

บทที่ 1



บทนำ

ในบทนี้กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของวิทยานิพนธ์ วัตถุประสงค์ ขอบเขต และขั้นตอนของการศึกษาวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์ รวมทั้งลำดับเนื้อหาในบทถัด ๆ ไป เพื่อให้ผู้สนใจมองเห็นภาพรวมของการศึกษาภายในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้พัฒนาแบบจำลองเชิงพลวัตเพื่อการศึกษาพฤติกรรมที่ภาวะชั่วคราวของระบบส่งกำลังไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้ของประเทศไทยภายใต้การรบกวนขนาดใหญ่และการเพิ่มเสถียรภาพที่ภาวะชั่วคราวของระบบโดยใช้อุปกรณ์ ชดเชยกำลังไฟฟ้รีแอกทีฟแบบสถิต (Static Var Compensators, SVC) โดยโครงสร้างทางกายภาพที่เป็นส่วนประกอบหลักของ SVC คือ ตัวเก็บประจุค่าคงที่ (Fixed Capacitor, FC) และตัวเหนี่ยวนำควบคุมด้วยไทรสเตอร์ (Thyristor-Controlled Reactor, TCR) อุปกรณ์ SVC นี้มีความสามารถที่จะจ่าย หรือรับกำลังไฟฟ้รีแอกทีฟกับระบบส่งกำลังไฟฟ้าได้แบบต่อเนื่อง นำมาประยุกต์ใช้กับระบบส่งกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานจริง โดยเฉพาะระบบส่งกำลังไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้ของประเทศไทยที่ได้มีการติดตั้ง SVC ไว้ ณ สถานีส่งไฟฟ้าบางสะพาน

เหตุที่เลือกศึกษา SVC เนื่องจากอุปกรณ์ชนิดนี้เป็นอุปกรณ์ที่มีองค์ประกอบ และโครงสร้างการทำงานไม่ซับซ้อนจนเกินไป มีการใช้งานจริงอย่างแพร่หลายอยู่แล้วในระบบส่งไฟฟ้าทั่วทุกภูมิภาคของโลก วัตถุประสงค์การใช้งานหลักเพื่อรักษาระดับของแรงดันให้คงที่ ลดโอกาสการเกิดการสูญเสียเสถียรภาพของแรงดันอันเป็นสาเหตุให้เกิดแรงดันพังทลาย (Voltage Collapse) นอกจากนี้ยังสามารถใช้เพิ่มปริมาณของการส่งกำลังไฟฟ้าในสายส่ง หน่วยงานแกว่งของกำลังไฟฟ้า และช่วยยกระดับ เสถียรภาพของระบบส่งกำลังไฟฟ้าที่สภาวะชั่วขณะ (Transient Stability) โดยทั่วไปแล้วจะติดตั้งอุปกรณ์ไว้ ณ บัสที่ต้องการรักษาระดับของแรงดันให้คงที่ หรือ บัสที่มีการเปลี่ยนแปลงของโหลดในปริมาณมาก

1.2 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยมีดังต่อไปนี้

- 1) พัฒนาแบบจำลองของระบบผลิตและส่งกำลังไฟฟ้า เพื่อใช้ในการศึกษาพฤติกรรมที่ภาวะชั่วคราวของระบบส่งกำลังไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้ของประเทศไทย ภายใต้เงื่อนไขการรบกวนขนาดใหญ่
- 2) ศึกษาการปรับปรุงเสถียรภาพที่ภาวะชั่วคราวให้กับระบบส่งกำลังไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้ของประเทศไทย ภายใต้เงื่อนไขของการรบกวนขนาดใหญ่ ด้วยอุปกรณ์ SVC

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

กรอบการศึกษาที่สำคัญของวิทยานิพนธ์มีดังนี้

- 1) ศึกษาพฤติกรรมที่ภาวะชั่วคราวของระบบส่งกำลังไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้ ที่มีขนาดแรงดันพิกัด 230 kV และ 115 kV ตั้งแต่สถานีไฟฟ้าราชบุรีลงมาถึงภาคใต้ ตอนกลางที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี เชื่อมต่ออยู่กับโรงไฟฟ้าขนอม และโรงไฟฟ้าเขื่อนรัชชประภา ประกอบไปด้วยบัสไฟฟ้าจำนวน 12 บัส สายส่ง 15 เส้น พร้อมทั้งกลุ่มของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่จำลองแบบเชิงพลวัตกับหม้อแปลงเชื่อมต่อจำนวน 3 ชุด
- 2) การรบกวนขนาดใหญ่ที่จะทำการศึกษา ได้แก่ การหลุดออกจากระบบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบางยูนิตที่โรงไฟฟ้าขนอม และการผิดปกติแบบสามเฟสลงกราวด์บนสายส่งแรงดัน 115 kV และสายส่งแรงดัน 230 kV เส้นที่มีความสำคัญต่อความมั่นคงของระบบส่งไฟฟ้าบริเวณดังกล่าว
- 3) ศึกษาวิเคราะห์ผลตอบสนองที่ภาวะชั่วคราวของขนาดของแรงดัน ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่จ่ายเข้าสู่ระบบ การเปลี่ยนแปลงความถี่ และความแตกต่างของมุมโรเตอร์ ของกลุ่มเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้ง 3 กลุ่ม รวมถึงปริมาณการไหลของกำลังไฟฟ้าจริงในสายส่งเส้นที่ยาวที่สุดในระบบ และขนาดของแรงดันที่บัสไฟฟ้าบางสะพานที่ SVC ติดตั้งอยู่
- 4) พิจารณาการทำงาน และศึกษาการปรับปรุงเสถียรภาพของระบบโดยการใช้งาน SVC ที่ติดตั้ง ณ สถานีไฟฟ้าบางสะพาน โดยสมมุติให้องค์ประกอบทางกายภาพของ SVC ประกอบไปด้วยตัวเก็บประจุค่าคงที่ และตัวเหนี่ยวนำควบคุมด้วยไทรสเตอร์ต่อขนานอยู่กับระบบ

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีดำเนินงาน

การศึกษาวิจัยจะดำเนินไปตามขั้นตอนหลักต่อไปนี้

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์ และขอบเขตของการศึกษาวิจัย
- 2) ศึกษาตำรา และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมที่ภาวะชั่วคราวของระบบผลิตและส่งกำลังไฟฟ้า และการนำ SVC มาประยุกต์ใช้กับระบบส่งกำลังไฟฟ้าในลักษณะต่างๆ
- 3) ศึกษาทฤษฎีการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รวมถึงหลักการการควบคุมเชิงพลวัตของ SVC
- 4) สร้างแบบจำลองของระบบผลิตและส่งกำลังไฟฟ้า และออกแบบการควบคุมเชิงพลวัตพื้นฐานของ SVC สำหรับระบบส่งกำลังไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้ภายใต้ขอบเขตที่พิจารณา
- 5) วิเคราะห์พฤติกรรมที่ภาวะชั่วคราวของระบบภายใต้การรบกวนขนาดใหญ่ ในกรณีที่มีการติดตั้ง SVC และไม่มี การติดตั้ง SVC เปรียบเทียบกัน
- 6) ศึกษาการเพิ่มสมรรถนะการหน่วงการแกว่งของกำลังไฟฟ้าที่ไหลในระบบส่งกำลังไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้ของประเทศไทยโดยใช้ SVC
- 7) วิเคราะห์ผลการศึกษาโดยรวม และสรุปผลงานวิจัย
- 8) เรียบเรียง พิมพ์ผลงานการวิจัย และจัดเข้ารูปเล่มเพื่อนำเสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

สิ่งที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาตามกระบวนการที่นำเสนอข้างต้นสรุปได้ดังนี้

- 1) แบบจำลองของระบบส่งกำลังไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้ เพื่อใช้สำหรับการศึกษาพฤติกรรมของระบบในภาวะชั่วคราว ภายใต้เงื่อนไขการรบกวนขนาดใหญ่
- 2) การปรับปรุงสมรรถนะของระบบส่งกำลังไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้ให้สูงขึ้น ในด้านการเพิ่มเสถียรภาพของการส่งกำลังไฟฟ้า และเพิ่มความสามารถในการรักษาระดับแรงดันของระบบที่ภาวะชั่วคราว โดยใช้ SVC ที่มีการติดตั้งใช้งานอยู่ที่สถานีไฟฟ้าบางสะพาน

1.6 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ที่จะนำเสนอในที่นี้ ถูกจัดเรียงลำดับตามความเหมาะสมดังนี้

บทที่ 2 จะกล่าวถึงระบบส่งไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้ของประเทศ และการใช้งาน SVC ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดของระบบส่งกำลังไฟฟ้าที่นำมาทดสอบที่เป็นระบบเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้ของประเทศไทย และ SVC ที่ติดตั้งอยู่ที่บัสบางสะพาน นอกจากนี้ก็เป็นเรื่องของการทำงานประยุกต์ใช้งานของ SVC ในรูปแบบต่าง ๆ และการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ SVC ที่ผ่านมาในอดีต

บทที่ 3 ได้นำเสนอทฤษฎีพื้นฐาน และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ SVC โดยได้พูดถึงโหมดการทำงานต่าง ๆ รวมถึงแบบจำลองในสถานะอยู่ตัว และแบบจำลองในเชิงพลวัตของ SVC

บทที่ 4 นำเสนอวิธีการสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตของระบบทดสอบที่นำมาใช้ในการวิจัยคือ ระบบส่งกำลังไฟฟ้า WSCC 9 บัส และระบบส่งกำลังไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้ของประเทศไทย ที่ประกอบไปด้วยโหลด เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และ SVC รวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองด้วย

บทที่ 5 นำเสนอพฤติกรรมที่ภาวะชั่วคราวของระบบส่งกำลังไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้โดยใช้ SVC รักษาระดับแรงดัน ภายใต้เงื่อนไขการรบกวนขนาดใหญ่ ที่ได้แก่ การลัดวงจรแบบสามเฟสลงกราวด์บนสายส่งในระบบ การหลุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบางยูนิตจากโรงไฟฟ้าขนอม ซึ่งได้วิเคราะห์พฤติกรรมที่ภาวะชั่วคราวของระบบที่มี SVC ติดตั้งใช้งานเปรียบเทียบกับระบบที่ไม่มี SVC ติดตั้งใช้งาน

บทที่ 6 นำเสนอแบบจำลองเชิงพลวัต และวิธีการออกแบบตัวควบคุมของ SVC ที่ใช้หลักการของการย้ายค่าราคั่วของระบบ เพื่อปรับปรุงสมรรถนะของระบบส่งกำลังไฟฟ้าเชื่อมโยงระหว่างภาคกลางกับภาคใต้ โดยใช้ SVC รักษาระดับแรงดัน และการลดการแกว่งของกำลังไฟฟ้านอกจากนี้ก็ยังศึกษาถึงการปรับเปลี่ยนค่าอัตราขยาย การเลือกสัญญาณอินพุทป้อนให้กับตัวควบคุม ที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมของระบบที่ภาวะชั่วคราวหลังจากมีการใช้งานตัวควบคุม ภายใต้การรบกวนขนาดใหญ่

บทที่ 7 เป็นการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ เพื่อผู้อ่านวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะได้นำไปเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยต่อไปในอนาคต