

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา [1]

ในปัจจุบันการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) มีพื้นที่ดำเนินการในเขตภูมิภาครวม 73 จังหวัด ครอบคลุมพื้นที่กว้างขวางประมาณ 510,000 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 99 ของพื้นที่ทั่วประเทศ โดยรับกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ส่งผ่านสถานีไฟฟ้าของ กฟผ. เพื่อจ่ายไฟให้บริการประชาชน

เนื่องจากระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นระบบที่อยู่เหนือดิน พาดไปตามแนวถนน กว้างขวางทั่วประเทศ จึงอาจเกิดปัญหากระแสไฟฟ้าขัดข้องได้เสมอทั้งจาก ต้นไม้ คน สัตว์ รถยนต์ และภัยจากธรรมชาติ เช่น ไฟฟ้า หรือพายุลมแรง เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันการสั่งการและการปฏิบัติการแก้ไขปัญหากระแสไฟฟ้าขัดข้องจะดำเนินการโดยจัดส่งเจ้าหน้าที่ออกไปตรวจสอบหาสาเหตุของไฟดับและสั่งการแก้ไข โดยใช้การสั่งการประสานงานทางวิทยุและโทรศัพท์ ซึ่งทำให้ต้องใช้เวลาในการแก้ไขปัญหาไฟดับแต่ละครั้ง โดยเฉพาะในพื้นที่เมือง ธุรกิจอุตสาหกรรม ระบบจำหน่ายที่มีความซับซ้อนหนาแน่นมาก ยากต่อการกำกับ ควบคุม สั่งการ และหาสาเหตุ ทำให้เกิดความเสียหายต่อธุรกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ

ดังนั้นเพื่อพัฒนาและปรับปรุงระบบควบคุมสั่งการจ่ายไฟให้มีประสิทธิภาพ และลดปัญหาไฟฟ้าขัดข้อง สามารถสั่งการจ่ายไฟฟ้าได้รวดเร็วจึงได้มีการนำระบบศูนย์สั่งการจ่ายไฟอัตโนมัติ หรือระบบ SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) เข้ามาติดตั้งใช้งานโดยแบ่งฟังก์ชันการทำงานได้ 3 ประเภทดังนี้

1. ฟังก์ชันหลักซึ่งเป็นฟังก์ชันมาตรฐานของระบบ SCADA

คำว่าระบบ SCADA เป็นคำศัพท์ทางเทคนิคที่ใช้เรียกระบบควบคุมใด ๆ ก็ตามที่มีการควบคุมจากระยะไกล เช่น ระบบการส่งจ่ายน้ำประปา ระบบการส่งจ่ายก๊าซ ระบบควบคุมป้องกันน้ำท่วม หรือแม้แต่ระบบควบคุมการจราจร รวมทั้งระบบการส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าด้วย

สำหรับในระบบส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มีการกำหนดฟังก์ชันมาตรฐานระบบ SCADA ไว้ดังนี้

- Data Acquisition: ต้องมีการอ่านและเก็บรวบรวมค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดเช่น ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และสถานะปิดเปิดวงจรของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งกระจายอยู่ในระบบไฟฟ้า อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

- Data Processing and Monitoring: ต้องมีการตรวจสอบข้อมูลทีอ่าน และเก็บรวบรวมมานั้นอยู่ตลอดเวลาว่า มีข้อมูลใดผิดปกติไปจากที่ควรจะเป็นหรือไม่ ถ้ามีจะต้องมีการส่งสัญญาณเตือน (Alarm) ให้ทราบโดยทันที

- Supervisory Control: ต้องสามารถควบคุมของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งกระจายอยู่ในระบบไฟฟ้า เช่น การปิด-เปิดวงจร การเพิ่ม-ลดแท็ปหม้อแปลง เป็นต้น จากศูนย์ควบคุมสั่งการจ่ายไฟได้ทันทีตลอดเวลา

- Alarm and Events Processing: ต้องมีการบันทึกเหตุการณ์ใด ๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นในทั้งระบบการส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าและระบบควบคุมโดยจะต้องบันทึกเรียงตามลำดับวันเวลาที่เกิดเหตุการณ์ด้วยความละเอียดสูง 1 ถึง 10 ใน 1000 ส่วนของวินาที เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์แก้ไขปัญหา

2. ฟังก์ชันควบคุมการสั่งการจ่ายไฟอัตโนมัติ (Distribution Automation)

เป็นฟังก์ชันที่จะทำงานโดยอัตโนมัติตามโปรแกรมที่สั่งไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งในระบบควบคุมสั่งการจ่ายไฟอัตโนมัติประกอบด้วย

- Fault Isolation and System Restoration: เป็นฟังก์ชันตรวจสอบหาส่วนที่เกิดฟอลต์ในระบบไฟฟ้าในทุกครั้งที่มีการเสไฟฟ้าขัดข้อง โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากระบบ SCADA มาทำการวิเคราะห์ หลังจากนั้นจะทำการจ่ายไฟจากวงจรข้างเคียงให้กับผู้ใช้ไฟส่วนใหญ่ที่มีได้อยู่ในบริเวณที่เกิดฟอลต์ได้อย่างอัตโนมัติภายในเวลาไม่เกิน 3 นาที

- Volt Control: เป็นฟังก์ชันที่คอยตรวจสอบและควบคุมการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้อยู่ตลอดเวลาโดยอัตโนมัติ

- Var Control: เป็นฟังก์ชันที่คอยตรวจสอบและควบคุมค่าตัวประกอบพลังไฟฟ้า (Power Factor) ในระบบให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้อยู่ตลอดเวลาโดยอัตโนมัติ เพื่อให้การจ่ายไฟมีประสิทธิภาพสูงสุดมีหน่วยสูญเสียน้อยที่สุด

3. ฟังก์ชันสนับสนุนระบบควบคุมสั่งการจ่ายไฟ (Supporting Functions)

- Network Topology: เป็นฟังก์ชันที่ใช้วิเคราะห์การต่อเชื่อมของวงจรระบบไฟฟ้า ทำให้ทราบว่าส่วนของระบบไฟฟ้านั้น ๆ เช่น สายส่ง สายจำหน่าย หม้อแปลงไฟฟ้า ฯลฯ มีไฟหรือไม่ โดยอาศัยข้อมูลสถานะปิด/เปิดวงจรของอุปกรณ์ตัดตอนและอุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้งการตัดหรือต่อสายแบบชั่วคราวด้วย

- Dynamic Network Coloring: เป็นฟังก์ชันที่ช่วยให้ทราบหรือแยกแยะสถานะการจ่ายไฟในขณะนั้นได้อย่างรวดเร็ว โดยการแสดงสีที่แตกต่างกัน เพื่อบ่งบอกว่าส่วนใดของระบบไฟฟ้ามีไฟ, ไม่มีไฟ, เกิดฟอลต์, จ่ายโหลดเกินพิกัด หรือมีการต่อลงดินอยู่ เป็นต้น

- State Estimation , SE: เนื่องจากค่าเครื่องวัด และสถานะอุปกรณ์ ที่เก็บรวบรวมมาด้วยระบบ SCADA อาจจะไม่ถูกต้องคลาดเคลื่อน หรือบางครั้งอาจจะอ่านไม่ได้เนื่องจากอุปกรณ์ชุดควบคุม

ระยะไกลชำรุด หรือระบบสื่อสารขัดข้อง ฟังก์ชันนี้จะช่วยปรับแก้ข้อมูลดังกล่าวก่อนที่จะส่งข้อมูลต่อไปให้ฟังก์ชันประยุกต์อื่น ๆ ทำงานต่อไป

- Contingency Analysis: เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการศึกษาและตรวจสอบว่าเมื่อมีอุปกรณ์หรือระบบ ไฟฟ้าส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือหลายส่วนมีข้อขัดข้องหลุดไปจากระบบจะส่งผลให้เกิดจุดอ่อนหรือมีปัญหากับระบบที่จ่ายไฟอยู่หรือไม่อย่างไร

- Power Flow Study: เนื่องจากเราไม่สามารถที่จะติดตั้งเครื่องวัดได้ในทุก ๆ แห่งและทุกชนิดในระบบไฟฟ้า ดังนั้น ฟังก์ชันนี้จะช่วยทำการวิเคราะห์และประเมินผลทำให้ทราบสถานะการจ่ายกระแสไฟฟ้าในทุก ๆ ส่วนในขณะนั้น รวมทั้งสามารถที่จะทำการศึกษาล่วงหน้าในกรณีและสภาพการจ่ายไฟในรูปแบบต่าง ๆ กันด้วย

- Short Circuit Analysis: เป็นฟังก์ชันใช้สำหรับคำนวณค่ากระแสฟอลต์ชนิดต่าง ๆ เช่น Phase-to-ground, Phase-to-phase และ Three-phase fault และเมื่อสภาพการจ่ายไฟมีการเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลให้กระแสฟอลต์ในระบบเปลี่ยนแปลงไปด้วย และอาจจะส่งผลต่อขีดความสามารถที่จะทนทานได้ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ในระบบด้วย ซึ่งฟังก์ชันนี้จะช่วยชี้แจงให้เห็นว่าจะเกิดปัญหาอย่างไรและที่ใดบ้าง

- Load Forecast: เป็นฟังก์ชันที่ใช้สำหรับพยากรณ์ความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟ ทุกๆ ครั้งชั่วโมงในอีก 8 วันข้างหน้า โดยอาศัยหลักการ Similar day load forecast และเมื่อเวลาผ่านไปทำให้ได้ข้อมูลที่แท้จริงมา ฟังก์ชันเช่นนี้จะทำการปรับค่าพยากรณ์โดยอัตโนมัติด้วย

- Downloading: โดยปกติระบบจำหน่ายจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพการจ่ายไฟอยู่เสมอ ทำให้ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่โปรแกรมไว้ในอุปกรณ์ควบคุมระยะไกลไม่เหมาะสมกับสภาพการจ่ายไฟใน ขณะนั้น ๆ จำเป็นต้องมีการปรับตั้งใหม่ ดังนั้น ฟังก์ชันนี้จะช่วยให้การดำเนินการดังกล่าวสามารถทำได้สะดวกโดยการโปรแกรมระยะไกลจากศูนย์

- Quality of Service Indices: เมื่อมีเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้อง ระบบคอมพิวเตอร์จะทำการประมวลผลผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้ไฟ ตลอดจนบริเวณที่ไฟดับ ว่าอยู่ในเขตเมือง เขตชนบท หรือเขตอุตสาหกรรมแล้วเก็บบันทึกไว้ สำหรับการจัดทำรายงานสถิติและดัชนีความมั่นคงในการจ่ายไฟในรูปแบบต่างกันได้

- Disturbance Data Collection: เนื่องจากชุดควบคุมระยะไกลที่จัดหามาพร้อมกับระบบนี้มีความสามารถในการตรวจสิ่งผิดปกติ เช่น Harmonics และ Waveshape Fault ได้ด้วยและจะเก็บรวบรวมข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาภายหลังในเรื่องคุณภาพของระบบไฟฟ้า (Power Quality)

- Historical Information System, HIS: เป็นระบบการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอดีต ทั้งการจัดเก็บ การวิเคราะห์ และการจัดทำรายงานในรูปแบบต่าง ๆ โดยระบบนี้จะต้องเป็น Relational

Database Management System เช่น ORACLE และจะต้องมีความสามารถทำ SQL interactive query ได้ด้วย

- Dispatching Training Simulator: เป็นระบบสำหรับใช้ในการฝึกอบรม และพัฒนานุเคราะห์ด้านการควบคุมการจ่ายไฟด้วยระบบคอมพิวเตอร์ให้มีมาตรฐานเดียวกัน สามารถใช้งานระบบจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมั่นใจ ระบบนี้จะมีติดตั้งเฉพาะที่ศูนย์ฯ ที่ จ.นครปฐม เท่านั้น แต่จะสามารถจำลองระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าเขตใดก็ได้ จึงใช้ฝึกพนักงานได้ทุกการไฟฟ้าเขต และสามารถทำงานได้ ครบทุกฟังก์ชันเช่นเดียวกับระบบจริง โดยผู้ฝึกสอนสามารถจำลองเหตุการณ์ในกรณีต่าง ๆ ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำการแก้ไขปัญหา

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า SE เป็นส่วนหนึ่งของฟังก์ชันสนับสนุนระบบควบคุมสั่งการจ่ายไฟและเป็นฟังก์ชันหนึ่งที่มีความสำคัญในส่วนที่จะช่วยปรับแก้ไขข้อมูลค่าการวัดที่ไม่ทราบค่าก่อนที่จะส่งข้อมูลต่อไปให้ฟังก์ชันประยุกต์อื่น ๆ ทำงานต่อไปได้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะมุ่งเน้นที่การหาความเพียงพอของค่าการวัดในวงจรข่าย (Network Observability , NO) โดยจะทำการศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks ,ANNs) ในการหา NO ในระบบไฟฟ้ากำลังเพื่อนำไปสู่การทำ SE ของระบบไฟฟ้าการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) โดยใช้ Neural Network Toolbox ของโปรแกรม MATLAB เวอร์ชัน 6.5 ทำการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ค่าย้อนกลับ (Back propagation , BP) และแบบ GRNN (Generalized Regression Neural Networks) เรียนรู้ปริมาณของชุดค่าวัดที่สมบูรณ์สำหรับระบบซึ่งประกอบด้วยค่าวัดอินเจกชัน (Injection Measurement) ที่แต่ละบัสและค่าวัดโฟลว์ (Flow Measurement) แต่ละไลน์ของวงจรข่าย (Network) เพื่อหาว่าระบบไฟฟ้านั้น มีความเพียงพอของค่าการวัดหรือไม่ (Observability หรือ Unobservability) โดยจะนำผลลัพธ์ที่ได้จาก ANNs เปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยการลดทอนเมตริกซ์จาโคเบียนของค่าวัด (Measurement Jacobian Matrix Reduction , MJMR)

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ANNs ถูกพบว่ามีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของการจับคู่การทำงาน (Functional Mapping) ระหว่างตัวแปรอินพุตและตัวแปรเอาต์พุต ซึ่งทำโดยการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ของชุดเซลล์ประสาท (Neuron) ที่เชื่อมโยงกันโดยเป็นไปตามกฎการเรียนรู้ ในทางการคำนวณ ANNs มีประโยชน์และให้ความสะดวกในการประมวลผลที่รวดเร็วมาก

การใช้วิธี ANNs ทำให้สามารถหาค่าได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ และสามารถเรียนรู้ฟังก์ชันต่อเนื่องทั้งแบบเป็นเชิงเส้นและแบบไม่เป็นเชิงเส้นได้หลายชนิดภายใต้ขอบเขตข้อมูลการเรียนรู้ ซึ่ง ANNs นั้นสามารถทำการปรับเปลี่ยนฟังก์ชันการถ่ายโอน (Transfer Function) เพื่อให้ ANNs นั้นมีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลมากที่สุด ANNs ที่นำมาใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือโครงข่ายประสาทเทียมแบบ BP ที่มีชั้นซ่อน 2 ชั้นและ ANNs อีกแบบที่นำมาใช้คือ โครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN ส่วนชุดข้อมูลสำหรับฝึกสอนและทดสอบจะได้มาจากการสมมุติฐานค่าการวัดที่อาจเกิดขึ้นได้ในระบบและนำมาวิเคราะห์หา NO โดยวิธีการ MJMR ซึ่งคำตอบที่ได้จาก ANNs จะมีความถูกต้องและแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่ดีถึงดีมาก หากข้อมูลของระบบไฟฟ้าที่นำมาให้ ANNs เรียนรู้มีปริมาณและคุณภาพเพียงพอ

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1. ทำการศึกษาทฤษฎีและการทำงานของ SE ของระบบไฟฟ้ากำลังและการวิเคราะห์ NO (Network Observability)
2. ศึกษาวิธีการวิเคราะห์ NO โดยการลดทอนเมตริกซ์จาโคเบียนของค่าวัด
3. ทดสอบด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบ BP และโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN
4. เปรียบเทียบผลลัพธ์ของความเพียงพอของค่าวัดจากข้อมูลทดสอบที่ได้และประสิทธิภาพจากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ BP และแบบ GRNN

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

1. ศึกษาสถาปัตยกรรมและการใช้งานของโครงข่ายประสาทเทียมชนิดการเรียนรู้แบบ BP (Back - Propagation Algorithm) และโครงข่ายประสาทเทียมชนิด GRNN (Generalized Regression Algorithm)
2. ศึกษาการใช้งาน Neural Network Toolbox ของโปรแกรม MATLAB 6.5
3. ศึกษาทฤษฎีและการทำงานของ SE ของระบบไฟฟ้ากำลังและการวิเคราะห์ NO
4. ศึกษาวิธีการวิเคราะห์ NO โดยวิธีการ MJMR
5. จัดเตรียมหาระบบไฟฟ้ากำลังแบบ 8 บัส ระบบ 115 kV ของ กฟภ. และแบบ 14 บัส ระบบ 230 kV ของ กฟผ. มาทำการศึกษา
6. สมมุติฐานค่าการวัดที่อาจเกิดขึ้นได้ในระบบและนำมาวิเคราะห์หา NO โดยวิธีการ MJMR เพื่อนำมาใช้เป็นชุดข้อมูลฝึกสอนและทดสอบ
7. จัดเตรียมชุดข้อมูลฝึกสอนและชุดข้อมูลทดสอบประสิทธิภาพสำหรับหา NO ด้วย ANNs

8. ทดลองฝึกสอนและทดสอบประสิทธิภาพด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบ BP และแบบ GRNN
9. เปรียบเทียบความถูกต้องของการหา NO จากข้อมูลทดสอบที่ได้จากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมทั้ง 2 แบบกับวิธีการ MJMR
10. เปรียบเทียบผลลัพธ์ของ NO จากข้อมูลทดสอบที่ได้และประสิทธิภาพจากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ BP และแบบ GRNN

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำประโยชน์ที่ได้จาก ANNs มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ NO ในระบบไฟฟ้า ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของ SE และยังสามารถใช้ได้กับระบบไฟฟ้าจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วกว่าวิธีเดิม ๆ (ประเภทเชิงตัวเลขและเชิงโทโปโลยี)
2. สามารถนำผลการศึกษาที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาแก้ไขปัญหาระบบไฟฟ้าที่มีค่าวัดไม่เพียงพอ (Unobservable) โดยอาจจำเป็นต้องติดตั้งมิเตอร์เพิ่มเติมในบางตำแหน่ง
3. สามารถนำโครงข่ายประสาทเทียมไปวิเคราะห์ NO ในระบบไฟฟ้า สำหรับการวางแผนและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าให้มีความเชื่อถือได้สูง เช่นกรณีที่เกิดความผิดพลาดด้านการติดต่อสื่อสาร การเปลี่ยนแปลงของโทโปโลยี (Topology) ของระบบหรือการล้มเหลวของมิเตอร์ในบางครั้งซึ่งนำไปสู่กรณีที่สถานะของทั้งระบบไม่สามารถประเมินได้