บทที่ 4
การจำลองการทำงาน

ในบทนี้จะทำการจำลองการทำงานของระบบไฟฟ้ากำลังในประเทศไทย โดยได้สร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Simulink ดังในบทที่ 3 ได้แบ่งการจำลองการทำงานเป็น 2 ลักษณะคือ กรณีที่ระบบไม่มีตัวควบคุมและกรณีที่ระบบมีตัวควบคุม ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไป

4.1 การจำลองแบบด้วยคอมพิวเตอร์

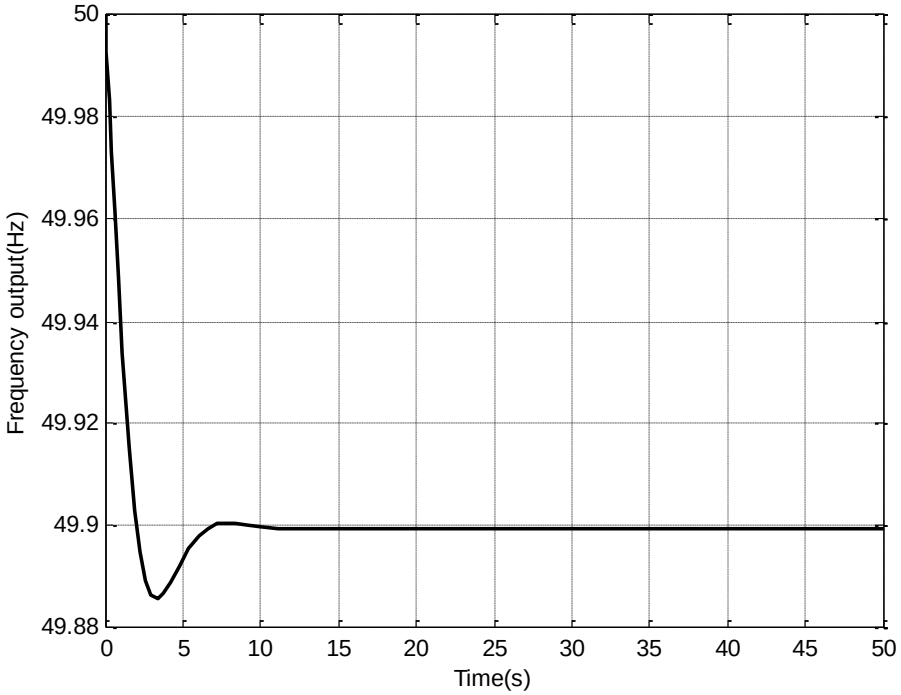
ในการจำลองแบบระบบผลิตในประเทศไทยเป็นโรงไฟฟ้าแบบเขตเดียว ได้ทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยใช้การจำลองแบบด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Simulink ของ MATLAB ซึ่งระบบที่จำลองขึ้นนี้ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด 66 เครื่อง ที่อยู่ในโรงไฟฟ้าชนิดต่างๆ ได้แก่โรงไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydro power plants) มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 23 เครื่อง โรงไฟฟ้าพลังความร้อน (Thermal power plants) มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 19 เครื่อง โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Combined cycle power plants) มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 11 เครื่อง และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเอกชนมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 13 เครื่อง ส่วนโหลดที่ป้อนเข้าในระบบนั้นเนื่องจากการกระจายโหลดในแต่ละวันมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือค่าของโหลดจะมีค่าสูงในบางช่วงเวลาของวันนั้นๆ โดยมากแล้วจะมีลักษณะคล้ายเส้นโค้งปกติ แต่ถ้าพิจารณาในช่วงเวลาขณะหนึ่งจะมีลักษณะของโหลดที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเนื่องจากความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่ตรงกันนั่นเอง ในการจำลองนี้เลือกใช้ลักษณะของโหลดเป็น 2 แบบคือ การเปลี่ยนแปลงของโหลดแบบทันทีทันใด (Step load) และการเปลี่ยนแปลงของโหลดแบบลาดเอียง (Ramp load)

4.2. ผลการจำลองการทำงาน

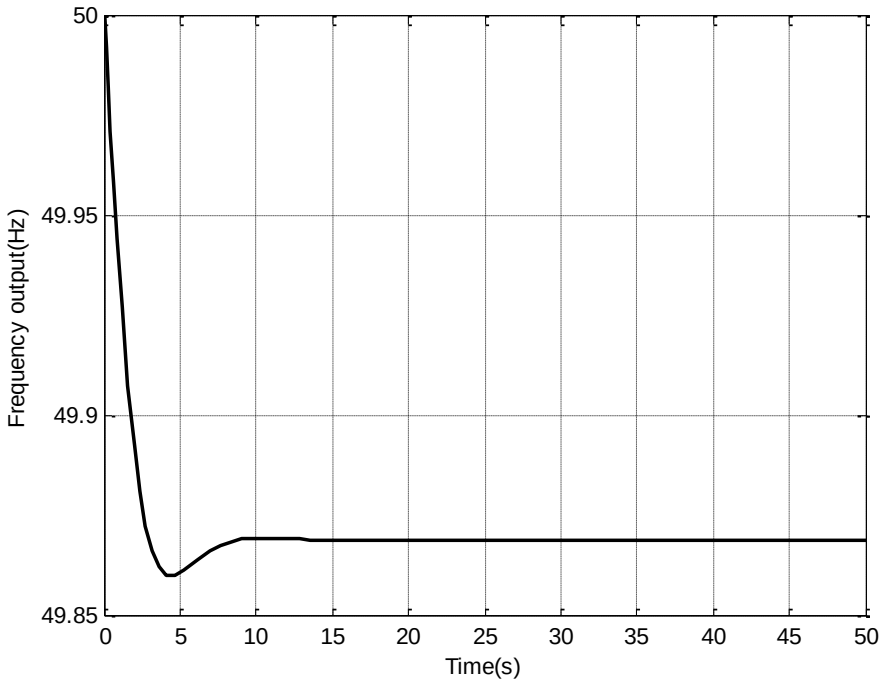
ในการทดสอบการตอบสนองความถี่ของระบบที่นำเสนอเมื่อโหลดมีการเปลี่ยนแปลง ได้ทำการจำลองการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็น 3 กรณี คือ (1) กรณีระบบประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกเครื่องที่นำเสนอทั้งหมด 66 เครื่อง (2) กรณีระบบประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเฉพาะกัลเวอร์นอร์ทำงานทั้งหมด 51 เครื่อง และ (3) กรณีระบบประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเฉพาะกัลเวอร์นอร์ทำงานและไม่พิจารณาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำทั้งหมด 28 เครื่อง จากนั้นทำการเพิ่มโหลดเข้าไปในระบบได้ผลการทดลองเป็นดังนี้

4.2.1 การจำลองการทำงานระบบที่ไม่มีตัวควบคุมความถี่อัตโนมัติ

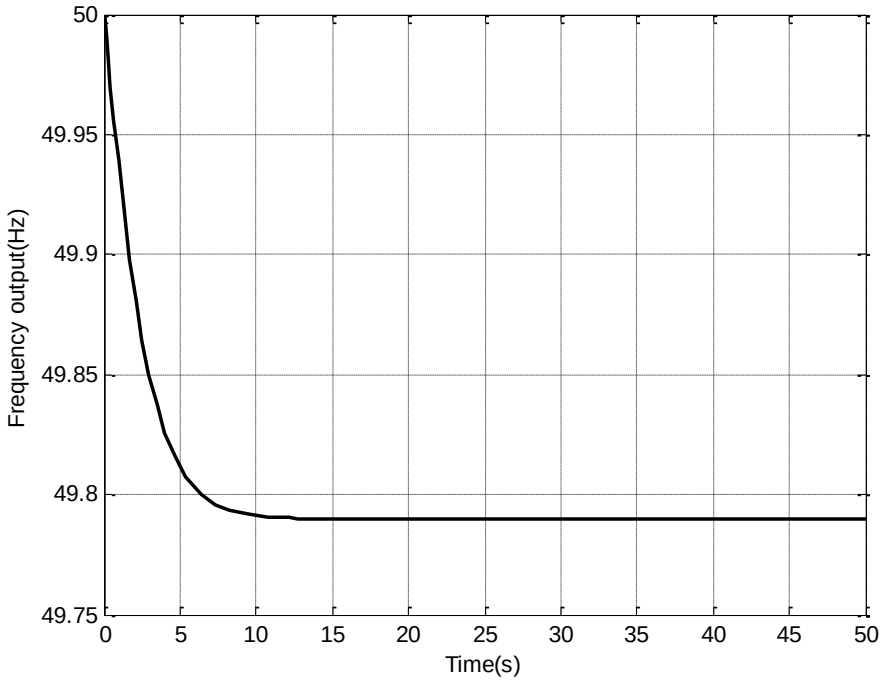
การจำลองการทำงานจะพิจารณาจากภาพที่ 4.1 ซึ่งเป็นกรณีระบบไม่มีตัวควบคุมความถี่อัตโนมัติ โดยกำหนดให้อินพุตโหลดเพิ่มเป็น 200 MW แบบทันทีทันใด ในการเพิ่มโหลดที่มีขนาด 200 MW เป็นการจำลองเสมือนการเกิดทริป (Trip) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดกลางที่เกิดขึ้นได้ ได้ความถี่เอาท์พุทเทียบกับเวลาแสดงดังภาพที่ 4.1 ภาพที่4.2 และ ภาพที่ 4.3 ตามลำดับ โดยความถี่ปกติคือ 50 Hz



ภาพที่ 4.1 ความถี่เอาท์พุทระบบประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกเครื่องทั้งหมด 66 เครื่อง



ภาพที่ 4.2 ความถี่เอาท์พุทระบบประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกเครื่องทั้งหมด 51 เครื่อง



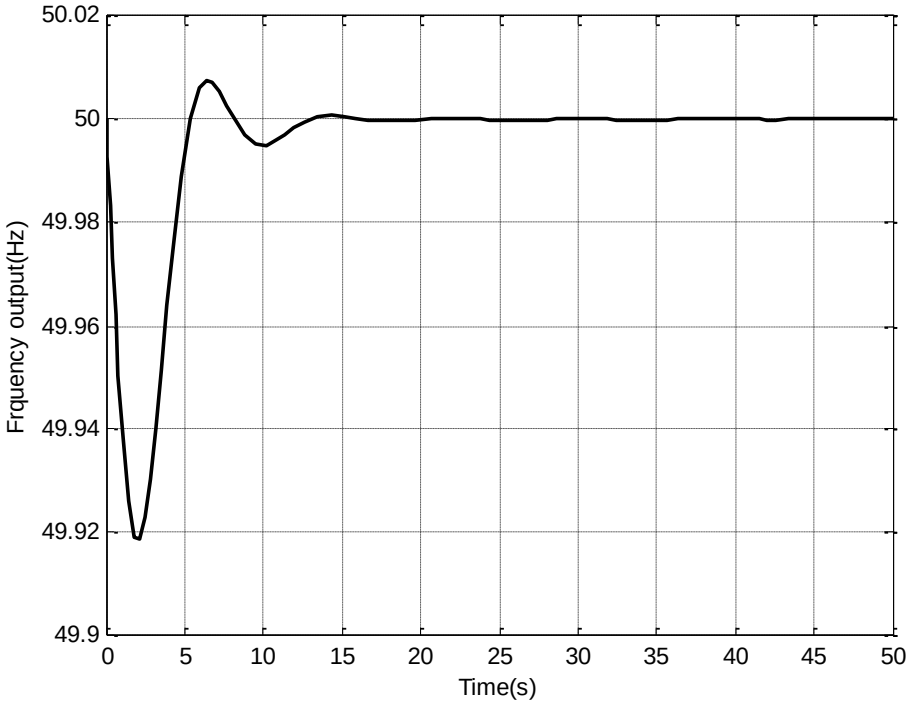
ภาพที่ 4.3 ความถี่เอาท์พุทระบบประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกเครื่องทั้งหมด 28 เครื่อง

จากภาพที่ 4.1 เมื่อโหลดเพิ่มขึ้นทันทีทันใดเป็น 200 MW พบว่ากรณีระบบประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกเครื่องได้ความถี่ที่สภาวะคงตัวตกลงจาก 50 Hz เป็นความถี่ 49.9 Hz โดยที่

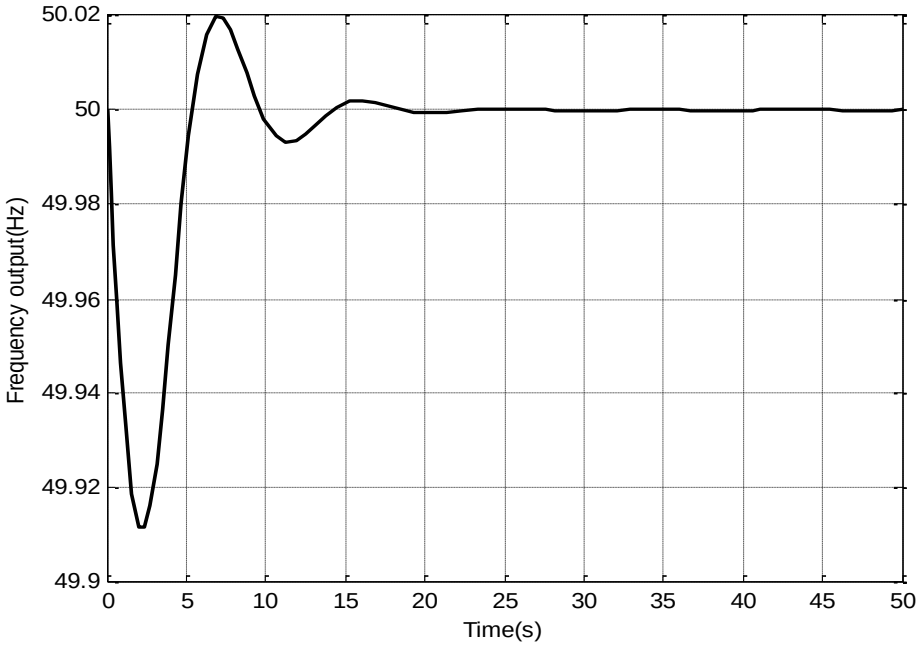
ความถี่ลดลงจากความถี่พิกัดเป็น 0.1 Hz ส่วนภาพที่ 4.2 เป็นกรณีระบบประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเฉพาะกัลเวอร์นอร์ทำงาน และภาพที่ 4.3 เป็นกรณีระบบประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเฉพาะกัลเวอร์นอร์ทำงานและไม่พิจารณาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ ความถี่ที่สภาวะคงตัวจะลดลงจากความถี่ปกติมากขึ้นตามลำดับ

4.2.2 การจำลองการทำงานระบบที่มีตัวควบคุมความถี่อัตโนมัติ

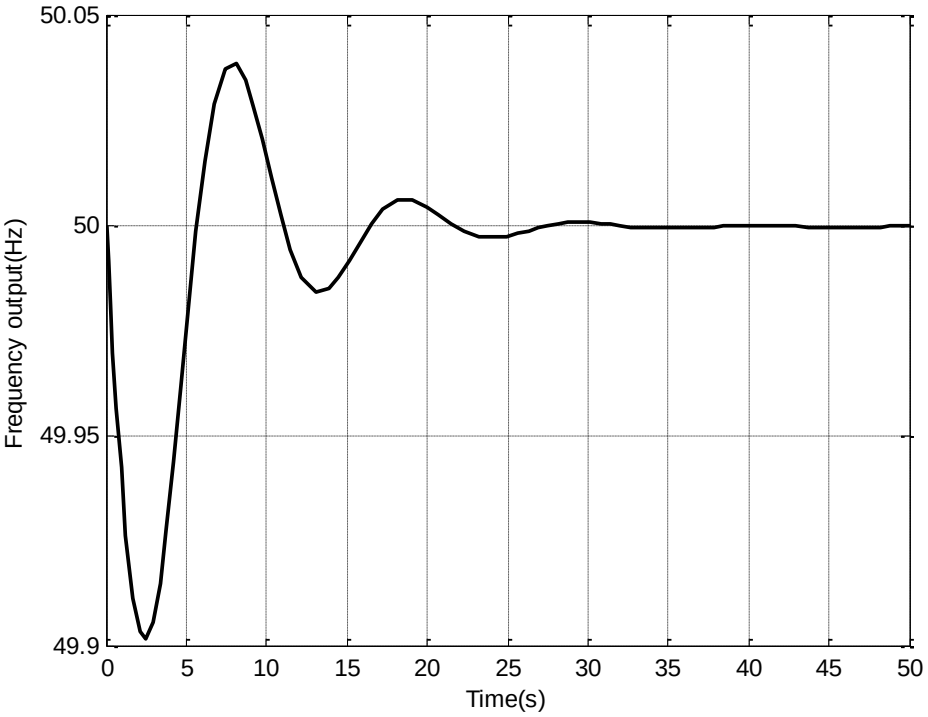
ได้ทำการจำลองการทำงานโดยเพิ่มตัวควบคุมแบบอินทิกรัลเข้าไปในระบบ กำหนดให้ ค่าอัตราการขยายของการควบคุมแบบอินทิกรัลมีค่าเป็น $k_i = 40$ ส่วนค่าพารามิเตอร์อื่นเลือกค่าเช่นเดียวกับกรณีที่ระบบไม่มีการควบคุมอัตโนมัติ



ภาพที่ 4.4 ความถี่เอาท์พุทเมื่อโหลดเพิ่มขึ้นทันทีทันใดเป็น 200 MW กรณีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 66 เครื่อง



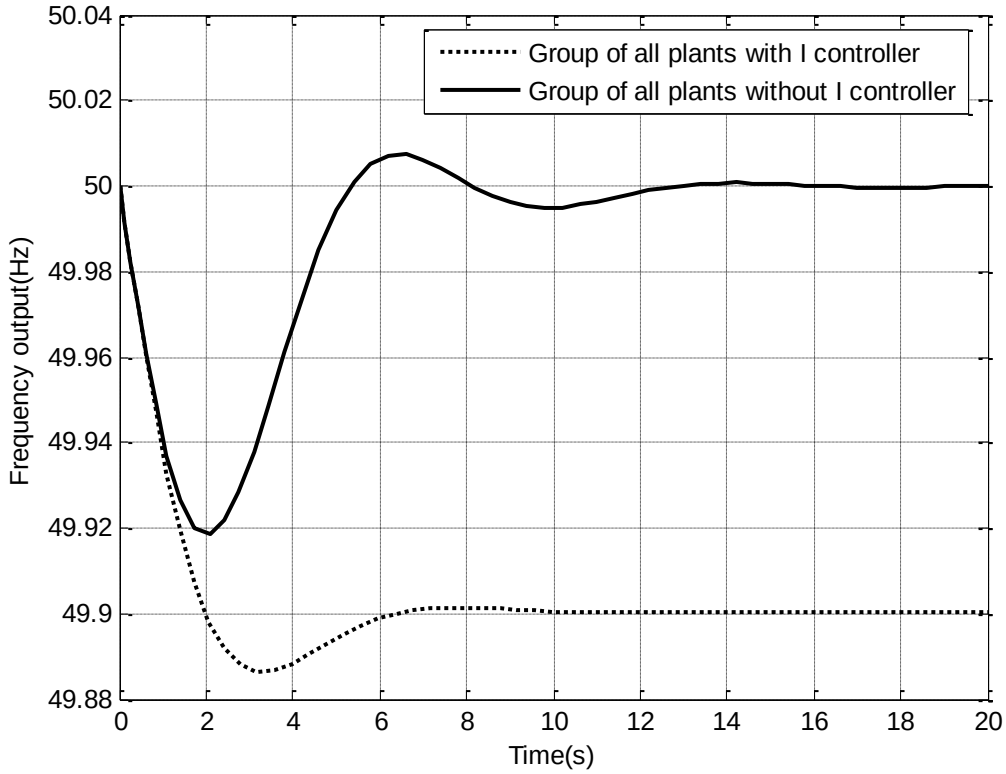
ภาพที่ 4.5 ความถี่เอาท์พุทเมื่อโหลดเพิ่มขึ้นทันทีทันใดเป็น 200 MW กรณีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 51 เครื่อง



ภาพที่ 4.6 ความถี่เอาท์พุทเมื่อโหลดเพิ่มขึ้นทันทีทันใดเป็น 200 MW กรณีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 28 เครื่อง

4.2.3 การจำลองการทำงานแบบแบ่งกลุ่ม

จากการจำลองการทำงานข้างต้นมีความซับซ้อนมากและการปรับแต่งพารามิเตอร์ที่ยุ่งยากเนื่องจากมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวนมาก จึงได้ทำการแบ่งกลุ่มของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็น 4 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มโรงไฟฟ้าพลังน้ำ กลุ่มโรงไฟฟ้าพลังความร้อน กลุ่มโรงไฟฟ้าพลังงานร้อนร่วมและกลุ่มโรงไฟฟ้าพลังงานร่วมเอกชน เพื่อการจำลองที่ง่ายขึ้น ในการทดสอบนี้เลือกกรณีที่ระบบประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกเครื่องที่นำเสนอ โดยได้ทำการเพิ่มโหลดแบบทันทีทันใดเป็น 200 MW ทั้งกรณีที่ระบบมีและไม่มีตัวควบคุมความถี่อัตโนมัติแบบอินทิกรัล ได้ผลตอบสนองความถี่แสดงดังภาพที่ 4.7

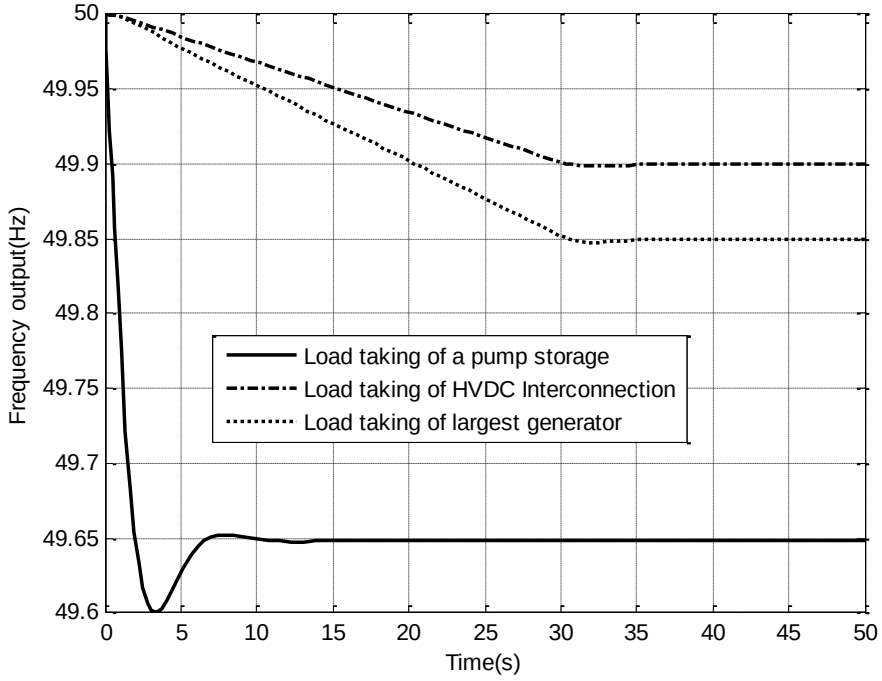


ภาพที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ของกลุ่มเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีมีและไม่มีตัวควบคุมความถี่อัตโนมัติแบบอินทิกรัล

จากกราฟภาพที่ 4.7 เมื่อโหลดเพิ่มขึ้นทันทีทันใดเป็น 200 MW ในกรณีที่ระบบมีตัวควบคุมแบบอินทิกรัลแสดงในกราฟเส้นบน จะทำให้ค่าความถี่ตกลงไปจากความถี่พิกัดช่วงเวลาหนึ่งแล้วกลับไปยังความถี่พิกัด ส่วนในกรณีที่ระบบไม่มีตัวควบคุม (กราฟเส้นล่าง) กราฟที่ได้จะมีลักษณะใกล้เคียงกับกรณีที่จำลองแบบในภาพที่ 4 .1 แต่การจำลองจะง่ายและสะดวกกว่า

4.2.4 การจำลองระบบกรณีมีการเปลี่ยนแปลงโหลดที่เกิดขึ้นในโรงไฟฟ้าต่างๆ

กรณีของปั๊มที่เขื่อนศรีนครินทร์ถูกใช้งานทำให้โหลดเพิ่มขึ้นแบบลาดเอียง 200 MW เป็นเวลา 30 วินาที หรือกรณีการเชื่อมต่อไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรงระหว่างประเทศไทยและประเทศมาเลเซีย [5] ซึ่งตั้งอยู่ที่ ต.คลองแงะ อ.สะเดา จ.สงขลา ที่มีกำลังผลิต 300 MW โหลดเพิ่มขึ้นแบบลาดเอียง 300 MW เป็นเวลา 30 วินาทีและกรณีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังผลิตติดตั้งสูงสุด 700 MW เกิดการทริป แบบทันทีทันใด ในการทดสอบนี้เลือกกรณีที่ระบบประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกเครื่องที่นำเสนอ ได้ผลตอบสนองความถี่แสดงดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 กราฟการเปลี่ยนแปลงความถี่เมื่อเกิดการเพิ่มโหลด

จากกราฟในภาพที่ 4.8 พบว่าเมื่อโหลดเพิ่มขึ้นในระบบ สำหรับกรณีปั๊มที่เขื่อนศรีนครินทร์ถูกใช้งานทำให้ความถี่ตกลงจากความถี่ปกติประมาณ 0.1 Hz ที่สภาวะคงตัว (กราฟเส้นบน) ส่วนการจำลองการเชื่อมต่อไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรงระหว่างประเทศไทยและประเทศมาเลเซีย (กราฟเส้นกลาง) และการจำลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังผลิตติดตั้งสูงสุดเกิดการทริปที่โรงไฟฟ้าราชบุรี (กราฟเส้นล่าง) นั้นความถี่จะตกลงมามากกว่ากรณีของปั๊มที่เขื่อนศรีนครินทร์เนื่องจากมีขนาดของโหลดมากกว่าตามลำดับ