

เพชร นันทิวิจิตรชัย : การจัดการทรัพยากรแบบกระจายที่เหมาะสมที่สุดภายใต้รูปแบบโรงไฟฟ้าเสมือน (OPTIMAL SCHEDULING OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES UNDER VIRTUAL POWER PLANT CONCEPT)

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กิริติ ชยะกุลศิริ , 176 หน้า.

คำสำคัญ: โรงไฟฟ้าเสมือน/การส่งเดินเครื่องโรงไฟฟ้า/ต้นทุนการผลิตตามเวลาจริงแยกตามพื้นที่/ทรัพยากรที่กระจายอยู่ในระบบ

วิทยานิพนธ์นี้เสนอการวิจัยเพื่อศึกษาแนวทางการกำหนดนโยบายด้านโรงไฟฟ้าเสมือน (Virtual Power Plant, VPP) ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยจะทำการจำลองเป็นปัญหาในการส่งเดินเครื่องโรงไฟฟ้าในระบบให้มีต้นทุนต่ำที่สุดโดยคำนึงถึงการจัดสรรทรัพยากรที่กระจายในระบบของประเทศไทยคือ โรงไฟฟ้าขนาดเล็ก และโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ในรูปแบบของโรงไฟฟ้าเสมือนซึ่งจะทำให้ได้กระบวนการบริหารจัดการโรงไฟฟ้าเสมือนที่มีข้อจำกัดในด้านปริมาณกำลังการผลิตรายวันและได้เครื่องมือวิธีในการวิเคราะห์มูลค่าของกำลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าเสมือนที่จะนำมาใช้ในการบริหารจัดการระบบไฟฟ้ากำลังให้เกิดการผลิตไฟฟ้าที่มีต้นทุนรวมต่ำสุดได้

ในการดำเนินการวิจัยจะทำการพัฒนาระบบการส่งเดินเครื่องโรงไฟฟ้าโดยคำนึงถึงการจัดสรรทรัพยากรที่กระจายอยู่ในระบบ (Distributed Energy Resources, DERs) ในรูปแบบของโรงไฟฟ้าเสมือน ทำการศึกษาวเคราะห์โดยใช้ระบบทดสอบมาตรฐานมาปรับใช้และระบบเทียบเคียงระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทย และนำผลลัพธ์มาวิเคราะห์และสรุปเป็นข้อเสนอแนะแนวทางในการวิเคราะห์ราคาการผลิตไฟฟ้าเชิงภูมิศาสตร์ตามเวลาจริง (Real-time Locational Price, RLP) และการกำหนดนโยบายในด้านโรงไฟฟ้าเสมือนของประเทศไทย เพื่อให้ได้กระบวนการบริหารจัดการโรงไฟฟ้าเสมือนที่มีข้อจำกัดในด้านปริมาณกำลังการผลิตรายวัน และเครื่องมือวิธีในการวิเคราะห์มูลค่าของกำลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าเสมือนที่จะนำมาใช้ในการบริหารจัดการระบบไฟฟ้ากำลังให้เกิดการผลิตไฟฟ้าที่มีต้นทุนรวมต่ำสุดได้ รวมทั้งได้ทราบถึงต้นทุนเชื้อเพลิงของประเทศไทยที่ลดลงได้เมื่อมีกระบวนการที่ทำให้โรงไฟฟ้าขนาดเล็กที่เป็น Non-Firm สามารถทำงานในลักษณะ Firm ได้นอกจากนี้ยังได้พัฒนาวิธีการจัดการทรัพยากรที่กระจายที่เหมาะสมที่สุดภายใต้รูปแบบโรงไฟฟ้าเสมือนด้วยวิธีการหาค่าเหมาะสมที่สุดด้วยวิธีการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุด

ผลการศึกษาการส่งเดินเครื่องโรงไฟฟ้าตามพื้นที่แบบรวมศูนย์ (Area-Based Optimal Power Dispatch) ที่พัฒนาในงานวิจัยนี้ทำให้สามารถวิเคราะห์ RLP ได้สะท้อนคุณลักษณะของการ

ใช้ไฟฟ้าได้โดย RLP สามารถใช้เป็นปัจจัยประกอบการพิจารณาส่งเสริมให้เกิดโรงไฟฟ้าเสมือนในพื้นที่ที่จะเกิดประสิทธิผลต่อระบบไฟฟ้ากำลังและสามารถใช้เป็นตัวแปรในการกำหนดราคาซื้อขายกับผู้ให้บริการในลักษณะโรงไฟฟ้าเสมือนในอนาคตได้ โดยการสนับสนุนโรงไฟฟ้าเสมือนในแต่ละพื้นที่ยังมีปัจจัยอื่นประกอบ อาทิ ความสมดุลของพลังงาน การผลิตไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่ พิกัดของสายเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่ การลงทุน ความมั่นคงของระบบ แหล่งทรัพยากร สิ่งแวดล้อม และการเติมโตทางเศรษฐกิจของแต่ละพื้นที่ เป็นต้น

นอกจากนี้จากการจำลองให้โรงไฟฟ้าเสมือนมีลักษณะการทำงานเสมือนเป็นระบบกักเก็บพลังงานที่จัดสรรได้ในระบบ สามารถทำการจัดแผนการทำงานของโรงไฟฟ้าเสมือนตามการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวันให้เกิดประโยชน์ในการลดต้นทุนการผลิตของระบบลงได้ ซึ่งในลักษณะนี้หากมีการใช้ต้นทุนการผลิตราคาตามช่วงเวลาจริง โรงไฟฟ้าเสมือนจะสามารถจัดสรรทรัพยากรจะสามารถซื้อไฟฟ้าในช่วงที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำและขายในช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากและมีราคาสูง ก็จะทำให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อระบบไฟฟ้ากำลังและเกิดผลประโยชน์ต่อโรงไฟฟ้าเสมือนได้ ซึ่งเป็นลักษณะของรูปแบบการซื้อขายที่จะเอื้อให้เกิดประโยชน์ต่อทุกฝ่ายจะเป็นรูปแบบที่มีการใช้ต้นทุนค่าไฟฟ้าตามเวลาจริง และจะสามารถผลักดันให้เกิดการลงทุนโรงไฟฟ้าเสมือน และทำให้ทรัพยากรไฟฟ้าที่เป็น Non-Firm ในระบบมีลักษณะที่ Firm ได้



สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2566

ลายมือชื่อนักศึกษา 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

PETCH NANTHIWICHITTHAI : OPTIMAL SCHEDULING OF DISTRIBUTED ENERGY
RESOURCES UNDER VIRTUAL POWER PLANT CONCEPT.

THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KEERATI CHAYAKULKHEEREE, D.Eng., 176 PP.

Keyword: Virtual power plants/Optimal power dispatch/Real-time locational
electricity price/Distributed energy resources

This thesis investigates the study guidelines for setting policy regarding virtual power plants (VPP) for maximum benefit. The simulation is formed into the problem in ordering the operation of power plants in the system to have the lowest cost, taking into account the allocation of distributed resources in the system in Thailand, namely small power producer and very small power producer in the form of a virtual power plant. This will result in a virtual power plant management process that has limitations in the amount of daily production capacity and a tool and method for analyzing the value of the electrical power of the virtual power plant that will be used in the management of the electrical system to produce electricity with the lowest total cost.

In carrying out the research, the process for ordering the start-up of power plants will be developed, considering the allocation of distributed energy resources (DER) in the system in the form of a VPP. An analytical study using a standard testing system and a comparable system for Thailand's electrical power systems was also conducted. The results are analyzed and summarized as recommendations for real-time locational electricity price (RLP) analysis and setting policies in the field of virtual power plants in Thailand, to have a VPP management process that has limitations in the amount of daily production capacity including tools and methods for analyzing the value of electrical power of VPP that can be used in managing the electrical power system to produce electricity with the lowest total cost. The study also includes the reduction in fuel costs in Thailand when there is a process that allows small, non-firm power plants to work in a firm manner. In addition, they developed the most appropriate method for managing distributed resources under the form VPP model using the optimal particle movement method.

The results of the area-based optimal power dispatch study developed in this research make it possible to analyze RLP, reflecting the characteristics of electricity use. RLP can be used as a factor in considering promoting VPP in areas that will be effective for the electric power system and can be used as a variable in determining trading prices with service providers in the form of VPP in the future. Supporting VPP in each area also involves other factors such as energy balance, Electricity production in each area, tie-lines between areas, investment, system stability, resources, environment, and economic growth of each area, etc.

In addition, from the research, the VPP behaves like an energy storage system that can be allocated in the system. The VPP work plan can be arranged according to changes in electrical energy use according to the time of day to benefit in reducing the system's production costs. In this way, if production costs are used according to actual time periods, VPP will be able to allocate resources, be able to buy electricity during periods of low electricity use and sell it during times of high electricity use and high prices. It will bring benefits to both the electrical power system and the VPP. This is the nature of the trading model that will benefit all parties. It will be a model that uses real-time electricity costs, and will be able to drive VPP investment and make non-firm electrical resources in the system have firm characteristics.

School of Electrical Engineering

Academic Year 2023

Student's Signature

Advisor's Signature