

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

อัตราการเติบโตของความต้องการใช้ไฟฟ้า (Electricity Demand Growth) ขึ้นอยู่กับอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ (Economic Growth) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนในด้านการจัดการระบบไฟฟ้ากำลัง ทั้งในด้านการผลิต ส่งและจำหน่ายกำลังไฟฟ้า เพื่อรองรับการเติบโตความต้องการไฟฟ้าด้วยการยกระดับมาตรฐานของระบบไฟฟ้ากำลังให้มีคุณภาพ มีความมั่นคงมากยิ่งขึ้นและเพื่อป้องกันปัญหาการขาดแคลนไฟฟ้าในอนาคตหรือเกิดไฟฟ้าดับทั้งเมือง (Blackouts) ของผู้ใช้ไฟฟ้า สำหรับการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนระบบไฟฟ้ากำลัง ซึ่งหลักการของการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าจะต้องคำนึงถึงเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการปักเสาพาดสาย จำนวนวงจรและขนาดของสายส่งเส้นใหม่ ซึ่งเป็นปัจจัยในการกำหนดพิกัดของระบบส่งกำลังไฟฟ้า ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างรวมทั้งเงื่อนไขต่างๆ ทางด้านระบบไฟฟ้ากำลังและทางด้านเศรษฐศาสตร์

F. Evans และคณะ [1] กล่าวว่าเมื่อต้องมีการตัดสินใจในการลงทุนก่อสร้างสายส่งเส้นใหม่สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงนั้นก็คือ การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในอนาคต ปัญหาของสายส่งเกินพิกัด การเตรียมงบประมาณที่ใช้สำหรับลงทุนก่อสร้างสายส่งเส้นใหม่ในอนาคต เส้นทางที่เหมาะสมของสายส่งเส้นใหม่และตำแหน่งที่ตั้งของโรงไฟฟ้า เป็นต้น ดังนั้นปัญหาการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าจะเป็นขั้นตอนสุดท้ายสำหรับปัญหาการวางแผนระบบไฟฟ้ากำลังเพื่อให้ครอบคลุมถึงเงื่อนไขของระบบไฟฟ้ากำลังและทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพราะฉะนั้นถ้ามีการวางแผนระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ดีจะทำให้เกิดผลประโยชน์ในระยะยาว เพราะถ้าก่อสร้างสายส่งในสถานที่ที่มีการใช้กำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมก็จะสามารถให้ผลตอบแทนจากการลงทุนก่อสร้างสายส่งเส้นใหม่ที่ดี ในทางกลับกัน ถ้าก่อสร้างสายส่งในเส้นทางที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยก็จะทำให้ได้ผลตอบแทนจากการก่อสร้างสายส่งเส้นใหม่ที่ไม่ดีและยังผลให้ระบบไฟฟ้ากำลังมีเสถียรภาพน้อยลงตามไปด้วย

การวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการวางแผนระบบไฟฟ้ากำลัง โดยหลักการของการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าคือ การค้นหารูปแบบโครงข่าย (Network) ของวงจรระบบส่งกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม โดยสามารถรองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าที่

เพิ่มขึ้นในช่วงเวลาของการวางแผนซึ่งอาจจะเป็น 5 ปีหรือ 10 ปี ซึ่งรูปแบบโครงข่ายของระบบส่งกำลังไฟฟ้าที่ดีนั้นนอกจากจะต้องพิจารณาโดยคำนึงถึงเงื่อนไขบังคับทางกายภาพแล้วต้องพิจารณาปัจจัยทางด้านการลงทุนที่เหมาะสมด้วย

ในการวางแผนเพื่อได้ระบบส่งกำลังไฟฟ้าที่เป็นไปตามฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นส่วนใหญ่มักจะใช้เทคนิคการหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization technique) ในการค้นหาคำตอบ โดยจำลองปัญหาของการขยายระบบส่งให้อยู่ในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เรียกว่า โปรแกรมผสมจำนวนเต็มไม่เป็นเชิงเส้น (Mixed Integer Non Linear Programming: MINLP) จากนั้นจะใช้เทคนิคต่างๆ ในการค้นหารูปแบบโครงข่ายของระบบส่งกำลังไฟฟ้าให้เหมาะสมที่สุดภายใต้เงื่อนไขของระบบไฟฟ้ากำลัง โดยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาคือ ทำให้ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสายส่งเส้นใหม่ที่ต่ำที่สุด (Minimize installation cost) และค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบส่งกำลังไฟฟ้าขณะจ่ายไฟต่ำที่สุด (Minimize power losses) โดยจะมองว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบขณะจ่ายไฟนั้นเป็นค่าใช้จ่ายอย่างหนึ่ง ซึ่งจะอยู่ในรูปของต้นทุนการปฏิบัติงาน (Operation cost) นั่นเอง ในการแก้ปัญหการวางแผนจะต้องคำนึงถึงเงื่อนไขต่างๆ แล้ว ระบบส่งจะต้องคงรูปแบบของการเป็นระบบโครงข่าย (Network) อีกด้วย สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงเน้นเฉพาะต้นทุนที่เกิดจากการลงทุนก่อสร้างสายส่งเส้นใหม่เท่านั้น

สำหรับการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าโดยพื้นฐานแล้วจะเกี่ยวข้องกับการเลือกตำแหน่งและจำนวนวงจรของสายส่งเส้นใหม่ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งระบบไฟฟ้ากำลังที่ออกแบบมานั้นจะต้องสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอและมีความเชื่อถือได้มากที่สุด โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น กำลังไฟฟ้าสมดุล พิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พิกัดการไหลของกำลังไฟฟ้าในสายส่งและจำนวนวงจรสายส่งเส้นใหม่ เป็นต้น เพื่อที่จะทำให้การแก้ไขปัญหการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น จึงได้มีการศึกษาและค้นหาวิธีการใหม่ๆ ในการแก้ปัญหการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าโดยต้องการลดระยะเวลาในการค้นหาคำตอบและคุณภาพของคำตอบที่ดียิ่งขึ้น เป็นต้น

สำหรับวิธีการที่ผู้วิจัยจะนำเสนอเป็นวิธีการทางเมตา-ฮิวริสติก (Meta-Heuristic) ที่เพิ่งถูกนำมาประยุกต์ใช้สำหรับแก้ปัญหการหาค่าเหมาะสมที่สุดเมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมา นั่นก็คือ วิธีฝูงมด (Ant Colony Optimization: ACO) โดยทั่วไปแล้ววิธีฝูงมดมีลักษณะการค้นหาลำคัลกับวิธีการค้นหาวิธีการอื่นๆ ตรงที่ในการค้นหาแต่ละครั้งเริ่มจากการกำหนดหรือสุ่มคำตอบ (Randomly of solutions) เริ่มต้นจากคำตอบที่เป็นไปได้ (Feasible solution) และพยายามค้นหาคำตอบที่ดีกว่าไปเรื่อยๆ โดยใช้หลักการของการค้นหาคำตอบจากบริเวณใกล้เคียงของคำตอบเดิม

(Neighborhood Search: NS) ส่วนข้อแตกต่างของวิธีฝูงมดนั้นมีคุณลักษณะเด่นที่สำคัญคือ การกำหนดหรือสุ่มคำตอบหลายคำตอบโดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น (Probability) และใช้ข้อมูลฮิวริสติก (Heuristic Information) ในการตัดสินใจพร้อมทั้งทำการค้นหาคำตอบแบบขนาน (Parallel Computer) การดำเนินการลักษณะนี้ทำให้การค้นหาคำตอบของวิธีฝูงมดมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการอื่นๆ อีกทั้งยังสามารถหลีกเลี่ยงคำตอบที่เหมาะสมเฉพาะถิ่น (Local solution) เนื่องจากมีหน่วยความจำในการจดจำข้อมูลในการค้นหาที่ผ่านมาแล้วและเหมาะสมสำหรับปัญหาที่มีตัวแปรเป็นจำนวนเต็ม (Integer Variable)

สำหรับการแก้ปัญหาการวางแผนขยายระบบส่งโดยนำเอาวิธีฝูงมด ซึ่งเป็นวิธีการสุ่มเลือกคำตอบอย่างมีเหตุผลและเป็นวิธีการที่เป็นไปตามแบบธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าเป็นปัญหาที่มีคำตอบที่เป็นไปได้จำนวนมากและมีเงื่อนไขในการค้นหาคำตอบ ดังนั้นวิธีฝูงมดจึงช่วยให้สามารถเลือกเส้นทางและจำนวนวงจรที่เหมาะสมที่สุดของการขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าได้เป็นอย่างดีอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากวิธีการดังกล่าวมีข้อได้เปรียบกว่าวิธีการอื่นคือ ในด้านของความเร็วและประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบ อีกทั้งมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการนำไปใช้งานและเหมาะสำหรับการแก้ไขปัญหามีตัวแปรตัดสินใจเป็นจำนวนเต็ม (Integer Variable) ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงนำเสนอการประยุกต์ใช้วิธีฝูงมดสำหรับแก้ไขปัญหาการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าแบบขั้นตอนเดียว ผลที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอจะนำไปเปรียบเทียบกับวิธีพันธุกรรมแบบดั้งเดิม (Conventional Genetic Algorithm: CGA) โดยใช้เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าแบบ ดี.ซี (Dc power flow)

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาการนำเอาวิธีฝูงมดมาประยุกต์ใช้สำหรับการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

1.2.2 ศึกษาเปรียบเทียบและวิเคราะห์วิธีการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้า ที่มีอยู่ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

1.2.3 พัฒนาวิธีฝูงมดในการแก้ปัญหาการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมและมีความยืดหยุ่นในทางปฏิบัติมากยิ่งขึ้น

1.3 ระเบียบวิธีการวิจัย

1.3.1 ศึกษาวิธีการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าเพื่อเป็นแนวทางการทำวิจัย

1.3.2 กำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์คือ ต้นทุนในการลงทุนก่อสร้างสายส่งเส้นใหม่มีค่าที่ต่ำที่สุด

1.3.3 กำหนดเงื่อนไขบังคับ ได้แก่ การสมดุลไฟฟ้า (Power Balances) สมการการไหลกำลังไฟฟ้าของวงจรสมมูลแบบ ดี.ซี. (DC Power Flow) พิกัดการไหลกำลังไฟฟ้าของระบบส่ง (Transmission Capacity Limits) พิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generation Limits) พิกัดของจำนวนวงจรสายส่งเส้นใหม่ (Rights-of-Way Limits)

1.3.4 ศึกษาการไหลของกำลังไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ากำลังที่จะใช้ทดสอบเพื่อหาปริมาณการไหลของกำลังไฟฟ้าที่巴士ทุก巴士และสายส่งทุกเส้นโดยใช้วิธีนิวตัน-ราฟสัน

1.3.5 ใช้วิธีการหาค่าเหมาะสมที่สุดด้วยวิธีฝูงมดในการคำนวณหาตำแหน่งและจำนวนวงจรที่เหมาะสมที่สุดของสายส่งเส้นใหม่ตามฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด

1.3.6 บันทึกผลการทดสอบ

1.3.7 วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลจากการทดสอบร่วมกับวิธีการอื่นๆ

1.3.8 จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.4 ขอบเขตและสมมติฐานของงานวิจัย

1.4.1 พิจารณาเฉพาะต้นทุนที่เกิดจากค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างสายส่งเส้นใหม่เท่านั้น

1.4.2 ต้นทุนของสายส่งที่ใช้ในงานวิจัยได้รวมต้นทุนอนาคตแล้ว

1.4.3 พิจารณาเฉพาะการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าแบบขั้นตอนเดียว (Single Stage) เท่านั้น

1.4.4 ความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคตเป็นข้อมูลที่ทราบล่วงหน้าอย่างแน่นอน (Deterministic Approach)

1.4.5 รูปแบบการไหลของกำลังไฟฟ้าในโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1.5.1 มีการสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่เป็นสาระสำคัญของการทำงานวิจัย ที่ถูกนำเสนอในรูปแบบของบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ และเอกสารประกอบการประชุมวิชาการทั้งในและต่างประเทศได้

1.5.2 สามารถวิพากษ์ข้อดีและข้อเสียของวิธีการที่นำเสนอเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ ได้

1.5.3 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำองค์ความรู้นี้ไปกำหนดได้เป็นแนวทางในการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าได้

1.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1.6.1 คอมพิวเตอร์แบบพกพา Intel Core 2 Duo Processor 1.73 GHz 1.50 GB of Ram

1.6.2 โปรแกรมสำเร็จรูป MATLAB version 2008b

1.7 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็น 5 บท มีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้

บทที่ 1 กล่าวถึง บทนำของการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้า ความสำคัญของการวางแผนระบบส่ง วิธีที่นำเสนอการแก้ปัญหาและภาพรวมของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

บทที่ 2 กล่าวถึง การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแก้ปัญหการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องอันได้แก่ การศึกษาการไหลของกำลังไฟฟ้า เทคนิคพื้นฐานของการหาค่าเหมาะสมที่สุด การจำลองปัญหาการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้า พื้นฐานของวิธีการหาค่าเหมาะสมที่สุดด้วยวิธีฝูงมดและวิธีพันธุกรรมแบบดั้งเดิม

บทที่ 3 กล่าวถึง การจำลองปัญหาการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าโดยใช้วิธีฝูงมด แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบส่ง ขั้นตอนการแก้ปัญหการขยายระบบส่งและตัวอย่างการแก้ปัญหการวางแผนขยายระบบส่ง

บทที่ 4 กล่าวถึง รายละเอียดของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลังและผลการทดสอบที่ได้จากการใช้วิธีการที่นำเสนอในการวางแผนขยายระบบส่งกำลังไฟฟ้าพร้อมทั้งเปรียบเทียบผลการทดสอบกับวิธีการพันธุกรรมแบบดั้งเดิม

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการทดสอบของงานวิจัย ข้อจำกัดของงานวิจัยเล่มนี้และแนวทางการพัฒนางานวิจัย