บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบไฟฟ้ากำลังเป็นระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยปริมาณความต้องการกำลังไฟฟ้าหรือโหลดมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและเหตุการณ์ขัดข้องของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาเช่นกัน ดังนั้นในการควบคุมระบบไฟฟ้ากำลังจึงต้องมีการตรวจสอบสถานะของระบบอย่างสม่ำเสมอ โดยข้อมูลที่ถูกนำมาแสดงผลในระบบไฟฟ้าแบบออนไลน์ (On-line) ส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลที่บ่งบอกสถานะของระบบ เช่น แรงดัน มุมเฟส และกำลังไฟฟ้าของระบบ เป็นต้น ดังนั้นหากผู้ควบคุมสามารถตรวจสอบสมรรถภาพ และสถานภาพในระบบได้ ก็จะเป็นประโยชน์ในการรักษาความมั่นคงของระบบได้หรือจะเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจที่จะกระทำการใดๆต่อระบบต่อไป

ในการประเมินความมั่นคงของระบบไฟฟ้ากำลัง (Power system security) ดัชนีที่บอกถึงผลกระทบหรือความรุนแรงของคอนตินเจนซี (Contingency) สถานะไฟฟ้าอยู่ตัว (Steady state) คือค่าดัชนีสมรรถนะ (Performance Index: PI) [1]- [3] ประกอบด้วยดัชนีสมรรถนะแรงดัน (Voltage Performance Index: PI_V) และดัชนีสมรรถนะกำลังไฟฟ้าจริง (Real Power Performance Index หรือ MW Performance Index: PI_{MW}) ซึ่งค่า PI มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามสถานะหรือเงื่อนไขโหลดที่แตกต่างกันของระบบ โดยสามารถคำนวณได้ด้วยวิธีบนพื้นฐานของการทำเพาเวอร์โฟลว์ (Power flow) วิธีการที่เป็นที่นิยมก็คือวิธี AC Power flow (ACPF) [1]- [3] ซึ่งจะต้องทำเพาเวอร์โฟลว์หลายครั้งเพื่อที่จะได้ค่า PI ของคอนตินเจนซีของอุปกรณ์แต่ละชนิดต่อหนึ่งสถานะโหลด โดยปกติแล้วการทำเพาเวอร์โฟลว์จะใช้เวลาคำนวณมากหากระบบมีขนาดใหญ่ หรือมีการวิเคราะห์อุปกรณ์จำนวนมาก ดังนั้นการคำนวณ PI ด้วยวิธีนี้จึงไม่เหมาะสมกับการประเมินค่าคอนตินเจนซีในระบบไฟฟ้าแบบออนไลน์ที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบตลอดเวลา

วิทยานิพนธ์นี้เสนอวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น (Multilayer Perceptron Neural Network: MLPNN) เพื่อวิเคราะห์และประเมินค่าความรุนแรงของคอนตินเจนซีที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในระบบที่สถานะไฟฟ้าอยู่ตัว วิธีที่นำเสนอทดสอบบนระบบทดสอบ 30 บัส และระบบภาคใต้ของประเทศไทย 39 บัส สำหรับคอนตินเจนซีที่เงื่อนไขโหลดที่แตกต่างกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีการคำนวณดัชนีสมรรถนะ (PI) โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น เพื่อให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับวิธีการทำเพาเวอร์โฟลว์
2. เพื่อสามารถคำนวณดัชนีสมรรถนะได้อย่างรวดเร็วเหมาะสมกับระบบไฟฟ้าแบบออนไลน์
3. เพื่อทดสอบวิธีการที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลระบบภาคใต้ของประเทศไทย เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งาน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาการคำนวณดัชนีสมรรถนะ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นในระบบไฟฟ้ากำลังที่สถานะไฟฟ้าอยู่ตัว (Steady State)
2. คำนวณดัชนีสมรรถนะสำหรับคอนตินเจนซีของอุปกรณ์ที่เกิดจากการขัดข้องของสายส่ง/หม้อแปลง 1 เส้น (N-1 Contingency)
3. พัฒนาวิธีคำนวณดัชนีสมรรถนะให้มีความแม่นยำใกล้เคียงกับการทำเพาเวอร์โฟลว์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาหลักการเบื้องต้นและนิยามของดัชนีสมรรถนะ
2. ศึกษาการคำนวณดัชนีสมรรถนะจากการเกิดคอนตินเจนซีในระบบไฟฟ้ากำลังด้วยวิธีการพื้นฐานของเพาเวอร์โฟลว์
3. ศึกษาถึงปัจจัยการกำหนดขาเข้าและขาออกของการคำนวณค่าดัชนีสมรรถนะจากการเกิดคอนตินเจนซีที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม
4. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการคำนวณค่าดัชนีสมรรถนะที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม
5. ปรับปรุงการคำนวณค่าดัชนีสมรรถนะที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม เพื่อให้ผลการคำนวณมีความใกล้เคียงกับวิธีการคำนวณค่าดัชนีสมรรถนะจากการเกิดคอนตินเจนซีบนพื้นฐานของเพาเวอร์โฟลว์
6. ทดสอบวิธีการที่นำเสนอ โดยการออกแบบการทดสอบกับระบบทดสอบ
7. ทดสอบการคำนวณค่าดัชนีสมรรถนะที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมกับข้อมูลระบบภาคใต้ของประเทศไทย

1.5 เนื้อหาวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะนำเสนอการใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นคำนวณค่าดัชนีสมรรถนะระบบเพื่อวิเคราะห์ความรุนแรงของคอนตินเจนซีที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้ากำลังที่มีการเปลี่ยนแปลงโหลดอยู่ตลอดเวลาโดยเนื้อหาจะกล่าวถึงกระบวนการการหาโครงสร้าง MLPNN ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนของดัชนีสมรรถนะระบบใกล้เคียงกับวิธีดั้งเดิมเพาเวอร์โฟลว์มากที่สุด เนื้อหาวิทยานิพนธ์แบ่งเป็นบทดังนี้

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีความมั่นคง การวิเคราะห์คอนตินเจนซี และพื้นฐานการคำนวณค่าดัชนีสมรรถนะระบบ รวมทั้งวิธีการดั้งเดิมเพาเวอร์โฟลว์ในการคำนวณค่าดัชนีสมรรถนะระบบ

บทที่ 3 กล่าวถึงหลักการพื้นฐาน โครงสร้าง และการใช้งานโครงข่ายประสาทเทียม

บทที่ 4 กล่าวถึงหลักการ กระบวนการ และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น ในการคำนวณดัชนีสมรรถนะระบบเพื่อการวิเคราะห์คอนตินเจนซีในระบบไฟฟ้ากำลัง

บทที่ 5 กล่าวถึงผลการคำนวณค่าดัชนีสมรรถนะระบบจากแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นเพื่อการวิเคราะห์คอนตินเจนซี ซึ่งใช้ในระบบทดสอบ 2 ระบบ คือ ระบบทดสอบ 30 บัส และระบบภาคใต้ของประเทศไทย 39 บัส

บทที่ 6 กล่าวถึงการสรุปผลและข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาวิทยานิพนธ์ในลำดับถัดไป