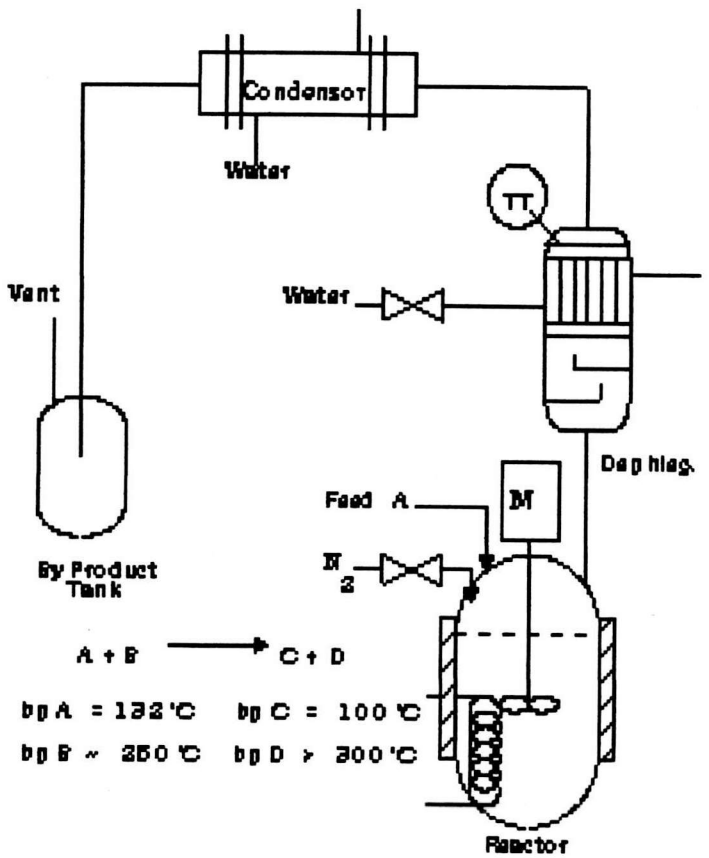
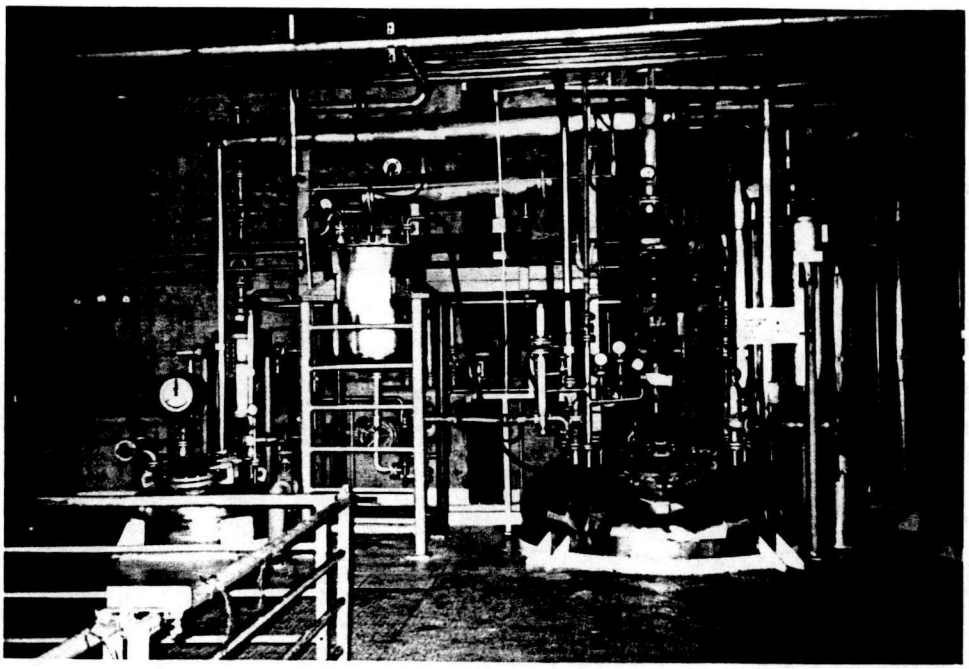
บทที่ 4

กระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้อง และการระบุแบบจำลองกระบวนการ



รูปที่ 4.1 แสดงแผนภาพกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 4.2 แสดงรูปภาพกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะการกระทำกระบวนการผลิตเป็นดังนี้ ใส่สาร B ลงไปในถังปฏิกรณ์ และให้ความร้อน จนถังปฏิกรณ์มีอุณหภูมิประมาณ 140°ซ จึงป้อนสาร A ลงในถังปฏิกรณ์ด้วยอัตราคงที่ พร้อมกับเพิ่มอุณหภูมิของถังปฏิกรณ์จาก 140°ซ ถึง 200°ซ ด้วยอัตราคงที่ เมื่อใส่สาร A ลงไปในสภาวะดังกล่าวก็จะทำปฏิกริยากับสาร B

ที่อุณหภูมิดังกล่าว สาร A กับ C เท่านั้นที่กลายเป็นไอ สิ่งที่จะต้องควบคุมก็คือ ยอมให้สาร C ออกจากระบบเท่านั้น ซึ่งจะต้องเก็บสาร A ไว้ทำปฏิกริยา หรือยอมให้หลุดออกจากระบบน้อยที่สุด เครื่องมือที่ใช้แยกสาร C ออกจากสาร A คือ ดีเพลกมาเตอร์ (A เป็น HK C เป็น LK)

ตัวแปรที่มีผลต่อการควบคุม คือ

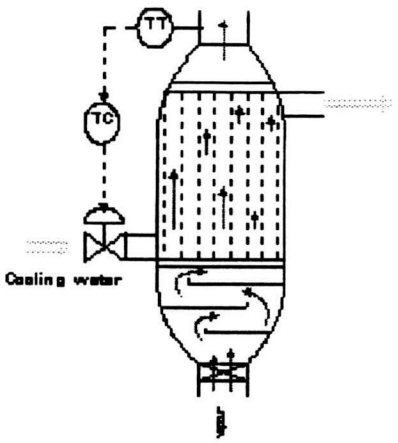
- อุณหภูมิของเครื่องควบคุม
- อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น
- อัตราการการเกิดเป็นไอ
- สัดส่วนรีฟลักซ์

4.1 ดีเพลกมาเตอร์

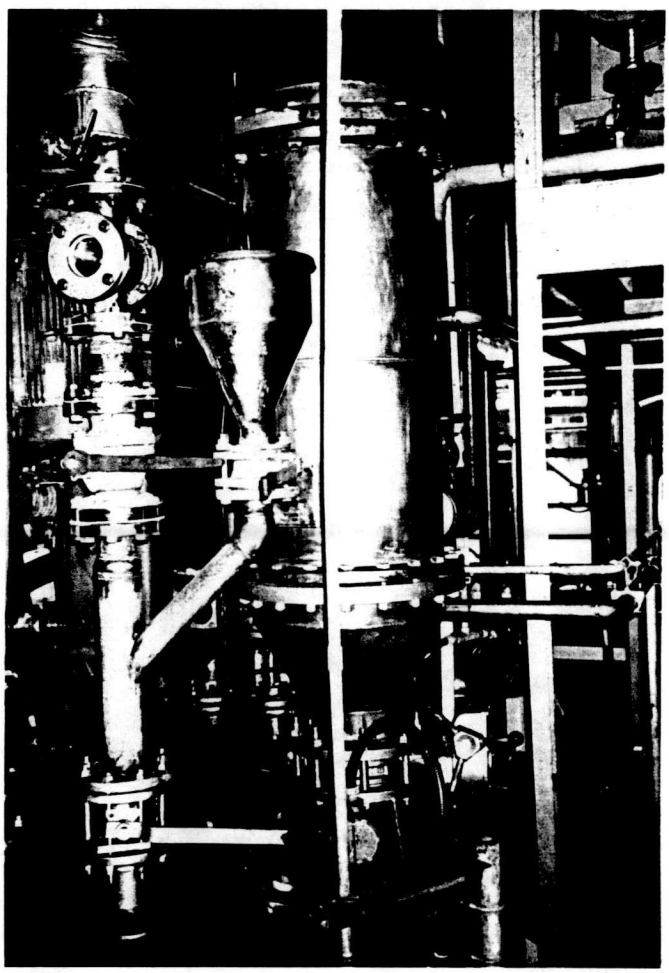
เป็นเครื่องมือแยกของเหลวที่มีความดันไอแตกต่างกันโดยจะมีเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบผนังและท่อในแนวตั้งอยู่ด้านบนของคอลัมน์ด้านล่างก็จะเป็นถาดเพียงไม่กี่ถาด ของเหลวที่มีความดันไอสูงกว่าก็จะกลายเป็นหยดน้ำกลั่นตัวไหลสวนทางลงมาด้านล่างส่วนของเหลวที่มีความดันไอต่ำกว่าก็จะลอยตัวขึ้นสู่ด้านบนและถูกกลั่นออกไปเป็นผลิตภัณฑ์โดยเครื่องควบแน่นต่อไป ระบบดังกล่าวจะเป็นระบบเฉพาะสำหรับใช้กับอุณหภูมิต่ำโดยที่การสูญเสียความร้อนจะต้องน้อยที่สุด มุมมองทางด้านการออกแบบการควบคุมระบบดีเพลกมาเตอร์สร้างความลำบากในการควบคุมอย่างมาก เนื่องจากไม่มีของเหลวสะสมจึงทำให้ระบบมีความว่องไวต่อสิ่งรบกวน การควบคุมที่ใช้คือ วัดอุณหภูมิของไอสารที่ยอดหอของ ดีเพลกมาเตอร์ และส่งสัญญาณไปควบคุมวาวล์น้ำหล่อเย็นดีเพลกมาเตอร์ ดังนั้นตัวที่จะเป็นตัวแปรปรับ คือ น้ำหล่อเย็น และตัวแปรที่เป็นตัวรบกวนต่อระบบนี้อันได้แก่

- อุณหภูมิของเครื่องปฏิกรณ์
- องค์ประกอบของส่วนล่าง
- อัตราการการเกิดเป็นไอ
- สัดส่วนรีฟลักซ์

เหตุผลของการที่ไม่มีของเหลวสะสม ทำให้ระบบมีความว่องไวต่อสิ่งรบกวน และระบบดังกล่าวมีสิ่งรบกวนมาก การออกแบบการควบคุมและการตรวจสอบโดยใช้การจำลองแบบกระบวนการจะช่วยให้ทราบข้อมูลและความเป็นไปได้ในการควบคุม



รูปที่ 4.3 แสดงแผนภาพลักษณะของดีเพลกมาเตอร์



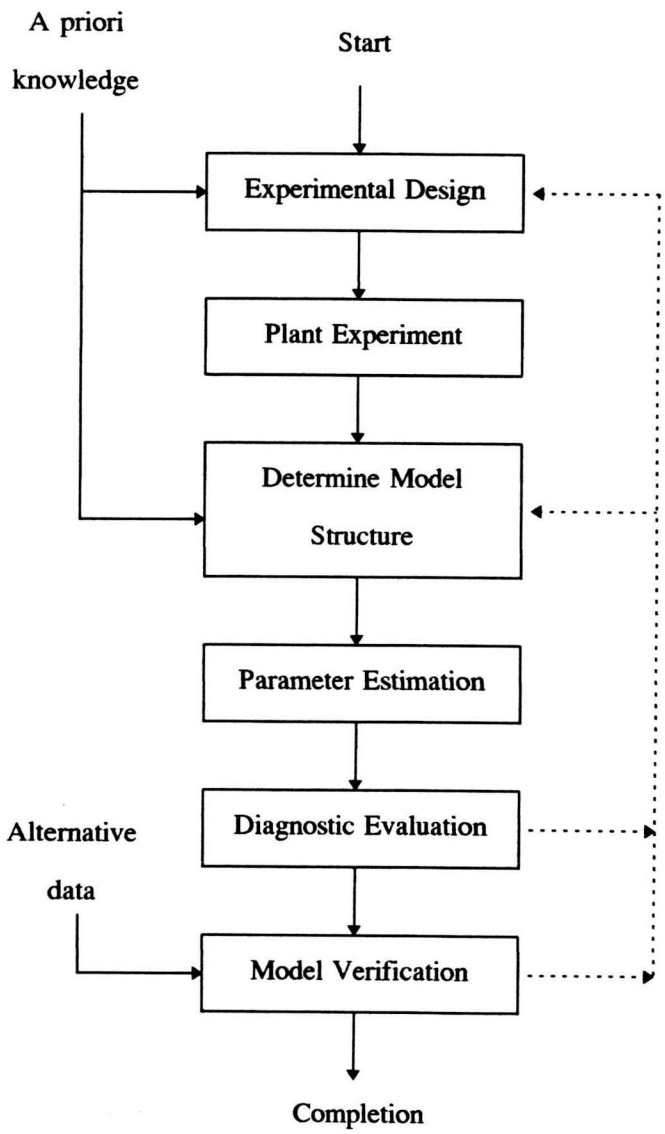
รูปที่ 4.4 แสดงรูปภาพลักษณะของดีเพลกมาเตอร์

4.2 การระบุแบบจำลองการทดลอง (Empirical Model Identification)

ถึงจุดนี้เรามีการทำแบบจำลองกระบวนการโดยใช้ทฤษฎีพื้นฐาน และสิ่งนี้เองมีประโยชน์อย่างมากในการพิสูจน์ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ในระบบกายภาพ และพฤติกรรมชั่วระยะเวลาสั้นๆ ของระบบ แต่วิธีการนี้มีข้อกำจัดเนื่องจากความซับซ้อนของแบบจำลองพื้นฐาน ตัวอย่างเช่น แบบจำลองพื้นฐานของคอลัมน์การกลั่น (Distillation Column) ที่ประกอบด้วย องค์ประกอบ 10 ชนิด และ 50 ถาด ที่ซึ่งอยู่ภายใต้คำสั่งของ 500 สมการที่แตกต่างกัน ยิ่งกว่านั้นแบบจำลองจะต้องประกอบด้วยพารามิเตอร์หลายตัวที่จะเป็นตัวกำหนดความสัมพันธ์ทางเทอร์โมไดนามิก (Equilibrium K Values), อัตราเร็วของกระบวนการ, อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน และ จำนวนชั้นของหอกลั่นที่ต้องการ เพราะฉะนั้นการจำลองแบบกระบวนการในความเป็นจริงส่วนใหญ่ต้องการความพยายามทางวิศวกรรมอย่างมากที่จะทำการ เขียนสมการ, การหาค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดและการแก้สมการ โดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์โดยตลอด ความพยายามนี้ได้รับการ ยอมรับว่าเหมาะสมเมื่อสามารถทำนายการตอบสนองทางพลวัตครอบคลุมไปถึงสภาวะในการปฏิบัติการกระบวนการที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง

ในที่นี้จะนำเสนอวิธีการจำลองแบบต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพมากโดยเฉพาะการออกแบบสำหรับการควบคุมกระบวนการในเทอมของการระบุการทดลอง แบบจำลองถูกพัฒนาโดยใช้วิธีการนี้ในการหาความสัมพันธ์ทางพลวัตระหว่างตัวแปรอินพุทและเอาท์พุทที่เลือก ยกตัวอย่างเช่น แบบจำลองจากการทดลองสำหรับคอลัมน์การกลั่นที่ถูกพิจารณาว่าควรมีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของรีฟลักซ์กับองค์ประกอบการกลั่น ในการเปรียบเทียบแบบจำลองจากการทดลองอย่างง่ายนี้, แบบจำลองพื้นฐานเตรียมจากข้อมูลที่ว่า ถาดทั้งหมดและองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์และอุณหภูมิขึ้นกับตัวแปร เช่น ฟลักซ์อย่างไร

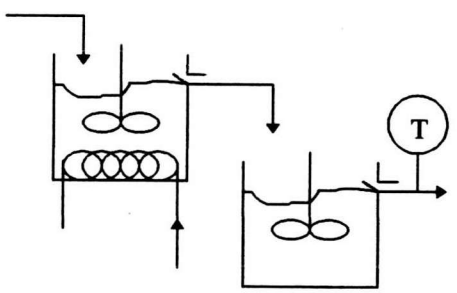
ดังนั้นแบบจำลองจากการทดลองจึงถูกบรรยายในหัวข้อนี้ ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับค่ากำหนดที่จำเป็นต่อกระบวนการควบคุม ไม่ต้องจัดหา(เตรียม) ข้อมูลเพื่อให้เกิดความพอใจในการออกแบบกระบวนการและวิเคราะห์ความต้องการ และไม่สามารถใช้แบบจำลองพื้นฐานแทนที่สำหรับทุกกระบวนการได้



รูปที่ 4.5 แสดงขั้นตอนการหาและการระบุแบบจำลองกระบวนการในรูปทรานส์เฟอร์ฟังชัน

ในการสร้างแบบจำลองจากการทดลอง แบบจำลองจะถูกหาค่าโดยการปรับเปลี่ยนตัวแปรอินพุทที่เกี่ยวข้องกับสภาวะการทำงานแบบโดยทั่วไปทีละน้อย ผลการตอบสนองทางพลวัตมีประโยชน์ในการหาแบบจำลอง วิธีดำเนินการทั่วไปนี้ ความเป็นสมการเส้นตรงของการทดลองในแต่ละกระบวนการมีความจำเป็นมาก ซึ่งจะทำให้เป็นที่ยอมรับ สำหรับบางที่เกี่ยวกับสภาวะแบบทั่วๆไป แบบจำลองทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันแบบเส้นตรงถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้วิธีการจากการทดลองซึ่งเป็นการเพียงพอสำหรับการออกแบบและอุปกรณ์การควบคุมกระบวนการหลายแบบ เพราะว่าวิธีการวิเคราะห์ยังไม่ถูกนำเสนอ จนกระทั่งบทต่อไปจากนี้ ความสำคัญในการแสดงผลความถูกต้องของค่าคาดหวังของวิธีการจำลองแบบในหัวข้อนี้ พารามิเตอร์แบบจำลองควรมีค่าอยู่ในช่วง +/- 20% แม้ว่าจะมีค่าความถูกต้องมากกว่าที่ต้องการมากสำหรับการคำนวณตัวควบคุมแบบหลายตัวแปร

วิธีการจากการทดลองนำมาซึ่งการออกแบบการทดลองระหว่างที่กระบวนการถูกรบกวนขณะทำการเก็บข้อมูลทางพลวัต ความสำเร็จของวิธีการต้องการที่จะให้ทฤษฎีของการออกแบบการทดลองและแบบจำลอง มีความพอดีกัน (ความพอเหมาะ)ซึ่งจะกล่าวในส่วนถัดไป



รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่างกระบวนการที่นำมาระบุแบบจำลองกระบวนการ

ต่อมาจะกล่าวถึงวิธีการระบุเอกลักษณ์ (Identification) 2 วิธี วิธีการแรกจะกล่าวในเทอมของปฏิกิริยาเส้นโค้งของกระบวนการ และการใช้วิธีการดำเนินการแบบกราฟิกอย่างง่ายเพื่อความพอดีกับแบบจำลอง วิธีการที่สองใช้ทฤษฎีทางสถิติ สำหรับหาค่าพารามิเตอร์

4.2.1 วิธีการสร้างแบบจำลองจากการทดลอง

การสร้างแบบจำลองจากการทดลองควรจะใช้วิธีการ 6 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 4.5 วิธีการนี้แน่นอนว่าข้อมูล ที่เหมาะสมจะถูกสร้างขึ้นผ่านการออกแบบและประกอบการทดลองอย่างระมัดระวัง วิธีการนี้จะทำให้ข้อมูลมีประโยชน์ที่สุดโดยผ่านการตรวจสอบและวิเคราะห์ผลโดยการคำนวณพารามิเตอร์จากแบบจำลองเริ่มต้น แผนภูมิในรูปที่ 4.5 เน้นความจริงที่ว่าความรู้แต่ก่อนบางอันถูกใช้ในการวางแผนการทดลอง และวิธีการนั้นสามารถทำได้ และบ่อยครั้งต้องการ การทวนซ้ำดังแสดงด้วยเส้นประ ความสมบูรณ์ของวิธีการจะกล่าวถึงในหัวข้อนี้ และแบบจำลองที่เหมาะสมจะถูกหาได้ หรือแม้ว่าวิศวกรจะรู้ว่าแบบจำลองที่พอใจจะไม่ถูกระบุได้และการทดลองที่มากขึ้นยังเป็นที่ต้องการสำหรับใช้ระบุแบบจำลอง

ในหัวข้อนี้ตัวอย่างแสดงในรูป 4.6 ซึ่งมีถังกวน 2 ถัง แบบจำลองขบวนการถูกระบุความสัมพันธ์ของการเปิดวาล์วในท่อของน้ำมันร้อนกับอุณหภูมิที่ออกมาของถังที่สอง การออกแบบการทดลองบ่อยครั้งที่แบบจำลองจากการทดลองที่ถูกประเมินค่าต่ำ เป็นความต้องการที่สำคัญสำหรับการออกแบบการทดลองที่เหมาะสม เพราะว่าทุกวิธีการมีการถูกรบกวนบางชนิดของการรบกวนอินพุท การออกแบบเพื่อหารูปร่างของมันและระยะเวลานอกจากนี้ยังใช้หาค่าสภาวะในการปฏิบัติพื้นฐานสำหรับกระบวนการอีกด้วย การหาสภาวะเกี่ยวกับแบบจำลองกระบวนการที่ถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็น สุดท้ายขนาดของการรบกวนอินพุทก็จะถูกหาค่าได้ ขนาดของการรบกวนต้องมีค่าเล็กเพียงพอที่แน่ใจว่าเกิดความปลอดภัย และขีดกำจัดทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์สามารถหาได้หรือวัดได้ สิ่ง

สำคัญก็คือ การเริ่มด้วยการรบกวนในขบวนการที่ปลอดภัย(ขนาดเล็ก)ดีกว่าสาเหตุการรบกวนกระบวนการอย่างรุนแรงอย่างแจ่มชัด การออกแบบต้องการข้อมูลก่อนๆ เกี่ยวกับกระบวนการและการตอบสนองทางพลวัตของมัน ข้อมูลนี้โดยปกติจะได้มาจากประสบการณ์การปฏิบัติมาแต่ก่อน ถ้าไม่มีข้อมูลเก่าการทดลองเบื้องต้นบางอันจะต้องถูกดำเนินการ ยกตัวอย่างเช่น รูป 4.6 ค่าคงที่ของเวลา ของแต่ละถังกวนจะถูกนำมาใช้หาค่าประมาณเบื้องต้นสำหรับการตอบสนองของระบบทั้งหมดผลของขั้นตอนนี้เป็นแผนที่สมบูรณ์สำหรับทดสอบซึ่งควรจะต้องประกอบด้วย

ก. การอธิบายของสภาวะการปฏิบัติ (การกระทำ) พื้นฐาน

ข. คำจำกัดความของการรบกวน

ค. คำจำกัดความของสิ่งที่เปลี่ยนแปลงในการวัด ตลอดจนความถี่ของการวัด

ง. การประมาณค่าระเวลาของการทดลอง

โดยทั่วไปแผนควรได้รับการตรวจซ้ำโดยผู้ปฏิบัติการทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่ถูกรบกวนโดยการกระทำของกระบวนการอื่น

4.2.2 การทดลองของกระบวนการ

การทดลองควรปฏิบัติอย่างใกล้ชิดเท่าที่จะเป็นไปได้กับแผนที่วางไว้ ขณะที่การแปรปรวนในการปฏิบัติในกระบวนการจะเป็นสิ่งที่หลีกไม่พ้น การรบกวนขนาดใหญ่ระหว่างการทดลองอาจทำให้ ผลการทดลองไม่เป็นที่ยอมรับได้ ดังนั้นการปฏิบัติการของกระบวนการ ควรจะมีการแสดงผลขณะทำการทดลอง เพราะว่าการทดลองถูกออกแบบแน่นอนสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างหนึ่งอินพุทและเอาท์พุท ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงในอินพุทอื่นๆ ระหว่างการทดลองซึ่งสามารถทำให้ข้อมูลไม่สามารถใช้ประโยชน์สำหรับการระบุแบบจำลองพลวัตได้ การแสดงผลนี้จะต้องดำเนินการทดลองโดยใช้ประโยชน์จากเครื่องมือวัดอันที่ซึ่งทำให้ได้มาและใช้ประโยชน์ของข้อมูลจากแหล่ง

อื่นๆ เช่น ห้องแลปวิเคราะห์ เมื่อตัวรับสัญญานของกระบวนการไม่สามารถหามาได้ตัวอย่างรูปที่ 4.6 สิ่งที่แปรได้ เช่น อุณหภูมิที่ป้อนเข้า จะมีผลต่ออุณหภูมิขาออกของถังที่ 2 และสิ่งเหล่านี้ควรมีการแสดงผลออกมาเพื่อที่จะแน่ใจได้ว่าสิ่งดังกล่าวมีค่าประมาณว่าคงที่ขณะทำการทดลอง

4.2.3 การหาโครงสร้างของแบบจำลอง

ปัจจุบันวิธีการหลายอันสามารถหาได้โดยการคำนวณค่าพารามิเตอร์ ในแบบจำลองที่ถูกเซ็ทโครงสร้างขึ้น อย่างไรก็ตามมีวิธีการอยู่ 2-3 แบบ เป็นทางออกสำหรับการหาโครงสร้างของแบบจำลอง (เช่น กระบวนการอันดับหนึ่ง หรือ กระบวนการอันดับสอง) ซึ่งเป็นพื้นฐานของข้อมูล ในทำนองเดียวกันวิศวกรจะต้องสมมุติโครงสร้างของแบบจำลอง และรายละเอียดปลีกย่อยเพื่อประเมินผล (ค่า) ของข้อสันนิษฐานนั้น โครงสร้างเริ่มแรกจะมีพื้นฐานจากความรู้เดิม ของหน่วยปฏิบัติการบางทีมาจากโครงสร้างแบบจำลองพื้นฐาน และมาจาก รูปแบบ ในข้อมูลจากการทดลองที่เพิ่งแก้ไขข้อสันนิษฐานจะถูกประเมินค่า ในขั้นตอนพิจารณาวิเคราะห์ภายหลัง วิธีการนี้เป้าหมายไม่เป็นเพียงการพัฒนาแบบจำลอง ที่จับคู่ข้อมูลการทดลองได้อย่างถูกต้อง ยิ่งไปกว่านั้นเป้าหมายของการพัฒนาแบบจำลองซึ่งอธิบายพฤติกรรมของอินพุท-เอาท์พุทของกระบวนการอย่างพอเพียงสำหรับใช้ประโยชน์ในระบบควบคุมกระบวนการ วิธีการจากการทดลองที่ใช้ตามแบบอย่างแบบจำลองเส้นตรงอันดับต่ำที่มีเดดไทม์เป็นองค์ประกอบ (แต่ไม่เสมอไป) ที่กระบวนการอันดับหนึ่งประกอบด้วยเดดไทม์ ก็เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์การควบคุมกระบวนการและการออกแบบ

เวลานี้แบบจำลองอันดับสูงเป็นที่ต้องการ และวิธีการจากการทดลองที่สูงขึ้นถูกหามาได้สำหรับหาโครงสร้างแบบจำลอง (Box & Jenkins, 1976)

4.2.4 การประเมินค่าพารามิเตอร์

ที่จุดนี้โครงสร้างของแบบจำลองได้ถูกเลือกและข้อมูลก็ได้รับการแก้ไข วิธีการ 2 วิธีที่จะกล่าวถึงในบทนี้สำหรับหาค่าพารามิเตอร์แบบจำลอง ดังนั้นแบบจำลองที่เตรียมขึ้นจะเหมาะสมกับข้อมูลจากการทดลอง วิธีการหนึ่งใช้เทคนิคการใช้กราฟิก ส่วนอีกอันใช้ประโยชน์จากทฤษฎีทางสถิติทั้ง 2 วิธีใช้ในการประเมินค่าสำหรับพารามิเตอร์ในการจำลองแบบโดยใช้ทรานส์เฟอร์ฟังก์ชัน เช่น เกน, ค่าคงที่เวลา และ เดดไทม์ ในแบบจำลองอันดับหนึ่งที่มีองค์ประกอบของเดดไทม์ วิธีการนี้มีความแตกต่างกันในเรื่องโครงสร้างของแบบจำลองและการออกแบบการทดลอง การประมาณค่าในการพิจารณาวิเคราะห์

การประมาณค่าบางอย่างจะต้องทำก่อนที่แบบจำลองจะถูกใช้สำหรับควบคุม ระดับในการพิจารณาวิเคราะห์การประเมินค่าเพื่อหาว่าแบบจำลองควรจะพอดี (เหมาะสม) กับข้อมูล อย่างไรเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการประเมินค่าพารามิเตอร์ โดยทั่วไป การประมาณค่าในการพิจารณาวิเคราห์สามารถใช้ได้ 2 แนวทางคือ

- การเปรียบเทียบของการทำนายแบบจำลองด้วยการวัดข้อมูล
- การเปรียบเทียบผลด้วยข้อสันนิษฐานหลายอันเพื่อใช้ประโยชน์ในวิธีการประเมินค่า

4.2.5 การตรวจสอบ (Verification)

การตรวจสอบครั้งสุดท้ายบนแบบจำลองคือ การตรวจสอบโดยการเปรียบเทียบด้วยข้อมูลที่เพิ่มขึ้นที่ไม่ได้ใช้การประมาณค่าพารามิเตอร์ แม้ว่าขั้นตอนนี้จะไม่ค่อยได้ใช้อย่างสม่ำเสมอ แต่ควรแก่การเปรียบเทียบแบบจำลองกับข้อมูลที่ถูกแก้ไขที่เวลาอื่น เพื่อให้แน่ใจว่าตัวการแปรปรวนในการปฏิบัติการกระบวนการไม่มีความสำคัญที่จะลดความถูกต้องของแบบจำลอง วิธีการที่ใช้ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนเหมือนกับขั้นตอนในการประมาณค่าการพิจารณาวิเคราะห์ เป็นการเหมาะสมที่จะเน้น

อีกครั้งเกี่ยวกับแบบจำลองที่ถูกพัฒนาโดยการดำเนินการนี้ ซึ่งสัมพันธ์กับการรบกวนอินพุทต่อการตอบสนองของเอาท์พุท กระบวนการมีการจำลองแบบที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆทั้งหมดระหว่างอินพุทและเอาท์พุท ดังนั้นแบบจำลองตามแบบประกอบด้วยพลวัตของวาล์วและตัวรับสัญญาณที่ดีเท่ากับ อุปกรณ์ของกระบวนการ ซึ่งเราจะได้เห็นต่อไปว่าสิ่งนี้ไม่มีข้อจำกัด ในความเป็นจริงแบบจำลองจากการทดลองได้จัดเตรียมข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์การควบคุม เพราะว่ามันประกอบด้วยอุปกรณ์ในลูพควบคุมสุดท้าย สิ่งที่ขัดแย้งกัน 2 สิ่งมักจะถูกทำให้สมดุลย์กันเสมอในการดำเนินการของวิธีการดำเนินการทดลองนี้ สิ่งแรกคือ การบำรุงรักษาเครื่องในเรื่องความปลอดภัย ความราบเรียบและการปฏิบัติของกระบวนการเพื่อผลกำไร สำหรับการรบกวนอินพุทของการทดลองขนาดเล็ก เป็นสิ่งที่ปรารถนา สิ่งที่สองคือ การพัฒนาของความถูกต้องของแบบจำลองสำหรับการออกแบบควบคุมกระบวนการ ซึ่งจะพัฒนาโดยการรบกวนค่าอินพุทมากๆ อย่างมีความสัมพันธ์ ขั้นตอนการทดลองที่เหมาะสมมักจะต้องมีสมดุลย์ ระหว่าง 2 สิ่งที่กล่าวมาแล้วโดยรบกวนแบบระยะสั้นๆ ดังนั้นแผนการปฏิบัติในอนาคตก็จะได้รับการพัฒนาที่ดี

4.3 วิธีการที่ใช้ในการระบุกระบวนการ

สำหรับการควบคุมกระบวนการในเทอมของการระบุกระบวนการจากการทดลอง ในความเป็นจริงแล้วการที่จะทดลองหาค่าพารามิเตอร์จากกระบวนการจริงเป็นสิ่งที่ไม่ง่ายนักสำหรับบางกระบวนการ เนื่องจากในระหว่างทำการทดลองไม่อาจที่จะทำให้พารามิเตอร์บางกลุ่มคงที่ได้ ซึ่งอาจจะมีการรบกวนอย่างฉับพลันในระหว่างทำการทดลอง ในที่ได้กำหนดแนวทางไว้ 2 ลักษณะเพื่อใช้ในการหาแบบจำลองของกระบวนการ

4.3.1 การระบุกระบวนการโดยใช้วิธีเส้นโค้งปฏิกิริยาของกระบวนการ

วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายที่จะระบุพลวัตของแบบจำลองกระบวนการ เป็นวิธีที่ง่ายในการปฏิบัติ ถึงแม้ว่าวิธีการนี้สามารถใช้ได้ไม่มากเมื่อเทียบกับกระบวนการทั่วๆไปทั้งหมด แต่ก็สามารถจัดหาแบบจำลองของกระบวนการทั่วไปได้พอสมควร ซึ่งวิธีการดังกล่าวสามารถแบ่งการกระทำได้เป็น 4 ขั้นตอนคือ

ก. ทำให้กระบวนการเข้าสู่สถานะคงตัว

ข. ทำการเปลี่ยนแปลงตัวแปรขาเข้าแบบสเต็พ

ค. จดบันทึกค่าของตัวแปรขาเข้าและขาออกเทียบกับเวลา จนกว่าจะถึงสถานะคงตัวอันใหม่

ง. เขียนกราฟเส้นโค้งปฏิกิริยาของกระบวนการ และคำนวณ

เมื่อทำการคำนวณเสร็จแล้วเราก็จะได้แบบจำลองของกระบวนการซึ่งจะเป็นกระบวนการอันดับหนึ่งที่มีองค์ประกอบของเดดไทม์ หรือ กระบวนการอันดับสองที่มีองค์ประกอบของเดดไทม์ ซึ่งได้อธิบายวิธีการหาแบบจำลองของกระบวนการไว้แล้วในหัวข้อ 2.10

4.3.2 การระบุแบบจำลองโดยวิธีทางสถิติ

วิธีการระบุกระบวนการโดยวิธีทางสถิติเป็นวิธีที่มีความยืดหยุ่นมากกว่า และมีข้อจำกัดทางโครงสร้างและการออกและการทดลองที่น้อยกว่า และมีศักยภาพในการระบุแบบจำลองกระบวนการที่ดีกว่า วิธีการระบุแบบจำลองโดยวิธีทางสถิติมีดังนี้

ก. ทำให้กระบวนการเข้าสู่สถานะคงตัว

ข. เริ่มทำการก่อกวนตัวแปรขาเข้า วิธีการนี้ไม่จำกัดว่ารูปร่างของการก่อกวนจะเป็นแบบใด แต่จะต้องมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อตัวแปรขาออกที่มีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะทำการระบุ

แบบจำลองได้

ค. เก็บข้อมูลขาเข้า และขาออก แต่ไม่จำเป็นต้องทำการทดลองจนถึงขั้นสถานะคงตัว

วิธีการที่ใช้มีความง่ายเพียงพอที่จะระบุและทำการฟิตแบบจำลองในรูปของกระบวนการอันดับหนึ่งที่มีองค์ประกอบของเดดไทม์อยู่ด้วย แบบจำลองอันดับหนึ่งที่มีองค์ประกอบเดดไทม์สามารถเขียนให้อยู่ในรูปดังนี้

$$\tau\frac{dY'(t)}{dt}+Y'(t)=K_pX'(t-\theta) \qquad (4.1)$$

จากสมการบนสามารถทำการอินทีกรัลในช่วง t_i ถึง $t_i + \Delta t$ โดยสมมุติว่า อินพุท $X'(t)$ คงที่ในช่วงดังกล่าว และ เดดไทม์สามารถหาได้จาก $\Gamma = \theta / \Delta t$ ผลของสมการที่ได้คือ

$$Y'_{i+1}=e^{-\Delta t/\tau}Y'_i+K_p(1-e^{-\Delta t/\tau})X_{i-\Gamma} \qquad (4.2)$$

สมการดังกล่าวสามารถเขียนให้ง่ายโดย

วิธีการดังกล่าวเป็นวิธีที่ทำให้สมการอยู่ในเทอมของเส้นตรง ในการทดลองเราจะหาค่า $(Y'_i)_m$ และ $(X'_{i-\Gamma})_m$ โดยการวัดค่าและนำมาทำนายค่า $(Y'_{i+1})_p$ ดังสมการ

$$(Y'_{i+1})_p=a(Y'_i)_m+b(X'_{i-\Gamma})_m \qquad (4.4)$$

จากสมการ 4.4 ตัวห้อยท้าย m หมายถึงหาค่าได้มาจากการวัดค่าจากการทดลอง ส่วนตัวห้อยท้าย p หมายถึง ค่าที่ได้จากการทำนายจากสมการ 4.4 ตัวแปรของแบบจำลอง a และ b ซึ่งหามาได้โดยวิธีการทำนายค่าที่มีความแม่นยำจากค่าของเวลาต่างๆ สิ่งที่เราต้องการคือการคำนวณค่า a และ b จากค่าเอาท์พุทที่มาจากการวัดและการทำนาย และค่าเอาท์พุทที่มาจากการวัดกับการทำนายควรจะมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุดจึงจะทำให้ค่า a และ b จากการทดลองมีความแม่นยำมากที่สุด ดังนั้นการที่จะเลือกค่า a และ b จากการทดลองใดๆ ให้พิจารณาจากค่า E^2 (ค่าความผิดพลาด) จะต้องมีค่าต่ำที่สุด

$$\sum_{i=\Gamma+1}^{n} E_i^2 = \sum_{i=\Gamma+1}^{n} [(Y'_{i+1})_m - (Y'_{i+1})_p]^2 = \sum_{i=\Gamma+1}^{n} [(Y'_{i+1})_m - (a(Y'_i)_m + b(X'_{i-\Gamma})_m)]^2 \quad (4.5)$$

และเราสามารถหาค่า a และ b ได้จากการหาคำตอบโดยวิธีการทางแมทริกซ์ ซึ่งแก้สมการ โดยใช้แมทแล็บ

$$U = \begin{bmatrix} Y'_3 & X'_{3-\Gamma} \\ Y'_4 & X'_{4-\Gamma} \\ . & . \\ . & . \\ Y'_{n-1} & X'_{n-\Gamma-1} \end{bmatrix} \qquad z = \begin{bmatrix} Y'_4 \\ Y'_5 \\ . \\ . \\ Y'_n \end{bmatrix} \quad (4.6)$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (U^T U)^{-1} U^T z \quad (4.7)$$