

การวิเคราะห์โหลดโวลต์แบบนิวตัน-กราฟเส้นของระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่โดยวิธีแยกเป็นส่วนย่อย



นาย สุนทร ปิยรัตน์วงศ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

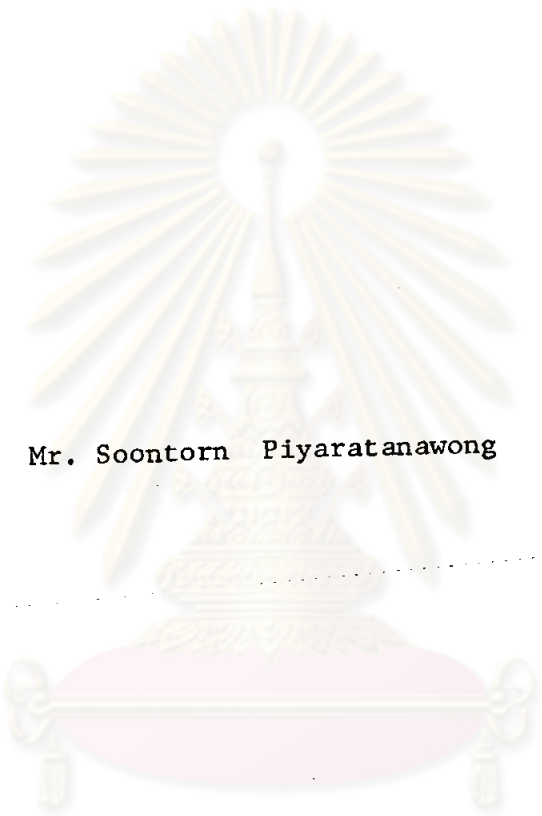
พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-733-1

013562

117969712

NEWTON-RAPHSON LOAD FLOW ANALYSIS FOR LARGE SCALE POWER SYSTEM
BY A PIECEWISE SOLUTION METHOD



Mr. Soontorn Piyaratanawong

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1986

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์โหลดโพลีเมอร์แบบนิวตัน-ราฟสันของระบบไฟฟ้ากำลัง
ขนาดใหญ่ โดยวิธีแยกเป็นส่วนย่อย

โดย นาย สุนทร บิษรัตน์วงศ์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทรวิทย์ ภูมิวุฒิสาร



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. สรชัย พิศาสบุตร)

รักษาการในตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนรักษาการในตำแหน่งคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

(ศาสตราจารย์ ดร. จรรวย บุญยกุล)

.....

(นายไกรสิทธิ์ กรรณสูตร)

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์)

.....

(อาจารย์ ไชยะ แซ่ม้อย)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุนทรวิทย์ ภูมิวุฒิสาร)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์โหลดไหล่วัฏแบบนิวตัน-ราฟสันของระบบไฟฟ้ากำลัง
ขนาดใหญ่ โดยวิธีแยกเป็นส่วนย่อย

ชื่อนิสิต

นายสุนทร ปิยรัตน์วงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. สุขุมวิทย์ ภูมิวิมลสาร

ภาควิชา

วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา

2528



บทคัดย่อ

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แสดงถึงวิธีการวิเคราะห์นิวตันราฟสันโหลดไหล่วัฏของระบบ
ไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ โดยวิธีไดอะคอปติก หรือวิธีแยกเป็นส่วนย่อย วิธีดังกล่าวแบ่งระบบ
ทั้งหมดออกเป็นระบบย่อย แล้วหาผลลัพธ์ของระบบย่อย และรวมผลลัพธ์ของระบบย่อย เข้า
ด้วยกันก็จะได้ผลลัพธ์รวมของระบบทั้งหมด โดยวิธีนี้จะทำให้ลดที่เก็บข้อมูลในหน่วยความจำ
ของเครื่องคอมพิวเตอร์ลง และสามารถที่จะวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ได้ด้วย
คอมพิวเตอร์ที่มีขนาดจำกัด โปรแกรมวิเคราะห์นิวตันราฟสันโหลดไหล่วัฏโดยวิธีแยกเป็นส่วน
ย่อย ได้เขียนขึ้นในภาษาฟอร์แทรน และทดสอบในเครื่องคอมพิวเตอร์ PDP11 นอกจากนั้น
โปรแกรมยังสามารถแบ่งระบบไฟฟ้ากำลังออกเป็นระบบย่อย และสายส่งเชื่อมโยง (Tie
lines) โดยอัตโนมัติโดยใช้หน่วยความจำน้อยที่สุด ผลการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น
กับระบบไฟฟ้ากำลังมาตรฐาน IEEE 6 บัส และ 14 บัส พบว่า จำนวนหน่วยความจำ
ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ด้วยวิธี ไดอะคอปติก จะน้อยกว่าวิธีธรรมดาอย่างมากแต่ ใช้เวลาใน
การวิเคราะห์เพิ่มขึ้น

Thesis Title Newton-Raphson Load Flow Analysis for Large
Scale Power System By a Piecewise Solution
Method
Name Mr. Soontorn Piyaratanawong
Thesis Advisor Associate Professor Sukumvit Phoomvuthisarn,
Ph.D.
Department Electrical Engineering
Academic Year 1985



ABSTRACT

This thesis presents an algorithm for a piecewise solution or diakoptic method for Newton-Raphson load flow problem in large scale electric power system. The method divides a power system into several smaller subsystems, finds the solution models for the subsystems, and finally obtains the solution of the original power system through an interconnection model. This method will render an advantage in computer storage, and it can be used to analyse a large scale power system with available digital computer. A computer program has been written in FORTRAN and tested in computer PDP11 System. Furthermore, the program has also been designed for minimizing computer storage of subsystems and number of tie lines with automatic dividing subsystem control. The piecewise solution method for Newton-Raphson load flow program has been applied to the IEEE-6 and IEEE-14 Bus Test System and results show that computer storage is much lower than the system were to be solve in one piece but will have the additional disadvantage of increasing the overall computation time.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความสนับสนุน และความร่วมมือจากหลายท่านด้วยกัน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุพมวิทย์ ภูมิวุฒิสาร อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าที่ให้คำปรึกษา และควบคุมวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร. จรรยบุญยกุล ซึ่งเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ อาจารย์ไชยะ แซ่มซ้อย อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และคุณไกรสิทธิ์ กรรณสูตร หัวหน้ากองรีเลย์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ช่วยตรวจแก้ไขบทความ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย ลีลารัศมี ซึ่งให้ความสะดวกในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการวิจัยนี้ คุณอำนวยการ พงศ์พาณิชย์ ที่ช่วยจัดพิมพ์ และผู้ร่วมสนับสนุนอีกหลายท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามมา ณ. ที่นี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

หน้า

| | |
|--------------------------|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | จ |
| กิตติกรรมประกาศ | ฉ |
| รายการรูปประกอบ | ฅ |
| รายการตารางประกอบ | ญ |

บทที่

| | |
|--|----|
| 1. บทนำ | 1 |
| 2. การใช้ไดโอดคอปติกในระบบไฟฟ้ากำลัง | 3 |
| 2.1 การหาผลลัพท์แบบแยกส่วน | 3 |
| 2.2 ตัวอย่างการหาผลลัพท์ | 11 |
| 3. ทฤษฎีการวิเคราะห์นิวตันกราฟสันโพลด์โฟลว์โดยวิธีแยกเป็นส่วนย่อย ... | 18 |
| 3.1 องค์ประกอบของระบบไฟฟ้ากำลัง | 18 |
| 3.2 สมการการไหลของกำลังไฟฟ้า | 22 |
| 3.3 การวิเคราะห์นิวตันกราฟสันโพลด์ | 23 |
| 3.4 กำลังไฟฟ้าที่ไหลในสายส่งไฟฟ้า | 26 |
| 3.5 การวิเคราะห์นิวตันกราฟสันโพลด์โฟลว์โดยวิธีแยกเป็นส่วนย่อย .. | 27 |
| 4. โปรแกรมการวิเคราะห์นิวตันกราฟสันโพลด์โฟลว์โดยวิธีแยกเป็นส่วนย่อย . | 34 |
| 4.1 การอ่านและพิมพ์ข้อมูลของระบบไฟฟ้ากำลัง | 34 |
| 4.2 การแบ่งระบบไฟฟ้ากำลังออกเป็นระบบย่อย โดยอัตโนมัติ | 36 |
| 4.3 การสร้างบัสแอดมิทแตนซ์ เมตริกซ์ และ เมตริกซ์ เชื่อมโยง ระบบย่อย | 37 |
| 4.4 การวิเคราะห์นิวตันกราฟสันโพลด์โฟลว์ของแต่ละระบบย่อย | 38 |
| 4.5 การแสดงผลของการวิเคราะห์โพลด์โฟลว์ | 41 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| 5. การใช้โปรแกรมและตัวอย่างการวิเคราะห์ | 61 |
| 5.1 การจัดเตรียมข้อมูล | 61 |
| 5.2 การใช้โปรแกรม | 64 |
| 5.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ | 65 |
| 6. สรุปและข้อเสนอแนะ | 71 |
| เอกสารอ้างอิง | 73 |
| ผนวก ก. ตัวอย่างการวิเคราะห์นิวตันกราฟเส้นโหลดโพลีของระบบไฟฟ้ากำลัง ตามมาตรฐาน IEEE | 74 |
| ผนวก ข. ตัวอย่างการวิเคราะห์นิวตันกราฟเส้นโหลดโพลีของระบบไฟฟ้ากำลัง ส่วนหนึ่งของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย | 98 |
| ผนวก ค. โปรแกรมการวิเคราะห์นิวตันกราฟเส้นโหลดโพลี โดยวิธีแยกเป็นส่วนย่อย. | 107 |
| ประวัติผู้เขียน | 156 |

รายการรูปประกอบ

รูปที่

หน้า

| | | |
|--------|--|----|
| 2.1 ก. | แสดงระบบไฟฟ้ากำลังก่อนแบ่งโซน | 4 |
| 2.1 ข. | แสดงระบบย่อยหลังแบ่งโซน | 4 |
| 2.1 ค. | แสดงวงจรสมมูลย์ของคัทลายน์ | 4 |
| 2.2 | แสดงข่ายวงจรซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 3 โซน | 14 |
| 2.3 | แสดงข่ายวงจรเมื่อเอาคัทลายน์ออก | 14 |
| 3.1 | แสดงวงจรสมมูลย์พายที่ใช้แทนสายส่ง | 19 |
| 3.2 ก. | หม้อแปลงที่มีอัตราส่วนจำนวนรอบ เป็นปกติ มีค่า $t = 1$ | 20 |
| 3.2 ข. | วงจรสมมูลย์ของหม้อแปลงที่มีอัตราส่วนจำนวนรอบ เป็นปกติ | 20 |
| 3.2 ค. | แสดงหม้อแปลงอุดมคติต่ออนุกรมกับอิมพีแดนซ์ ใช้แทนหม้อแปลง ที่มีอัตราส่วนจำนวนรอบผิดจากปกติ | 20 |
| 3.2 ง. | แสดงวงจรสมมูลย์พาย | 20 |
| 3.3 | แสดงวงจรสมมูลย์ของสายส่ง | 26 |
| 4.1 | โพล์ชาร์ตการวิเคราะห์โหลดโพล์แบบนิวตันราฟสันโดยวิธีแยก เป็นส่วนย่อย | 42 |
| 4.2 | โพล์ชาร์ตแสดงขั้นตอนการอ่านและพิมพ์ข้อมูลของระบบไฟฟ้ากำลัง . | 44 |
| 4.3 | แสดงโพล์ชาร์ตของการแบ่งระบบไฟฟ้ากำลัง เป็นระบบย่อย | 47 |
| 4.4 | โพล์ชาร์ตแสดงการจัดเตรียมอิลิเมนต์ | 48 |
| 4.5 | โพล์ชาร์ตแสดงการสร้าง Z_1 | 50 |
| 4.6 | โพล์ชาร์ตแสดงการสร้าง Z_2 | 52 |
| 4.7 | โพล์ชาร์ตแสดงการสร้าง Z_4 | 54 |
| 4.8 | โพล์ชาร์ตแสดงการสร้าง YBUS..... | 55 |
| 4.9 | โพล์ชาร์ตแสดงการวิเคราะห์โหลดโพล์แบบนิวตันราฟสันของแต่ละ ระบบย่อย | 60 |
| 5.1 | ตัวอย่างระบบไฟฟ้ากำลังที่นำมาวิเคราะห์โหลดโพล์ | 66 |

รายการตารางประกอบ

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|---|------|
| 5.1 | แสดงข้อมูลทั่วไปของระบบไฟฟ้ากำลังและข้อมูลเกี่ยวกับบัส | 67 |
| 5.2 | แสดงข้อมูลของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้า และตารางการแบ่งระบบ ออกเป็นระบบย่อย | 68 |
| 5.3 | แสดง Z_1 , Z_2 , Z_4 , YBUS | 69 |
| 5.4 | แสดงผลลัพท์ที่บัสและกำลังไฟฟ้าที่ไหลในสายส่ง | 70 |
| 6.1 | ตารางเปรียบเทียบการวิเคราะห์นิวตันราฟสัน โหลดโฟลว์ด้วยวิธีธรรมดา กับวิธีไดอะคอปติก | 71 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย