

538

การกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อน
ที่พิจารณาถึงการส่งออกกำลังไฟฟ้า



นายสายสนิท พูนสวัสดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-029-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I1690 ๒๕๓๙

**SHORT-TERM HYDRO-THERMAL SCHEDULING
WITH EXPORT POWER CONSIDERATIONS**

Mr SAYSANITH PHOUNSAVATH

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-634-029-8

สายสนธิ พูนสวัสดิ์ : การกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึง
การส่งออกกำลังไฟฟ้า (SHORT-TERM HYDRO-THERMAL SCHEDULING WITH
EXPORT POWER CONSIDERATIONS) อ. ที่ปรึกษา : ศ.ดร. จรวบ บุญยกุล
อ. ที่ปรึกษาร่วม : อ. ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ , 193 หน้า. ISBN 974-634-029-8

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอวิธีการกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่
พิจารณาถึงการส่งออกกำลังไฟฟ้า โดยได้กำหนดปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาการอปติไมซ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมี
ฟังก์ชันเป้าหมาย คือ การทำให้มีกำไรจากการส่งออกกำลังไฟฟ้ามากที่สุด โดยให้เป็นไปตามเงื่อนไขของ
สัญญาการซื้อขายไฟฟ้า ข้อจำกัดของระบบพลังน้ำและพลังความร้อน และเงื่อนไขความสมดุลของกำลังไฟฟ้า
ที่ผลิต ในการออปติไมซ์ปัญหาได้ใช้เทคนิคการดิคอมโพสและโคออดิเนท โดยได้แยกปัญหาหลักออกเป็น 3
ปัญหาย่อยอิสระ ซึ่งได้แก่ปัญหาของการส่งออกกำลังไฟฟ้า ปัญหาของระบบพลังน้ำ และปัญหาของระบบพลัง
ความร้อน ปัญหาของการส่งออกได้ออปติไมซ์ด้วยการโปรแกรมเชิงเส้น ส่วนปัญหาของระบบพลังน้ำได้ออป
ติไมซ์โดยอาศัยไดนามิกโปรแกรมมิ่ง และปัญหาของระบบพลังความร้อนได้อาศัยวิธีการยูนิคคอมมิทเมนต์ ซึ่ง
ใช้ไดนามิกโปรแกรมมิ่งและการจ่ายโหลอย่างประหยัดเป็นส่วนช่วยในการแก้ปัญหา ปัญหาย่อยทั้งสามได้นำ
มาพิจารณาร่วมกันด้วยตัวคูณลากรังจ์ ซึ่งเป็นตัวแปรของปัญหาควบคู่ เพื่อให้ได้เงื่อนไขของปัญหาหลัก

ในการศึกษาการกำหนดการผลิตระยะสั้นในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึงการส่งออก
กำลังไฟฟ้านี้ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นบนไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 32 บิต โดยใช้
ภาษาไมโครซอฟต์ฟอร์แทรน และได้ทำการทดสอบกับระบบผลิตตัวอย่าง ซึ่งดัดแปลงมาจากข้อมูลของเครื่อง
พลังความร้อนและพลังน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(กฟผ)และการไฟฟ้าลาว(ฟพล) โดยได้
พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการส่งออกกำลังไฟฟ้าและการผลิตของระบบ ผลการศึกษาพบว่า วิธีการที่
พัฒนาขึ้น สามารถจัดสรรกำลังไฟฟ้าส่งออก กำลังไฟฟ้าที่ผลิตของระบบพลังน้ำและพลังความร้อนให้มีความ
สัมพันธ์ที่เหมาะสมกัน โดยในช่วงที่ค่าไฟฟ้าส่งออกมีราคาสูง กำลังไฟฟ้าเพื่อการส่งออกและกำลังไฟฟ้าที่
ผลิตจากเครื่องพลังน้ำจะมีค่าสูง ส่วนกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนจะมีค่าต่ำ ในทางกลับกัน ใน
ช่วงที่ค่าไฟฟ้าส่งออกมีราคาถูก กำลังไฟฟ้าเพื่อการส่งออกและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตโดยเครื่องพลังน้ำจะมีค่าต่ำ
ส่วนกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนจะมีค่าสูงขึ้น ด้วยความสัมพันธ์ที่เหมาะสมกันดังกล่าว ทำให้
การดำเนินการในระบบเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ คือ มีกำไรจากการส่งออกสูงสุด

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา ระบบพลังงาน
ปีการศึกษา พ.ศ. 2538

ลายมือชื่อนิสิต 3 ม. พูน
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อ.จ.จ. 3 ม.พ.
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.บ. 1 ค.ส.



C518812: MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: HYDRO-THERMAL SCHEDULING/EXPORT POWER/DECOMPOSITION-COORDINATION TECHNIQUE

SAYSANITH PHOUNSAVATH : SHORT-TERM HYDRO-THERMAL SCHEDULING WITH EXPORT POWER CONSIDERATIONS.

THESIS ADVISOR : PROF.DR.CHARUAY BOONYUBOL, Ph.D.,

THESIS CO-ADVISOR : DR.BUNDHIT EUA-ARPN, Ph.D.,

193 pp. ISBN 974-634-029-8

This thesis presents a method for solving the short-term hydro-thermal scheduling with export power considerations. The generation scheduling is formulated as a mathematical optimization problem, having power export profit as an objective function and constraints comprising contracted interchange, hydro and thermal generation, system load and power balance. A decomposition-coordination technique is employed to solve the problem which is decomposed into 3 classes of local subproblems, i.e. optimum scheduling of power export, optimum scheduling of hydro power plants and optimum scheduling of thermal power plants. The linear programming, dynamic programming, and unit commitment are employed in solving the optimum scheduling of power export, optimum scheduling of hydro power plants and optimum scheduling of thermal power plants, respectively. All the local subproblems are coordinated among themselves by lagrangian multiplier, which is a dual variable associated with the corresponding constraints.

In this thesis a computer program has been developed on a 32 bit microcomputer using microsoft-FORTRAN programming language and tested by a sample power system, taking into account the correlation of power export and power generation. The system is modified from the actual data of thermal and hydro generating units of Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) and Electricite Du Laos (EDL). The result shows that the proposed method provides the optimum proportion among exported power, hydro and thermal generated power, i.e. in the period of high exported energy price, the amount of exported power and the hydro generated power are high whereas the amount of the thermal generated power has to be decreased. However, in the period of low exported energy price, the amount of exported power and the amount of hydro generated power are low, while the amount of thermal generated power is increased. With the developed method, the maximum profit of the system can be obtained.

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สาขาวิชา ระบบพลังงาน

ปีการศึกษา พ.ศ. 2538

ลายมือชื่อนิสิต *Z.M. พัด*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *อ.ดร. ช. น. น.*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม *อ.ดร. ช. น. น.*



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ศาสตราจารย์ ดร. จรรวย บุญยุบล อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดี ตลอด และได้กรุณาตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร. สรรวย สังข์สะอาด ศาสตราจารย์ ดร. จรรวย บุญยุบล อาจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ และนายไกรสิทธิ์ กรรณสูต ที่ได้กรุณาตรวจสอบแก้ไขและให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เนื่องจากทุนการศึกษาต่อครั้งนี้ทั้งหมดได้รับจากทุนช่วยเหลือของโครงการร่วมมือของรัฐบาลไทยและลาว จึงขอขอบพระคุณรัฐบาลของทั้งสองประเทศไทยและลาว รวมทั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของรัฐบาลทั้งสองประเทศที่มีส่วนช่วยสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสศึกษาต่อมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณบิดา-มารดาและทุกคนที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จการศึกษาครั้งนี้ด้วย

สายสนิท พูนสวัสดิ์
พฤษภาคม 2539



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่	
1. บทนำทั่วไป.....	1
2. เทคนิคการอปติไมซ์ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดการผลิตระยะสั้น.....	7
2.1 คำนำ.....	7
2.2 การโปรแกรมเชิงเส้น.....	7
2.2.1 รูปแบบคณิตศาสตร์แทนปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้น.....	8
2.2.2 ขั้นตอนการดำเนินงานของการโปรแกรมเชิงเส้น.....	10
2.2.3 วิธีซิมเพลกซ์.....	11
2.2.3.1 อัลกอริทึมของวิธีซิมเพลกซ์.....	12
2.2.3.2 วิธีซิมเพลกซ์สองขั้นตอน.....	14
2.3 ไดนามิกโปรแกรมมิ่ง.....	17
2.3.1 แบบจำลองของไดนามิกโปรแกรมมิ่ง.....	17
2.3.2 วิธีแก้ปัญหของไดนามิกโปรแกรมมิ่ง.....	19
2.4 ปัญหาควบคู่ (Dual problem).....	21
2.5 การแยกปัญหาที่แยกได้ (Separable problem).....	25
2.6 เทคนิคการดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	27
3. บางหลักการที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดการผลิตระยะสั้น.....	29
3.1 การวิเคราะห์ลักษณะการใช้ไฟฟ้า.....	29
3.2 การกำหนดกำลังผลิตไฟฟ้าสำรอง.....	29
3.2.1 วิธีกำหนดด้วยกฎเกณฑ์การตัดสินใจ.....	30
3.2.2 วิธีกำหนดด้วยกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น.....	31
3.3 การจ่ายโหลดอย่างประหยัด.....	32
3.3.1 การจ่ายโหลดอย่างประหยัดที่ไม่คิดกำลังสูญเสีย.....	32
3.3.2 การจ่ายโหลดอย่างประหยัดที่คิดกำลังสูญเสีย.....	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.3 วิธีการแก้สมการการจ่ายโหลดอย่างประหยัด.....	34
3.4 ยูนิตคอมมิตเมนต์ (Unit commitment).....	35
3.4.1 ปัญหาของยูนิตคอมมิตเมนต์.....	36
3.4.2 วิธีการแก้ปัญหาของยูนิตคอมมิตเมนต์.....	36
4. การกำหนดแบบจำลองการกำหนดการผลิตระยะสั้น	
ในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึงการส่งออกกำลังไฟฟ้า.....	38
4.1 คำนำ.....	38
4.2 แบบจำลองของสัญญาการซื้อขายไฟฟ้าในระบบเชื่อมโยง.....	40
4.2.1 ระยะเวลา.....	42
4.2.2 พลังงานไฟฟ้า.....	42
4.2.3 กำลังงานไฟฟ้า.....	43
4.2.4 ราคาไฟฟ้าส่งออก.....	44
4.2.5 รายรับจากการขายพลังงานไฟฟ้า.....	44
4.3 แบบจำลองระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ.....	44
4.3.1 ลักษณะของอ่างเก็บน้ำ.....	45
4.3.2 การเปลี่ยนแปลงของหัวน้ำ.....	46
4.3.3 ระดับน้ำควบคุม.....	46
4.3.4 เงื่อนไขสมดุลของปริมาณน้ำ.....	48
4.3.5 กำลังผลิตไฟฟ้า.....	48
4.3.6 ขีดจำกัดสูงสุดและต่ำสุดของกำลังผลิต.....	49
4.3.7 ขีดจำกัดในการปล่อยน้ำ.....	49
4.3.8 กำลังไฟฟ้าสำรอง.....	49
4.4 แบบจำลองระบบผลิตไฟฟ้าพลังความร้อน.....	50
4.4.1 ข้อจำกัดในการเดินเครื่อง.....	50
4.4.1.1 ค่าขีดสถานะการจ่ายโหลดของเครื่อง.....	51
4.4.1.2 เวลาต่ำสุดที่เครื่องต้องทำงานหรือหยุดทำงาน.....	52
4.4.1.3 เงื่อนไขการสะสมชั่วโมงที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้	
หยุดหรือทำงาน.....	52
4.4.1.4 ข้อจำกัดกำลังผลิต.....	53

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4.2 ค่าใช้จ่ายในการผลิตของระบบผลิตไฟฟ้าพลังความร้อน.....	53
4.4.2.1 ค่าเชื้อเพลิง.....	53
4.4.2.2 ค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่อง.....	54
4.5 แบบจำลองการผลิตไฟฟ้า.....	57
5. การออปติไมซ์ปัญหาการกำหนดการผลิตระยะสั้น	
ในระบบพลังน้ำ-พลังความร้อนที่พิจารณาถึงการส่งออกกำลังไฟฟ้า.....	59
5.1 คำนำ.....	59
5.2 รูปแบบแทนปัญหาการออปติไมซ์การกำหนดการผลิต.....	60
5.2.1 ฟังก์ชันเป้าหมาย.....	60
5.2.2 ตัวแปรตัดสินใจ.....	61
5.2.3 สมการเงื่อนไข.....	61
5.3 การออปติไมซ์ปัญหาการกำหนดการผลิต.....	63
5.3.1 การกำหนดปัญหาควบคู่.....	63
5.3.2 การแบ่งกลุ่มและแยกปัญหา.....	64
5.3.3 การออปติไมซ์ปัญหาของการส่งออก.....	68
5.3.3.1 การลดจำนวนสมการเงื่อนไข.....	68
5.3.3.2 การปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานของปัญหา การโปรแกรมเชิงเส้น.....	70
5.3.3.3 อัลกอริทึมสำหรับการออปติไมซ์ปัญหาของการส่งออก.....	72
5.3.4 การออปติไมซ์ปัญหาของระบบพลังน้ำ.....	73
5.3.4.1 การจัดปัญหาให้อยู่ในรูป FDP.....	74
5.3.4.2 ขั้นตอนการคำนวณ.....	75
5.3.4.3 อัลกอริทึมสำหรับการออปติไมซ์ปัญหาของระบบพลังน้ำ...	76
5.3.5 การออปติไมซ์ปัญหาของระบบพลังความร้อน.....	78
5.3.5.1 การกำหนดโหลดสำหรับระบบพลังความร้อน.....	78
5.3.5.2 การทำยูนิตคอมมิตเมนต์.....	78
5.3.5.2.1 การปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูป FDP.....	79
5.3.5.2.2 ขั้นตอนการคำนวณ.....	80
5.3.5.2.3 อัลกอริทึมสำหรับการทำยูนิตคอมมิตเมนต์....	82

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3.5.3 การจ่ายไหลดอย่างประหยัด.....	84
5.3.5.3.1 การสร้างสมการการจ่ายไหลดอย่างประหยัด.....	84
5.3.5.3.2 การแก้สมการการจ่ายไหลดอย่างประหยัด.....	84
5.3.5.3.3 อัลกอริทึมสำหรับการจ่ายไหลดอย่างประหยัด..	85
5.3.5.4 อัลกอริทึมสำหรับการออปติไมซ์ปัญหา ของระบบพลังความร้อน.....	87
5.3.6 การโคออดิเนทผลลัพ์ของปัญหาต่าง ๆ.....	88
5.3.7 อัลกอริทึมสำหรับการออปติไมซ์ปัญหาการกำหนดการผลิต.....	89
6. ผลการทดสอบและการวิเคราะห์.....	91
6.1 คำนำ.....	91
6.2 ผลและการวิเคราะห์.....	92
6.2.1 ผลและการวิเคราะห์กรณีส่งออกสูงสุด.....	92
6.2.1.1 ผลของระบบการส่งออก.....	93
6.2.1.2 ผลของระบบพลังน้ำ.....	96
6.2.1.3 ผลของระบบพลังความร้อน.....	102
6.2.1.4 การวิเคราะห์ผลในกรณีส่งออกสูงสุด.....	108
6.2.2 ผลและการวิเคราะห์กรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	110
6.2.2.1 ผลของระบบการส่งออก.....	111
6.2.2.2 ผลของระบบพลังน้ำ.....	114
6.2.2.3 ผลของระบบพลังความร้อน.....	120
6.2.2.4 การวิเคราะห์ผลในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	126
6.2.3 ผลและการวิเคราะห์กรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	128
6.2.3.1 ผลของระบบการส่งออก.....	129
6.2.3.2 ผลของระบบพลังน้ำ.....	132
6.2.3.3 ผลของระบบพลังความร้อน.....	136
6.2.3.4 การวิเคราะห์ผลในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..	142
6.2.4 ผลและการวิเคราะห์กรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	144
6.2.4.1 ผลของระบบการส่งออก.....	145
6.2.4.2 ผลของระบบพลังน้ำ.....	148

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.2.4.3 ผลของระบบพลังความร้อน.....	154
6.2.4.4 การวิเคราะห์ผลในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	161
7. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	173
7.1 สรุปผลการศึกษา.....	173
7.2 ข้อเสนอแนะ.....	175
รายการอ้างอิง.....	176
ภาคผนวก	
ก. การประยุกต์ใช้เทคนิค Regula Falsi เข้าในการปรับค่า λ , ในการจ่ายโหลดอย่างประหยัด.....	180
ข. ข้อมูลของระบบผลิตตัวอย่าง.....	182
ประวัติผู้เขียน.....	193

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
6.1	ทำไมที่ได้จากการส่งออกในกรณีส่งออกสูงสุด..... 92
6.2	พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออกในกรณีส่งออกสูงสุด..... 93
6.3	กำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีส่งออกสูงสุด..... 94
6.4	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายเทียบของเครื่องพลังน้ำในกรณีส่งออกสูงสุด.... 96
6.5	ปริมาณน้ำและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำในกรณีส่งออกสูงสุด..... 97
6.6	พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อน ในกรณีส่งออกสูงสุด..... 102
6.7	ค่าชดเชยการจ่ายโหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตจากเครื่องพลังความร้อน ในกรณีส่งออกสูงสุด..... 103
6.8	สรุปผลลัพธ์การกำหนดการผลิตในกรณีส่งออกสูงสุด..... 105
6.9	สรุปค่าฟังก์ชันเป้าหมายและค่าพลังงานไฟฟ้าในกรณีส่งออกสูงสุด..... 108
6.10	ทำไมที่ได้จากการส่งออกในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..... 110
6.11	พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออกในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด... 111
6.12	กำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..... 112
6.13	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายเทียบของเครื่องพลังน้ำ ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..... 114
6.14	ปริมาณน้ำและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำ ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..... 115
6.15	พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อน ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..... 120
6.16	ค่าชดเชยการจ่ายโหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตจากเครื่องพลังความร้อน ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..... 121
6.17	สรุปผลลัพธ์การกำหนดการผลิตในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..... 123
6.18	สรุปค่าฟังก์ชันเป้าหมายและค่าพลังงานไฟฟ้าในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.... 126
6.19	ทำไมที่ได้จากการส่งออกในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..... 128
6.20	พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออก ในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..... 129
6.21	กำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..... 130

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
6.22 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายเทียมของเครื่องพลังน้ำ ในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	132
6.23 ปริมาณน้ำและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำ ในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	133
6.24 พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อน ในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	136
6.25 ค่าชี้สถานะการจ่ายโหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตจากเครื่องพลังความร้อน ในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	137
6.26 สรุปผลลัพธ์การกำหนดการผลิตในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	139
6.27 สรุปค่าฟังก์ชันเป้าหมายและค่าพลังงานไฟฟ้า ในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	142
6.28 กำไรที่ได้จากการส่งออกในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	144
6.29 พลังงานไฟฟ้าส่งออกและรายรับจากการส่งออก ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	145
6.30 กำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	146
6.31 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและค่าใช้จ่ายเทียมของเครื่องพลังน้ำ ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	148
6.32 ปริมาณน้ำและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำ ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	149
6.33 พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องพลังความร้อน ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	154
6.34 ค่าชี้สถานะการจ่ายโหลดและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตจากเครื่องพลังความร้อน ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	156
6.35 สรุปผลลัพธ์การกำหนดการผลิตในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	158
6.36 สรุปค่าฟังก์ชันเป้าหมายและค่าพลังงานไฟฟ้า ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	161
6.37 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ทั้งหมดในกรณีต่าง ๆ.....	163
6.38 เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าส่งออกและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตในกรณีต่าง ๆ.....	164

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ข.1 ค่าของโหลดภายในระบบไฟฟ้ากำลังของผู้ผลิต.....	183
ข.2 ข้อมูลของสัญญาการซื้อขายกำลังไฟฟ้า.....	184
ข.3.1 ข้อมูลเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 1.....	186
ข.3.2 ข้อมูลเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 2.....	187
ข.3.3 ข้อมูลเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 3.....	188
ข.3.4 ข้อมูลเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 4.....	189
ข.3.5 ข้อมูลเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 5.....	190
ข.3.6 ข้อมูลเครื่องพลังน้ำเครื่องที่ 6.....	191
ข.4 ข้อมูลเครื่องพลังความร้อน.....	192

สารบัญญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1	แบบจำลองของปัญหาการตัดสินใจเฉพาะหนึ่งช่วง..... 18
2.2	แบบจำลองของปัญหาการตัดสินใจหลายขั้นตอน..... 18
4.1	การเชื่อมโยงของระบบผลิตพลังน้ำ-พลังความร้อนเพื่อการส่งออก..... 39
4.2	ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ..... 47
4.3	ค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อนที่ขึ้นกับเวลา..... 56
5.1	อัลกอริทึมสำหรับการอุปติไมซ์ปัญหาของการส่งออกกำลังไฟฟ้า..... 72
5.2	อัลกอริทึมสำหรับการอุปติไมซ์ปัญหาของระบบพลังน้ำ..... 77
5.3	อัลกอริทึมสำหรับการทำยูนิคคอมมิตเมนต์ด้วยวิธี FDP..... 83
5.4	อัลกอริทึมสำหรับการจ่ายโหลดอย่างประหยัดด้วยวิธี Lambda-iteration..... 86
5.5	อัลกอริทึมสำหรับการอุปติไมซ์ปัญหาของระบบพลังความร้อน..... 87
5.6	โครงสร้างของการเชื่อมประสานผลลัพธ์ของปัญหาต่าง ๆ..... 89
5.7	อัลกอริทึมสำหรับการอุปติไมซ์ปัญหาการกำหนดการผลิต..... 90
6.1	ลักษณะกำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีส่งออกสูงสุด..... 95
6.2	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำกับโคออดิเนเตอร์ ในกรณีส่งออกสูงสุด..... 98
6.3	การควบคุมปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า ในกรณีส่งออกสูงสุด..... 100
6.4	ลักษณะการจ่ายโหลดอย่างประหยัดของเครื่องพลังความร้อน ในกรณีส่งออกสูงสุด..... 104
6.5	กำลังไฟฟ้าส่งออกและโหลดที่สัมพันธ์กับโคออดิเนเตอร์ ในกรณีส่งออกสูงสุด..... 106
6.6	ความสัมพันธ์ระหว่างระบบย่อยต่างๆในกรณีส่งออกสูงสุด..... 107
6.7	ลักษณะกำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..... 113
6.8	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำกับโคออดิเนเตอร์ ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..... 116
6.9	การควบคุมปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด..... 118

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
6.10 ลักษณะการจ่ายโหลดอย่างประหยัดของเครื่องพลังความร้อน ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	122
6.11 กำลังไฟฟ้าส่งออกและโหลดที่สัมพันธ์กับโคออดิเนเตอร์ ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	124
6.12 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบย่อยต่าง ๆ ในกรณีผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	125
6.13 ลักษณะกำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	131
6.14 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำกับโคออดิเนเตอร์ ในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	134
6.15 ลักษณะการจ่ายโหลดอย่างประหยัดของเครื่องพลังความร้อน ในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	138
6.16 กำลังไฟฟ้าส่งออกและโหลดที่สัมพันธ์กับโคออดิเนเตอร์ ในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	140
6.17 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบย่อยต่าง ๆ ในกรณีส่งออกและผลิตด้วยพลังน้ำสูงสุด.....	141
6.18 ลักษณะกำลังไฟฟ้าส่งออกในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	147
6.19 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำกับโคออดิเนเตอร์ ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	150
6.20 การควบคุมปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	152
6.21 ลักษณะการจ่ายโหลดอย่างประหยัดของเครื่องพลังความร้อน ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	157
6.22 กำลังไฟฟ้าส่งออกและโหลดที่สัมพันธ์กับโคออดิเนเตอร์ ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	159
6.23 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบย่อยต่าง ๆ ในกรณีดีคอมโพสและโคออดิเนท.....	160
6.24 การเปรียบเทียบโหลดทั้งหมดของระบบในกรณีต่าง ๆ.....	165
6.25 การเปรียบเทียบลักษณะของโหลดทั้งหมดของระบบในกรณีต่าง ๆ.....	166
6.26 การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าส่งออกทั้งหมดของระบบในกรณีต่าง ๆ.....	167
6.27 การเปรียบเทียบลักษณะกำลังไฟฟ้าส่งออกทั้งหมดในกรณีต่าง ๆ.....	168

สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
6.28 การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำทั้งหมดในกรณีต่างๆ.....	169
6.29 การเปรียบเทียบลักษณะกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังน้ำทั้งหมด ในกรณีต่างๆ.....	170
6.30 การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อนทั้งหมด ในกรณีต่างๆ.....	171
6.31 การเปรียบเทียบลักษณะกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องพลังความร้อน ทั้งหมดในกรณีต่างๆ.....	172
ก.1 การปรับค่า λ_i ในวิธี Regula Falsi.....	181
ข.1 ลักษณะของโหลดภายในระบบไฟฟ้ากำลังของผู้ผลิต.....	183
ข.2 ลักษณะขีดจำกัดของกำลังไฟฟ้าซื้อ-ขายของการไฟฟ้าต่างๆ.....	185