ระบบจำลองกระบวนการถังน้ำแบบสี่ใบ
QUADRUPLE TANK PROCESS SIMULATION SYSTEM

ญาณวัฒน์ ลีลาศ
ภูมิพัฒน์ พัฒโน
วิรุฒ จินดาดำ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ระบบจำลองกระบวนการถังน้ำแบบสี่ใบ

QUADRUPLE TANK PROCESS SIMULATION SYSTEM

ญาณวัฒน์ ลีลาศ
ภูมิพัฒน์ พัฒโน
วิรุฒ จินดาดำ

b00264521
TB00013

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QUADRUPLE TANK PROCESS SIMULATION SYSTEM

YANAWAT LEELAD

PUMIPAT PATTANO

WIRUT JINDADAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUESTMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบจำลองกระบวนการถังน้ำแบบสี่ใบ

QUADRUPLE TANK PROCESS SIMULATION SYSTEM

นักศึกษาผู้จัดทำ นายญาณวัฒน์ ลีลาศ **รหัสนักศึกษา** 57010341

นายภูมิพัฒน์ พัฒโน **รหัสนักศึกษา** 57010999

นายวิรุฒ จินดาดำ **รหัสนักศึกษา** 57011184

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์อาจินต์ น่วมสำราญ	
รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ทิพย์สุวรรณพร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบจำลองกระบวนการถังน้ำแบบสี่ใบ QUADRUPLE TANK PROCESS SIMULATION SYSTEM		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายญาณวัฒน์	ลีลาศ	รหัสนักศึกษา 57010341
	นายภูมิพัฒน์	พัฒโน	รหัสนักศึกษา 57010999
	นายวิรุฒ	จินดาดำ	รหัสนักศึกษา 57011184
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์อาจินต์		น่วมสำราญ
	รองศาสตราจารย์ดร.วิทยา		ทิพย์สุวรรณพร
ปีการศึกษา	2560		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง ''กระบวนการจำลองถังน้ำแบบสี่ใบ'' จะเกี่ยวกับการออกแบบระบบจำลองของระบบถังน้ำ 4 ใบ ผ่านอุปกรณ์ raspberry pi3 กระบวนการถังน้ำแบบ 4 ใบเป็นอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้เป็นกระบวนการตัวอย่างในการออกแบบตัวควบคุม โดยทั่วไปแล้วกระบวนการแบบสองอินพุตและสองเอาต์พุตมักพบปัญหาในการควบคุมระบบเนื่องจากมีการรบกวนกันระหว่างค่าตัวแปรอินพุต เอาต์พุตทั้งสอง การออกแบบกระบวนการจึงต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจลักษณะของกระบวนการ และจำลองระบบโดยใช้โปรแกรม codesys ที่แสดงผลผ่านหน้าจอทัชสกรีน raspberry pi3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	QUADRUPLE TANK PROCESS SIMULATION SYSTEM
Authors	Mr. Yanawat Leelad
	Mr. Pumipat Pattano
	Mr. Wirut Jindadam
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Arjin Numsomran
	Assoc.Prof.Dr.Vittaya Tipsuwanporn
Year	2017

ABSTRACT

The thesis ''Quadruple Tank Process Simulation System'' is about the simulation of four tank systems through raspberry pi 3 device. Four water tanks are suitable for application as a sample process in control design. Typically, two-input and two-output processes often encounter problems in the system control because of interference between input-output variables. Process design requires knowledge of process characteristics, theory of control system design. The system is the simulation through codesys .Result are displayed on the touch screen of raspberry Pi3.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับคำปรึกษาและความอนุเคราะห์จาก รศ.อาจินต์ น่วมสำราญ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนวทางในการแก้ไขต่างๆที่เกิดขึ้น ทั้งทางด้านทฤษฎีและทางปฏิบัติ รวมถึงแนวความคิดริเริ่มในการทำวิจัย ตลอดจนฝึกฝนให้ผู้เขียนมีความสามารถในการทำวิจัย รวมถึงการเอาใจใส่ดูแลอย่างสม่ำเสมอ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงที่ได้ให้การสนับสนุนและคำปรึกษาในงานวิจัยจนสำเร็จตามวัตถุประสงค์

ขอกราบขอบพระคุณคณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับกลุ่มของข้าพเจ้า

และท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกๆด้าน ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สำหรับคุณงานความดีอันใดที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 หลักการและเหตุผล 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 1

1.3 ขอบเขตการศึกษา 1

1.4 ขั้นตอนของการศึกษา 2

บทที่ 2 ทฤษฎี 3

2.1 กระบวนการระดับน้ำ 4 ถัง 3

2.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 4

2.3 สภาวะคงตัวของกระบวนการระดับน้ำ 4 ถัง 6

2.4 อุปกรณ์ Raspberry Pi 7

2.4.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด 7

2.4.2 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi 9

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 12

3.1 กล่าวนำ 12

3.2 การใช้งานโปรแกรม Codesys 12

3.2.1 การสร้างโปรเจค 12

3.2.2 การทำ Visualization 14

3.2.3 การ simulation 15

3.3 Continuous Function Chart (CFC) 17

3.3.1 ฟังก์ชันบล็อกอินพุท 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.2 ฟังก์ชันบล็อกเอาท์พุท 18
3.3.3 ฟังก์ชันบล็อกแปลงสัญญาณ INT_TO_TIME 19
3.3.4 ฟังก์ชันบล็อกรวมสัญญาณ AND 20
3.3.5 ฟังก์ชันบล็อกรวมสัญญาณ OR 22
3.3.6 ฟังก์ชันบล็อก BLINK 23
3.3.7 ฟังก์ชันบล็อก CTUD 24
3.3.8 ฟังก์ชันบล็อก WORD_TO_REAL 26
3.4 การสร้างแบบจำลองขึ้นโดยใช้โปรแกรม Codesys 27
3.4.1 กระบวนการสร้างระบบถังน้ำ 27
3.4.2 ทำการกำหนด Standard Project 27
3.4.3 ทำการ Add Visualization 28
3.4.4 ทำการสร้างฟังก์ชันบล็อกอินพุทปุ่ม Start 29
3.4.5 ทำการสร้างถังน้ำใบที่ 5 32
3.4.6 ทำการสร้าง switch เปิดปิดท่อจ่ายน้ำและออก 33
3.4.7 สร้างแบบจำลอง Tank 1, 3 35
3.4.8 สร้างแบบจำลอง Tank 2, 4 37
3.5 สรุป 39

บทที่ 4 การทดสอบระบบจำลองถังน้ำ 4 ใบ 40
4.1 กล่าวนำ 40
4.2 การทดลอง 40
4.2.1 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุด Tank 1, 4 40
4.2.2 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุด Tank 1, 4 41
4.2.3 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุด Tank 2, 3 42
4.2.4 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุด Tank 2, 3 43
4.2.5 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 1 44
4.2.6 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 1 45
4.2.7 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 2 46
4.2.8 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 2 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.9 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 3 48
4.2.10 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 3 49
4.2.11 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 4 50
4.2.12 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 4 51

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 52
5.1 บทสรุป 52
5.2 ปัญหาที่พบในการวิจัยและแนวทางในการแก้ปัญหา 52
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา 52

บรรณานุกรม 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงคุณสมบัติของบอร์ด Raspberry Pi 8
2.2 แสดงพอร์ต GPIO ของบอร์ด Raspberry Pi 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แบบจำลองกระบวนการถังน้ำ 4 ถัง 3
2.2 บอร์ด Raspberry Pi model A และ model B 7
2.3 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi 8
2.4 พอร์ต GPIO ของบอร์ด Raspberry Pi 9
2.4 พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณภาพออกแบบ RCA 9
2.5 แสดงสถานะของบอร์ด 10
2.6 พอร์ต CSI สำหรับเชื่อมต่อโมดูลกล้อง 10
2.7 ตัวอย่างสาย HDMI และตัวแปลง HDMI to VGA 10
2.8 ตัวอย่างพอร์ต Micro USB Power สำหรับเป็นไฟเลี้ยงวงจรบอร์ด Raspberry Pi 11
2.9 ช่องเสียบ SD Card ของบอร์ด Raspberry Pi3 11
3.1 การสร้าง Project โดยเริ่มจากกด new project 12
3.2 การสร้าง เลือก standard project 13
3.3 การเลือก device และ ภาษาที่เขียน 13
3.4 การทำ visualization 14
3.5 หน้าจอ visualization 15
3.6 การทำ simulation 15
3.7 การ login หรือ logout 16
3.8 การยืนยันการ login 16
3.9 การกด start หรือ stop 17
3.10 ตัวอย่างระบบ Networks ใน Continuous Function Chart (CFC) 17
3.11 การกำหนดหมายเลขที่ฟังก์ชันอินพุท 18
3.12 การกำหนดอินพุทขาเข้า 18
3.13 การกำหนดหมายเลขที่ฟังก์ชันเอาท์พุท 18
3.14 การกำหนดเอาท์พุทขาออก 19
3.15 ตัวอย่าง INT_TO_TIME 19
3.16 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก 19
3.17 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก INT_TO_TIME 20
3.18 ตัวอย่างการทำงานของ AND 20
3.19 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.20	ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก AND	21
3.21	ตัวอย่างการทำงานของ OR	22
3.22	ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก	22
3.23	ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก OR	23
3.24	ฟังก์ชันบล็อก BLINK	23
3.25	ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก	23
3.26	ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก BLINK	24
3.27	ฟังก์ชันบล็อก CTUD	24
3.28	ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก	25
3.29	ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก CTUD	25
3.30	ตัวอย่างฟังก์ชันบล็อก WORD_TO_REAL	26
3.31	ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก	26
3.32	ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก WORD_TO_REAL	26
3.33	สร้าง New project และทำการเลือก Standard project	27
3.34	ทำการกำหนด Standard Project	28
3.35	ทำการ Add Visualization(1)	28
3.36	ทำการ Add Visualization(2)	29
3.37	ทำการสร้างฟังก์ชันอินพุท	29
3.38	ทำการกำหนด Type ของการทำงานของปุ่ม Start	30
3.39	การเขียน Code เพื่อควบคุมฟังก์ชันบล็อก Start	30
3.40	การเลือก Power switch ผ่าน Visualization	30
3.41	การกำหนด Variable ของ Power switch ผ่าน Visualization	31
3.42	การกำหนดการทำงานของปุ่ม Power switch	31
3.43	การเลือก Bar display เพื่อจำลองเป็นระดับน้ำของถัง	32
3.44	ตัวอย่างTank0	32
3.45	ทำการสร้าง Switch ขาเข้าแล้วขาออกของ Tank0	33
3.46	ทำการสร้าง Rectangle เพื่อแสดงสัญญาณทางเดินน้ำขาเข้าและขาออก	33
3.47	ทำการสร้าง Slider Controls เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำขาเข้าและขาออก	34
3.48	ตัวอย่างแบบจำลองที่ถูกสร้าง	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.49	การต่อการทำงานของฟังก์ชันบล็อก Tank 0	35
3.50	ทำการสร้าง Switch ขาเข้าแล้วขาออกของ Tank1, 3	35
3.51	ทำการสร้าง Rectangle เพื่อแสดงสัญญาณทางเดินน้ำขาเข้าและขาออก Tank 1, 3	35
3.52	ทำการสร้าง Slider Controls เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำขาเข้าและขาออก Tank1, 3	36
3.53	ตัวอย่างแบบจำลอง Tank 1, 3	36
3.54	การต่อการทำงานของฟังก์ชันบล็อก Tank 1, 3	37
3.55	ทำการสร้าง Switch ขาเข้าแล้วขาออกของ Tank2, 4	37
3.56	ทำการสร้าง Rectangle เพื่อแสดงสัญญาณทางเดินน้ำขาเข้าและขาออก Tank 2, 4	38
3.57	ทำการสร้าง Slider Controls เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำขาเข้าและขาออก Tank 2, 4	38
3.58	การต่อการทำงานของฟังก์ชันบล็อก Tank 0, 1, 2, 3 และ 4	39
4.1	การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Tank 1, 4	40
4.2	การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Tank 1, 4	41
4.3	การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุด Tank 2, 3	42
4.4	การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุด Tank 2, 3	43
4.5	การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 1	44
4.6	การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 1	45
4.7	การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 2	46
4.8	การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 2	47
4.9	การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 3	48
4.10	การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 3	49
4.11	การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 4	50
4.12	การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 4	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ชุดจำลองกระบวนการระดับน้ำแบบสี่ใบเป็นอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้เป็นกระบวนการตัวอย่างในการออกแบบระบบจำลองสำหรับกระบวนการแบบสองอินพุตสองเอาต์พุตที่สามารถพบเห็นได้ในหลายๆอุตสาหกรรมซึ่งโดยทั่วไปแล้วกระบวนการแบบสองอินพุตสองเอาต์พุตมักมีปัญหาในการควบคุมระบบเพราะมีการรบกวนกันระหว่างค่าตัวแปรอินพุตและเอาท์พุตทั้งสองการออกแบบ การจำลองระบบควบคุมแบบสองอินพุตสองเอาต์พุตที่มีการรบกวนกันเพื่อให้ได้ผลตอบสนองของระบบควบคุมตามต้องการจึงต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจด้านคุณลักษณะของกระบวนการ ทฤษฎีการออกแบบระบบควบคุมด้วยเทคนิคต่างๆ รวมถึงทักษะ ความรู้ทางด้านการใช้งานอุปกรณ์ตรวจวัดตัวแปลงสัญญาณและตัวควบคุม ดังนั้นชุดทดลองกระบวนการระดับน้ำ 4 ถังจึงเป็นโจทย์ปัญหามาตรฐานสำหรับการออกแบบระบบควบคุมซึ่งถูกออกแบบมาเพื่ออธิบายถึงขีดจำกัดสมรรถนะของระบบควบคุมแบบสองอินพุตสองเอาต์พุต อันเนื่องมาจากตำแหน่งซีโร่ของกระบวนการ สามารถใช้สำหรับการปฏิบัติการทดลองเพื่อฝึกฝนทักษะทางด้านการวัดและออกแบบระบบควบคุม เป็นชุดทดลองที่สามารถสร้างองค์ความรู้พื้นฐานให้แก่นักศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาโครงสร้างและคุณลักษณะของกระบวนการถังน้ำแบบสี่ใบ
2. ออกแบบระบบจำลองกระบวนการถังน้ำแบบสี่ใบโดยใช้โปรแกรม Codesys
3. จำลองระบบกระบวนการถังน้ำแบบสี่ใบผ่านหน้าจอ Raspberry pi
4. ทดสอบและวิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบจำลองกระบวนการถังน้ำแบบสี่ใบ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาโครงสร้างกระบวนการถังน้ำแบบสี่ใบ และหาแบบจำลองคณิตศาสตร์ของกระบวนการ
2. ศึกษาโปรแกรม Codesys สำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน ในการประมวลผลและควบคุม Raspberry Pi3
3. การจำลองโปรแกรมผ่านหน้าจอ Raspberry pi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนของการศึกษา

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 วัตถุประสงค์และทฤษฎีที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ขอบเขตการศึกษา และรายละเอียดของวิทยานิพนธ์ในแต่ละบท

บทที่ 2 อธิบายถึงโครงสร้างและคุณลักษณะของกระบวนการถังน้ำแบบสี่ใบ การหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการถังน้ำแบบสี่ใบ และคุณลักษณะของกระบวนการ และข้อมูลของ Raspberry pi

บทที่ 3 อธิบายถึงโปรแกรม Codesys และการออกแบบระบบจำลอง (Simulation)

บทที่ 4 การทดสอบระบบจำลองถังน้ำ 4 ใบ

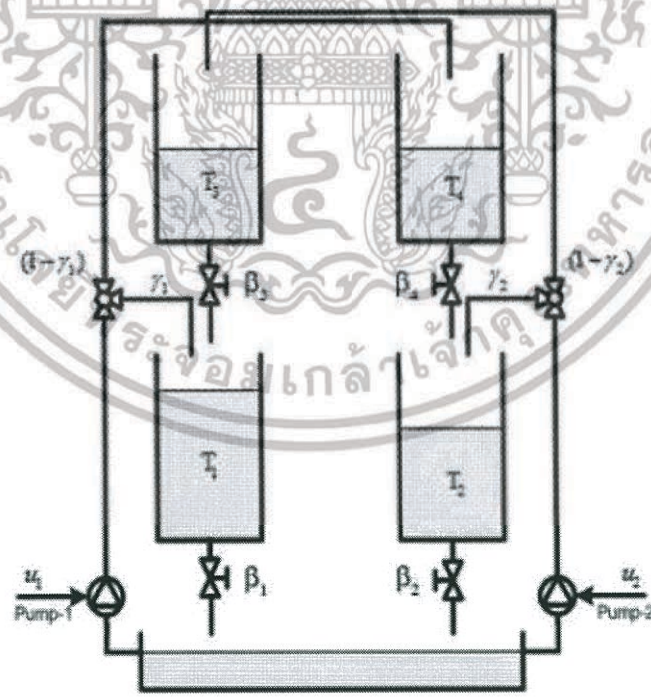
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 กระบวนระดับน้ำ 4 ถัง

กระบวนการระดับน้ำ 4 ถัง เป็นกระบวนการในการศึกษาและการทดลองแบบใหม่ซึ่งถูกแนะนำโดย K.H.Johansson (6) ซึ่งกระบวนการนี้ได้ถูกออกแบบมาเพื่อทำการอธิบายถึงขีดจำกัดสมรรถนะของระบบควบคุมแบบ MIMO อันเนื่องมาจากตำแหน่งของซีโร่ของกระบวนการ โดยกระบวนการนั้นจะประกอบด้วยถังน้ำ 4 ใบและปั๊มน้ำ 2 ตัว สัญญาณอินพุทของกระบวนการคือค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายผ่านชุดขับกำลังงานให้กับปั๊มน้ำและเอาท์พุทของกระบวนการคือค่าระดับน้ำในถัง โดยในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะถังชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เท่านั้น เมื่อทำการวิเคราะห์แบบจำลองเชิงเส้นของ กระบวนการระดับน้ำ 4 ถัง จะพบว่าตำแหน่งซีโร่ของกระบวนการนั้นสามารถปรับตำแหน่งให้อยู่ ได้ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของระนาบ 3 โดยการปรับเปลี่ยนค่าตำแหน่งวาล์ว เพื่อให้กระบวนการนี้ สามารถเลือกโหมดการทำงานให้เป็นแบบเฟสต่ำสุดหรือเฟสไม่ต่ำสุดเพื่อใช้ทดสอบตัวควบคุมสำหรับ กระบวนการต่อไป



รูปที่ 2.1 แบบจำลองกระบวนการถังน้ำ 4 ถัง [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ในแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษานี้จะเพิ่มวาล์ว β_i เข้าไปที่ ด้านออก ของแต่ละถัง ซึ่งจะทำให้สามารถปรับพื้นที่หน้าตัดของรูน้ำด้านออกให้มีขนาดเท่าเดิมหรือเล็กลงจาก เติมได้ รูปแบบที่แสดงแทนกระบวนการแสดงได้ดังรูปที่ 2.1 โดย α_i คือวาล์วที่ใช้ในการปรับสัดส่วน การไหลของน้ำที่เข้าสู่แต่ละถัง ซึ่งในกรณีศึกษานี้จะกำหนดให้ α_3 และ α_4มีค่าเท่ากับ $(1-\alpha_2)$ และ $(1-\alpha_3)$ จากสมการสมดุลมวลและกฎของเบอร์นูลี (Bermouli's) จะได้สมการความแตกต่างดังสมการที่ (2.1)

$$\frac{dh_1(t)}{dt} = -\frac{\beta_1\alpha_1}{A_1}\sqrt{2gh_1(t)} + \frac{\beta_3\alpha_3}{A_1}\sqrt{2gh_3(t)} + \frac{\gamma_1 k_1}{A_1}u_1(t)$$

$$\frac{dh_2(t)}{dt} = -\frac{\beta_2\alpha_2}{A_2}\sqrt{2gh_2(t)} + \frac{\beta_4\alpha_4}{A_4}\sqrt{2gh_4(t)} + \frac{\gamma_2 k_2}{A_2}u_2(t)$$

$$\frac{dh_3(t)}{dt} = -\frac{\beta_3\alpha_3}{A_3}\sqrt{2gh_3(t)} + \frac{(1-\gamma_2)k_2}{A_3}u_2(t)$$

$$\frac{dh_4(t)}{dt} = -\frac{\beta_4\alpha_4}{A_4}\sqrt{2gh_4(t)} + \frac{(1-\gamma_1)k_2}{A_4}u_1(t) \qquad (2.1)$$

เมื่อ

$h_i(t)$ คือ ระดับน้ำในถัง i	$i=1\sim4$;cm
a_1 คือ พื้นที่หน้าตัดของรูน้ำด้านออกของถัง	$i=1\sim4$;cm^2
A_1 คือ พื้นที่หน้าตัดของถัง i	$i=1\sim4$;cm^2
β_i คือ ค่าตำแหน่งวาล์วที่ต่อด้านออกจากถัง i	$i=1\sim4$
α_i คือ ค่าตำแหน่งวาล์วที่ต่ออยู่กับปั๊ม i	$i=1,2$
k_i คือ ค่าอัตราขยายของปั๊ม i	$i=1,2$;$cm^3/V{\cdot}s$
g คือ แรงโน้มถ่วงของโลก	981 cm/s^2
u_i คือ แรงดันที่จ่ายให้กับปั๊ม i	$i=1,2$;v

อัตราการไหลของน้ำที่ไหลเข้าถังที่ 1 จะเป็นสัดส่วนกับ $\alpha_1 k_1 u_1$ และอัตราการไหลของน้ำที่ไหล เข้าถึงที่ 4 จะเป็นสัดส่วนกับ $(1-\alpha_1)k_1u_1$ และในทำนองเดียวกันสำหรับถังที่ 2 และถังที่ 3 สัญญาณ อินพุทหรือสัญญาณควบคุมที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการคือ u_1 และ u_2 (ค่าสัญญาณแรงดันที่จ่ายให้กับปั้มน้ำ) และสัญญาณเอาท์พุทที่วัดจากกระบวนการคือ y_1 และ y_2 (ค่าสัญญาณแรงดันจากอุปกรณ์วัด) จะถูกปรับให้เป็นสัดส่วนเดียวกันกับความสูงของระดับน้ำที่วัดได้ คือ $y_1=k_{m1}h_1$ และ $y_2=k_{m2}h_2$ โดย $k_{m1}=k_{m2}=1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ (2.1) สามารถทำให้เป็นแบบจำลองเชิงเส้นในรูปแบบของสมการสเตท-สเปซได้ โดยกำหนดให้ $x_i=h_i-h_i^0$ และ $u_i=u_i-u_i^0$ แสดงดังสมการที่ (2.2)

$$\begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_2(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{\beta_1}{\mathrm{T}_1} & 0 & \frac{\beta_3 A_3}{\mathrm{A}_3 T_3} & 0 \\ 0 & -\frac{\beta_2}{\mathrm{T}_2} & 0 & \frac{\beta_4 A_4}{\mathrm{A}_2 T_4} \\ 0 & 0 & -\frac{\beta_3}{\mathrm{T3}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{\beta_4}{\mathrm{T}_4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \\ x_4(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{a_1 k_1}{A_1} & 0 \\ 0 & \frac{a_2 k_2}{A_2} \\ 0 & \frac{(1-a_2)k_2}{A_3} \\ \frac{(1-a_1)k_1}{A_1} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

$$\begin{bmatrix} y_1(t) \\ y_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \\ x_4(t) \end{bmatrix}$$

โดยค่าคงตัวเวลาสำหรับแบบจำลองเชิงเส้นของกระบวนการนี้แสดงด้วยสมการที่ (2.3)

$$T_i \frac{A_i}{\beta_i a_i \sqrt{\frac{2h_i^0}{g}}} \quad (2.3)$$

และเมททริกฟังก์ชั่นถ่ายโอนของแบบจำลองเชิงเส้นนี้แสดงด้วยสมการที่ (2.4)

$$G_p(s)=\begin{bmatrix} \frac{\alpha_1 k_1 c_1}{(T_1 s+1)} & \frac{(1-\alpha_2)k_2 c_1}{(T_1 s+1)(T_3 s+1)} \\ \frac{(1-\alpha_1)k_1 c_2}{(T_2 s+1)(T_4 s+1)} & \frac{\alpha_2 k_2 c_2}{(T_2 s+1)} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

โดย $C_1=\frac{T_1}{A_1}$ และ $C_2=\frac{T_2}{A_2}$ และสมการที่ (2.4) จะสมมูลย์กับเมททริกฟังก์ชั่นถ่ายโอนดังสมการที่ (2.5)

$$G_p(s)=\begin{bmatrix} G_{11}(s) & G_{12}(s) \\ G_{21}(s) & G_{22}(s) \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย $G_{ij}=(s)$ คือฟังก์ชั่นถ่ายโอนย่อยของกระบวนการสำหรับอินพุท j และเอาท์พุท i

จากสมการ (2.4) จะสังเกตเห็นได้ว่า ฟังก์ชั่นถ่ายโอนแต่ละคู่อินพุท-เอาท์พุทนั้นไม่มีซีโร่ซึ่งการพิจารณาแบบนี้เป็นการพิจารณาเพียงส่วนย่อยของระบบเท่านั้น โดยสำหรับกระบวนการแบบ MIMO นั้นการพิจารณาโหลและซีโร่ของกระบวนการทั้งหมด จะแตกต่างจากระบบ SISO ซึ่งวิธีในการหานั้นจะได้กล่าวต่อไป

2.3 สภาวะคงตัวของกระบวนการระดับน้ำ 4 ถัง

เมื่อพิจารณาในสภาวะคงตัว (h_i^0,u_i^0) สมการอนุพันธ์ในสมการที่ (2.1) จะสามารถเขียนได้เป็นสมการที่ (2.6)

$$\begin{aligned}
\frac{\beta_1 a_1}{A_1}\sqrt{2gh_1^0} &= \frac{\alpha_1 k_1}{A_1}u_1^0 + \frac{(1-\alpha_2)k_2}{A_1}u_2^0 \\
\frac{\beta_2 a_2}{A_2}\sqrt{2gh_2^0} &= \frac{(1-\alpha_1)k_1}{A_2}u_1^0 + \frac{\alpha_2 k_2}{A_2}u_2^0 \\
\frac{\beta_3 a_3}{A_3}\sqrt{2gh_3^0} &= \frac{(1-\alpha_2)k_2}{A_3}u_2^0 \\
\frac{\beta_4 a_4}{A_4}\sqrt{2gh_4^0} &= \frac{(1-\alpha_1)k_1}{A_4}u_1^0
\end{aligned} \tag{2.6}$$

เมื่อ

h_i^0 คือ ระดับน้ำในถัง i ที่สภาวะคงตัว $i=1\sim4$;cm

u_i^0 คือ แรงดันที่จ่ายให้กับปั๊ม i ที่สภาวะคงตัว $i=1,2$;v

สมการที่ (2.6) นี้เป็นสมการที่ใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการ ณ จุดการทำงานต่างๆและค่าพารามิเตอร์ที่ได้นั้นจะได้นำไปในการออกแบบโมเดลกระบวนการถังน้ำ 4 ถังต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

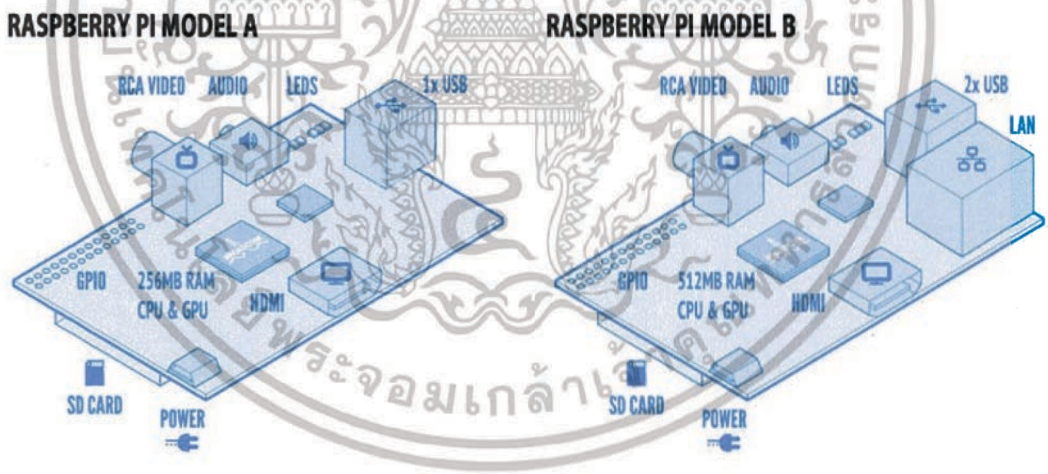
2.4 อุปกรณ์ Raspberry Pi

Raspberry Pi คือ บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน Spreadsheet Word Processing ท่องอินเทอร์เน็ต ส่งอีเมล หรือเล่นเกมส์ อีกทั้งยังสามารถเล่นไฟล์วีดีโอความละเอียดสูง (High-Definition) ได้อีกด้วย

บอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ

2.4.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด

บอร์ด Raspberry Pi ปัจจุบันมีด้วยกัน 2 โมเดล คือ โมเดล A และ โมเดล B ซึ่งทั้ง 2 โมเดลมีคุณสมบัติทางเทคนิคที่ใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเพียงบางส่วน แสดงดังรูปที่ 2.2 - 2.3 และแสดงตารางที่ 2.1 และ 2.2

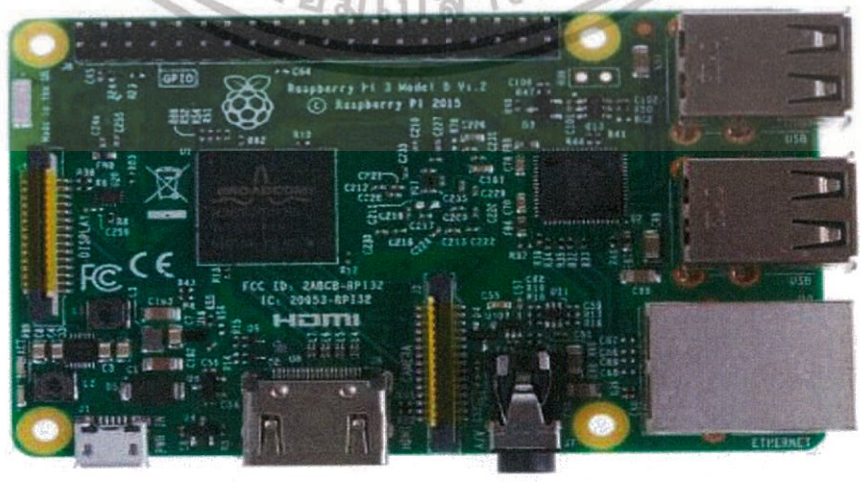


รูปที่ 2.2 บอร์ด Raspberry Pi model A และ model B [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติของบอร์ด Raspberry Pi [4]

	โมเดล A	โมเดล B (Revision 2)
System on a chip (SoC)	Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, SDRAMandSingle USB Port)	
CPU	700MHz ARM1176JZF-S core (ARM11 family, ARMv6 instruction set)	
GPU	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz OpenGL ES 2.0 (24 GFLOPS) MPEG-2 and VC-1, 1080p 30 h.264/MPEG-4 AVC high-profile decoder andencoder	
Memory (SDRAM)	256 MB (Shared with GPU)	512 MB (Shared with GPU)
USB 2.0 Ports	1(direct form BCM2835)	2 (via the build in integrated 3-port USB hub)
Video Input	A CSI input connector allows for the connection of RPF designed camera module (ออกแบบมาให้เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi Camera Module โดยเฉพาะ)	
Video Outputs	Composite RCA (PAL and NTSC), HDMI (rev 1.3 & 1.4), raw LCD Panels via DSI 14 HDMI resolutions from 640x350 to 1920x1200 plus various PAL and NTSC standards. (มีทั้งสองแบบ คือ แบบ RCA และแบบ HDMI)	
Audio Outputs	3.5 mm jack, HDMI, and as of revision 2 boards, I^2S audio (also potentially for audio input)	
Onboard storage	SD/ MMC/ SDIO card slot (3.3V card power support only)	
Onboard network	None	10/100 Ethernet (8P8C) USB adapter on the third port of the USB hub
Low-level peripheralsLow-level peripherals	8 x GPIO, UART, I^2C Bus, SPI Bus with two chip selects, I^2S audio +3.3V, +5V, Ground	
Power ratings	300 mA (1.5 W)	700 mA (3.5 W)
Power source	5 Volt via Micro USB or GPIO header	
Size	85.60 mm x 53. Mm (3.370 inch x 2.125 inch)	
Weight	45 g. (1.6 oz.)	



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงพอร์ต GPIO ของบอร์ด Raspberry Pi [4]

3.3V	1	2	5V	3.3V	1	2	5V
I2C1 SDA	3	4	5V	I2C0 SDA	3	4	DNC
I2C1 SCL	5	6	GROUND	I2C0 SCL	5	6	GROUND
GPIO4	7	8	UART TXD	GPIO4	7	8	UART TXD
GROUND		10	UART RXD	DNC	9	10	UART RXD
GPIO 17	11	12	GPIO 18	GPIO 17	11	12	GPIO 18
GPIO 27	13	14	GROUND	GPIO 21	13	14	DNC
GPIO 22	15	16	GPIO 23	GPIO 22	15	16	GPIO 23
3.3V	17	18	GPIO 24	DNC	17	18	GPIO 24
SP10 MOSI	19	20	GROUND	SP10 MOSI	19	20	DNC
SP10 MISO	21	22	GPIO 25	SP10 MISO	21	22	GPIO 25
SP10 SCLK	23	24	SP10 CE0 N	SP10 SCLK	23	24	SP10 CE0 N
GROUND	25	26	SP10 CE1 N	DNC	25	26	SP10 CE1 N

2.4.2 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi

- พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณภาพออกแบบ RCA ตัวอย่างของสายที่เชื่อมต่อแสดงดังรูป

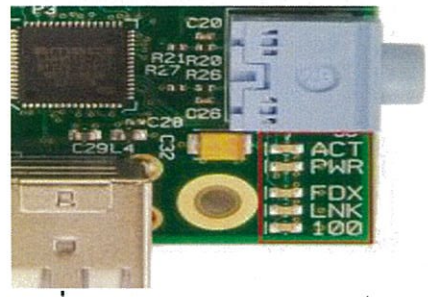
รูปที่ 2.4 พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณภาพออกแบบ RCA [4]

- LED แสดงสถานะของบอร์ด อยู่ภายในบริเวณกรอบสีแดง ดังรูปที่ 2.5

โดย

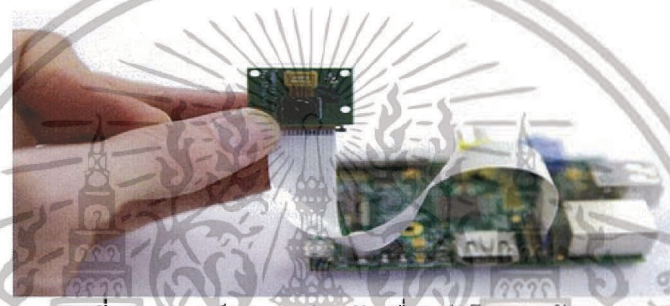
1) ACT คือ ไฟสถานะ SD Card Access (สีเขียว)
2) PWR คือ ไฟสถานะ 3.3V Power (สีแดง)
3) FDX คือ ไฟสถานะ Full Duplex LAN Model B (สีเขียว)
4) LNK คือ ไฟสถานะ Link/Activity LAN Model B (สีเขียว)
5) 100 คือ ไฟสถานะ 10/100Mbps LAN Model B (สีเหลือง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงสถานะของบอร์ด [4]

- พอร์ต CSI (Camera Serial Interface) สำหรับเชื่อมต่อโมดูลกล้องดังภาพ แสดงตัวอย่างโมดูลกล้องดังรูปที่ 2.6



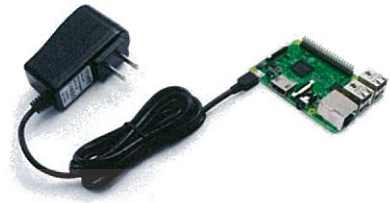
รูปที่ 2.6 พอร์ต CSI สำหรับเชื่อมต่อโมดูลกล้อง [4]

- พอร์ต HDMI สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียง ตัวอย่างสาย HDMI และตัวแปลง HDMI to VGA แสดงดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 ตัวอย่างสาย HDMI และตัวแปลง HDMI to VGA [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พอร์ต Micro USB Power สำหรับเป็นไฟเลี้ยงวงจรบอร์ด Raspberry Pi ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างพอร์ต Micro USB Power สำหรับเป็นไฟเลี้ยงวงจรบอร์ด Raspberry Pi [4]

- ช่องเสียบ SD Card ของบอร์ด Raspberry Pi3 แสดงดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ช่องเสียบ SD Card ของบอร์ด Raspberry Pi3 [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 กล่าวนำ

ในเนื้อหาบทนี้กล่าวถึงโปรแกรม Codesys ผ่านฟังก์ชัน Continuous Function Chart (CFC) เพื่อสามารถออกแบบระบบจำลอง รวมถึงออกแบบตัวควบคุม ซึ่งในเนื้อหานี้จะประกอบด้วย ระบบฟังก์ชันบล็อกควบคุมอัตราการไหลของน้ำ ฟังก์ชันปรับระดับน้ำ ฟังก์ชันการแปลงสัญญาณ ฟังก์ชันการรวมสัญญาณ ฟังก์ชันอินพุท ฟังก์ชันเอาท์พุท

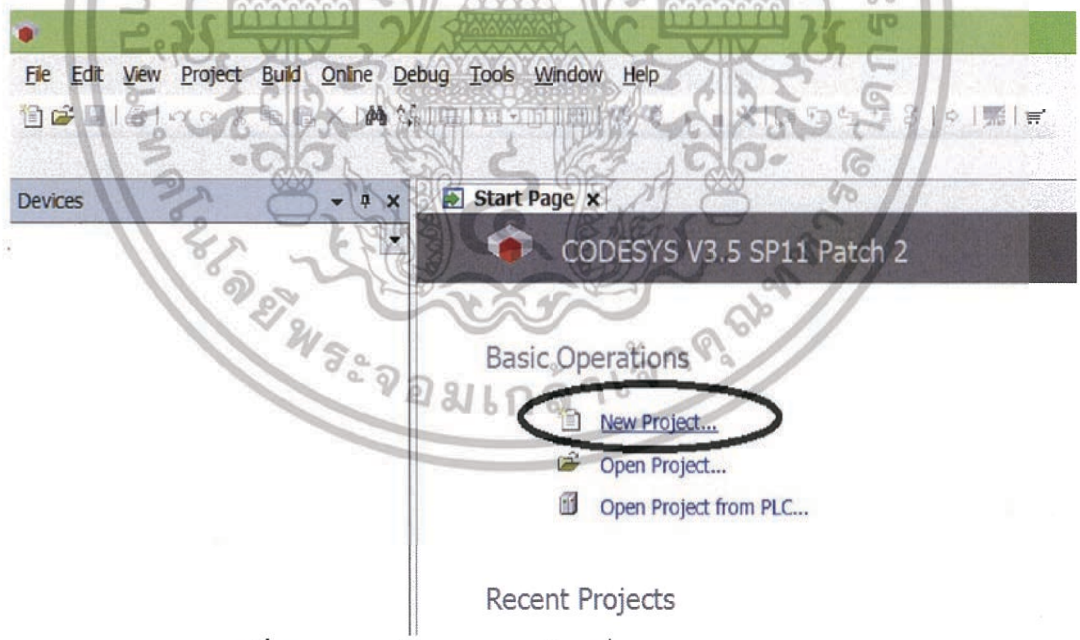
3.2 การใช้งานโปรแกรม Codesys

3.2.1 การสร้าง project

วิธีการสร้าง project ใหม่ สามารถทำได้ดังนี้

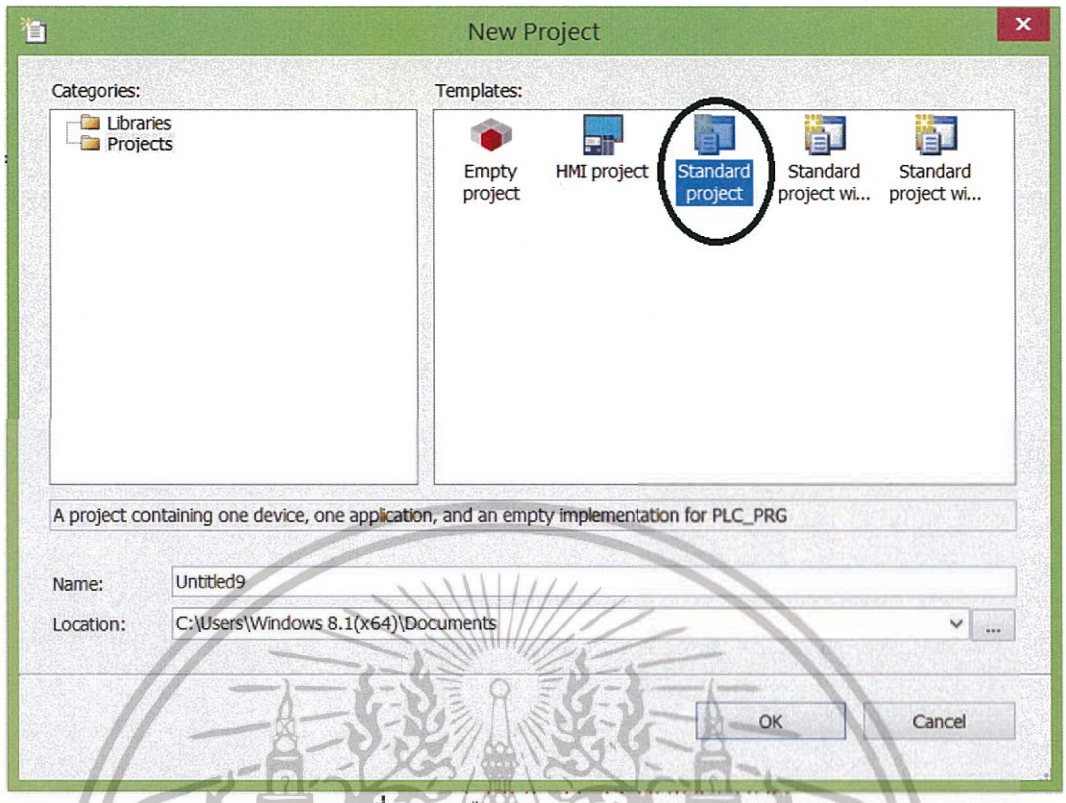
คลิกที่ new project → standard project → OK

แสดงดังรูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2



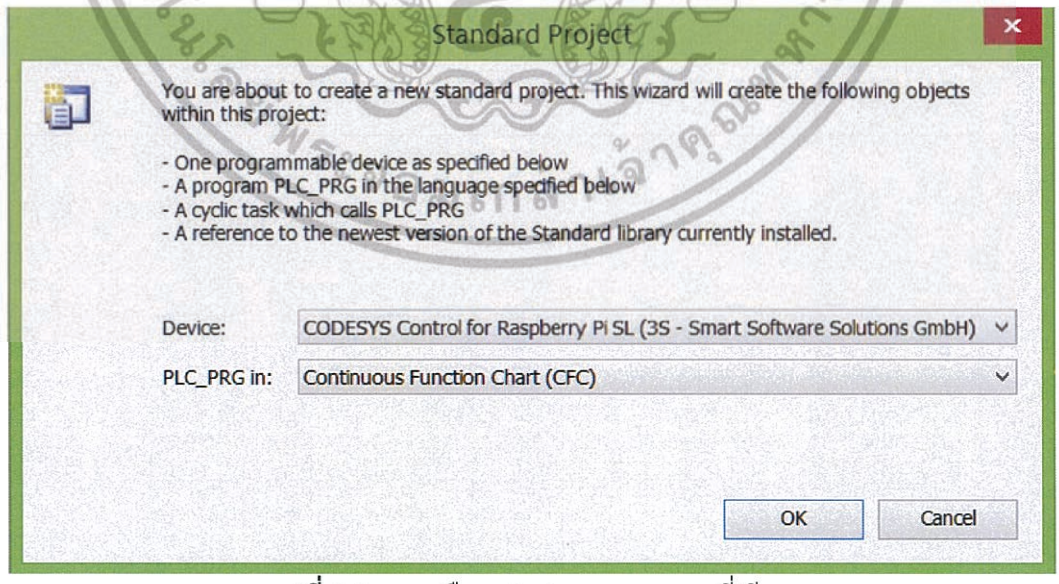
รูปที่ 3.1 การสร้าง Project โดยเริ่มจากกด new project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 เลือก standard project

จะขึ้นหน้าต่างดังนี้ ให้ทำการเลือก device เป็น CODESYS for Raspberry Pi SL และเลือก PLC_PRG in เป็น ภาษาที่ต้องการเขียน เพราะเราใช้ CODESYS ร่วมกับบอร์ด Raspberry Pi แสดงดังรูปที่ 3.3

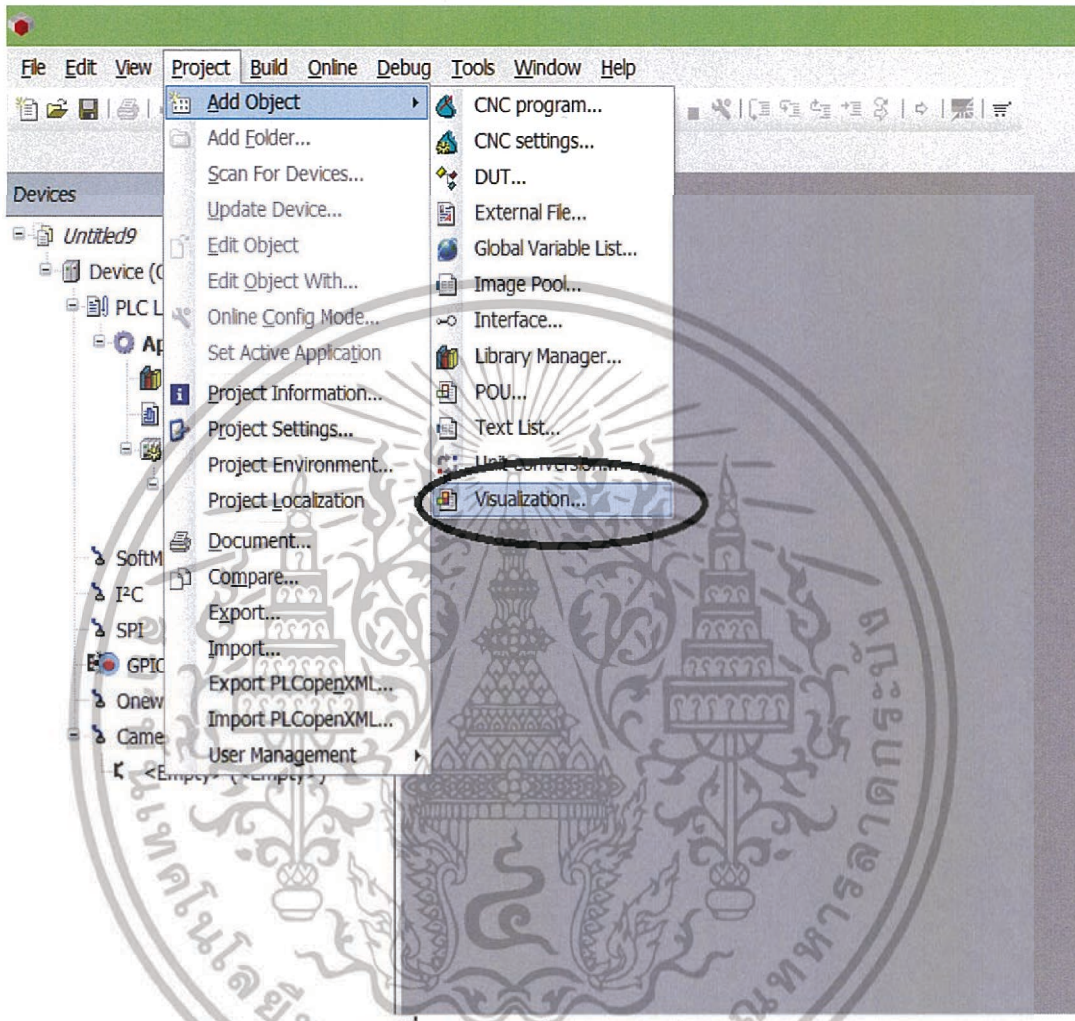


รูปที่ 3.3 การเลือก device และ ภาษาที่เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

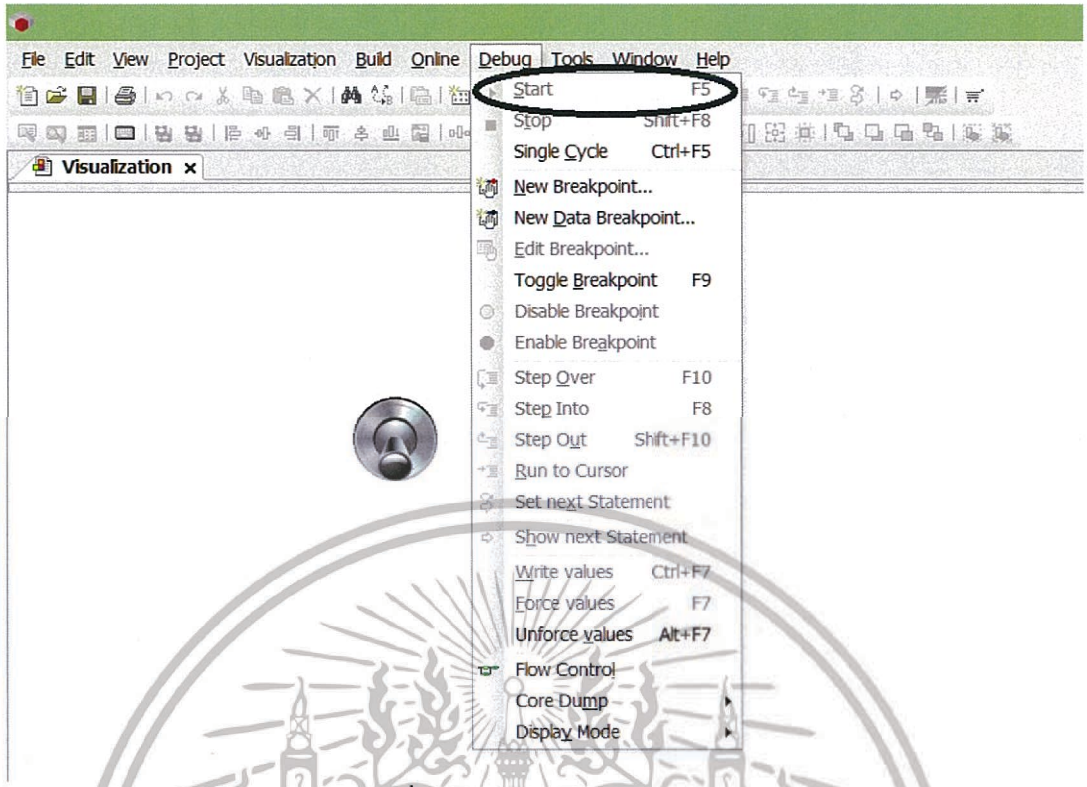
3.2.2 การทำ Visualization

คลิกขวาที่ application จากนั้นกด Add object ⟶ visualization แสดงดังรูปที่ 3.4 และรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.4 การทำ visualization

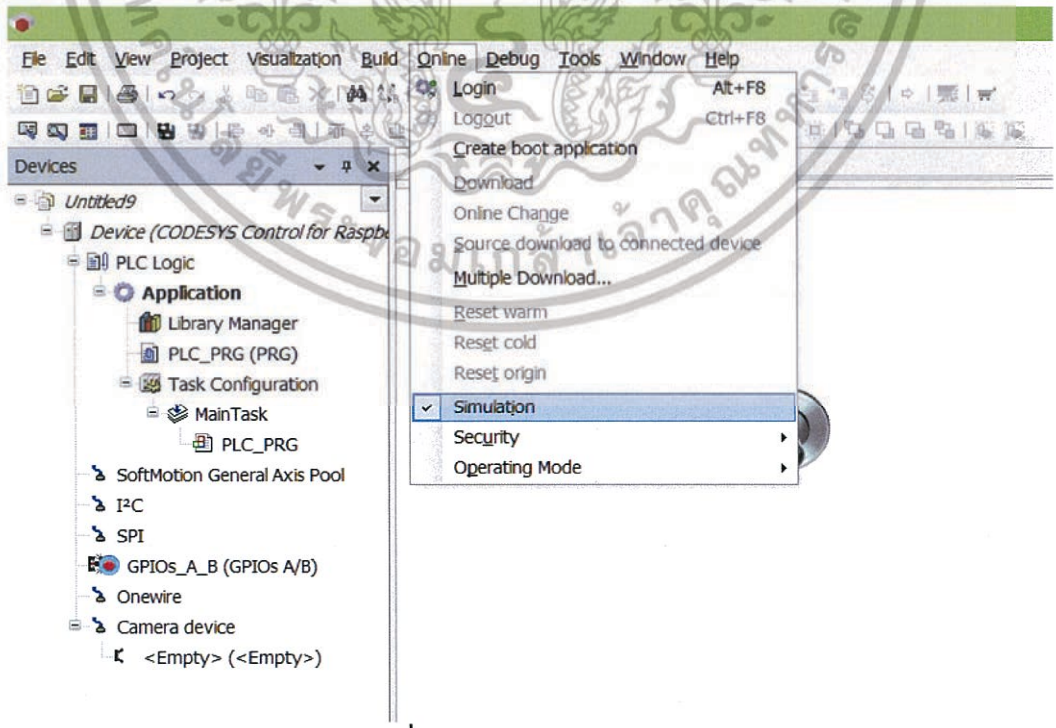
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 หน้าจอ visualization

3.2.3 การ simulation

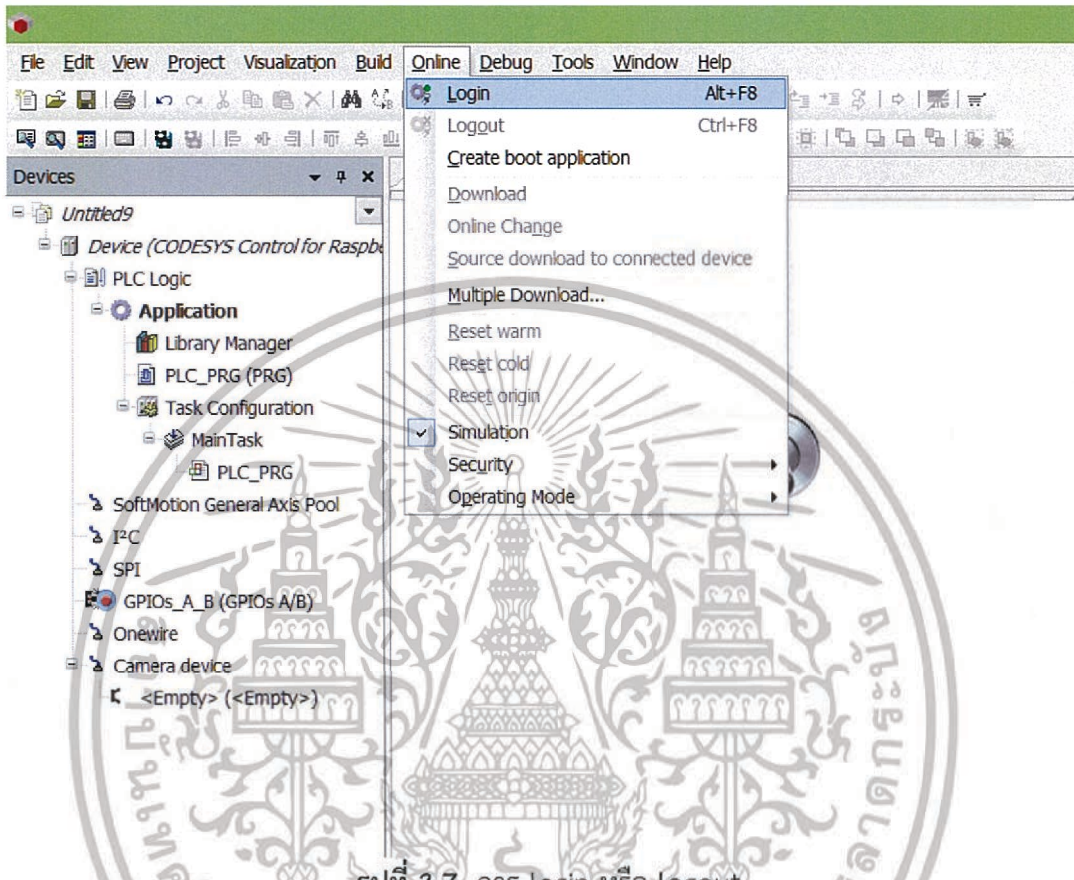
1) กด online บนแถบเครื่องมือ จากนั้นเลือก simulation แสดงดังรูปที่ 3.6



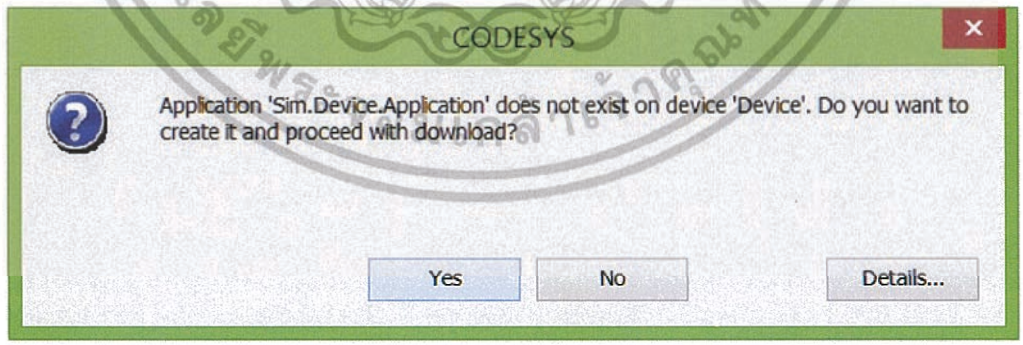
รูปที่ 3.6 การทำ simulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กด online บนแถบเครื่องมือ เลือก login หรือ logout เมื่อต้องการป้อน ladder ที่เขียนเพื่อทำเป็น simulation จะขึ้นหน้าต่างดังรูปที่ 3.7 ให้เลือก YES ดังรูปที่ 3.8 เพื่อยืนยันการ login



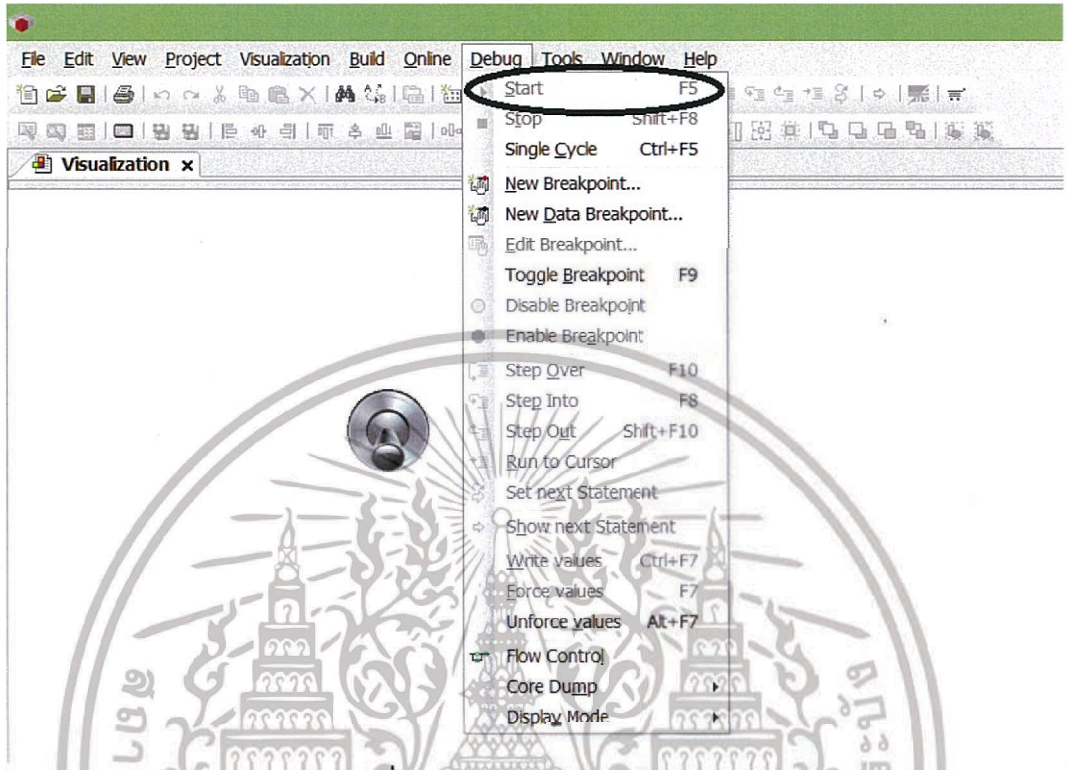
รูปที่ 3.7 การ login หรือ logout



รูปที่ 3.8 การยืนยันการ login

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

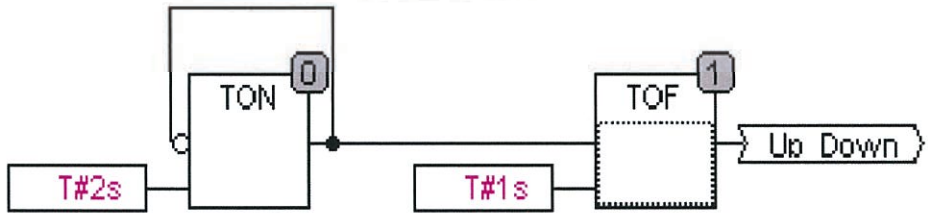
3) กด debug เลือก start หรือ stop เพื่อเริ่มหรือหยุดการ simulation แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การกด start หรือ stop

3.3 Continuous Function Chart (CFC)

Continuous Function Chart (CFC) ไม่ได้ทำงานเหมือนกับบล็อกฟังก์ชัน FBD กับ Networks แต่มีองค์ประกอบที่สามารถวางได้อย่างอิสระ ซึ่งเหมาะกับการออกแบบระบบจำลองถังน้ำ 4 ถัง ที่มีจำนวนอินพุทและเอาท์พุทจำนวนมากรวมไปถึงสัญญาณปรับอัตราการไหลของน้ำ แสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.10

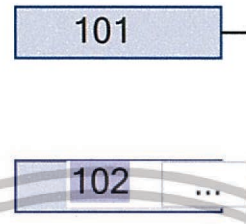


รูปที่ 3.10 ตัวอย่างระบบ Networks ใน Continuous Function Chart (CFC)

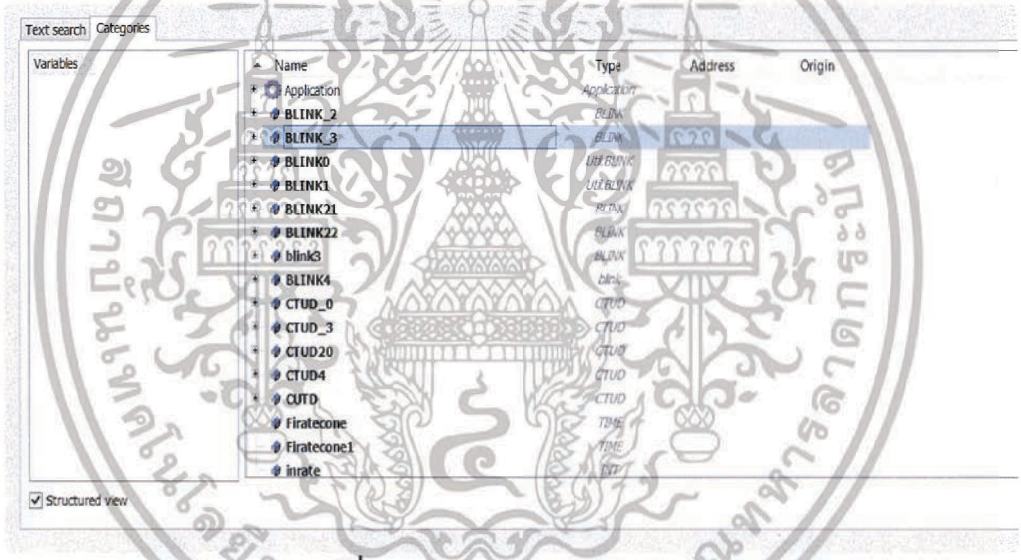
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 ฟังก์ชันบล็อกอินพุท

ในบล็อกฟังก์ชันอินพุทนี้เราสามารถกำหนดหมายเลขสัญญาณและกำหนดอินพุทขาเข้าได้ แสดงดังรูปที่ 3.11 และรูปที่ 3.12



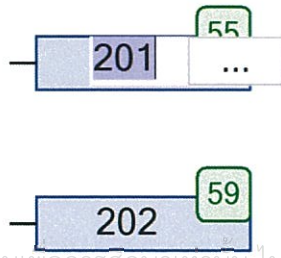
รูปที่ 3.11 การกำหนดหมายเลขที่ฟังก์ชันอินพุท



รูปที่ 3.12 การกำหนดอินพุทขาเข้า

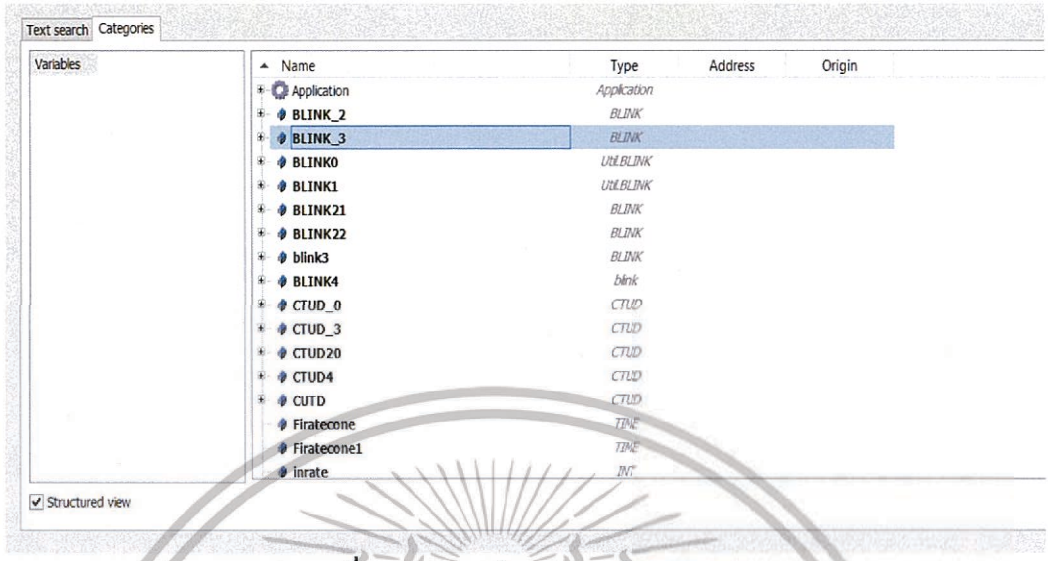
3.3.2 ฟังก์ชันบล็อกเอาท์พุท

ในบล็อกฟังก์ชันเอาท์พุทนี้เราสามารถกำหนดหมายเลขสัญญาณและกำหนดเอาท์พุทขาออกได้ แสดงดังรูปที่ 3.13 และรูปที่ 3.14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 การกำหนดหมายเลขที่ฟังก์ชันเอาท์พุท

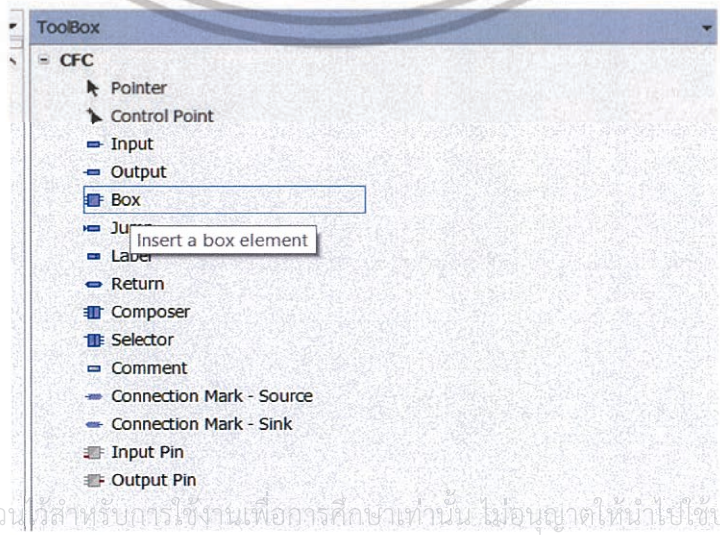


รูปที่ 3.14 การกำหนดเอาท์พุทขาออก

3.3.3 ฟังก์ชันบล็อกแปลงสัญญาณ INT_TO_TIME

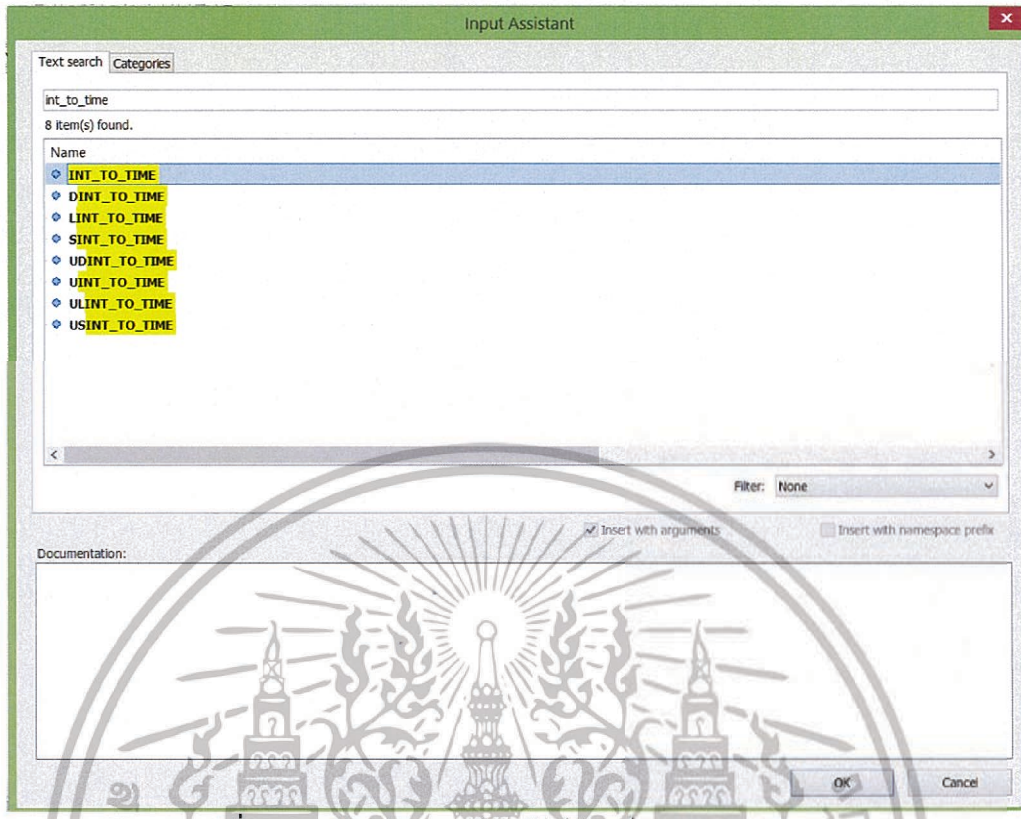
INT_TO_TIME ฟังก์ชันบล็อกนี้ทำหน้าที่แปลงอัตราการไหลที่ถูกส่งเข้ามาทางอินพุทในรูปแบบตัวแปร INT และทำการแปลงให้อยู่ในแบบตัวแปร TIME เพื่อควบคุมอัตรากันไหล ณ เวลานั้น แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 ตัวอย่าง INT_TO_TIME



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก



รูปที่ 3.17 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก INT_TO_TIME

3.3.4 ฟังก์ชันบล็อกรวมสัญญาณ AND

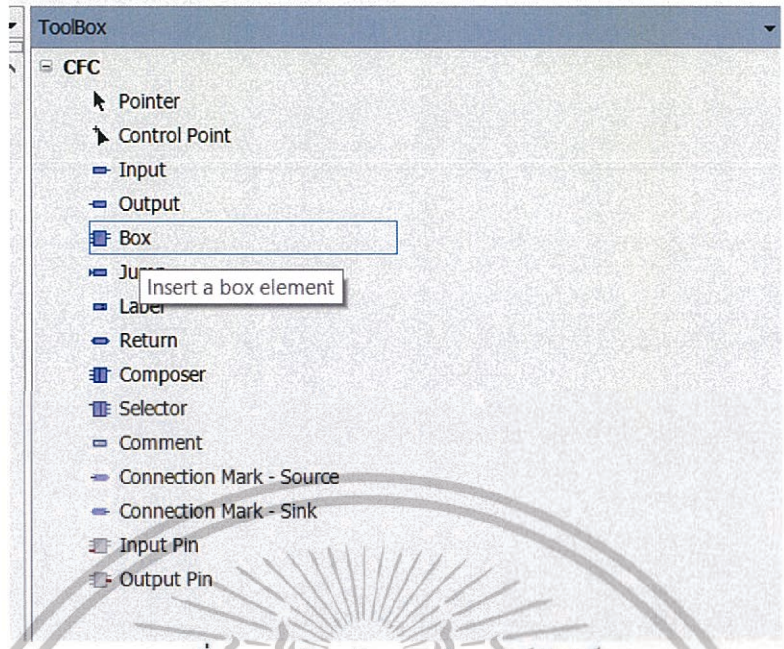
ทำการรวมสัญญาณในระบบ Continuous Function Chart มีรูปแบบการทำงานดัง

รูปที่ 3.18

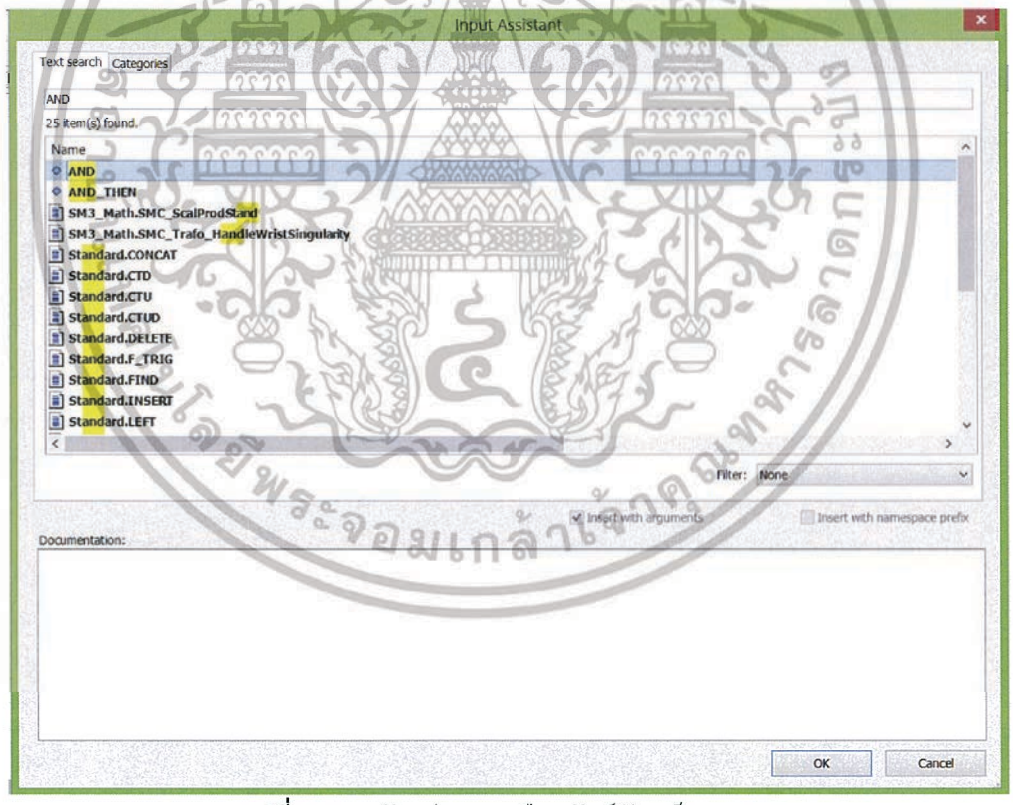
INPUT		OUTPUT
A	B	A OR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

รูปที่ 3.18 ตัวอย่างการทำงานของ AND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก



รูปที่ 3.20 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก AND

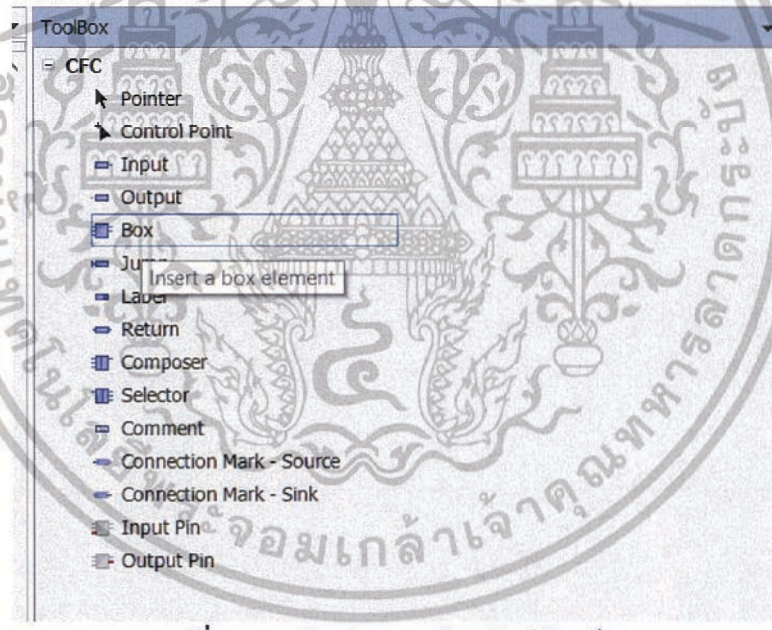
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ฟังก์ชันบล็อกรวมสัญญาณ OR

ทำการรวมสัญญาณในระบบ Continuous Function Chart มีรูปแบบการทำงานดังรูปที่ 3.21

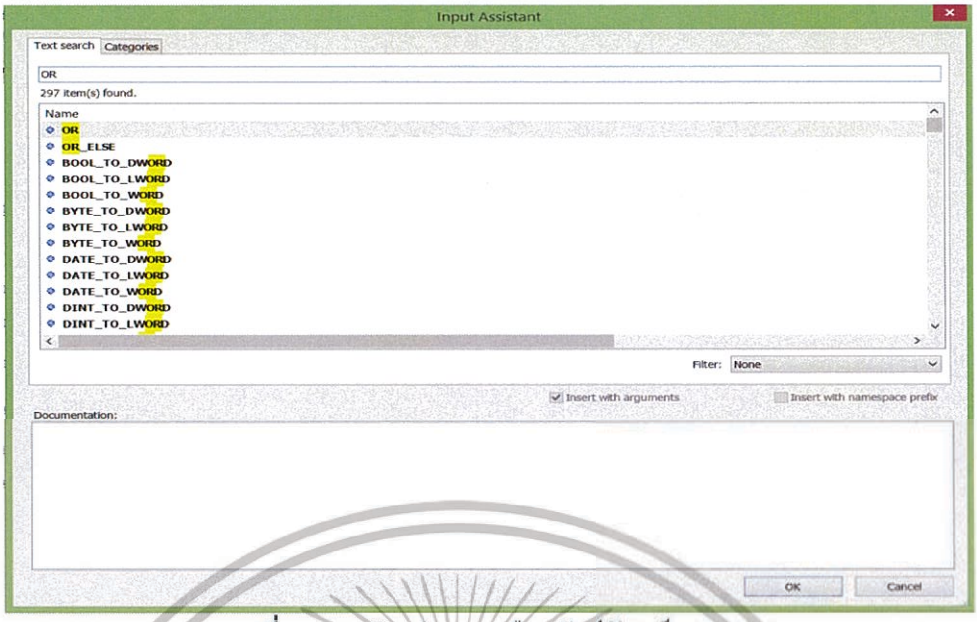
INPUT		OUTPUT
A	B	A AND B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

รูปที่ 3.21 ตัวอย่างการทำงานของ OR



รูปที่ 3.22 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก

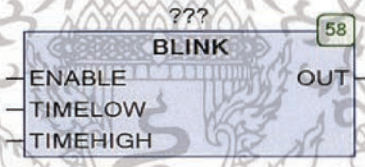
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



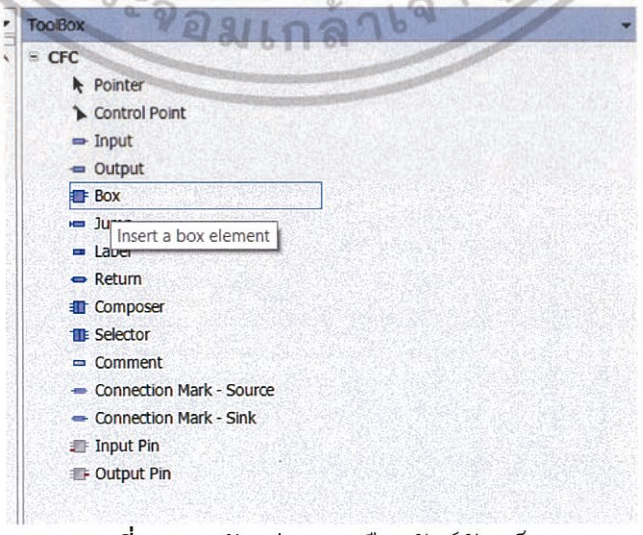
รูปที่ 3.23 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก OR

3.3.6 ฟังก์ชันบล็อก BLINK

ฟังก์ชันบล็อก BLINK จะทำหน้าที่เปิดหรือปิดสัญญาณเฉพาะช่วงเวลาที่ถูกควบคุม แสดงดังรูปที่ 3.24

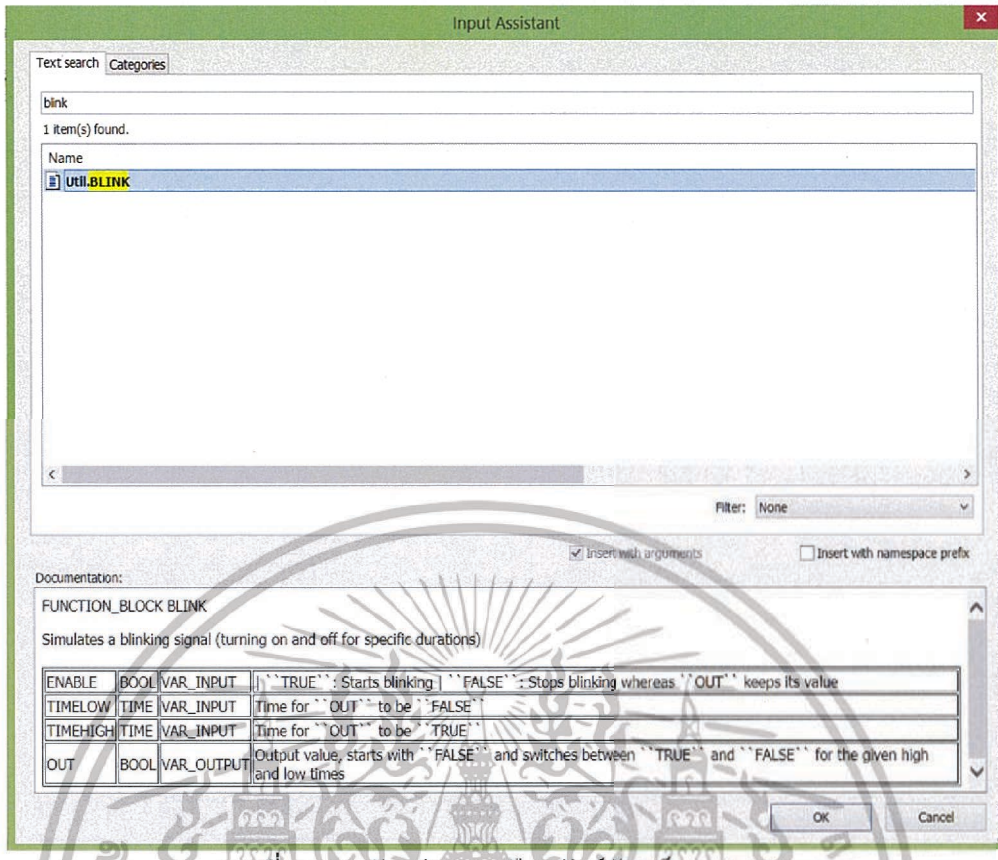


รูปที่ 3.24 ฟังก์ชันบล็อก BLINK



รูปที่ 3.25 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก

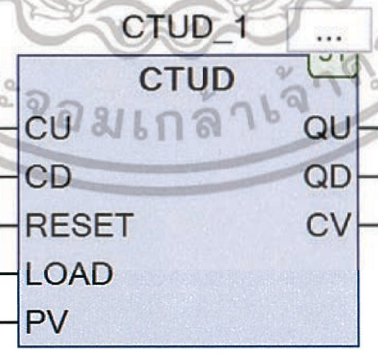
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก BLINK

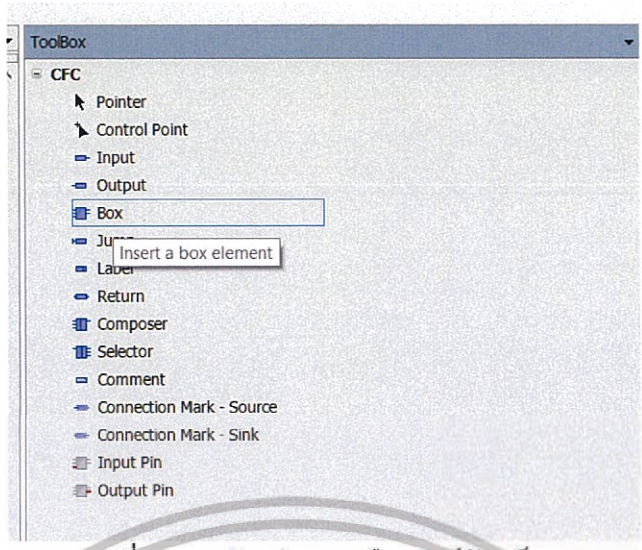
3.3.7 ฟังก์ชันบล็อก CTUD

ฟังก์ชันบล็อก CTUD แสดงดังรูปที่ 3.27 ทำหน้าที่รวมสัญญาณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นภายในระบบที่เราต้องการตรวจสอบและจะทำการส่งค่าเอาท์พุทในรูปแบบ WORD

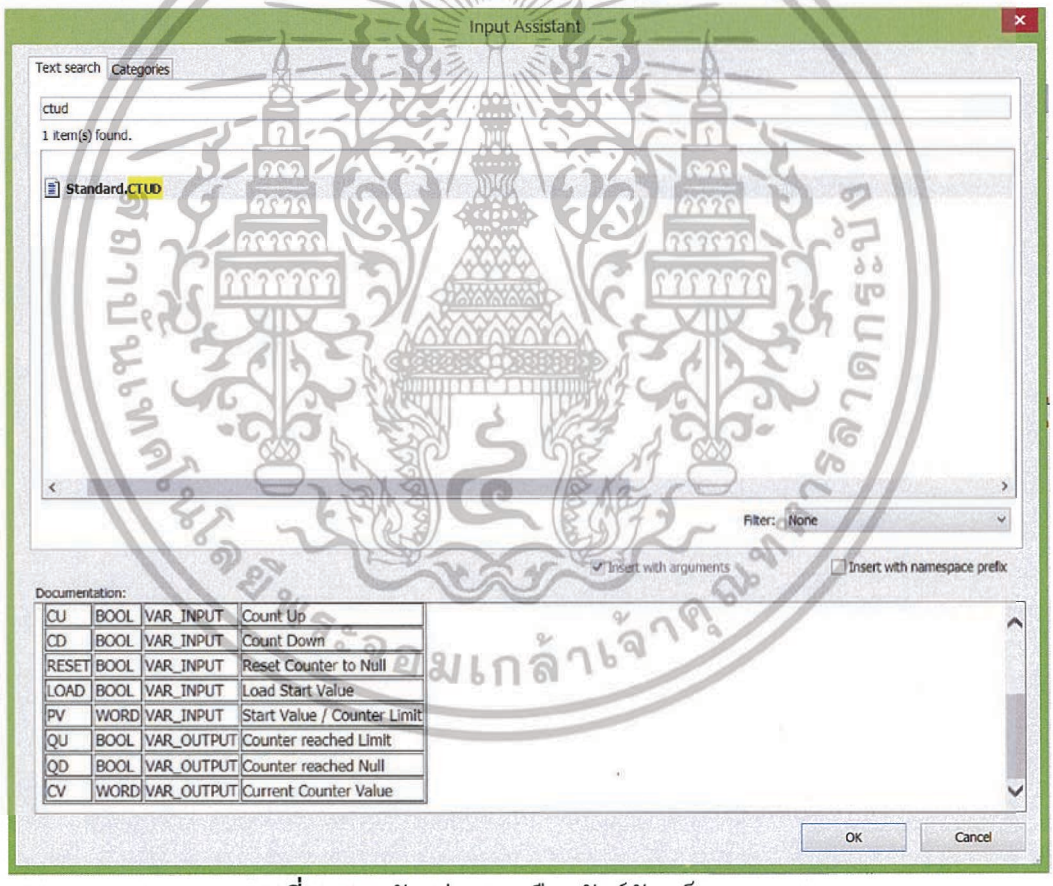


รูปที่ 3.27 ฟังก์ชันบล็อก CTUD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก

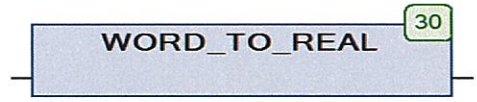


รูปที่ 3.29 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก CTUD

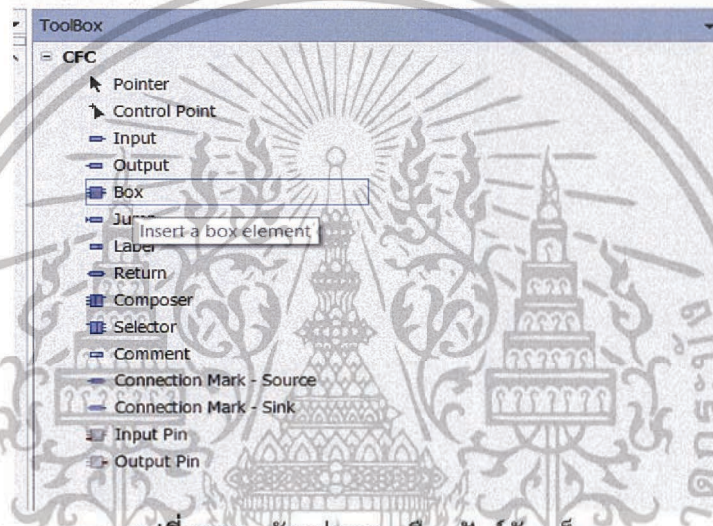
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8 ฟังก์ชันบล็อก WORD_TO_REAL

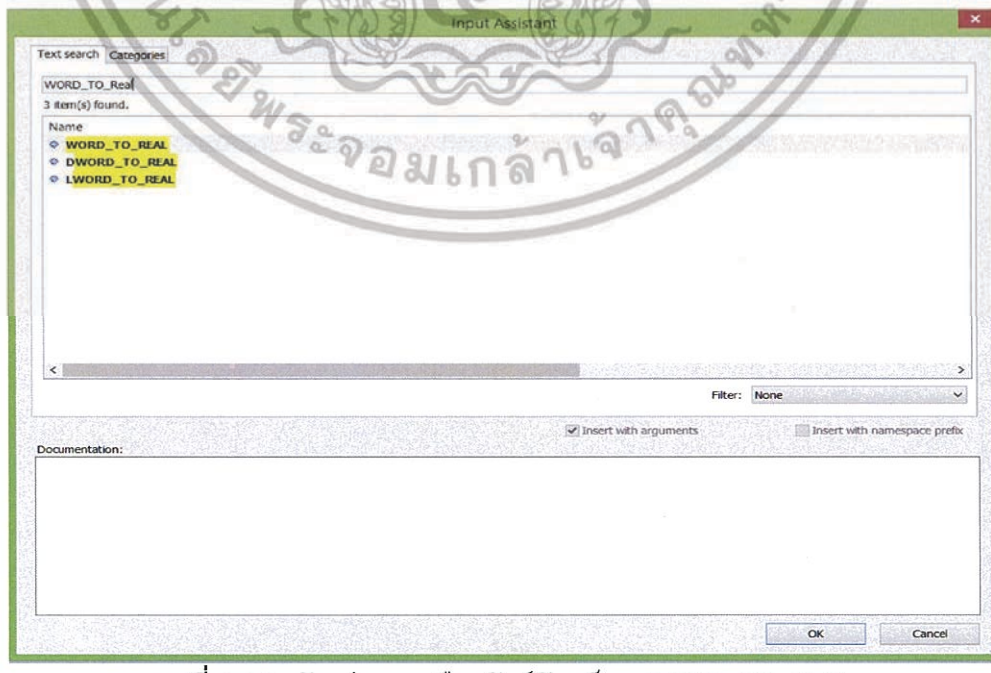
ฟังก์ชันบล็อก WORD_TO_REAL แสดงดังรูปที่ 3.30 จะทำการเปลี่ยนสัญญาณที่ส่งมาจากเอาท์พุทของ CTUD ที่มาในรูปแบบ WORD ซึ่งจะแปลงตัวสัญญาณเป็น REAL เพื่อสามารถนำมาแสดงได้



รูปที่ 3.30 ตัวอย่างฟังก์ชันบล็อก WORD_TO_REAL



รูปที่ 3.31 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก



รูปที่ 3.32 ตัวอย่างการเลือกฟังก์ชันบล็อก WORD_TO_REAL

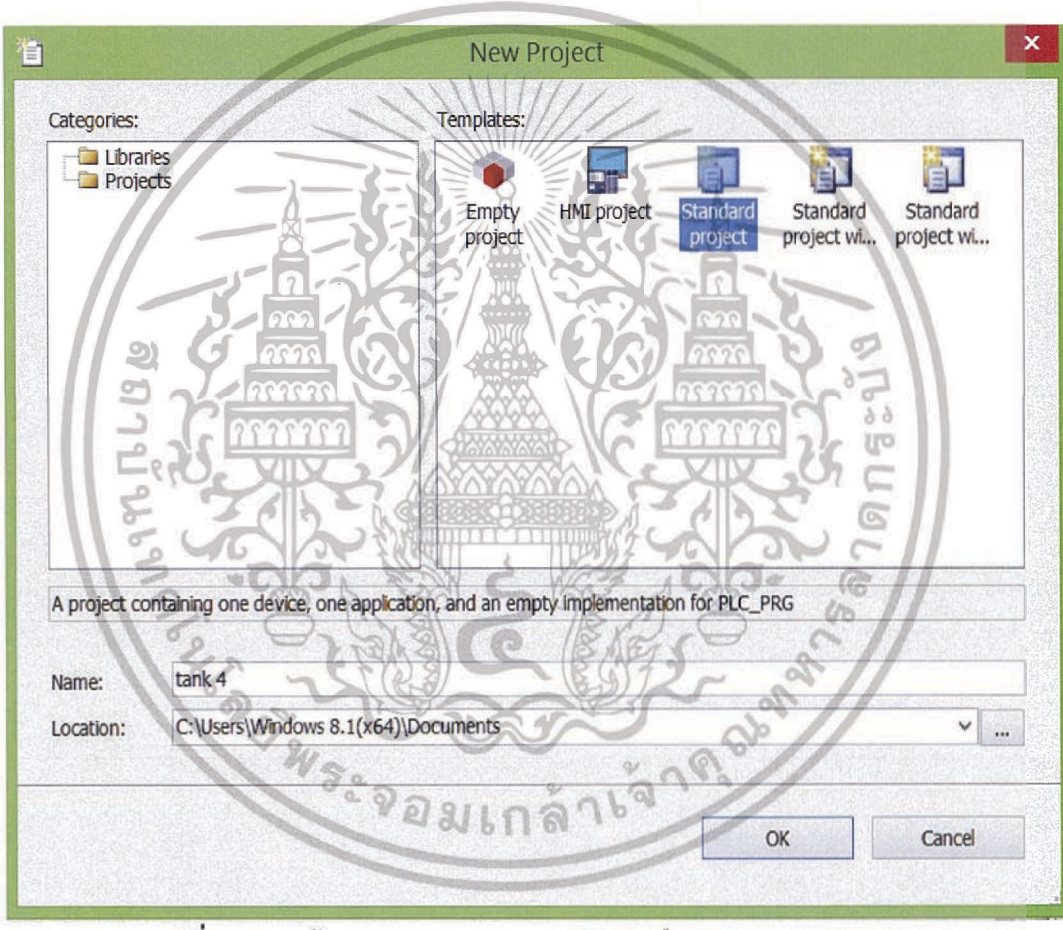
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การสร้างแบบจำลองขึ้นโดยใช้โปรแกรม Codesys : Continuous Function Chart (CFC)

การจุดการทำงานเพื่อสร้างระบบจำลองของกระบวนการนั้นสำคัญมากเนื่องจากค่าอัตราการไหลที่ถูกจ่ายเข้ามายังทางอินพุทซึ่งค่านั้นจะต้องตรงกับค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมเพื่อให้การออกแบบระบบไปตามกระบวนการจริง

3.4.1 กระบวนการสร้างระบบถังน้ำ

จะเริ่มต้นที่สร้าง New project และทำการเลือก Standard project



รูปที่ 3.33 สร้าง New project และทำการเลือก Standard project

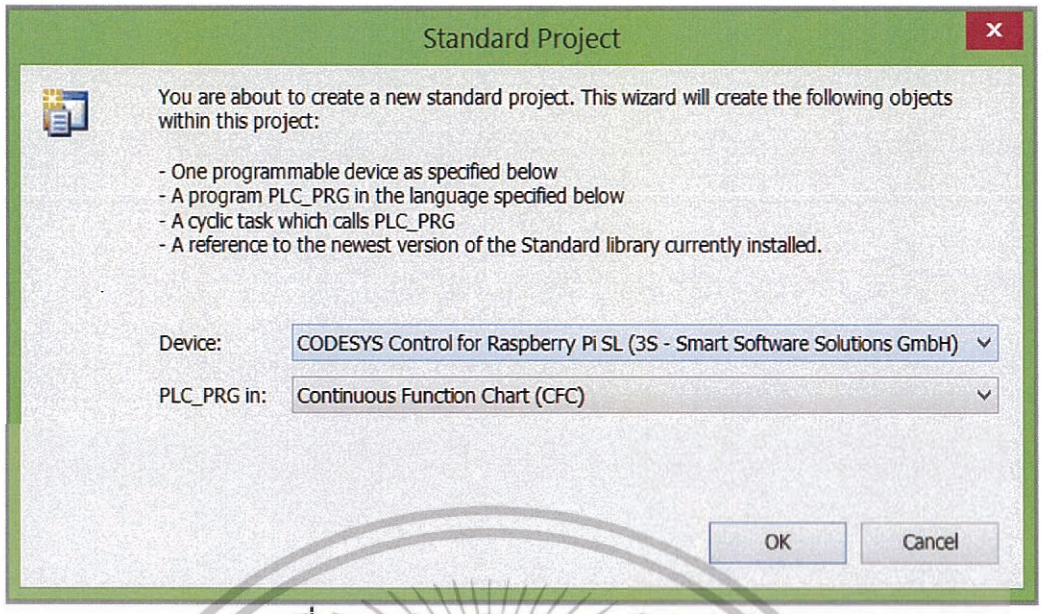
3.4.2 ทำการกำหนด Standard Project

แสดงดังรูปที่ 3.34 ส่วนแรกจะเป็นการ Device เพื่อรองรับการทำงานของระบบอะไร ส่วนที่สองจะเป็นฟังก์ชันที่เราเลือกใช้

Device : CODESYS Control for Raspberry Pi SL

PLC_PRG in : Continuous Function Chart (CFC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

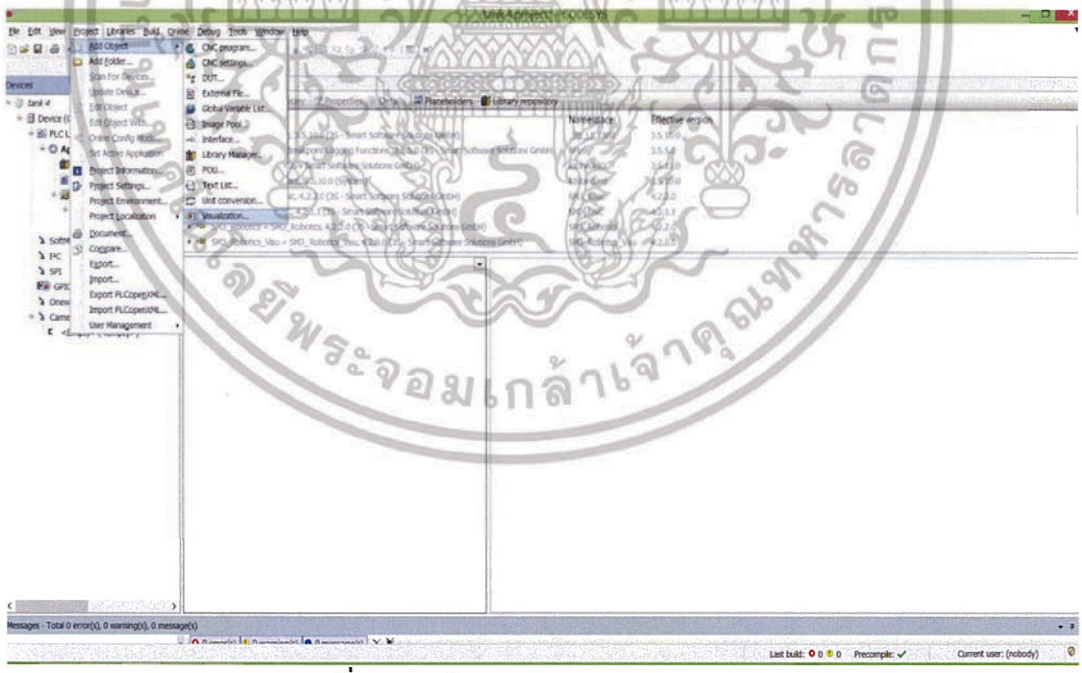


รูปที่ 3.34 ทำการกำหนด Standard Project

3.4.3 ทำการ Add Visualization

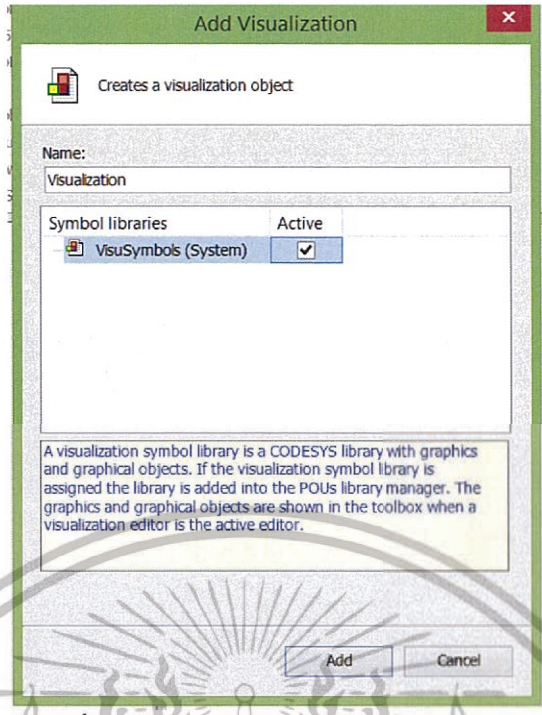
คลิกที่ project ⟶ object ⟶ addvisualization

แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.35 และ รูปที่ 3.36



รูปที่ 3.35 ทำการ Add Visualization (1)

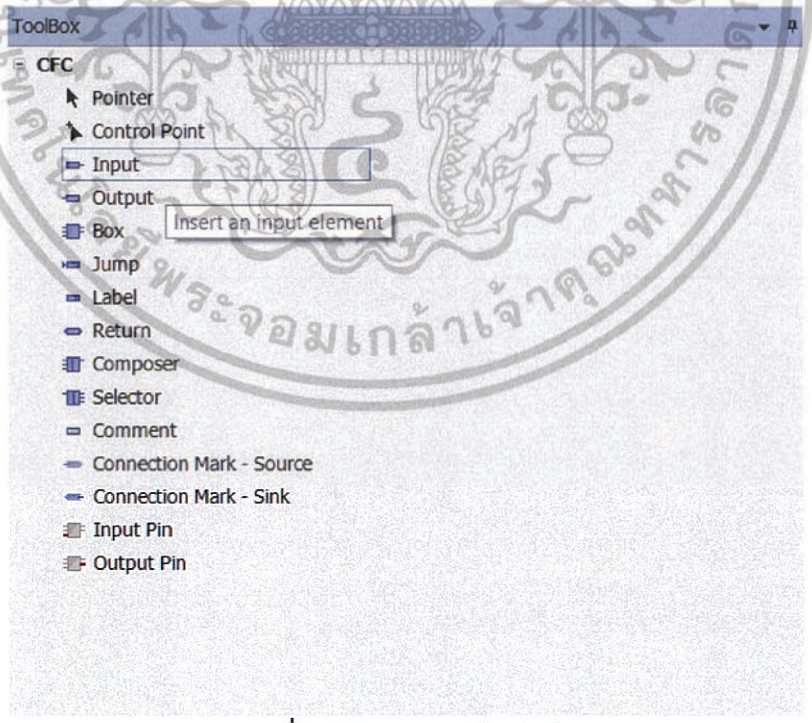
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.36 ทำการ Add Visualization (2)

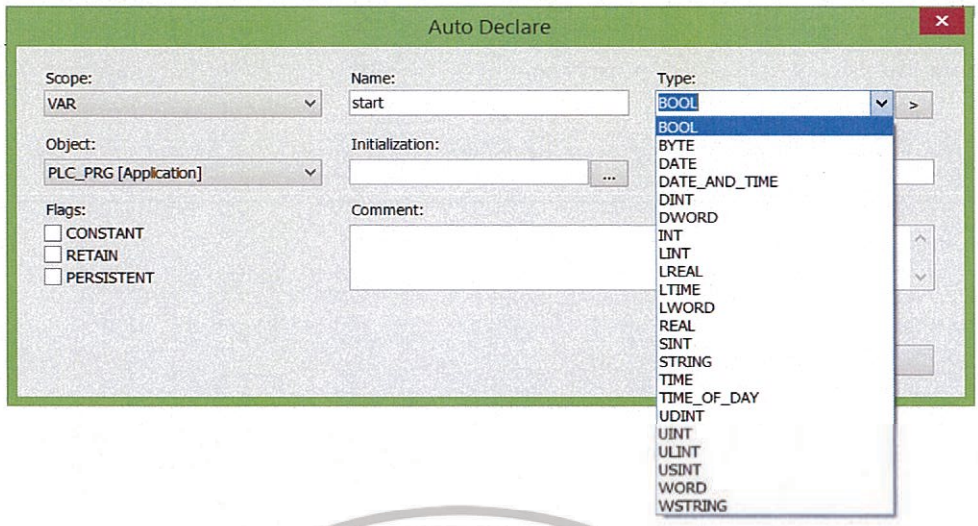
3.4.4 ทำการสร้างฟังก์ชันบล็อกอินพุทปุ่ม Start

กำหนดตัวแปรและสร้างปุ่ม start ผ่าน Visualization ดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 ทำการสร้างฟังก์ชันอินพุท

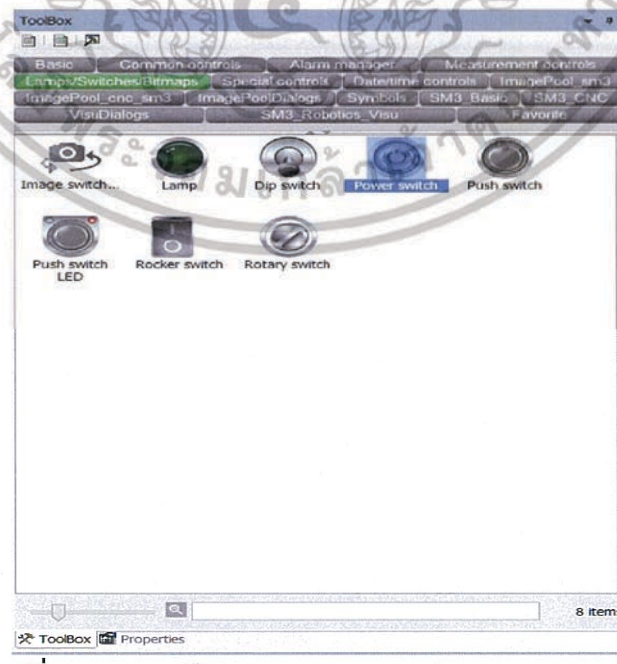
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.38 ทำการกำหนด Type ของการทำงานของปุ่ม Start

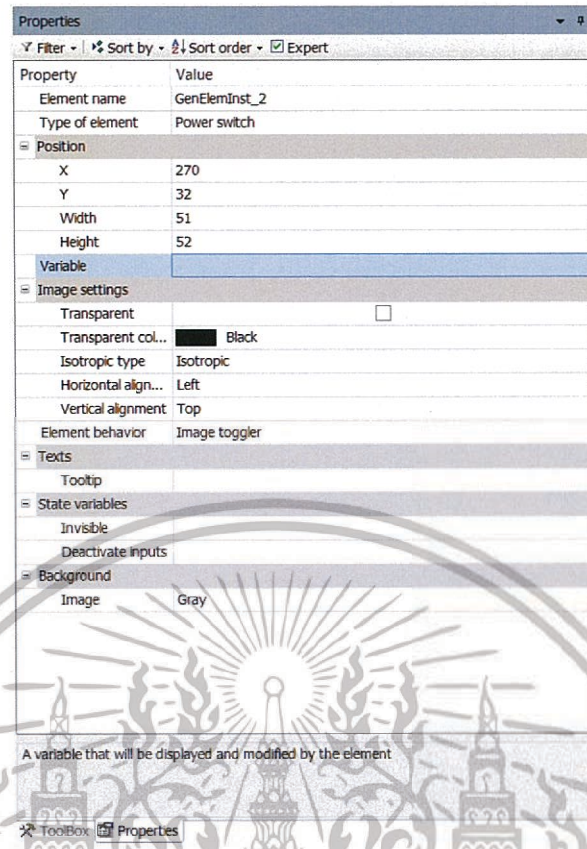
ในการกำหนดค่าในปุ่ม Stat นั้นค่าอินพุทนั้นจะเป็น 0 หรือ 1 เป็นคำสั่งในการเปิดใช้เครื่องจึงต้องกำหนดให้เป็น Type : BOOL แสดงดังรูปที่ 3.38

รูปที่ 3.39 การเขียน Code เพื่อควบคุมฟังก์ชันบล็อก Start

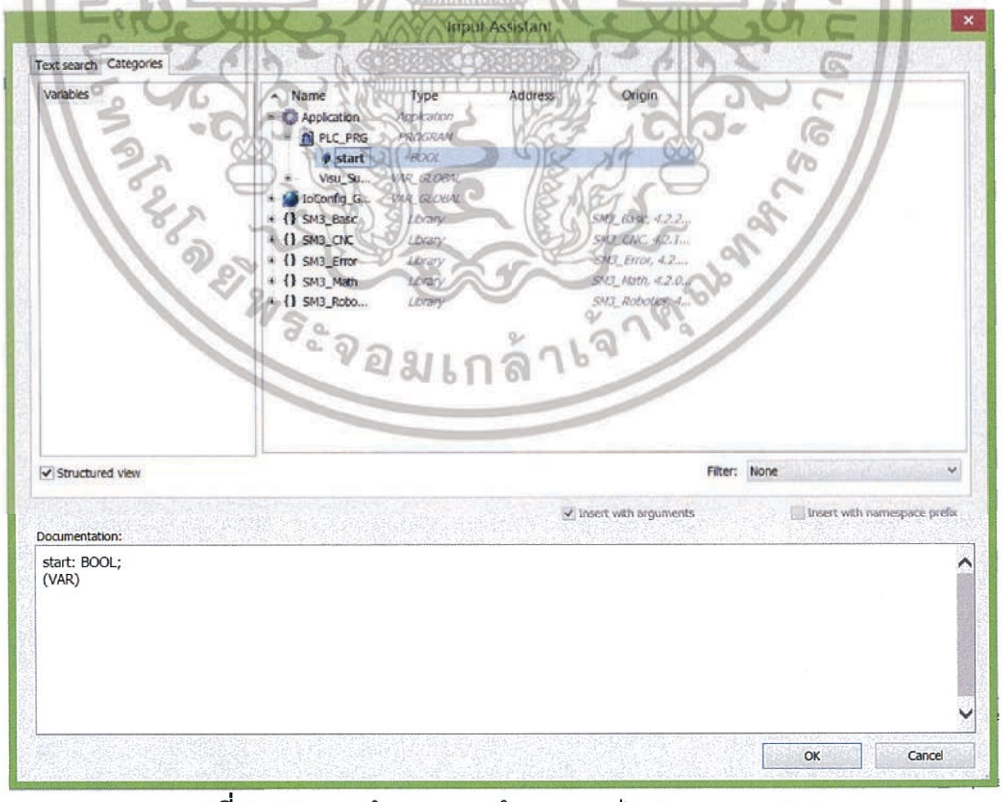


รูปที่ 3.40 การเลือก Power switch ผ่าน Visualization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.41 การกำหนด Variable ของ Power switch ผ่าน Visualization

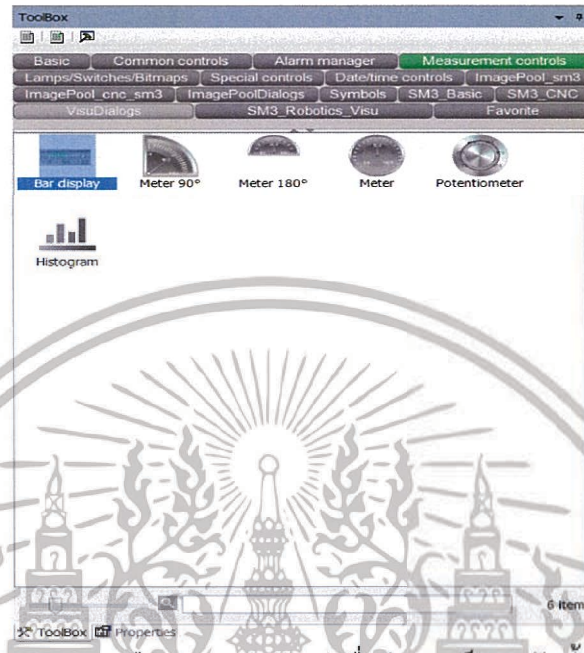


รูปที่ 3.42 การกำหนดการทำงานของปุ่ม Power switch

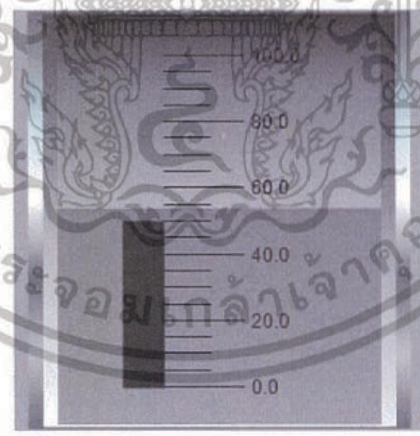
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 ทำการสร้างถังน้ำใบที่ 5

เพื่อรองรับน้ำก่อนจะจ่ายน้ำเข้าสู่ระบบ ในหัวข้อนี้เราจะกำหนดให้ถังน้ำใบที่ 5 เป็น Tank0 และเลือก Bar display เพื่อจำลองเป็นระดับน้ำของถัง แสดงดังรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.43 การเลือก Bar display เพื่อจำลองเป็นระดับน้ำของถัง

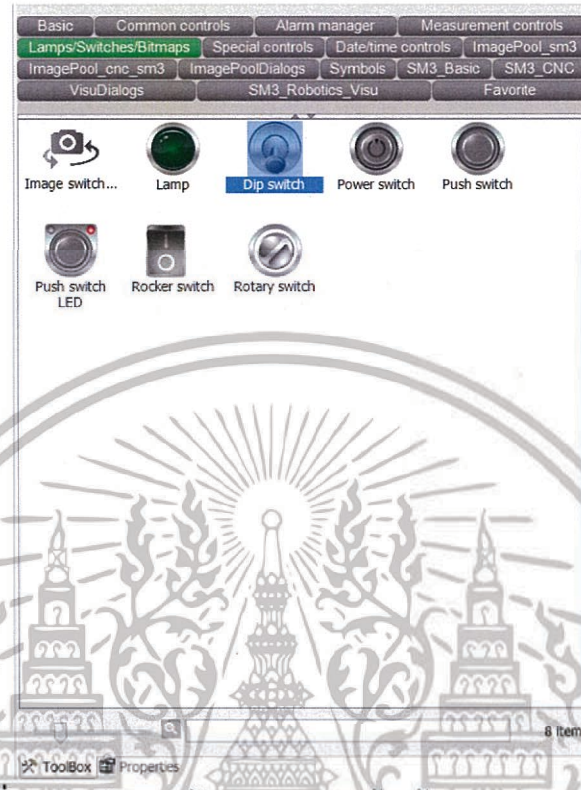


รูปที่ 3.44 ตัวอย่างTank0

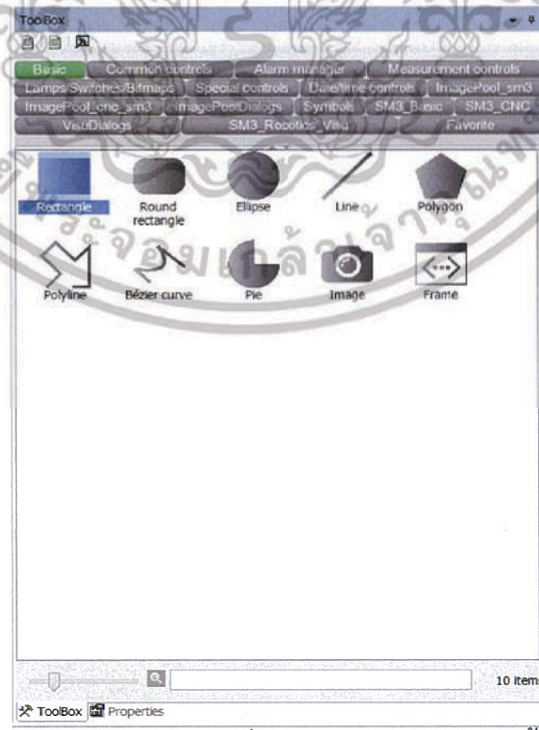
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 ทำการสร้าง switch เปิดปิดท่อจ่ายน้ำและออก

รวมถึงสร้างบล็อกการสร้างตัวควบคุมอัตราการไหลของน้ำขาเข้า ขาออก

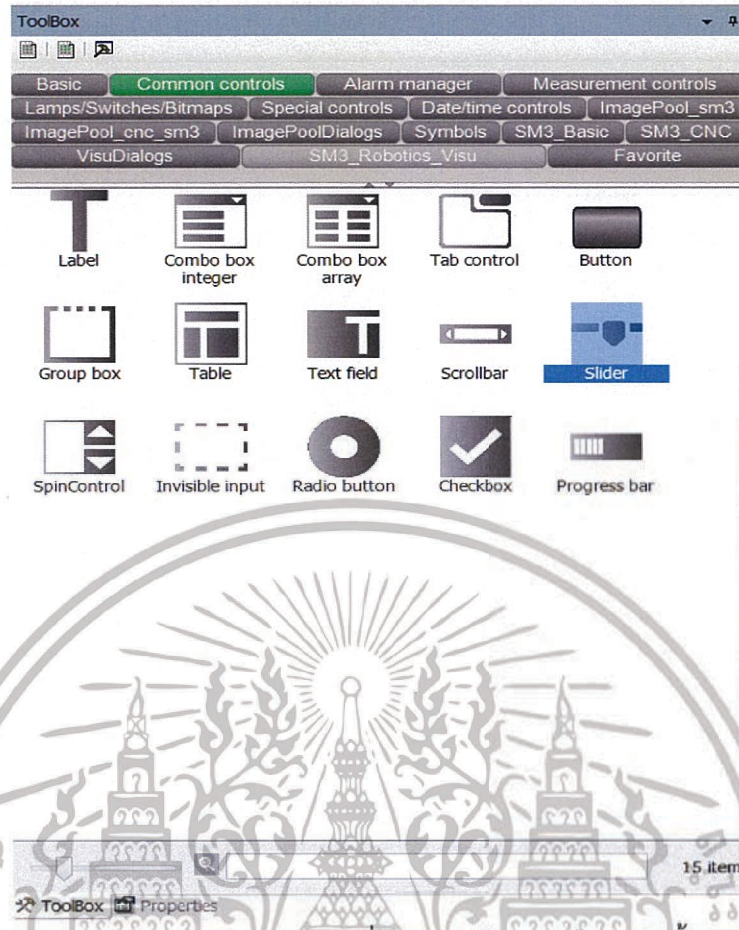


รูปที่ 3.45 ทำการสร้าง Switch ขาเข้าแล้วขาออกของ Tank0

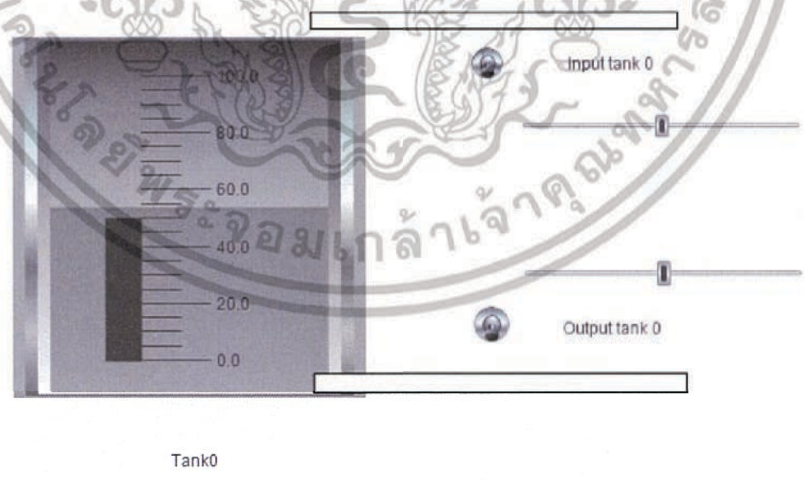


รูปที่ 3.46 ทำการสร้าง Rectangle เพื่อแสดงสัญญาณทางเดินน้ำขาเข้าและขาออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

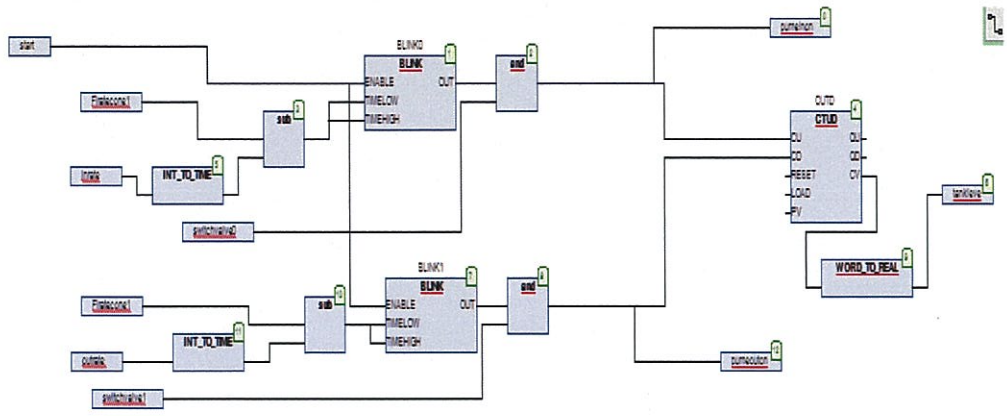


รูปที่ 3.47 ทำการสร้าง Slider Controls เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำขาเข้าและขาออก



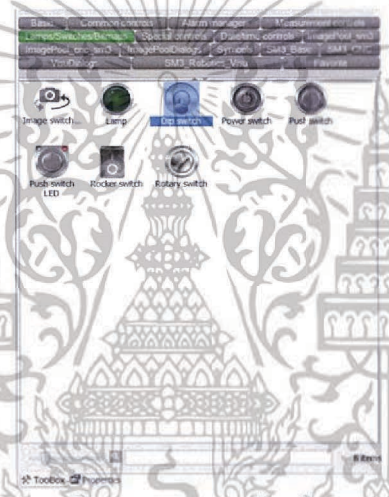
รูปที่ 3.48 ตัวอย่างแบบจำลองที่ถูกสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

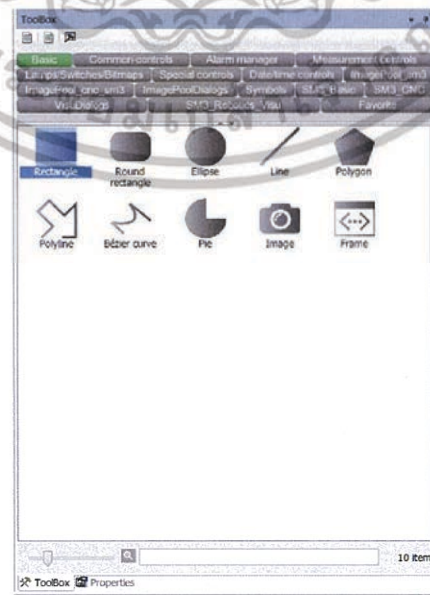


รูปที่ 3.49 การต่อการทำงานของฟังก์ชันบล็อก Tank 0

3.4.7 สร้างแบบจำลอง Tank 1,3

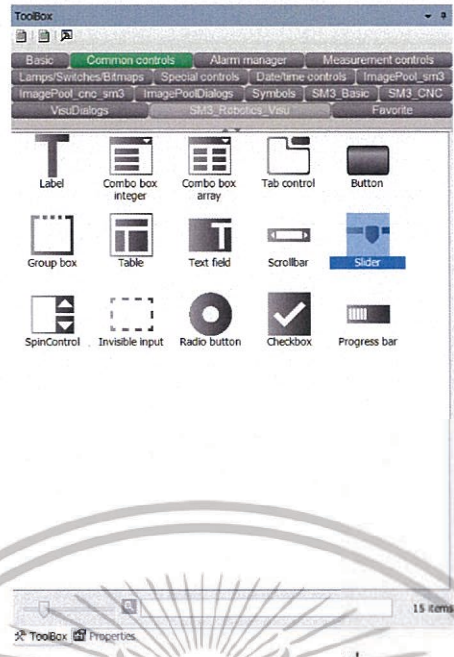


รูปที่ 3.50 ทำการสร้าง Switch ขาเข้าแล้วขาออกของ Tank1,3

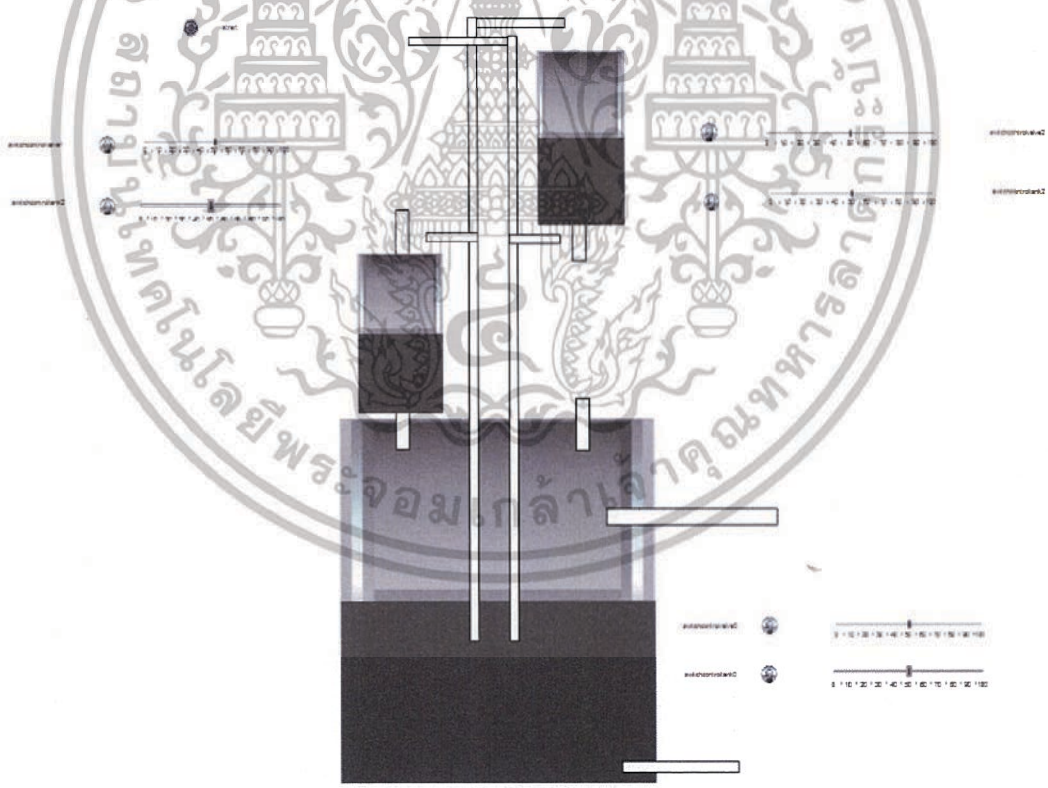


รูปที่ 3.51 ทำการสร้าง Rectangle เพื่อแสดงสัญญาณทางเดินน้ำขาเข้าและขาออก Tank 1,3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

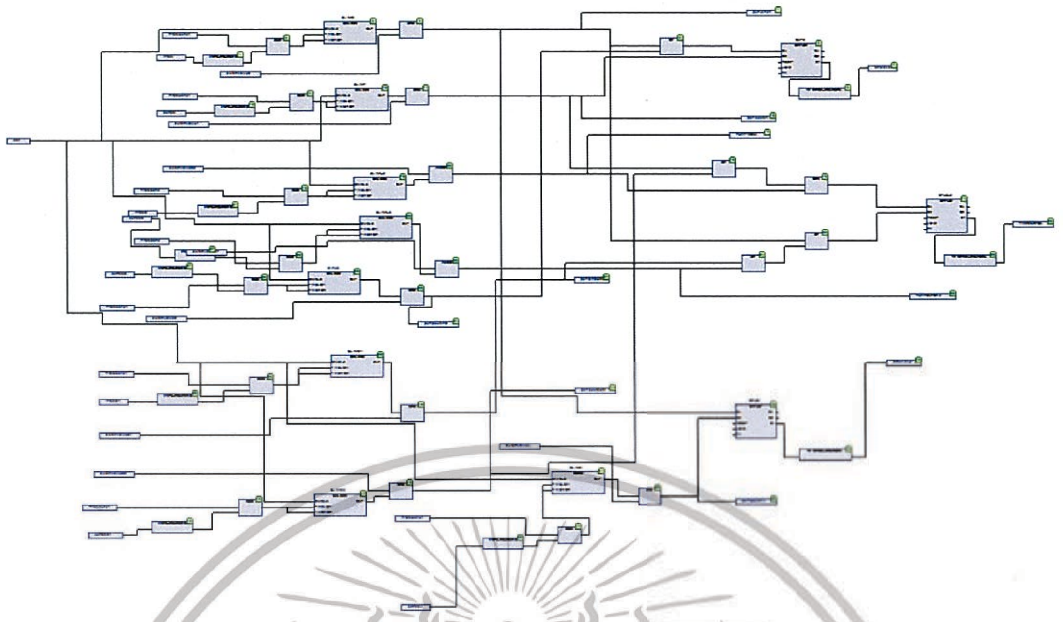


รูปที่ 3.52 ทำการสร้าง Slider Controls เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำขาเข้าและขาออก Tank1,3



รูปที่ 3.53 ตัวอย่างแบบจำลอง Tank 1,3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



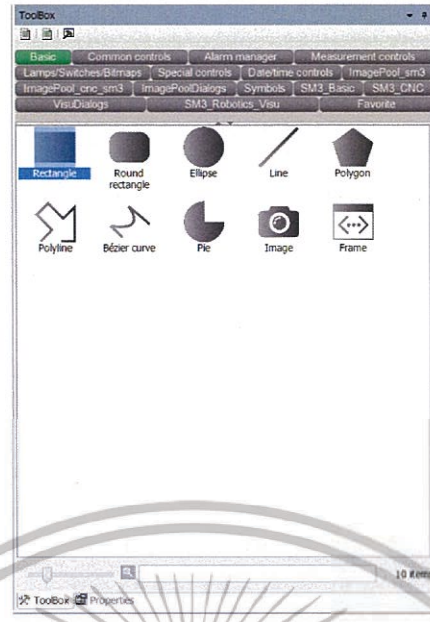
รูปที่ 3.54 การต่อการทำงานของฟังก์ชันบล็อก Tank 1,3

3.4.8 สร้างแบบจำลอง Tank 2,4

ณ ขั้นตอนนี้เราจะเป็นต้องเดินวงจรในฟังก์ชันให้ครบเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้นั้น จึงเป็นขั้นตอนที่ยากที่สุด

รูปที่ 3.55 ทำการสร้าง Switch ขาเข้าแล้วขาออกของ Tank2, 4

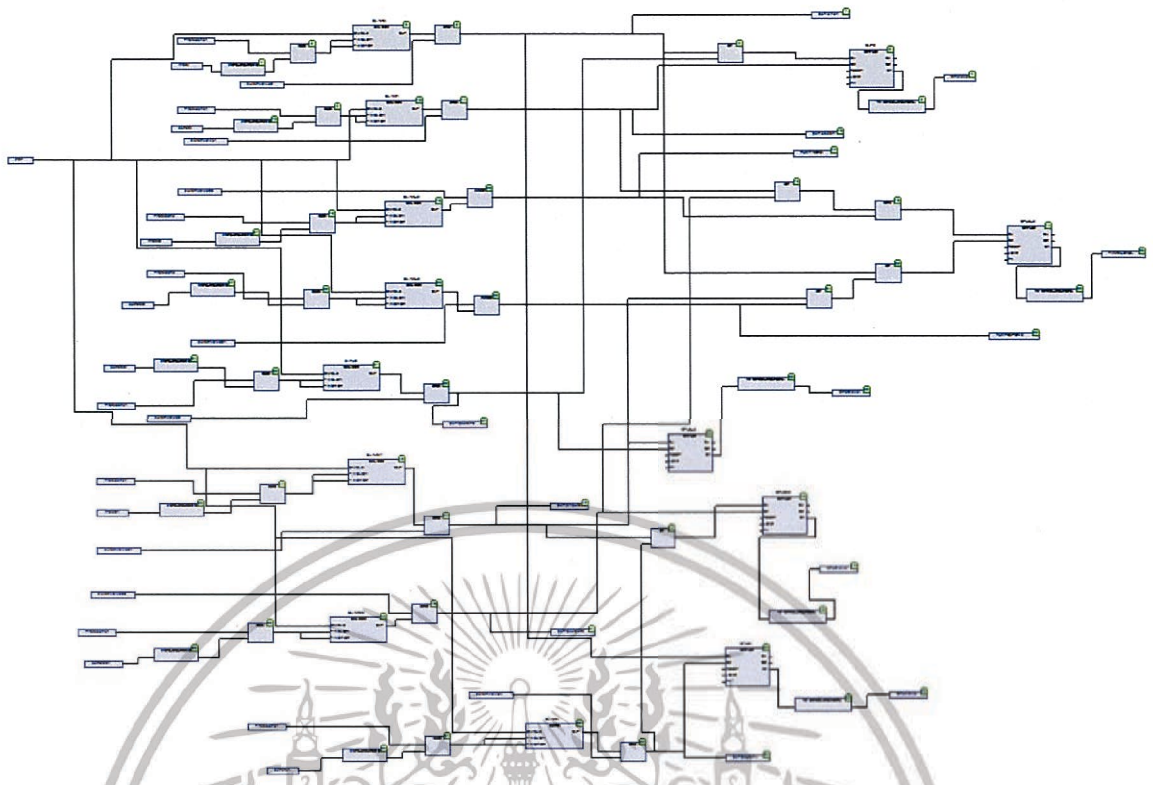
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.56 ทำการสร้าง Rectangle เพื่อแสดงสัญญาณทางเดินน้ำขาเข้าและขาออก Tank 2, 4

รูปที่ 3.57 ทำการสร้าง Slider Controls เพื่อควบคุมอัตราการไหล
ของน้ำขาเข้าและขาออก Tank 2, 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.58 การต่อการทำงานของฟังก์ชันบล็อก Tank 0, 1, 2, 3 และ 4

3.5 สรุป

Codesys CFC (Continuous Function Chart) เป็นวิธีการออกแบบในรูปแบบหลายอินพุท ซึ่งมีการออกแบบเพื่อมีการปรับอัตราการไหลจึงเป็นเหตุผลที่เราจึงใช้ฟังก์ชันบล็อก BLINK เพื่อเป็นการควบคุมอัตราการกระจายสัญญาณตามช่วงเวลา และมีการใช้ฟังก์ชันบล็อก CTUD เป็นฟังก์ชันการนับค่าซึ่งในกระบวนการถังน้ำ 4 ใบนี้ นั้นเปรียบเหมือนการเพิ่มหรือลดของจำนวนน้ำในถังและแสดงค่าต่อไป

จากการสร้างแบบจำลองถังน้ำ 4 ใบด้วยโปรแกรม Codesys : Continuous Function Chart (CFC) ในรูปแบบหลายอินพุทเอาท์พุท ด้วยเหตุนี้ในการออกแบบหรือการสร้างมีปัญหาในการเชื่อมสัญญาณฟังก์ชันบล็อกที่ยุ่งยาก ซึ่งในการออกแบบจำลองถังน้ำ 4 ใบมีข้อจำกัดอยู่ที่ไม่สามารถใช้ฟังก์ชันบล็อก LIMITALRAM ได้จึงให้ไม่มีระบบถ่ายเทน้ำอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดสอบระบบจำลองถังน้ำ 4 ใบ

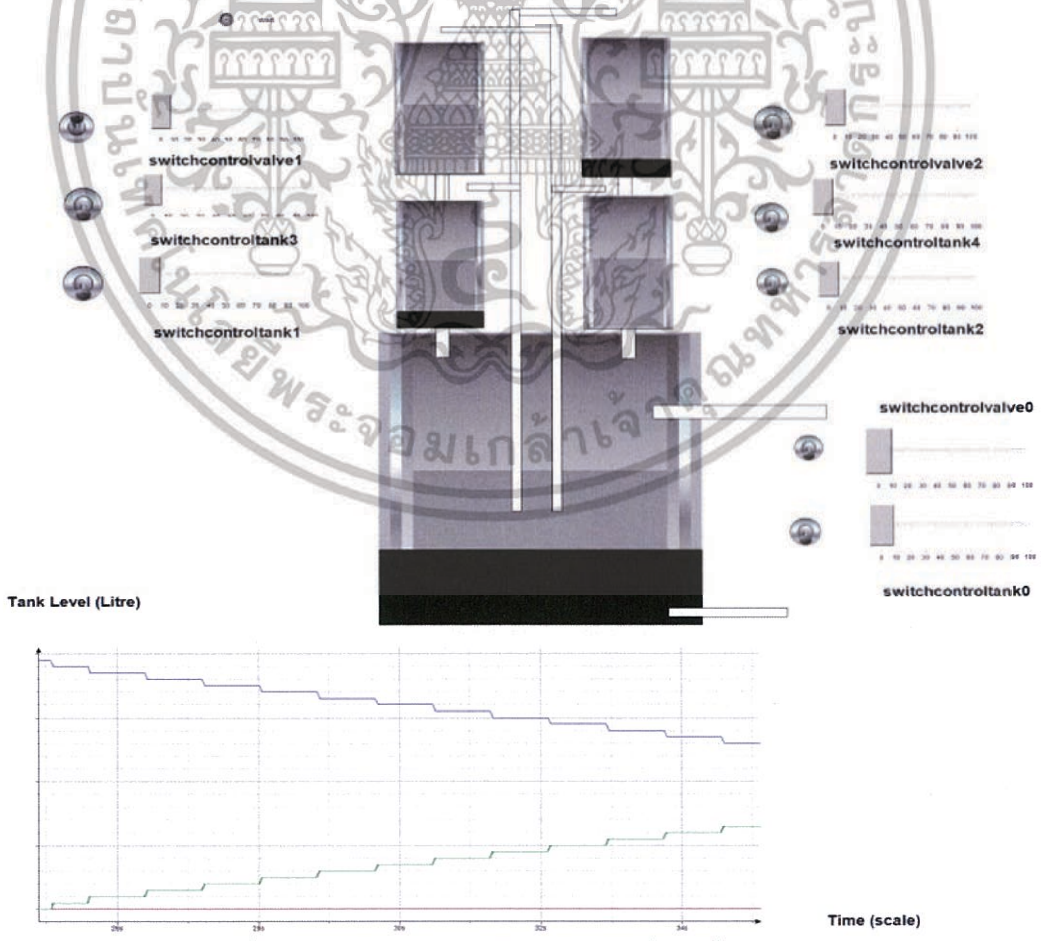
4.1 กล่าวนำ

สำหรับเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการ Up Load แบบจำลองถังน้ำ 4 ใบด้วยโปรแกรม Codesys : Continuous Function Chart (CFC) ลงในตัว Raspberry Pi และมีการทดสอบกระบวนการทำงานของถังน้ำ 4 ใบในการปรับอัตราการไหลของน้ำต่ำสุดสูงสุดของแต่ละ Tank เพื่อทำการตรวจสอบผลจากกราฟ

4.2 การทดลอง

จากการกล่าวข้างต้นเราจะแบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วนคือเฟสต่ำสุดและเฟสสูงสุด ที่อัตราการไหลคงที่ซึ่งจะทำการทดสอบที่ Tank 1,Tank 2, Tank 3, Tank 4 ตามลำดับ

4.2.1 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุด Tank 1, 4

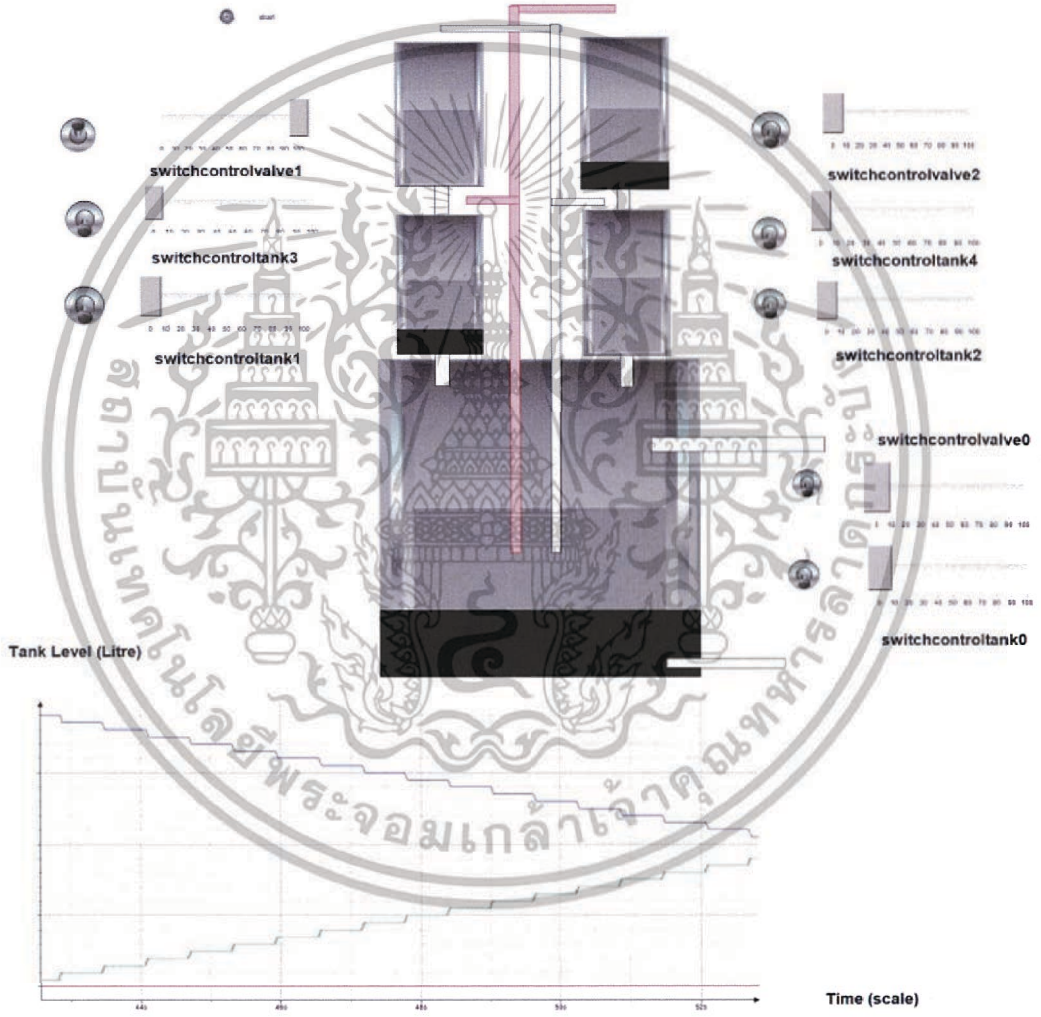


รูปที่ 4.1 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Tank 1, 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟ รูปที่ 4.1 จะแสดงถึงอัตราการไหลการเพิ่มและการลดของปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 1,Tank 4 ซึ่งเส้นกราฟสีน้ำเงินจะแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 และเส้นกราฟสีเขียวอ่อนแสดงถึงการเพิ่มของปริมาณน้ำใน Tank 1 และ Tank 4 จะเห็นได้ว่ากราฟเส้นสีเขียวอ่อนมีการเพิ่มขึ้นซึ่งแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 1 และ Tank 4 มีการเพิ่มขึ้นของน้ำซึ่งในทางกลับกันกราฟสีน้ำเงินที่แสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 มีการลดลงของปริมาณน้ำนั้นแสดงถึงน้ำใน Tank 0 ถูกส่งออกไปยัง Tank 1 และ Tank 4

4.2.2 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุด Tank 1, 4

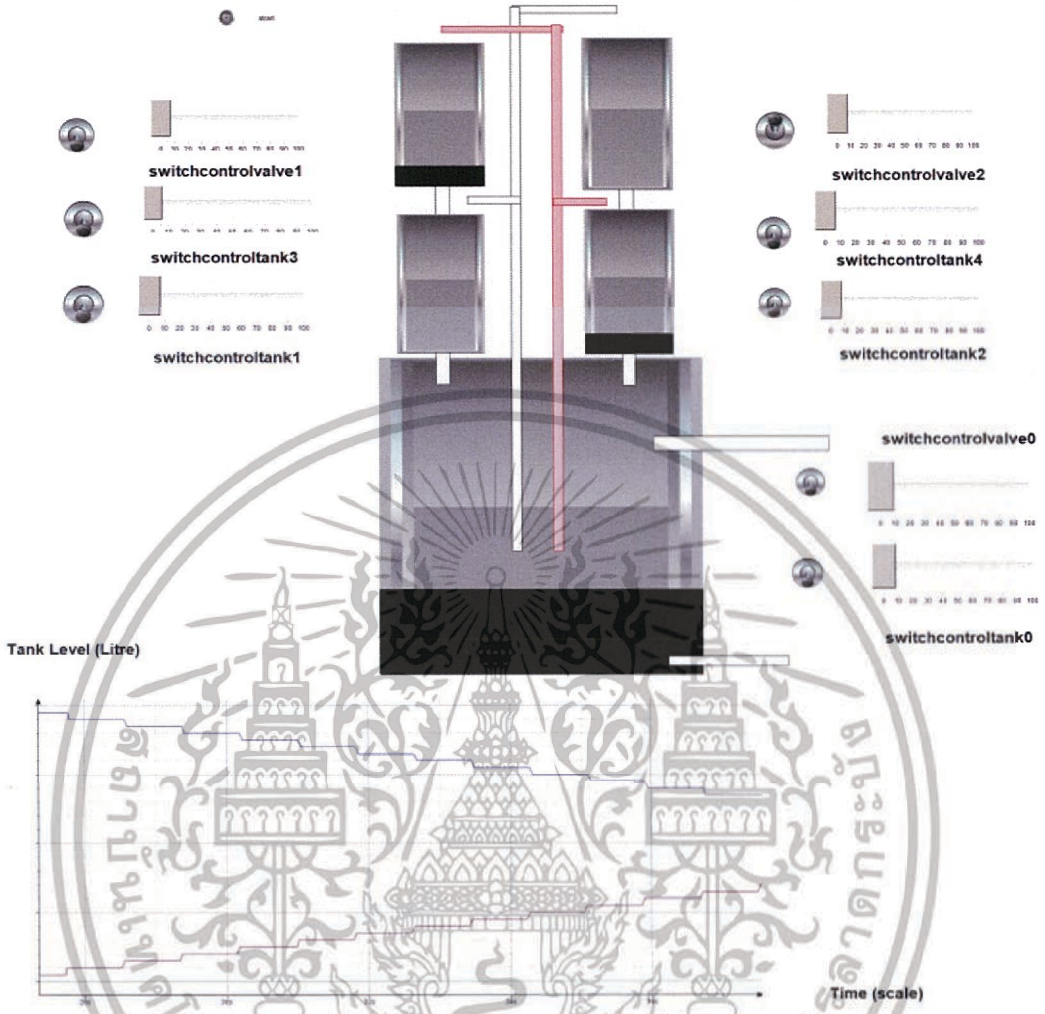


รูปที่ 4.2 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Tank 1, 4

จากกราฟ รูปที่ 4.2 จะแสดงถึงอัตราการไหลการเพิ่มและการลดของปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 1,Tank 4 ซึ่งเส้นกราฟสีน้ำเงินจะแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 และเส้นกราฟสีเขียวอ่อนแสดงถึงการเพิ่มของปริมาณน้ำใน Tank 1, Tank 4 จะเห็นได้ว่ากราฟเส้นสีน้ำเงินและเส้นสีเขียวอ่อนมีการเพิ่มลดปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 1,Tank 4 อย่างรวดเร็วกว่าถ้าเทียบกับกราฟรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุด Tank 2, 3

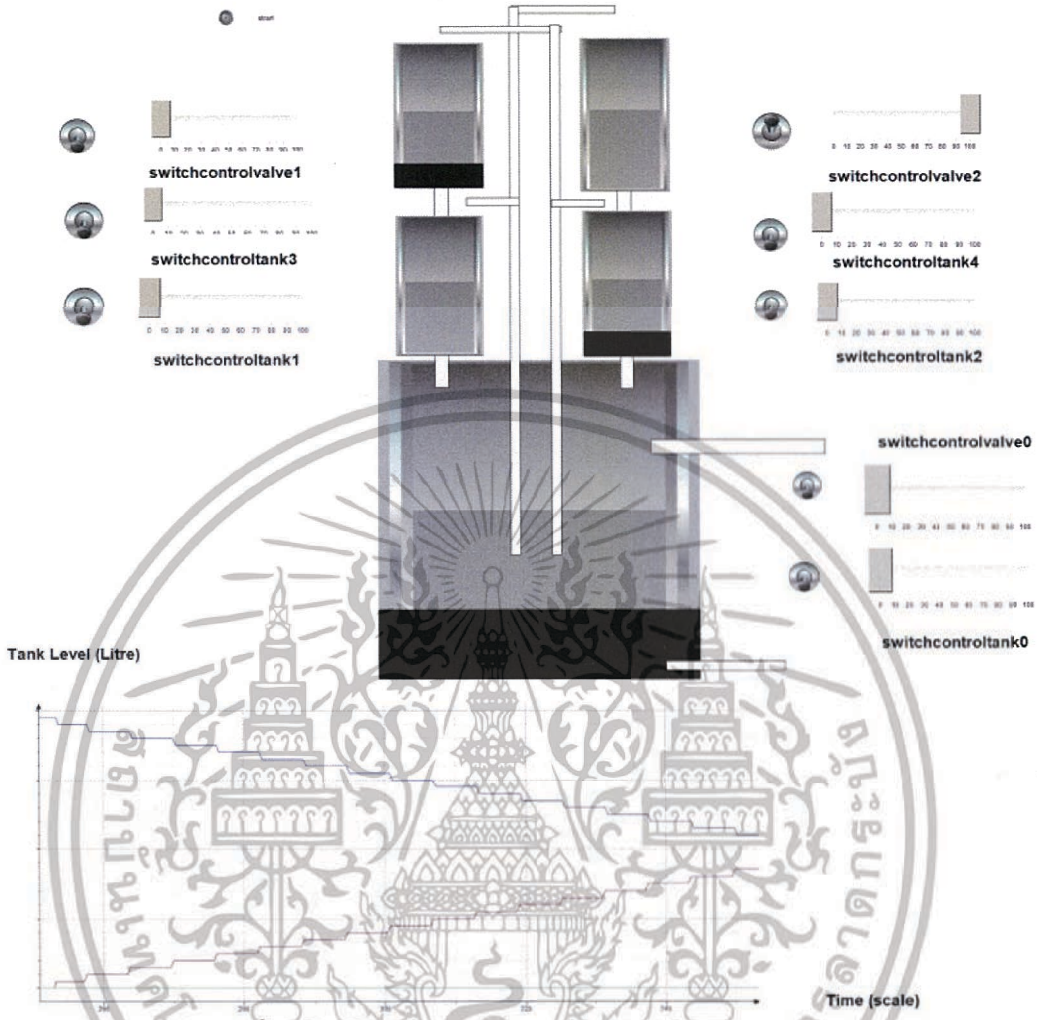


รูปที่ 4.3 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุด Tank 2, 3

จากกราฟ รูปที่ 4.3 จะแสดงถึงอัตราการไหลการเพิ่มและการลดของปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 2,Tank 3 ซึ่งเส้นกราฟสีน้ำเงินจะแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 และเส้นกราฟสีแดงแสดงถึงการเพิ่มของปริมาณน้ำใน Tank 2, Tank 3 จะเห็นได้ว่ากราฟเส้นสีแดงมีการเพิ่มขึ้นซึ่งแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 2,Tank 3 มีการเพิ่มขึ้นของน้ำซึ่งในทางกลับกันกราฟสีน้ำเงินที่แสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 มีการลดลงของปริมาณน้ำนั้นแสดงถึงน้ำใน Tank 0 ถูกส่งออกไปยัง Tank 2, Tank 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุด Tank 2, 3

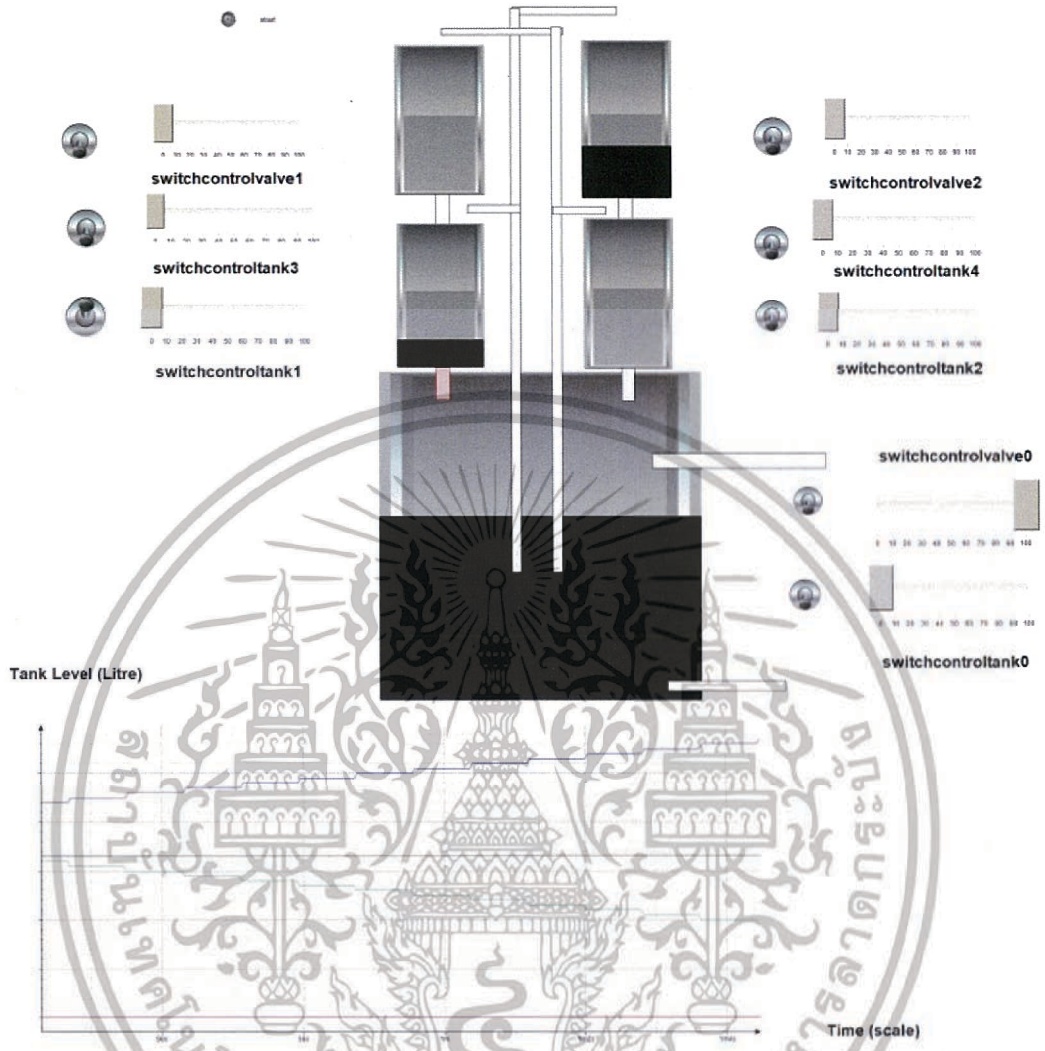


รูปที่ 4.4 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุด Tank 2, 3

จากกราฟ รูปที่ 4.4 จะแสดงถึงอัตราการไหลการเพิ่มและการลดของปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 2,Tank 3 ซึ่งเส้นกราฟสีน้ำเงินจะแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 และเส้นกราฟสีแดงแสดงถึงการเพิ่มของปริมาณน้ำใน Tank 2, Tank 3 จะเห็นได้ว่ากราฟเส้นสีน้ำเงินและเส้นสีเขียวอ่อนมีการเพิ่มลดปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 1,Tank 4 อย่างรวดเร็วกว่าถ้าเทียบกับกราฟรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 1

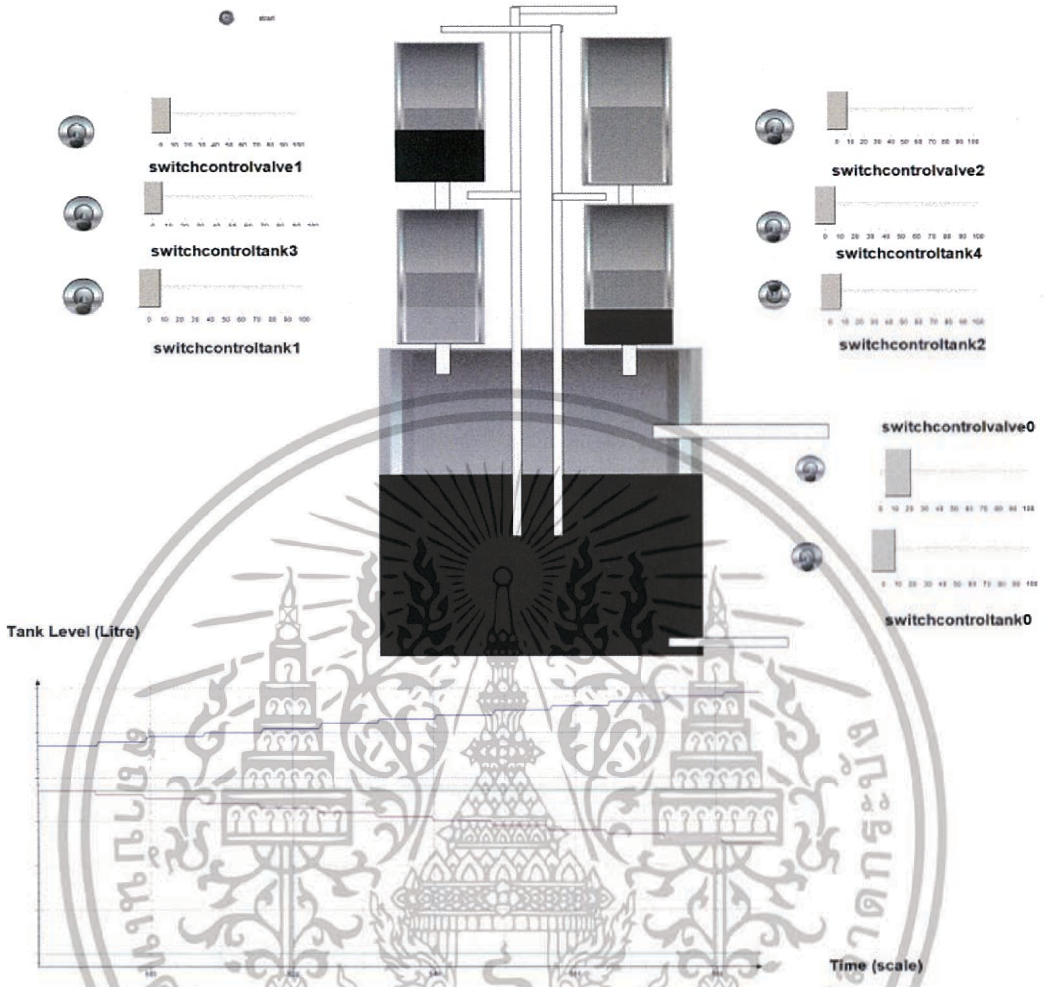


รูปที่ 4.5 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 1

จากกราฟ รูปที่ 4.5 จะแสดงถึงอัตราการไหลการเพิ่มและการลดของปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 1,Tank 4 ซึ่งเส้นกราฟสีน้ำเงินจะแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 เส้นกราฟสีเขียวแสดงถึงการเพิ่มของปริมาณน้ำใน Tank 1 และเส้นกราฟสีดำแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 4 จะเห็นได้ว่ากราฟเส้นสีเขียวอ่อนมีปริมาณน้ำที่ลดลงจึงส่งผลให้กราฟสีน้ำเงินที่แสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 มีปริมาณเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีการส่งผลกระทบต่อ Tank 4 กราฟเส้นสีดำจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 1

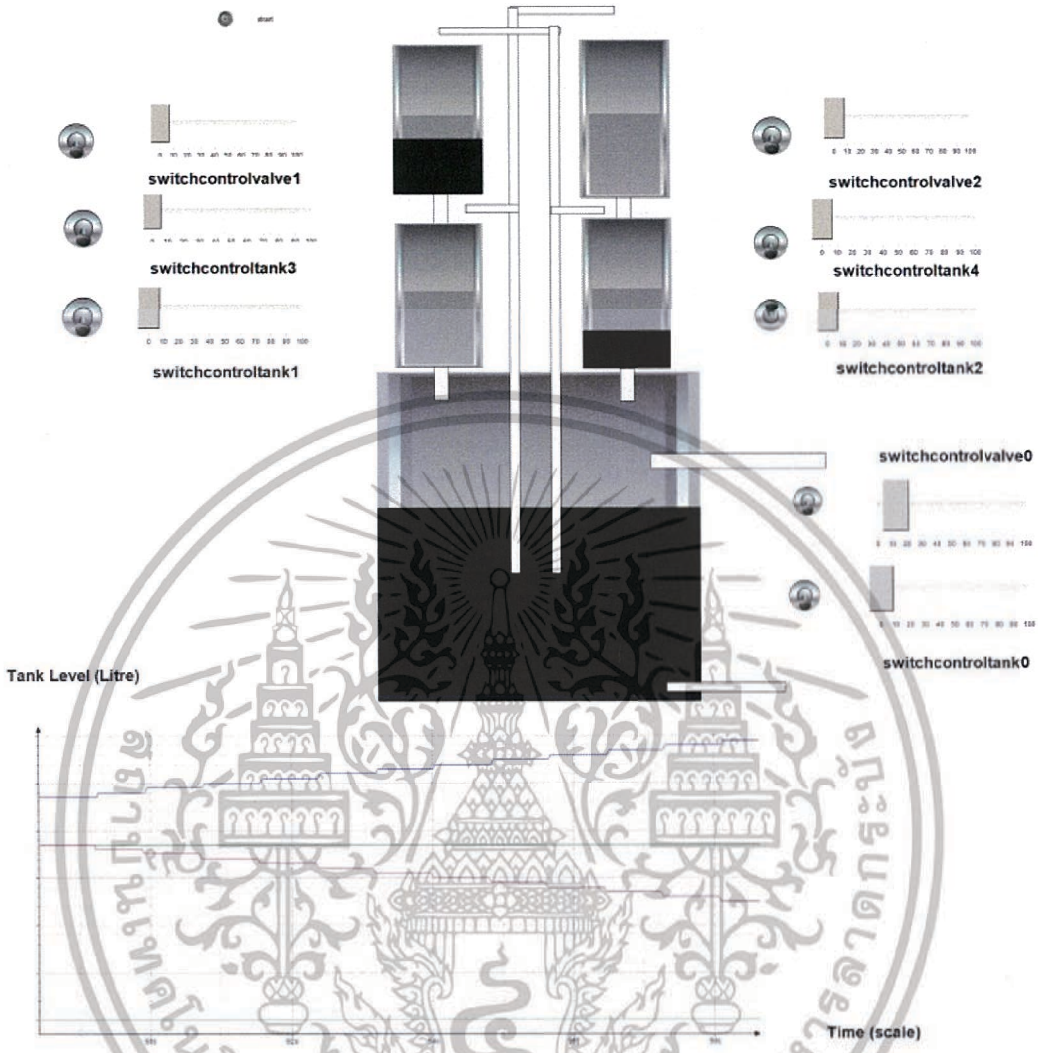


รูปที่ 4.6 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 1

จากกราฟ รูปที่ 4.6 จะแสดงถึงอัตราการไหลการเพิ่มและการลดของปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 1,Tank 4 ซึ่งเส้นกราฟสีน้ำเงินจะแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 เส้นกราฟสีเขียวแสดงถึงการเพิ่มของปริมาณน้ำใน Tank 1 และเส้นกราฟสีดำแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 4 จะเห็นได้ว่ากราฟปริมาณน้ำใน Tank 0 และ Tank 1 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของน้ำที่รวดเร็วกว่าถ้าเทียบกับกราฟรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 2

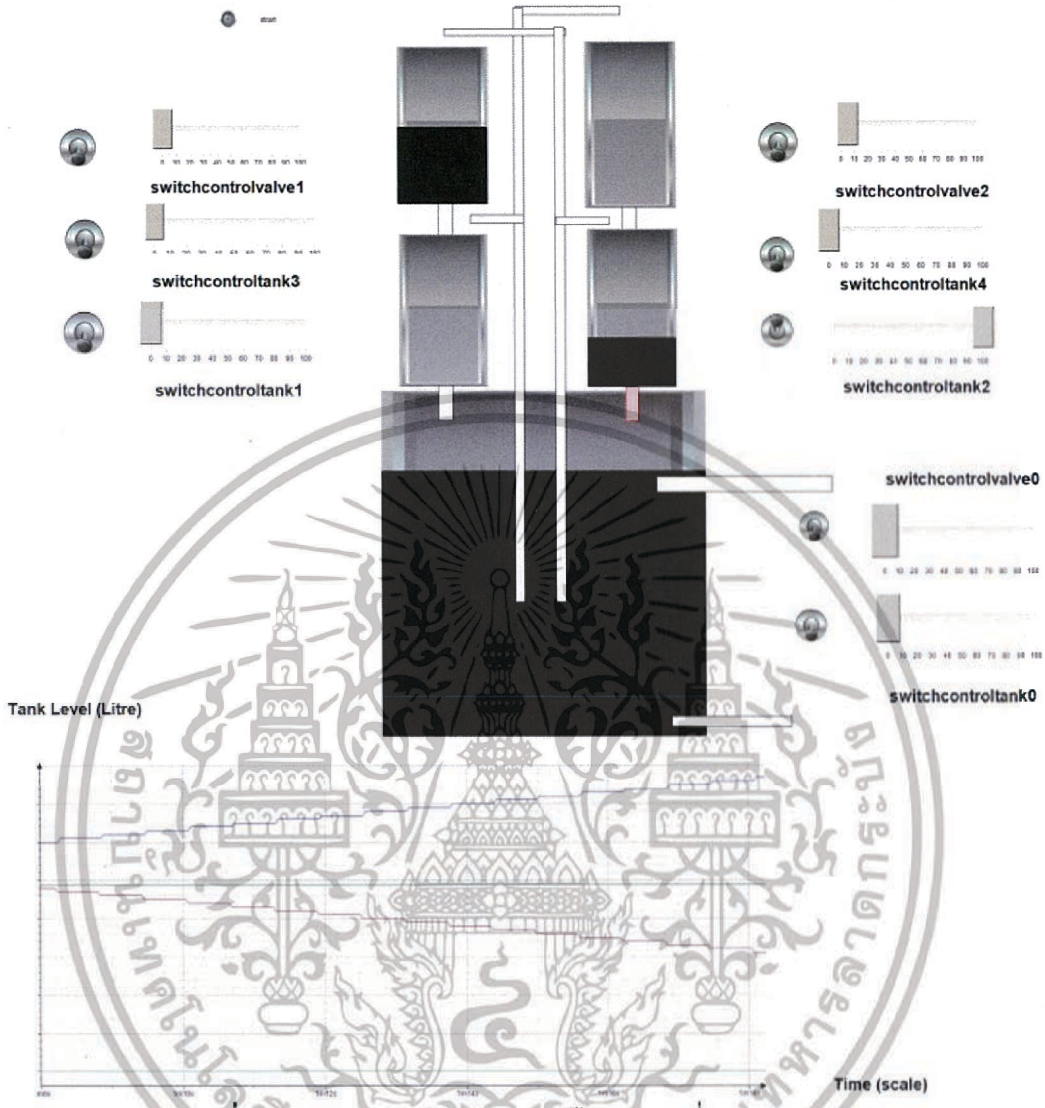


รูปที่ 4.7 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 2

จากกราฟ รูปที่ 4.7 จะแสดงถึงอัตราการไหลการเพิ่มและการลดของปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 2,Tank 3 ซึ่งเส้นกราฟสีน้ำเงินจะแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 เส้นกราฟสีแดงแสดงถึงการเพิ่มของปริมาณน้ำใน Tank 2 และเส้นกราฟสีเขียวเข้มแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 3 จะเห็นได้ว่ากราฟเส้นแดงมีปริมาณน้ำที่ลดลงจึงส่งผลให้กราฟสีน้ำเงินที่แสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 มีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีการส่งผลกระทบต่อ Tank 3 กราฟเส้นสีเขียวเข้มจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.8 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 2

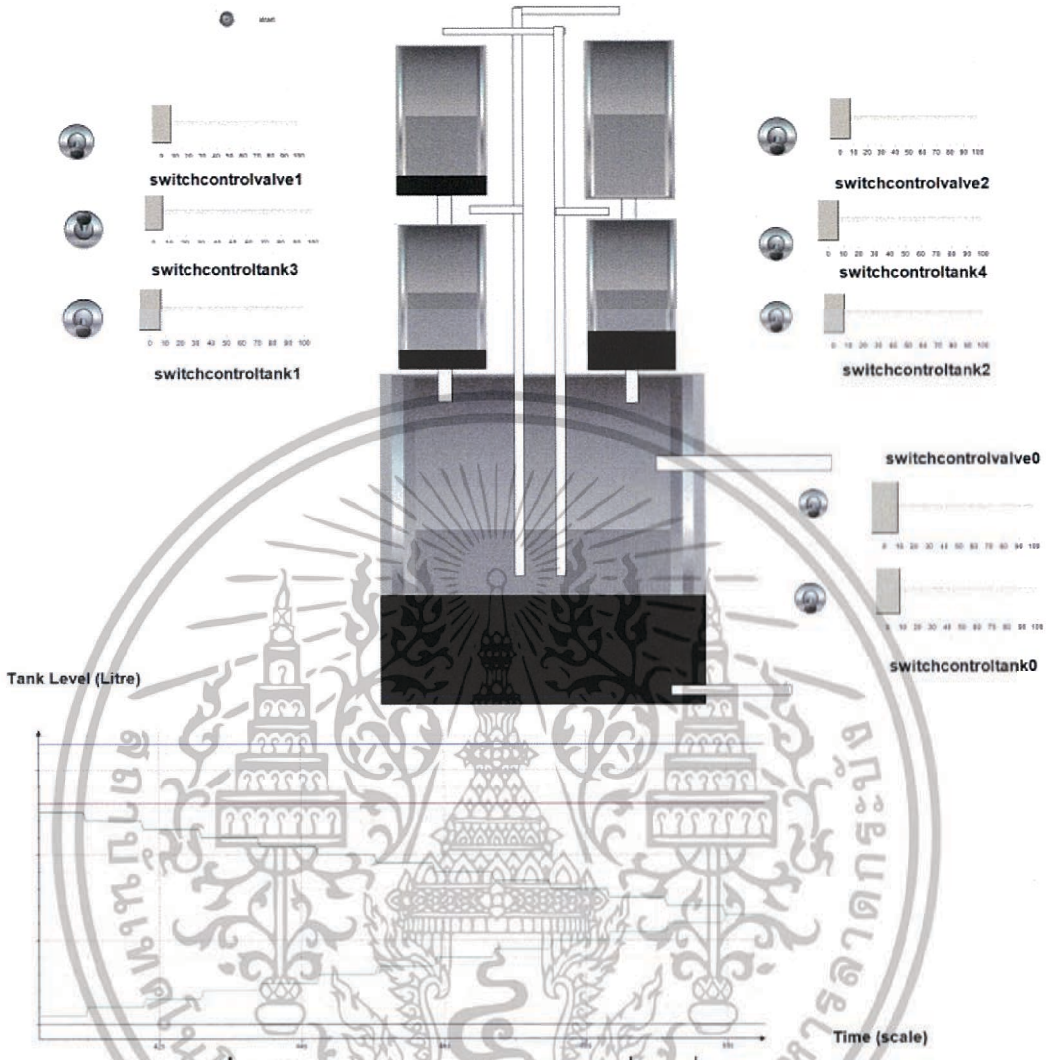


รูปที่ 4.8 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 2

จากกราฟ รูปที่ 4.8 จะแสดงถึงอัตราการไหลการเพิ่มและการลดของปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 2,Tank 3 ซึ่งเส้นกราฟสีน้ำเงินจะแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 เส้นกราฟสีแดงแสดงถึงการเพิ่มของปริมาณน้ำใน Tank 2 และเส้นกราฟสีเขียวเข้มแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 3 จะเห็นได้ว่ากราฟปริมาณน้ำใน Tank 0 และ Tank 2 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของน้ำที่รวดเร็วกว่าถ้าเทียบกับกราฟรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.9 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 3

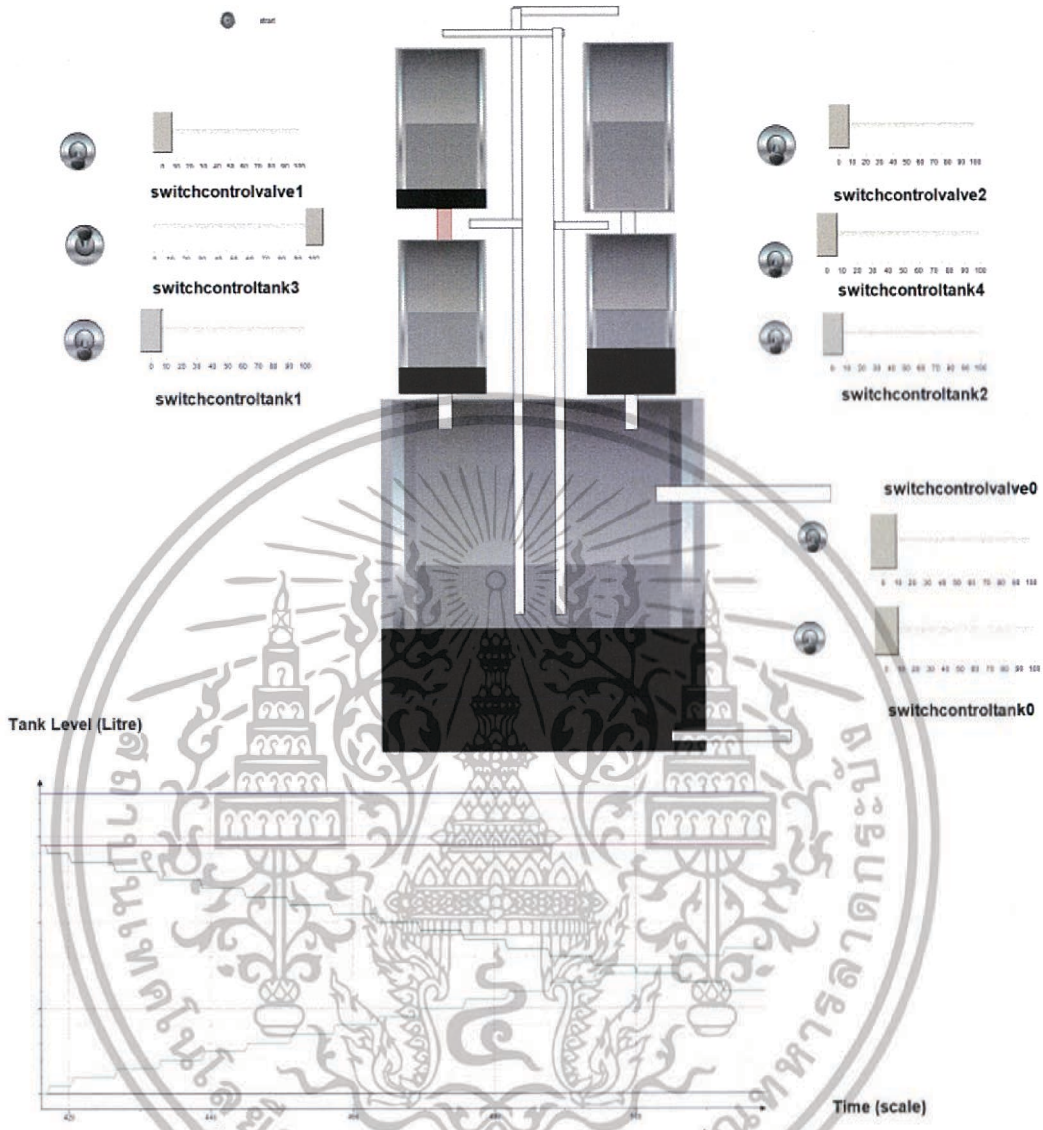


รูปที่ 4.9 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 3

จากกราฟ รูปที่ 4.8 จะแสดงถึงอัตราการไหลการเพิ่มและการลดของปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 1,tank 2,Tank 3 ซึ่งเส้นกราฟสีน้ำเงินจะแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 เส้นกราฟสีเขียวอ่อนแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 1 เส้นกราฟสีแดงแสดงถึงการเพิ่มของปริมาณน้ำใน Tank 2 เส้นกราฟสีเขียวเข้มแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 3 จะเห็นได้ว่ากราฟสีเขียวเข้มมีการลดของปริมาณน้ำใน Tank 3 กราฟสีเขียวอ่อนแสดงถึงการเพิ่มปริมาณน้ำใน Tank 1 ซึ่งมาจากกระบวนการส่งน้ำของ Tank 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.10 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 3

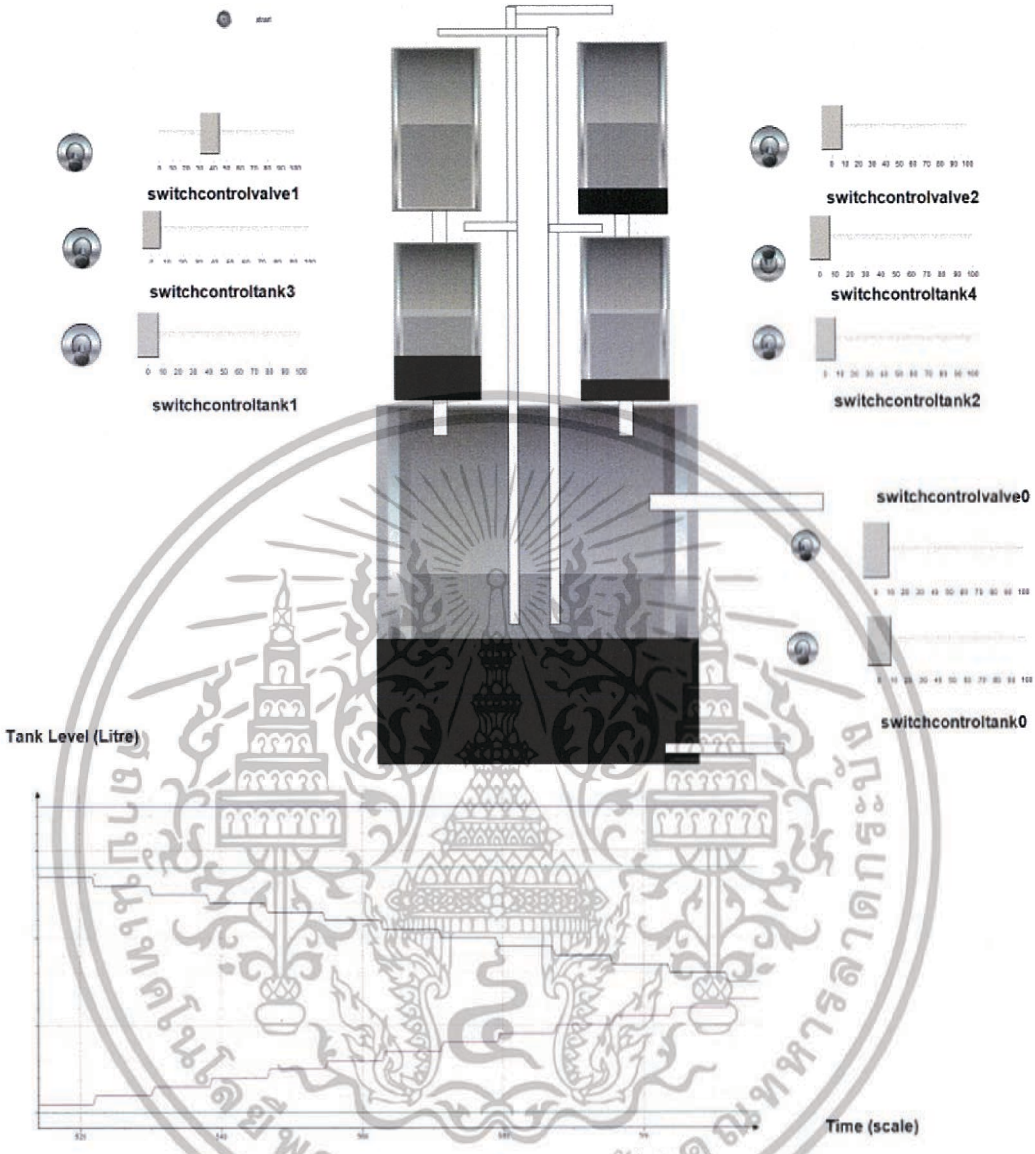


รูปที่ 4.10 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 3

จากกราฟ รูปที่ 4.10 จะแสดงถึงอัตราการไหลการเพิ่มและการลดของปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 1,Tank 2,Tank 3 ซึ่งเส้นกราฟสีน้ำเงินจะแสดงถึงการลดลงของปริมาณน้ำใน Tank 0 เส้นกราฟสีเขียวอ่อนแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 1 เส้นกราฟสีแดงแสดงถึงการเพิ่มของปริมาณน้ำใน Tank 2 เส้นกราฟสีเขียวเข้มแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 3 จะเห็นได้ว่ากราฟสีเขียวเข้มและสีเขียวอ่อนมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำที่รวดเร็วกว่าถ้าเทียบกับกราฟรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.11 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 4

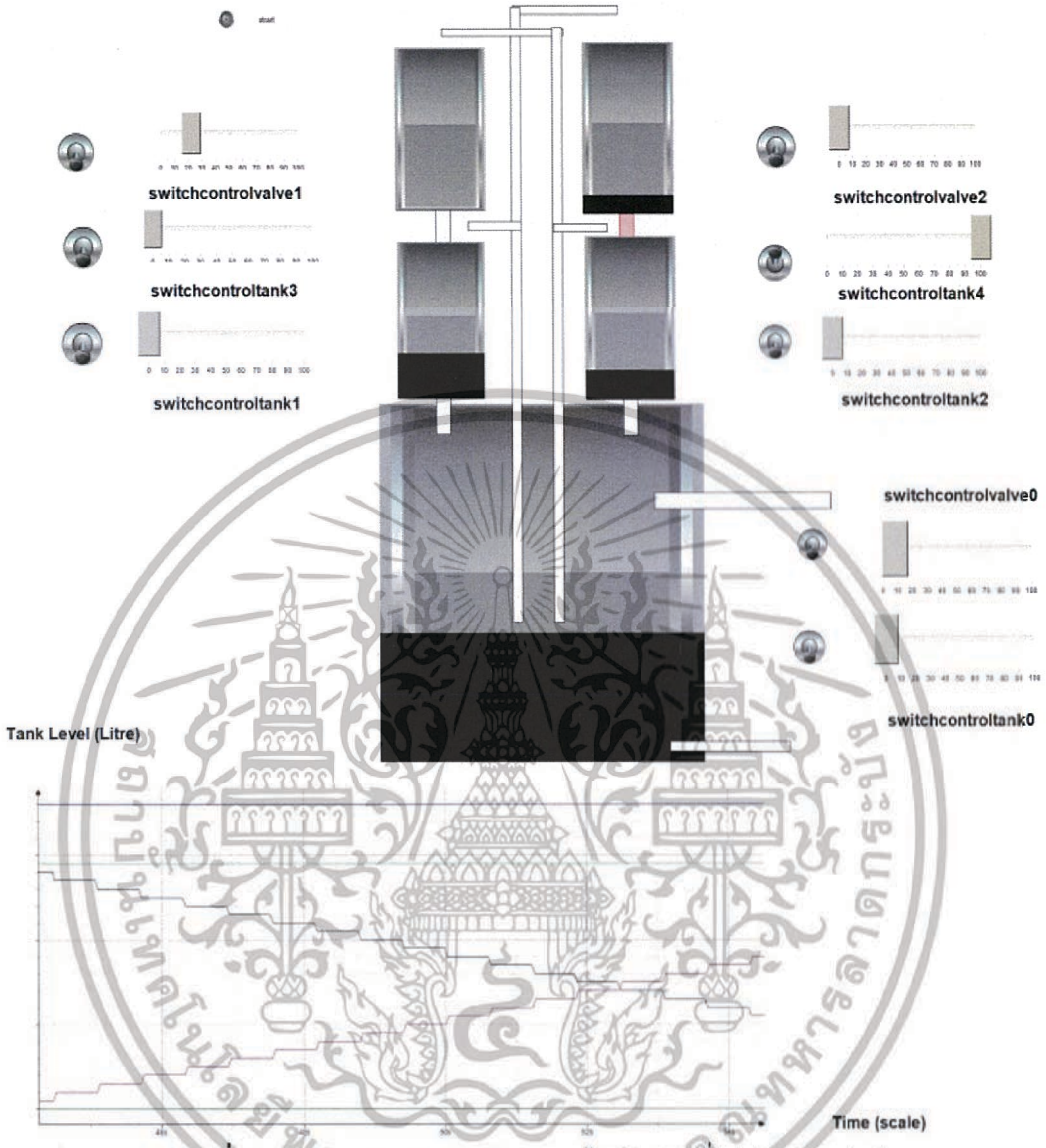


รูปที่ 4.11 การทดลอง ณ อัตราการไหลต่ำสุดที่ Valve Tank 4

จากกราฟ รูปที่ 4.11 จะแสดงถึงอัตราการไหลการเพิ่มและการลดของปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 1,Tank2,Tank4 ซึ่งเส้นกราฟสีน้ำเงินจะแสดงถึงปริมาณน้ำใน tank 0 เส้นกราฟสีเขียวอ่อนแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 1 เส้นกราฟสีแดงแสดงถึงการเพิ่มของปริมาณน้ำใน Tank 2 เส้นกราฟสีดำแสดงถึงปริมาณน้ำใน tank 4 จะเห็นได้ว่ากราฟสีดำมีการลดของปริมาณน้ำใน Tank 4 กราฟสีแดงแสดงถึงการเพิ่มปริมาณน้ำใน Tank 2 ซึ่งมาจากกระบวนการส่งน้ำของ Tank 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.12 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 4



รูปที่ 4.12 การทดลอง ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ Valve Tank 4

จากกราฟ รูปที่ 4.12 จะแสดงถึงอัตราการไหลการเพิ่มและการลดของปริมาณน้ำใน Tank 0,Tank 1,Tank2,Tank4 ซึ่งเส้นกราฟสีน้ำเงินจะแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 0 เส้นกราฟสีเขียวอ่อนแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 1 เส้นกราฟสีแดงแสดงถึงการเพิ่มของปริมาณน้ำใน Tank 2 เส้นกราฟสีดำแสดงถึงปริมาณน้ำใน Tank 4 จะเห็นได้ว่ากราฟสีเขียวเข้มและสีเขียวอ่อนมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำที่รวดเร็วกว่าถ้าเทียบกับกราฟรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

การออกแบบระบบจำลองระบบถังน้ำแบบ 4 ถัง โดยใช้โปรแกรม Codesys ผ่านฟังก์ชัน Continuous Function Chart (CFC) เพื่อควบคุมอัตราการไหลในเฟสต่ำสุดถึงสูงสุด ซึ่งจะทำให้การควบคุมกระบวนการเป็นแบบ Real Time มากยิ่งขึ้น ซึ่งข้อกำหนดอีกอย่างในการสร้างระบบจำลองจำนวนอินพุทที่มีจำนวนมากทำให้สำคัญในการศึกษาระบบฟังก์ชันบล็อกรูปแบบต่างๆ และส่วนในการศึกษา Type ฟังก์ชันบล็อกก็มีส่วนสำคัญมากในการเขียนเนื่องจากถ้าไม่ใช้ Type ข้อมูลเดียวกันจะสามารถทำการตรวจสอบได้

5.2 ปัญหาที่พบในการวิจัยและแนวทางในการแก้ปัญหา

การทบทวนเอกสารและงานวิจัยไม่ดีพอ ตัวแปรที่ศึกษา และนิยามคำศัพท์ไม่ชัดเจน ส่งผลให้ระบบจำลองที่ออกแบบไม่สามารถแสดงค่าตัวแปรที่ต้องการวัดได้หลากหลาย หากมีเวลาศึกษาทฤษฎีและการเขียนภาษา Continuous Function Chart (CFC) จะสามารถออกแบบระบบจำลองที่มีคุณภาพและหลากหลายกว่านี้จนถึงขั้นสามารถนำไปใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมได้

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

การออกแบบระบบจำลองถังน้ำ 4 ใบที่สามารถควบคุมผ่านหน้าจอ Raspberry pi นั้นถือเป็นต้นแบบสำหรับการออกแบบระบบจำลองที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของโปรแกรม Codesys และตัวบอร์ด Raspberry pi ซึ่งหากนำไปใช้กับกระบวนการอื่นที่ซับซ้อนและหลากหลาย ก็สามารถเป็นทางเลือกที่ใช้ในการออกแบบระบบจำลอง โดยทุกวันในปัจจุบันนี้ทุกๆสิ่งสามารถจำลองออกมาโดยที่ไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการจริง ซึ่งตัวบอร์ด Raspberry pi เป็นเสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กและราคาถูกและเข้าถึงได้ทุกคนในปัจจุบัน สามารถนำไปใช้งานในส่วนนี้ได้ ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาได้หลากหลายแนวทางมากทั้งเรื่องการจำลองและควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] K. H. Johansson, “The Quadruple-Tank Process: A Multivariable Laboratory Process with an Adjustable zero”, IEEE Trans. on Control Systems Technology, 8, 456-465, 2000.

[2] Johansson, K.H; Horch,A; Wijk,O; Hansson,A. “Teaching multivariable control using the quadruple-tank process.” Conference on Proceeding of th 38th IEEE, 1999.

[3] J. L. R. Nunes. “Modeling and control of the Quadruple-Tank Process. Master thesis, Department of Automatic Control”, Lund Institute of Technology, Sweden, 1997.

[4] “การพัฒนาโปรแกรมบน Raspberry Pi ด้วย Qt”. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9E%E0%B8%B1%E0%B8%92%E0%B8%99%E0%B8%B2%E0%B9%82%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%9A%E0%B8%99-raspberry-pi-%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%A2-qt.html (21 ตุลาคม 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้