

สุทธิพงษ์ เดชจินดา : การจัดตารางการทำงานที่เหมาะสมที่สุดแบบความน่าจะเป็นของระบบพลังงานหลายรูปแบบด้วยวิธีผสมผสานการเคลื่อนตัวของอนุภาคที่เหมาะสมที่สุดและโปรแกรมเชิงเส้น.

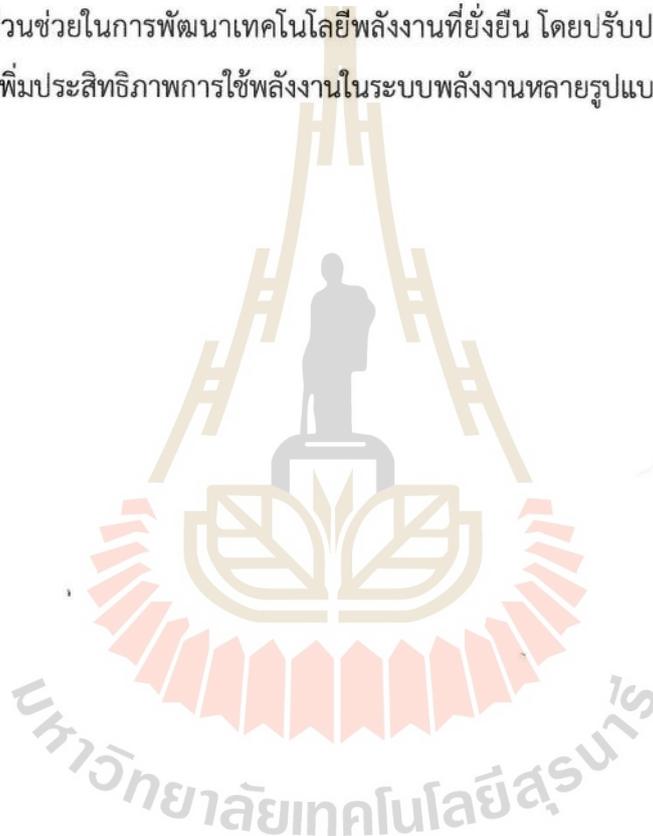
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. กิรติ ชยะกุลศิริ, 183 หน้า.

คำสำคัญ : ระบบพลังงานหลายรูปแบบ / การจัดตารางเวลาที่เหมาะสมที่สุด / การกักเก็บไฮโดรเจน / พลังงานหมุนเวียน / การเพิ่มประสิทธิภาพแบบหลายวัตถุประสงค์ / การวิเคราะห์เชิงความน่าจะเป็น

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอกรอบการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการจัดตารางเวลาในระบบพลังงานหลายรูปแบบที่เชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้า ซึ่งรวมแหล่งพลังงานลมและแสงอาทิตย์ การผลิตไฟฟ้าแบบดั้งเดิม และเทคโนโลยีการกักเก็บไฮโดรเจน ระบบนี้สามารถแปลงพลังงานไฟฟ้าและก๊าซธรรมชาติให้เป็นทั้งไฟฟ้าและความร้อน พร้อมทั้งใช้พลังงานหมุนเวียนและการกักเก็บไฮโดรเจนเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น เป้าหมายของวิธีการนี้ส่งผลให้บรรลุการใช้พลังงานลมและแสงอาทิตย์ส่วนเกินให้เกิดประโยชน์สูงสุด พร้อมทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพของการกักเก็บไฮโดรเจน กรอบการเพิ่มประสิทธิภาพที่นำเสนอใช้การผสมผสานระหว่างการเขียนโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming, LP) และอัลกอริทึมฝูงอนุภาค (Particle Swarm Optimization, PSO) เพื่อลดต้นทุนการดำเนินงานทั้งหมด (Total Operating Costs, TOC) การปล่อยก๊าซคาร์บอน (Total Carbon Emissions, TCE) และภาระพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่จัดหาโดยโครงข่ายไฟฟ้า (Electricity Peak from the Grid, EP) ภายใต้โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลา (Time-of-Use, TOU) และราคาจริงตามเวลา (Real-Time Pricing, RTP) นอกจากนี้ยังใช้แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพแบบหลายวัตถุประสงค์เชิงฟัซซี (Fuzzy Multi-Objective Optimization, FMOO) เพื่อสร้างสมดุลระหว่างต้นทุน ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม และการจัดการภาระโหลดสูงสุดจากโครงข่ายไฟฟ้า พร้อมผสมผสานการวิเคราะห์เชิงสุ่ม หรือความน่าจะเป็น ด้วยวิธีการจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation, MCS) เพื่อรับมือกับความไม่แน่นอนของพลังงานหมุนเวียนและความผันผวนของอุปสงค์

ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มประสิทธิภาพแบบวัตถุประสงค์เดียวสามารถลดต้นทุนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือภาระพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่จัดหาโดยโครงข่ายไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อทำการเพิ่มประสิทธิภาพทีละปัจจัย การวิเคราะห์การประสานงานของพลังงานหลายรูปแบบชี้ให้เห็นว่าการประสานงานอย่างเต็มรูปแบบส่งผลให้เกิดการลดต้นทุนการดำเนินงาน

มากขึ้น ซึ่งเน้นถึงประโยชน์ของการบูรณาการแหล่งพลังงานที่หลากหลาย ในทางกลับกัน การเพิ่มประสิทธิภาพแบบหลายวัตถุประสงค์ ช่วยให้สามารถหาทางออกที่สมดุลระหว่างวัตถุประสงค์ที่ขัดแย้งกัน ทำให้ได้โซลูชันที่มีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้งานได้จริง นอกจากนี้ การวิเคราะห์เชิงสุ่ม หรือความน่าจะเป็นจะช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือโดยรวมของระบบพลังงานหลายรูปแบบ ด้วยการให้โซลูชันที่เหมาะสมที่สุดภายใต้เงื่อนไขความไม่แน่นอน โดยสรุปกรอบการเพิ่มประสิทธิภาพที่นำเสนอช่วยให้การจัดการพลังงานมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยลดต้นทุนการดำเนินงาน ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และลดภาระพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่จัดหาโดยโครงข่ายไฟฟ้า ผลลัพธ์ของการศึกษานี้มีส่วนช่วยในการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานที่ยั่งยืน โดยปรับปรุงการบูรณาการพลังงานหมุนเวียนและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระบบพลังงานหลายรูปแบบ



สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2567

ลายมือชื่อนักศึกษา ..... *สุทธิพงษ์* .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... *16* .....

SUTTIPONG DECHJINDA : PROBABILISTIC OPTIMAL SCHEDULING OF MULTI-ENERGY SYSTEMS USING HYBRID PARTICLE SWARM OPTIMIZATION AND LINEAR PROGRAMMING.

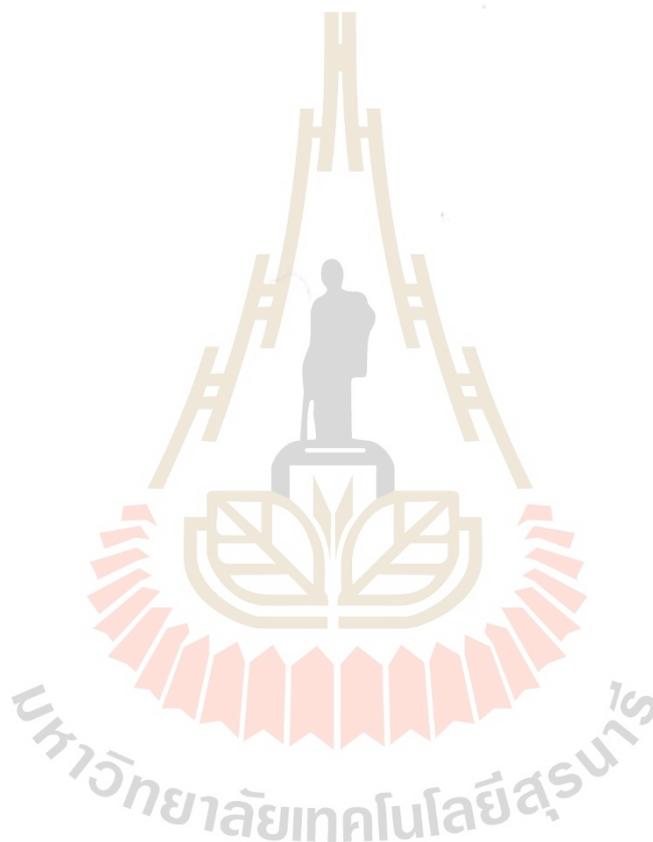
THESIS ADVISOR : Assoc. Prof. Keerati Chayakulkheeree, D.Eng., 183 PP.

Keyword : MULTI-ENERGY SYSTEM / OPTIMAL SCHEDULING / HYDROGEN STORAGE / RENEWABLE ENERGY / MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION / PROBABILISTIC ANALYSIS

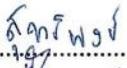
This thesis presents an optimization framework for scheduling in multi-energy systems connected to the electrical grid. The system integrates wind and solar renewable energy sources, conventional electricity generation, and hydrogen storage technologies. It is capable of converting electricity and natural gas into both electricity and heat, enhancing flexibility with renewable energy and hydrogen storage. The proposed approach aims to maximize the utilization of surplus wind and solar energy while optimizing hydrogen storage to improve the overall efficiency of the energy system. The optimization framework combines Linear Programming (LP) and Particle Swarm Optimization (PSO) to minimize Total Operating Costs (TOC), Total Carbon Emissions (TCE), and the Electricity Peak from the Grid (EP), under Time-of-Use (TOU) and Real-Time Pricing (RTP) scheme. Furthermore, a Fuzzy Multi-Objective Optimization (FMOO) approach is employed to balance cost, environmental sustainability, and peak load management. Monte Carlo Simulation (MCS) is incorporated to address the uncertainty of renewable energy and demand fluctuations, adding a probabilistic dimension to the optimization process.

Simulation results indicate that single-objective optimization is effective in reducing either costs, carbon emissions, or peak grid electricity demand when optimized individually. The analysis of multi-energy coordination reveals that full integration leads to greater reductions in operating costs, highlighting the benefits of multi-source energy integration. In contrast, multi-objective optimization provides a balanced trade-off among conflicting objectives, resulting in feasible and practical

solutions. Additionally, stochastic or probability analysis enhances the overall reliability of the multi-energy system by delivering robust solutions under uncertainty. In conclusion, the proposed optimization framework facilitates more efficient energy management by reducing operating costs, carbon emissions, and peak grid electricity demand. The findings contribute to the advancement of sustainable energy technologies by improving renewable energy integration and optimizing energy utilization in multi-energy systems.



School of Electrical Engineering  
Academic Year 2024

Student's Signature .....  .....  
Advisor's Signature .....  .....