

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

จากบทที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ระบบกำลังไฟฟ้าคือ NPCC ต่อกับ KK1 โดยใช้แบบจำลองเชิงเส้นของระบบ SMIB และมีตัวแปรสเตตได้แก่ $\Delta\omega$, $\Delta\delta$, $\Delta E'_q$, ΔE_{FD} , ΔV_R และ ΔV_F เพื่อหาเสถียรภาพของระบบโดยการหาค่าเฉพาะทั้งหมดของระบบ และทำการจำลองผลตอบสนองในแกนเวลา ได้แก่ $\Delta\omega$, $\Delta\delta$ และ ΔV_t เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง ΔT_m ระบบของระบบ

จากค่าเฉพาะทั้งหมดของระบบที่หาได้ จะเห็นได้ว่า ค่าอัตราส่วนการหน่วง ของโหมดเครื่องกลไฟฟ้าจะมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.028 ที่ $\lambda = -0.1872 \pm j6.7264$ ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวแปรสเตต $\Delta\omega$ และ $\Delta\delta$ และจากผลการตอบสนองของ $\Delta\omega$ และ $\Delta\delta$ จะมีการแกว่งและใช้เวลานานในการเข้าสู่สถานะคงที่เมื่อมีการรบกวนต่อระบบ จึงได้ทำการติดตั้ง PSS เพื่อเพิ่มค่าอัตราส่วนการหน่วงของโหมดเครื่องกลไฟฟ้าให้ได้ค่าอัตราส่วนการหน่วงตามที่ต้องการ ในการวิจัยนี้ผู้เขียนได้เลือกค่าอัตราส่วนการหน่วง เท่ากับ 0.3 สำหรับค่าพารามิเตอร์ของ PSS คือ K , T_w , T_1 และ T_2 ได้แสดงการหาค่าจาก 2 วิธี คือใช้วิธีการทำให้เหมาะสมที่สุดด้วยแพทเทิร์น-เสิร์ช และใช้ทฤษฎีโมดอลคอนโทรล โดยที่ทฤษฎีโมดอล คอนโทรล จะหาค่าของตัวแปรได้ 2 ตัวแปร จึงต้องมีการกำหนดค่าของตัวแปรบางค่าก่อน โดยทั่วไปจะกำหนดค่าของ T_w และ T_2 (หรือ T_1) และหาค่าของตัวแปร T_1 (หรือ T_2) และ K ดังนั้นในการใช้วิธีการทำให้เหมาะสมที่สุดด้วยแพทเทิร์น-เสิร์ช ถึงแม้ว่าจะสามารถใช้หาค่าของตัวแปรได้หลายค่า แต่ก็กำหนดให้หาค่าของตัวแปรเพียง 2 ตัวแปร เช่นเดียวกับการใช้ทฤษฎีโมดอล คอนโทรล

จากการเปรียบเทียบผลที่ได้ทั้ง 2 วิธี เมื่อกำหนดค่า T_w และ T_2 ซึ่งใช้ค่าที่ส่วนใหญ่นิยมใช้กันคือ 10 วินาที และ 0.05 วินาที ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าของ K , T_1 และค่าเฉพาะทั้งหมดของระบบ มีค่าใกล้เคียงกัน รวมทั้งผลการจำลองผลตอบสนองในแกนเวลา ให้ผลที่เหมือนกัน ดังนั้นพารามิเตอร์ที่หาได้จากทั้ง 2 วิธี จึงเป็นค่าที่เหมาะสม และช่วยให้ระบบมีเสถียรภาพดีขึ้น

สำหรับ $T_w = 10$ วินาที เป็นค่าคงที่เวลาคืนตัวของชุดคั่นตัวโดยเป็นตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน ซึ่งจะยอมให้ความถี่ตั้งแต่ 0.0159 Hz ผ่าน (ได้จาก $\omega = 1/T_w$ rad/sec. และ $f = \omega/2\pi$ Hz) เนื่องจากความถี่ของโหมดเครื่องกลไฟฟ้าจะประมาณ 0.1 - 4.0 Hz [17] ดังนั้นเมื่อเลือก $\Delta\omega$ เป็นอินพุทของ PSS จึงสามารถผ่านได้ นอกจากนี้ชุดคั่นตัวไม่มีผลต่อการขยายเฟสเนื่องจากมีโพล (pole) และซีโร (zero) อยู่ใกล้กัน ทำให้มุมที่เกิดขึ้นหักล้างกันได้ (ตำแหน่งโพล = $-1/T_w = -0.1$

และตำแหน่งซีโร = 0.0 บนระนาบ s (s plane)) และไม่มีผลต่ออัตราขยายเพราะมีขนาดประมาณ 1.0 ส่วนค่าของ T_2 จะต้องพิจารณาร่วมกับ T_1 ในส่วนของเฟสที่จะสามารถขยับได้สูงสุด หรือตำแหน่งของโพลที่เหมาะสมที่จะเป็นลบได้มากที่สุด ซึ่งเป็นขีดจำกัดในการสร้างอุปกรณ์[5,13] สำหรับ $T_2 = 0.05$ วินาที ได้ตำแหน่งของโพล = $-1/T_2 = -20$ บนระนาบ s ซึ่งกล่าวกันว่าเป็นค่าที่เหมาะสมในการสร้างอุปกรณ์

จากบทที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ระบบกำลังไฟฟ้าเพื่อหาเสถียรภาพของระบบ เช่นเดียวกับ บทที่ 4 โดยการหาค่าเจาะจงทั้งหมดของระบบ และทำการจำลองผลตอบสนองในแกนเวลา แต่ระบบจะมีความยุ่งยากมากขึ้น เพราะมีเครื่องจักรหลายตัว โดยเป็นระบบกำลังไฟฟ้าเขต 2 กฟผ. จึงต้องใช้แบบจำลองเชิงเส้นของระบบเครื่องจักรหลายตัว ซึ่งมีการคิดการกระทำระหว่างกันทางพลศาสตร์ของเครื่องจักร ทำให้ผลที่ได้มีความถูกต้องยิ่งขึ้นเมื่อนำมาใช้งานกับระบบจริง

จากผลของการหาค่าเจาะจงทั้งหมดของระบบ ปกติค่าเจาะจงที่มีค่าอัตราส่วนการหน่วงต่ำจะเป็นค่าเจาะจงของโมดเครื่องกลไฟฟ้า ในระบบกำลังไฟฟ้าเขต 2 กฟผ. เมื่อให้ TTK เป็นบัลลูนันต์และมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด 9 กลุ่ม เมื่อคิดโมดเครื่องกลไฟฟ้าของแต่ละตัวทั้งหมดจะมีค่าเจาะจง 9 ตัว(ค่าเจาะจงของโมดเครื่องกลไฟฟ้าของเครื่องจักรอ้างอิงจะประมาณศูนย์) แต่ก็เป็นการยากที่จะระบุว่าค่าเจาะจงที่มีค่าอัตราส่วนการหน่วงต่ำตามลำดับนั้นเป็นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวใดบ้าง ถึงแม้จะประมาณค่าความถี่ธรรมชาติได้จากสมการ (5.1) แต่ก็ไม่ถูกต้องนัก เพราะในระบบเครื่องจักรหลายตัวมีผลของการกระทำระหว่างกันทางพลศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง จึงได้ใช้ค่าพาร์ทิซิเพชัน แพลกเตอร์ เพื่อระบุโมดเครื่องกลไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละตัว

จากผลของค่าพาร์ทิซิเพชัน แพลกเตอร์ สามารถระบุโมดเครื่องกลไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละตัวได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวก, รวดเร็ว และมีประโยชน์ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบ รวมทั้งหาดำแหน่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมที่จะติดตั้ง PSS

จากค่าอัตราส่วนการหน่วงที่มีค่าต่ำสุด จะเป็นโมดเครื่องกลไฟฟ้าของ URH ซึ่งเป็นจุดประสงค์ของการวิจัย ที่จะปรับปรุงค่าอัตราส่วนการหน่วง ที่มีค่าต่ำสุด ในโมดเครื่องกลไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นจึงทำการติดตั้ง PSS ที่ URH และจากผลของการติดตั้ง PSS ที่ URH สามารถเพิ่มค่าอัตราส่วนการหน่วงของโมดเครื่องกลไฟฟ้าของ URH ได้ตามต้องการ

สำหรับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมได้แก่

1. ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบ โดยการหาค่าเจาะจงทั้งหมดจะดูจากค่าอัตราส่วนการหน่วงของทุกตัวจะต้องเป็นบวก(ส่วนจริงของค่าเจาะจงเป็นลบ) เรียกว่าการหน่วงเป็นบวก (positive damping) ระบบจึงจะมีเสถียรภาพ ดังนั้นในการหาค่าพารามิเตอร์ของ PSS เพื่อเพิ่มค่าอัตราส่วนการหน่วงของโมดเครื่องกลไฟฟ้าตัวที่ต้องการ อาจมีผลกระทบต่อโมดอื่นเช่น อาจทำ

ให้โมดนั้นมีค่าอัตราส่วนการหน่วงเพิ่มขึ้นหรือลดลง หรือบางครั้งอาจเกิดการหน่วงเป็นลบ (negative damping) ทำให้ระบบไม่เสถียรภาพได้ จึงต้องทำการหาค่าเจาะจงทั้งหมดของระบบใหม่อีกครั้ง เมื่อมีการติดตั้ง PSS และทำการจำลองผลตอบแทนในแกนเวลาเพื่อความมั่นใจยิ่งขึ้น

2. การวิจัยนี้ทำการติดตั้ง PSS เฉพาะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีค่าอัตราส่วนการหน่วงของโมดเครื่องกลไฟฟ้าต่ำที่สุด แต่สำหรับทฤษฎีโมดอล คอนโทรล ยังมีวิธีการที่สามารถจะติดตั้ง PSS ที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้พร้อมกันหลายตัวอีกด้วย นอกจากนี้อินพุทของ PSS ยังสามารถใช้ อินพุทตัวอื่นได้นอกจาก $\Delta\omega$ ได้แก่ ΔP_e , ΔV_t หรือจะมีการใช้อินพุทหลายตัวพร้อมกันก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและผลที่ได้รับดีขึ้นกว่าเดิมหรือไม่

สำหรับการวิจัยนี้ PSS เป็นแบบที่มีการชดเชยแบบนำหน้า และพารามิเตอร์ของ PSS จะคงที่ โดยใช้การควบคุมแผนใหม่ในการออกแบบ PSS ซึ่งใช้ได้ผลดีเมื่อระบบมีการเปลี่ยนแปลงรอบๆ จุดทำงานที่พิจารณา แต่การออกแบบโดยใช้ทฤษฎีอื่นๆ ได้แก่ การควบคุมแบบปรับตัวเอง (adaptive control) หรือ การควบคุมเหมาะสมที่สุด (optimal control) ก็เป็นสิ่งที่น่าสนใจ

3. การวิจัยอาจขยายผลไปสู่การนำระบบ กฟผ. ทั้งหมดมาวิเคราะห์ หรือทำการทดลองกับระบบจริงต่อไป