พระบรมราชูปถัมภ์ สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความหมายของระบบโคเยนเนอเรชัน คือ ระบบที่มีผลผลิตเป็นพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าหรืออาจรวมทั้งพลังงานกลด้วย ในอุตสาหกรรมส่วนมากจะมีความต้องการทางพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า ดังนั้น ระบบโคเยนเนอเรชันจึงเหมาะสมในแง่ที่ว่าได้ใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาจจะใช้เชื้อเพลิงราคาถูก เช่น วัสดุเหลือใช้ในการเกษตร สารเคมีที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตบางอย่าง เป็นต้น ระบบโคเยนเนอเรชันยังอาจจะเป็นการฟื้นฟู (recovery) ของพลังงานระดับต่ำเพื่อผลิตไฟฟ้า เช่น ใช้ความร้อนหรือก๊าซเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตมาทำการผลิตไฟฟ้า

ตัวอย่างของระบบโคเยนเนอเรชันระบบหนึ่ง ได้แก่ ระบบที่เรียกว่า "ระบบผลิตความร้อนร่วม (combined-cycle system)" คือ จะประกอบด้วย ส่วนที่ผลิตไฟฟ้าจากก๊าซร้อนโดยผ่านกังหันก๊าซ (gas-turbine) และส่วนที่ผลิตไฟฟ้าจากไอน้ำโดยผ่านกังหันไอน้ำ (steam-turbine) โดยจะนำก๊าซร้อนที่ออกมาจากกังหันก๊าซมาให้ความร้อนแก่น้ำ เพื่อนำไอน้ำที่ได้ไปผ่านกังหันไอน้ำต่อไป ซึ่งนับว่าเป็นวิธีการที่ประหยัดและใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพอย่างสูง และมีการใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมประเภทปิโตรเคมี น้ำมัน เป็นต้น ในส่วนของกังหันก๊าซจะมีการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยความร้อนประมาณ 200-300 kWh ต่อ 1 ล้านBtu และ 80 kWh ต่อ 1 ล้านBtu สำหรับกังหันไอน้ำ [1]

ก่อนหน้านี้ได้มีผู้ทำการวิจัยทางด้านระบบโคเยนเนอเรชัน อยู่หลายท่าน อาทิ เช่น L.E.Goff, G.J.Potochney, L.J.Powell และ M.J.Rook [2] ในปี ค.ศ. 1981 ได้ร่วมกันศึกษาวิจัย ทางด้านระบบป้องกันสำหรับระบบโคเยนเนอเรชันที่ต่อเข้ากับระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐ โดยเน้นถึงการใช้รีเลย์ (relay) ป้องกันในบริเวณจุดต่อระหว่างทั้ง 2 ระบบ ในลักษณะของ การป้องกันขั้นต้น (primary protection) ที่จุดต่อ การป้องกันสำรอง (back-up protection) ของระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐ และการป้องกันสำรองของระบบโคเยนเนอเรชัน ซึ่งมีผลต่อเสถียรภาพของระบบทั้งสอง James M.Daley [3]

ในปี ค.ศ. 1985 ได้ศึกษาวิจัยในเรื่องข้อพิจารณาสำหรับการออกแบบระบบโคเยนเนอเรชันที่ต่อเข้ากับระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐในด้านต่าง ๆ เช่น จุดที่ใช้ต่อระหว่างทั้ง 2 ระบบ การต่อลงดิน การ synchronizing กันของทั้ง 2 ระบบ และการแยกบัสตาย (dead bus) ออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า เป็นต้น Louie J.Powell [4] ในปี ค.ศ. 1988 ได้ศึกษาวิจัยเรื่องของข้อกำหนดในด้านระบบป้องกันของระบบโคเยนเนอเรชัน ซึ่งกำหนดโดยระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐ โดยข้อกำหนดดังกล่าวได้พิจารณาถึงด้านการป้องกันในบริเวณจุดต่อของทั้ง 2 ระบบ การแยกออกจากกันของทั้ง 2 ระบบ และการป้องกันการถ่างออกจากกันของมุมทางไฟฟ้า (out-of-step) ระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบโคเยนเนอเรชัน และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐ เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยก็ได้มีการศึกษาด้านระบบโคเยนเนอเรชัน เช่น คุณสมยศ รุจิราวัฒน์ [5] ได้ศึกษาในด้านการผลิตไอน้ำให้เพียงพอกับความต้องการของกระบวนการผลิตโดยใช้ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ซึ่งทำการศึกษาระบบที่มีหม้อน้ำ (boiler) กังหัน (turbine) และเฮดเดอร์ (header) จำนวนหลายตัว โดยใช้การคำนวณแบบสมดุลย์ของมวลสารและพลังงาน (material and energy balance) เพื่อที่จะหาแนวทางดำเนินการที่ใช้ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด คุณวัชรา ขนิษฐบุตร และ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑพานิชกุล [6] ได้ทำการศึกษาเพื่อหาค่าชุดของตัวแปรในการดำเนินงานเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานให้ต่ำสุด โดยที่เงื่อนไขการดำเนินการยังสอดคล้องกับสภาพความจริงในโรงงาน

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

วัตถุประสงค์ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ จะเป็นการศึกษาในด้านเสถียรภาพชั่วครู่ของระบบโคเยนเนอเรชัน และผลกระทบที่มีต่อระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐในกรณีที่มีการติดตั้งระบบโคเยนเนอเรชันใด ๆ เข้ากับระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐ จากการที่ระบบโคเยนเนอเรชันเป็นระบบที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ใกล้กับโหลดมาก จึงทำให้ผลของสภาวะชั่วครู่ในแบบจำลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และโหลด มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์เสถียรภาพชั่วครู่ของระบบโคเยนเนอเรชันและระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐด้วย การใช้แบบจำลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และโหลดอย่างละเอียดสำหรับระบบโคเยนเนอเรชันจะทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้ มีความถูกต้องมากกว่าการใช้แบบจำลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลดอย่างง่าย ดังนั้น การใช้แบบจำลองอย่าง

ละเอียดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลดสำหรับระบบโคเยนเนอเรชัน และแบบจำลองอย่างง่ายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลดสำหรับระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐ จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการวิเคราะห์เสถียรภาพชั่วครู่ของระบบโคเยนเนอเรชันและระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐ เพื่อดูว่าระบบจะยังคงรักษาเสถียรภาพไว้ได้หรือไม่

ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์เสถียรภาพชั่วครู่ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญมากในวิทยานิพนธ์นี้ ได้ทำการศึกษาตัวอย่างระบบโคเยนเนอเรชันใด ๆ ที่ต่อเข้าระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐใน 2 ลักษณะคือ

1. การวิเคราะห์เสถียรภาพชั่วครู่ของระบบโคเยนเนอเรชันซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กรณี
   1.1 กรณีที่เกิดความผิดพร่อง (fault) ที่ บัสของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบโคเยนเนอเรชันแล้วเสถียรภาพของระบบโคเยนเนอเรชันเป็นอย่างไรบ้าง
   1.2 กรณีที่เกิดความผิดพร่องที่ บัสของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐแล้วเสถียรภาพของระบบโคเยนเนอเรชันเป็นอย่างไรบ้าง
2. ผลกระทบที่มีต่อระบบไฟฟ้าของรัฐ ในกรณีที่เกิดความผิดพร่องขึ้นในระบบโคเยนเนอเรชันแล้ว เสถียรภาพของระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐเป็นอย่างไรบ้าง

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้กล่าวถึงลักษณะของระบบไฟฟ้าทั่วไป กับระบบโคเยนเนอเรชัน ไว้ในบทที่ 2 หลักการและการวิเคราะห์เสถียรภาพชั่วครู่ของระบบโคเยนเนอเรชันได้อธิบายไว้ในบทที่ 3 และบทที่ 4 เป็นการอธิบายถึงผลกระทบที่มีต่อระบบจ่ายไฟฟ้าในกรณีที่มีการติดตั้งระบบโคเยนเนอเรชันใด ๆ ตลอดจนเสถียรภาพชั่วครู่ของระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐด้วย ส่วนในบทที่ 5 เป็นการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะต่าง ๆ

การวิเคราะห์เสถียรภาพในวิทยานิพนธ์นี้ทำได้โดยโปรแกรมที่เขียนขึ้นบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิท IBM compatible PC/AT ด้วยภาษา เทอร์โบ ปาสคาล เวอร์ชันที่ 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

1. เป็นการวิเคราะห์เสถียรภาพชั่วครู่ของระบบโคเยนเนอเรชันใด ๆ ก่อนที่จะทำการ

ติดตั้งว่าระบบจะสามารถรักษาเสถียรภาพไว้ได้หรือไม่ ถ้าเกิดความผิดพร่องขึ้นในระบบโคเยนเนอเรชันหรือระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐ

2. เป็นการศึกษาถึงผลกระทบที่มีต่อระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐ เมื่อมีการติดตั้งระบบโคเยนเนอเรชันว่าระบบจ่ายไฟฟ้าของรัฐ จะมีเสถียรภาพเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรจากเดิมก่อนทำการติดตั้ง

3. เป็นส่วนหนึ่งในการพิจารณาความเป็นไปได้ และความเหมาะสม ที่จะทำการติดตั้งระบบโคเยนเนอเรชันใด ๆ นอกเหนือจากการพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย