บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในระบบการควบคุมที่ซับซ้อนซึ่งจะมีผลต่อตัวแปรวัด (Measured Variable) มากกว่าหนึ่งตัวหรือที่เรียกว่าเป็นการควบคุมหลายตัวแปร โดยทั่วไปแล้วจะใช้ควบคุมระบบของเหลว (Level) อุณหภูมิ (Temperature) ความดัน (Pressure) หรือความเข้มข้นขาออก (Outlet concentration) ซึ่งสามารถที่จะปรับตัวแปรปรับในกระบวนการผลิตได้

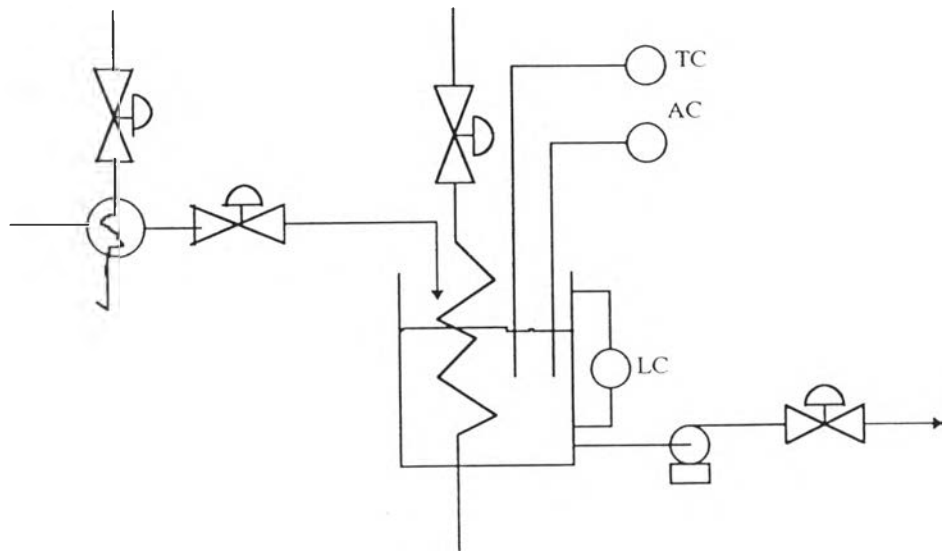
แน่นอนระบบการควบคุมแบบหลายตัวแปร ต้องอาศัยการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนมากกว่าระบบตัวแปรเดียวและยังมีอินเตอร์แอกชัน (Interaction) ระหว่างกันอันเนื่องมาจากตัวแปรปรับหนึ่งตัวจะมีผลต่อตัวแปรควบคุมหลายตัว

พิจารณารูป ก : มีตัวแปรปรับ 4 ตัวโดยจะควบคุมตัวแปรวัด 3 ตัว เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าจำนวนของตัวแปรควบคุมไม่เท่ากับจำนวนของตัวแปรปรับ

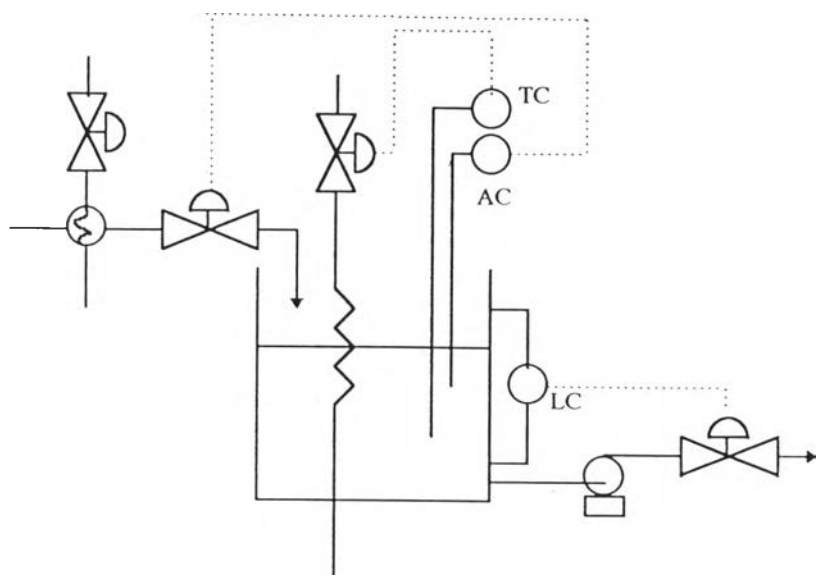
พิจารณารูป ข : เป็นตัวอย่างการควบคุมแบบลูพหมู่ โดยขยายมาจากการนำการควบคุมแบบลูพเดี่ยวมาควบคุมตัวแปร 3 ตัว

พิจารณารูป ค : จะมีศูนย์ควบคุมกลาง ซึ่งเรียกว่าตัวควบคุม (Controller) ทำหน้าที่ประเมินผลการคำนวณตัวแปรปรับในเวลาเดียวกัน

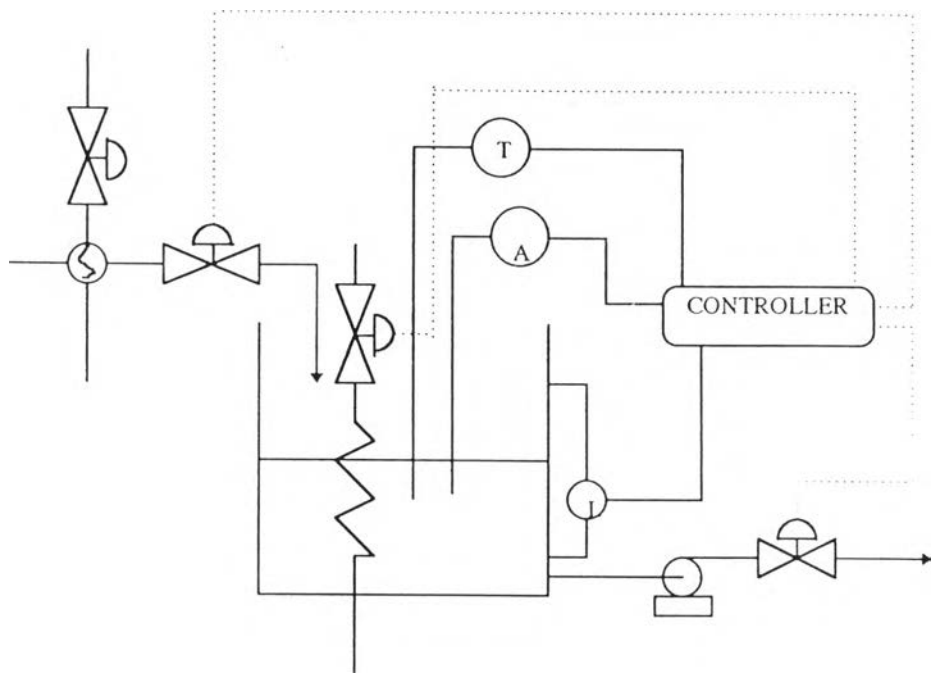
ทุกวันนี้การออกแบบลูพควบคุมลูพหมู่ได้นำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมเคมีทั้งหลาย ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการออกแบบตัวควบคุม (Controller) ให้มีประสิทธิภาพ มีสมรรถนะที่ดีหรือที่เหมาะสมกับกระบวนการนั้น ๆ ต่อไป



รูป ก. กระบวนการแบบหลายตัวแปร



รูป ข. การออกแบบการควบคุมลูพหมู่



รูป ค. การออกแบบการควบคุมหลายตัวแปร

1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจ

ปัจจุบันกระบวนการผลิตส่วนใหญ่อุตสาหกรรมมักจะเป็นกระบวนการแบบหลายตัวแปรที่เป็นหลายอินพุท-หลายเอาท์พุท (Multi Input – Multi Output, MIMO) ซึ่งกระบวนการนี้มักจะมีอินเตอร์แอกชัน (Interaction) ระหว่างตัวแปรปรับ (Manipulated Variable) และตัวแปรควบคุม (Controlled Variables) โดยในการออกแบบตัวควบคุมที่ใช้กับกระบวนการหลายอินพุท – หลายเอาท์พุทนี้ ส่วนมากจะนิยมใช้ระบบการควบคุมเชิงแบบจำลองภายใน (Internal Model Control,

IMC) ในการออกแบบ เนื่องจากระบบการควบคุมแบบ IMC นี้สามารถช่วยแก้ปัญหาหรือลดปัญหาของอินเตอร์แอกชันระหว่างกันได้บ้าง

ดังนั้น จึงได้เสนอแบบจำลองที่เป็นหลายอินพุท - หลายเอาท์พุทแบบลูพหมู่โดยใช้แผนการควบคุมเชิงแบบจำลองภายใน เพื่อจะหาตัวควบคุมที่มีสมรรถนะที่ดี เหมาะสมต่อการใช้งานและนำมาควบคุมกระบวนการที่เราสนใจได้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำการออกแบบตัวควบคุมสำหรับกระบวนการที่มีหลายอินพุท – หลายเอาท์พุท (Multi Input – Multi Output, MIMO) โดยการใช้การควบคุมแบบจำลองภายใน (IMC)
2. เปรียบเทียบสมรรถนะของตัวควบคุมที่ได้ระหว่างระบบที่เสนอซึ่งเป็นแบบโมเดลภายในหลายลูพดัดแปลง (Modified Multiloop MIMO IMC) กับระบบที่เป็น Multiloop IMC ของ Garcia และ Morari (1982)
3. เปรียบเทียบสมรรถนะของตัวควบคุมที่ได้จากระบบที่เสนอซึ่งเป็นแบบโมเดลภายในหลายลูพดัดแปลง (Modified Multiloop MIMO IMC) กับระบบที่เป็นการควบคุมแบบป้อนกลับในรูปการควบคุมแบบพีไอดี (PID)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 ขอบเขต

1. ศึกษาระบบที่มีอินพุทสองตัวแปรและเอาท์พุทสองตัวแปร
2. โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบจำลองได้แก่โปรแกรมช่วย SIMULINK ของโปรแกรม MATLAB
3. กระบวนการที่นำมาศึกษาเป็นกระบวนการอันดับหนึ่งที่มีเดดไทม์
4. เปรียบเทียบสมรรถนะของตัวควบคุมที่ได้กับระบบการควบคุมหนึ่งอินพุท –หนึ่งเอาท์พุทแบบลูพหมู่ (Multiloop IMC) ของ Constantin G. Economon และ Manfred Morari ซึ่งได้เสนอไว้เมื่อปี ค.ศ. 1982
5. นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบกับระบบการควบคุมแบบป้อนกลับพีไอดี (PID) ทั้งที่เป็นแบบทั่วไป (Conventional) และแบบที่ไม่มีอินเตอร์แอกชัน (Non-Interaction)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงวิธีการออกแบบหลายอินพุท – หลายเอาท์พุท แบบลูพหมู่ (Modified Multiloop, IMC)
2. การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างระบบการควบคุมหลายอินพุท – หลายเอาท์พุทแบบลูพหมู่กับระบบการควบคุมหนึ่งอินพุท – หนึ่งเอาท์พุทแบบลูพหมู่

1.5 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

ในรายงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะประกอบด้วยเนื้อหาต่างๆ รวมทั้งสิ้น 5 บท กล่าวโดยสรุปดังนี้

บทที่ 1 ลักษณะความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการทำวิจัย วัตถุประสงค์ ขอบเขตตลอดจนประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 ผลงานที่เกี่ยวข้องและที่ผ่านมา โดยเฉพาะผลงานของ Garcia & Morari (1982) ที่ได้เสนอระบบการควบคุมแบบ IMC ลูพหมู่ และยังได้กล่าวถึงการจูนหาค่าคงที่ของฟิลเตอร์ไทม์จากกราฟที่เสนอโดย Ciancone (1993)

บทที่ 3 หลักการและทฤษฎีพื้นฐานของการควบคุมแบบ IMC และการออกแบบโมเดลภายในที่มีหลายตัวแปรลูพหมู่ (Multiloop MIMO IMC) ตลอดจนผลกระทบของอินเตอร์แอกชันที่มีต่อระบบการควบคุมลูพหมู่ รวมถึงการจูนตัวควบคุมและการเปรียบเทียบผลการควบคุม

บทที่ 4 การสาธิตตัวอย่างโดยแบ่งเป็น 4 การออกแบบควบคุม ได้แก่

- การควบคุมแบบ PID ทั่วไป
- การควบคุมแบบ PID ที่มีดีคัพเปลอร์
- การควบคุมแบบ IMC ที่ไม่มีดีคัพเปลอร์
- การควบคุมแบบ IMC ที่มีดีคัพเปลอร์

เพื่อให้เห็นข้อแตกต่างระหว่างระบบการควบคุมทั้งสองแบบ ตลอดจนการนำเสนอแนวทางใหม่ในการออกแบบการควบคุม

บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัยโดยมีการเปรียบเทียบผลการควบคุมในแต่ละกรณี ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมถึงข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป