

การใช้คอมพิวเตอร์วางแผนงานขยายสายส่งของระบบไฟฟ้ากำลัง



นายทรงศักดิ์ คงน้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2528

I15743342

ISBN 974-564-052-2

009045

A Computer Method for Transmission Power System Expansion Planning



Mr. Songsak Kongnoi

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University


1985

หัวข้อวิทยานิพนธ์
โดย
ภาควิชา
อาจารย์ที่ปรึกษา


การใช้คอมพิวเตอร์วางแผนงานขยายสายส่งของระบบไฟฟ้ากำลัง
นายทรงศักดิ์ คงน้อย
วิศวกรรมไฟฟ้า
รองศาสตราจารย์ ดร.สุชุมวิทย์ ภูมิวุฒิสาร




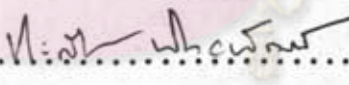
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

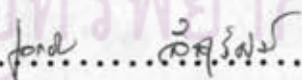

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ ชูมนาค)

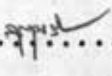
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.จรรยา บุญบุบล)


..... กรรมการ
(นายสมเกียรติ หโลประการ)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ พิทยทัศน)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย สีลารัมย์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุชุมวิทย์ ภูมิวุฒิสาร)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้คอมพิวเตอร์วางแผนงานขยายสายส่งของระบบไฟฟ้ากำลัง
ชื่อ นายทรงศักดิ์ คงน้อย
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สุพุมวิทย์ ภูมิวุฒิสาร
ปีการศึกษา 2528



บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้อธิบายถึงรายละเอียดของขั้นตอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวางแผนงานขยายสายส่งของระบบไฟฟ้ากำลัง การคำนวณหาค่าความไว (Sensitivity) เพื่อใช้ในการคำนวณสายส่งเส้นใหม่ให้มีการกระจายกำลังไฟฟ้าในสายส่งต่างๆ มิให้เกิดสภาวะไหลเกินนั้น สามารถหาได้จาก Performance Index และโดยการใช้เทคนิคการทำ Optimization ที่เหมาะสม เช่น วิธี Steepest Descent เพื่อหาค่าต่ำสุดของ Performance Function ดังกล่าวที่สามารถยอมรับได้ จะได้สายส่งเส้นใหม่ของระบบตามต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title A Computer Method for Transmission Power System
Expansion Planning
Name Mr. Songsak Kongnoi
Thesis Advisor Associate Professor Dr. Sukumvit Phoomvuthisarn
Department Electrical Engineering
Academic Year 1985

ABSTRACT

An algorithm which performs feasible expansion strategies of transmission planning of electric power system is presented. The sensitivity information needed to minimize the overload performance index with respect to both existing and nonexisting elements of the system are calculated in a relatively straight forward approach. After the sensitivities have been found, the performance index is minimized by a proper chosen optimization process, namely steepest the design element.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความสนับสนุนและความร่วมมือจากหลายท่านด้วยกัน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุขุมวิทย์ ภูมิวิมลสาร อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำปรึกษาควบคุมวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำทางทฤษฎี ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ท่อเกียรติ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำทางทฤษฎี ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย ลีลาวัศมี อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคุณเรวัตร หวังปรีดาเลิศกุล อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์ PDP 11/24 ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.จรรยา บุญยกุล อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ คุณสมเกียรติ ฝโลประการ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการทุกท่านที่ได้ช่วยตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อย ขอขอบคุณ คุณวิมล ประทักษ์นุกูล ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และสุดท้ายขอขอบพระคุณ คุณจิตรา ชินธรรมมิตร คุณวนิดา ชินธรรมมิตร และบริษัท ประจวบอุตสาหกรรม จำกัด ที่ให้ทุนอุดหนุนการศึกษาและทำวิทยานิพนธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
รายการตารางประกอบ	ค
รายการรูปประกอบ	ง
บทที่	
1. บทนำ	1
2. องค์ประกอบในระบบไฟฟ้ากำลัง	2
2.1 วงจรสมมูลย์ของสายส่ง	2
2.2 วงจรสมมูลย์ของหม้อแปลง	4
2.3 สมการโหนดและบัสแอสแอมิแดนซ์เมทริกซ์	5
3. การศึกษาโหลดไหลว์	9
3.1 บทนำ	9
3.2 ชนิดของบัส	10
3.3 สมการโหลดไหลว์	10
3.4 การศึกษาโหลดไหลว์โดยวิธีอิทเทอเรทีฟของนิวตัน-ราฟสัน	11
3.5 การศึกษาโหลดไหลว์โดยวิธีประมาณของนิวตัน-ราฟสัน	33
3.6 กำลังงานในสายส่ง	41
4. ความไวของเนทเวอค	66
4.1 ความไวของเนทเวอค	66
4.2 การออกแบบอัตโนมัติ	70
4.3 การวางแผนงานขยายระบบสายส่ง	76
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	112
เอกสารอ้างอิง	114
ภาคผนวก ก. การจัดสรรกำลังผลิตให้ถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ของระบบไฟฟ้า กำลัง	116

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข. วิธีแก้สมการเชิงเส้นโดยการกำจัดตัวแปรของเกาส์-จอร์แดน	134
ภาคผนวก ค. สัญลักษณ์และการใส่ข้อมูล	136
ภาคผนวก ง. วิเคราะห์การทำงานของโปรแกรม	151
ภาคผนวก จ. โปรแกรมคอมพิวเตอร์	231
ประวัติ	275



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
3.1 ข้อมูลที่บัสของระบบไฟฟ้ากำลัง	17
3.2 ข้อมูลของสายส่ง	17
3.3 บัสแอกมิแดนซ์ เมทริกซ์ ของระบบไฟฟ้ากำลัง	18
3.4 แสดงผลลัพธ์จากการศึกษาโหลดไหล่ว	23
3.5 แสดงสภาวะแรงดันและกำลังไฟฟ้าที่บัส	31
3.6 แสดงสภาวะแรงดันและกำลังไฟฟ้าที่บัสจากโหลดไหล่ว โดยใช้ประมาณ แบบเรคแทงกูล่า โค-ออร์ดิเนต	37
3.7 แสดงสภาวะแรงดันและกำลังไฟฟ้าที่บัสจากโหลดไหล่ว โดยวิธีฟาสติค คอป เบิล	38
3.8 แสดงสภาวะแรงดันและกำลังไฟฟ้าที่บัสจากโหลดไหล่ว โดยวิธีปรับปรุง ฟาสติคคอป เบิล	39
3.9 แสดงกำลังงานในสายส่ง (Line Flow) และความสูญเสีย (Low) ในสาย ส่ง จากวิธีเรคแทงกูล่า โค-ออร์ดิเนต	43
3.10 แสดงผลสรุปของระบบจากวิธีเรคแทงกูล่า โค-ออร์ดิเนต	44
3.11 แสดงกำลังงานในสายส่งและความสูญเสียจากวิธีไหล่ว โค-ออร์ดิเนต	45
3.12 แสดงผลสรุปของระบบจากวิธีไหล่ว โค-ออร์ดิเนต	46
3.13 แสดงกำลังงานในสายส่งและความสูญเสียจากวิธีประมาณแบบเรคแทงกูล่า โค-ออร์ดิเนต	47
3.14 แสดงผลสรุปของระบบจากวิธีประมาณแบบเรคแทงกูล่า โค-ออร์ดิเนต	48
3.15 แสดงกำลังงานในสายส่งและความสูญเสียจากวิธีฟาสติคคอป เบิล	49
3.16 แสดงผลสรุปของระบบจากวิธีฟาสติคคอป เบิล	50
3.17 แสดงกำลังงานในสายส่งและความสูญเสียจากวิธีปรับปรุงฟาสติคคอป เบิล ...	51
3.18 แสดงผลสรุปของระบบจากวิธีฟาสติคคอป เบิล	52
3.19 ข้อมูลที่บัส	54
3.20 ข้อมูลของสายส่ง	55
3.21 บัสแอกมิแดนซ์ เมทริกซ์	56

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.22 แสดงสภาวะต่างๆ ที่มีสจจากวิธีโหล่า โค-ออร์ติเนต	57
3.23 กำลังงานในสายส่งตามวิธีโหล่า โค-ออร์ติเนต	58
3.24 ผลสรุปของระบบตามวิธีโหล่า โค-ออร์ติเนต	59
3.25 สภาวะที่มีสจจากวิธีฟาสดิคอปเปิล	60
3.26 กำลังงานในสายส่งตามวิธีฟาสดิคอปเปิล	61
3.27 ผลสรุปของระบบตามวิธีฟาสดิคอปเปิล	62
3.28 สภาวะที่มีสจจากวิธีปรับปรุงฟาสดิคอปเปิล	63
3.29 กำลังงานในสายส่งตามวิธีปรับปรุงฟาสดิคอปเปิล	64
3.30 ผลสรุปของระบบตามวิธีปรับปรุงฟาสดิคอปเปิล	65
4.1 สภาวะที่มีสจต่างๆ ที่กำหนดให้	83
4.2 สภาวะ เริ่มต้นของสายส่ง	83
4.3 แสดงสายส่งชุดใหม่ที่คำนวณได้ในรูปของอิมพีแดนซ์	93
4.4 แสดงข้อมูลของสายส่งในระบบค่อหน่วย	93
4.5 บัสแอดมิแดนซ์ เมทริกซ์ของสายส่งที่คำนวณได้	94
4.6 สภาวะที่มีสจจากโหลดไหลว้และสายส่งที่คำนวณได้	95
4.7 การไหลของกำลังไฟฟ้าในสายส่ง	95
4.8 ผลสรุปของระบบ	95
4.9 ข้อมูลสายส่งในรูปของอิมพีแดนซ์และแรงดัน	100
4.10 ข้อมูลสายส่งในระบบค่อหน่วย	100
4.11 บัสแอดมิแดนซ์ เมทริกซ์	101
4.12 สภาวะที่มีสจจากโหลดไหลว้	101
4.13 การไหลของกำลังไฟฟ้า	102
4.14 ผลสรุปของระบบ	102
4.15 สภาวะ เริ่มต้นที่มีสจต่างๆ	105
4.16 สภาวะ เริ่มต้นของสายส่ง	105
4.17 ข้อมูลของสายส่งในรูปของอิมพีแดนซ์	105

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.18 ข้อมูลของสายส่งในระบบค่อนหน่วย	106
4.19 ข้อมูลของสายส่งในรูปของอิมพีแดนซ์	107
4.20 ข้อมูลของสายส่งในระบบค่อนหน่วย	107
4.21 ข้อมูลของสายส่งในรูปอิมพีแดนซ์	108
4.22 ข้อมูลของสายส่งในระบบค่อนหน่วย	108
4.23 ข้อมูลของสายส่งในรูปอิมพีแดนซ์	109
4.24 ข้อมูลของสายส่งในระบบค่อนหน่วย	109
4.25 ข้อมูลสายส่งในรูปอิมพีแดนซ์	110
4.26 ข้อมูลสายส่งในระบบค่อนหน่วย	110
4.27 ข้อมูลสายส่งในรูปอิมพีแดนซ์	111
4.28 ข้อมูลสายส่งในระบบค่อนหน่วย	111
ก.1 สภาวะที่มีสต่างๆ และค่าเริ่มต้นของตัวอย่าง ก.1	123
ก.2 พารามิเตอร์ของสายส่งตามตัวอย่าง ก.1	123
ก.3 บัสแอดมิแดนซ์เมทริกซ์ของตัวอย่าง ก.1	124
ก.4 สภาวะต่างๆ ที่มีสจากโหลดไหลวที่เหมาะสมของตัวอย่าง ก.1	130
ก.5 การไหลของกำลังไฟฟ้า	131
ก.6 ผลสรุปของระบบ	132
ค.1 พารามิเตอร์ของสายส่งในรูปของอิมพีแดนซ์	144
ค.2 พารามิเตอร์ของสายส่งในระบบค่อนหน่วย	145
ค.3 บัสแอดมิแดนซ์เมทริกซ์	146
ค.4 กำลังไฟฟ้าที่เข้าและออกจากบัสต่างๆ	147
ค.5 สภาวะที่มีสต่างๆ	148
ค.6 การไหลของกำลังไฟฟ้า	149
ค.7 ผลสรุปของระบบ	150

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1	2
2.2	3
2.3	3
2.4	4
3.1	16
3.2	41
3.3	53
4.1	73
4.2	82
4.3	104
ก.1	122

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย