แผนการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่คำนึงถึงระดับความเชื่อถือได้และค่าใช้จ่ายในการผลิต

นายชินวัฒน์ นาคอุดม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-535-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16479493X

MAINTENANCE SCHEDULING OF ELECTRIC GENERATORS WITH RELIABILITY AND PRODUCTION COST CONSIDERATIONS

Mr. Chinawat Nak-udom

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

1996

ISBN 974-634-535-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แผนการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่คำนึงถึงระดับความเชื่อถือได้ และค่าใช้จ่ายในการผลิต
โดย	นาย ชินวัฒน์ นาคอุดม
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร. จรวย บุญยุบล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร. จรวย บุญยุบล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

.....กรรมการ

(คุณฉัตรชัย สถิรวรกุล)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ชินวัฒน์ นาคอุดม : แผนการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่คำนึงถึงระดับความ เชื่อถือได้และค่าใช้จ่ายในการผลิต (MAINTENANCE SCHEDULING OF ELECTRIC GENERATORS WITH RELIABILITY AND PRODUCTION COST CONSIDERATION)
อ. ที่ปรึกษา : ศ.ดร. จรวย บุญยุบล , อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ , 99 หน้า. ISBN 974-634-535-4

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ แสดงถึงวิธีการคำนวณหาแผนการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมทั้งระดับความเชื่อถือได้และค่าใช้จ่ายในการผลิต เพื่อให้ระบบไฟฟ้ากำลังมีความเชื่อถือได้สูงและมีค่าใช้จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่ำ การพิจารณาถึงพฤติกรรมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบนั้นได้นำทฤษฎีทางความน่าจะเป็นมาใช้ ซึ่งทำให้สามารถคำนวณหาค่าชี้ความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นยังได้พัฒนากระบวนวิธีการที่ใช้ในการคำนวณแผนการซ่อมบำรุงที่เหมาะสม

ในการคำนวณหาแผนการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นบนไมรโครคอมพิวเตอร์ และทำการทดสอบโดยใช้ระบบทดสอบมาตราฐานของ IEEE ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า วิธีการที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ สามารถใช้ในการกำหนดแผนการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมภายในเวลาอันรวดเร็ว ถึงแม้ระบบจะมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 100 เครื่อง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการและโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในทางปฏิบัติได้จริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต ชินวัฒน์ นาคอุดม
สาขาวิชา ไฟฟ้ากำลัง ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา จรวย บุญยุบล
ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

#C415409 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING
KEY WORD: MAINTENANCE SCHEDULING/RELIABILITY/PRODUCTION COST
CHINAWAT NAK-UDOM : MAINTENANCE SCHEDULING OF ELECTRIC GENERATORS WITH RELIABILITY AND PRODUCTION COST CONSIDERATION.
THESIS ADVISOR : PROF.CHARUAY BOONYUBOL, Ph.D.
THESIS Co-ADVISOR :ASSO. PROF. BUNDHIT EUA-ARPORN,Ph.D.
99 pp. ISBN 974-579-995-5

This thesis presents a method for determining the maintenance scheduling generating units with reliability and production cost consideration. Probabilistic approch is used to determine the performance and to evaluate reliability indices and production cost of power system. The calculation is performed by using round off techniques together with a developed algorithm to calculate an optimal maintenance plan.

A computer program is developed on a microcomputer to determine maintenance scheduling of a power system and used to analyse an IEEE standard test system. The result shows that the developed method can be used to find an optimal plan within a short computing time. Within the developed program, the maintenance scheduling plan for a system with more than 100 generating units can be computed within a short period of time.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต ชินวัฒน์ นครวงษ์

สาขาวิชา ไฟฟ้ากำลัง ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [illegible]

ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม [illegible]

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือ และสนันสนุนอย่างดีจากหลายท่าน ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร. จรวย บุญยุบล อาจารย์ที่ปรึกษานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ อาจารย์ปรึกษาร่วม ที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้ ให้คำแนะนำและข้อคิดต่าง ๆของการวิจัยมาด้วยดีตลอด ขอขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธ์ พิทยพัฒน์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และ คุณ ฉัตรชัย สถิรวรกุล หัวหน้ากองวางแผนการผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำรวมทั้งข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของงานวิจัยนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ ทุกคนที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งให้การสนันสนุนด้านการเงิน และกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

พ.ค. 2539

ชินวัฒน์ นาคอุดม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทที่

1. บทนำ 1

2. การหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 4

2.1 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน 4

2.2 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ 5

2.3 โรงไฟฟ้ากังหันกาส 6

2.4 โรงไฟฟ้าดีเซล 8

2.5 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม 8

3. การวิเคราะห์ความเชื่อถือได้และค่าใช้จ่ายของระบบผลิตไฟฟ้ากำลัง 9

3.1 กฎเกณฑ์ที่มาจากการตัดสินใจ 9

3.2 กฎเกณฑ์ที่มาจากการความน่าจะเป็นตัดสินใจ 10

3.2.1 แบบจำลองกำลังผลิตไฟฟ้า 12

3.2.2 แบบจำลองโหลด 24

3.2.3 ค่าชี้ความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้ากำลัง 26

4. วิธีการและขั้นตอนในการกำหนดแผนการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 33

4.1 ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ต้องคำนึงถึงในการวางแผน 33

4.2 การหาแผนการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยวิเคราะห์ความเชื่อถือได้แบบ deterministic 34

4.3 การหาแผนการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยวิเคราะห์ความเชื่อถือได้แบบ probabilistic 37

4.4 การหาแผนการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้ความเร็วและความถูกต้องมาเป็นเป้าหมายในการหาคำตอบ 39

5. ตัวอย่างการคำนวณหาแผนการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 50

6. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ 89

รายการอ้างอิง 91

ภาคผนวก ก. คู่มือการใช้โปรแกรม 94

ประวัติผู้เขียน 99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	16
3.2	ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 50 MW	17
3.3	ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลังจากปรับค่าโดยใช้ STEP เป็น 10 MW	20
3.4	ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้ STEP เป็น 10 MW	21
3.5	ข้อมูลของพื้นที่ใต้โค้งปกติเมื่อแบ่งออกเป็น 5,7,9 และ 11 ระดับ	27
5.1	ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 4 ยูนิต	50
5.2	ข้อมูลโหลด	51
5.3	ค่า LOLE และ PRODUCTION COST	55
5.4	ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบ 32 ยูนิต	59
5.5	แสดงโหลดสูงสุดประจำสัปดาห์เป็นค่าร้อยละของโหลดสูงสุดประจำปี	60
5.6	ตารางการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องของระบบ 32 ยูนิต	61
5.7	ค่าใช้จ่ายในการผลิตและค่า LOLE ในแต่ละสัปดาห์ของระบบ 32 ยูนิต	62
5.8	รายละเอียดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่หยุดในแต่ละสัปดาห์ของระบบ 32 ยูนิต	65
5.9	ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบ 96 ยูนิต	67
5.10	ตารางการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องของระบบ 96 ยูนิต	72
5.11	ค่าใช้จ่ายในการผลิตและค่า LOLE ในแต่ละสัปดาห์ของระบบ 96 ยูนิต	75
5.12	รายละเอียดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่หยุดในแต่ละสัปดาห์ของระบบ 96 ยูนิต	76
5.13	ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบ 104 ยูนิต	79
5.14	ตารางการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องของระบบ 96 ยูนิต	82
5.15	ค่าใช้จ่ายในการผลิตและค่า LOLE ในแต่ละสัปดาห์ของระบบ 96 ยูนิต	86
5.16	รายละเอียดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่หยุดในแต่ละสัปดาห์ของระบบ 96	87

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
3.1	แผนภาพแสดงหลักการคำนวณความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้ากำลัง	12
3.2	แบบจำลองสำหรับคำนวณความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้ากำลัง	12
3.3	สถานะการทำงานของอุปกรณ์ใด ๆ ในระบบผลิต	13
3.4	ช่วงเวลาการทำงานเฉลี่ยของอุปกรณ์ใด ๆ ในระบบ	13
3.5 ก.	แบบจำลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนิด 2 สถานะ	15
3.5 ข.	แบบจำลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนิด 3 สถานะ	15
3.6	ไดอะแกรมในการคำนวณหา ตารางการขาดกำลังการผลิต	22
3.7	แบบจำลองโหลดแบบ Load Duration Curve	24
3.8	การประมาณค่าของเส้นโค้งปกติโดยแบ่งเป็น 7 ระดับ	26
3.9	ความสัมพันธ์ระหว่างโหลดและกำลังผลิตไฟฟ้าสำรอง	28
3.10	พลังงานที่ไม่ได้รับการจ่ายเนื่องจากกำลังผลิตไฟฟ้าขัดข้อง	29
3.11	เส้นกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าโหลดสูงสุดประจำวัน	31
4.1	โครงสร้างข้อมูลที่ใช้ในการค้นหาข้อมูลโดยวิธี Branch and Bound	38
4.2	ไดอะแกรมในการคำนวณหาแผนการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	40
4.3	ไดอะแกรมในการคำนวณหาแผนการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หลังจากปรับเงื่อนไขการสิ้นสุดใหม่	44
4.3	ไดอะแกรมในการคำนวณหาแผนการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่พัฒนาขึ้น	47
5.1	ไดอะแกรมสดงทิศทางในการค้นหาข้อมูล	52
5.2	ค่า LOLE สำหรับบระบบทดสอบขนาด 32 ยูนิต	63
5.3	ค่าใช่จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบทดสอบขนาด 32 ยูนิต	64
5.4	ค่า LOLE สำหรับระบบทดสอบขนาด 96 ยูนิต	70
5.5	ค่าใช่จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบทดสอบขนาด 96 ยูนิต	71
5.6	ค่า LOLE สำหรับระบบทดสอบขนาด 104 ยูนิต	80
5.7	ค่าใช่จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบทดสอบขนาด 104 ยูนิต	81

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย