ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
190905

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การกำหนดแผนการจ่ายกำลังไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กที่เหมาะสม เพื่อลดกำลังสูญเสียในระบบจำหน่าย

โดย ดร. คมสันติ์ ดาโรจน์ และคณะ

เดือน กรกฎาคม 2555

b0002537971

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
190905

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การกำหนดแผนการจ่ายกำลังไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กที่เหมาะสม เพื่อลดกำลังสูญเสียในระบบจำหน่าย

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

โดย ดร. คมสันติ์ ดาโรจน์ และคณะ

เดือน กรกฎาคม 2555

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การกำหนดแผนการจ่ายกำลังไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กที่เหมาะสม เพื่อลดกำลังสูญเสียในระบบจำหน่าย

Optimal Power Dispatch of Small Power Producers to Reduce Real Power Loss in Distribution System

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. อ. ดร. คมสันติ์ ดาโรจน์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
2. ดร. วัฒนะ ลิมปนันท์วดี	แผนกพัฒนาธุรกิจพลังงาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
3. นายสมนึก เวียนวัฒนชัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
4. นายราเชนทร์ บุญทัน	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงบประมาณ

ประจำปีงบประมาณ 2553

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย ม.อบ. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณ คณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติที่ได้ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วง นอกจากนั้นตัวกระผมเองขอขอบคุณ ผู้ร่วมวิจัยทุกท่านรวมถึงเพื่อนร่วมงานทุกคนที่ช่วยทำให้บรรยากาศการทำงานมีความรื่นรมย์ ขอขอบคุณการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลโหลดเบื้องต้น รวมทั้งความร่วมมือและคำชี้แนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งจาก ดร. วัฒนะ ลิมปนันท์วดี หัวหน้าแผนกพัฒนาธุรกิจพลังงาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสำนักงานใหญ่

ขอขอบพระคุณครู อาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประศาสตร์วิชาความรู้ให้กระผมจนกระทั่งสำเร็จการศึกษาอย่างทุกวันนี้ และขอให้พลังในการทำงานจงสถิตอยู่กับตัวท่านทุกคน และสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ พ่อ และแม่ ที่เป็นกำลังใจให้ลูกเสมอมา

คมสันต์ ดาโรจน์

บทคัดย่อ

190905

งานวิจัยนี้ได้เน้นศึกษาผลกระทบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระจายตัว ที่มีต่อพลังงานไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายอยู่สองประเด็นหลัก ได้แก่ ผลกระทบของปริมาณไฟฟ้าที่ระบุในสัญญาซื้อขายพลังงานไฟฟ้า และผลกระทบจากปริมาณการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม ณ เวลาจริง ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระจายตัวที่ใช้เชื้อเพลิงแบบชีวมวล ที่มีผลต่อพลังงานไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่าย โดยกรอบการวิจัยได้สร้างเป็นปัญหาการคำนวณหาค่าที่เหมาะสมและใช้วิธีการประมาณความสัมพันธ์ของกำลังการผลิตไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้าสูญเสียเป็นฟังก์ชันควอดราติก เพื่อแก้ปัญหา พบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นได้อย่างดี โดยได้มีการทดสอบกับสายป้อนหมายเลข 8 ของสถานีไฟฟ้าย่อยอุบลราชธานี ซึ่งมีจำนวน 93 บัส และมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 7.5 MW เชื่อมต่ออยู่ ณ บัสหมายเลข 42 และได้ใช้ข้อมูลโหลดรายชั่วโมงที่มีการจัดการข้อมูลเบื้องต้นตามแนวทางการวิจัยที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้เคยทำวิจัยมาก่อน

จากผลการวิจัยพบว่า ขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมตามสัญญาซื้อขายไฟฟ้าและแนวทางการควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม ณ เวลาจริง มีผลทำให้พลังงานไฟฟ้าสูญเสียลดลงเหลือเพียง 18.734 เปอร์เซ็นต์ และ 14.296 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรณีที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายกำลังไฟฟ้าขนาด 7.5 MW

ถึงแม้ว่าในประเทศไทยยังไม่ได้มีกฎระเบียบรองรับเกี่ยวกับ ราคารับซื้อพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายตัวที่คำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้งและกำลังไฟฟ้าที่จ่าย ณ เวลาจริง ที่ทำให้พลังงานไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายเปลี่ยนแปลงไป แต่ในระบบไฟฟ้าที่มีการแปรรูปไปแล้ว ผลกระทบจากตำแหน่งที่ตั้ง และปริมาณกำลังไฟฟ้าที่มีการจ่าย ณ เวลาจริง จะต้องคิดรวมอยู่ในราคาค่ารับซื้อพลังงานไฟฟ้า ณ เวลานั้นซึ่งมีค่าตามกลไกตลาดซื้อขายไฟฟ้า อันเป็นการสะท้อนต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่แท้จริง ซึ่งในประเทศไทยจะต้องมีการวิจัยในเรื่องนี้กันอีกต่อไป

ABSTRACT

190905

This research studies the impact of distributed generators to distribution power loss in two aspects i.e., the impact of firm contract capacity of distributed generators addressed in a power purchase agreement and the impact of the real time optimal power injected from biomass based distributed generator to distribution power loss. The research framework is formulated as optimization problems and solved by approximating relationship between distribution loss and the power supplied from distributed generator as a quadratic function with satisfied results. The data obtained from feeder No. 8 of Ubonratchathani substation, consisted of 93 buses with 7.5 MW distributed generator connected with bus No. 42, is adopted as a tested system. The daily load profile of this feeder is manipulated under suggestions stated in a load research project, which is a research studied in the Provincial Electricity Authority of Thailand.

The obtained results from the simulation revealed that the optimal firm contract capacity and the real time optimal dispatching power can reduce the distribution loss to 18.734 % and 14.296 % of the based case respectively.

Although there are no regulations to include incremental distribution loss impacted from distributed generator in electricity tariff. However in deregulated electric system, location and real time power dispatch of distributed generator is included in a spot pricing of electricity to reflect the truth cost of production of electricity under competitive environment. This requires for further research in Thailand.

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 โครงการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตเอกชน 1

1.1 นโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชน 1

1.2 นโยบายด้านพลังงานของกระทรวงพลังงาน 3

1.3 การดำเนินธุรกิจผลิตไฟฟ้าในลักษณะไม่รวมศูนย์ 8

1.4 ระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจาก SPP 9

1.4.1 ผลิตไฟฟ้าด้วยระบบ Cogeneration 9

1.4.2 ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน 10

1.5 มาตรฐานของระบบ SPP และการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้า 11

1.5.1 เงื่อนไขการรับซื้อไฟฟ้า 11

1.5.2 เงื่อนไขการปฏิบัติการผลิตไฟฟ้าและการหยุดเพื่อตรวจซ่อมบำรุงรักษา 12

1.5.3 หลักการกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าในการรับซื้อจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก 14

1.5.4 การไม่สามารถปฏิบัติตามสัญญาซื้อขายไฟฟ้า 14

1.5.5 การคำนวณปริมาณพลังไฟฟ้า 14

1.6 ระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจาก VSPP 16

1.6.1 ผลิตไฟฟ้าด้วยระบบ Cogeneration 16

1.4.2 ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน 17

1.7 มาตรฐานของระบบ VSPP และการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้า 18

1.7.1 เงื่อนไขการรับซื้อไฟฟ้า 18

1.7.2 ค่าใช้จ่ายของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก 18

1.7.3 อัตราค่าไฟฟ้าในการรับซื้อจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก 19

1.7.4 ความเสียหายต่อระบบไฟฟ้า 20

1.8 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

1.9 เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย 22

1.9.1 เป้าหมายและวัตถุประสงค์ 22

1.9.2 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 22

1.9.3 ขั้นตอนการวิจัยและแผนการดำเนินงาน 22

บทที่ 2 คุณสมบัติเชื้อเพลิงชีวมวล 24

2.1 เชื้อเพลิงชีวมวลในประเทศไทย 24

2.2 การใช้พลังงานชีวมวล 30
2.3 คุณสมบัติการเผาไหม้ชีวมวล 33
บทที่ 3 โรงไฟฟ้าชีวมวล 39
3.1 โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน 39
3.2 โรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ 40
3.3 ส่วนประกอบของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ 44
3.3.1 หม้อต้มและเส้นทางการไหลก๊าซร้อน (Boiler and Flue Gas Flow Path) 44
3.3.2 ระบบกังหันไอน้ำ (Steam Turbine System) 56
3.3.3 หอกลั่นไอน้ำ (Steam Condensor) 62
3.3.4 อุปกรณ์รักษาสภาพสุญญากาศ (Vacuum Equipment) 63
3.3.5 หอผึ่งและระบบน้ำเย็นไหลเวียนบกลับ
(Cooling Tower and Circulating Water System) 63
3.3.6 ระบบนำน้ำจากหอกลั่นไปสู่หม้อต้มน้ำ
(Condensate Feed-water System) 64
3.3.7 เครื่องไล่อากาศออก (Deaerator) 64
3.3.8 ปั๊มอัดแรงดัน (Feed Pump) 66
3.4 โรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวล 67
3.5 การควบคุมมลพิษ 68
บทที่ 4 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันก๊าซ 70
4.1 ประวัติเบื้องต้นของการใช้งานกังหันก๊าซ 70
4.2 หลักการทำงานของเครื่องกังหันก๊าซ 73
4.3 ส่วนประกอบของกังหันก๊าซ 77
4.3.1 เครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) 79
4.3.2 ห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber) 81
4.3.3 เครื่องกังหัน (Turbines) 81
4.3.4 ใบกังหันก๊าซ (Gas Turbine Blade) 81
4.4 การบำรุงรักษาระบบกังหันก๊าซ 82
4.5 ผลกระทบสิ่งแวดล้อม 82
4.6 เครื่องยนต์เชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพ 83
บทที่ 5 การไหลของกำลังไฟฟ้า ค่าดัชนีความไว และการควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 86
5.1 การคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้า 86
5.2 ตัวประกอบความไวของกำลังสูญเสีย 89

5.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัส 94
5.4 การควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 94
5.5 พิกัดการจ่ายกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส 96
บทที่ 6 การจัดการข้อมูลของระบบทดสอบ 98
6.1 ตำแหน่งการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า 98
6.2 การบันทึกข้อมูลโหลดในสายป้อน 100
6.3 พฤติกรรมผู้ใช้ไฟฟ้าทั้ง 7 ประเภท 101
6.4 การกระจายโหลดของหม้อแปลงจำหน่าย 104
6.5 รูปแบบการใช้พลังงานของระบบทดสอบ 105
6.6 ข้อมูลของระบบทดสอบ 106
บทที่ 7 ผลการคำนวณ 110
7.1 ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในกรณีไม่มี และมี DG ขนาด 7.5 MW 110
7.2 กำลังการผลิตไฟฟ้าของ DG ที่มีผลกระทบต่อพลังงานไฟฟ้าสูญเสียรวม 112
7.2.1 ผลกระทบของกำลังไฟฟ้าซื้อขายตามสัญญาต่อพลังงานไฟฟ้าสูญเสีย 112
7.2.2 กำลังไฟฟ้าซื้อขายตามสัญญาที่เหมาะสม 113
7.2.3 การคำนวณกำลังไฟฟ้าซื้อขายตามสัญญาที่เหมาะสม 114
7.2.4 อัลกอริทึมการคำนวณกำลังไฟฟ้าซื้อขายตามสัญญาที่เหมาะสม 118
7.3 การจ่ายกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม 120
7.3.1 ปัญหาการวางแผนจ่ายกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม 120
7.3.2 การคำนวณการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม 121
บทที่ 8 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 132

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก