การกำหนดความสามารถถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าที่มีได้ในเวลาจริงในระบบไฟฟ้ากำลังที่เปิดเสรี

นาย พรประนด ดิษยบุตร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-13-0038-7

DETERMINATION OF REAL-TIME AVAILABLE TRANSFER CAPABILITY IN DEREGULATED POWER SYSTEMS

Mr. Pornpranod Didsayabutra

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Doctor of Philosophy in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic year 2000

ISBN 974-13-0038-7

Thesis Title	Determination of Real-time Available Transfer Capability in Deregulated Power Systems
By	Pornpranod Didsayabutra
Program in	Electrical Engineering
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Bundhit Eua-Arporn
Thesis Co-advisor	Professor Dr. Wei-Jen Lee

Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctoral Degree

.... Dean of Faculty of Engineering

(Professor Somsak Panyakeow, D. Eng)

THESIS COMMITTEE

.... Chairman

(Professor Charuay Boonyubol, Ph.D.)

.... Thesis Advisor

(Associate Professor Bundhit Eua-Arporn. Ph.D.)

.... Thesis Co-advisor

(Professor Wei-Jen Lee, Ph.D.)

.... Member

(Associate Professor Sukumvit Phoomvuthisarn, Ph.D)

.... Member

(Mr. Gumpanart Bumroonggit, Ph.D.)

พรประนด ดิษยบุตร์:การกำหนดค่าความสามารถถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าที่มีได้ในเวลาจริง ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เปิดเสรี (Determination of Real-time Available Transfer Capability in Deregulated Power Systems) อ. ที่ปรึกษา รศ. ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ อ. ที่ปรึกษาร่วม Prof. Dr. Wei-Jen Lee 270 หน้า ISBN 974-13-0038-7

โดยทั่วไปในอดีต อุตสาหกรรมไฟฟ้าในประเทศต่างๆทั่วโลกเป็นอุตสาหกรรมที่มักจะถูกผูกขาดโดยรัฐบาลหรือรัฐวิสาหกิจทั้งในระบบผลิต ระบบสายส่ง และระบบจำหน่ายภายใต้โครงสร้างดังกล่าว โครงสร้างการควบคุมระบบไฟฟ้ามักประกอบไปด้วยหลายหน่วยงานหรือศูนย์ควบคุมซึ่งมีหน้าที่ครอบคลุมทั้งในส่วนการวางแผน เช่น การวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้า การทำนายความต้องการการใช้ไฟฟ้ารวมถึงการควบคุมการทำงานของระบบซึ่งในบางครั้งอาจเกิดการซ้ำซ้อนของหน้าที่ความรับผิดชอบและอาจก่อให้เกิดปัญหาในการประสานงาน ดังนั้นเมื่อระบบไฟฟ้าถูกแปรรูปไปสู่โครงสร้างใหม่ การจัดการระบบดังกล่าวจึงถูกเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากโดยเห็นได้จากการยุบหรือลดจำนวนศูนย์ควบคุมเมื่อมีการจัดตั้งตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้า (Power Pool) ขึ้นในหลายๆประเทศ

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าระบบไฟฟ้าหลังการแปรรูปมักจะมีความซับซ้อนกว่าระบบผูกขาดเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการซื้อขายไฟฟ้าซึ่งมักก่อให้เกิดปัญหาการคับคั่งในระบบสายส่ง (Transmission Congestion) ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวในระยะยาว จึงได้มีกำหนดค่าความสามารถถ่ายโอนกำลังไฟฟ้า (Available Transfer Capability) ขึ้นโดยค่าดังกล่าวถูกใช้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับการซื้อขายไฟฟ้าในระบบที่บ่งบอกถึงความสามารถของสายส่งที่จะรองรับการซื้อขายไฟฟ้า ทั้งนี้ ค่าความสามารถถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าของการซื้อขายไฟฟ้าระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย คู่หนึ่ง มักจะถูกคำนวณไว้หลายค่าที่ เวลาแตกต่างกันขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้งาน

ปัญหาสำคัญในเชิงเทคนิคของการคำนวณความสามารถถ่ายโอนกำลังไฟคือความซับซ้อนในการคำนวณค่าดังกล่าวในระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ภายใต้เวลาที่จำกัด วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีใหม่ในการคำนวณค่าความสามารถถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ที่มีความเร็วสูงภายใต้เงื่อนไขมาตรฐานทางด้านความปลอดภัยที่กำหนดโดย North America Electric Reliability Council (NERC)

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต ____________
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ____________
ปีการศึกษา 2543 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ____________

4071804021: MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING
KEY WORD :POWER SYSTEM SECURITY/ DEREGULATED POWER SYSTEM/ AVAILABLE TRANSFER CAPABILITY / TOTAL TRANSFER CAPABILITY / CAPACITY BENEFIT MARGIN/ TRANSFER CAPABILITY / POWER SYSTEM STABILITY
PORNPRANOD DIDSAYABUTRA: DETERMINATION OF REAL-TIME AVAILABLE TRANSFER CAPABILITY IN DEREGULATED POWER SYSTEM. DISSERTATION ADVISOR: ASSIST. PROF. BUNDHIT EUA-ARPORN, Ph.D. 270 pp. ISBN 974-13-0038-7

In the past, power industry in many countries is monopolized by government or state enterprises. These utilities typically own generation, transmission and distribution systems for the whole country or a wide geographical area. Under this structure, each system usually has more than one control centers and divisions taking care of necessary responsibilites for power industry such as load flow analysis, load forecasting, system planning, automatic generation control, unit commitment or security analysis.Obviously, this is not an efficient structure and may cause corordination problem. In contrast, under the pool structure, all resources in the system are combined in order to increase reserve margins and increase the robustness of the system. Under the deregulated structure, single control center operates the system based on the policy provided by the board of governance.

It is accepted that size of the system under the new structure is much larger and more complicated due to the increasing number of transactions. This may lead to the congestion and voltage problems that must be carefully concerned. In addition, it is reasonable to conclude that transmission system under the new structure may carry more load than the past since utilities have more options to purchase power from other areas than produce it by themselves similarly to the customers. This outcome of the deregulation has created to issue that, under this situation, what is the maximum transmission capability to deliver power from one area to another area (Total Transfer Capability- TTC) and what is the available power can be transferred over transmission facilities relative to the current operation conditions. Obviously, Available Transfer Capability (ATC), the optimum value between security level and commercial viability, is a premier answer for this situation. Currently, ATC values between selected pairs of transactions are calculated and posted for participants in hourly, daily, weekly and annually basis. However, this dissertation will concentrate mainly on real-time ATC determination.

The technical challenge of the real time ATC calculation is how to calculate ATC values for a large-scale power system when time constraint is a limited resource. A good solution should consider all of security requirements that ensure the security of the system. This dissertation proposes an algorithm that is reliable and fast enough to handle with these problems. Thermal limits, voltage limits and stability limits are considered in this algorithm in both normal and n-1 contingency conditions according ATC framework defined by North American Reliability Council (NERC).

Department	Electrical Engineer	Student's signature	
Field of study	Electrical Engineer	Advisor's signature	
Academic year	2000	Co-advisor's signature	

Acknowledgement

I thank the truly support of my family with enduring love that accompanied my studies since I was young until I graduate. I appreciate the guidance, suggestion, dedication and support of my advisor and co-advisor, Dr. Bundhit Eua-Arporn and Dr. Wei-Jen Lee during my studies at Chulalongkorn University and Energy System Research Center, The University of Texas at Arlington. In addition, I am indebted to Prof. Dr. L. D. Swift for the invaluable experiences and guidance he shared for my life. His suggestion is one of the best resources enlightening my future.

Center of Excellence in Electrical Power Technology (CUCEPT), Chulalongkorn University partially sponsored me during the first six month of my research and I thank CUCEPT for generosity and support.

I am grateful to Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) who provided me information whatever I need. These resources are the fundamental for everything I propose in my dissertation.

I thank all of my committees who help and encourage me to fulfill this dissertation as well as my friends and co-workers at both Chulalongkorn University and University of Texas at Arlington for their help, friendships and encouragement.

Pornpranod Didsayabutra

Contents

List of Tables

List of Figures