บทที่ 5

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 4 จะสามารถสรุปออกมาได้ดังนี้

5.1 ผลของการซิมูเลทตัวทำนายของสมิธด้วยวิธีของ"ซิเกลอร์-นิโคลส์

5.1.1. กระบวนการอันดับ 2 (2nd Order)

ก. แบบโหลดเปลี่ยน (Load Change)

ก่อนการติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์จะพบว่า

- ลักษณะของการตอบสนองจะเกิดโอเวอร์ชูท (Overshoot) และมีการแกว่ง (Oscillate) ทำให้กระบวนการมีเสถียรภาพต่ำ
- ค่า ITAE จะเท่ากับ 129
- ลักษณะของบล็อคไดอะแกรม, ลักษณะการตอบสนองและค่า ITAE จะปรากฏดังรูปที่ ค.1, ค.2ก และ ค.2ข

หลังจากติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธและยังไม่เกิดความผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

- ลักษณะของการตอบสนองจะเกิดโอเวอร์ชูทมากขึ้น แต่การแกว่งจะหมดไปมีผลทำให้กระบวนการมีเสถียรภาพที่ดีขึ้น และเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์คงเดิม
- ค่า ITAE มีค่ามากขึ้นจะเท่ากับ 187 นั่นคือจะมีความผิดพลาดมากขึ้นกว่าก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธเล็กน้อย

ตารางที่ 5.2 ค่า θ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ค.9 ถึง ค.12)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
2.1	เพิ่มค่าความผิดพลาดของ θ_m	เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อ θ_mผิดพลาดมากขึ้นเรื่อยๆ	มีโอเวอร์ชูทเพิ่มขึ้นเล็กน้อย การแกว่งจะหมดไปและเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์คงเดิม
2.2	ลดค่าความผิดพลาดของ θ_m	เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อ θ_mผิดพลาดติดลบมากขึ้นเรื่อยๆ	มีโอเวอร์ชูทเพิ่มขึ้นเล็กน้อย การแกว่งจะหมดไปและเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์คงเดิม

ข. แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยน (Setpoint Change)

ก่อนการติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์จะพบว่า

- ลักษณะของการตอบสนองจะเกิดโอเวอร์ชูท (Overshoot) และมีการแกว่ง (Oscillate)
- ค่า ITAE จะเท่ากับ 116
- ลักษณะของบล็อคไดอะแกรม, ลักษณะการตอบสนองและค่า ITAE จะปรากฏดังรูปที่ ค.13, ค.14ก และ ค.14ข

หลังจากติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธและยังไม่เกิดความผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

- ลักษณะของการตอบสนองการเกิดโอเวอร์ชูทเล็กน้อย การแกว่งจะหมดไปและเวลาที่ใช้ในการเข้าเซ็ทพอยท์คงเดิม แสดงให้เห็นว่ากระบวนการมีเสถียรภาพดีขึ้น
- ค่า ITAE มีค่าลดลงจะเท่ากับ 130

- ลักษณะของบล็อคไดอะแกรม, ลักษณะการตอบสนองและค่า ITAE จะปรากฏดังรูปที่ ค.15, ค.16ก และ ค.16ข

หลังจากติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธและมีความผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

ตารางที่ 5.3 ค่า τ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ค.17 ถึง ค.20)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
1.1	เพิ่มค่าความผิดพลาดของ τ_m	เพิ่มมากขึ้นเมื่อ τ_m มีความผิดพลาดมากขึ้น	มีโอเวอร์ชูทเล็กน้อย การแกว่งจะหมดไปและเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์คงเดิม
1.2	ลดค่าความผิดพลาดของ τ_m	เพิ่มมากขึ้นเมื่อ τ_m มีความผิดพลาดติดลบมากขึ้น	มีโอเวอร์ชูทเล็กน้อย การแกว่งจะหมดไปและเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์คงเดิม

ตารางที่ 5.4 ค่า θ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ค.21 ถึง ค.24)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
2.1	เพิ่มค่าความผิดพลาดของ θ_m	เพิ่มมากขึ้นเมื่อ θ_m มีความผิดพลาดมากขึ้น	มีโอเวอร์ชูทเล็กน้อย การแกว่งจะหมดไปและเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์คงเดิม
2.2	ลดค่าความผิดพลาดของ θ_m	คงที่ เมื่อ θ_m มีค่าผิดพลาดติดลบมากขึ้น	มีโอเวอร์ชูทเล็กน้อย การแกว่งจะหมดไปและเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์คงเดิม

5.1.2. กระบวนการอันดับ 4 (4th Order)

ก. แบบโหลดเปลี่ยน (Load Change)

ก่อนการติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์จะพบว่า

- ลักษณะของการตอบสนองจะเกิดโอเวอร์ชูท (Overshoot) และมีการแกว่ง (Oscillate)
- ค่า ITAE จะเท่ากับ 288
- ลักษณะของบล็อคไดอะแกรม, ลักษณะการตอบสนองและค่า ITAE จะปรากฏดังรูปที่ ค.25, ค.26ก และ ค.26ข

หลังจากติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธและยังไม่เกิดความผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

- ลักษณะของการตอบสนองการเกิดโอเวอร์ชูทและการแกว่งจะหมดไป และเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์ลดลง กระบวนการจะมีเสถียรภาพดีขึ้น
- ค่า ITAE มีค่าลดลงจะเท่ากับ 364
- ลักษณะของบล็อคไดอะแกรม, ลักษณะการตอบสนองและค่า ITAE จะปรากฏดังรูปที่ ค.27, ค.28ก และ ค.28ข

หลังจากติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธและมีความผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.5 ค่า τ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ค.29 ถึง ค.32)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
1.1	เพิ่มค่าความผิดพลาดของ τ_m	มากกว่า 288 และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อ τ_m มีความผิดพลาดมากขึ้น	โอเวอร์ชูทและการแกว่งจะหมดไป เวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์สดลง
1.2	ลดค่าความผิดพลาดของ τ_m	มากกว่า 288 และมีแนวโน้มลดลงเมื่อ τ_m มีความผิดพลาดมากขึ้น	โอเวอร์ชูทและการแกว่งจะหมดไป เวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์คงเดิม

ตารางที่ 5.6 ค่า θ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ค.33 ถึง ค.36)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
2.1	เพิ่มค่าความผิดพลาดของ θ_m	มากกว่า 288 แต่ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อ θ_m มีค่าผิดพลาดมากขึ้น	โอเวอร์ชูทและการแกว่งจะหมดไป เวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์คงเดิม
2.2	ลดค่าความผิดพลาดของ θ_m	มากกว่า 288 และ มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆเมื่อ θ_m มีค่าผิดพลาดติดลบมากขึ้น	โอเวอร์ชูทและการแกว่งจะหมดไป เวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์คงเดิม

ข. แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยน (Setpoint Change)

ก่อนการติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์จะพบว่า

- ลักษณะของการตอบสนองจะเกิดโอเวอร์ชูท (Overshoot) และมีการแกว่ง (Oscillate)
- ค่า ITAE จะเท่ากับ 477
- ลักษณะของบล็อคไดอะแกรม, ลักษณะการตอบสนองและค่า ITAE จะปรากฏดังรูปที่ ค.37, ค.38ก และ ค.38ข

หลังจากติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธและยังไม่เกิดความผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

- ลักษณะของการตอบสนองการเกิดโอเวอร์ชูทและการแกว่งจะหมดไปและเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์ลดลง กระบวนการมีสเถียรภาพดีขึ้น ค่า ITAE มีค่าลดลงจะเท่ากับ 218
- ลักษณะของบล็อคไดอะแกรม, ลักษณะการตอบสนองและค่า ITAE จะปรากฏดังรูปที่ ค.39, ค.40ก และ ค.40ข

หลังจากติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธและมีความผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

ตารางที่ 5.7 ค่า τ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ค.41 ถึง ค.44)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
1.1	เพิ่มค่าความผิดพลาดของ τ_m	คงที่ที่ 221	โอเวอร์ชูทและการแกว่งจะหมดไป เวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์ลดลง(น้อยกว่าไม่มีความผิดพลาดใดๆ)
1.2	ลดค่าความผิดพลาดของ τ_m	คงที่ที่ 214	โอเวอร์ชูทและการแกว่งจะหมดไป เวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์ลดลง(น้อยกว่าไม่มีความผิดพลาดใดๆ)

ตารางที่ 5.8 ค่า θ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ค.45 ถึง ค.48)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
2.1	เพิ่มค่าผิดความพลาดของ θ_m	มีค่าน้อยกว่า 477 แต่ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อ θ_m มีค่าผิดพลาดมากขึ้น	โอเวอร์ชูทและการแกว่งจะหมดไป เวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์ลดลง(มากกว่า τ_m มีความผิดพลาด)
2.2	ลดค่าผิดพลาดของ θ_m	มีค่าน้อยกว่า 477 และมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆเมื่อ θ_m มีค่าผิดพลาดติดลบมากขึ้น	โอเวอร์ชูทจะหมดไปแต่การแกว่งจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆและเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์ลดลง(มากกว่า τ_m มีความผิดพลาด)

5.2 ตัวทำนายเชิงวิเคราะห์ที่ซิมูเลทด้วยวิธีของการควบคุมโมเดลภายใน (Internal Model Control)

5.2.1. กระบวนการอันดับ 2 (2nd Order)

ก. แบบโหลดเปลี่ยน (Load Change)

เมื่อติดตั้งตัวทำนายเชิงวิเคราะห์และยังไม่มีการผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

- ลักษณะของการตอบสนองจะมีโอเวอร์ชูทลดลง การแกว่งจะหมดไปและเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์ลดลง
- ค่า ITAE จะสูงกว่าเดิมมาก จะมีค่าเท่ากับ 11.6
- ลักษณะของบล็อคไดอะแกรม, ลักษณะการตอบสนองและค่า ITAE จะปรากฏดังรูปที่ ง.1, ง.2ก และ ง.2ข

หลังจากติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธและมีความผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

ตารางที่ 5.9 ค่า τ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ง.3 ถึง ง.7)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
1.1	เพิ่มค่าความผิดพลาดของ τ_m	มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ยังต่ำกว่า Smith มาก	โอเวอร์ชูทลดลงแต่การแกว่งจะมากขึ้นเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์มากขึ้นและจะไม่เข้าเซ็ทพอยท์เมื่อ τ_m ผิดพลาดมากกว่า 20%
1.2	ลดค่าความผิดพลาดของ τ_m	มีต่ำมากแต่ถ้า τ_m ผิดพลาดน้อยกว่า -10%จะไม่เข้า Setpoint	โอเวอร์ชูทลดลงแต่การแกว่งจะมากขึ้นเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์มากขึ้นและจะไม่เข้าเซ็ทพอยท์เมื่อ τ_m ผิดพลาดohvpกว่า-10%

ตารางที่ 5.10 ค่า θ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ง.8 ถึง ง.9)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
2.1	เพิ่มค่าผิดความพลาดของ θ_m	หาค่าไม่ได้	ไม่เข้าเซ็ทพอยท์
2.2	ลดค่าผิดพลาดของ θ_m	หาค่าไม่ได้	ไม่เข้าเซ็ทพอยท์

ข. แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยน (Setpoint Change)

เมื่อติดตั้งตัวทำนายเชิงวิเคราะห์และยังไม่มีการผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

- ลักษณะของการตอบสนองจะมีโอเวอร์ชูทและการแกว่งจะหมดไปและเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์ลดลง
- ค่า ITAE จะลดลงมาก จะมีค่าเท่ากับ 6.2

- ลักษณะของบล็อคไดอะแกรม ลักษณะการตอบสนองและค่า ITAE จะปรากฏดังรูปที่ ง.11, ง.12ก และ ง.12ข

หลังจากติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธและมีความผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

ตารางที่ 5.11 ค่า τ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ง.12 ถึง ง.16)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
1.1	เพิ่มค่าความผิดพลาดของ τ_m	มีค่าผิดพลาดเพิ่มขึ้นมากจนกระทั่งถึงอินฟีนิทเมื่อมีความผิดพลาดของ τ_m มากกว่า 20%	การเกิดโอเวอร์ชูทหมดไปแต่การแกว่งจะมากขึ้นเวลาที่ใช้ในการเข้าเซ็ทพอยท์มากขึ้นและจะไม่เข้าเซ็ทพอยท์เมื่อมีความผิดพลาดของ τ_m มากกว่า 20%
1.2	ลดค่าความผิดพลาดของ τ_m	มีค่าผิดพลาดเพิ่มขึ้นมากจนกระทั่งถึงอินฟีนิทเมื่อมีความผิดพลาดของ τ_m มากกว่า -10%	มีการเกิดโอเวอร์ชูทและการแกว่งมากขึ้นเวลาที่ใช้ในการเข้าเซ็ทพอยท์มากขึ้นและจะไม่เข้าเซ็ทพอยท์เมื่อมีความผิดพลาดของ τ_m มากกว่า -10%

ตารางที่ 5.12 ค่า θ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ง.17 ถึง ง.18)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
2.1	เพิ่มค่าผิดความพลาดของ θ_m	หาค่าไม่ได้	ไม่เข้าสู่เซ็ทพอยท์
2.2	ลดค่าผิดพลาดของ θ_m	หาค่าไม่ได้	ไม่เข้าสู่เซ็ทพอยท์

5.2.2. กระบวนการอันดับ 4 (4th Order)

ก. แบบโหลดเปลี่ยน (Load Change)

เมื่อติดตั้งตัวทำนายเชิงวิเคราะห์และยังไม่มีการผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

- ลักษณะของการตอบสนองจะมีโอเวอร์ชูทลดลง การแกว่งจะหมดไปและเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์และค่า ITAE ลดลง แต่ก็มีแนวโน้มจะสูงขึ้น จะมีค่าเท่ากับ 28
- ลักษณะของบล็อคไดอะแกรม ลักษณะการตอบสนองและค่า ITAE จะปรากฏดังรูปที่ ง19, ง.20ก และ ง.20ข

หลังจากติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธและมีความผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

ตารางที่ 5.13 ค่า τ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ง.21 ถึง ง.25)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
1.1	เพิ่มค่าความผิดพลาดของ τ_m	มีค่าผิดพลาดเพิ่มขึ้นมากจนกระทั่งถึงอินฟีนิทเมื่อมีความผิดพลาดของ τ_m มากกว่า 20%	โอเวอร์ชูทเท่าเดิมแต่การแกว่งจะมากขึ้น เวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์มากขึ้นและจะไม่เข้าเซ็ทพอยท์เมื่อมีความผิดพลาดของ τ_m มากกว่า 20%
1.2	ลดค่าความผิดพลาดของ τ_m	มีค่าผิดพลาดเพิ่มขึ้นมากจนกระทั่งถึงอินฟีนิทเมื่อมีความผิดพลาดของ τ_m มากกว่า -10%	โอเวอร์ชูทลดลงแต่การแกว่งจะมากขึ้น เวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์มากขึ้นและจะไม่เข้าเซ็ทพอยท์เมื่อมีความผิดพลาดของ τ_m มากกว่า -10%

ตารางที่ 5.14 ค่า θ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ง.26 ถึง ง.27)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
2.1	เพิ่มค่าผิดความพลาดของ θ_m	หาค่าไม่ได้	ไม่เข้าสู่เซ็ทพอยท์
2.2	ลดค่าผิดพลาดของ θ_m	หาค่าไม่ได้	ไม่เข้าสู่เซ็ทพอยท์

ข. แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยน (Setpoint Change)

เมื่อติดตั้งตัวทำนายเชิงวิเคราะห์และยังไม่มีการผิดพลาดของโมเดลจะพบว่า

- ลักษณะของการตอบสนองจะมีโอเวอร์ชูทและการแกว่งจะหมดไปและเวลาที่ใช้ในการเข้าเซ็ทพอยท์ลดลง ค่า ITAE จะลดลงมากมีค่าเท่ากับ 30
- ลักษณะของบล็อคไดอะแกรม ลักษณะการตอบสนองและค่า ITAE จะปรากฏดังรูปที่ ง.28, ง.29ก และ ง.29ข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.15 ค่า τ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ง.30 ถึง ง.34)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
1.1	เพิ่มค่าความผิดพลาดของ τ_m	เพิ่มขึ้นมากจนกระทั่งถึงอินฟินิทเมื่อมีความผิดพลาดของ τ_m มากกว่า 20%	การเกิดโอเวอร์ชูทหมดไปแต่การแกว่งจะมากขึ้นเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์มากขึ้นและจะไม่เข้าเซ็ทพอยท์เมื่อมีความผิดพลาดของ τ_m มากกว่า 20%
1.2	ลดค่าความผิดพลาดของ τ_m	เพิ่มขึ้นมากจนกระทั่งถึงอินฟินิทเมื่อมีความผิดพลาดของ τ_m มากกว่า -10%	มีการเกิดโอเวอร์ชูทและการแกว่งมากขึ้นเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์มากขึ้นและจะไม่เข้าเซ็ทพอยท์เมื่อมีความผิดพลาดของ τ_m มากกว่า -10%

ตารางที่ 5.16 ค่า θ_m มีความผิดพลาด (ดังรูป ง.35 ถึง ง.36)

ลำดับ	รูปแบบการซิมูเลท	ค่า ITAE	ลักษณะของการตอบสนองเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์
2.1	เพิ่มค่าผิดความพลาดของ θ_m	หาค่าไม่ได้	ไม่เข้าสู่เซ็ทพอยท์
2.2	ลดค่าผิดพลาดของ θ_m	หาค่าไม่ได้	ไม่เข้าสู่เซ็ทพอยท์

5.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง

เมื่อนำความผิดพลาดของ θ_m และ τ_m และค่า ITAE ที่ได้จากการซิมูเลทมาพล็อตกราฟ และจากการสรุปผลการทดลองที่ได้ดังตารางที่ 5.1 ถึง 5.16 สามารถทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบได้ว่า

5.3.1 กระบวนการอันดับ 2

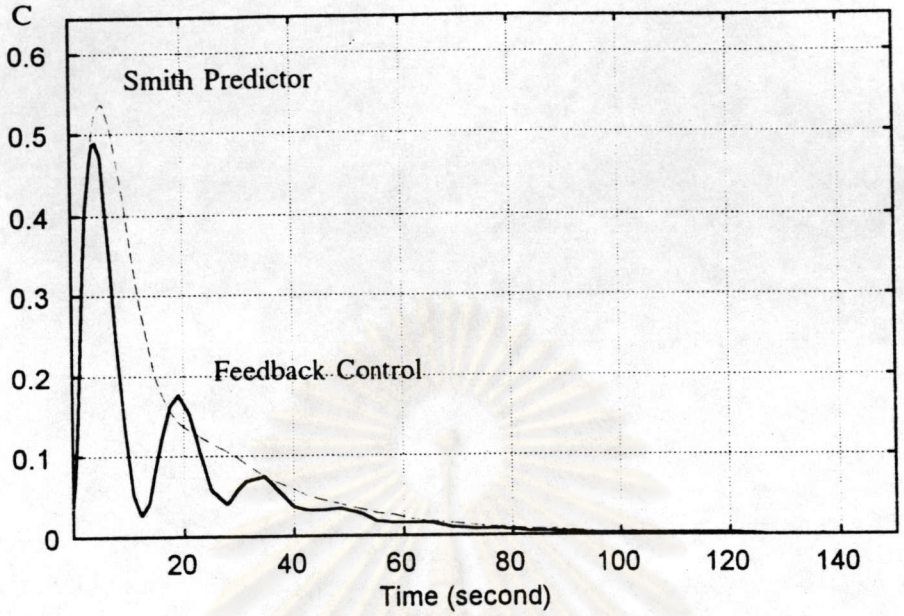
- ตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธ

จะทำการวิเคราะห์ผลจากบทสรุปและกราฟของค่า ITAE ในรูปของตารางเปรียบเทียบได้ว่า

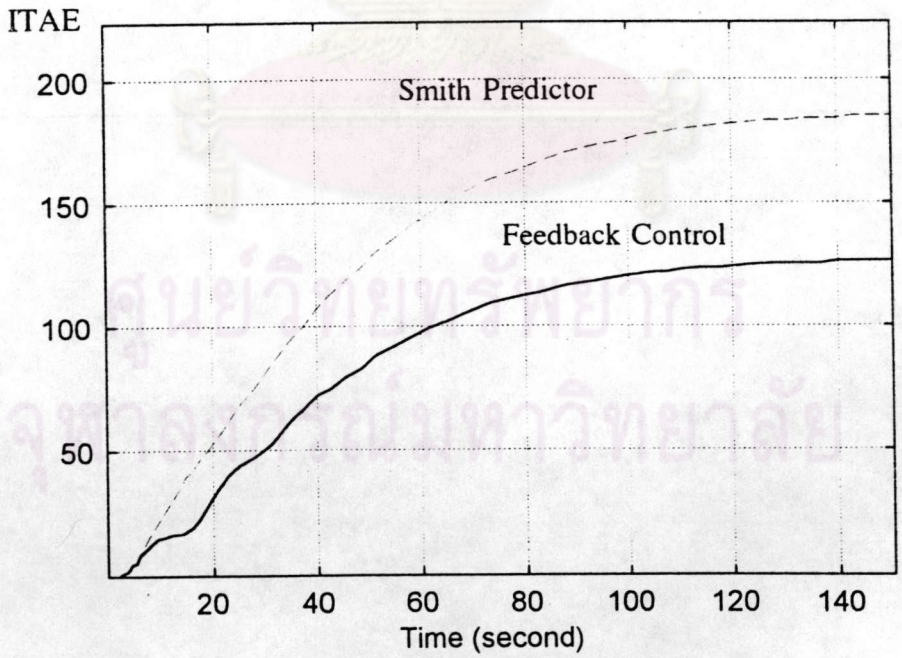
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.17 วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลของการทำซิมูเลชันของกระบวนการอันดับ 2

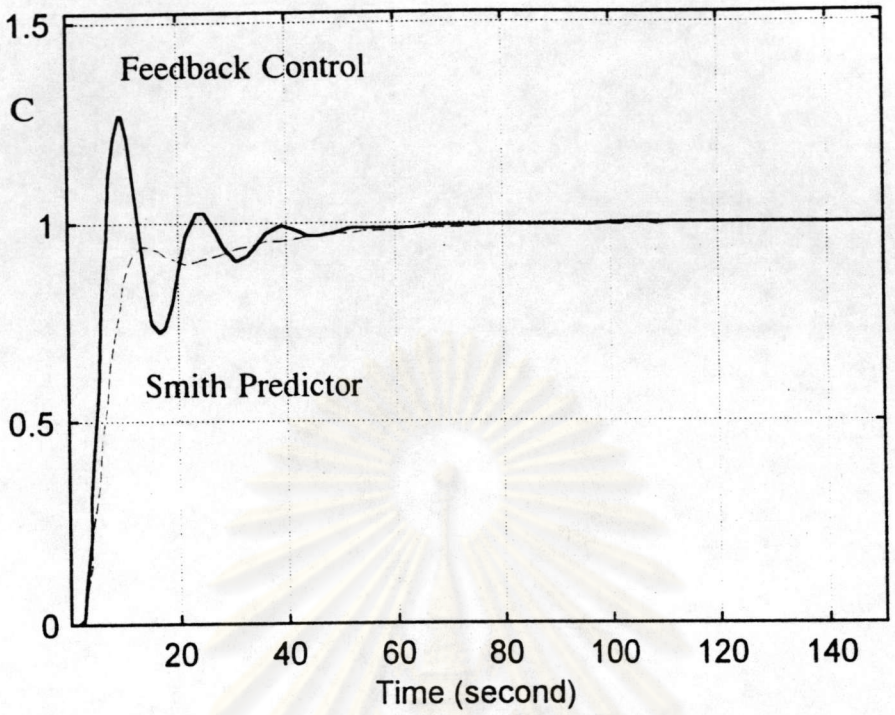
ตัวทำนายของสมิธ	ตัวทำนายเชิงวิเคราะห์
1.ไม่ว่าจะเป็นแบบโหลดเปลี่ยนหรือเซ็ทพอยท์เปลี่ยน ในกรณีที่ τ_m มีความผิดพลาดค่า ITAE ที่ได้จะมีค่าเท่ากันทั้งก่อนและหลังการติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์	1.จะมีค่า ITAE ต่ำกว่าก่อนการติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์ทั้งโหลดเปลี่ยนและเซ็ทพอยท์เปลี่ยน โดยแบบโหลดเปลี่ยนจะมีค่า ITAE สูงกว่าแบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยน ทั้งนี้รวมถึงกรณีของโมเดลผิดพลาดด้วย แต่อย่างไรก็ตามทั้ง 2 กรณีจะมีเสถียรภาพดีกว่าตัวทำนายของสมิธ
2.แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยนจะมีค่า ITAE ต่ำกว่าแบบโหลดเปลี่ยน	2.กรณีที่ θ_m มีความผิดพลาดไม่ว่าจะเป็นแบบโหลดเปลี่ยนหรือเซ็ทพอยท์เปลี่ยนตัวทำนายเชิงวิเคราะห์จะไม่สามารถเข้าสู่เซ็ทพอยท์ได้เลย แต่ถ้า τ_m มีความผิดพลาดตัวทำนายเชิงวิเคราะห์จะสามารถรองรับได้ไม่เกิน +20% และไม่น้อยกว่า -10%
3.การตอบสนองของแบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยนจะใช้เวลาในการเข้าสู่เซ็ทพอยท์เร็วกว่าแบบโหลดเปลี่ยน	3.กรณีที่ทั้ง τ_m และ θ_m มีความผิดพลาดพร้อมกันตัวทำนายเชิงวิเคราะห์จะไม่สามารถเข้าสู่เซ็ทพอยท์ได้เลยเช่นกัน
4.แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยนจะมีเสถียรภาพดีกว่าแบบโหลดเปลี่ยน	4.จากที่กล่าวข้างต้นจะพบว่าตัวทำนายเชิงวิเคราะห์ไม่สามารถรองรับความผิดพลาดของโมเดลได้ดีเท่าตัวทำนายของสมิธ
5.ตัวทำนายของสมิธจะสามารถรองรับความผิดพลาดของโมเดลได้ดีกว่าตัวทำนายเชิงวิเคราะห์ สังเกตได้จากการที่ค่า ITAE ของตัวทำนายของสมิธจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อมีความผิดพลาดของโมเดล	
6.การตอบสนองจะเข้าสู่เซ็ทพอยท์ช้ากว่าตัวทำนายเชิงวิเคราะห์	



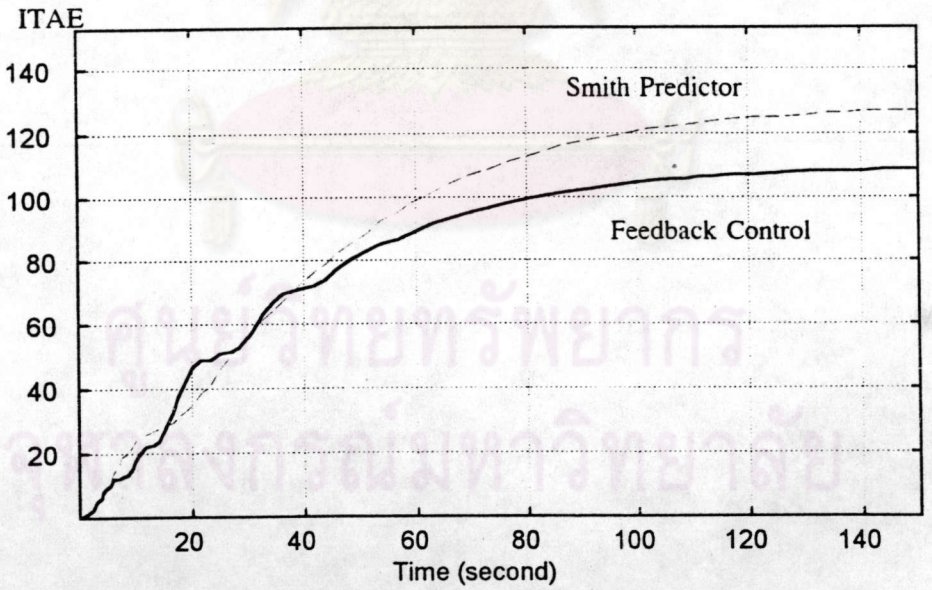
รูปที่ 5.1ก เปรียบเทียบ Response ของ Feedback Control และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 2 แบบโหลดเปลี่ยน



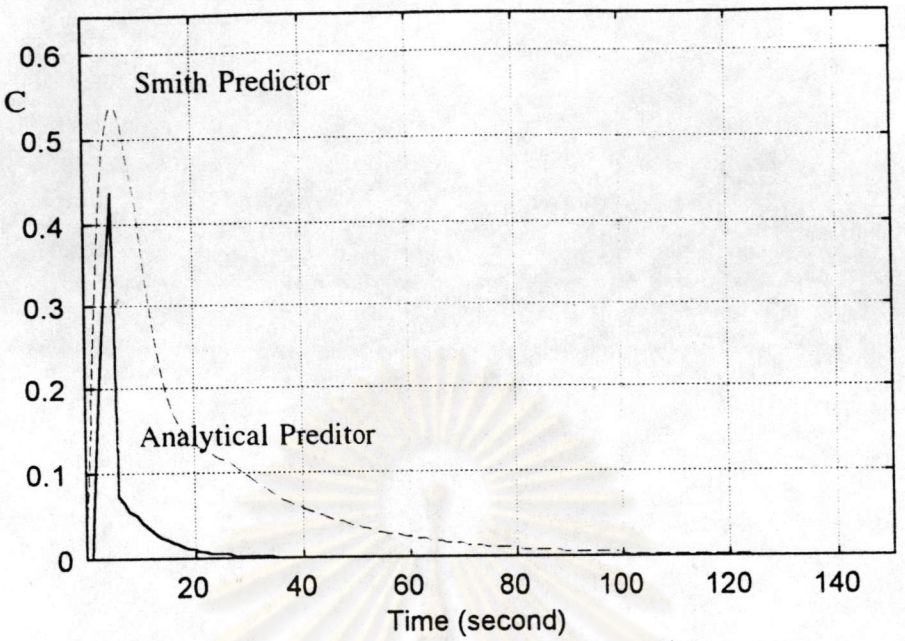
รูปที่ 5.1ข เปรียบเทียบค่า ITAE ของ Feedback Control และ Smith Predictorของ กระบวนการอันดับ 2 แบบโหลดเปลี่ยน



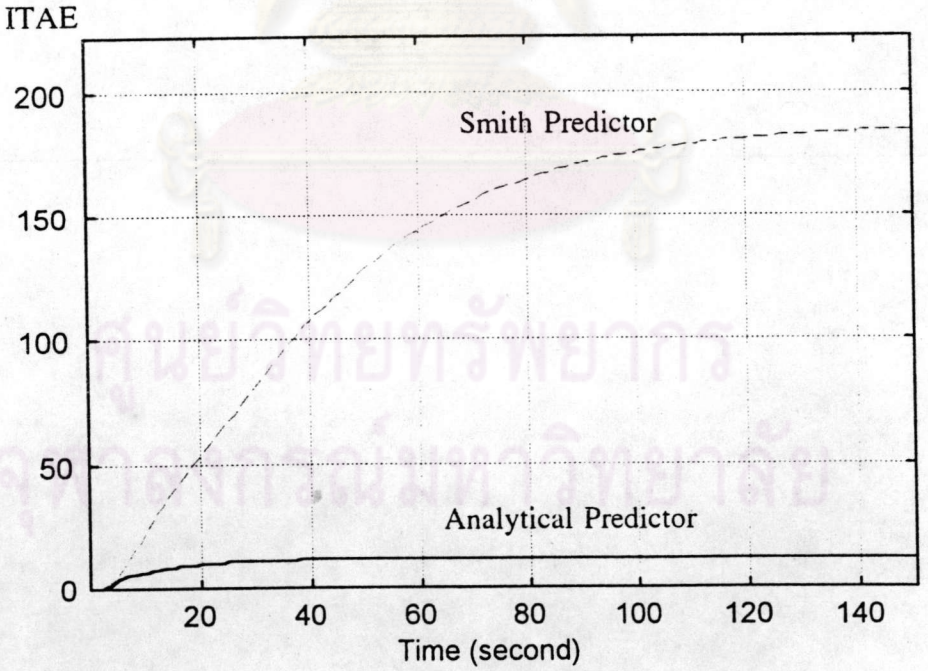
รูปที่ 5.2ก เปรียบเทียบ Response ของ Feedback Control และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 2 แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยน



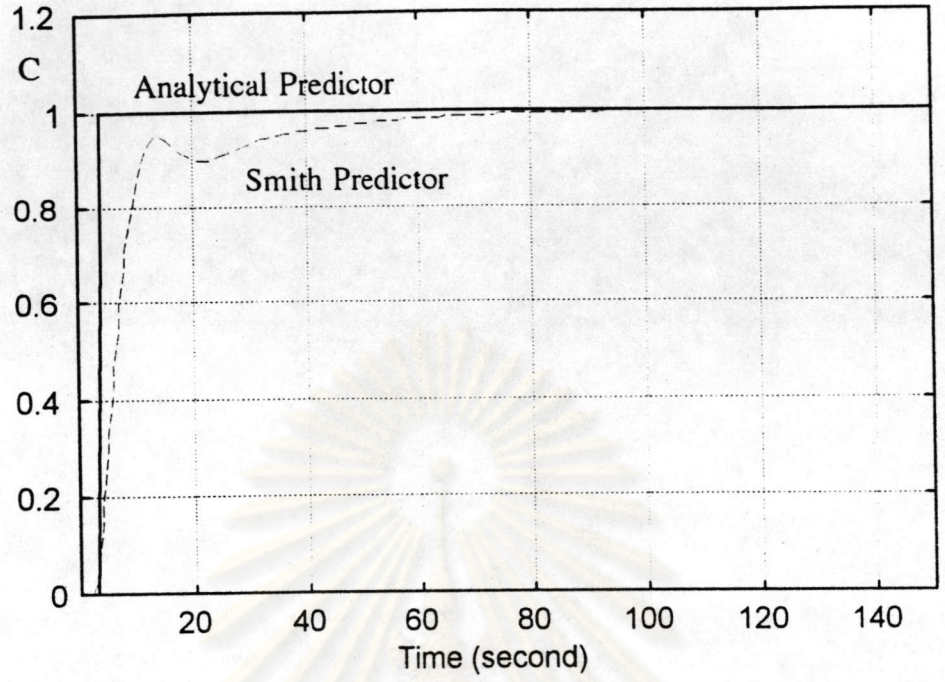
รูปที่ 5.2ข เปรียบเทียบค่า ITAE ของ Feedback Control และ Smith Predictorของกระบวนการอันดับ 2 แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยน



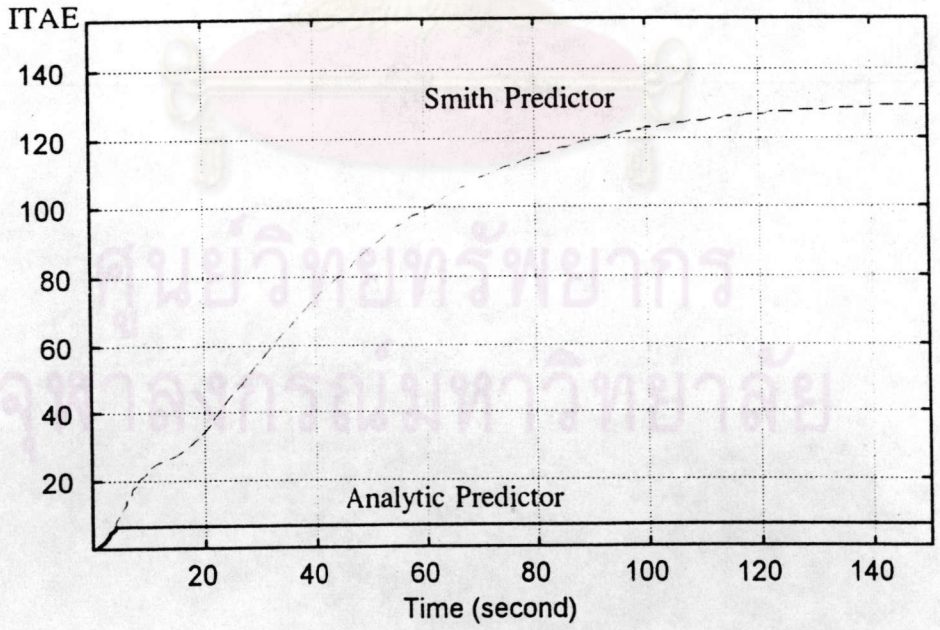
รูปที่ 5.3ก เปรียบเทียบ Response ของ Analytical Predictor และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 2 แบบโหลดเปลี่ยน



รูปที่ 5.3ข เปรียบเทียบค่า ITAE ของ Analytical Predictor และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 2 แบบโหลดเปลี่ยน



รูปที่ 5.4ก เปรียบเทียบ Response ของ Analytical Predictor และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 2 แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยน



รูปที่ 5.4ข เปรียบเทียบค่า ITAE ของ Analytical Predictor และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 2 แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยน

5.3.2 กระบวนการมีอันดับ 4

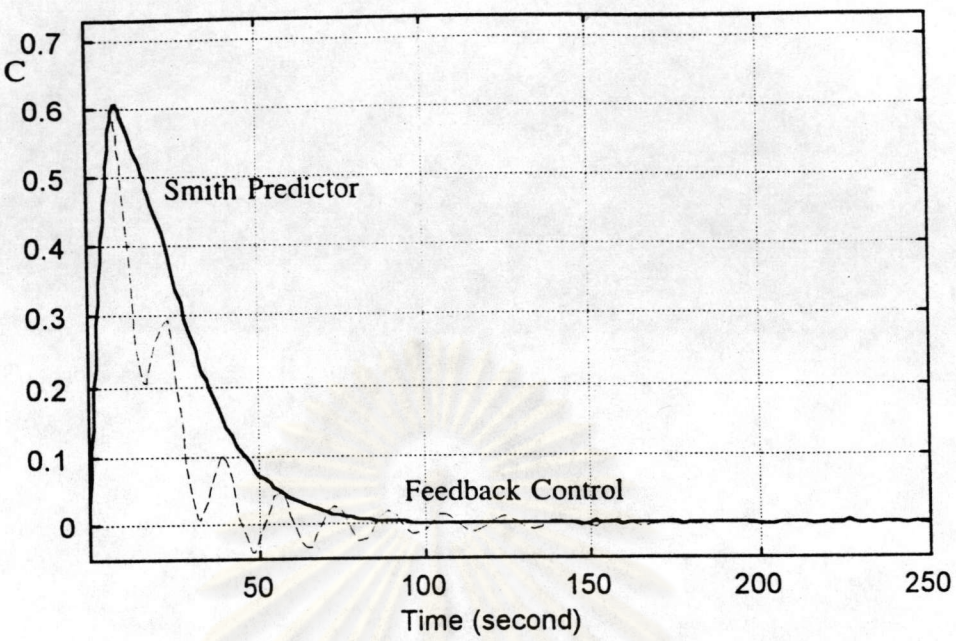
- ตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธ

จะทำการวิเคราะห์ผลจากบทสรุปและกราฟของค่า ITAE ในรูปตารางเปรียบเทียบได้ว่า

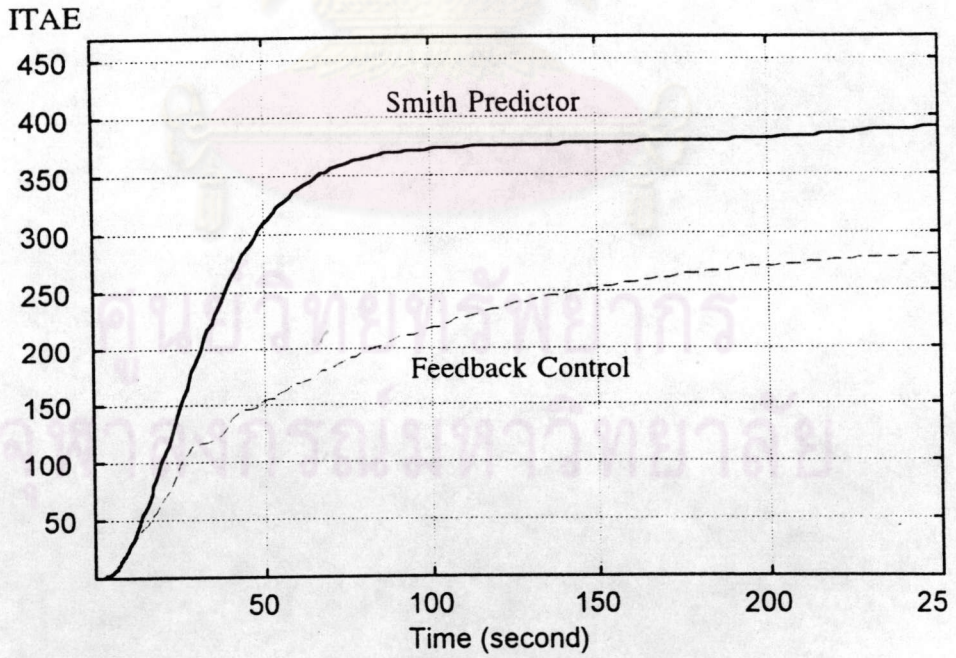
ตารางที่ 5.18 วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลของการทำซิมูเลชันของกระบวนการที่มีอันดับ 4

ตัวทำนายของสมิธ	ตัวทำนายเชิงวิเคราะห์
1.ไม่ว่าจะเป็นแบบโหลดเปลี่ยนหรือเซ็ทพอยท์เปลี่ยนจะมีผลของการทำซิมูเลชันไปในทำนองเดียวกันกับสมการอันดับ 2 แต่ จะมีค่า ITAE สูงกว่าสมการอันดับ 2 ทั้งก่อนและหลังติดตั้งตัวชดเชยเดดไทม์ 2.ไม่ว่าจะเป็นแบบโหลดเปลี่ยนหรือเซ็ทพอยท์เปลี่ยนสมการอันดับ 4 จะเข้าเซ็ท พอยท์ได้เร็วกว่าสมการอันดับ 2 เล็กน้อย	1.ไม่ว่าจะเป็นแบบโหลดเปลี่ยนหรือเซ็ทพอยท์เปลี่ยนผลของการทำซิมูเลชันของสมการอันดับ 4 จะแตกต่างกับสมการอันดับ 2 น้อยมาก เพียงแต่สมการอันดับ 4 จะมีค่า ITAE สูงกว่าเท่านั้น

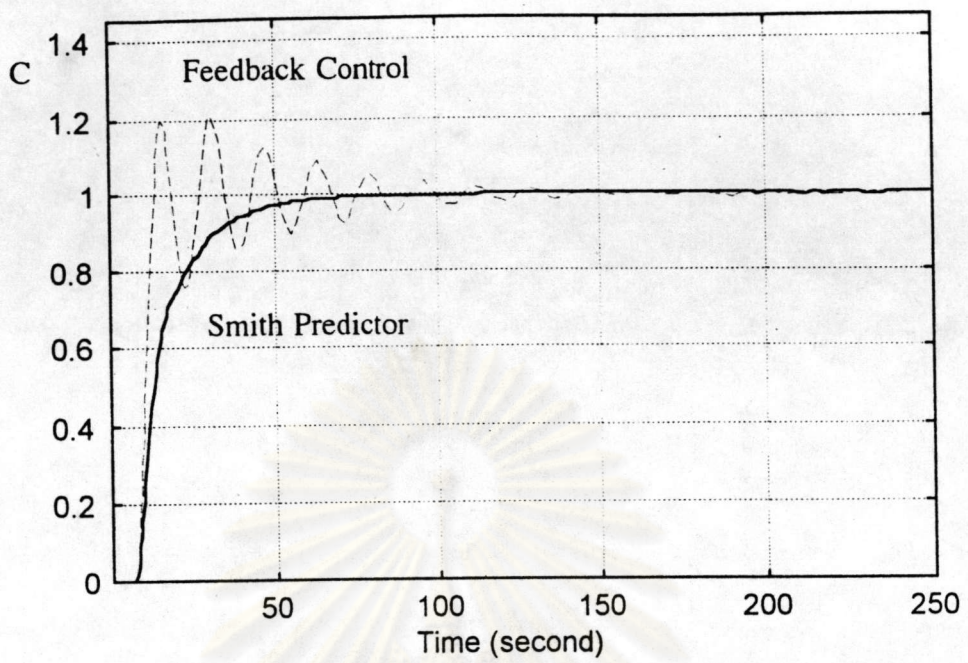
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



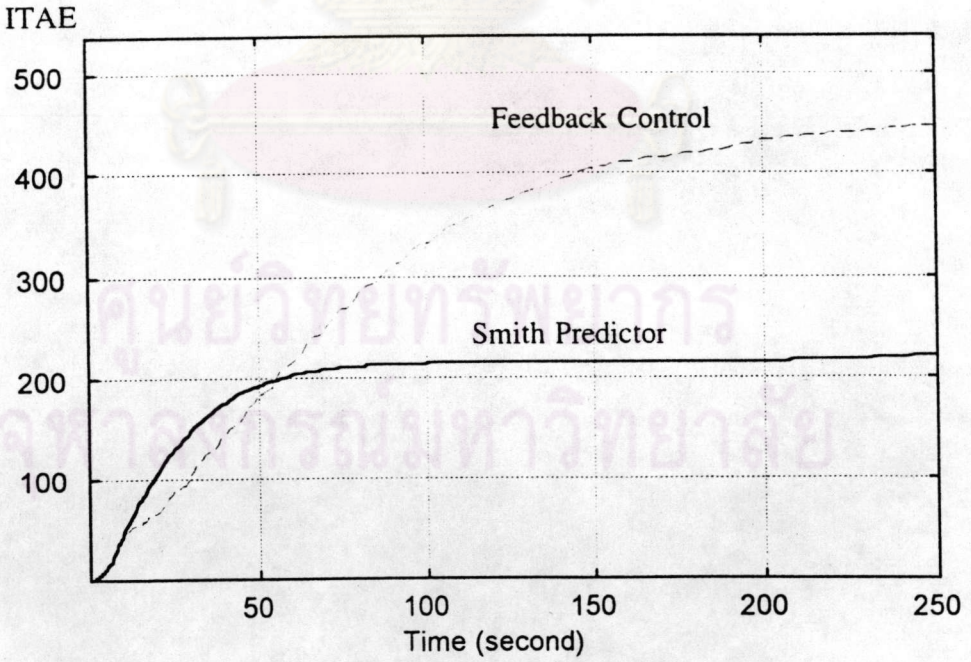
รูปที่ 5.5ก เปรียบเทียบ Response ของ Feedback Control และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 4 แบบโหลดเปลี่ยน



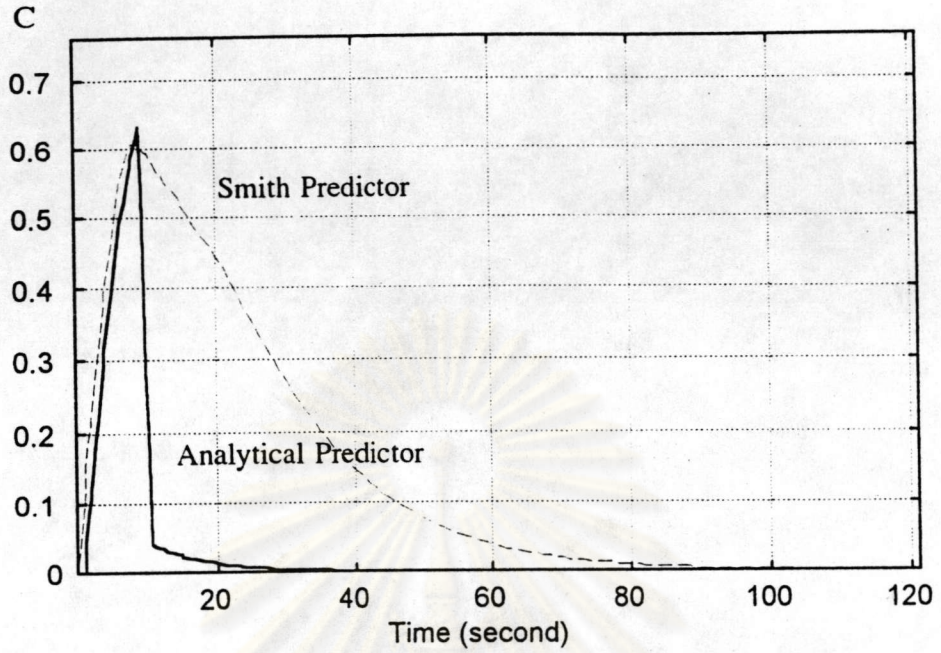
รูปที่ 5.5ข เปรียบเทียบค่า ITAE ของ Feedback Control และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 4 แบบโหลดเปลี่ยน



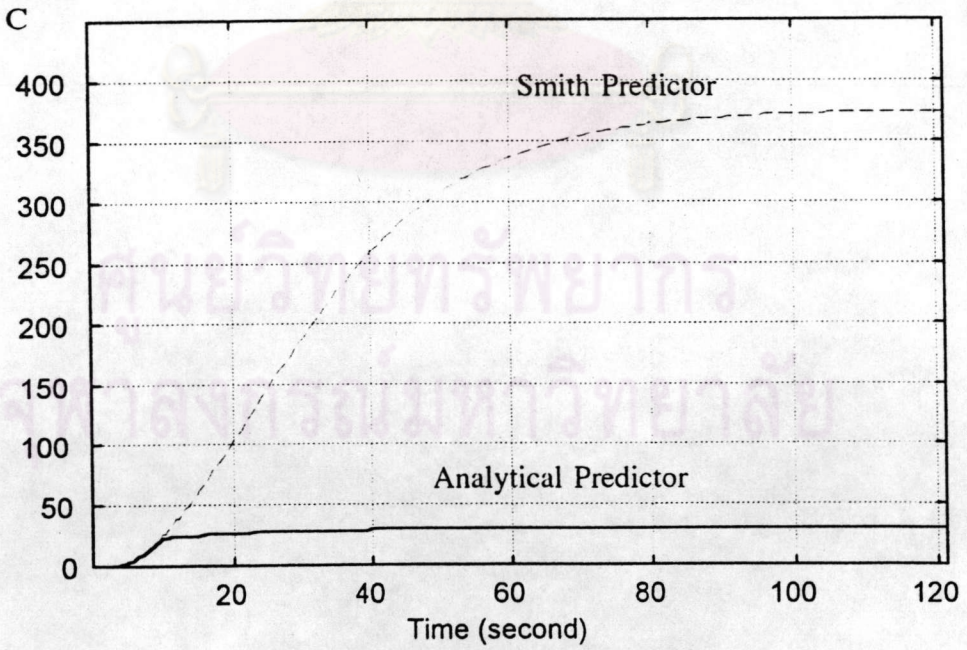
รูปที่ 5.6ก เปรียบเทียบ Response ของ Feedback Control และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 4 แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยน



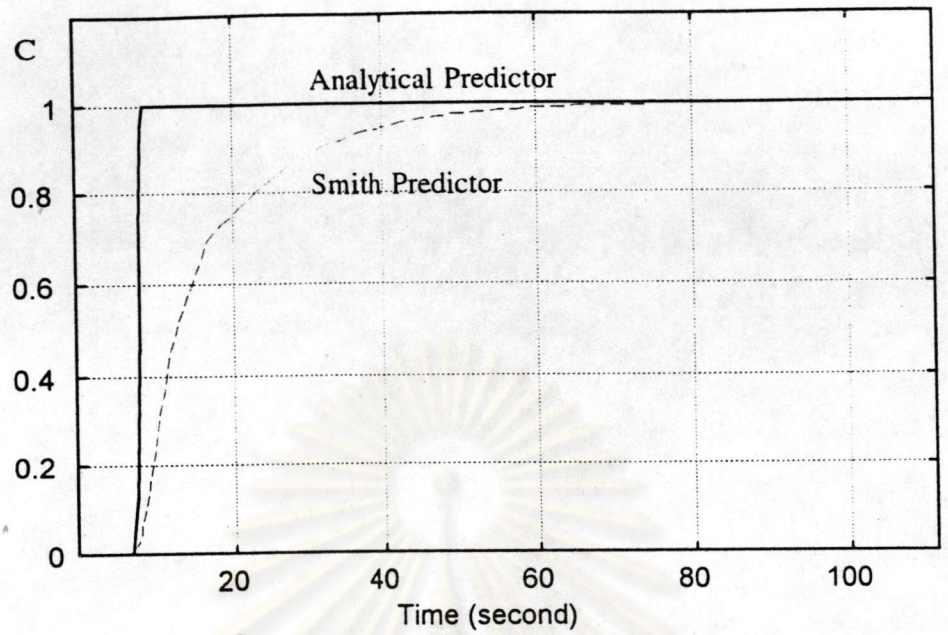
รูปที่ 5.6ข เปรียบเทียบค่า ITAE ของ Feedback Control และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 4 แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยน



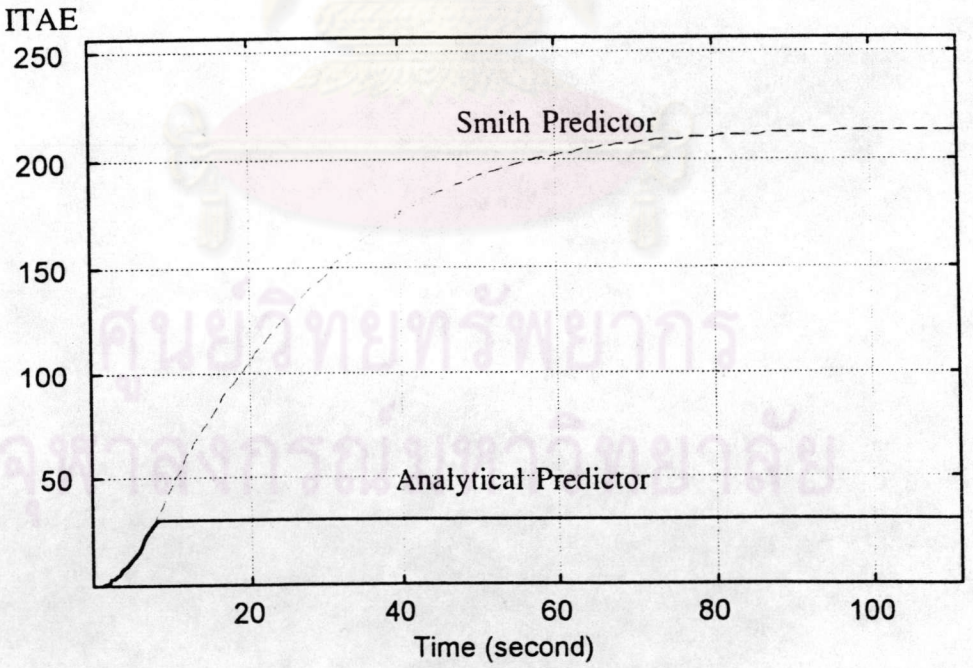
รูปที่ 5.7ก เปรียบเทียบ Response ของ Analytical Predictor และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 4 แบบโหลดเปลี่ยน



รูปที่ 5.7ข เปรียบเทียบค่า ITAE ของ Analytical Predictor และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 4 แบบโหลดเปลี่ยน



รูปที่ 5.8ก เปรียบเทียบ Response ของ Analytical Predictor และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 4 แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยน



รูปที่ 5.8ข เปรียบเทียบค่า ITAE ของ Analytical Predictor และ Smith Predictor ของกระบวนการอันดับ 4 แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยน

เมื่อทำการวิเคราะห์ภาพโดยรวมแล้วจะพบว่าทั้งตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธและตัวทำนายเชิงวิเคราะห์ต่างก็มีทั้งจุดเด่นและจุดอ่อนต่างกันคือ

1.แบบเซ็ทพอยท์เปลี่ยนทั้งตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธและตัวทำนายเชิงวิเคราะห์จะให้ผลการตอบสนองและค่า ITAE ที่ดีกว่าแบบโหลดเปลี่ยน

2.ตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธจะรองรับความผิดพลาดของโมเดลได้ดีกว่าตัวทำนายเชิงวิเคราะห์โดยจะให้ผลการตอบสนองและค่า ITAE ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

3.ตัวทำนายเชิงวิเคราะห์จะมีขอบเขตในการซิมูเลทที่จำกัดกว่าตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธ

4.ในกรณีที่โมเดลถูกต้องตัวทำนายเชิงวิเคราะห์จะให้ผลการตอบสนองและค่า ITAE ที่ถูกต้อง แม่นยำกว่าและเร็วกว่าตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธ

5.ค่า θ_m จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการของสมการอันดับ 2 และสมการอันดับ 4 มากกว่า τ_m โดย

- ค่า ITAE ของตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธจะคงที่เมื่อ τ_m มีความผิดพลาดในขณะที่ตัวทำนายเชิงวิเคราะห์เมื่อ τ_m ผิดพลาดค่า ITAE ที่ได้จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว
- เมื่อ θ_m มีความผิดพลาดค่า ITAE ของตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธจะมีการเปลี่ยนแปลงแต่ในขณะที่ตัวทำนายเชิงวิเคราะห์จะไม่สามารถซิมูเลทได้เลย

6.จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจกล่าวได้ว่าควรใช้ตัวชดเชยเดดไทม์ของสมิธทำการซิมูเลทควบคู่ไปกับตัวทำนายเชิงวิเคราะห์ เพื่อเป็นการตรวจสอบซึ่งกันและกัน