หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยต้องการความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลัง เพื่อความมีคุณภาพของไฟฟ้าที่จะจ่ายสู่ภาคอุตสาหกรรม ธุรกิจ และที่อยู่อาศัย ซึ่งความต้องการอย่างหนึ่งของคุณภาพของระบบไฟฟ้าคือเสถียรภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และระบบส่ง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโหลดในระบบไฟฟ้าตลอดเวลา อันเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดสัญญาณรบกวนในระบบ จึงได้แนวคิดและทำการพัฒนาอุปกรณ์ที่สามารถช่วยในการควบคุมและลดผลกระทบจากการรบกวนเพื่อรักษาเสถียรภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และระบบไฟฟ้า ในการควบคุมระบบไฟฟ้ากำลังเพื่อรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลังมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator) ถ้าเกิดการรบกวน (disturbance) ขึ้นในระบบไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะได้รับผลกระทบกระเทือนไปด้วยการรบกวนนี้แม้จะเป็นเพียงเล็กน้อย (small-signal disturbance) แต่สามารถทำให้ระบบไฟฟ้าสูญเสียคุณภาพหรือแม้แต่เสียเสถียรภาพได้[1]

การติดตั้งอุปกรณ์ที่เรียกว่าตัวปรับเสถียรภาพนั้น จะสามารถช่วยรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลัง เนื่องจากในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะเดินเครื่องนั้น จะเกิดทอร์ค (torque) อยู่ 2 ประเภท คือ ทอร์คซิงโครไนซ์ (synchronizing torque) และทอร์คหน่วง (damping torque) ซึ่งทอร์คหน่วงนี้จะเป็นตัวลดการแกว่ง (oscillation) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือเป็นตัวช่วยปรับเสถียรภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั่นเอง ดังนั้นหน้าที่สำคัญของตัวปรับเสถียรภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Power System Stabilizer, PSS) คือการเพิ่มทอร์คหน่วงเข้าไปให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นผลให้เกิดการลดการแกว่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า[1-5]

จากการศึกษาของ Chen และ คณะ [4] กับ L. Xu และAhmed-Zaid [5] ได้เสนอวิธีการใช้ค่าความไวของค่าเจาะจง (eigenvalue sensitivity) เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การวิเคราะห์ด้วยการโปรแกรมเชิงเส้น (linear programming) เพื่อการปรับค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการติดตั้งให้แก่ตัวปรับเสถียรภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า วิธีนี้มีข้อดีที่ในสภาวะสัญญาณขนาดเล็ก (small-signal stability) ระบบสามารถประมาณให้เป็นระบบในเชิงเส้นได้ (lineaization) แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดอยู่อย่างหนึ่งคือ จุดเริ่มต้นของการทำโปรแกรมเชิงเส้นนั้น ต้องได้รับผลตอบที่ดีในระบบเสียก่อน จึงจะให้ค่าเหมาะสมที่สุดที่บริเวณนั้น ๆ (local optimization) ออกมา เนื่องจากการประมาณให้เป็นระบบเชิงเส้นโดยการทำเป็นอนุกรมเทเลอร์ ทำให้ค่าที่เหมาะสมที่สุดที่เกิดขึ้นจะอยู่ในบริเวณช่วง

แคบ ๆ ต้องมีรอบการคำนวณที่มากขึ้นจึงจะได้ค่าที่เหมาะสมจริง ๆ ที่ต้องการออกมา ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ปรับปรุงวิธีที่กล่าวมาโดยจะหาค่าเริ่มต้นจากการทำการลองผิดลองถูก (trial and error) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยครั้งหนึ่งก่อน แล้วจึงจะใช้การโปรแกรมเชิงเส้นเพื่อหาจุดที่เหมาะสมที่แท้จริงออกมาในที่สุด

การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ (parameters) ของตัวปรับเสถียรภาพจะมีผลกับการแกว่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จึงได้มีการศึกษาถึงการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์โดยการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อที่จะสามารถลดการแกว่งให้ดีที่สุด ซึ่งการพิจารณาจะมาจากสิ่งต่อไปนี้คือ[4,5]

1) ค่าส่วนจริงของค่าเจาะจงตัวที่เด่น (dominant eigenvalue) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2) ค่าอัตราส่วนการหน่วง (damping ratio) ของค่าเจาะจงตัวที่เด่น

ดังนั้นการคำนวณเพื่อปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของตัวปรับเสถียรภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (power system stabilizer, PSS) ให้เหมาะสมจึงเป็นจุดมุ่งหมายหลักของวิทยานิพนธ์นี้

1.1 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาวิธีการปรับค่าพารามิเตอร์ (parameters) ของตัวปรับเสถียรภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้วิธีโปรแกรมเชิงเส้น (linear programming)
2) เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในการปรับค่าพารามิเตอร์ของตัวปรับเสถียรภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3) เพื่อนำโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นมาไปใช้กับการปรับค่าตัวปรับเสถียรภาพของเครื่องกำเนิด ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่แล้วให้เหมาะสม
4) เพื่อนำโปรแกรมที่พัฒนาเพื่อใช้ในการออกแบบตัวปรับเสถียรภาพสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในอนาคต
5) เพื่อเป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับการศึกษาขั้นสูงต่อไป

1.2 ขอบเขตในการทำวิทยานิพนธ์

1) การพิจารณาเป็นกรณี เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหนึ่งเครื่องต่อกับ บัสอนันต์ (infinite bus)
2) กำหนดให้เป็นการรบกวนขนาดเล็ก (small-signal disturbance) เกิดการรบกวนที่ขั้ว (terminal) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3) การใช้วิธีโปรแกรมเชิงเส้น เป็นการใช้วิธีซิมเพล็กซ์ (simplex method)[6] ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปอยู่ในโปรแกรม MATLAB
4) การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของตัวปรับเสถียรภาพ จะเป็นการปรับตั้งที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละตัวเท่านั้น
5) การวิเคราะห์ตัวปรับเสถียรภาพ จะวิเคราะห์เสถียรภาพในช่วงสัญญาณขนาดเล็ก (small-signal stability) เท่านั้น

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีดำเนินงาน

1) ศึกษาวิธีการทำโปรแกรมเชิงเส้น การวิเคราะห์เสถียรภาพในช่วงสัญญาณขนาดเล็กและตัวปรับเสถียรภาพ จากหนังสือ วารสาร และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2) รวบรวมแบบจำลองที่จะใช้ทดสอบ
3) พัฒนาโปรแกรม
4) เทียบผลจากการคำนวณกับระบบตัวอย่าง
5) วิเคราะห์ และ สรุปงานวิจัย
6) เรียบเรียงผลงานวิจัย พิมพ์ผลงานวิจัย และจัดเข้ารูปเล่มเพื่อทำการเสนอต่อคณะกรรมการ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

1) วิธีการที่ได้จะสามารถนำไปช่วยการรักษาเสถียรภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการออกแบบค่าพารามิเตอร์ของตัวปรับเสถียรภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3) โปรแกรมที่ช่วยในการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ตัวปรับเสถียรภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่แล้ว
4) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ศึกษาและปรับปรุงเพิ่มเติมต่อไป

1.5 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึงการปรับค่าพารามิเตอร์ของตัวปรับเสถียรภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้วิธีโปรแกรมเชิงเส้น ซึ่งระบบไม่เชิงเส้นในช่วงเสถียรภาพของสัญญาณขนาดเล็กจะถูกพิจารณาให้มีคุณสมบัติเป็นเชิงเส้น จากนั้นจึงพิจารณาเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับกับระบบเชิงเส้นนี้ และใช้ หลักการของความไวของค่าเจาะจง ที่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่าเจาะจงของเมตริกซ์ของระบบให้การเปลี่ยนแปลงส่วนจริงของค่าเจาะจงที่เด่นมีค่าติดลบและลดลงเป็นฟังก์ชันเป้าหมาย ส่วนเงื่อนไขบังคับกำหนดโดยค่าเจาะจงที่เหลือและลักษณะของการแกว่งของระบบ[5,7] ซึ่งเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ในแต่ละบทจะแบ่งดังนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงวัตถุประสงค์ ขอบเขต ขั้นตอนการศึกษาและประโยชน์ที่คาดว่าได้รับจากวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงหลักการเกี่ยวกับการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบ ความไวของค่าเจาะจงของเมตริกซ์ของระบบเพื่อนำไปสู่การคำนวณฟังก์ชันเป้าหมายในการทำโปรแกรมเชิงเส้น

บทที่ 3 กล่าวถึงการได้มาของสมการต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในสภาวะสัญญาณขนาดเล็ก และการหาพารามิเตอร์ของระบบเชิงเส้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบเชิงเส้น

บทที่ 4 กล่าวถึงการหาสมการของความไวของค่าเจาะจงในแบบจำลองของวงจรกระตุ้นแบบต่าง ๆ เพื่อใช้ในการทำโปรแกรมเชิงเส้น

บทที่ 5 กล่าวถึงการทำโปรแกรมเชิงเส้นเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของตัวปรับเสถียรภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยจะกล่าวถึงกฎเกณฑ์และแนวคิดในการทำโปรแกรมเชิงเส้น

บทที่ 6 กล่าวถึงตัวอย่างของระบบที่ใช้ทดสอบผลการทำงานของโปรแกรม และใช้แบบจำลองของวงจรกระตุ้น

บทที่ 7 สรุปผลและเสนอแนะ

ภาคผนวก ก. กล่าวถึงวิธีการทำโปรแกรมเชิงเส้นวิธีซิมเพล็กซ์

ภาคผนวก ข. กล่าวถึงผลการทำโหลดโฟลว์ของระบบทดสอบ

ภาคผนวก ค. กล่าวถึงตัวโปรแกรมที่ทำงานบน MATLAB[8] ที่ได้กระทำขึ้นมาเพื่อปรับพารามิเตอร์ของตัวปรับเสถียรภาพ