

225

การคำนวณค่ายูนิตคอมมิทเมนต์ในระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่
โดยใช้วิธีรีเล็กเซชันแบบลากรองจ์

นายคิชาย อุณหศิริกุล



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-886-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

UNIT COMMITMENT CALCULATION IN A LARGE-SCALE POWER SYSTEM
USING LAGRANGIAN RELAXATION

Mr. Kidchai Unhasirikul

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 974-633-886-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การคำนวณค่ายูนิตคอมมิตเมนต์ในระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่
โดยใช้วิธีรีเล็กเซชันแบบลากรองจ์

โดย นาย คิชาชาย อุณหศิริกุล
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ฤงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุขุมวิทย์ ภูมิวุฒิสาร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์)

..... กรรมการ
(นาย นพพร บุญยประสิทธิ์)



คิดชาย อุณหศิริกุล : การคำนวณค่ายูนิตคอมมิตเมนต์ในระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่
โดยใช้วิธีรีแลกซ์ชันแบบลากรองจ์ (UNIT COMMITMENT CALCULATION IN
A LARGE-SCALE POWER SYSTEM USING LAGRANGIAN RELAXATION)
อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ , 161 หน้า . ISBN 974-633-886-2

วิทยานิพนธ์นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการคำนวณยูนิตคอมมิตเมนต์ในระบบไฟฟ้ากำลัง
ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีรีแลกซ์ชันแบบลากรองจ์

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์
ชั้นเพื่อใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ โดยได้ประยุกต์ใช้กับปัญหายูนิตคอมมิตเมนต์ของระบบไฟฟ้า
กำลังซึ่งประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อน จำนวน 10 , 53 และ 110 ยูนิต

จากผลการศึกษาพบว่า เมื่อระบบมีจำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากขึ้น จะทำให้ค่าช่องว่าง
ดูอัลลดลง นั่นคือผลลัพธ์มีค่าใกล้เคียงค่าที่เหมาะสมมากขึ้น และเนื่องจากได้นำวิธีการโปรแกรม
พลวัตมาใช้ในการแก้ปัญหาย่อย อีกทั้งจำนวนรอบของการคำนวณด้วยวิธีรีแลกซ์ชันแบบลากรองจ์ก็
ไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของระบบไฟฟ้า ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการคำนวณจึงเพิ่มขึ้นค่อนข้างเป็นสัดส่วนโดยตรง
กับจำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า.....
สาขาวิชาพลังงานไฟฟ้า.....
ปีการศึกษา2538.....

ลายมือชื่อนิสิต คิดชาย อุณหศิริกุล
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [Signature]
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C515519 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: UNIT COMMITMENT/LAGRANGIAN RELAXATION

KIDCHAI UNHASIRIKUL : UNIT COMMITMENT CALCULATION IN
A LARGE-SCALE POWER SYSTEM USING LAGRANGIAN RELAXATION.
THESIS ADVISOR : DR. BANDHIT EUA-ARPORN, Ph.D. 161 pp.
ISBN 974-633-886-2

The objective of the thesis is to calculate unit commitment of a large scale power system using lagrangian relaxation method.

A computer program is developed on a microcomputer for study and analysis. This program is applied to solve the unit commitment problem of test systems, consisting of 10 , 53 and 110 thermal units.

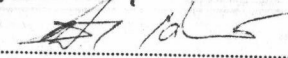
The results indicate that the larger the system is , the smaller the duality gap will be obtained. With the employed method the obtained feasible solution will be closer to suboptimal solution. With the dynamic programming method employed in solving the subproblem and the independent number of iteration from the size of generation system for solving the lagrangian relaxation method, therefore the computation time linearly increases in proportion to the number of generating units.

ภาควิชา..... วิศวกรรมไฟฟ้า.....

สาขาวิชา..... พลังงานไฟฟ้า.....

ปีการศึกษา..... 2538.....

ลายมือชื่อนิสิต..... กิตติพงษ์ อุณหสิทธิ์.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ อาจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้ด้วยดีมาตลอด และได้กรุณาตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร. สุขุมวิทช์ ภูมิวุฒิสาร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ และนายนพพร บุญยประสิทธิ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์	3
1.3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์	3
1.5 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์	4
2. วิธีการคำนวณค่ายูนิคคอมมิตเมนต์แบบต่างๆ	5
2.1 Priority List Scheme	5
2.2 Dynamic Programming	6
2.3 Mixed Integer Programming	8
2.4 Benders Decomposition	8
2.5 รีเล็กเซชัน แบบลากรองจ์	9
3. ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับวิธีรีเล็กเซชันแบบลากรองจ์	10
3.1 การวิเคราะห์คอนเว็กซ์	10
3.2 ปัญหาคู่อัลแบบลากรองจ์	12
3.3 ทฤษฎีคู่อัล	15
3.4 คุณสมบัติของฟังก์ชันคู่อัล	17
4. การคำนวณค่ายูนิคคอมมิตเมนต์โดยใช้วิธีรีเล็กเซชันแบบลากรองจ์	19
4.1 การกำหนดปัญหายูนิคคอมมิตเมนต์	19
4.2 ยูนิคคอมมิตเมนต์และปัญหาคู่อัล	25

4.3 การประยุกต์ใช้วิธีรีเล็กเซชันแบบลากรองจ์	31
5. ตัวอย่าง ผลการคำนวณและการวิเคราะห์	53
5.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง ขนาด 10 ยูนิต	53
5.2 ระบบไฟฟ้ากำลัง ขนาด 53 ยูนิต	57
5.3 ระบบไฟฟ้ากำลัง ขนาด 110 ยูนิต	66
6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	84
6.1 ข้อจำกัดภายในระบบไฟฟ้า	84
6.2 ระดับความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า	85
รายการอ้างอิง	86
ภาคผนวก ก. โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณค่ายูนิตคอมมิตเมนต์ โดยใช้วิธีรีเล็กเซชันแบบลากรองจ์	88
ภาคผนวก ข. วิธีการใช้ โปรแกรมยูนิตคอมมิตเมนต์	133
ภาคผนวก ค. ข้อมูลระบบไฟฟ้ากำลัง ขนาด 10 ยูนิต	146
ภาคผนวก ง. ข้อมูลระบบไฟฟ้ากำลัง ขนาด 53 ยูนิต	149
ภาคผนวก จ. ข้อมูลระบบไฟฟ้ากำลัง ขนาด 110 ยูนิต	154
ประวัติผู้เขียน	161

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
5.1 สถานะการเดินเครื่อง ของระบบขนาด 10 ยูนิต	54
5.2 ค่าใช้จ่ายในการผลิต ของระบบขนาด 10 ยูนิต	54
5.3 ปริมาณการจ่ายโหลด ของระบบขนาด 10 ยูนิต	55
5.4 เปรียบเทียบผลการคำนวณ ของระบบขนาด 10 ยูนิต	56
5.5 สถานะการเดินเครื่อง ของระบบขนาด 53 ยูนิต	58
5.6 ค่าใช้จ่ายในการผลิต ของระบบขนาด 53 ยูนิต	60
5.7 ปริมาณการจ่ายโหลด ของระบบขนาด 53 ยูนิต	62
5.8 สถานะการเดินเครื่อง ของระบบขนาด 110 ยูนิต	68
5.9 ค่าใช้จ่ายในการผลิต ของระบบขนาด 110 ยูนิต	72
5.10 ปริมาณการจ่ายโหลด ของระบบขนาด 110 ยูนิต	76

สารบัญญภาพ

รูปที่	หน้า
3.1 ลักษณะของเซตคอนเว็กซ์	10
3.2 ลักษณะของฟังก์ชันคอนเว็กซ์	11
4.1 กราฟสแตตสำหรับรูปแบบเบื่องคั้น	28
4.2 กราฟสแตตเมื่อรวมค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่องที่ขึ้นกับเวลา	28
4.3 กราฟสแตตเมื่อรวมค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่องและรวมเงื่อนไ้ขบั้งคั้น ของเวลาเดินเครื่องกับเวลาหยุดเดินเครื่องอย่างน้อยที่สุด	29
4.4 ตัวอย่างการกำหนดค่าตัวแปรของกราฟสแตตในรูปแบบเบื่องคั้น	30
4.5 ผังงานแสดงอัลกอริทึมของ A. Merlin	32
4.6 ผังงานแสดงอัลกอริทึมของ S.K. Tong	33
4.7 ผังงานแสดงอัลกอริทึมของวิธีรีเล็กเซชันแบบลากรองจ์	35
4.8 ผังงานแสดงขั้นตอนการคำนวณค่าของปัญหาย่อย	39
4.9 ผังงานแสดงขั้นตอนคำนวณการจ่ายโหลดอย่างประหยัด	50
4.10 แสดงลักษณะผลลัพธ์ของวิธีรีเล็กเซชันแบบลากรองจ์	52