บทที่ 2

หลักการและความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการจัดสรรเชื้อเพลิงในระบบผลิตไฟฟ้า

2.1 การวางแผนการผลิตไฟฟ้า [8]

โดยทั่วไปการวางแผนการผลิตไฟฟ้าสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามระยะเวลาในอนาคตที่พิจารณา (Lead time) ดังนี้คือ

2.1.1) การวางแผนพัฒนา

เป็นการกำหนดแผนงานเพื่อปรับปรุงและขยายระบบไฟฟ้า อาจมีการเพิ่มสายส่ง หรือก่อสร้างโรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นแผนระยะยาว มีระยะเวลา 3 ปีถึง 5 ปีขึ้นไป

2.1.2) การวางแผนปฏิบัติการ (Operational planning)

อาจแบ่งตามกิจกรรมหลักได้ดังนี้

- แผนการผลิตและส่งจ่ายไฟฟ้า
- แผนการบำรุงรักษา
- แผนการใช้เชื้อเพลิง

ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 3 แผนการ ดังต่อไปนี้

ก. แผนระยะยาว (Long term planning)

เป็นแผนการสำหรับใช้ในช่วงระยะเวลาประมาณ 1-3 ปี

ข. แผนระยะกลาง (Medium term planning)

เป็นแผนการสำหรับใช้ในช่วงระยะเวลาประมาณ 1 เดือน ถึง 1 ปี

ค. แผนระยะสั้น (Short term planning)

เป็นแผนการสำหรับใช้ในช่วงระยะเวลาประมาณ 1 วัน ถึง 1 สัปดาห์

สำหรับการจัดสรรเชื้อเพลิงในระบบไฟฟ้ากำลังในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีข้อจำกัดในเรื่องการทำสัญญาซื้อขายเชื้อเพลิงจะต้องทำล่วงหน้า อีกทั้งข้อจำกัดเรื่องระยะเวลาการขนส่งเชื้อเพลิง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวางแผนล่วงหน้าเป็นระยะเวลาประมาณ 1 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน ซึ่งครอบคลุมการวางแผนในระยะสั้นถึงปานกลางนั่นเอง

2.2 ประเภทของโรงไฟฟ้า [8]

โดยทั่วไประบบไฟฟ้าประกอบด้วยโรงไฟฟ้าจำนวนมากซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันไปดังนี้

2.2.1 โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน (Thermal power plant)

การผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยโรงไฟฟ้าประเภทนี้เป็นการผลิตที่มีช่วงต้นทุนการผลิตกว้าง หลักการผลิตนั้นเกิดจากการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ ฯลฯ นำมาเผาไหม้ให้เกิดพลังงานความร้อน พลังงานความร้อนที่ได้จะถูกแปลงเป็นพลังงานกลเพื่อนำไปหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าอีกต่อหนึ่ง โรงไฟฟ้าดังกล่าวอาจแยกออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1) โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ อาศัยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงไปต้มน้ำจนเดือดเป็นไอน้ำ ไอน้ำที่ได้นี้มีความดันสูงมากจนสามารถหมุนเครื่องกังหันไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าได้

2) โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ โรงไฟฟ้าประเภทนี้ไม่ต้องอาศัยการต้มน้ำแต่ใช้ก๊าซร้อนที่มีความดันสูงไปหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยตรง

3) โรงไฟฟ้าดีเซล หลักการผลิตไฟฟ้าคล้ายกับโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซแต่ใช้เชื้อเพลิงเป็นน้ำมันดีเซล

4) โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม เนื่องจากเชื้อเพลิงก๊าซที่เหลือจากโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซยังมีความร้อนสูงมาก เราจึงสามารถนำก๊าซที่เหลือนี้มาต้มน้ำ ให้เดือดจนกลายเป็นไอแล้วไปหมุนเครื่องกังหันไอน้ำได้ ซึ่งจะทำให้ใช้พลังงานได้คุ้มค่ามากยิ่งขึ้น โรงไฟฟ้าประเภทนี้จึงเปรียบเสมือนโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำรวมกับโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

2.2.2 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ (Hydro power plant)

การผลิตไฟฟ้าโดยวิธีนี้ใช้พลังงานศักย์จากน้ำที่กักเก็บไว้ในอ่างหรืออาศัยพลังงานจลน์จากการไหลของแม่น้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาใช้หมุนกังหันน้ำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้าด้วยโรงไฟฟ้าประเภทนี้จึงไม่เสียต้นทุนค่าเชื้อเพลิง สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่ในโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำแบบไม่สูบกลับ (Hydro unit) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทนี้มีวิธีการผลิตไฟฟ้าเหมือนกับที่อธิบายไว้ข้างต้น

2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับ (Pumped storage unit) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทนี้มีลักษณะการทำงานเหมือนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำตามปกติ แต่มีความสามารถพิเศษตรงที่สามารถสูบน้ำจากใต้เขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำกลับไปไว้เหนือเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำได้ โดย

การสูบน้ำกลับนี้จะใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบมาเป็นแหล่งพลังงานในการสูบน้ำกลับ ดังนั้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทนี้จึงสามารถเป็นได้ทั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและมอเตอร์สำหรับสูบน้ำได้ในตัวเดียวกัน โดยการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับคือ ในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าต่ำจะมีความสามารถในการผลิตกำลังไฟฟ้าเหลืออยู่จำนวนหนึ่ง โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับก็จะนำพลังงานไฟฟ้าในส่วนนี้มาสูบน้ำขึ้นไปเก็บในอ่างเก็บน้ำบนภูเขา และเมื่อมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงก็จะปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำบนภูเขาลงมายังอ่างเก็บน้ำด้านล่าง น้ำจะผ่านกังหันทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งต่ออยู่กับกังหันหมุนผลิตพลังงานไฟฟ้าออกมาใช้งานได้

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องในโรงไฟฟ้าประเภทนี้อาจแยกกันทำงานได้อย่างอิสระหรืออาจมีการทำงานร่วมกันเพื่อให้ปริมาณการปล่อยน้ำของโรงไฟฟ้ามีค่าตามที่กำหนด

2.3 หลักการจัดสรรเชื้อเพลิงในระบบผลิตไฟฟ้า

เชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตไฟฟ้า เป็นสิ่งที่มีความสำคัญและเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการวางแผนผลิตไฟฟ้า เชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตไฟฟ้ามีหลายชนิด เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน น้ำมัน เป็นต้น การเลือกใช้เชื้อเพลิงควรมีการจัดสรรสัดส่วนให้เหมาะสม และไม่ควรพึ่งพาเชื้อเพลิงชนิดใดชนิดหนึ่งมากจนเกินไป ในกรณีที่ประเทศนั้นๆ ไม่มีแหล่งเชื้อเพลิงเป็นของตัวเอง เชื้อเพลิงเหล่านี้จะต้องมีการจัดหามาก่อนล่วงหน้าเพื่อที่ว่าเมื่อถึงเวลาที่ต้องใช้จะได้มีเชื้อเพลิงใช้ได้โดยไม่เกิดปัญหาขาดแคลน อย่างไรก็ตาม หากเตรียมเชื้อเพลิงไว้มากเกินความต้องการก็จะเป็นการสูญเสียค่าใช้จ่ายเกินความจำเป็น ในทางตรงกันข้าม หากเชื้อเพลิงที่จัดเตรียมไว้น้อยเกินไปก็จะเกิดปัญหาผลิตไฟฟ้าไม่เพียงพอกับโหลดได้

การจัดสรรเชื้อเพลิงที่เหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าจะต้องทำควบคู่ไปกับการกำหนดแผนการเดินเครื่อง หรือ ยูนิตคอมมิตเมนต์ (Unit commitment) และการจ่ายโหลดอย่างประหยัด (Economic dispatch) โดยจะต้องวางแผนกำหนดการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องที่มีในระบบในแต่ละช่วงเวลาว่าจะให้เครื่องไหนทำงานหรือหยุดทำงาน และสำหรับเครื่องที่ทำงานจะต้องหาจุดทำงานที่เหมาะสม และปริมาณเชื้อเพลิงที่ต้องใช้ทั้งหมดตลอดช่วงระยะเวลาที่พิจารณาด้วย เพื่อให้สามารถผลิตและจ่ายไฟฟ้าแก่ผู้ใช้ได้อย่างต่อเนื่องโดยมีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดและมีการทำงานที่เป็นไปตามเงื่อนไข ประเด็นปัญหาในการจัดสรรเชื้อเพลิงสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

2.3.1 การกำหนดสถานะการปฏิบัติงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง

เป็นการคำนวณหาว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบเครื่องใดควรจะเดินเครื่อง (ON) หรือหยุดเดินเครื่อง (OFF) ในช่วงคาบเวลาใด จึงจะทำให้มีกำลังผลิตในระบบเพียงพอกับความต้องการ โดยมีต้นทุนการผลิตรวมต่ำที่สุด

2.3.2 การกำหนดค่ากำลังการจ่ายโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง

เป็นการคำนวณหาว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องที่ได้รับการกำหนดให้เดินเครื่องในแต่ละคาบเวลานั้น ควรจะจ่ายโหลดปริมาณเท่าใดจึงจะทำให้กำลังไฟฟ้ารวมเพียงพอกับความต้องการของโหลดในระบบและทำให้มีต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุด ปัญหานี้เรียกกันทั่วไปว่าปัญหาการจ่ายโหลดอย่างประหยัด (Economic Dispatch Problem)

2.4 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรเชื้อเพลิงในระบบไฟฟ้ากำลัง

2.4.1 การพยากรณ์โหลด (Load forecasting)

ข้อมูลโหลดที่ใช้ในการวางแผนจัดสรรเชื้อเพลิงในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นโหลดที่ได้จากการพยากรณ์ล่วงหน้า (Forecasted load) ซึ่งความผิดพลาดจากการพยากรณ์เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ในกรณีที่ทำนายโหลดไว้ต่ำกว่าความเป็นจริงจะทำให้กำลังผลิตที่ได้รับการจัดสรรไว้ในระบบไม่เพียงพอกับความต้องการ ซึ่งอาจจะทำให้ต้องใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีต้นทุนการผลิตสูงมาใช้จ่ายโหลดเพิ่มเติมส่งผลให้ต้นทุนการผลิตรวมมีค่าสูงกว่าที่ควรจะเป็น แต่ถ้าหากทำนายโหลดมากเกินความเป็นจริงก็จะทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีต้นทุนสูงอาจได้รับการกำหนดให้เดินเครื่องโดยไม่จำเป็น ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การจัดสรรเชื้อเพลิงในระบบไฟฟ้าจะให้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ก็ต่อเมื่อโหลดที่ได้จากการทำนายนั้นมีความแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้เท่านั้น

2.4.2 กำลังผลิตสำรองพร้อมจ่าย (Spinning reserve)

นอกจากความผิดพลาดในการทำนายโหลดแล้ว ปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรเชื้อเพลิงก็คือ ความขัดข้องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ต่อขนานอยู่กับระบบซึ่งอาจจะเกิดขึ้นโดยไม่มีทางรู้ล่วงหน้าได้ เหตุการณ์เหล่านี้หากเกิดขึ้นจริงจะทำให้ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอต่อความต้องการของโหลดได้ ปัญหานี้สามารถบรรเทาได้โดยการกำหนดให้กำลังการผลิตติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ได้รับการกำหนดให้เดินเครื่องมีค่ามากกว่าปริมาณโหลดที่ทำนายไว้ โดยความสามารถส่วนที่เกินกว่าโหลดนี้เรียกว่า กำลังผลิตสำรองพร้อมจ่าย (Spinning reserve) ความหมายของกำลังผลิตสำรองพร้อมจ่ายคือปริมาณกำลังผลิตที่สามารถผลิตได้จาก

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดที่ต่อขนานอยู่กับระบบหักออกด้วยโหลดและกำลังสูญเสียที่เวลานั้นๆ กำลังผลิตสำรองพร้อมจ่ายนี้ต้องมีค่ามากเพียงพอเพื่อที่ว่าเมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดการขัดข้องจะไม่ทำให้ปริมาณของโหลดที่ไม่ได้รับการจ่ายมีค่ามากจนเกินไปหรือไม่มีเลย

กำลังผลิตสำรองพร้อมจ่ายนี้ได้มาจากปริมาณไฟฟ้าสำรองพร้อมจ่ายจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องรวมกัน ปริมาณไฟฟ้าสำรองพร้อมจ่ายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องขึ้นอยู่กับผลต่างของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตออกมากับกำลังผลิตติดตั้ง ว่ามีค่ามากน้อยเพียงใด ดังแสดงในสมการที่ 2.1

$$S_i = P_{max,i} - P_i \tag{2.1}$$

โดย S_i คือ ปริมาณไฟฟ้าสำรองพร้อมจ่ายจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i (MW)

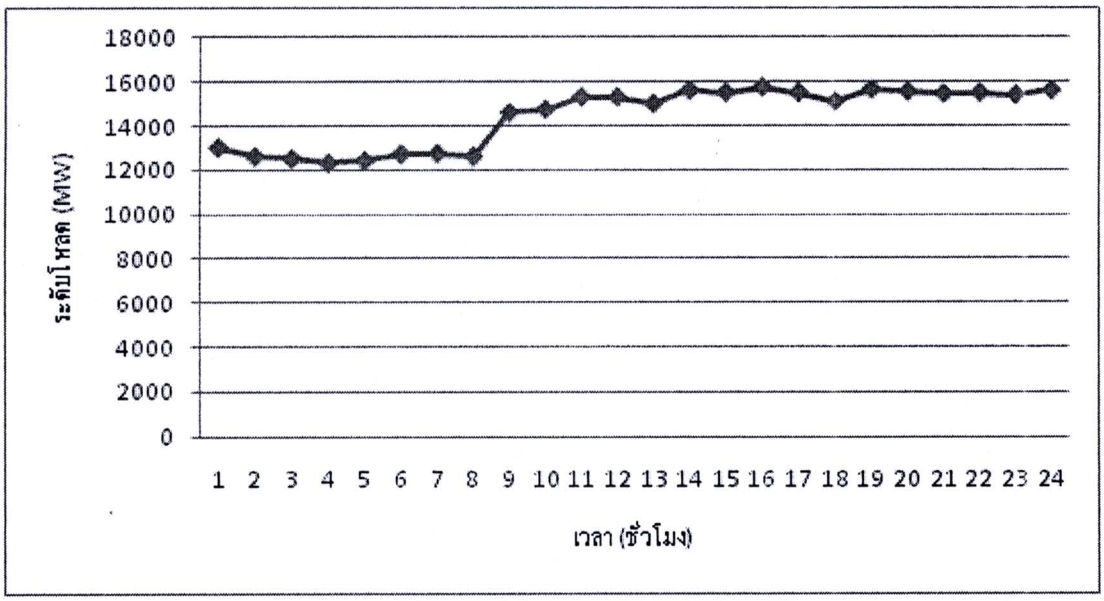
$P_{max,i}$ คือ กำลังผลิตติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i (MW)

P_i คือ กำลังผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i (MW)

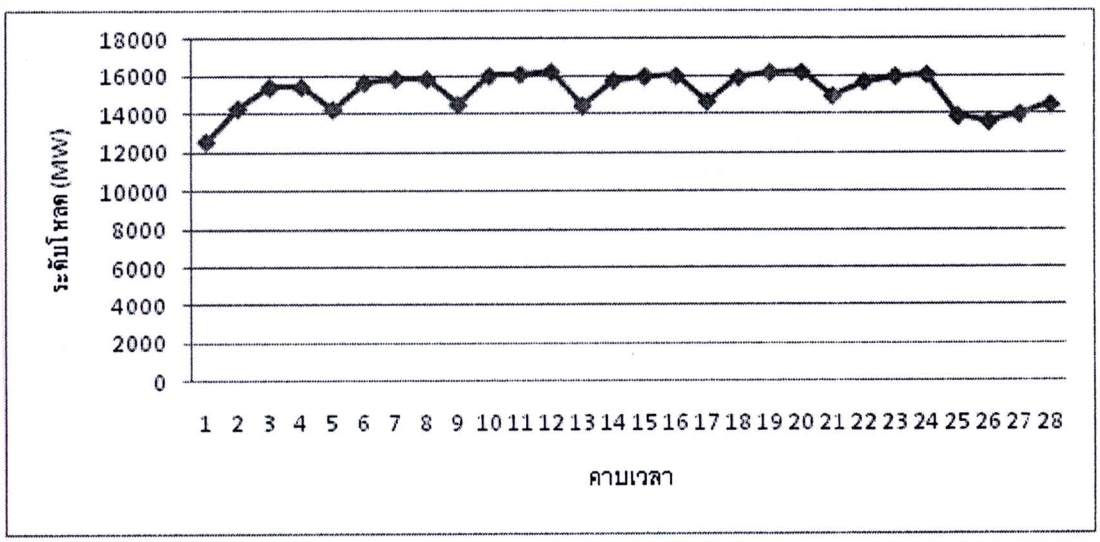
2.5 แบบจำลองของโหลด

การจัดสรรเชื้อเพลิงในระบบผลิตไฟฟ้ากำลังนั้น มีการเลือกใช้โหลดลักษณะต่างๆตามความเหมาะสม เช่น โหลดรายชั่วโมง โหลดรายวัน โหลดรายสัปดาห์ หรือโหลดรายเดือน ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ต้องการจัดสรรเชื้อเพลิง และความละเอียดของระดับโหลดที่ต้องการ อีกทั้งแบบจำลองของโหลดที่นำมาใช้ในการวางแผนการจัดสรรเชื้อเพลิงเป็นโหลดที่ตัดกำลังไฟฟ้าส่วนที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำจ่าย รวมถึงกำลังไฟฟ้าที่ได้จากโรงไฟฟ้าอื่นๆที่ไม่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรเชื้อเพลิงออกไปแล้ว เช่น กำลังไฟฟ้าจาก โรงไฟฟ้าเอกชนขนาดเล็ก (SPP) กำลังไฟฟ้าที่ได้จากการซื้อไฟจากต่างประเทศ เป็นต้น

ตัวอย่างแบบจำลองของโหลดที่ใช้ในการจัดสรรเชื้อเพลิงในระบบผลิตไฟฟ้า เช่น แบบจำลองความต้องการใช้ไฟฟ้าแบบรายชั่วโมงในหนึ่งวัน และแบบจำลองความต้องการใช้ไฟฟ้าแบบรายคาบ (คาบละ 6 ชั่วโมง) ในรอบหนึ่งสัปดาห์ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1-2.2



รูปที่ 2.1 ความต้องการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมงในหนึ่งวัน



รูปที่ 2.2 ความต้องการใช้ไฟฟ้าทุก 6 ชั่วโมงในรอบสัปดาห์