บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิเคราะห์การไหลของกำลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ากำลัง ปัจจุบันจะนิยมวิธีการคำนวณแบบวนซ้ำด้วยวิธีนิวตันราฟสัน (Newton-Raphson power flow) ซึ่งจะเป็นการจัดสมการในรูปของตัวแปรที่ทราบค่าและไม่ทราบค่า และแทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าลงในสมการเพื่อหาคำตอบค่าแรงดันและมุมเฟสที่แต่ละสถานีไฟฟ้า ผลลัพธ์ที่ได้จะสามารถนำมาคำนวณตัวแปรอื่นในระบบไฟฟ้ากำลังได้ เช่น กำลังงานรีแอคทีฟของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กำลังงานที่ไหลในสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น

อย่างไรก็ตามวิธีการหาคำตอบที่ใช้ในปัจจุบันยังอยู่บนพื้นฐานของการประมาณค่ากำลังงานไฟฟ้าที่ภาระเป็นแบบกำลังงานคงที่ และการวิเคราะห์ที่สามารถคำนึงถึงการตอบสนองของภาระต่อแรงดันและความถี่รวมทั้งการตอบสนองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ถูกเสนอโดย D. Thukaram และคณะ (1984) ซึ่งวิธีการนี้มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาปรับปรุงประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังที่มีภาระในรูปแบบที่หลากหลายกว่าเดิมในปัจจุบันและมีการกระจายการผลิตไปในระบบไฟฟ้าที่มากขึ้น โดยเฉพาะในกรณีของโครงข่ายอัจฉริยะซึ่งเป็นระบบที่บริหารจัดการระบบไฟฟ้ารวมตั้งแต่ส่วนการผลิตจนถึงผู้ใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการโครงข่ายอัจฉริยะ (Smart Grid) ได้ถูกเสนอในหลากหลายรูปแบบ โดย J. Kim และ H. Park (2011) ได้เสนอแนวทางระยะยาวในการปรับปรุงระบบไฟฟ้ากำลังเพื่อก้าวไปสู่การเป็นโครงข่ายอัจฉริยะโดยใช้กรณีศึกษาของเกาะ Jeju ประเทศเกาหลี ซึ่งจะต้องคำนึงถึงนโยบายของประเทศที่ชัดเจนและทำอย่างจริงจัง

L. R. Varasquim และ V. R. Oliverira (2010) ได้เสนอแนวทางในการวางแผนและดำเนินการปรับปรุงระบบไฟฟ้ากำลังเพื่อใช้หลักการของโครงข่ายอัจฉริยะ รวมทั้งได้ให้ภาพรวมของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องสำหรับการใช้ระบบโครงข่ายอัจฉริยะ A. P. S. Meliopoulos และคณะ (2011) ได้เสนอวิธีการในการวางโครงสร้างและจัดการโครงข่ายอัจฉริยะให้มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงการป้องกันระบบ การจัดการภาระไฟฟ้า การลดความสูญเสียกำลังไฟฟ้า และการเพิ่มความเชื่อถือได้ของระบบ A. Molderinkและคณะ (2011) ได้เสนอวิธีการบริหารจัดการโครงข่ายไฟฟ้าในภาพรวมซึ่งรวมเอาการจัดการภาระเข้ามาพิจารณาร่วมกับการจัดการผลิตไฟฟ้า ในรูปแบบตามเวลาจริงซึ่งจะทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานของระบบมากขึ้น

ในส่วนของการจำลองและวิเคราะห์โครงข่ายอัจฉริยะ R. Podmore และ M. R. Robinson (2010) ได้เสนอแบบจำลองที่สะท้อนความเป็นจริงในการทำงานของโครงข่ายอัจฉริยะ ทั้งในด้านการจัดการพลังงานไฟฟ้าและพฤติกรรมของภาระไฟฟ้าในระบบ สำหรับประเทศไทยได้ให้ความ

สนใจเรื่องโครงข่ายอัจฉริยะเช่นเดียวกัน โดยได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำแนวทางดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ให้ระบบไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้นการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าที่สะท้อนความเป็นจริงของส่วนต่าง ๆ ในโครงข่ายอัจฉริยะจึงเป็นความสำคัญพื้นฐานในการพัฒนาแนวทางในการปรับปรุงระบบไฟฟ้ากำลังและประยุกต์ใช้หลักการของโครงข่ายอัจฉริยะในอนาคต

นอกจากนี้การวิเคราะห์การไหลของกำลังงานไฟฟ้าที่เหมาะที่สุด (Optimal Power Flow, OPF) ยังเป็นวิธีที่ใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการและวางแผนระบบไฟฟ้ากำลังในปัจจุบัน โดยวัตถุประสงค์หลักของการวิเคราะห์ OPF คือการหาคำตอบการไหลของกำลังงานไฟฟ้าที่มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด โดยเป็นไปตามเงื่อนไขสมดุลของกำลังงานไฟฟ้าและขอบเขตของอุปกรณ์และการทำงานของระบบไฟฟ้ากำลัง [M. Huneault and F. Galiana, 1991] การศึกษาแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหา OPF ในปัจจุบันจะนิยมพิจารณาที่สภาวะการทำงานที่สนใจเพียงจุดเดียว (Deterministic OPF) ซึ่งไม่สามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความไม่แน่นอน เป็นต้นว่า ภาระไฟฟ้าในระบบ [M. E. El-Hawary and G. A. N. Mbamalu, 1988; M. Shukla and G. Radman, 2005, X. Li, Y. Li, and S. Zhang, 2008] ลักษณะของราคาเสนอขายไฟฟ้าในตลาดกลางไฟฟ้า [G. Verbic, A. Schellenberg, W. Rosehart, and C. A. Canizares, 2006; Z. N. C. Viray and A. C. Nerves, 2010] และตัวแปรอื่น ๆ ที่มีความคลาดเคลื่อนได้ในการพยากรณ์สภาวะของระบบไฟฟ้ากำลัง

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการเชื่อมโยงปัจจัยที่ไม่แน่นอนในการจำลองปัญหา ในลักษณะของการหาคำตอบการไหลของกำลังงานไฟฟ้าที่เหมาะที่สุดแบบความน่าจะเป็น (Probabilistic Optimal Power Flow, POPF) ซึ่งก็ได้มีการเสนอขึ้นในงานวิจัยหลายชิ้น [M. E. El-Hawary and G. A. N. Mbamalu, 1988; M. Shukla and G. Radman, 2005, X. Li, Y. Li, and S. Zhang, 2008; G. Verbic, A. Schellenberg, W. Rosehart, and C. A. Canizares, 2006; Z. N. C. Viray and A. C. Nerves, 2010; A. Schellenberg, W. Rosehart, and J. Aguad, 2005; H. Zhang and P. Li, 2010]

ในการพัฒนาแบบจำลอง OPF ได้มีการเสนอในหลายรูปแบบ เป็นต้นว่า

[M. E. El-Hawary and G. A. N. Mbamalu, 1988] ได้เริ่มเสนอการวิเคราะห์ปัญหา OPF แบบ stochastic ที่มีการพิจารณาความไม่แน่นอนในปัญหา OPF และหาคำตอบด้วยวิธีการนิวตัน

[M. Shukla and G. Radman, 2005] ได้นำเสนอวิธีการคำนวณค่าภาระสูงสุดที่ระบบจะสามารถจ่ายได้โดยจำลองภาระของระบบแบบความน่าจะเป็น

[A. Schellenberg, W. Rosehart, and C. A. Canizares, 2006] ได้เสนอวิธีการคำนวณด้วยวิธี cumulant ในการหาคำตอบ POPF ที่ลดระยะเวลาในการคำนวณลง

[G. Verbic, A. Schellenberg, W. Rosehart, and C. A. Canizares, 2006] ได้ศึกษาถึงการประยุกต์ใช้หลักการของ POPF ในตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าโดยใช้ two-point estimate และวิธีการ cumulant ในการวิเคราะห์

[X. Li, Y. Li, and S. Zhang, 2008] ได้เสนอกระบวนการคำนวณ POPF โดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของภาระและคำนวณด้วยวิธีการ first-order second-moment method (FOSMM)

[Z. N. C. Viray and A. C. Nerves, 2010] ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ปัญหา POPF ที่พิจารณารวมการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าและบริหารในตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้า

[H. Zhang and P. Li, 2010] ได้ศึกษาผลกระทบของตัวแปรที่ไม่แน่นอนต่อการวิเคราะห์ปัญหา POPF ด้วยวิธีการมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation, MCS)

อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ปัญหา POPF ที่มีผู้เสนอไว้ดังกล่าวจะใช้แบบจำลองความน่าจะเป็นของภาระไฟฟ้าที่เป็นการกระจายแบบปกติ (Normal Probability Distribution Function, PDF) บนหลักการของการใช้เส้นโค้งภาระรายวันหรือตลอดปี ซึ่งในทางปฏิบัติลักษณะความน่าจะเป็นของภาระไฟฟ้าอาจไม่เป็นการกระจายตัวแบบปกติ นอกจากนี้การวิเคราะห์โดยใช้ภาระรายวันหรือตลอดปีอาจไม่สะท้อนคุณลักษณะความไม่แน่นอนของภาระจริงในการใช้บริหารจัดการระบบไฟฟ้ากำลังรายชั่วโมง

ในงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นเพิ่มเติมในการศึกษาและประเมินความเหมาะสมของการจำลองความน่าจะเป็นของภาระในระบบในทางสถิติ โดยศึกษาการจำลองด้วยฟังก์ชันไวบูลล์ และประเมินความสอดคล้องด้วยวิธี Akaike Information Criteria (AIC) [H. Akaike, 1974] และพัฒนาแบบจำลองและวิธีการคำนวณที่ดีขึ้นในการคำนวณ POPF