

การจ่ายไหลดอย่างประหยัดโดยใช้การจัดสรร  
กำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟ



นาย หลักฐาน ทองนพคุณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
พ.ศ. 2530

ISBN 974-567-958-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

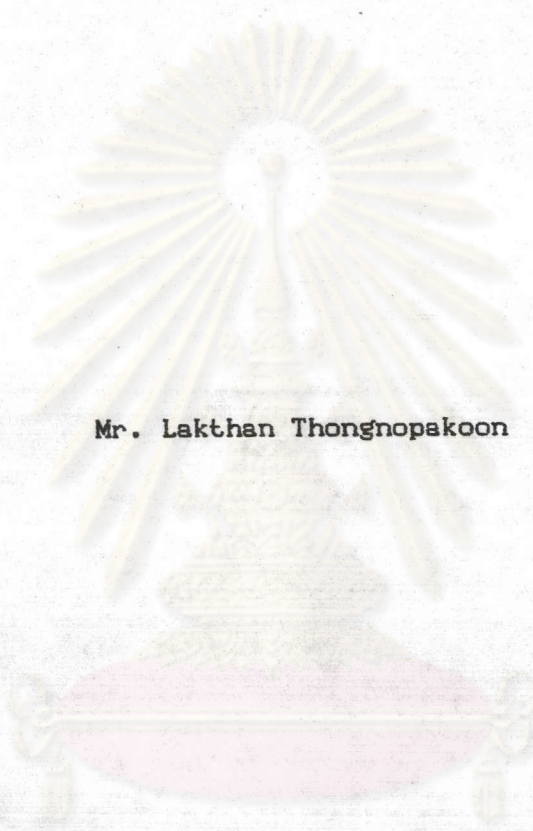
012750

012750

i18161893



**ECONOMIC LOAD DISPATCH BASED ON REAL AND  
REACTIVE POWER ALLOCATIONS**



**Mr. Lakthan Thongnopakoon**

**คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Electrical Engineering  
Graduate School  
Chulalongkorn University**

**1987**

**ISBN 974-567-958-5**



หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยใช้การจัดสรรกำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟ

โดย นาย หลักฐาน ทองนพคุณ  
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สุขุมวิทย์ ภูมิวุฒิสาร



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากัญ)

.....  
(ศาสตราจารย์ ดร.จรวาย บุญยกุล)

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

.....  
(นาย สมเกียรติ ฝโลประการ)

.....  
(รองศาสตราจารย์ ไพบุลย์ ไชยนิล)





หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยใช้การจัดสรรกำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟ

ชื่อนิสิต นาย หลักฐาน ทองนพคุณ

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สุขุมวิทย์ ภูมิวุฒิสาร

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2529

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึงการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยใช้การจัดสรรกำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟ โดยอาศัย เทคนิคการทำ optimization โหลดโพล်แบบฟาสต์ ดีคัปเปิลนิวตัน-ราฟสัน และเทคนิคการแยกการจัดสรรกำลังจริง-กำลังรีแอกทีฟ วิธีการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยใช้การจัดสรรกำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟ สามารถลดต้นทุนการผลิตรวมของระบบไฟฟ้ากำลังให้ต่ำกว่าการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยใช้วิธีการจัดสรรกำลังจริงเพียงอย่างเดียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Thesis Title      ECONOMIC LOAD DISPATCH BASED ON REAL AND REACTIVE  
POWER ALLOCATIONS

Name                Mr. Lakthan Thongnopakoon

Thesis Advisor    Dr. Sukumvit Phoomvuthisarn

Department        Electrical Engineering

Academic Year    1986

ABSTRACT

This thesis describes economic load dispatch based on real and reactive power allocations. This method employs optimization technique, fast decouple Newton-Raphson load flow and real-reactive power allocations. Economic load dispatch based on real and reactive power allocations can reduce total production cost of power system to lower than economic load dispatch based on only real power allocation.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ  
รองศาสตราจารย์ ดร.สุขุมวิทย์ ภูมิพิสิสาร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้  
คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆของการวิจัยมาด้วยดีตลอด และได้กรุณาตรวจสอบและแก้ไข  
วิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์  
ซึ่งประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร.จรรยา บุญขุมล คุณสมเกียรติ ฝโลประการ และ  
รองศาสตราจารย์ ไพบูลย์ ไชยนิล ที่ได้กรุณาตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำในการ  
ทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนทางด้านการเงินและ  
ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยพัชการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำทั่วไป.....	1
2. โหลดไฟลว์.....	3
2.1 บทนำ.....	3
2.2 วงจรสมมูลขององค์ประกอบในระบบไฟฟ้ากำลัง.....	3
2.2.1 สายส่ง.....	3
2.2.2 หม้อแปลง.....	4
2.2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลด.....	6
2.3 กระแสบัสแรงดันบัสและบัสแอดมิตแตนซ์เมทริกซ์.....	7
2.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสบัสและแรงดันบัส.....	7
2.3.2 การหาบัสแอดมิตแตนซ์เมทริกซ์โดยวิธีอิลิเมนต์สแตมป์..	8
2.4 สมการโหลดไฟลว์.....	9
2.5 ตัวแปรและชนิดของบัส.....	10
2.6 วิธีของนิวตัน-ราฟสัน.....	11
2.7 อัลกอริทึมของโหลดไฟลว์โดยวิธีของนิวตัน-ราฟสัน.....	16
2.8 การปรับปรุงวิธีของนิวตัน-ราฟสัน.....	16
2.8.1 การปรับปรุงการหาค่าจาโคเบียนเมทริกซ์.....	16
2.8.2 วิธีดีคัปเปิลโหลดไฟลว์.....	18
2.8.3 วิธีฟาสต์ดีคัปเปิลโหลดไฟลว์.....	18
2.9 กำลังที่ไหลในสายส่งและหม้อแปลง.....	20
2.9.1 กำลังที่ไหลในสายส่ง.....	20
2.9.2 กำลังที่ไหลในหม้อแปลง.....	21



## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3. การจ่ายโหลดอย่างประหยัด.....	23
3.1 บทนำ.....	23
3.2 การจ่ายโหลดอย่างประหยัดกรณีที่ไม่คิดกำลังสูญเสีย.....	24
3.2.1 ต้นทุนการผลิตของระบบ.....	24
3.2.2 เงื่อนไขบังคับ.....	25
3.2.3 Equal Incremental Cost Load Dispatch....	25
3.2.4 วิธีล-อิมเพอร์เรชัน.....	27
3.3 การจ่ายโหลดอย่างประหยัดกรณีคิดผลของกำลังสูญเสีย.....	28
3.3.1 Incremental Transmission loss.....	28
3.3.2 การหาค่าIncremental Transmission Loss....	29
3.3.3 อัลกอริทึมของการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยคิดผลของกำลังสูญเสียจากโหลดไฟลว์.....	33
3.4 ตัวอย่างและผล.....	34
3.4.1 ผลของการทำโหลดไฟลว์.....	38
3.4.2 ผลของการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยไม่คิดกำลังสูญเสีย.....	39
3.4.3 ผลของการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยคิดผลของกำลังสูญเสีย.....	40
4. การจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยใช้การจัดสรรกำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟ.....	42
4.1 บทนำ.....	42
4.2 Optimization Technique.....	42
4.3 ขั้นตอนการทำOptimization.....	45
4.3.1 การแปลงปัญหา.....	45
4.3.2 Penalty Function.....	45
4.3.3 สถานะที่จุดต่ำสุด.....	47
4.3.4 เกรเดียนต์เวกเตอร์.....	47
4.3.5 การหาค่าUpdate Vector.....	48



## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.4 การจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยวิธีการแยกการจัดสรรกำลังจริง-กำลังรีแอกทีฟ.....	50
4.5 รายละเอียดการคำนวณในการจัดสรรกำลังจริง.....	51
4.5.1 Objective function ตัวแปรควบคุมและตัวแปรสถานะ.....	51
4.5.2 เงื่อนไขบังคับ.....	52
4.5.3 การแปลงปัญหาและสถานะที่จุดต่ำสุด.....	52
4.5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสรรกำลังจริงและการจ่ายอย่างประหยัดโดยคิดผลของกำลังสูญเสียจากโหลดไฟลว์	53
4.6 รายละเอียดการคำนวณในการจัดสรรกำลังรีแอกทีฟ.....	56
4.6.1 Objective Function ตัวแปรควบคุมและตัวแปรสถานะ.....	56
4.6.2 เงื่อนไขบังคับ.....	56
4.6.3 การแปลงปัญหาและสถานะที่จุดต่ำสุด.....	57
4.6.4 การคำนวณเกรเดียนต์เวกเตอร์.....	58
4.6.5 เงื่อนไขบังคับแบบอสมการของตัวแปรควบคุม.....	61
4.6.6 การคำนวณค่าc.....	61
4.6.7 สถานะที่แสดงว่าถึงจุดต่ำสุดเพิ่มเติม.....	63
4.6.8 อัลกอริทึมของการจัดสรรกำลังรีแอกทีฟ.....	64
5. ตัวอย่างและผล.....	65
5.1 บทนำ.....	65
5.2 ระบบไฟฟ้ากำลัง 3 บัส 2 สายส่ง.....	65
5.3 ระบบไฟฟ้ากำลัง 5 บัส 6 สายส่ง.....	70
5.3.1 ค่าเริ่มต้นและขีดจำกัดแบบที่ 1.....	70
5.3.2 ค่าเริ่มต้นและขีดจำกัดแบบที่ 2.....	77
5.4 ระบบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 11 สายส่ง.....	82
5.4.1 ค่าเริ่มต้นและขีดจำกัดแบบที่ 1.....	82
5.4.2 ค่าเริ่มต้นและขีดจำกัดแบบที่ 2.....	85



## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.5 วิเคราะห์ผล.....	90
6. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	94
เอกสารอ้างอิง.....	96
ภาคผนวก ก. การจ่ายไหลตัวอย่างประหยัดในกรณีที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ..	99
ภาคผนวก ข. โพลีชาร์ตของโปรแกรมการจ่ายไหลตัวอย่างประหยัด.....	104
ภาคผนวก ค. โปรแกรมการจ่ายไหลตัวอย่างประหยัด.....	110
ภาคผนวก ง. คู่มือการใช้โปรแกรมการจ่ายไหลตัวอย่างประหยัด.....	148
ประวัติผู้เขียน.....	165

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

4.1	ผลของการจ่ายไหลดอย่างประหยัดแบบต่างๆของระบบ 5 บัส 6 สายส่งโดยมีค่าเริ่มต้นแบบที่ 1 ตามหัวข้อที่ 5.3.1 .....	91
4.2	ผลของการจ่ายไหลดอย่างประหยัดแบบต่างๆของระบบ 5 บัส 6 สายส่งโดยมีค่าเริ่มต้นแบบที่ 2 ตามหัวข้อที่ 5.3.2 .....	92
4.3	ผลของการจ่ายไหลดอย่างประหยัดแบบต่างๆของระบบ 6 บัส 11 สายส่งโดยมีค่าเริ่มต้นแบบที่ 1 ตามหัวข้อที่ 5.4.1 .....	92
4.2	ผลของการจ่ายไหลดอย่างประหยัดแบบต่างๆของระบบ 6 บัส 11 สายส่งโดยมีค่าเริ่มต้นแบบที่ 2 ตามหัวข้อที่ 5.4.2 .....	93

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ก) วงจรสมมูลของสายส่งขนาดกลางแบบพายน์( $\pi$ ).....	4
2.1 ข) วงจรสมมูลของสายส่งขนาดกลางแบบที(T).....	4
2.2 วงจรสมมูลของหม้อแปลง.....	5
2.3 วงจรสมมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลด.....	7
2.4 อัลกอริทึมของโหลดไหล่วิธีของนิวตัน-ราฟสัน.....	16
2.5 วงจรสมมูลของสายส่งที่เชื่อมต่อระหว่างบัส p และ q.....	20
3.1 รูปแสดงวิธี λ-อิตเทอร์เรชัน.....	27
3.2 อัลกอริทึมของการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยคิดผลของกำลังสูญเสีย จากโหลดไหล่วิธี.....	34
3.3 ระบบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 11 สายส่ง.....	35
4.1 Penalty function.....	46
4.2 การหาค่าตอบของวิธี steepest descent.....	49
4.3 อัลกอริทึมของการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยใช้วิธีแยกการจัดสรร กำลังจริง-กำลังรีแอกทีฟ.....	51
4.4 การหาค่า update vector.....	62
4.5 Augmented objective function.....	63
4.6 อัลกอริทึมของการจัดสรรกำลังรีแอกทีฟ.....	64
5.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง 3 บัส 2 สายส่ง.....	65
5.2 ระบบไฟฟ้ากำลัง 5 บัส 6 สายส่ง.....	70
5.3 การหาค่าตอบของการจัดสรรกำลังรีแอกทีฟของระบบไฟฟ้ากำลัง 3 บัส 2 สายส่งตามวิธี steepest descent และวิธี conjugate gradient.....	90
ก.1 อัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ.....	99