

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและอัตราค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม
ในการขนส่งกำลังไฟฟ้าโดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง



นายหัสคุณ บริพันธ์มงคล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

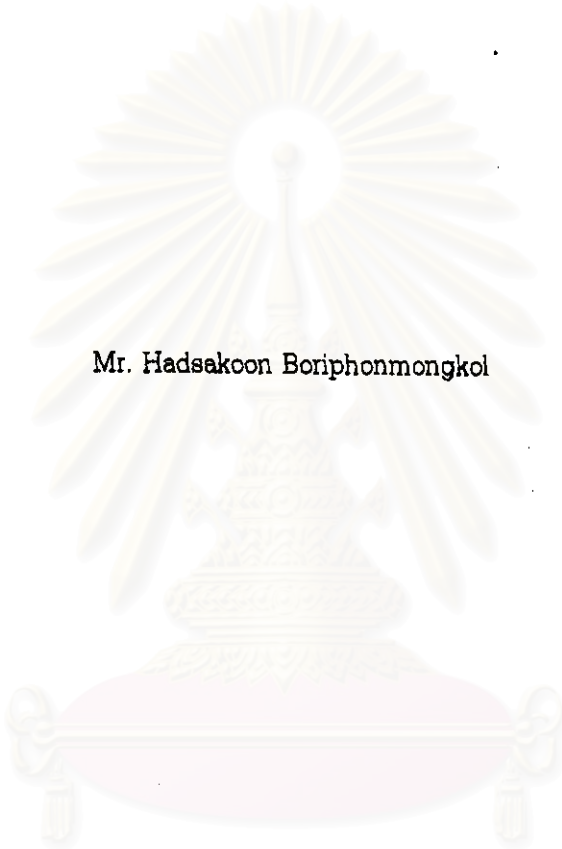
ISBN 974-637-214-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 17589 277

25 ส.ธ. 2546

COST OF WHEELING AND OPTIMAL WHEELING RATES ANALYSIS



Mr. Hadsakoon Boriphonmongkol

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering
Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974-637-214-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและอัตราค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม
ในการขนส่งกำลังไฟฟ้าโดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง

โดย

นายหัสคุณ บริพันธ์มงคล

ภาควิชา

วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. จรรวย บุญยกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์)

กรรมการ

(อาจารย์ ไชยะ แซ่มช้อย)

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

นายหัสจุน บริพนธ์มงคล : การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและอัตราค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมในการขนส่งกำลังไฟฟ้า
โดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง (COST OF WHEELING AND OPTIMAL WHEELING RATES
ANALYSIS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์, 142 หน้า. ISBN 974-637-214-9.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเกี่ยวกับ การวิเคราะห์เพื่อหาค่าใช้จ่ายและอัตราค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมในการขนส่งกำลังไฟฟ้าโดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง โดยวิธี Short run marginal transmission cost ซึ่งเป็นวิธีที่รวมผลของค่าใช้จ่ายต่อหน่วยที่เปลี่ยนแปลงของกำลังสูญเสียในระบบไฟฟ้าคนกลาง และ เวียนไซพิกัดสายส่งไว้เรียบร้อยแล้ว วิธีการคำนวณในลักษณะนี้ทำให้ทราบถึงผลกระทบที่เปลี่ยนแปลงในด้านกำลังสูญเสีย ระดับโวลตจสูงสุด และ ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยผลิตที่ผลิต ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการยอมให้ขนส่งกำลังไฟฟ้าผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ได้มีการขนส่งกำลังไฟฟ้าผ่าน และวิธีการที่นำเสนอได้ใช้ระบบทดสอบขนาด 6 บัส โดยได้แสดงผลการคำนวณเปรียบเทียบทั้งในกรณีพิจารณาและไม่พิจารณาเวียนไซพิกัดจำกัดของพิกัดสายส่ง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อผู้ผลิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

** C715529 : MAJOR POWER SYSTEM
KEY WORD: WHEELING / WHEELING COST / WHEELING RATE / FORWARD FLOW / BACKWARD FLOW /
COST OF TRANSMISSION
HADSAKON BORIPHONMONGKOL : COST OF WHEELING AND OPTIMAL WHEELING RATES
ANALYSIS : THESIS ADVISOR : ASIST. PROF. BUNDHIT EUA-ARPORN, Ph.D. 142 pp.
ISBN 974-637-214-9.

This thesis presents the wheeling cost and optimal wheeling rates calculation methodology using short run marginal transmission cost, in which the effect of power loss and network constraints has been included. This method demonstrates the impacts of power loss, peak demand and change of bus incremental cost in the wheeler system. The developed method has been tested with a 6-bus system with and without line flow constraints.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา..... ๒๕๓๐

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยความช่วยเหลือสนับสนุนเป็นอย่างดีจากผู้เกี่ยวข้องต่างๆ ดังนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำที่ดีอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งคอยหมั่นให้กำลังใจแก่ผู้วิจัย แนะนำแหล่งความรู้ ตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์อย่างเต็มที่ และสนับสนุนจัดหาแหล่งเงินทุนสำหรับผู้วิจัยตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา

นอกจากนี้ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. จรวัย บุญยุบล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ และ อาจารย์ไชยะ แซ่มชัย กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณ ดร.สุชิน อรุณสวัสดิ์วงศ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาเพิ่มเติมทางด้านการทำออปติไมซ์และจัดหาเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการทำออปติไมซ์ให้แก่ผู้วิจัยได้อ่านและศึกษา

นอกจากนั้นผู้วิจัยได้รับเงินทุนสนับสนุนบางส่วนจากศูนย์เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลังในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จึงใคร่ขอขอบคุณคณะกรรมการผู้บริหารศูนย์เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลังทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมให้งานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณพ่อและคุณแม่ผู้เป็นที่รักยิ่งในดวงใจ ที่คอยให้กำลังใจชี้แนะแนวทางในทุกๆ ด้านแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา และขอขอบคุณพี่ชายและพี่สาวทุกๆ คนที่มีส่วนสนับสนุนในทุกๆ ทางจนกระทั่งผู้วิจัยสามารถศึกษา วิจัย ค้นคว้า และ เรียนรู้จนกระทั่งสำเร็จได้เป็นวิทยานิพนธ์ที่สมบูรณ์ฉบับนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
หัสคุณ บริพันธ์มงคล
กันยายน 2540

สารบัญ

| | หน้า |
|-------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญ..... | ช |
| สารบัญตาราง..... | ฅ |
| สารบัญภาพ..... | ฉ |

บทที่

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | บทนำ..... | 1 |
| 1.1 | บทนำ..... | 1 |
| 1.2 | การซื้อขายแลกเปลี่ยนกำลังไฟฟ้าระหว่างระบบไฟฟ้า..... | 3 |
| 1.3 | วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์..... | 8 |
| 1.4 | ขอบเขตการทำวิทยานิพนธ์..... | 8 |
| 1.5 | ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ..... | 8 |
| 1.6 | ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์..... | 9 |
| 2. | การซื้อขายแลกเปลี่ยนกำลังไฟฟ้า..... | 10 |
| 2.1 | ชนิดของการซื้อขายแลกเปลี่ยนกำลังไฟฟ้าโดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง..... | 11 |
| 2.2 | แนวโน้มและผลกระทบเนื่องจากการขนส่งกำลังไฟฟ้า โดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง..... | 12 |
| 2.3 | วิธีการขนส่งกำลังไฟฟ้าโดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง..... | 15 |
| 2.4 | ทิศทางการขนส่งกำลังไฟฟ้า..... | 16 |
| 2.5 | การคำนวณค่าใช้จ่ายและอัตราค่าใช้จ่ายในการขนส่งกำลังไฟฟ้า โดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลางในปัจจุบัน..... | 17 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|-------|--|
| 3. | การจัดสรรกำลังการผลิต.....21 |
| 3.1 | บทนำ.....21 |
| 3.2 | คุณลักษณะสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบพลังความร้อน.....23 |
| 3.3 | ปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยไม่รวมผลของกำลังสูญเสีย.....26 |
| 3.4 | ปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยรวมผลของกำลังสูญเสีย.....29 |
| 4. | การคำนวณค่าใช้จ่ายและอัตราค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม ในการขนส่งกำลังไฟฟ้าโดยผ่านระบบไฟฟ้าคณกลาง.....41 |
| 4.1 | บทนำ.....41 |
| 4.2 | การกำหนดค่าใช้จ่ายและอัตราค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม ในการขนส่งกำลังไฟฟ้าโดยผ่านระบบไฟฟ้าคณกลาง.....45 |
| 4.3 | ขั้นตอนการแก้ปัญหา.....55 |
| 5. | ผลการทดสอบและการวิเคราะห์.....60 |
| 5.1 | บทนำ.....60 |
| 5.2 | การทดสอบและผลการทดสอบ.....64 |
| 5.3 | การเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณระหว่างกรณีไม่รวมเงื่อนไข ขีดจำกัดสายส่งและกรณีรวมเงื่อนไขขีดจำกัดสายส่ง.....120 |
| 6. | สรุปผลและข้อเสนอแนะ |
| 6.1 | สรุปผล.....124 |
| 6.2 | ข้อเสนอแนะ.....125 |
| | รายการอ้างอิง.....129 |
| | ภาคผนวก.....133 |
| | ประวัติผู้เขียน.....142 |

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | การเปรียบเทียบลักษณะและผลการดำเนินการระหว่างโครงสร้างของระบบไฟฟ้าในปัจจุบันเทียบกับระบบไฟฟ้าในอนาคต..... | 14 |
| 5.1 | ข้อมูลสายส่ง..... | 62 |
| 5.2 | ข้อมูล巴士..... | 63 |
| 5.3 | ข้อมูลค่าพิกัดของแต่ละ巴士..... | 63 |
| 5.4 | ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับ cost function ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง..... | 63 |
| 5.5 | การแปรค่าระดับโหลดภายในระบบไฟฟ้าคนกลาง..... | 64 |
| 5.6 | กรณีพื้นฐาน เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 160 MW..... | 66 |
| 5.7 | กรณีพื้นฐาน เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 170 MW..... | 69 |
| 5.8 | กรณีพื้นฐาน เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 180 MW..... | 70 |
| 5.9 | กรณีพื้นฐาน เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 190 MW..... | 71 |
| 5.10 | กรณีพื้นฐาน เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 200 MW..... | 72 |
| 5.11 | กรณีพื้นฐาน เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 210 MW..... | 73 |
| 5.12 | กรณีพื้นฐาน เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 220 MW..... | 74 |
| 5.13 | กรณีการทำ forward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 160 MW..... | 76 |
| 5.14 | กรณีการทำ forward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 170 MW..... | 78 |
| 5.15 | กรณีการทำ forward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 180 MW..... | 79 |
| 5.16 | กรณีการทำ forward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 190 MW..... | 80 |
| 5.17 | กรณีการทำ forward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 200 MW..... | 81 |
| 5.18 | กรณีการทำ forward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 210 MW..... | 82 |
| 5.19 | กรณีการทำ forward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 220 MW..... | 83 |
| 5.20 | กรณีการทำ backward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 160 MW..... | 86 |
| 5.21 | กรณีการทำ backward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 170 MW..... | 88 |
| 5.22 | กรณีการทำ backward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 180 MW..... | 89 |
| 5.23 | กรณีการทำ backward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 190 MW..... | 90 |
| 5.24 | กรณีการทำ backward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 200 MW..... | 91 |
| 5.25 | กรณีการทำ backward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 210 MW..... | 92 |
| 5.26 | กรณีการทำ backward flow เมื่อไม่รวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 220 MW..... | 93 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|---|------|
| 5.27 | กรณีพื้นฐาน เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 160 MW..... | 96 |
| 5.28 | กรณีพื้นฐาน เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 170 MW..... | 97 |
| 5.29 | กรณีพื้นฐาน เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 180 MW..... | 98 |
| 5.30 | กรณีพื้นฐาน เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 190 MW..... | 99 |
| 5.31 | กรณีพื้นฐาน เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 200 MW..... | 100 |
| 5.32 | กรณีพื้นฐาน เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 210 MW..... | 101 |
| 5.33 | กรณีพื้นฐาน เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 220 MW..... | 102 |
| 5.34 | กรณีการทำ forward flow เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 160 MW..... | 104 |
| 5.35 | กรณีการทำ forward flow เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 170 MW..... | 105 |
| 5.36 | กรณีการทำ forward flow เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 180 MW..... | 106 |
| 5.37 | กรณีการทำ forward flow เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 190 MW..... | 107 |
| 5.38 | กรณีการทำ forward flow เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 200 MW..... | 108 |
| 5.39 | กรณีการทำ forward flow เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 210 MW..... | 109 |
| 5.40 | กรณีการทำ backward flow เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 160 MW.... | 112 |
| 5.41 | กรณีการทำ backward flow เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 170 MW.... | 113 |
| 5.42 | กรณีการทำ backward flow เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 180 MW.... | 114 |
| 5.43 | กรณีการทำ backward flow เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 190 MW.... | 115 |
| 5.44 | กรณีการทำ backward flow เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 200 MW.... | 116 |
| 5.45 | กรณีการทำ backward flow เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 210 MW.... | 117 |
| 5.46 | กรณีการทำ backward flow เมื่อรวมขีดจำกัดของสายส่ง ที่ระดับโหลด 220 MW.... | 118 |
| 5.47 | การเปรียบเทียบกรณีพื้นฐาน..... | 120 |
| 5.48 | การเปรียบเทียบกรณีการทำ forward flow..... | 120 |
| 5.49 | การเปรียบเทียบกรณีการทำ backward flow..... | 121 |

สารบัญภาพ

รูปที่

หน้า

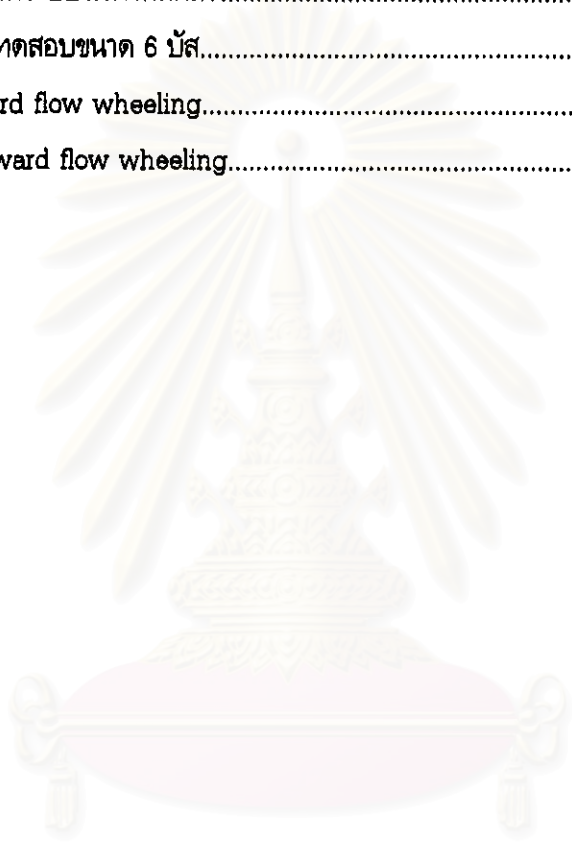
| | | |
|-----|---|----|
| 1.1 | ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อหน่วยกำลังไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าผู้ซื้อ และระบบไฟฟ้าผู้ขายกำลังไฟฟ้า และ ราคาที่ทำการซื้อขายกันระหว่างระบบผู้ซื้อกำลังไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้าผู้ขายกำลังไฟฟ้า..... | 3 |
| 2.1 | เส้นทางการขนส่งกำลังไฟฟ้าโดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง..... | 15 |
| 2.2 | การไหลของกำลังไฟฟ้าเนื่องจากการขนส่งกำลังไฟฟ้าโดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง..... | 15 |
| 2.3 | การขนส่งกำลังไฟฟ้าแบบ forward flow..... | 16 |
| 2.4 | การขนส่งกำลังไฟฟ้าแบบ backward flow..... | 17 |
| 3.1 | บล็อกไดอะแกรมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อน..... | 22 |
| 3.2 | ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า กับ กำลังผลิต..... | 23 |
| 3.3 | ความสัมพันธ์ระหว่าง fuel input energy rate กับ กำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า..... | 24 |
| 3.4 | ระบบไฟฟ้ากำลังซึ่งประกอบด้วยผลลัพธ์ต่างๆ..... | 33 |
| 3.5 | ขั้นตอนการหาค่าตอบปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยรวมผลของกำลังสูญเสียโดยวิธีการเท่ากันของแลมดา..... | 40 |
| 4.1 | เปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่ายในการขนส่งกำลังไฟฟ้าโดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง และการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายในการผลิตรวมของระบบไฟฟ้าคนกลางที่เพิ่มขึ้นต่อหน่วยกำลังไฟฟ้าที่ทำการขนส่ง..... | 46 |
| 4.2 | เปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่ายในการขนส่งกำลังไฟฟ้าโดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง และการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายในการผลิตรวมของระบบไฟฟ้าคนกลางที่ลดลงต่อหน่วยกำลังไฟฟ้าที่ทำการขนส่ง..... | 48 |
| 4.3 | บัสอ้างอิง..... | 50 |
| 4.4 | บัสควบคุมแรงดัน..... | 51 |
| 4.5 | โหลดบัส..... | 51 |
| 4.6 | การขนส่งกำลังไฟฟ้าโดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง..... | 53 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่

หน้า

| | | |
|-----|--|----|
| 4.7 | ผังการทำงานในการคำนวณอัตราและราคาค่าใช้จ่ายในการขนส่งกำลังไฟฟ้า โดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง..... | 58 |
| 5.1 | ระบบทดสอบขนาด 6 บัส..... | 60 |
| 5.2 | forward flow wheeling..... | 61 |
| 5.3 | backward flow wheeling..... | 62 |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย