หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยได้จัดสร้างชุดทดลองถังผสมขึ้นมา โดยในบทนี้จะได้กล่าวถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ชุดทดลอง ตลอดจนอุปกรณ์การอินเตอร์เฟสกับระบบควบคุม และขั้นตอนดำเนินการทดลองโดยละเอียด

4.1 อุปกรณ์

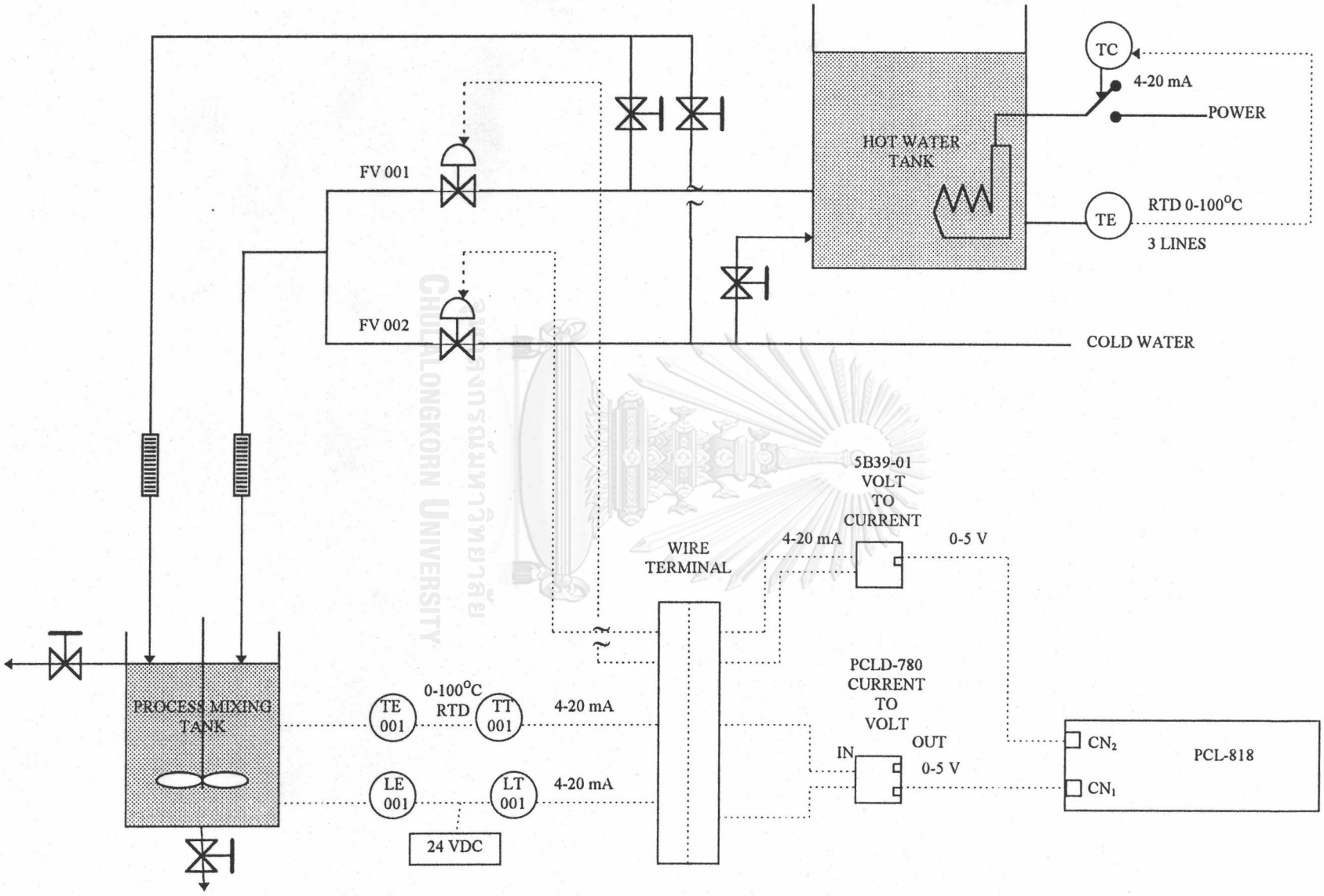
4.1.1 ชุดทดลองถังผสม ประกอบด้วย

ก. ถังผสมสแตนเลส	1	ใบ
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 250 มิลลิเมตร		
ความสูง 350 มิลลิเมตร		
ข. ตัววัดอุณหภูมิของของเหลวแบบอาร์ทีดี	1	เครื่อง
ช่วงการวัด 0-100 องศาเซลเซียส		
ค. ตัววัดระดับของของเหลวชนิดไฮโดรสแตติก	1	เครื่อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ง. มอเตอร์พร้อมใบพัดกวน	1	ชุด
จ. วาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำร้อน	1	ชุด
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ 0.5 นิ้ว		
ฉ. วาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำเย็น	1	ชุด
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ 0.5 นิ้ว		
ช. ตัววัดอัตราการไหลของของเหลว	2	เครื่อง
ญ. ปั๊มลมชนิดออยล์ฟรี	1	เครื่อง
ฎ. ถังผลิตน้ำร้อนพร้อมฮีตเตอร์	1	ชุด
4.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์พีซีรุ่น 386 ดีเอกซ์	1	เครื่อง
ขนาดหน่วยความจำแรม 4 เมกะไบต์		
พื้นที่ฮาร์ดดิสก์ 120 เมกะไบต์		
พร้อมซอฟต์แวร์บอร์แลนด์ซีเวอร์ชั่น 3.1		
4.1.3 ระบบอินเตอร์เฟซ		
ก. อินเตอร์เฟซการ์ด พีซีแอล-818	1	ชุด
สัญญาณอะนาล็อกอินพุท 2 ช่องสัญญาณ		
สัญญาณอะนาล็อกเอาท์พุท 2 ช่องสัญญาณ		
ข. อุปกรณ์แปลงสัญญาณกระแสเป็นความต่างศักย์	2	ชุด
ค. อุปกรณ์แปลงสัญญาณความต่างศักย์เป็นกระแส	2	ชุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.1 แสดงอุปกรณ์และระบบที่ใช้ในการทดลอง

4.2 ขั้นตอนการทดลอง

4.2.1 ขั้นตอนการอินเตอร์เฟสระบบควบคุม

พิจารณาระบบของถังผสมจาก รูปที่ 4.1 อุปกรณ์และสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับลูพการควบคุมประกอบด้วย

(1) ตัววัด

ก. ตัววัดอุณหภูมิ ช่วงอุณหภูมิที่วัดค่าได้คือ 0-100 °C และสัญญาณออกผ่านทรานสมิทเตอร์เป็นสัญญาณไฟฟ้า 4-20 มิลลิแอมป์

ข. ตัววัดระดับของเหลว วัดระดับของเหลวได้ในช่วง 0-300 มิลลิเมตร และสัญญาณออกเป็นสัญญาณไฟฟ้า 4-20 มิลลิแอมป์

(2) อุปกรณ์แปลงสัญญาณไฟฟ้า 4-20 มิลลิแอมป์ เป็นความต่างศักย์ 0-5 โวลต์ โดยใช้วิธีต่อตัวต้านทานบนบอร์ด PCLD-780

(3) สัญญาณเข้าจากตัววัดที่แปลงสัญญาณเป็นความต่างศักย์แล้วจะผ่านเข้าสู่อินเตอร์เฟซการ์ด PCL-818 ที่ CN1 ซึ่ง PCL-818 จะมีอุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital Converter) เป็นสัญญาณ 12 บิต เพื่อเข้าสู่การคำนวณของคอมพิวเตอร์โปรแกรม โดยคำสั่งในการกำหนดความถี่ในการดึงข้อมูลและแปลงสัญญาณนี้ สามารถกำหนดโดยการเรียกใช้โปรแกรมไดร์เวอร์หรือเขียนโปรแกรมติดต่อกับระบบ แสดงตัวอย่างไว้ในภาคผนวก ก.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(4) หลังจากการประมวลผลของโปรแกรมควบคุมแล้วจะส่งค่าผลการควบคุมมาที่ PCL-818 เพื่อแปลงสัญญาณดิจิตอลกลับออกมาเป็นสัญญาณอะนาล็อก 0-5 โวลต์ (Digital to Analog Converter)

(5) ค่าความต่างศักย์ของสัญญาณเอาท์พุท 0-5 โวลต์ จะถูกแปลงเป็นสัญญาณ 4-20 มิลลิแอมป์ โดยอุปกรณ์ 5B39-01 ก่อนส่งไปควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วควบคุม FV001 และ FV002 ซึ่งจะกำหนดอัตราการไหลของน้ำร้อนและน้ำเย็นที่จะเข้าสู่ถังผสม

(6) วาล์วควบคุม เป็นของยี่ห้อ Fisher ประกอบด้วยตัววาล์วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว โพสิชันเนอร์ (Positioner) และแอกทูเอเตอร์ (Actuator)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.2 การหาค่าการตอบสนองต่อสเต็พของอินพุทต่อเอาท์พุท

วัตถุประสงค์ของการทดลองขั้นตอนนี้ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างไดนามิกแมทริกซ์สำหรับพัฒนาตัวควบคุมดีเอ็มซี

(1) ค่าการตอบสนองต่อสเต็พของอัตราการไหลของน้ำเย็นต่อระดับของเหลว

ก. ปรับการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเย็นและน้ำร้อนเป็นแบบแมนวล (Manual)

ข. ปรับให้ระดับของเหลวอยู่ในสถานะคงตัว โดยค่าเปอร์เซนต์เอาท์พุทของอัตราการไหลของน้ำเย็นและน้ำร้อนเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

ค. ปรับค่าเปอร์เซนต์เอาท์พุทของอัตราการไหลของน้ำเย็นเป็นสเต็พ รอจนกระทั่งระดับของเหลวเริ่มเข้าสู่สถานะคงตัว จึงทำการสเต็พครั้งต่อไป โดยใช้ขนาดของการปรับค่าเปอร์เซนต์เอาท์พุทต่างๆ กัน ตลอดเวลาในการทดสอบห้ามปรับอัตราการไหลของน้ำร้อน

ง. เก็บข้อมูลตลอดการทดสอบ เพื่อนำมาทำการระบุหากระบวนการ (Process Identification) โดยโปรแกรม Matlab Toolbox Identification Toolbox Identification ซึ่งจะได้โมเดลการตอบสนองต่อสเต็พของอัตราการไหลของน้ำเย็นต่อระดับของเหลว

จ. ทำการทดลองซ้ำข้อ (ก) - (ง) เพื่อหาโมเดลที่ถูกต้องที่สุด

(2) ค่าการตอบสนองต่อสเต็พของอัตราการไหลของน้ำร้อนต่อระดับของเหลว

ก. ปรับการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเย็นและน้ำร้อนเป็นแบบแมนวล

ข. ปรับให้ระดับของเหลวอยู่ในสถานะคงตัว โดยค่าเปอร์เซนต์เอาท์พุทของอัตราการไหลของน้ำเย็นและน้ำร้อนเปลี่ยนน้อยที่สุด

ค. ปรับค่าเปอร์เซนต์เอาท์พุทของอัตราการไหลของน้ำร้อนเป็นสเต็พ รอจนกระทั่งระดับของเหลวเริ่มเข้าสู่สถานะคงตัว จึงทำการสเต็พครั้งต่อไป โดยใช้ขนาดของการปรับค่าเปอร์เซนต์เอาท์พุทต่างๆ กัน ตลอดเวลาในการทดสอบห้ามปรับอัตราการไหลของน้ำเย็น

ง. เก็บข้อมูลตลอดการทดสอบ เพื่อนำมาทำการระบุหากระบวนการ โดยโปรแกรม Matlab Toolbox Identification ซึ่งจะได้โมเดลการตอบสนองต่อสเต็พของอัตราการไหลของน้ำร้อนต่อระดับของเหลว

จ. ทำการทดลองซ้ำข้อ (ก) - (ง) เพื่อหาโมเดลที่ถูกต้องที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(3) ค่าการตอบสนองต่อสเต็พของอัตราการไหลของน้ำเย็นต่ออุณหภูมิของของเหลว

ก. ปรับการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเย็นและน้ำร้อนเป็นแบบแมนวล

ข. ปรับให้อุณหภูมิของของเหลวอยู่ในสถานะคงตัว โดยค่าเปอร์เซนต์เอาท์พุทของอัตราการไหลของน้ำเย็นและน้ำร้อนเปลี่ยนน้อยที่สุด

ค. ปรับค่าเปอร์เซนต์เอาท์พุทของอัตราการไหลของน้ำเย็นเป็นสเต็พ รอจน กระทั่งอุณหภูมิของของเหลวเริ่มเข้าสู่สถานะคงตัว จึงทำการสเต็พครั้งต่อไป โดยใช้ขนาดของการปรับค่าเปอร์เซนต์เอาท์พุทต่างๆ กัน ตลอดเวลาในการทดสอบห้ามปรับอัตราการไหลของน้ำร้อน

ง. เก็บข้อมูลตลอดการทดสอบ เพื่อนำมาทำการระบุหากระบวนการโดยโปรแกรม Matlab Toolbox Identification ซึ่งจะได้โมเดลการตอบสนองต่อสเต็พของอัตราการไหลของน้ำเย็นต่ออุณหภูมิของของเหลว

จ. ทำการทดลองซ้ำข้อ (ก) - (ง) เพื่อหาโมเดลที่ถูกต้องที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(4) ค่าการตอบสนองต่อสเต็พของอัตราการไหลของน้ำร้อนต่ออุณหภูมิของของเหลว

ก. ปรับการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเย็นและน้ำร้อนเป็นแบบแมนวล

ข. ปรับให้อุณหภูมิของของเหลวอยู่ในสถานะคงตัว โดยค่าเปอร์เซนต์เอาท์พุทของอัตราการไหลของน้ำเย็นและน้ำร้อนเปลี่ยนน้อยที่สุด

ค. ปรับค่าเปอร์เซนต์เอาท์พุทของอัตราการไหลของน้ำร้อนเป็นสเต็พ รอจนกระทั่งอุณหภูมิของของเหลวเริ่มเข้าสู่สถานะคงตัว จึงทำการสเต็พครั้งต่อไป โดยใช้ขนาดของการปรับค่าเปอร์เซนต์เอาท์พุทต่างๆ กัน ตลอดเวลาในการทดสอบห้ามปรับอัตราการไหลของน้ำเย็น

ง. เก็บข้อมูลตลอดการทดสอบ เพื่อนำมาทำการระบุหากระบวนการโดยโปรแกรม Matlab Toolbox Identification ซึ่งจะได้โมเดลการตอบสนองต่อสเต็พของอัตราการไหลของน้ำร้อนต่ออุณหภูมิของของเหลว

จ. ทำการทดลองซ้ำข้อ (ก) - (ง) เพื่อหาโมเดลที่ถูกต้องที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2.3 การทดสอบการควบคุมแบบพีไอดี

(1) การจับคู่อินพุทและเอาท์พุท

จากข้อมูลการตอบสนองต่อสเต็พ นำมาคำนวณค่าอะเรย์เกนสัมพัทธ์ (Relative Gain Array) เพื่อจับคู่ที่เหมาะสมระหว่างอินพุทและเอาท์พุทสำหรับตัวควบคุมพีไอดี

(2) การจูนตัวควบคุมอุณหภูมิ

ก. ปรับการควบคุมระดับของเหลวเป็นแบบแมนวล และมีค่าเปอร์เซ็นต์เอาท์พุทคงที่

ข. ปรับการควบคุมอุณหภูมิของของเหลวเป็นแบบอัตโนมัติ จากข้อมูลที่ได้ในหัวข้อ 4.2.2 สามารถจะประมาณค่าตัวแปรของตัวควบคุมแบบพีไอดีได้เป็นค่าเริ่มต้น โดยวิธีการของ Cohen-Coon ทดลองปรับค่าเซ็ทพอยท์ของอุณหภูมิของของเหลว และจูนละเอียดตัวควบคุมแบบพีไอดีให้เหมาะสม

(3) การจูนตัวควบคุมระดับของเหลว

ก. ปรับการควบคุมอุณหภูมิของของเหลวเป็นแบบแมนวล และมีค่าเปอร์เซ็นต์เอาท์พุทคงที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข. ปรับการควบคุมระดับของของเหลวเป็นแบบอัตโนมัติ จากข้อมูลที่ได้ในหัวข้อ 4.2.2 ประมาณค่าตัวแปรของตัวควบคุมแบบพีไอดีเป็นค่าเริ่มต้น โดยวิธีการของ Cohen-Coon ทดลองปรับค่าเซ็ทพอยท์ของระดับของเหลว และจูนละเอียดตัวควบคุมแบบพีไอดีให้เหมาะสม

(4) การทดสอบประสิทธิภาพของตัวควบคุมพีไอดี

ก. ปรับการควบคุมระดับของเหลวและอุณหภูมิเป็นแบบอัตโนมัติ

ข. ทดสอบผลการควบคุมต่อสเต็พของการเปลี่ยนแปลงค่าเซ็ทพอยท์ของเหลว

ค. ทดสอบผลการควบคุมต่อการเปลี่ยนแปลงของการรบกวน

4.2.4 การทดสอบการควบคุมแบบดีเอ็มซี

(1) การจูนตัวควบคุมดีเอ็มซี

ก. จากข้อมูลที่ได้จากหัวข้อ 4.2.2 นำมาสร้างตัวควบคุมดีเอ็มซี

ข. ทดสอบการทำงานของตัวควบคุมและจูนด้วยการปรับค่าแฟกเตอร์น้ำหนัก จำนวนช่วงเวลาในการทำนายค่าเอาท์พุท จำนวนช่วงเวลาในการปรับตัวแปรปรับ และช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างให้เหมาะสม

(2) การทดสอบประสิทธิภาพของตัวควบคุมดีเอ็มซี

ก. การควบคุมแบบดีเอ็มซีกับระบบเอสไอเอสโอ

-ปรับการควบคุมระดับของเหลวหรืออุณหภูมิเป็นแบบอัตโนมัติ

-ทดสอบผลการควบคุมต่อสเต็พของการเปลี่ยนแปลงค่าเซ็ทพอยท์ของเหลว

-ทดสอบผลการควบคุมต่อการเปลี่ยนแปลงของการรบกวน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข. การควบคุมแบบดีเอ็มซีกับระบบเอ็มไอเอ็มโอ

-ปรับการควบคุมระดับของเหลวและอุณหภูมิเป็นแบบอัตโนมัติ

-ทดสอบผลการควบคุมต่อสเต็พของการเปลี่ยนแปลงค่าเซ็ทพอยท์ของเหลว

-ทดสอบผลการควบคุมต่อการเปลี่ยนแปลงของการรบกวน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY