

## บทที่ 1

### บทนำ



ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมทางเคมี ระบบการควบคุมจัดได้ว่าเป็นหัวใจของการควบคุมการผลิต ระบบควบคุมได้รับการพัฒนาการมาอย่างต่อเนื่องซึ่งระบบควบคุมแต่ละระบบจะมีรายละเอียดปลีกย่อย ตลอดจนข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป การศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้แยกแยะหรือเลือกระบบการควบคุมให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ผลิตได้

#### 1.1 ความเป็นมาและแรงจูงใจ

ในสถานการณ์ที่นับวันเทคโนโลยีใหม่จะเริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้นทั้งต่อชีวิตประจำวัน ตลอดจนรวมไปถึงกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ด้วยขีดความสามารถในการแข่งขันที่สูงกว่าย่อมจะเป็นสิ่งนำพาให้อุตสาหกรรมนั้นเจริญรุดหน้ายิ่งขึ้นไป มีข้อจำกัดทางการค้าหลายประการ เช่น การแข่งขันด้านปริมาณ คุณภาพ ภายใต้อุตสาหกรรมที่ซับซ้อนและข้อจำกัดทางผลิตภัณฑ์ที่เข้มงวดจึงได้ทำให้ระบบควบคุมกระบวนการผลิตมีความสำคัญมากขึ้นตามไปด้วย จากการใช้คอมพิวเตอร์มีราคาที่ถูกลงพร้อมประสิทธิภาพที่สูงขึ้น จึงได้มีการพัฒนานำระบบควบคุมสมัยใหม่โดยใช้คอมพิวเตอร์มาทดแทนระบบการควบคุมแบบดั้งเดิม ซึ่งนอกจากจะเป็นการส่งเสริมพัฒนาวิธีการออกแบบ การพัฒนาระบบการควบคุมที่ยู่ยากซับซ้อนแล้ว ยังเป็นการแก้ปัญหาข้อจำกัดบาง

ประการที่การควบคุมแบบดั้งเดิมใช้ไม่ได้ เช่น การสร้างระบบควบคุมทดแทนในทันทีเมื่อตัวควบคุมตัวใดตัวหนึ่งไม่ทำงาน ซึ่งถ้าเป็นระบบควบคุมแบบดั้งเดิมการไม่ทำงานของตัวควบคุมอาจจะส่งผลให้กระบวนการผลิตนั้นต้องหยุดลงชั่วคราวและเกิดความเสียหายต่อระบบขึ้น

ถึงแม้ว่ากระบวนการผลิตจะมีความก้าวหน้ามากขึ้นเพียงใด ปัจจัยที่มีผลอย่างมาก คือ การออกแบบระบบควบคุมที่ถูกต้องสอดคล้องกับกระบวนการ ระบบการควบคุมที่เก่าแก่ที่สุดระบบหนึ่งคือ การควบคุมแบบป้อนกลับ ซึ่งมีระบบการควบคุมที่ง่าย มีความน่าเชื่อถือในการควบคุมอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ระบบการควบคุมที่พัฒนาให้ก้าวหน้ามากขึ้นได้แก่ การควบคุมแบบป้อนหน้า ระบบควบคุมแบบคาสเคด เป็นต้น

ระบบการควบคุมแบบป้อนกลับแบบดั้งเดิมและระบบควบคุมแบบคาสเคดมีหลักการทำงานที่คล้ายกัน คือ ค่าความผิดพลาด (Error) ของกระบวนการที่แตกต่างออกไปจากเซตพอยท์จะถูกส่งกลับเข้ามาในระบบควบคุมเพื่อกำหนดค่าสัญญาณเอาต์พุตจากตัวควบคุมเพื่อไปควบคุมกระบวนการอีกที จะต่างกันตรงที่ระบบการควบคุมแบบคาสเคดจะมีลูฟการควบคุมแบบป้อนกลับอยู่ 2 ลูฟ คือ ลูฟในหรือลูฟรอง และลูฟนอกหรือลูฟหลักซึ่งช่วยปรับไดนามิก ของการควบคุมให้ดีขึ้น และถ้าจัดการควบคุมของลูฟในออกหรือปล่อยให้ลูฟในเป็นลูฟแบบเปิดก็จะเหมือนการควบคุมแบบป้อนกลับทุกประการ

ด้วยข้อดีและข้อเสียของการควบคุมของทั้งสองระบบนี้ การตัดสินใจในการเลือกติดตั้งระบบควบคุมหรือการปรับปรุงระบบจะมีผลโดยตรง คือ ในด้านการลงทุน ปริมาณและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น และโดยอ้อม เช่น ต่อพนักงานปฏิบัติการและการบำรุงรักษา ดังนั้นก่อนการตัดสินใจออกแบบการควบคุมดังกล่าวจะต้องมีการวิเคราะห์เปรียบเทียบการควบคุมทั้งสองระบบว่าระบบใดให้การควบคุมที่ดีกว่า และเหมาะสมกับกระบวนการในการผลิตนั้นๆ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการทำการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้ คือ

1.2.1 เพื่อสร้างแบบจำลองการควบคุมแบบคาสเคดและการควบคุมแบบป้อนกลับที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุม เช่น เวลาของกระบวนการ เดดไทม์ เกนของกระบวนการ ให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิตจริงได้

1.2.2 เพื่อศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบการควบคุมแบบคาสเคดและการควบคุมแบบป้อนกลับ เพื่อศึกษาการตอบสนองของระบบต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพราะมีผู้ทำการศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบน้อย (Krishnaswamy, P.R., 1990) และเพื่อเลือกใช้ระบบควบคุมที่ให้เชื่อถือได้และให้ผลคุ้มค่าการลงทุน

1.2.3 ศึกษาการควบคุมกระบวนการควบคุมแบบคาสเคดและการควบคุมแบบป้อนกลับ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดค่าพีไอดีให้แก่ตัวควบคุมในกระบวนการผลิตจริง

1.2.4 เพื่อศึกษาและอธิบายการควบคุมแบบคาสเคดและการควบคุมแบบป้อนกลับ ตลอดจนไปถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

### 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตต่างๆ ไว้ดังนี้ คือ

#### 1.3.1 สร้างแบบจำลองการควบคุมแบบคาสเคดและการควบคุมแบบป้อนกลับแบบ

ดั้งเดิม

ก. โดยกำหนดลักษณะการควบคุมให้ประกอบด้วยอินพุตเป็นเซตพอยท์ โหลดของลูฟใน โหลดของลูฟนอกและเอาท์พุทหรือการตอบสนองโดยมีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันของกระบวนการที่ประกอบด้วยเกนของกระบวนการ เวลาของกระบวนการ เดลไทม์ของลูฟในและลูฟนอก และตัวควบคุม

ข. กำหนดการเปลี่ยนแปลงของโหลดให้มีการเปลี่ยนแปลงแบบสเต็ป โดยกำหนดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่ตัวแปรอิสระเกิดขึ้นแยกกันในแต่ละครั้งของการทดลอง

ค. สร้างแบบจำลองการควบคุมจากตัวแปรต่างๆ ทั้งหมดให้เป็นการควบคุมแบบคาสเคดและการควบคุมแบบป้อนกลับโดยใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์และออกแบบการควบคุม Matlab จำลองการควบคุมและกำหนดตัวแปรของกระบวนการในแบบจำลองแต่ละแบบที่แตกต่างกัน

1.3.2 ทำการจูนตัวควบคุมของแบบจำลองดังกล่าว เพื่อให้การควบคุมทั้งแบบคาสเคดและป้อนกลับสามารถควบคุมแบบจำลองแต่ละแบบได้

ก. ในแบบจำลองการควบคุมแบบคาสเคด กำหนดการควบคุมลูฟในด้วยการควบคุมแบบพีไอ ส่วนการควบคุมลูฟนอกจะใช้การควบคุมแบบพีไอ

ข. ในแบบจำลองการควบคุมแบบป้อนกลับกำหนดให้มีการควบคุมแบบพีไอ



1.3.3 ทำเลียนแบบและวิเคราะห์ผลลัพธ์เปรียบเทียบการควบคุมทั้งสองแบบ โดยพิจารณาจากกราฟการตอบสนองและผลรวมตามเวลาของค่าความผิดพลาดแบบสัมบูรณ์ (Integral Time Absolute Error - ITAE)

1.3.4 เปลี่ยนแปลงตัวแปรที่เกี่ยวข้องต่างๆ และทำการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการควบคุมทั้งสองแบบ

#### 1.4 ความสำคัญและประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.4.1 ได้เรียนรู้วิธีการใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุม Matlab และ Simulink ซึ่งสามารถใช้ความรู้ดังกล่าวไปสร้างแบบจำลองการควบคุมในลักษณะอื่นๆ ต่อไป

1.4.2 ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปกำหนดค่าพารามิเตอร์ของการควบคุมแบบคาสเคดและการควบคุมแบบป้อนกลับแบบดั้งเดิม และนำไปวิเคราะห์การตอบสนองของระบบในกระบวนการผลิตจริง

1.4.3 ใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ที่จะเลือกใช้ระบบควบคุมระหว่างการควบคุมแบบคาสเคดกับการควบคุมแบบป้อนกลับ ทั้งนี้เพราะหากการควบคุมแบบคาสเคดให้ผลการตอบสนองที่ไม่แตกต่างกับการควบคุมแบบป้อนกลับอย่างมีนัยสำคัญแล้ว การเลือกใช้การควบคุมแบบป้อนกลับจะช่วยลดภาระในการลงทุนได้ดีกว่ารวมทั้งมีความง่ายในการควบคุม

1.4.4 จะเป็นการเพิ่มสมรรถนะของกระบวนการผลิตจริง และลดอัตราเสี่ยงที่จะเกิดความผิดพลาดในกระบวนการควบคุมการผลิต

1.4.5 เป็นแนวทางให้ผู้สนใจท่านอื่นๆ ได้ศึกษาเปรียบเทียบการทำการเลียนแบบในลักษณะเดียวกันหรือแบบอื่นๆ ค่อยไป

## 1.5 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

ในรายงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะประกอบด้วยเนื้อหาต่างๆ รวมทั้งสิ้น 5 บท ซึ่งจะกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

บทที่ 1 จะกล่าวถึง ลักษณะความเป็นมาและแรงจูงใจในการทำการวิจัย วัตถุประสงค์ ขอบเขต และความสำคัญและประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

บทที่ 2 จะกล่าวถึง ผลงานการวิจัยและผลงานที่ผ่านมา หลักการทำงานของการควบคุมแบบป้อนกลับและการควบคุมแบบคาสเคด การวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการควบคุมทั้งสองระบบ

บทที่ 3 จะกล่าวถึง รายละเอียดของการใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์และออกแบบ Matlab เช่น รูปลักษณะของโปรแกรม วิธีการใช้งาน การทำงานของโปรแกรม Simulink ขอบเขตและขีดความสามารถของโปรแกรม ตลอดจนตัวอย่างการนำโปรแกรม Simulink ไปใช้งานในการแก้ปัญหาในการควบคุมกระบวนการต่างๆ เปรียบเทียบกับผลการควบคุมที่ทราบผลแล้ว

บทที่ 4 จะเป็นการนำโปรแกรม Matlab และ Simulink ไปใช้ในการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่างการควบคุมแบบคาสเคดและการควบคุมแบบป้อนกลับภายใต้กรณีศึกษาต่างๆ กันตามตัวแปรที่แตกต่างกันออกไป โดยนำเสนอในรูปแบบของกราฟเปรียบเทียบการตอบสนองของเอาต์พุต และเปรียบเทียบผลค่าความผิดพลาดไอทีเออีที่เกิดขึ้นจากทั้งสองระบบ

บทที่ 5 จะเป็นการสรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัย ปัญหาและอุปสรรค ตลอดจนถึงขอเสนอแนะในการทำการวิจัยในลำดับต่อไป

จากนั้นจะเป็นรายการอ้างอิง และสุดท้ายจะเป็นภาคผนวกที่จะรวบรวมข้อมูล ผลการทดลองต่างๆ เช่น โปรแกรม Matlab ที่แสดงการควบคุมทั้งสองระบบ ตารางผลการทดลอง กราฟที่เกี่ยวข้อง