

การวิเคราะห์โหลดโผลงระบบกำลังไฟฟ้าขนาดใหญ่โดยวิธีแยก เป็นส่วนย่อย



นายวุฒินันท์ สุรพลชัย

004904

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2523

A PIECEWISE SOLUTION OF LOAD FLOW  
FOR LARGE-SCALE POWER SYSTEM


Mr. Vuthinanda Surapolchai

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


1980


หัวข้อวิทยานิพนธ์      การวิเคราะห์โหลดโพลของระบบกำลังไฟฟ้าขนาดใหญ่โดยวิธีแยก เป็นส่วนย่อย  
โดย                              นายวุฒินันท์ สุรพลชัย  
ภาควิชา                        วิศวกรรมไฟฟ้า  
อาจารย์ที่ปรึกษา        รองศาสตราจารย์ ดร. จรวัย บุญยุบล  
   ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุขุมวิทย์ ภูมิวุฒิสาร


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ  
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต


  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประติษฐ์ บุญนาค)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประโมทย์ อุทธิไวยะ)

  
..... กรรมการ  
( นายสมเกียรติ ผโลประการ )

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. จรวัย บุญยุบล)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุขุมวิทย์ ภูมิวุฒิสาร)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์โหลดโพลของระบบกำลังไฟฟ้าขนาดใหญ่โดยวิธีแยกเป็นส่วนย่อย
ชื่อนิสิต	นายภูษิตนันท์ สุรพลชัย
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.จรรยา บุญยุบล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุขุมวิทย์ ภูมิพิศสาร
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา	2522



บทคัดย่อ

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แสดงวิธีหาผลลัพธ์ของข่ายวงจรแบบแยกส่วน และได้นำวิธีนี้มาประยุกต์เข้ากับการวิเคราะห์โหลดโพลของระบบกำลังไฟฟ้าขนาดใหญ่ โดยแบ่งระบบออกเป็น ส่วนย่อย แล้วหาผลลัพธ์ของส่วนย่อย และรวมผลลัพธ์ของส่วนย่อย เข้าด้วยกัน ก็จะได้ผลลัพธ์รวมของระบบทั้งหมด โดยวิธีนี้จะทำให้ลดที่เก็บข้อมูลในหน่วยความจำของ เครื่องคอมพิวเตอร์ลงและสามารถที่จะวิเคราะห์ระบบกำลังไฟฟ้าขนาดใหญ่ได้ด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดจำกัด

Thesis Title        A Piecewise Solution of Load Flow for Large-Scale Power System.

Name                Mr. Vuthinanda Surapolchai

Thesis Advisor     Associate Professor Charuay Boonyubol, Ph.D  
Assistant Professor Sukumvit Phoomvuthisarn, Ph.D

Department        Electrical Engineering

Academic Year     1979

ABSTRACT

In this thesis a piecewise solution is derived and applied to the solution of load flow problem of large-scale power system. This 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.

## กิติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความสนับสนุนและความร่วมมือจากหลายท่านด้วยกัน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จรรยา บุญยกุล คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุขุมวิทย์ ภูมิวิศิสาร อาจารย์แผนกวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ให้คำปรึกษาและควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุทโททัยะ หัวหน้าแผนกวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคุณสมเกียรติ ผโลประการ หัวหน้ากองวางแผนและระบบไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ช่วยตรวจแก้ไขบทความและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ คุณศรชัย สมิตเมฆ หัวหน้ากองควบคุมระบบกำลังไฟฟ้่าส่วนกลาง และคุณจุมพล มณีนัย ผู้ช่วยหัวหน้ากองควบคุมระบบกำลังไฟฟ้่าส่วนกลาง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและอนุญาตให้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการวิจัยนี้ คุณไพบูลย์ พิพัฒนสมพร หัวหน้าแผนกวางแผนและวิเคราะห์การจ่ายกระแสไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ช่วยให้ข้อมูลของระบบไฟฟ้า คุณเสาวลักษณ์ เลิศนุศย์ สถาปนิกกองกลางฝ่ายปฏิบัติการ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ช่วยจัดทำภาพประกอบ คุณอนุศักดิ์ หมั่นมานะ ที่ช่วยจัดพิมพ์ และผู้ร่วมสนับสนุนอีกหลายท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ณ ที่นี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง.
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ.
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ.
รายการรูปประกอบ .....	ฅ.
รายการตารางประกอบ .....	ฉ.
บทที่	
1. บทนำ .....	1
2. ทฤษฎีหลักในการวิเคราะห์โพลีโพล .....	4
2.1 การใช้สัญลักษณ์และการแทนค่าในระบบไฟฟ้า .....	4
2.2 สมการของระบบไฟฟ้า .....	8
2.3 บัสที่มีแรงดันคงที่ .....	10
2.4 สมการของพลังไฟฟ้าที่ไหลในสายส่งและในหม้อแปลงไฟฟ้า .....	12
3. วิธีหาผลลัพธ์แบบแยกส่วนโดยใช้หลักการของโคคอปติก .....	15
3.1 การหาผลลัพธ์แบบแยกส่วน .....	15
3.2 หลักการของโคคอปติก .....	22
3.3 การนำโคคอปติกไปใช้งาน .....	27
3.4 การจัดรูปข่ายวงจรและการสร้าง เมตริก .....	29
3.5 ส่วนกลับของ เมตริก .....	35
3.6 ตัวอย่างการหาผลลัพธ์ .....	37
3.7 การใช้โคคอปติกในระบบไฟฟ้ากำลัง .....	42
4. โปรแกรมโพลีโพลโดยวิธีแยกระบบเป็นส่วนย่อย .....	50
4.1 การอ่านข้อมูลและจัดข้อมูลแบ่งออกเป็นโซน .....	50
4.2 การสร้างเมตริก $Z_1$ และ $Z_2$ .....	66



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การสร้างเมตริก $Z_4$ และ $Y_4$ .....	80
4.4 การกำหนดค่าเริ่มต้น .....	90
4.5 การหาผลลัพท์ของแรงดันไฟฟ้าโดยวิธีอิเทอเรทีฟ .....	96
4.6 ส่วนแสดงผลลัพท์ .....	104
5. การใช้โปรแกรมและตัวอย่างการคำนวณ .....	110
5.1 การจัดเตรียมข้อมูล .....	110
5.2 ตัวอย่างการคำนวณ .....	115
6. สรุปและข้อเสนอแนะ .....	137
เอกสารอ้างอิง .....	139
ภาคผนวก ก. โปรแกรมวิเคราะห์โหลดโพล .....	141
ภาคผนวก ข. ตัวอย่างการวิเคราะห์โหลดโพลระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ .....	174
ประวัติ .....	187



รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงถึงกราวด์-ทาย อิมพีแดนซ์ที่สมมูลย์กับโหลด .....	5
2.2	แสดงถึงวงจรสมมูลย์พายที่ใช้แทนสายส่งไฟฟ้า .....	6
2.3ก	หม้อแปลงที่มีอัตราส่วนจำนวนรอบ เป็นปกติ มีค่า $t = 1$ .....	6
2.3ข	สมมูลย์ของหม้อแปลงที่มีค่าอัตราส่วนจำนวนรอบ เป็นปกติ .....	6
2.3ค	แสดงถึงหม้อแปลงอุดมคติต่ออนุกรมกับอิมพีแดนซ์ใช้ เขียนแทนหม้อแปลงที่มีอัตราส่วนจำนวนรอบผิดจากปกติ .....	7
2.3ง	แสดงวงจรสมมูลย์พาย .....	7
2.4	แสดงกระแสที่ไหลเข้าบัสโหลด .....	9
2.5	แสดงกระแสที่ไหลเข้าบัสเครื่องกำเนิดไฟฟ้า .....	10
3.1	แสดงข่ายวงจรซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 3 โชน .....	15
3.2	แสดงข่ายวงจร เมื่อ เอาคัทลายน์ออก .....	16
3.3	แสดงข่ายวงจรโหนด-แพร์ ซึ่งสมมูลย์กับข่ายวงจรพริมิทีฟ .....	18
3.4	กราฟของข่ายวงจรโหนด-แพร์ แสดงวงรอบเปิดและวงรอบปิด .....	22
3.5	แสดงการจัดค่าอิมพีแดนซ์ต่าง ๆ .....	32
3.6	แสดงทิศทางของคัทลายน์ .....	34
3.7ก	แสดงระบบไฟฟ้ากำลังก่อนแบ่งโชน .....	42
3.7ข	แสดงระบบย่อยหลังแบ่งโชน .....	42
3.7ค	แสดงสมมูลย์ของคัทลายน์ .....	43
4.1	โพลซาร์จแสดงการอ่านข้อมูลของบัสและการจัดโชน .....	55
4.2	โพลซาร์จแสดงการอ่านข้อมูลของสาย การหาคัทลายน์ และการหาชั้นฮิลิเมนต์สมมูลย์ที่บัส .....	59

## รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.3	โพลชาร์จ์แสดงการสร้างสายสมมูลย์และจัดลำดับสาย .....	64-65
4.4	โพลชาร์จ์แสดงการสร้าง เมตริก $Z_1$ .....	75
4.5	โพลชาร์จ์แสดงการหาตำแหน่งของคัทไลน์ .....	76
4.6	โพลชาร์จ์แสดงการจัดข้อมูลของบัสให้อยู่ในกลุ่มโชนเดียวกัน .....	77
4.7	โพลชาร์จ์แสดงการหาสริงบัสและสริงโชน .....	78
4.8	โพลชาร์จ์แสดงการสร้าง เมตริก $Z_2$ .....	79
4.9	โพลชาร์จ์แสดงการสร้าง เมตริก $Z_4$ .....	83
4.10	โพลชาร์จ์แสดงการสร้าง เมตริก $Y_4$ .....	84
4.11	โพลชาร์จ์แสดงการหา เมตริก $Z_S$ .....	88
4.12	แสดงการเก็บค่าเมตริก $Z_S$ และ $Z_{DD}$ .....	89
4.13	โพลชาร์จ์แสดงการหา เมตริก $Z_{DD}$ .....	88
4.14	โพลชาร์จ์แสดงการกำหนดค่า เริ่มต้นของแรงดันและกระแส .....	95
4.15	โพลชาร์จ์แสดงการหาผลลัพธ์ของแรงดันโดยวิธีอี เทอ เรทีฟ .....	102-103
4.16	โพลชาร์จ์แสดงการคำนวณและพิมพ์ผลลัพธ์ เกี่ยวกับบัส .....	108
4.17	โพลชาร์จ์แสดงการคำนวณพลังไฟฟ้าไหลในสายส่งและในหม้อแปลงไฟฟ้า และพิมพ์ผลลัพธ์ .....	109
5.1	ตัวอย่างระบบไฟฟ้ากำลังที่นำมาวิเคราะห์โพล .....	115
5.2	แผนภูมิแสดงการไหลของพลังไฟฟ้า .....	117

## รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
5.1 แสดงการกรอกข้อมูล เกี่ยวกับระบบไฟฟ้าและข้อมูลที่ใช้ในการควบคุม โปรแกรม .....	118
5.2 แสดงการกรอกข้อมูลของบัสลงในกระดาษฟอร์ม .....	118
5.3 แสดงการกรอกข้อมูลของสายลงในกระดาษฟอร์ม .....	119
5.4 ข้อมูลของบัสที่ เครื่องคอมพิวเตอร์ อ่านและบันทึกไว้พิมพ์ดู เพื่อตรวจสอบความ ถูกต้อง .....	120
5.5 ข้อมูลของสายที่ เครื่องคอมพิวเตอร์ อ่านและบันทึกไว้พิมพ์ดู เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้อง .....	121
5.6 แสดงสายที่เป็นคัทลายน์ .....	122
5.7 แสดงค่าสายและสายสมมูลย์ หลังจากจัดลำดับ เสร็จแล้วของโชนที่ 1 ...	123
5.8 แสดงค่าสายและสายสมมูลย์ หลังจากจัดลำดับ เสร็จแล้วของโชนที่ 2 ...	124
5.9 แสดงค่า $Z_1$ ของโชนที่ 1 .....	125
5.10 แสดงค่า $Z_1$ ของโชนที่ 2 .....	126
5.11 แสดงค่า $Z_2$ ของโชนที่ 1 .....	127
5.12 แสดงค่า $Z_2$ ของโชนที่ 2 .....	128
5.13 แสดงค่า $Z_4$ .....	129
5.14 แสดงค่า $Y_4$ .....	130
5.15 แสดงค่า เริ่มต้นและค่าที่ เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละรอบของการทำอิ เทอเรทีฟ	131-132
5.16 แสดงผลลัพธ์ เกี่ยวกับระบบ ค่าพลังไฟฟ้า และกระแสที่ เปลี่ยนแปลงที่สวิงบัส ในแต่ละรอบของการคำนวณ .....	133
5.17 แสดงผลลัพธ์ เกี่ยวกับบัส .....	134
5.18 แสดงผลลัพธ์ เกี่ยวกับสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้า .....	135
5.19 แสดงผลสรุปของระบบ .....	136