บทที่ 1

บทนำทั่วไป

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โดยทั่วไปการดำเนินการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายให้กับลูกค้านั้นผู้ผลิตพลังงานไฟฟ้ามักคำนึงถึงปัญหาทางด้านเศรษฐศาสตร์และเทคนิคควบคู่กันไปเสมอ กล่าวคือ ต้องสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการของลูกค้า และในขณะเดียวกันต้องทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำอีกด้วย

ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กันในประเทศไทยและสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวเป็นระบบพลังน้ำร่วมกับระบบพลังความร้อน (Hydro-thermal power generation system) ระบบพลังน้ำหรือระบบพลังความร้อนก็ดี ต่างก็มีข้อจำกัดในการผลิตพลังงานไฟฟ้า เช่น โรงไฟฟ้าพลังน้ำมีข้อจำกัดในด้านปริมาณน้ำที่ขึ้นกับธรรมชาติและขนาดของอ่างเก็บน้ำ โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนก็มีข้อจำกัดในด้านเชื้อเพลิงและการเดินเครื่อง นอกจากนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละชนิดเองก็มีข้อจำกัดในการทำงานเฉพาะตัว โรงไฟฟ้าพลังน้ำมีค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำเมื่อเทียบกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อน แต่เนื่องจากข้อจำกัดในการผลิตดังกล่าวข้างต้นจึงมักทำให้โรงไฟฟ้าพลังน้ำมีกำลังการผลิตไม่สูงนัก ดังนั้นลำพังโรงไฟฟ้าพลังน้ำอย่างเดียวอาจไม่สามารถตอบสนองความต้องการพลังไฟฟ้าได้อย่างพอเพียง จึงจำเป็นต้องมีการผลิตพลังงานไฟฟ้าร่วมกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อน ซึ่งสามารถมีกำลังผลิตสูง อย่างไรก็ดียังมีการไฟฟ้าบางแห่งที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการพลังงานไฟฟ้าได้โดยเฉพาะในช่วงโหลดสูงสุด (Peak load) ของตนหรือค่าใช้จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าในช่วงดังกล่าวมีค่าสูง จึงจำเป็นหรือมีความเหมาะสมที่จะต้องนำเข้าพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าอื่น และในทางกลับกันก็อาจมีอีกการไฟฟ้าหนึ่งที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เกินความต้องการของตน ซึ่งสามารถส่งออกพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้เกิดการซื้อ-ขายหรือแลกเปลี่ยน (Interchange) ไฟฟ้าขึ้นในระบบ

การซื้อ-ขายไฟฟ้าระหว่างการไฟฟ้าด้วยกันนี้ นอกจากจะเป็นการทำธุรกิจแล้วยังอาจเป็นการเพิ่มขนาดกำลังการผลิตสำรองได้ และเพิ่มเสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลังให้ดีขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้รายรับของการไฟฟ้าที่ส่งขายไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันค่าใช้จ่ายรวมในการผลิตของการไฟฟ้าที่ทำการซื้อไฟฟ้าลดลง จากสาเหตุดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า การซื้อ-ขายไฟฟ้าระหว่างการไฟฟ้ามีผลกระทบต่อการดำเนินกิจการของการไฟฟ้ามากพอสมควร ดังนั้นใน

การดำเนินการผลิตไฟฟ้าในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนของแต่ละการไฟฟ้า จึงต้องมีการพิจารณาถึงการซื้อ-ขายไฟฟ้าอย่างจริงจังเพื่อให้เกิดผลประโยชน์สูงสุด

การดำเนินการผลิตไฟฟ้าด้วยระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึงการซื้อ-ขายกำลังไฟฟ้าจะได้รับประโยชน์สูงสุดได้นั้น ก็ต่อเมื่อการไฟฟ้ารู้จักวางแผนกำหนดการผลิตได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับเงื่อนไขการผลิตและรักษาระดับการจ่ายและความต้องการไฟฟ้าให้มีความสมดุลกันได้ตลอดเวลา ซึ่งควรต้องมีขั้นตอนการพิจารณาดังต่อไปนี้

1) โรงไฟฟ้าหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใดควรจะเข้าทำการผลิตและต่อเข้ากับระบบ (On-line) ในแต่ละชั่วโมง

2) โรงไฟฟ้าหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ได้ต่อเข้ากับระบบอยู่นั้น ควรจะมีกำลังการผลิตขนาดเท่าใดในแต่ละชั่วโมง

3) ควรจะส่งออกหรือนำเข้าพลังงานไฟฟ้าในเวลาใด กับใคร และจำนวนเท่าไร

ข้อควรพิจารณาทั้ง 3 ประการดังกล่าวต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขการผลิตของแต่ละระบบซึ่งสอดคล้องกับความต้องการไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละชั่วโมง เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดในช่วงเวลาที่พิจารณา

โดยทั่วไปการวางแผนกำหนดการผลิต (Generation scheduling) นั้นแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วงเวลาคือ การวางแผนกำหนดการผลิตระยะยาว (Long-term scheduling) ซึ่งมีขอบเขตเวลาศึกษาอยู่ช่วง 1 ปี ถึง 5 ปี การวางแผนกำหนดการผลิตระยะกลาง(Medium-term หรือ Seasonal scheduling) มีขอบเขตเวลาศึกษาอยู่ช่วง 6-12 เดือน และการวางแผนกำหนดการผลิตระยะสั้น (Short-term scheduling) มีขอบเขตเวลาศึกษาอยู่ในช่วง1วันถึง1สัปดาห์

การวางแผนกำหนดการผลิตในระยะยาวและในระยะกลาง เกี่ยวพันถึงการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า ปริมาณน้ำที่ขึ้นกับธรรมชาติ ปริมาณและราคาเชื้อเพลิง ตลอดถึงความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ วิธีการวางแผนระยะยาวส่วนมากจะใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น(Probability) [6] ส่วนการวางแผนกำหนดการผลิตในระยะสั้น มักเกี่ยวพันกับการปฏิบัติงานจริงๆในแต่ละชั่วโมง แต่ละวัน และแต่ละสัปดาห์ เช่น การควบคุมการผลิต การควบคุมการซื้อ-ขาย การกำหนดตารางเดินเครื่อง และตารางการจ่ายกำลังไฟฟ้าตลอดถึงการบำรุงรักษาระบบผลิตในช่วงเวลาที่กำหนด อนึ่งช่วงเวลาศึกษาเป็นช่วงเวลาที่สั้นข้อมูลต่างๆเช่น ปริมาณน้ำ ปริมาณเชื้อเพลิง จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่จะซื้อ-ขาย สามารถทราบได้ค่อนข้างแน่นอน วิธีการวางแผนจึงมักเป็นแบบอาศัยประสบการณ์และวิธีการตัดสินใจ (Deterministic) [7-10]

ปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคการออปติไมซ์ในการวางแผนกำหนดการผลิตระยะสั้นสำหรับระบบผลิตพลังน้ำ-พลังความร้อนและการซื้อ-ขายกำลังไฟฟ้า ซึ่งโดยทั่วไปมัก

อาศัยวิธีการออปติไมซ์ที่ใช้ในการกำหนดการผลิตระยะสั้นของระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนเป็นหลัก ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้รับการพัฒนามานาน และมีอยู่หลายวิธีที่แตกต่างกันไปตามการจำลองของระบบพลังน้ำและระบบพลังความร้อน [7-10,12-16,19,21,23-24,26-27] วิธีการต่างๆนั้น โดยรวมแล้ว ได้แยก(Decompose)ปัญหาการกำหนดการผลิตในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนออกเป็นปัญหาย่อย จากนั้นจึงทำพิจารณาอย่างเป็นอิสระจากกัน กล่าวคือ แยกเป็นปัญหาย่อยของระบบพลังน้ำ(Hydro subsystem) และปัญหาย่อยของระบบพลังความร้อน (Thermal subsystem) จากนั้นจึงนำเอาผลที่ได้จากการแก้สมการของทั้งสองปัญหาย่อยนั้นมาพิจารณาร่วมกันด้วยตัวคูณลากรังซ์จ(Lagrange multiplier) เพื่อให้ผลตอบที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหาหลัก หลักการดังกล่าวสามารถดำเนินการได้เนื่องจากอาศัยข้อเท็จจริงที่ว่าแบบจำลองของทั้งสองระบบย่อย ต่างไม่มีความสัมพันธ์กันโดยตรง มีเพียงเงื่อนไขต่างๆ เช่น ความสมดุลของกำลังไฟฟ้า(Power balance)และกำลังผลิตสำรองแบบพร้อมทันที(Spinning reserve)เท่านั้นที่เป็นตัวเชื่อมปัญหาย่อยทั้งสองเข้าด้วยกัน แต่เมื่อใช้ตัวคูณลากรังซ์จกับเงื่อนไขเหล่านี้ ทำให้สามารถแยกความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยงของทั้งสองปัญหาออกได้ ดังนั้นปัญหาหลักจึงสามารถแยกออกเป็นปัญหาย่อย จากนั้นจึงจะสามารถแก้ปัญหาย่อยเหล่านั้นด้วยวิธีการต่างๆที่เหมาะสม

วิธีการที่กล่าวทั้งหมดนี้ [7-10,12-16,19,21,23-24,26-27] มักให้ความสนใจต่อการแก้ปัญหาการกำหนดการผลิตกำลังไฟฟ้าในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม วิธีการเหล่านี้สามารถพัฒนาใช้กับระบบที่มีการพิจารณาถึงการซื้อ-ขายกำลังไฟฟ้าได้เช่นกัน โดยกำหนดให้การซื้อ-ขายกำลังไฟฟ้าเป็นปัญหาย่อยเพิ่มอีกปัญหาหนึ่งดังคำแนะนำใน [10] และวิธีการศึกษาใน [26] การออปติไมซ์ปัญหาใน [26] นี้ได้ใช้วิธี Peak shaving และได้ให้ความสนใจต่อการจัดสรรพลังงานที่ซื้อมาช่วยในการผลิตของผู้ซื้อ อย่างไรก็ตาม วิธีการดังกล่าวไม่ได้นำเอาค่าใช้จ่ายในการซื้อพลังงานไฟฟ้ามาพิจารณาในฟังค์ชั่นเป้าหมาย(Objective function) เพราะได้มีการกำหนดให้อัตราค่าไฟฟ้า(Energy rate)คงที่ตลอดเวลา ฟังค์ชั่นเป้าหมายจึงไม่มีการพิจารณาค่าใช้จ่ายสำหรับพลังงานไฟฟ้าที่นำเข้าอยู่ด้วย ซึ่งในทางปฏิบัติจริงๆแล้วไม่ค่อยจะถูกต้องนัก เพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

1. ในช่วงเวลาเดียวกัน อาจมีการซื้อ-ขายไฟฟ้าจากการไฟฟ้าหลายราย ราคาไฟฟ้าที่ซื้อ-ขายกับการไฟฟ้าหนึ่งอาจไม่เท่ากันกับราคาของอีกการไฟฟ้าหนึ่ง เมื่อเป็นเช่นนี้ ผู้ซื้อและผู้ขายอาจสามารถเลือกซื้อเลือกขายพลังงานไฟฟ้าได้ภายใต้เงื่อนไขของสัญญาที่มีต่อกัน ตามปกติสัญญาซื้อ-ขายพลังงานไฟฟ้าอาจจะไม่ได้กำหนดจำนวนพลังงานที่ซื้อ-ขายไว้ตายตัว แต่อาจจะมีการแปรเปลี่ยนของจำนวนพลังงานนั้นได้บ้างในช่วงหนึ่ง

2. ราคาไฟฟ้าที่ซื้อ-ขายในแต่ละช่วงเวลาอาจจะไม่เท่ากัน เช่น กรณีราคาไฟฟ้าเป็นแบบแปรตามเวลา (TOD rate) การซื้อ-ขายพลังงานไฟฟ้าจึงมีช่วงราคาถูกและช่วงราคา

แพง ผู้ซื้อและผู้ขายควรจัดสรรการซื้อ-ขายให้ตนได้รับประโยชน์สูงสุดโดยภายใต้เงื่อนไขของสัญญาซื้อ-ขาย

ด้วยเหตุผลนี้ จึงควรนำเอารายรับหรือค่าใช้จ่ายสำหรับพลังงานไฟฟ้าส่งออกหรือนำเข้ามาพิจารณาในการออปติไมซ์ปัญหาร่วมด้วย รายรับและค่าใช้จ่ายต่างๆที่ได้ในการผลิตจึงจะมีค่าที่ถูกต้อง และการกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึงการส่งออกกำลังไฟฟ้าจึงเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญมากสำหรับการไฟฟ้าผู้ส่งออก

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการวางแผนกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนเพื่อการส่งออกกำลังไฟฟ้า โดยจะทำการพิจารณาถึงรายรับจากการส่งออกกำลังไฟฟ้าว่าคุ้มค่าต่อการผลิตอย่างไร ในการออปติไมซ์ปัญหา จะใช้เทคนิคการดีคอมโพสและโคออดิเนท (Decomposition-coordination technique) โดยจะแยกปัญหาหลักออกเป็น 3 ปัญหาย่อยอิสระ ซึ่งได้แก่ปัญหาของการส่งออกกำลังไฟฟ้า ปัญหาของระบบพลังน้ำ และปัญหาของระบบพลังความร้อน ปัญหาย่อยทั้งสามจะถูกออปติไมซ์ด้วยเทคนิคการออปติไมซ์ต่างๆตามความเหมาะสม เช่น ปัญหาของการส่งออกจะออปติไมซ์ด้วยการโปรแกรมเชิงเส้น ปัญหาของระบบพลังน้ำจะออปติไมซ์โดยอาศัยไดนามิกโปรแกรมมิ่ง และปัญหาของระบบพลังความร้อนจะอาศัยวิธีการยูนิตคอมมิตเมนท์ ซึ่งอาศัยไดนามิกโปรแกรมมิ่งและการจ่ายโหลดอย่างประหยัดเป็นส่วนช่วยในการแก้ปัญหา นอกจากนั้นยังจะทำการออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบผลการคำนวณอีกด้วย

ขอบเขตวิทยานิพนธ์

1) การศึกษาการกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึงการส่งออกกำลังไฟฟ้านี้ จะเป็นการกำหนดกำลังผลิตไฟฟ้าของระบบและกำลังไฟฟ้าส่งออกให้เหมาะสมกัน โดยให้สอดคล้องกับเงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆของการผลิตและการส่งออก และให้ได้ผลประโยชน์สูงสุด

2) การศึกษาดังกล่าว จะไม่มีการพิจารณาถึงกำลังสูญเสียทั้งในสายส่งภายในระบบไฟฟ้ากำลังของผู้ส่งออกและในสายเชื่อมโยง (Tie lines)

3) การศึกษาดังกล่าว จะถือว่า ระบบพลังน้ำมีสิทธิพิเศษ(Priority)ในการผลิตเหนือระบบพลังความร้อน กล่าวคือ จะให้ระบบพลังน้ำทำการผลิตอย่างเต็มที่ก่อน พร้อมทั้งรับภาระในการผลิตไฟฟ้าสำรองแบบพร้อมทันที

4) ปัญหาดังกล่าว สามารถกำหนดเป็นปัญหาของการออปติไมซ์ทางคณิตศาสตร์แทนได้ โดยฟังค์ชั่นเป้าหมายและสมการเงื่อนไขต่างๆที่ได้มาจากการกำหนดแบบจำลองของระบบจะสามารถจัดให้อยู่ในรูปของปัญหาที่แยกได้ (Separable problem)

5) การศึกษาดังกล่าว ให้ความสนใจต่อวิธีการและลักษณะการผลิตของระบบเป็นหลัก ส่วนผลลัพธ์ในเชิงตัวเลขจะไม่ถือเป็นสำคัญนัก ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบการคำนวณจะสามารถเป็นทั้งข้อมูลจริงและข้อมูลสมมติ

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ในแต่ละบทเป็นดังนี้

บทที่ 2 กล่าวถึง เทคนิคการออปติไมซ์ต่างๆที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึงการส่งออกกำลังไฟฟ้า ซึ่งได้แก่ การโปรแกรมเชิงเส้น ไดนามิกโปรแกรมมิ่ง ปัญหาควบคู่ ปัญหาที่แยกได้ และเทคนิคการดีคอมโพสและโคออดิเนท

บทที่ 3 กล่าวถึง บางหลักการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึงการส่งออกกำลังไฟฟ้า

บทที่ 4 กล่าวถึง รายละเอียดของการกำหนดแบบจำลองของระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ ระบบผลิตไฟฟ้าพลังความร้อน และการส่งออกกำลังไฟฟ้า

บทที่ 5 กล่าวถึง รายละเอียดของการออปติไมซ์ปัญหาการกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึงการส่งออกกำลังไฟฟ้า โดยแสดงถึงการหาฟังค์ชั่นเป้าหมาย สมการเงื่อนไขของระบบ พร้อมทั้งขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ

บทที่ 6 กล่าวถึง ตัวอย่างและผลของการออปติไมซ์ปัญหาการกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึงการส่งออกกำลังไฟฟ้า โดยแสดงผลลัพธ์และการวิเคราะห์ผลอย่างละเอียด

บทที่ 7 เป็นการสรุปการศึกษา พร้อมทั้งเสนอแนะงานที่ควรดำเนินการต่อไป

ในการศึกษาการกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึงการส่งออกกำลังไฟฟ้านี้ ได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้น เพื่อนำมาใช้ประกอบในการศึกษา โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมานี้สร้างบนไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 32 บิท (ตระกูล IBM PC/AT รุ่น 486 DX2-66) และเขียนเป็นภาษาไมโครซอฟต์ฟอร์แทรน

ประโยชน์ที่จะได้รับจากวิทยานิพนธ์

1)สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนดำเนินการผลิตระยะสั้นของการไฟฟ้าที่มีระบบเชื่อมโยงกับการไฟฟ้าอื่นภายในประเทศหรือต่างประเทศ

2)สามารถใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการผลิตประจำวันในระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ-พลังความร้อน

3)แสดงให้เห็นแนวทางในการทำธุรกิจระหว่างการไฟฟ้าด้วยกัน

4)แสดงให้เห็นแนวความคิดในการร่างสัญญาซื้อ-ขายพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้า เช่น การกำหนดราคาไฟฟ้า เวลาซื้อ-ขาย ปริมาณกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ซื้อ-ขาย เป็นต้น

5)สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการวางแผนดำเนินการผลิตด้วยวิธีใหม่ต่อไป