ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
248398

การจัดตารางเชื่อมโยงอย่างเหมาะสมสำหรับระบบนำเข้าไฟฟ้าโดยใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม

นายวัชรินทร์ บุกบ่อง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

b00253798

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
248398

การจัดสรรเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม

นาย วัชรินทร์ ยกย่อง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5170454221

OPTIMAL FUEL ALLOCATION FOR GENERATION SYSTEM USING A GENETIC ALGORITHM

Mr. Watcharin Yogyong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดสรรเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม
โดย	นาย วัชรินทร์ ยกย่อง
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กุลยศ อุดมวงศ์เสรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กุลยศ อุดมวงศ์เสรี)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. แนบบุญ หุนเจริญ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภพ นิ่มปิติวัน)

วัชรินทร์ ยกย่อง : การจัดสรรเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม (OPTIMAL FUEL ALLOCATION FOR GENERATION SYSTEM USING A GENETIC ALGORITHM) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. กุลยศ อุดมวงศ์เสรี , 177 หน้า.

248398

ระบบผลิตไฟฟ้าประกอบด้วย โรงไฟฟ้าซึ่งใช้เชื้อเพลิงในการผลิตแตกต่างกัน โดยมีทั้งแบบที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดเดียวหรือใช้เชื้อเพลิงแบบผสม เช่น ก๊าซหรือน้ำมันเตา ดังนั้น การวางแผนการผลิตจึงมีความจำเป็นที่จะต้องจัดสรรการใช้เชื้อเพลิงเหล่านี้ให้เป็นไปตามเป้าหมายและเกิดประโยชน์สูงสุด วิทยานิพนธ์นี้ นำเสนอวิธีการจัดสรรเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะใช้เชื้อเพลิงที่มีอยู่ให้คุ้มค่าที่สุด ในขณะเดียวกันกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ต้องเพียงพอกับความต้องการ และมีกำลังผลิตสำรองพร้อมจ่าย (Spinning Reserve) เพียงพอกับระดับความมั่นคงที่เหมาะสม การแก้ปัญหาดังกล่าวจะใช้วิธีการหาค่าขีดสุด (Optimization method) ซึ่งวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอ การประยุกต์ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ในการหาคำตอบดังกล่าว รวมทั้งเสนอวิธีการพิจารณาถึงความไม่แน่นอนของโหลดในการวางแผนเชื้อเพลิงด้วย ทั้งนี้หลักการและกระบวนวิธีที่พัฒนาขึ้นในวิทยานิพนธ์นี้ถูกนำไปทดสอบกับระบบที่ดัดแปลงจากระบบผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยซึ่งได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต วัชรินทร์ ยกย่อง

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2553

5170454221 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEYWORDS : FUEL ALLOCATION / GENETIC ALGORITHM / LOAD UNCERTAINTY / FUEL CONSTRANT

WATCHARIN YOGYONG: OPTIMAL FUEL ALLOCATION FOR GENERATION SYSTEM USING A GENETIC ALGORITHM. THESIS ADVISOR: ASST.PROF. KULYOS AUDOMVONGSEREE, Ph.D., 177 pp.

248398

In general, different power plants may use different types of fuel. For a power plant, it may use fuel of either a single fuel type or mixed types e.g. gas and oil. Thus, in generation system operational planning, it is necessary to allocate these fuel resources optimally. This thesis proposes the concept of optimal fuel allocation for power plants. A key objective of this allocation is the efficient use of fuel while maintaining the ability to serve all load demand, and also enough spinning reserve margin to provide acceptable security level. To solve this problem, an optimization technique is needed. In this thesis, solving the fuel optimization problem using the Genetic Algorithm is proposed. In addition, the load uncertainty is taken into consideration. The developed method is tested with the modified system originated from the actual electric generating authority of Thailand (EGAT)'s generation system. The obtained results are satisfactory.

Department : Electrical Engineering Student's Signature Watcharin Yogyong

Field of Study : Electrical Engineering Advisor's Signature

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลยศ อุดมวงศ์เสรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีตลอดมา รวมทั้งได้กรุณาตรวจสอบ แก้ไข และให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อย และขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ศาสตราจารย์.ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.แนบบุญ หุนเจริญ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.ณัฐภพ นิ่มปิติวัน ที่ได้เสียสละเวลาตรวจสอบแก้ไขและให้คำแนะนำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นอย่างสูง ที่ให้ความสะดวกในการติดต่อประสานงานต่างๆ

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา เพื่อนๆพี่ๆน้องๆในห้องปฏิบัติการวิจัย ที่คอยให้กำลังใจตลอดมา และผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณ กมล พงศ์ธาดาพร ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านข้อมูลและด่านต่างๆตลอดระยะเวลาทำการวิจัยนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 3

1.3 ขอบเขตวิทยานิพนธ์..... 4

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีการดำเนินงาน..... 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์..... 5

1.6 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์..... 5

2 หลักการและความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการจัดสรรเชื้อเพลิงในระบบผลิตไฟฟ้า..... 6

2.1 การวางแผนการผลิตไฟฟ้า..... 6

2.2 ประเภทของโรงไฟฟ้า..... 7

2.3 หลักการจัดสรรเชื้อเพลิงในระบบผลิตไฟฟ้ากำลัง..... 8

2.4 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรเชื้อเพลิงในระบบไฟฟ้ากำลัง..... 9

2.4.1 การพยากรณ์โหลด..... 9

2.4.2 กำลังผลิตสำรองพร้อมจ่าย..... 9

2.5 แบบจำลองของโหลด..... 10

3 ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม..... 12

3.1 แนวคิดหลักของวิธีการทางพันธุกรรม..... 12

3.2 กระบวนการขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม..... 13

3.2.1 การลงรหัส (Encoding)..... 13

3.2.2 การสร้างประชากรเริ่มต้น (Initialization)..... 14

บทที่ หน้า

3.2.3 การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Value) 14
3.2.4 การคัดเลือก (Selection) 15
3.2.5 การดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic Operator) 16
3.2.6 การเลือกโครโมโซมที่โดดเด่นเพื่อรักษาไว้ในรุ่นถัดไป 19
3.2.7 เงื่อนไขการหยุด 20
3.3 ตัวอย่างการหาจุดเหมาะสมโดยขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม 22
3.4 การประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมในการแก้ปัญหาการจัดสรรเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้า 24
4 การจัดสรรเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม 26
4.1 แนวคิดในการจัดสรรเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้า 26
4.2 การกำหนดปัญหา 27
4.2.1 นิยามตัวแปร 27
4.2.1 ฟังก์ชันเป้าหมาย 28
4.2.1 เงื่อนไขบังคับ 29
4.3 การแปลงปัญหา (Problem Transformation) 30
4.4 ฟังก์ชันการปรับโทษ (Penalty Function) 30
4.5 ขั้นตอนการแก้ปัญหา 32
4.5.1 การกำหนดตัวแปร 32
4.5.2 การลงรหัส (Encoding) 35
4.5.3 การกำหนดประชากรเริ่มต้น (Initialization) 35
4.5.4 โครงสร้างของโครโมโซมที่ใช้ในกระบวนการทางพันธุกรรม 37
4.5.5 การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Value) 37
4.5.6 การคัดเลือก (Selection) 38
4.5.7 การดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic Operator) 38
4.5.8 การเลือกโครโมโซมที่โดดเด่นเพื่อรักษาไว้ในรุ่นถัดไป 43
4.5.9 เงื่อนไขการหยุด 43
4.6 การปรับปรุงวิธีหาคำตอบ 45

บทที่ หน้า

5 การจัดสรรเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าที่คำนึงถึงความไม่แน่นอนของความต้องการใช้ไฟฟ้า..... 48
6 ผลการทดสอบ..... 53
6.1 ระบบทดสอบ..... 53
6.2 ผลการทดสอบ..... 56
6.2.1 ผลการทดสอบกรณีไม่คิดผลของความไม่แน่นอนของความต้องการใช้ไฟฟ้า..... 56
6.2.1 ผลการทดสอบกรณีคิดผลของความไม่แน่นอนของความต้องการใช้ไฟฟ้า..... 64
7 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 69
รายการอ้างอิง..... 71
ภาคผนวก..... 75
ภาคผนวก ก..... 76
ภาคผนวก ข..... 87
ภาคผนวก ค..... 101
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 177

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	ตารางแสดงตัวอย่างการคัดเลือก.....	15
ตารางที่ 3.2	ผลการแก้ปัญหาของฟังก์ชันในตัวอย่างหัวข้อ 3.8.....	23
ตารางที่ 5.1	ความน่าจะเป็นของโหลดแต่ละระดับที่ใช้ในการคำนวณ.....	51
ตารางที่ 6.1	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้แยกตามโรงไฟฟ้า กรณีไม่คิดเงื่อนไขขีดจำกัดปริมาณเชื้อเพลิง.....	58
ตารางที่ 6.2	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้แยกตามแหล่งเชื้อเพลิง กรณีไม่คิดเงื่อนไขขีดจำกัดปริมาณเชื้อเพลิง.....	59
ตารางที่ 6.3	ต้นทุนการผลิตแยกตามโรงไฟฟ้า กรณีไม่คิดเงื่อนไขขีดจำกัดปริมาณเชื้อเพลิง.....	59
ตารางที่ 6.4	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้แยกตามโรงไฟฟ้า กรณีคิดเงื่อนไขขีดจำกัดปริมาณเชื้อเพลิง.....	62
ตารางที่ 6.5	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้แยกตามแหล่งเชื้อเพลิง กรณีคิดเงื่อนไขขีดจำกัดปริมาณเชื้อเพลิง.....	63
ตารางที่ 6.6	ต้นทุนการผลิตแยกตามโรงไฟฟ้า กรณีคิดเงื่อนไขขีดจำกัดปริมาณเชื้อเพลิง.....	63
ตารางที่ 6.7	ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าแยกตามโรงไฟฟ้าที่ค่าโหลดแต่ละระดับ แผนที่ 1...	65
ตารางที่ 6.8	ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าแยกตามโรงไฟฟ้าที่ค่าโหลดแต่ละระดับ แผนที่ 2...	66
ตารางที่ 6.9	ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าแยกตามโรงไฟฟ้าที่ค่าโหลดแต่ละระดับ แผนที่ 3...	67
ตารางที่ 6.10	สรุปผลการทดสอบจากแผนการใช้เชื้อเพลิงทั้ง 3 แผน.....	68

สารบัญภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	ความต้องการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมงในหนึ่งวัน	11
รูปที่ 2.2	ความต้องการใช้ไฟฟ้าทุก 6 ชั่วโมงในรอบสัปดาห์	11
รูปที่ 3.1	ตัวอย่างการลงรหัสด้วยโครโมโซมเลขฐานสอง	14
รูปที่ 3.2	แผนภาพแสดงความน่าจะเป็นที่โครโมโซมแต่ละตัวจะถูกเลือก	16
รูปที่ 3.3	การข้ามสายพันธุ์พื้นฐาน	17
รูปที่ 3.4	การปรับปรุงการข้ามสายพันธุ์ด้วยวิธียูนิฟอร์มครอสโอเวอร์	18
รูปที่ 3.5	แสดงตัวอย่างการผ่าเหล่ากรณี $i=2$	19
รูปที่ 3.6	ขั้นตอนการทำงานของขั้นตอนวิธีพันธุกรรม	21
รูปที่ 3.7	ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมในการแก้ปัญหาการจัดสรรเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสม	25
รูปที่ 4.1	ตัวแปร $U_{\mathrm{i}}(\mathrm{t})$	33
รูปที่ 4.2	ตัวแปร $P_{\mathrm{i}}(\mathrm{t})$	33
รูปที่ 4.3	ตัวแปร $\gamma_i(\mathrm{t})$	34
รูปที่ 4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการผสมเชื้อเพลิง $\gamma_i(\mathrm{t})$ กับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด	34
รูปที่ 4.5	โครงสร้างของโครโมโซมที่ใช้ในกระบวนการทางพันธุกรรม	37
รูปที่ 4.6	ตัวอย่างการข้ามสายพันธุ์ของตัวแปร $U_{\mathrm{i}}(\mathrm{t})$	39
รูปที่ 4.7	ตัวอย่างการผ่าเหล่าของตัวแปร $U_{\mathrm{i}}(\mathrm{t})$	40
รูปที่ 4.8	ตัวอย่างการแลกเปลี่ยนบิตโดยวิธี Swap-window operator	41
รูปที่ 4.9	ตัวอย่างการกำหนดบิตโดยวิธี Window-mutation operator	42
รูปที่ 4.10	ขั้นตอนการจัดสรรเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม	44
รูปที่ 4.11	ตัวแปรที่ใช้ในการแก้ปัญหา	47
รูปที่ 5.1	ลักษณะเส้นโค้งการกระจายตัวแบบปกติ (Normal distribution curve)	49
รูปที่ 5.2	ความต้องการใช้ไฟฟ้าที่ค่าโหลดแต่ละระดับ	51

หน้า

รูปที่ 5.3	แสดงขั้นตอนการทำงานของการจัดสรรเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าโดยคำนึงถึงความไม่แน่นอนของความต้องการใช้ไฟฟ้า.....	52
รูปที่ 6.1	กราฟแสดงต้นทุนการผลิตไฟฟ้าในแต่ละรอบ.....	57
รูปที่ 6.2	กราฟแสดงขนาดการปรับโทษในแต่ละรอบ.....	58
รูปที่ 6.3	กราฟแสดงต้นทุนการผลิตไฟฟ้าในแต่ละรอบ (กรณีที่สอง).....	61
รูปที่ 6.4	กราฟแสดงขนาดการปรับโทษในแต่ละรอบ (กรณีที่สอง).....	62
รูปที่ 6.5	ความต้องการใช้ไฟฟ้าที่ค่าโหลดแต่ละระดับ.....	65