การจัดสรรต้นทุนระบบส่งไฟฟ้าด้วยวิธีสืบหาการไหลของกำลังไฟฟ้า โดยพิจารณาเกณฑ์ความเชื่อถือได้

โดย

นายวสันต์ ผดุงเวช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2551

การจัดสรรต้นทุนระบบส่งไฟฟ้าด้วยวิธีสืบหาการไหลของกำลังไฟฟ้า โดยพิจารณาเกณฑ์ความเชื่อถือได้

Transmission cost allocation based on tracing of electricity considering reliability criteria

โดย

นายวสันต์ ผดุงเวช

Mr.Wasan Padungwech

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2551

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

วิทยานิพนธ์

ของ

นายวสันต์ ผดุงเวช

เรื่อง

การจัดสรรต้นทุนระบบส่งไฟฟ้าด้วยวิธีสืบหาการไหลของกำลังไฟฟ้า
โดยพิจารณาเกณฑ์ความเชื่อถือได้

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 26 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551

ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ _____
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ นาคมหาชลาสินธุ์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพพร ลีปรีชานนท์)

กรรมการวิทยานิพนธ์ _____
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

กรรมการวิทยานิพนธ์ _____
(ดร.ดามพ์เมษ บุณยะเวศ)

คณบดี _____
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุรุยา วีสกุล)

บทคัดย่อ

วิธีการกำหนดราคาค่าบริการระบบส่งไฟฟ้าด้วยหลักการจัดสรรต้นทุน ได้มีการพัฒนาขึ้นมาแล้วหลายวิธี เพื่อให้สามารถกำหนดราคาค่าบริการระบบส่งไฟฟ้าให้กับผู้ใช้บริการระบบส่งได้อย่างเป็นธรรม โปร่งใส เข้าใจง่าย และเป็นไปตามหลักการทางวิศวกรรม ขณะที่วิธีจัดสรรต้นทุนตามสัดส่วนการใช้ความจุของสายส่งในสภาวะปกติ และสัดส่วนการใช้ความจุสำรองของสายส่งในสภาวะฉุกเฉิน สามารถใช้เป็นองค์ประกอบในการกำหนดราคาค่าบริการระบบส่งได้เป็นหลักการที่ได้รับการยอมรับ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีจัดสรรต้นทุนตามสัดส่วนการใช้ความจุของสายส่งที่มีผู้นำเสนอมาแล้วในอดีต เป็นการจัดสรรต้นทุนให้กับผู้ผลิตไฟฟ้าหรือผู้ใช้ไฟฟ้าเฉพาะเพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น นอกจากนี้ งานวิจัยส่วนใหญ่คำนวณหาสัดส่วนการใช้ความจุสำรองของสายส่งในสภาวะฉุกเฉินด้วยการแทนความจุรวมของสายส่งทุกเส้นที่มีอยู่ภายในเส้นทางเดียวกัน ด้วยสายส่งเพียงเส้นเดียว รวมถึงยังพิจารณากำลังไฟฟ้าแอคทีฟเท่านั้น ซึ่งทำให้ราคาค่าบริการอาจไม่สะท้อนประสิทธิภาพของระบบส่ง รวมทั้งพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้งานระบบส่ง และผลประโยชน์ที่ผู้ใช้ระบบส่งได้รับจากการเพิ่มความเชื่อถือได้ของระบบส่งมีโอกาสคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงเสนอวิธีการจัดสรรต้นทุนระบบส่งตามความจุของสายส่งให้ทั้งผู้ผลิตไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้าด้วยวิธีการสืบหาการไหลของกำลังไฟฟ้า และเสนอวิธีพิจารณาผลประโยชน์ที่ผู้ใช้บริการได้รับโดยคำนึงเกณฑ์ความเชื่อถือได้ วิธีการที่ผู้เขียนนำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทดสอบกับระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส และระบบทดสอบกำลังไฟฟ้า 50 บัสในส่วนภาคเหนือของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ผลจากการทดสอบพบว่า วิธีการที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับธุรกิจระบบส่งเพื่อให้มีรายได้ครอบคลุมต้นทุนทั้งหมด รวมถึงราคาค่าบริการการใช้ระบบส่งยังสามารถสะท้อนให้เห็นถึงต้นทุนของระบบที่ต้องใช้สำหรับให้บริการผู้ใช้ระบบส่งทั้งในสภาวะปกติและในสภาวะฉุกเฉิน และสามารถสะท้อนถึงประสิทธิภาพของระบบส่ง และพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้งานระบบส่งสำหรับใช้ในการวางแผนขยายระบบส่งในอนาคต

Abstract

The settlement of transmission service rate in compliance with the principle of transmission cost allocation has been developed in various methods for fair, clearness, simple and reliable consideration. The transmission cost allocation methods proposed in this thesis consider 2 major conditions – normal and emergency. However, most recent proposed methods are determined to assign the cost allocation to either the generators or the distributors (loads). Moreover, all previous publications contributed to the mathematical models to determine the reserved capacity ratio in emergency conditions. Based on the hypothesis that each transmission line has only one circuit, which is different from the real systems. Those publications also focus mostly on the active power without the consideration on the inclusion of reactive power in one single model. Consequently, the results of the cost allocation may not reflect the transmission efficiency, usage behavior and reliability benefit. This thesis, therefore proposes the cost allocation method for both generator's and distributor's side by adopting Bialek's tracing method considering reliability criteria which include the calculating of reactive power into the proposed model. Since there is no any application software for the determination of the results, researcher has invented the new application software and tested the efficiency of both recommended method and software with the 6 bus test transmission system and the transmission system on Northern region of the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT). The test results revealed that the recommended method was able to provide the transmission business the income covering the entire embedded cost. Service rate properly reflected the efficiency and the demand on transmission expansion. This could be appropriate approach for the users to select the location of power plant construction or load connection. Besides, it also reflected the usage behavior of transmission system.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไม่อาจสำเร็จลงได้ด้วยดีหากปราศจากคำแนะนำ องค์ความรู้ และความเอาใจใส่ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพพร ลีปรีชานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา แนะแนวทางในเรื่องของการทำงานวิจัย และอบรมสั่งสอนศิษย์คนนี้ตลอดมา จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ผู้ร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ นาคมหาชลาสินธุ์ อาจารย์ ดร.ดามพ์เมษ บุณยะเวศ และอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิประสาทความรู้ให้ในทุกแขนงนับแต่ได้ย่างก้าวเข้ามาศึกษา ณ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์แห่งนี้ คุณบุญเรือน กล่ำสุข และคุณบุษราภรณ์ พูลภักดี สำหรับความช่วยเหลือในด้านเอกสารและธุรการต่างๆ รวมถึงเพื่อนๆ และพี่ๆ น้องๆ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าที่ให้คำปรึกษา อยู่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือต่างๆ นับตั้งแต่ที่ได้เข้าศึกษาในรั้วมหาวิทยาลัยแห่งนี้ตลอดมา

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณเจริญชัย ประเทืองสุขศรี ผู้อำนวยการบริษัท คุณสุวิทย์ วิศิษฎ์วรณัฐ์ ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการ และคุณอภินันท์ ลีโนทัย วิศวกรซ่อมบำรุง บริษัท มาบตาพุด แทงค์ เทอร์มินัล จำกัด บริษัทในกลุ่มเครือซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) หรือ SCG ที่มอบโอกาสให้ได้ร่วมงานในองค์กรอันยอดเยี่ยม และทำให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้ถึงชีวิตการทำงานจริง และประสบการณ์ต่างๆ โดยเฉพาะเรื่องทัศนคติในการทำงาน ซึ่งไม่สามารถหาได้จากในห้องเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาปรับใช้กับการทำวิทยานิพนธ์ได้เป็นอย่างดี รวมถึงการให้ความสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์และจัดการเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างเต็มที่ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อวีระพันธ์ คุณแม่จุรีรัตน์ และครอบครัวผดุงเวช ที่ได้สนับสนุนผู้วิจัยในทุกๆ เรื่อง และเป็นแรงพลักดันให้ต้องเดินหน้าต่อไป

สุดท้ายนี้ ประโยชน์ประการใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บุคคลดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ส่วนข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับแต่เพียงผู้เดียว

วสันต์ ผดุงเวช

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พฤษภาคม พ.ศ. 2551

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... (1)

Abstract ..... (2)

กิตติกรรมประกาศ ..... (3)

สารบัญตาราง ..... (7)

สารบัญภาพประกอบ ..... (9)

สัญลักษณ์ ..... (11)

คำย่อ ..... (14)

บทที่

1. บทนำ 1
   - 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหางานวิจัย 1
   - 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 5
   - 1.3 ขอบเขตงานวิจัย 5
   - 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 6

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7
   - 2.1 หลักการสืบหาการไหลของกำลังไฟฟ้า 7
     - 2.1.1 วิธีการพิจารณาจากต้นน้ำ 9
     - 2.1.2 วิธีการพิจารณาจากปลายน้ำ 12
   - 2.2 การคิดต้นทุนระบบส่ง 15
     - 2.2.1 ต้นทุนที่เกิดขึ้นในสายส่งไฟฟ้า 15

2.2.2 ต้นทุนที่เกิดขึ้นในสถานีไฟฟ้า 16
2.2.3 ต้นทุนที่เกิดขึ้นในส่วนกลาง 16
2.3 ค่าเฉลี่ยเหตุการณ์ผิดพร่อง 18

3. แบบจำลองปัญหาและวิธีการวิจัย 20
3.1 การจัดสรรตามปริมาณการใช้ความจุของสายส่งในสภาวะปกติ 20
3.2 การจัดสรรโดยพิจารณาจากความเชื่อถือได้ของสายส่ง 22
3.2.1 ความจุสำรองของสายส่งเพื่อใช้สำหรับรองรับปริมาณการใช้งาน
ภายในเส้นทาง 23
3.2.2 ความจุสำรองของสายส่งเพื่อใช้รองรับการใช้งานของสายส่ง
วงจรภายนอกเส้นทาง 25
3.3 ขั้นตอนการวิจัย 31

4. กรณีศึกษา และผลการทดสอบ 34
4.1 ระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 34
4.1.1 ผลการทดสอบระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 36
4.1.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 60
4.2 ระบบส่งไฟฟ้าภาคเหนือของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 63
4.2.1 ข้อมูลระบบ 63
4.2.2 ข้อมูลด้านการเงิน 63
4.2.3 ผลการจัดสรรราคาค่าบริการสายส่งในพื้นที่เขตภาคเหนือ
ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 64
4.2.4 วิเคราะห์ผลการทดสอบระบบบัสในพื้นที่ภาคเหนือของ
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 73

5. บทสรุป 75
5.1 สรุปผลงานวิจัย 75
5.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย 76
5.3 แนวทางพัฒนาและงานวิจัยต่อเนื่อง 77

ภาคผนวก 78
ก. ผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ 79
ข. การพิสูจน์ความสัมพันธ์ของต้นทุนระบบส่ง 90

บรรณานุกรม 92

ประวัติการศึกษา 95

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สัดส่วนปริมาณกำลังไฟฟ้าจากโหนด j และ k จากรูปที่ 2.1	8
4.1	ข้อมูลของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส……..... ..	35
4.2	ข้อมูลด้านการเงินของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส…….....	35
4.3	เวลาเฉลี่ยที่สายส่งไม่สามารถให้บริการได้ของระบบทดสอบ F^k…….....	36
4.4	การไหลของกำลังไฟฟ้าในสายส่ง…….....	37
4.5	สัดส่วนต้นทุนสำหรับกำลังไฟฟ้าสำหรับสายส่ง…….....	38
4.6	การแบ่งความจุของสายส่งตามปริมาณกำลังที่ใช้และปริมาณสำรอง สำหรับกำลังไฟฟ้า Active Power ของระบบทดสอบ 6 บัส…….....	39
4.7	การแบ่งความจุของสายส่งตามปริมาณกำลังที่ใช้และปริมาณสำรอง สำหรับกำลังไฟฟ้า Reactive Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส.....	40
4.8	สัดส่วนการใช้ขนาดความจุสายส่งโดยผู้ผลิตไฟฟ้าที่บัสต่างๆ ทางด้าน Active Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส.....	42
4.9	สัดส่วนการใช้ขนาดความจุสายส่งโดยผู้ผลิตไฟฟ้าที่บัสต่างๆ ทางด้าน Reactive Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส..... .	45
4.10	สัดส่วนการใช้สายส่งของโหลดที่บัสต่างๆ ทางด้าน Active Power	49
4.11	สัดส่วนการใช้สายส่งของโหลดที่บัสต่างๆ ทางด้าน Reactive Power.....	52
4.12	ดัชนีชี้วัดสัดส่วนผลกระทบบนสายส่งทางด้าน Active Power.....	55
4.13	ดัชนีชี้วัดสัดส่วนผลกระทบบนสายส่งทางด้าน Reactive Power.....	56
4.14	การเปรียบเทียบต้นทุนกับราคาค่าบริการของสายส่ง…….....	57
4.15	ราคาค่าบริการระบบส่งจัดสรรให้กับโรงไฟฟ้า 100 เปอร์เซ็นต์.....	58
4.16	ราคาค่าบริการของระบบส่งจัดสรรให้กับโหลด 100 เปอร์เซ็นต์……	59
4.17	ราคาค่าบริการของระบบส่งจัดสรรให้กับโรงไฟฟ้าและโหลด 50:50.....	60
4.18	อัตราค่าบริการระบบส่งสำหรับผู้ใช้บริการโดยพิจารณาดัชนี LOPIF ร่วม.....	60
4.19	อัตราค่าบริการระบบส่งสำหรับผู้ใช้บริการ กรณีพิจารณาเฉพาะ กำลังไฟฟ้าแอคทีฟ…….....	62

4.20 ราคาค่าบริการของสายส่งแต่ละเส้นทางที่ได้จากการทดสอบ
ระบบบัสภาคเหนือ…..... 65
4.21 ผลการจัดสรรต้นทุนระบบสายส่งให้กับผู้ใช้บริการจากการทดสอบ
ระบบบัสภาคเหนือ 70

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
2.1	หลักการแบ่งสัดส่วน	7
2.2	ระบบไฟฟ้าสำหรับใช้ในการพิจารณาพิจารณาจากต้นน้ำ	9
2.3	ระบบไฟฟ้าสำหรับใช้ในการพิจารณาจากปลายน้ำ	12
2.4	แผนผังการจัดสรรต้นทุนระบบส่งไฟฟ้าไปยังสายส่ง	17
3.1	การพิจาณาตัวประกอบกำลัง	21
3.2	การจัดสรรต้นทุนเมื่อสายส่งเส้นที่ 3 รับภาระมากขึ้นเนื่องจาก สายส่งเส้นทางที่ 1 และ 2 หลุดออกจากระบบ	29
3.3	แผนผังแสดงขั้นตอนการจัดสรรต้นทุน	33
4.1	ระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส	34
4.2	ผลการไหลของกำลังไฟฟ้าในสายส่งของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส	38
4.3	สัดส่วนต้นทุนสำหรับกำลังไฟฟ้าสำหรับสายส่งของระบบ ทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส	39
4.4	สัดส่วนความจุทั้ง 3 ของกำลังไฟฟ้า Active Power ในสายส่ง ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส	40
4.5	สัดส่วนความจุทั้ง 3 ของกำลังไฟฟ้า Reactive Power ในสายส่ง ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส	41
4.6	สัดส่วนการใช้ขนาดความจุสายส่งโดยผู้ผลิตไฟฟ้าที่บัสต่างๆ ทางด้าน Active Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส	42
4.7	ปริมาณการใช้ความจุสายส่งของผู้ผลิตไฟฟ้าทางด้าน Active Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส	43
4.8	สัดส่วนการใช้ความจุสายส่งของผู้ผลิตไฟฟ้าทางด้าน Active Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส	44
4.9	สัดส่วนการใช้ขนาดความจุสายส่งโดยผู้ผลิตไฟฟ้าที่บัสต่างๆ ทางด้าน Reactive Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส	45
4.10	ปริมาณการใช้ความจุสายส่งของผู้ผลิตไฟฟ้าทางด้าน Reactive Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส	46

4.11 สัดส่วนการใช้ความจุสายส่งของผู้ผลิตไฟฟ้าทางด้าน Reactive Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 47
4.12 สัดส่วนการใช้ขนาดความจุสายส่งของโหลดที่บัสต่างๆ ทางด้าน Active Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 49
4.13 ปริมาณการใช้ความจุสายส่งของโหลดที่บัสต่างๆ ทางด้าน Active Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 50
4.14 สัดส่วนการใช้ความจุสายส่งของโหลดที่บัสต่างๆ ทางด้าน Active Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 51
4.15 สัดส่วนการใช้ขนาดความจุสายส่งของโหลดที่บัสต่างๆ ทางด้าน Reactive Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 52
4.16 ปริมาณการใช้ความจุสายส่งของโหลดที่บัสต่างๆ ทางด้าน Reactive Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 53
4.17 สัดส่วนการใช้ความจุสายส่งของโหลดที่บัสต่างๆ ทางด้าน Reactive Power ของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 54
4.18 การเปรียบเทียบอัตราค่าบริการระบบส่ง 2 ทั้งวิธีของระบบทดสอบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 62
4.19 ระบบส่งไฟฟ้าเขตปฏิบัติการภาคเหนือ 64
4.20 เปรียบเทียบอัตราค่าบริการของแต่ละบัสจากการคำนวณ 2 วิธีของระบบทดสอบบัสภาคเหนือของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 72
4.21 เปรียบเทียบอัตราค่าบริการของสายส่งแต่ละเส้นทางจากการคำนวณ 2 วิธีของระบบทดสอบบัสภาคเหนือของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 73

สัญลักษณ์

α_i^u	เซตของบัสที่จ่ายกำลังไฟฟ้าโดยตรงเข้าสู่บัส i
P_{i-j}	ปริมาณกำลังไฟฟ้าแอคทีฟในทิศทางที่ไหลจากบัส i ไปยังบัส j
Q_{i-j}	ปริมาณกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟในทิศทางที่ไหลจากบัส i ไปยังบัส j
P_{G_i}	กำลังไฟฟ้าแอคทีฟที่ผู้ผลิต G_i จ่ายกำลังเข้าสู่บัส i
Q_{G_i}	กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟที่ผู้ผลิต G_i จ่ายกำลังเข้าสู่บัส i
n	จำนวนบัสทั้งหมด
A_u	เมทริกซ์การกระจายของวิธีอัพสตรีม (Upstream distribution matrix)
P	เวกเตอร์ของบัส (Vector of nodal through-flows)
P_G	เวกเตอร์ของบัสที่มีเจนนอเรเตอร์เชื่อมต่ออยู่ (Vector of nodal generations)
P_i	กำลังไฟฟ้าแอคทีฟที่ไหลผ่านบัส i
Q_i	กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟที่ไหลผ่านบัส i
P_{i-l}	กำลังไฟฟ้าแอคทีฟที่ไหลออกจากบัส i ไปยังบัส l
Q_{i-l}	กำลังไฟฟ้าที่ไหลออกจากบัส i ไปยังบัส l
α_i^d	เซตของบัสที่ได้รับกำลังไฟฟ้าโดยตรงจากบัส i
P_{L_i}	โหลดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟที่ผู้ใช้L_i ได้รับจากบัส i
Q_{L_i}	โหลดกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟที่ผู้ใช้L_i ได้รับจากบัส i
A_d	เมทริกซ์การกระจายของวิธีดาวน์สตรีม (Downstream distribution matrix)
P_L	เวกเตอร์ของบัสที่มีโหลดเชื่อมต่ออยู่ (Vector of nodal demand)
FOR_k	ค่าเฉลี่ยเหตุการณ์ผิดพร่องของสายส่งเส้นทาง k
FOH_k	จำนวนชั่วโมงที่สายส่งเส้นทาง k ไม่สามารถให้บริการได้โดยไม่ได้วางแผน
SH_k	จำนวนชั่วโมงที่สายส่งเส้นทาง k สามารถให้บริการได้
F_k	จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่สายส่งเส้นทาง k ไม่สามารถให้บริการได้ต่อปี
TF_k	ต้นทุนทั้งหมดของสายส่งเส้นทาง k
TFP_k	ต้นทุนของสายส่งเส้นทาง k ด้านกำลังแอคทีฟ
TFQ_k	ต้นทุนของสายส่งเส้นทาง k ด้านกำลังรีแอคทีฟ
θ_k	มุมของตัวประกอบกำลัง (Power factor) ของสายส่งเส้นทาง k

$TUCP_k$ ต้นทุนที่พิจารณาตามปริมาณการใช้ความจุกำลังแอคทีฟของสายส่งใน สภาวะปกติของสายส่งเส้นทาง k

$TUCQ_k$ ต้นทุนที่พิจารณาตามปริมาณการใช้ความจุกำลังรีแอคทีฟในสภาวะปกติของสายส่งเส้นทาง k

mpf_k กำลังแอคทีฟที่ไหลอยู่ในสายส่งเส้นทาง k ในสภาวะการใช้งานปกติ

mQf_k กำลังรีแอคทีฟที่ไหลอยู่ในสายส่งเส้นทาง k ในสภาวะการใช้งานปกติ

$PCAP_k$ ความจุกำลังแอคทีฟสูงสุดของสายส่งเส้นทาง

$QCAP_k$ ความจุกำลังรีแอคทีฟสูงสุดของสายส่งเส้นทาง k

$TRMP_k$ ความจุกำลังแอคทีฟที่จัดสรรจากความเชื่อถือได้ของสายส่งเส้นทาง k

$TRMQ_k$ ความจุกำลังรีแอคทีฟที่จัดสรรจากความเชื่อถือได้ของสายส่งเส้นทาง k

$TIRMP_k$ ความจุกำลังแอคทีฟของสายส่งที่สำรองไว้สำหรับโหลดของสายส่งภายในเส้นทาง k

$TIRMQ_k$ ความจุกำลังรีแอคทีฟของสายส่งที่สำรองไว้สำหรับโหลดของสายส่งภายในเส้นทาง k

N จำนวนวงจรของสายส่งในเส้นทาง (มีค่าตั้งแต่ 1 ขึ้นไป)

$TIRMCP_k$ ต้นทุนของความจุกำลังแอคทีฟของสายส่งที่สำรองไว้สำหรับโหลดของ สายส่งภายในเส้นทาง k

$TIRMCQ_k$ ต้นทุนของความจุกำลังรีแอคทีฟของสายส่งที่สำรองไว้สำหรับโหลดของสายส่งภายในเส้นทาง k

$TERMCP_k$ ต้นทุนความจุกำลังแอคทีฟสำรองของสายส่งเพื่อใช้รองรับการใช้งานของสายส่งของวงจรภายนอกสายส่งเส้นทาง k

$TERMCQ_k$ ต้นทุนความจุกำลังรีแอคทีฟสำรองของสายส่งเพื่อใช้รองรับการใช้งานของสายส่งของวงจรภายนอกสายส่งเส้นทาง k

l สายส่งเส้นทางที่ได้รับผลกระทบจากการหลุดไปของสายส่ง k

k สายส่งเส้นทางที่หลุดออกจากระบบ

mpf_l^0 กำลังแอคทีฟสูงสุดที่ไหลในสายส่งเส้นทาง l กรณีปกติ

mpf_l^k กำลังแอคทีฟสูงสุดที่ไหลในสายส่งเส้นทาง l กรณีสายส่งเส้นทาง k หลุดออกจากระบบ

mQf_l^0 กำลังรีแอคทีฟสูงสุดที่ไหลในสายส่งเส้นทาง l กรณีปกติ

mQf_l^k กำลังรีแอคทีฟสูงสุดที่ไหลในสายส่งเส้นทาง l กรณีสายส่งเส้นทาง k หลุดออกจากระบบ

$P_{LOPIF_l^k}$ ดัชนีชี้วัดกระทบความน่าจะเป็นของสายส่งเส้นทาง k จะส่งผลกระทบต่อสายส่ง l ด้านกำลังแอคทีฟ

$Q_{LOPIF_l^k}$ ดัชนีชี้วัดกระทบความน่าจะเป็นของสายส่งเส้นทาง k จะส่งผลกระทบต่อสายส่ง l ด้านกำลังรีแอคทีฟ

F^k ชั่วโมงเฉลี่ยที่สายส่งเส้นทาง k ไม่สามารถให้บริการได้ต่อปี

$TERMCP'_k$ ต้นทุนของสายส่งสำรองของกำลังแอคทีฟที่รองรับความเชื่อถือได้ของสายส่ง l ที่จัดสรรให้สายส่ง k

$TERMCQ'_k$ ต้นทุนของสายส่งสำรองของกำลังรีแอคทีฟที่รองรับความเชื่อถือได้ของสายส่ง l ที่จัดสรรให้สายส่ง k

TUC_k ราคาค่าบริการของสายส่ง k คือ ผลรวมของต้นทุนตามปริมาณการใช้จริง

$TIRMC_k$ ต้นทุนความเชื่อถือได้ภายในสายส่ง k

$TERMC'_k$ ต้นทุนความเชื่อถือได้ที่ถูกจัดสรรมาจากสายส่งเส้นทาง

$TTCP_k$ ต้นทุนค่าบริการระบบส่งทั้งหมดของสายส่ง k ด้านกำลังแอคทีฟ

$TTCQ_k$ ต้นทุนค่าบริการระบบส่งทั้งหมดของสายส่ง k ด้านกำลังรีแอคทีฟ

C_{G_i},l ราคาค่าบริการระบบส่งสำหรับกำลังไฟฟ้าของสายส่งเส้นทาง k สำหรับบัสผู้ผลิตไฟฟ้า i

C_{L_d},l ราคาค่าบริการระบบส่งสำหรับกำลังไฟฟ้าของสายส่งเส้นทาง k สำหรับบัสผู้ใช้ไฟฟ้า d

P_{G_i},k กำลังแอคทีฟเพาเวอร์ทั้งหมดของบัสผู้ผลิตไฟฟ้าราย i ใดๆ ที่ไหลในสายส่งเส้นทาง k

Q_{G_i},k กำลังรีแอคทีฟเพาเวอร์ทั้งหมดของบัสผู้ผลิตไฟฟ้าราย i ใดๆ ที่ไหลในสายส่งเส้นทาง k

P_{L_d},k กำลังแอคทีฟเพาเวอร์สุทธิของบัสผู้ใช้ไฟฟ้าราย d ใดๆ ที่ไหลอยู่ในสายส่งเส้นทาง k

Q_{L_d},k กำลังรีแอคทีฟเพาเวอร์สุทธิของบัสผู้ใช้ไฟฟ้าราย d ใดๆ ที่ไหลอยู่ในสายส่งเส้นทาง k

γ ดัชนีสัดส่วนการจัดสรรต้นทุนสำหรับบัสผู้ผลิต

δ ดัชนีสัดส่วนการจัดสรรต้นทุนสำหรับบัสผู้ใช้

คำย่อ

LOIF	ตัวประกอบผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้ไฟฟ้าเมื่อสายส่งถูกปลด (Line Outage Impact Factors)
FOR	ค่าเฉลี่ยเหตุการณ์ผิดพร่องของสายส่ง (Forced Outage Rate)
TUC	ต้นทุนที่พิจารณาตามปริมาณการใช้จริงในสภาวะปกติ (Transmission Used Capacity)
TRM	ความจุที่เหลือสำหรับความเชื่อถือได้ (Transmission Reliability Margin)
TIRM	ความจุสำรองของสายส่งเพื่อใช้สำหรับรองรับปริมาณการใช้งานภายในเส้นทาง (Transmission Internal Reliability Margin)
TIRMC	ต้นทุนของความจุของสายส่งที่สำรองไว้สำหรับโหลดของสายส่งภายในเส้นทาง (Transmission Internal Reliability Margin Charge)
TERM	ความจุสำรองของสายส่งเพื่อใช้รองรับการใช้งานของสายส่งวงจรภายนอกเส้นทาง (Transmission External Reliability Margin)
TERMC	ต้นทุนความจุสำรองของสายส่งเพื่อใช้รองรับการใช้งานของสายส่งวงจรภายนอกเส้นทาง (Transmission External Reliability Margin Charge)
LOPIF	ตัวประกอบผลกระทบความน่าจะเป็น (Line Outage Probability Impact Factor)