บทที่ 5
สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 คำนำ

จากผลการศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการควบคุมระหว่างการควบคุมแบบป้อนกลับแบบดั้งเดิม Z-N กับการควบคุมแบบไอเอ็มซี โดยแยกเป็นกรณีศึกษาต่างๆ กัน 9 กรณีและเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้วจะพบว่า การควบคุมแบบไอเอ็มซีจะให้ผลการควบคุมกระบวนการได้ดีกว่าแต่จะมีรายละเอียดอีกหลายประการเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล (Sampling Time) ตัวแปรการจูนความถูกต้องของแบบจำลอง เป็นต้น ซึ่งในแต่ละกระบวนการควรนำมาพิจารณาโดยละเอียดเพื่อเลือกใช้ระบบควบคุมที่สอดคล้องกับความต้องการตามเป้าหมายของการควบคุมอีกที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 บทสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาวิจัยทั้ง 9 กรณีสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

5.2.1 การเปรียบเทียบผลการควบคุมตัวแปรอิสระ

ในการควบคุมแบบป้อนกลับจะมีตัวแปรอิสระอยู่ 2 ตัวแปรคือการเปลี่ยนแปลงเซ็ทพอยท์และการเปลี่ยนแปลงโหลดซึ่งตัวควบคุมของกระบวนการจะต้องได้รับการจูนเพื่อกำหนดค่าพีไอดีที่เหมาะสมจึงจะสามารถควบคุมกระบวนการได้ดี เช่น ในการจูนตัวควบคุมโดยวิธีไอทีเออีเพื่อให้ค่าความผิดพลาดไอทีเออีต่ำสุด จะมีวิธีการจูนอยู่ 2 ลักษณะ คือ จูนให้สอดคล้องกับกระบวนการที่การเปลี่ยนแปลงจากโหลดเป็นหลัก และจูนเพื่อให้กระบวนการตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของเซ็ทพอยท์ ซึ่งโดยทั่วไปของวิธีนั้น ค่าพีไอดีของตัวควบคุมแบบเปลี่ยนแปลงโหลดจะให้การตอบสนองการควบคุมได้เร็วกว่าค่าพีไอดีจากการเปลี่ยนแปลงเซ็ทพอยท์สำหรับการศึกษาวิจัยวิธีการจูนโดย Z-N จะกำหนดให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโหลดหรือเซ็ทพอยท์แบบสเต็พและปรับค่าที่จนกระบวนการแกว่งเป็นไซเคิลหลังจากทราบค่า K_{cu} และ P_u แล้วจะสามารถคำนวนค่าของพีไอดีได้จากผลการควบคุมตามตารางที่ 1 ถึง 3 ในภาคผนวกที่ 3 จะพบว่าการจูนแบบ Z-N จะให้ผลการควบคุมกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงเซ็ทพอยท์ได้ดีกว่ากระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงของโหลด ทั้งที่นี้เพราะค่าความผิดพลาดไอทีเออีของการควบคุมจากการเปลี่ยนแปลงเซ็ทพอยท์ของกระบวนการมีค่าต่ำกว่าเมื่อกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงของโหลด สำหรับการศึกษาวิจัยการควบคุมแบบไอเอ็มซี ความผิดพลาดไอทีเออีของการควบคุมแบบไอเอ็มซีจากการเปลี่ยนแปลงเซ็ทพอยท์และโหลดให้ค่าที่ไม่แตกต่างกันเลยตามตารางที่ 20 ถึง 25 ในภาคผนวกที่ 3ดังนั้นเมื่อทำการเปรียบเทียบการควบคุมทั้ง 2 แบบ จะเห็นได้ชัดว่าการควบคุมแบบไอเอ็มซีสามารถควบคุมกระบวบการได้ดีกว่าการควบคุมแบบป้อนกลับที่จูนโดยวิธีการ Z-N ในทั้ง 2 กรณี. โดยดูจากค่าอัตราส่วนความผิดพลาดไอทีเออีของการควบคุมแบบป้อนกลับที่จูนแบบ Z-N ต่อการควบคุมแบบไอเอ็มซี

5.2.2 การกำหนดช่วงเวลาการเก็บข้อมูล

ในโรงงานอุตสาหกรรมในแต่ละโรงงานจะประกอบด้วยกระบวนการหลายๆ กระบวนการหรือมีวงจรการควบคุมหลายวงจร เข้ามาประกอบกันเป็นกระบวนการผลิต การจัดการเกี่ยวกับข้อมูลการผลิตที่เหมาะสมจะช่วยให้คอมพิวเตอร์ควบคุมกระบวนการมีภาระในการจัดการข้อมูลที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งผลให้การควบคุมกระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงตามไปด้วย การกำหนดช่วงเวลาการเก็บข้อมูล (Δt) จะมีความสำคัญมากในการกำหนดภาระของคอมพิวเตอร์ควบคุมระบบ ดังนั้นในแต่ละกระบวนการควรมีพิจารณากำหนดช่วงเวลาการเก็บข้อมูลให้สอดคล้องกับลักษณะของกระบวนการในแต่ละการจูน เช่น กระบวนการมีไดนามิคเร็วและมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วช่วงเวลาการเก็บข้อมูลจะต้องมีช่วงสั้นๆ ส่วนกระบวนการที่มีไดนามิคช้ากว่าการกำหนดช่วงเวลาการเก็บข้อมูลควรมีช่วงที่นานขึ้น ซึ่งหากสามารถทำการเลียนแบบกระบวนดังกล่าวได้แล้วควรมีการศึกษาหาช่วงเวลาการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมจะช่วยให้สามารถแบ่งภาระของคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมระบบและนำไปใช้ในการทำงานอย่างอื่นๆ ได้อีก ดังเช่นจากผลการศึกษาของกระบวนการตามศึกษาวิจัยที่ 2 จะสามารถเลือก Δt คือ $\Delta t = 0.1$ ถึง 1.0 โดยผลของการควบคุมได้ใกล้เคียงกัน ในกรณีที่เลือกใช้ $\Delta t = 0.1$ คอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการจะทำงานเพิ่มมากขึ้นเป็น 10 เท่าของการเลือกใช้ $\Delta t = 1$ เป็นต้น

5.2.3 ตัวแปรการจูนในการควบคุมแบบไอเอ็มซี

การควบคุมแบบไอเอ็มซีจะมีตัวแปรการจูนซึ่งจะเป็นตัวแปรอิสระที่มีผลต่อการควบคุมอยู่ใน 2 ลักษณะ คือ ในรูปของลาปลาซทรานส์เฟอร์ฟังชั่น คือ τ_c โดยค่าตัวควบคุม G_c^* จะเป็นไปตามสมการที่ 4.3 และในรูปของ z-ทรานส์เฟอร์ฟังชั่น คือ α โดยค่าตัวควบคุม G_c^* จะเป็นไปตามสมการที่ 4.12

ในการศึกษาหาค่าตัวแปรการจูน τ_c จะพบความสัมพันธ์ของ τ_c กับเวลาของกระบวนการและเดดไทม์มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงตามสมการที่ 4.11 โดยที่เมื่อเดดไทม์แฟรคชั่นมีค่ามากขึ้นค่าตัวแปรการจูน τ_c จะมีค่าลดลง และเมื่อเดดไทม์แฟรคชั่นมีค่าน้อยลงค่าตัวแปรการจูน τ_c จะมีค่ามากขึ้น ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของ Ciancone et al., 1993 ที่ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรการจูนกับเวลาของกระบวนการและเดดไทม์จะมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงเช่นเดียวกัน โดยกราฟที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีความชัน (Slope) กว่ากราฟของ Ciancone จากการศึกษาของ Ciancone จะได้ความสัมพันธ์โดยประมาณ คือ

$$\tau_c = -0.5\ \theta + 0.575\ (\theta + \tau) \qquad (5.1)$$

โดยการศึกษาของ Ciancone ให้ค่า τ_c ที่มีค่าน้อยกว่า การให้ค่า τ_c ที่น้อยกว่าจะทำให้การตอบสนองของกระบวนการที่รวดเร็วกว่า และจะมีผลต่อการสึกหรอของอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายโดยเฉพาะวาล์วควบคุมมากกว่า ในขณะที่ค่า τ_c ที่ได้จากการศึกษาจะให้การควบคุมที่ให้ค่า K_c ต่ำกว่ามีการควบคุมที่อนุรักษ์กว่า มีการสึกหรอของวาล์วควบคุมน้อยกว่าซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ได้

สำหรับอีกกรณีหนึ่งคือ การหาค่าตัวแปรการจูน (α) เพื่อใช้ในรูปของ z-ทรานส์เฟอร์ฟังชั่น จะพบว่าที่ $\alpha = 0$ การตอบสนองของระบบควบคุมจะรวดเร็วและให้ค่าความผิดพลาดไอทีเออีต่ำที่สุด และให้ผลการควบคุมแบบไอเอ็มซีเป็นแบบเดดบีท (Deadbeat Control) ในขณะที่ค่า α ที่เพิ่มขึ้น คือ ระหว่าง 0-0.4 จะไม่ให้ความแตกต่างในการควบคุมมากนัก

5.2.4 ความทนทานของการควบคุมที่จูนโดย Z-N

ในกระบวนการควบคุมการการผลิตตัวแปรของกระบวนการจะมี 2 ตัวแปร คือเวลาของกระบวนการและค่าเดดไทม์ซึ่งสามารถจะเปลี่ยนแปลงได้ตลอดระยะเวลาและการเปลี่ยน

แปลงของตัวแปรดังกล่าวจะส่งผลโดยตรงถึงประสิทธิภาพของการควบคุมของตัวควบคุมพีไอดีที่ได้รับการจูนไว้แล้ว และค่าตัวควบคุมพีไอดีจะไม่ได้รับการจูนใหม่เลยจนกว่าจะถึงช่วงเวลาของการบำรุงรักษา หรือ มีการตรวจสอบระบบการควบคุมจากผลการศึกษาในการกรณีศึกษาที่ 6 จะพบว่าเมื่อเวลาของกระบวนการลดลงถึง -40% หรือเพิ่มขึ้นมากกว่า 300% ตัวควบคุมพีไอดียังจะคงสามารถควบคุมกระบวนการได้ ในขณะที่หากเดดไทม์ลดลงจนถึงไม่มีเดดไทม์เลยหรือเดดไทม์เพิ่มขึ้นถึง 60% ตัวควบคุมพีไอดียังคงควบคุมกระบวนการได้ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่า ช่วงความทนทานของการจูนตัวควบคุมโดย Z-N จะมีช่วงที่กว้างมากมีความยืดหยุ่นที่ดี เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของเวลาของกระบวนการ หรือการลดลงของเดดไทม์ดูเหมือนจะไม่ส่งผลกระทบต่อการควบคุมมากนัก ในขณะที่การลดลงของเวลาของกระบวนการหรือการเพิ่มขึ้นของเดดไทม์จะส่งผลต่อการควบคุมมากกว่า

5.2.5 ความทนทานของการควบคุมแบบไอเอ็มซี

จากการเปรียบเทียบผลการศึกษาการควบคุมแบบไอเอ็มซีกับการควบคุมแบบป้อนกลับโดย Z-N จากการศึกษาในกรณีที่ 7 และ 8 จะพบว่าการควบคุมแบบไอเอ็มซีจะให้ผลการควบคุมดีกว่าการควบคุมที่จูนแบบ Z-N ส่วนการทดสอบความทนทานของการควบคุมแบบไอเอ็มซีจะพบว่า เวลาของกระบวนการสามารถเปลี่ยนแปลงได้ในระหว่างประมาณ -50% ถึง +90% และการเปลี่ยนแปลงของเดดไทม์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในระหว่างประมาณ -50% ถึง 50% และช่วงของความยืดหยุ่นของการควบคุมจะลดลงเมื่อเดดไทม์ม์แฟรคชั่นของกระบวนการเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งเหลือเพียงประมาณ 2% ที่เดดไทม์แฟรคชั่นประมาณ 0.6-0.7 (เมื่อเวลาของกระบวนการมีค่าเป็น 10 วินาที) การควบคุมแบบไอเอ็มซีจะมีช่วงการยืดหยุ่นของเวลากระบวนการค่อนข้างมาก ส่วนการยืดหยุ่นในช่วงการเปลี่ยนแปลงของเดดไทม์จะขึ้นกับค่าเดดไทม์แฟรคชั่น ซึ่งอาจ

สรุปได้ว่าการควบคุมแบบไอเอ็มซีเหมาะที่จะใช้กับกระบวนการที่มีเดดไทม์แฟรคชั่นระหว่าง 0.048-0.091 และเมื่อเดดไทม์แฟรคชั่นมีค่ามากขึ้นเป็น 0.167 ถึง ,0.333 ควรพิจารณาทำการเลียนแบบกระบวนการเพื่อทดสอบและเมื่อเดดไทม์แฟรคชั่นสูงขึ้นมากกว่า 0.333 ควรเลือกใช้วิธีการควบคุมแบบอื่นแทน ทั้งนี้เนื่องจากความทนทานของการควบคุมแบบไอเอ็มซีอยู่ในช่วงที่แคบมาก โดยที่ถ้าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่าเดดไทม์ของระบบเพียงเล็กน้อย เช่น ลดลงหรือเพิ่มขึ้นเพียง 1-2% ก็จะทำให้การควบคุมแบบไอเอ็มซีไม่สามารถจะควบคุมระบบได้แล้ว

5.2.6 วิธีการในการทำการเลียนแบบ

ในโปรแกรม Simulink ที่ใช้ในการทำเลียนแบบการควบคุมมีอัลกอริธึม ในการกำหนดวิธีการทำการเลียนแบบทั้งสิ้น 6 วิธี ซึ่งในการทำการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกใช้ 2 วิธี คือ ลินซิม (Limsim) และรังจ์กัตตาอันดับ3 ซึ่งทั้ง 2 วิธีการจะให้ผลการควบคุมที่ต่างกัน โดยพบว่าอัลกอริซิมแบบลินซิม จะให้ผลการทำการเลียนแบบได้ดีกับการควบคุมแบบป้อนกลับแบบดั้งเดิมที่จูนโดย Z-N แต่ให้ผลการเลียนแบบได้ไม่ดีนักในการควบคุมแบบไอเอ็มซีในรูปแบบของ z-ทรานสฟอร์ม ในขณะที่อัลกอริซึมของรังจ์กัตตาอันดับ3 ให้ผลการเลียนแบบในการควบคุมแบบไอเอ็มซีได้ดีกว่าการควบคุมแบบป้อนกลับที่จูนโดย Z-N โดยการดูผลจากค่าความผิดพลาดไอทีเอเอที่แตกต่างกันของทั้ง 2 วิธี ในการทำการเลียนแบบกระบวนการเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีปัญหาและอุปสรรคสรุปได้ดังนี้

5.3.1 การเลือกอัลกอริซึมในการทำการเลียนแบบ

จากผลการศึกษาพบว่าอัลกอริซึมในการทำเลียนแบบแบบลินซิม (Linsim) เหมาะกับการเลียนแบบกระบวนการแบบต่อเนื่อง เช่นการควบคุมแบบป้อนกลับในรูปของลาปลาซทรานส์เฟอร์ฟังชั่น ในขณะที่อัลกอริซึมแบบรังจ์กัตตาอับดับ 3 ให้การทำการเลียนแบบกระบวนการควบคุมแบบไอเอ็มซีได้ดีกว่า ทำให้ในการทำการศึกษาวิจัยต้องแยกการทำการเลียนแบบออกเป็นแต่ละครั้ง โดยไม่สามารถทำการเลียนแบบการควบคุมทั้ง 2 แบบพร้อมๆ กัน ซึ่งนอกจากจะไม่สามารถเปรียบเทียบผลกันได้โดยตรงในขณะทำการศึกษาแล้ว ยังจะทำให้เสียเวลาเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัวในการทำการเลียนแบบแยกกันในแต่ละครั้ง

5.3.2 ความแตกต่างของการควบคุมแบบไอเอ็มซี

การคำนวณค่าตัวควบคุม (G_c^*) ในกรณี z-ทรานส์ฟอร์มจะกล่าวถึงวิธีการสุ่มตัวอย่างหรือช่วงการเก็บข้อมูล (Δt) และผลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมจะเป็นช่วงของคาบเวลา ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงการขาดหายไปของคุณลักษณ์ที่สำคัญของการวัดที่ต่อเนื่อง จนกระทั่งโครงสร้างของการเก็บข้อมูลดังกล่าวไม่แม่นยำพอที่จะแสดงออกถึงการเป็นสัญญาณที่ต่อเนื่องได้ เป้าหมายไม่ได้อยู่ที่จะทำสัญญาณที่ได้ให้สมบูรณ์ได้อย่างไรหากจะอยู่ที่ข้อมูลที่ได้รับมาจะต้องให้การควบคุมสัญญาณที่ดี ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นที่จะต้องกำหนดความถี่ที่มีค่าที่เหมาะสม มีวิธีการที่จะช่วยให้การสุ่มข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น คือการทำให้สัญญาณคงที่อันดับที่ศูนย์ (Zero order hold) และอันดับที่หนึ่ง (First order hold) วิธีการที่ง่ายที่สุดคือ การทำให้สัญญาณคงที่อันดับที่ศูนย์ ซึ่งลักษณะการทำงานจะเป็นการทำให้ค่าที่วัดได้ใน

ครั้งแรกให้มีค่าคงที่จนกว่าจะมีสัญญาณใหม่เข้ามา ส่วนการทำให้สัญญาณคงที่อันดับที่หนึ่งจะทำโดยการสุ่มค่า 2 ตัวล่าสุด และเก็บค่าคงที่ของความแตกต่างไว้ ซึ่งจะมีความล่าช้ากว่าวิธีแรกจึงไม่เป็นที่นิยมใช้

สรุปว่า การสุ่มตัวอย่างจะมีความสำคัญมากในกระบวนการควบคุมแบบดิจิตอลที่แตกต่างจากการวัดข้อมูลแบบต่อเนื่อง และเป็นตัวกำหนดข้อกำหนดของเครื่องมือวัดในกระบวนการผลิตที่จะกำหนดช่วงความถี่ในการส่งข้อมูลเพื่อทดแทนการขาดหายไปของข้อมูลการควบคุม

ในการศึกษาในกรณีที่ 2 และ 4 ได้ผลการวิจัยช่วงเวลาการเก็บข้อมูลมีค่าเท่ากับ 0.1 และตัวแปรการจูน (α) เท่ากับ 0 ให้ค่าความผิดพลาดไอทีเออีมีค่าต่ำที่สุด ดังนั้นเห็นว่า ในการควบคุมแบบไอเอ็มซีค่อนข้างมีความเร็วต่อการกำหนดค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการคำนวณค่าตัวควบคุมเป็นอย่างยิ่ง จะต้องระมัดระวังในการทำการศึกษาวิจัยมากขึ้น โดยควรจะต้องศึกษาตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการควบคุมอย่างละเอียด เพื่อให้ได้ผลการควบคุมออกมาถูกต้องแม่นยำ

5.3.3 การตอบสนองของการควบคุมแบบไอเอ็มซี

ในการศึกษาความทนทานของการควบคุมแบบไอเอ็มซีเมื่อเวลาของแบบจำลองกระบวนการมีความผิดพลาดได้ทดลองและลดค่าดังกล่าวเป็นเปอร์เซนต์ต่างๆ กัน และดูผลการควบคุมโดยดูจากกราฟการตอบสนองและค่าความผิดพลาดไอทีเออี ปรากฏว่า กราฟการตอบสนองสำหรับกระบวนการที่มีค่าเดดไทม์แฟรคชั่นต่ำๆ เช่น เวลาของกระบวนการเท่ากับ 5 ค่าเดดไทม์เท่ากับ 0.25 เวลาของแบบจำลองผิดพลาด -40% กราฟจะแกว่งมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปแต่เมื่อเดดไทม์ของกระบวนการเดียวกันเพิ่มขึ้นจาก 0.25 เป็น 1.0 ระบบควบคุมกลับควบคุมได้อย่างดี และสำหรับกระบวนการที่มีเดดไทม์แฟรคชั่นสูงกราฟจะมีการแกว่งเล็กน้อยรอบเซ็ทพอยท์เหมือน

กับลักษณะการเกิดออฟเซทส่งผลให้ค่าความผิดพลาดไอทีเออีค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ซึ่งทำให้จำเป็นที่จะต้องดูค่าความผิดพลาดไอทีเออีควบคู่ไปกับกราฟการตอบสนองการควบคุมกระบวนการ

5.4 ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

5.4.1 การปรับปรุงแบบจำลอง

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ แบบจำลองที่นำมาใช้ในการศึกษาจะเป็นกระบวนการอันดับหนึ่งที่มีเดดไทม์ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นที่ยอมรับกันว่า เราสามารถประมาณค่าแบบจำลองอันดับหนึ่งที่มีเดดไทม์แทนกระบวนการในอันดับที่สูงขึ้นที่มีเดดไทม์ แต่โดยทั่วไปแล้วในกระบวนการควบคุมจะประกอบด้วยองค์ประกอบในจูนการควบคุมหลายชุด เช่น วาล์วควบคุม อุปกรณ์วัดและส่งสัญญาณ เป็นต้น ซึ่งแต่ละชุดจะมีทรานส์เฟอร์ฟังชั่นที่เข้ามาเกี่ยวข้องทุกๆ อุปกรณ์ ดังนั้นการเพิ่มทรานส์เฟอร์ฟังชั่นแต่ละชุดเข้าไปในระบบควบคุมจะช่วยในแบบจำลองมีความแม่นยำมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ผลการทำเลียนแบบมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น และมีประโยชน์อย่างยิ่งในการควบคุมการผลิตจริง

5.4.2 การศึกษาตัวแปรการคำนวน

เนื่องจากในการศึกษาการควบคุมแบบไอเอ็มซีจะพบว่าผลการควบคุมของไอเอ็มซีจะมีความไวต่อตัวแปรการคำนวนเป็นอย่างมาก เช่น อัลกอริธึม การทำเลียนแบบ ช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล ตัวแปรการจูน เป็นต้น ดังนั้นในการศึกษาการทำการเลียนแบบการควบคุมโดยวิธีการอื่นๆ ควรทำการศึกษาตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยละเอียดก่อนที่จะดำเนินการศึกษาในขั้นต่อไป

5.4.3 การศึกษาวิจัยอื่นๆ

เนื่องจากโปรแกรมช่วงวิเคราะห์และออกแบบการควบคุม Matlab และ Simulink เป็นโปรแกรมที่ใช้ได้ง่ายมีความยืดหยุ่นสูง และให้ผลการคำนวนที่ดี ดังนั้น หากมีการนำโปรแกรมดังกล่าวนี้ไปช่วยในการศึกษากระบวนการควบคุมอื่นๆ จะช่วยให้สามารถหาข้อดี-ข้อเสีย ขีดจำกัดของกระบวนการควบคุมในแบบอื่นๆ และจะเป็นประโยชน์ทั้งในแง่ของการวิจัยและการนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตจริง

5.4.4 การควบคุมกระบวนการผลิตจริง

จากความสามารถของ Matlab ในการทำการเลียนแบบกระบวนการ จึงน่าจะศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการใช้ Matlab มาช่วยในการควบคุมกระบวนการจริงในห้องปฏิบัติการ หากได้ผลการควบคุมที่ดีอาจจะนำไปใช้เลียนแบบกระบวนการจริงรวมไปถึงควบคุมการผลิตจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย