

แผนการนำร่องรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่คำนึงถึงระดับความเชื่อถือได้และค่าใช้จ่ายในการผลิต



นายชินวัฒน์ นาคฉุดม

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาจุฬาภรณ์ไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-535-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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 แผนการบ่มรงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่คำนึงถึงระดับความเสี่ยงได้ และ
 ค่าใช้จ่ายในการผลิต
 โดย นาย ชินวัฒน์ นาคอุดม
 ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
 อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. จรายุ บุญยุบล
 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บันพิต เอื้ออาภรณ์

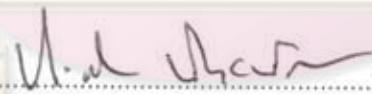


บันพิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
 เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

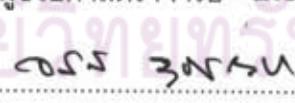
ปี พ.ศ. -

คณบดีบันพิตวิทยาลัย
 (รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

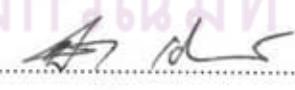
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ

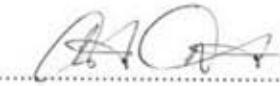
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์)

 อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร. จรายุ บุญยุบล)

 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บันพิต เอื้ออาภรณ์)

 กรรมการ

(คุณฉัตรชัย สดิรากรกุล)

พิมพ์ด้นฉบับทักษิณ อวิทยานิพนธ์ภายนอกในกรอบสีเขียวเพียงแผ่นเดียว

ชื่นวัฒน์ นาคอุดม : แผนการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่คำนึงถึงระดับความ เชื่อถือได้ และค่าใช้จ่ายในการผลิต (MAINTENANCE SCHEDULING OF ELECTRIC GENERATORS WITH RELIABILITY AND PRODUCTION COST CONSIDERATION)

อ. ที่ปรึกษา : ศ.ดร. จรายุบงกช , อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร.บันพิตร เอื้ออาภาณ,
99 หน้า ISBN 974-634-535-4

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ แสดงถึงวิธีการคำนวนหาแผนการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมทั้งระดับความเชื่อถือได้และค่าใช้จ่ายในการผลิต เพื่อให้ระบบไฟฟ้ากำลังมีความเชื่อถือได้สูงและมีค่าใช้จ่ายในการผลิตพัลส์งานไฟฟ้าต่ำ การพิจารณาถึงพฤติกรรมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบนั้นได้นำทฤษฎีทางความน่าจะเป็นมาใช้ ซึ่งทำให้สามารถคำนวนหาค่าข้อความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นยังได้พัฒนากระบวนการวิธีการที่ใช้ในการคำนวนแผนการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมลง

ในการคำนวนหาแผนการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นบนไมโครคอมพิวเตอร์ และทำการทดสอบโดยใช้ระบบทดสอบมาตรฐานของ IEEE ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า วิธีการที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ สามารถใช้ในการกำหนดแผนการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมสมกัยในเวลาอันรวดเร็ว ถึงแม้ระบบจะมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 100 เครื่อง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการและโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในทางปฏิบัติได้จริง

ศูนย์วิทยาศาสตร์และการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา ไฟฟ้ากำจัด
ปีการศึกษา 2533

ลายมือชื่อนิสิต รัชดา หาญ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร. วิรชัย
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 approach 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.

ศูนย์วิชาการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิเคราะห์ปัจจัย
สาขาวิชา ไฟฟ้ากำลัง
ปีการศึกษา ๒๕๓๓

ลายมือชื่อนิสิต ชินวัฒน์ วงศ์วงศ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร. บุญเรือง
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือ และสนับสนุนอย่างดีจาก
หลายท่าน ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร. จราย พุญยุบล อาจารย์ที่ปรึกษานิพนธ์ และ ผู้
ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บันทิต เอื้ออากรณ์ อาจารย์ปรึกษาawan ที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้ ให้
คำแนะนำและข้อคิดต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด ขอขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
ทุกท่านได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประศิทธ์ พิทยพัฒน์ อาจารย์ประจำภาควิชาศึกษาฯ ไฟฟ้า
และ คุณ ฉัตรชัย สถิติราหุล หัวหน้ากองวางแผนการผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่าย
ผลิตแห่งประเทศไทย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำรวมทั้งข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของงานวิจัยนี้ นอกจากนี้ขอ
ขอบคุณ เพื่อน ๆ ทุกคนที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยคร่ำชื่อกวนขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งให้การสนับสนุนด้านการเงิน และ
กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

พ.ศ. 2539

ชินวัฒน์ นาคอุดม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



บทที่

1. บทนำ	1
2. การยุดช่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	4
2.1 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	4
2.2 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ.....	5
2.3 โรงไฟฟ้ากังหันกาล.....	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 ค่าใช้ความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้ากำลัง.....	26
4. วิธีการและขั้นตอนในการกำหนดแผนการยุดช่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า.....	33
4.1 ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ต้องคำนึงถึงในการวางแผน	33
4.2 การหาแผนการยุดช่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยวิเคราะห์ความเชื่อถือได้แบบ deterministic.....	34
4.3 การหาแผนการยุดช่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยวิเคราะห์ความเชื่อถือได้แบบ probabilistic.....	37
4.4 การหาแผนการยุดช่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้ความเร็วและความถูกต้องมาเป็นปัจจัยในการหาคำตอบ.....	39
5. ตัวอย่างการคำนวนหาแผนการยุดช่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	50
6. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	89
รายการข้างต้น.....	91
ภาคผนวก ก. คู่มือการใช้โปรแกรม	94
ประวัติผู้เขียน	99

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 ข้อมูลของพื้นที่ได้ดังปกติเมื่อแบ่งออกเป็น 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

สารบัญภาพ

ข้อที่		หน้า
3.1	แผนภาพแสดงหลักการคำนวนความเสือกอี้ได้ของระบบผลิตไฟฟ้ากำลัง	12
3.2	แบบจำลองสำหรับคำนวนความเสือกอี้ได้ของระบบผลิตไฟฟ้ากำลัง	12
3.3	สถานะการทำงานของอุปกรณ์ในระบบผลิต	13
3.4	ช่วงเวลาการทำงานเฉลี่ยของอุปกรณ์ในระบบ	13
3.5 ก.	แบบจำลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด 2 สถานะ	15
3.5 ข.	แบบจำลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด 3 สถานะ	15
3.6	โปรแกรมในการคำนวนหา ตารางการขาดกำลังการผลิต	22
3.7	แบบจำลองโหลดแบบ Load Duration Curve	24
3.8	การประมาณค่าของเส้นโถงปกติโดยแบ่งเป็น 7 ระดับ	26
3.9	ความสัมพันธ์ระหว่างโหลดและกำลังผลิตไฟฟ้าสำรอง	28
3.10	พลังงานที่ไม่ได้รับการจ่ายเนื่องจากกำลังผลิตไฟฟ้าขาดชั้ง	29
3.11	เส้นกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าโหลดสูงสุดประจำวัน	31
4.1	โครงสร้างข้อมูลที่ใช้ในการค้นหาข้อมูลโดยวิธี Branch and Bound	38
4.2	โปรแограмในการคำนวนหาแผนการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	40
4.3	โปรแogramในการคำนวนหาแผนการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หลังจากปรับเงื่อนไขการลิ้นสุดใหม่	44
4.3	โปรแogramในการคำนวนหาแผนการหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่พัฒนาขึ้น	47
5.1	โปรแogramสดทิศทางในการค้นหาข้อมูล	52
5.2	ค่า LOLE สำหรับระบบทดสอบขนาด 32 ยูนิต	63
5.3	ค่าใช้จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบทดสอบขนาด 32 ยูนิต	64
5.4	ค่า LOLE สำหรับระบบทดสอบขนาด 96 ยูนิต	70
5.5	ค่าใช้จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบทดสอบขนาด 96 ยูนิต	71
5.6	ค่า LOLE สำหรับระบบทดสอบขนาด 104 ยูนิต	80
5.7	ค่าใช้จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบทดสอบขนาด 104 ยูนิต	81