac.th/04-220-308/04220308.php.

[5] เอกสารข้อมูลของ NI-USB 6008/6009, สืบค้นเมื่อ 19 ตุลาคมพ.ศ.2559 จาก http://www.ni.com/pdf/manuals/371303m.pdf.

[6] เซนเซอร์รับรู้ระดับน้ำ, สืบค้นเมื่อ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2559 จาก http://www.elecsensor.com/product.

[7] ปั๊มน้ำกระแสตรง, สืบค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2556 จาก http://www.thaiwatersystem.com/category.

[8] วงจรขับมอเตอร์ (L298n), สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคมพ.ศ.2560 จาก http://naringroup.blogspot.com/2016/03/robot-l298n-dual-h-bridge-motor.html.

[9] สุชาติ จันทร์จรมานิตย์, เอกสาร Control Systems, Principles of Feedback Control& PID Controller, วศ.บ., MEng, สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคมพ.ศ.2560 จาก http://suchart.rmutl.ac.th/04-220-308/CT_L06.pdf.

ภาคผนวก

เอกสารประกอบการเรียนการสอน
เพื่อการศึกษาในรายวิชา ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า 4

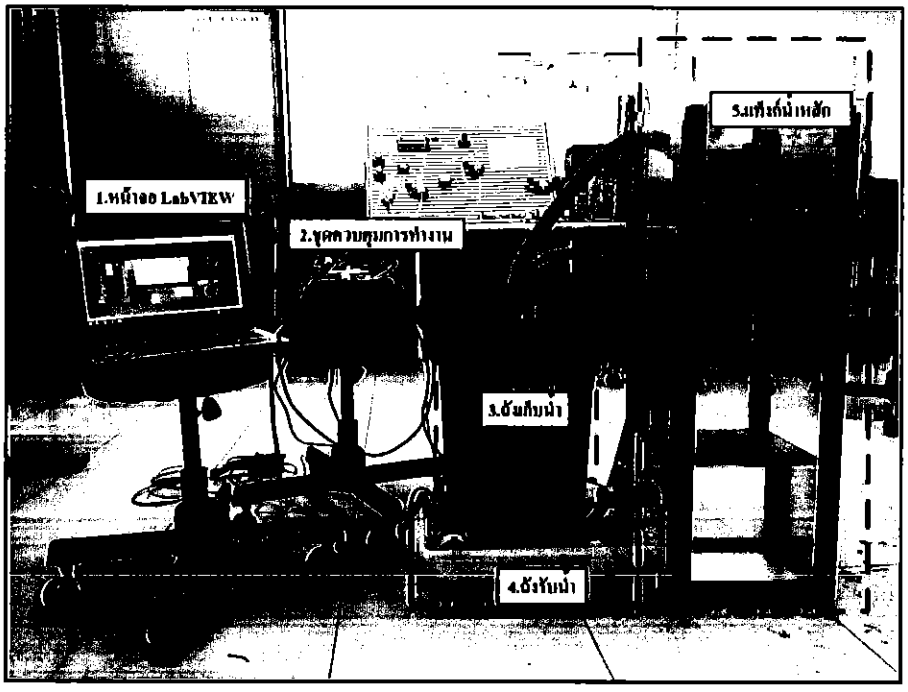
การทดลองที่ 1 การควบคุมแบบเปิดและปิด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการควบคุมแบบเปิดและปิด
2. เพื่อศึกษากราฟคุณลักษณะของการควบคุมแบบเปิดและปิด

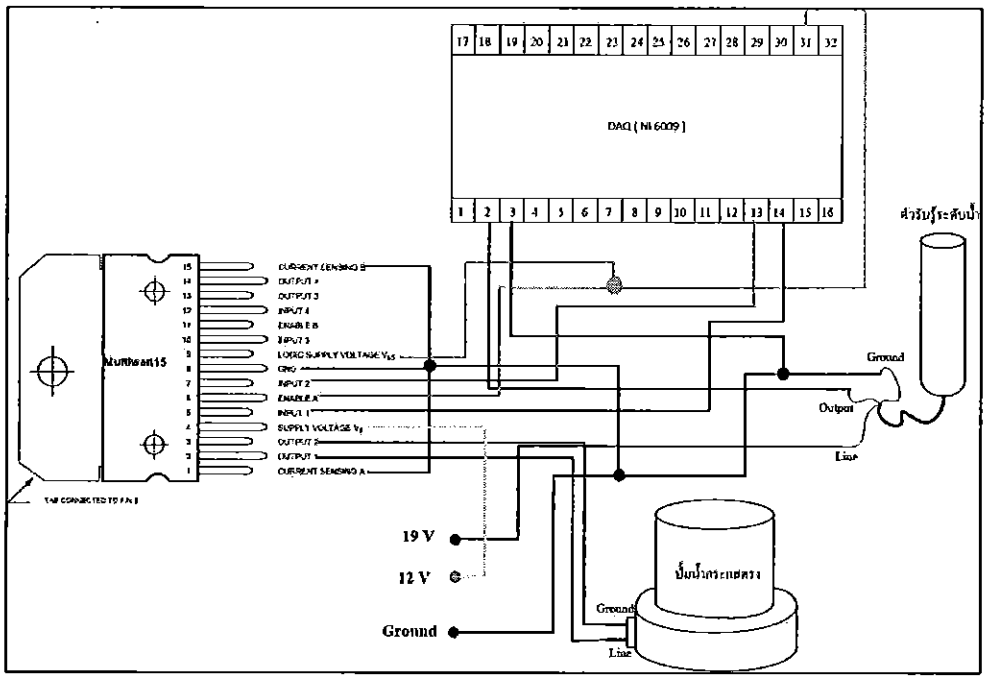
อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดควบคุมระดับน้ำแสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ชุดควบคุมระดับน้ำ

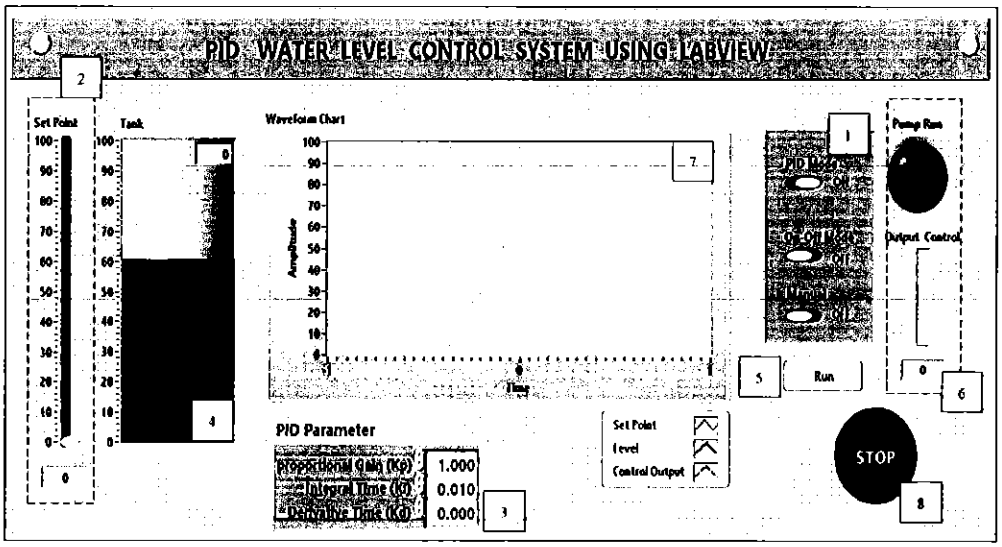
2. วงจรควบคุมแสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 วงจรควบคุมการทำงาน

<u>ขั้นตอนการทดลอง</u>

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 1.2
2. ต่อแหล่งจ่ายให้กับปั๊มน้ำและตัวรับรู้ระดับน้ำ
3. เข้าโปรแกรมแลบวิวแล้วเปิดหน้าจอการทำงานขึ้นมา แสดงดังรูปที่ 1.3
   - เลือกรูปแบบการทำงานเป็นแบบเปิดและปิด ที่หมายเลข 1
   - ตั้งค่าระดับน้ำที่ความสูง 40, 50 และ 60 เซนติเมตร ที่หมายเลข 2
   - จานั้นกด Run ที่หมายเลข 5 เพื่อเริ่มการทำงาน
4. เปิดวาล์วน้ำถึงจุดที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง
5. นำผลที่ได้จากทดลองบันทึกลงตาราง และเขียนกราฟ



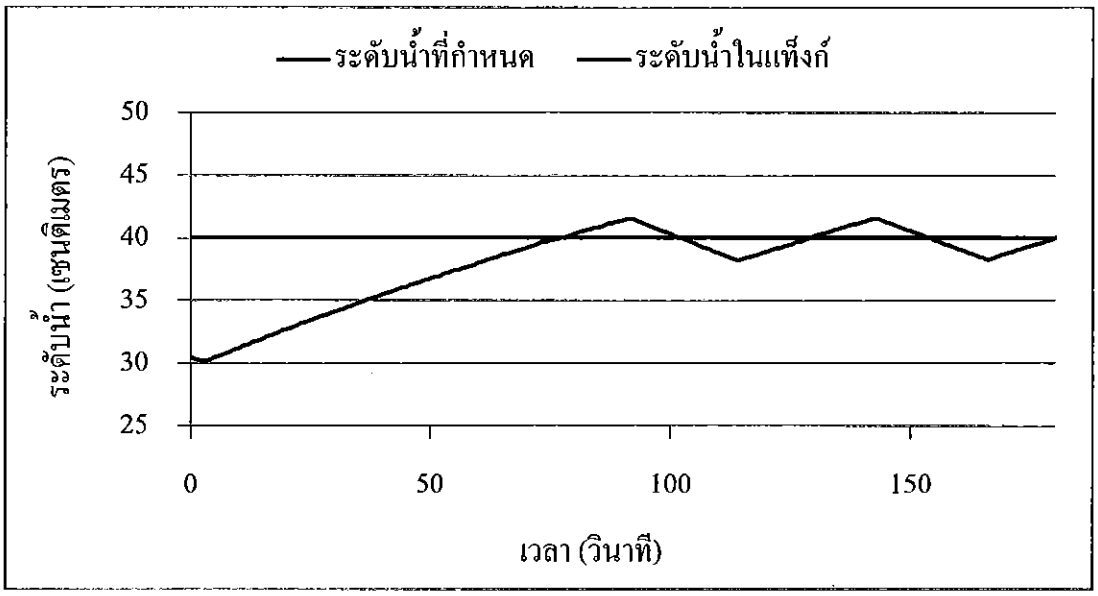
รูปที่ 1.3 หน้าจอการทำงานของโปรแกรมแลบวิว

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1.1 การควบคุมระดับน้ำในแท็งก์ที่ 40 เซนติเมตร

ตารางการทดลองที่ 1.1

เวลา (วินาที)	0	30	60	90	120	150	180
ระดับน้ำจริง	30	34.12	38.02	41.39	38.92	40.56	40.03

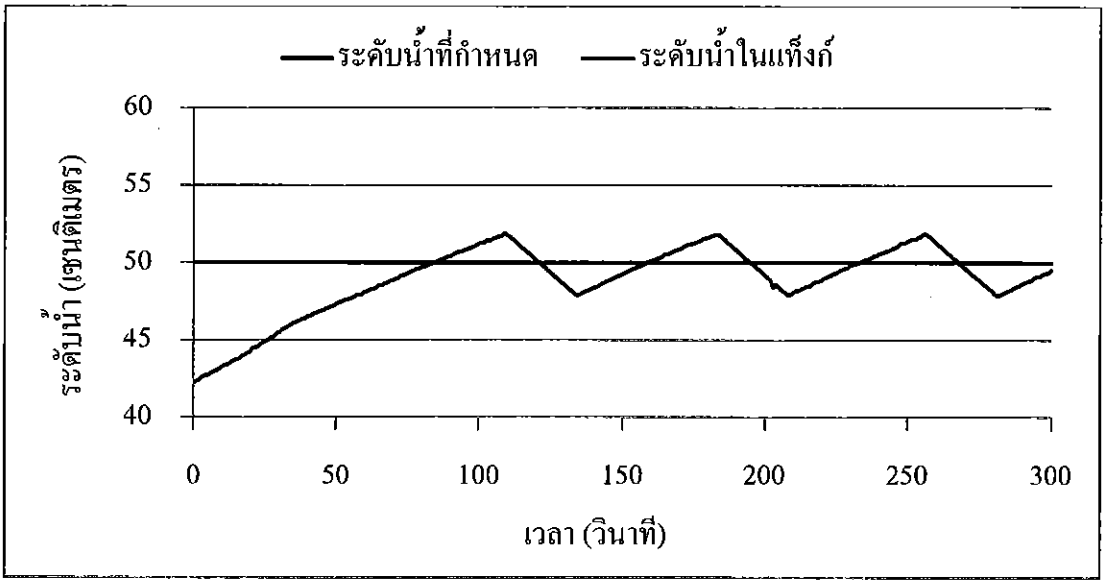


รูปที่ 1.4 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 1.1

การทดลองที่ 1.2 การควบคุมระดับน้ำในแท็งก์ที่ 50 เซนติเมตร

ตารางการทดลองที่ 1.2

เวลา (วินาที)	0	50	100	150	200	250	300
ระดับน้ำจริง	42.24	47.31	51.22	49.26	49.19	51.36	49.53

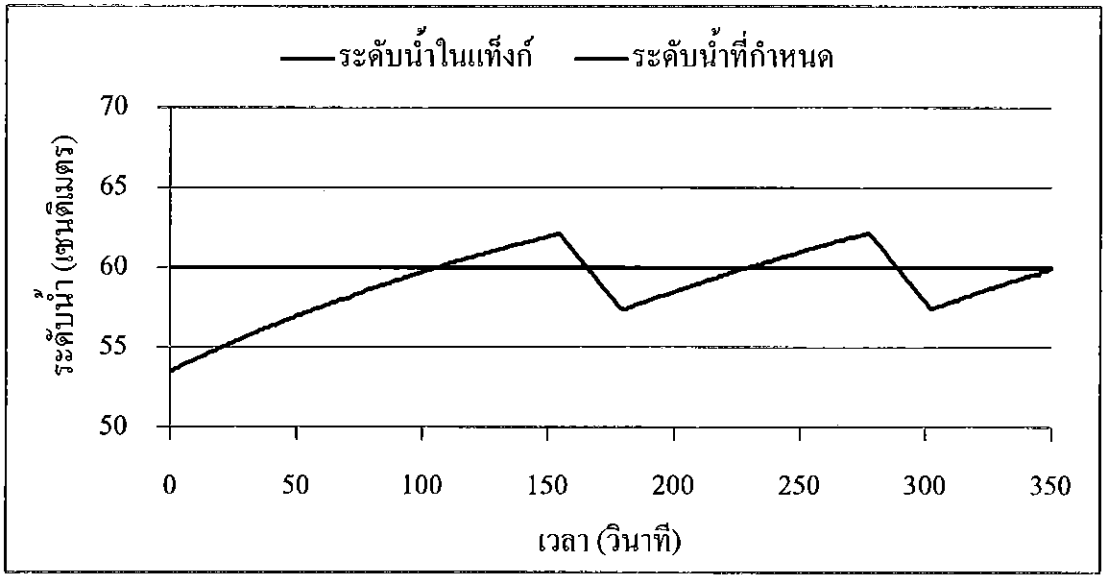


รูปที่ 1.5 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 1.2

การทดลองที่ 1.3 การควบคุมระดับน้ำในแท็งก์ที่ 60 เซนติเมตร

ตารางการทดลองที่ 1.3

เวลา (วินาที)	0	100	150	200	250	300	350
ระดับน้ำจริง	53.48	59.71	61.94	58.47	60.98	57.87	59.95



รูปที่ 1.6 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 1.3

สรุปผลการทดลอง

การควบคุมแบบเปิดและปิด เป็นการควบคุมที่ไม่สามารถปรับระดับการทำงานของปั๊มน้ำได้ทำให้ระดับน้ำเกิดการแก่วง จากกราฟผลการทดลองทั้ง 3 จะเห็นว่า เมื่อระดับน้ำที่กำหนดมีค่าที่สูงขึ้นค่าความผิดพลาดก็จะมากขึ้น รวมไปถึงเวลาการทำงานของระบบด้วย เพราะเมื่อระดับน้ำสูงขึ้นอัตราการไหลออกของน้ำก็จะแรงขึ้นด้วย

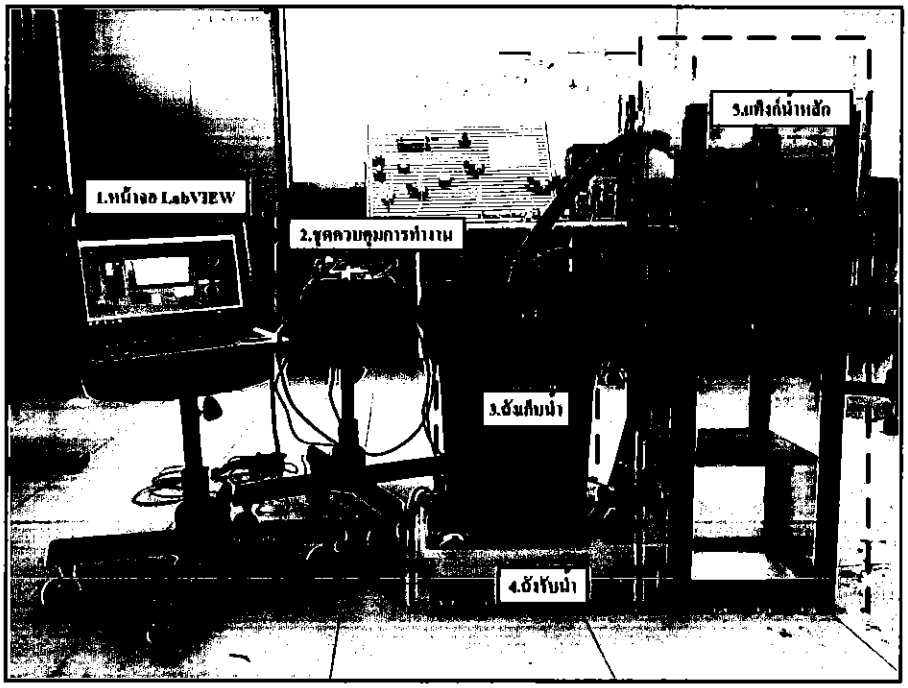
การทดลองที่ 2 การควบคุมแบบพีไอดี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการควบคุมแบบพีไอดี
2. เพื่อศึกษากราฟคุณลักษณะของการควบคุมแบบพีไอดี

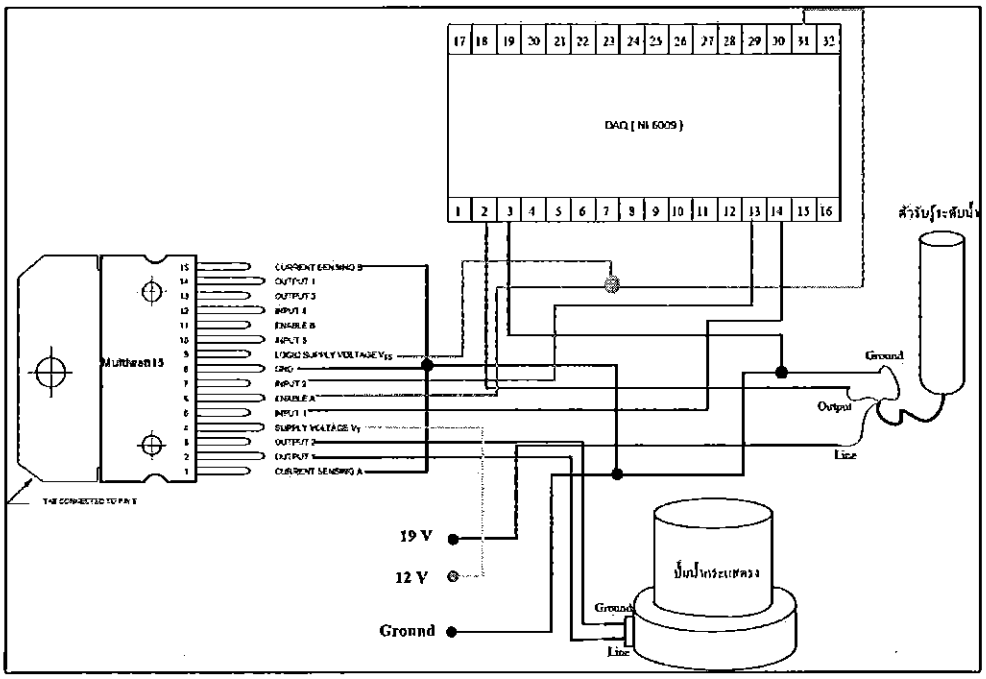
อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดควบคุมระดับน้ำแสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ชุดควบคุมระดับน้ำ

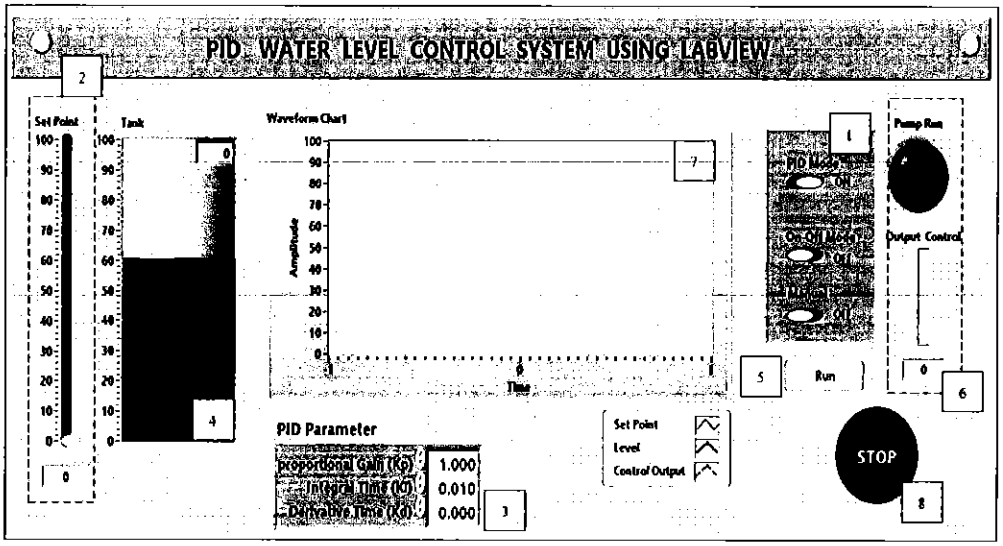
2. วงจรควบคุมแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 วงจรควบคุมการทำงาน

<u>ขั้นตอนการทดลอง</u>

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 2.2
2. ต่อแหล่งจ่ายให้กับปั๊มน้ำและตัวรับรู้ระดับน้ำ
3. เข้าโปรแกรมแลบวิวแล้วเปิดหน้าจอการทำงานขึ้นมา แสดงดังรูปที่ 2.3
   - เลือกรูปแบบการทำงานเป็นแบบพีไอดี ที่หมายเลข 1
   - กำหนดค่าตัวแปรควบคุมพีไอดี ที่หมายเลข 3 โดยให้ $K_P = 10$, $K_I = 0.01$, $K_D = 0.02$
   - ตั้งค่าระดับน้ำที่ความสูง 40, 50 และ 60 เซนติเมตร ที่หมายเลข 2
   - จานั้นกด Run ที่หมายเลข 5 เพื่อเริ่มต้นการทำงาน
4. เปิดวาล์วน้ำถึงจุดที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง
5. นำผลที่ได้จากทดลองบันทึกลงตาราง และเขียนกราฟ



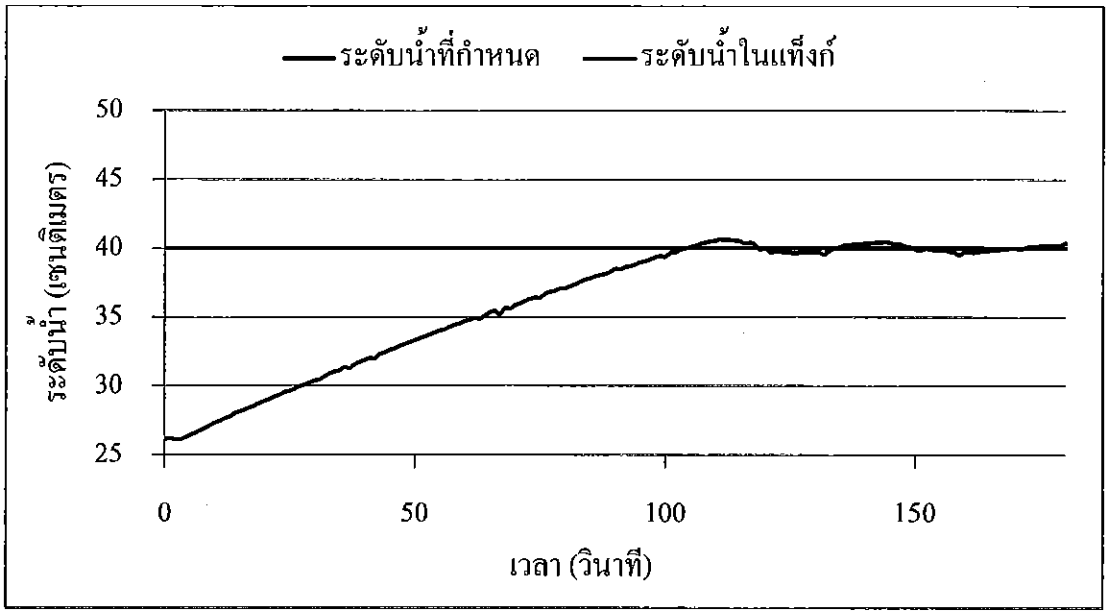
รูปที่ 2.3 หน้าจอการทำงานของโปรแกรมแลบวิว

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 2.1 การควบคุมระดับน้ำในแท็งก์ที่ 40 เซนติเมตร

ตารางการทดลองที่ 2.1

เวลา (วินาที)	0	30	60	90	120	150	180
ระดับน้ำจริง	26.15	30.41	34.7	38.51	40.02	39.97	40.38

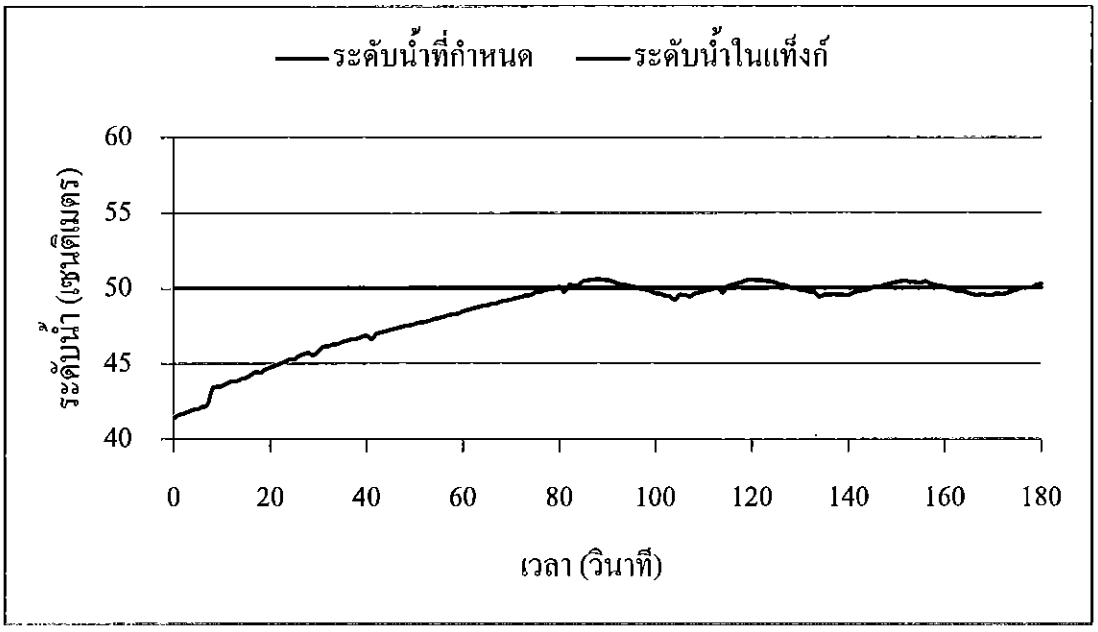


รูปที่ 2.4 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 2.1

การทดลองที่ 2.2 การควบคุมระดับน้ำในแท็งก์ที่ 50 เซนติเมตร

ตารางการทดลองที่ 2.2

เวลา (วินาที)	0	30	60	90	120	150	180
ระดับน้ำจริง	41.4	45.81	48.47	50.53	50.55	50.38	50.28

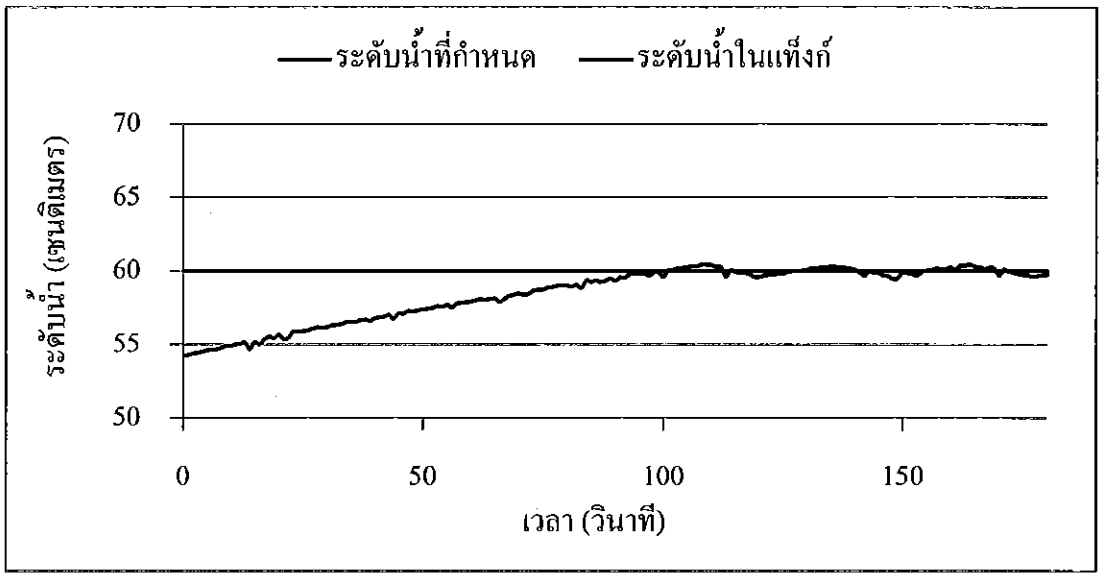


รูปที่ 2.5 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 2.2

การทดลองที่ 2.3 การควบคุมระดับน้ำในแท็งก์ที่ 60 เซนติเมตร

ตารางการทดลองที่ 2.3

เวลา (วินาที)	0	30	60	90	120	150	180
ระดับน้ำจริง	54.26	56.19	57.93	59.35	59.6	59.88	59.72



รูปที่ 2.6 กราฟแสดงผลการทดลองที่ 2.3

สรุปผลการทดลอง

การควบคุมแบบพีไอดี เป็นการควบคุมที่สามารถปรับระดับการทำงานของปั๊มน้ำให้ทำงานได้เหมาะสมตามระดับน้ำที่ค่าต่างๆ โดยการคำนวณผ่านทางฟังก์ชันพีไอดี ที่โปรแกรมแลบวิว โดยใช้ตัวแปร 3 ตัวคือ ระดับน้ำในแท็งก์ ระดับน้ำที่กำหนด และค่าตัวแปรควบคุมพีไอดี เพื่อให้ได้สัญญาณควบคุมที่เหมาะสม จากกราฟผลการทดลองทั้งสามจะเห็นว่า ระบบสามารถรักษาระดับน้ำให้อยู่ในระดับที่กำหนดได้ และมีค่าความผิดพลาดที่น้อยโดยไม่ขึ้นอยู่กับระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลง

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายยุทธการณ์ ศิริกุล
ภูมิลำเนา 65/2 หมู่ 5 ต.ไผ่ขอดอน อ.เมือง จ.พิษณุโลก
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จ.พิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E–mail: **Yuttakarns56@email.nu.ac.th**

ชื่อ นายรณชัย วันทอง
ภูมิลำเนา 296/2 หมู่ 2 ต.บ้านสวน อ.เมือง จ.สุโขทัย
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม จ.สุโขทัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E–mail: **Ronnachaiiw56@email.nu.ac.th**

ชื่อ นายสรศักดิ์ สุนศรี
ภูมิลำเนา 133/2 หมู่ 5 ต.แม่จะเรา อ.แม่ระมาด จ.ตาก
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสรรพวิทยาคม จ.ตาก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E–mail: **Sorasaksunsri7@gmail.com**