

การจ่ายโหลดอย่างประหยัดที่คำนึงถึงข้อจำกัด  
การปล่อยก๊าซพิษจากโรงไฟฟ้า



นายธีรโรจน์ เฟื่องหลัง

ศูนย์วิทยพัชร์พยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

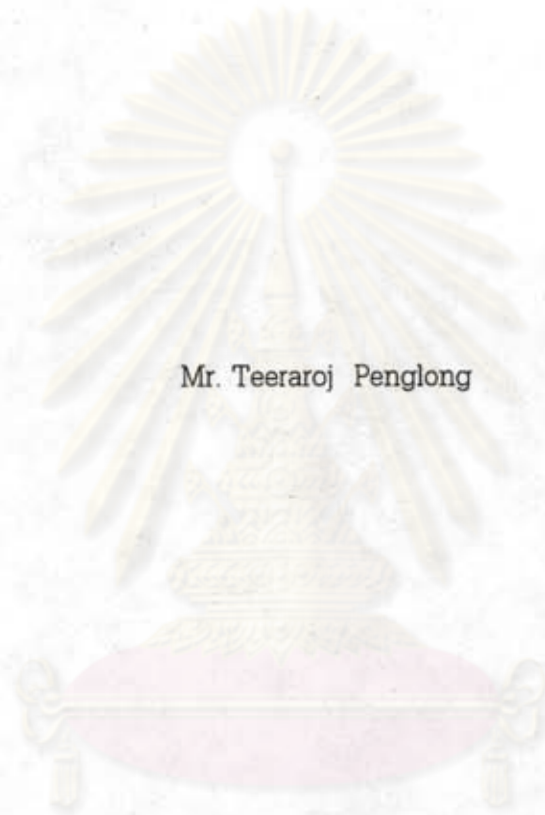
พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-806-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 16892665

ECONOMIC DISPATCH WITH EMISSION CONSTRAINTS



Mr. Teeraroj Penglong

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

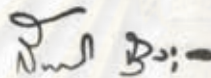
ISBN 974-633-806-4

Copyright to the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจ่ายโหลดอย่างประหยัดที่คำนึงถึงข้อจำกัดการปล่อยก๊าซพิษจากโรงไฟฟ้า  
โดย นายธีรโรจน์ เพ็งหลัง  
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. จรวัย บุญยุบล  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ นงสุวรรณ )

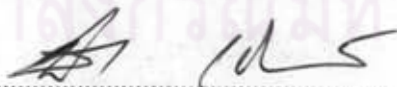
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



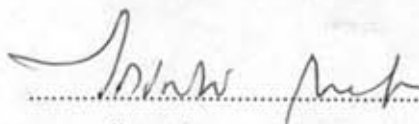
.....ประธานกรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ไพบูลย์ ไชยนิล )



.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
( ศาสตราจารย์ ดร. จรวัย บุญยุบล )



.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
( อาจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ )



.....กรรมการ  
( นาย ไกรสิทธิ์ กรรณสูต )

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว




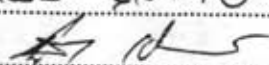
ชื่อโรจน์ เพ็งหลัง : การจ่ายโหลดอย่างประหยัดที่คำนึงถึงข้อจำกัดการปล่อยก๊าซพิษจาก  
โรงไฟฟ้า (ECONOMIC DISPATCH WITH EMISSION CONSTRAINTS) อ.ที่ปรึกษา :  
ศ.ดร.จรรยา บุญยุบล, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อาจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์, 93 หน้า.  
ISBN 974-633-806-4

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แสดงถึงการจ่ายโหลดอย่างประหยัดที่คำนึงถึงข้อจำกัดการปล่อยก๊าซพิษจาก  
โรงไฟฟ้าโดยอาศัยเทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุดแบบหลายเป้าหมายและการโปรแกรมเชิงเส้นตรง ด้วย  
วิธีการนี้ทำให้สามารถทำการจ่ายโหลดได้ด้วยการลดต้นทุนการผลิตรวมของระบบที่มีราคาต่ำ และจำกัดการปล่อย  
ก๊าซพิษซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของระบบให้น้อยที่สุด รวมทั้งเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

ในการศึกษาเรื่องดังกล่าวได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นบนไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้  
ภาษาปาสคาล เพื่อเป็นเครื่องมือในการศึกษาและวิเคราะห์ผล ผลของการศึกษาพบว่า โปรแกรม  
สามารถคำนวณและกำหนดให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องทำการจ่ายโหลดอย่างประหยัดและมีการ  
ปล่อยก๊าซพิษที่เหมาะสม

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
สาขาวิชา ระบบพลังงานไฟฟ้า  
ปีการศึกษา 2536

ลายมือชื่อนิสิต   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร.จรรยา บุญยุบล  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 

#C415599 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: ECONOMIC DISPATCH / EMISSION CONSTRAINTS

TEERAROJ PENGLONG : ECONOMIC DISPATCH WITH EMISSION CONSTRAINTS.

THESIS ADVISOR : PROF. CHARUAY BOONYUBOL, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR :  
BUNDHIT EUA-ARPORN, Ph.D. 93 pp. ISBN 974-633-806-4

This thesis presents a method to calculate the economic dispatch with emission constraints employing multiobjective optimization technique and linear programming. With the employed method, the generation is dispatched with a minimum total production cost and least emission of sulfur dioxide.

A computer program is developed on a microcomputer using pascal programming language as a tool for the research. Results of the research show that the optimal power dispatch causing least sulfur dioxide emission can be obtained.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า

ลายมือชื่อนิสิต..... 

สาขาวิชา.....ระบบพลังงานไฟฟ้า

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 

ปีการศึกษา..... 2538

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... 



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ศาสตราจารย์ ดร.จรวัย บุญยุบล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยด้วยดีตลอด และได้กรุณาตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ไพบุลย์ ไชยนิล และ คุณไกรสิทธิ์ วรรณสุด ที่ได้กรุณาตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี อีกทั้งขอขอบคุณ คุณพีระพงศ์ แซ่ลี ที่ได้ให้คำแนะนำในการเขียนโปรแกรม รวมไปถึงการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่ได้ให้โอกาสแก่ผู้วิจัยได้ลาศึกษาและสนับสนุนข้อมูลในการทำวิจัย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนทางด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

คุณย์วิทย์ทรัพย์ากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญรูปภาพ .....	ญ
บทที่	
1. บทนำทั่วไป .....	1
2. สิ่งแวดล้อมกับการผลิตไฟฟ้า .....	4
2.1 บทนำ .....	4
2.2 ทางเลือกการใช้ทรัพยากร .....	4
2.3 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนที่ใช้ถ่านหิน .....	6
2.4 การเกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ....	7
2.5 ระบบการจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ .....	11
3.การออปติไมซ์เซชันแบบหลายเป้าหมาย(Multiobjective optimization ).....	17
3.1 บทนำ .....	17
3.2 แบบจำลองของการออปติไมซ์เซชันแบบหลายเป้าหมาย .....	18
3.3 การหาผลลัพธ์ของการออปติไมซ์เซชันแบบหลายเป้าหมาย .....	19
3.4 วิธีการ Weighting .....	20
3.5 วิธีการ Constraint .....	21
3.6 วิธีการ Noninferior Set Estimation (NISE).....	23
3.7 วิธีการ Multiobjective Simplex .....	25
4. การโปรแกรมเชิงเส้นตรง .....	28
4.1 บทนำ .....	28
4.2 แบบจำลองของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง .....	28
4.3 ขั้นตอนการทำโปรแกรมเชิงเส้นตรง .....	30

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 การหาผลลัพธ์ของแบบจำลองของปัญหา .....	31
4.5 วิธีทางพีชคณิตทั่ว ๆ ไป .....	32
4.6 วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex method ) .....	33
4.6.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยวิธีซิมเพล็กซ์ .....	36
4.6.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยวิธี Big-M .....	41
5. การจ่ายโหลดอย่างประหยัดที่คำนึงถึงข้อจำกัดการปล่อยก๊าซพิษจากโรงไฟฟ้า .....	43
5.1 บทนำ .....	43
5.2 ค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้า .....	43
5.3 แบบจำลองของปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัด .....	45
5.4 รายละเอียดของแบบจำลองปัญหาของการจ่ายโหลดอย่างประหยัดที่คำนึงถึง ข้อจำกัดการปล่อยก๊าซพิษจากโรงไฟฟ้า .....	46
5.5 ขั้นตอนวิธีของการจ่ายโหลดอย่างประหยัดที่คำนึงถึงข้อจำกัดการปล่อยก๊าซพิษ จากโรงไฟฟ้า .....	50
6. ผลการทดสอบและการวิเคราะห์.....	53
6.1 บทนำ .....	53
6.2 ผลการศึกษากรณีที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่างๆ กัน.....	53
6.3 ผลการศึกษากรณีโรงไฟฟ้ามีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น.....	66
6.4 ผลการศึกษากรณีติดตั้งเครื่องดักจับ SO <sub>2</sub> .....	78
7. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	84
รายการอ้างอิง .....	86
ภาคผนวก ก. คู่มือการใช้โปรแกรม .....	89
ประวัติผู้เขียน .....	93



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย(พ.ศ.2538).....	9
ตารางที่ 2.2 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ.....	10
ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างระบบแห้ง ระบบกึ่งแห้ง และระบบเปียก.....	16
ตารางที่ 6.2.1 ผลการจ่ายโหลดอย่างประหยัดๆ ที่ Demand 1000 MW.....	57
ตารางที่ 6.2.2 ผลการจ่ายโหลดอย่างประหยัดๆ ที่ Demand 1400 MW.....	58
ตารางที่ 6.2.3 ผลการจ่ายโหลดอย่างประหยัดๆ ที่ Demand 1800 MW.....	59
ตารางที่ 6.2.4 ผลการจ่ายโหลดอย่างประหยัดๆ ที่ Demand 1900 MW.....	60
ตารางที่ 6.2.5 แสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของการปล่อยSO <sub>2</sub> กับ Demand .....	61
ตารางที่ 6.3.1 แสดงค่า Emission Function.....	67
ตารางที่ 6.3.2 แสดงผลของค่า1.5เท่าEmission Function.....	68
ตารางที่ 6.3.3 แสดงผลของค่า2.0เท่าEmission Function.....	71
ตารางที่ 6.3.4 แสดงผลของค่า2.5เท่าEmission Function.....	74
ตารางที่ 6.4.1 ต้นทุนในการผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า No.1-3.....	79
ตารางที่ 6.4.2 ต้นทุนในการผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า No.4-7.....	79
ตารางที่ 6.4.3 ต้นทุนในการผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า No.8-11.....	80
ตารางที่ 6.4.4 ต้นทุนในการผลิตกำลังไฟฟ้าที่ Demand ต่างๆ กัน โดยเปรียบเทียบทั้ง 3 กรณี .....	81

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ระบบคิดแก้	12
รูปที่ 2.2 ระบบกึ่งแก้	13
รูปที่ 2.3 ระบบเบี่ยง	14
รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนวิธีของMultiobjective Simplex	27
รูปที่ 5.1 แสดงขั้นตอนวิธีของการจ่ายโหลดอย่างประหยัด	52
รูปที่ 6.1 กราฟแสดงการปล่อยก๊าซSO <sub>2</sub> สูงสุดและต่ำสุดเทียบกับโหลดของตารางที่6.2.5	62
รูปที่ 6.2 กราฟแสดงค่า weightที่เหมาะสมเทียบกับโหลดของตารางที่6.2.5	63
รูปที่ 6.3 กราฟแสดงการปล่อยก๊าซSO <sub>2</sub> สูงสุดและต่ำสุดเทียบกับโหลดของตารางที่6.3.2	69
รูปที่ 6.4 กราฟแสดงค่า weightที่เหมาะสมเทียบกับโหลดของตารางที่6.3.2	70
รูปที่ 6.5 กราฟแสดงการปล่อยก๊าซSO <sub>2</sub> สูงสุดและต่ำสุดเทียบกับโหลดของตารางที่6.3.3	72
รูปที่ 6.6 กราฟแสดงค่า weightที่เหมาะสมเทียบกับโหลดของตารางที่6.3.3	73
รูปที่ 6.7 กราฟแสดงการปล่อยก๊าซSO <sub>2</sub> สูงสุดและต่ำสุดเทียบกับโหลดของตารางที่6.3.4	75
รูปที่ 6.8 กราฟแสดงค่า weightที่เหมาะสมเทียบกับโหลดของตารางที่6.3.4	76
รูปที่ 6.9 กราฟแสดงต้นทุนในการผลิตทั้ง 3กรณีเทียบกับโหลดของตารางที่6.4.4	82

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย