# บทที่ 3

# บางหลักการที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดการผลิตระยะสั้น

## 3.1 การวิเคราะห์ลักษณะการใช้ไฟฟ้า [1,2,3,6,25]

การผลิตไฟฟ้ามีลักษณะพิเศษอยู่อย่างหนึ่ง คือ เมื่อทำการผลิตแล้วต้องมีการใช้ทันทีโดยไม่สามารถผลิตแล้วเก็บไว้ได้ หากความต้องการใช้ไฟฟ้ามีลักษณะคงที่ในช่วงเวลาหนึ่ง (1 วัน หรือ 1 สัปดาห์) การผลิตพลังงานไฟฟ้าก็จะมีความสะดวก และทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำ คือสามารถเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เหมาะสมและผลิตเต็มขีดความสามารถได้ แต่เนื่องจากในความเป็นจริงการใช้ไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้า ปริมาณการผลิตไฟฟ้าจึงเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าแตกต่างกันนั้นด้วย ดังนั้นลักษณะการใช้ไฟฟ้าจึงเป็นตัวชี้บอกถึงลักษณะการผลิตไฟฟ้าที่ผู้ผลิตต้องทราบก่อนล่วงหน้าเพื่อจะได้ดำเนินการผลิตให้เหมาะสมและทันกับความต้องการใช้ไฟฟ้า

ในการวิเคราะห์ลักษณะการใช้ไฟฟ้า นิยมใช้เส้นโค้งที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของการใช้ไฟฟ้าตามเวลาแต่ละชั่วโมง เรียกว่า Time-varying load curve และเส้นโค้งที่แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้า เรียกว่า Load duration curve หากช่วงเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 24 ชั่วโมง จะเรียกว่า เส้นโค้งโหลดรายวัน (Daily load curve หรือ Daily load duration curve) ถ้าช่วงเวลาที่พิจารณาคือ 168 ชั่วโมง จะเรียกว่า เส้นโค้งโหลดรายสัปดาห์ (Weekly load curve หรือ Weekly load duration curve) เป็นต้น

การวิเคราะห์ลักษณะการใช้ไฟฟ้าในรอบระยะเวลาต่าง ๆกันนั้น จะเป็นประโยชน์ในการวางแผนการผลิตไฟฟ้าทั้งระยะสั้นและระยะยาว โดยเฉพาะการเลือกใช้โรงไฟฟ้าซึ่งมีอยู่หลายชนิดให้ถูกต้องและเหมาะสม จึงช่วยให้มีการลดต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าได้

## 3.2 การกำหนดกำลังผลิตไฟฟ้าสำรอง [1,2,4,6,25]

ในการผลิตไฟฟ้า นอกจากต้องการให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดด้วย การที่ระบบไฟฟ้าจะมีความเชื่อถือได้สูงนั้น จำเป็นต้องมีกำลังผลิตมากกว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าอยู่จำนวนหนึ่ง เรียกว่า กำลังผลิตไฟฟ้าสำรอง สำหรับใช้ในกรณีจำเป็นหรือฉุกเฉิน

กำลังผลิตไฟฟ้าสำรองมีสองประเภท คือ

1. กำลังผลิตสำรองแบบพร้อมทันที (Spinning reserve) คือ กำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่กำลังเดินอยู่ในระบบที่พร้อมที่จะเพิ่มการผลิตไฟฟ้าขึ้นมาโดยทันที เมื่อเครื่องที่จ่ายโหลดอยู่ในระบบเครื่องใดเครื่องหนึ่ง (หรือมากกว่า 1 เครื่อง) เกิดขัดข้องและต้องหยุดโดยฉุกเฉิน หรือเมื่อมีโหลดเพิ่มขึ้นอย่างฉับพลันในระบบ

2. กำลังผลิตสำรองเพื่อการบำรุงรักษา (Maintenance reserve) คือ กำลังผลิตสำรองที่ต้องเผื่อไว้เพื่อการหยุดเครื่องในการตรวจซ่อมหรือบำรุงรักษา

ในการวางแผนการผลิตระยะสั้นหรือแผนปฏิบัติการ ปริมาณกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองอย่างน้อยต้องเท่ากับกำลังผลิตสำรองแบบพร้อมทันที ส่วนในการวางแผนการผลิตระยะยาว ปริมาณกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองอย่างน้อยต้องเท่ากับกำลังผลิตสำรองแบบพร้อมทันทีบวกกับกำลังผลิตสำรองเพื่อการบำรุงรักษา

วิธีการกำหนดกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองแบ่งออกได้ดังนี้

1. วิธีกำหนดด้วยกฎเกณฑ์การตัดสินใจ (Deterministic criteria)
2. วิธีกำหนดด้วยกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น (Probabilistic criteria)

ในที่นี่ จะกล่าวถึงวิธีการเหล่านี้โดยสังเขปดังต่อไปนี้

### 3.2.1 วิธีกำหนดด้วยกฎเกณฑ์การตัดสินใจ [1,2,4]

เกณฑ์การตัดสินใจในการกำหนดขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าสำรอง ได้มาจากการพิจารณาถึงสถานะการทำงานของระบบ ในกรณีที่โหลดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหรือกรณีที่เกิดการขัดข้องขึ้นในระบบผลิตเพื่อที่จะดูผลการปฏิบัติงานของระบบ เช่น ขณะที่มีโหลดสูงพร้อมๆกับที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่สุดในระบบเกิดขัดข้อง

วิธีกำหนดกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองด้วยกฎเกณฑ์การตัดสินใจ สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

ก. การกำหนดด้วยกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใหญ่ที่สุดของระบบ

เป็นการกำหนดกำลังผลิตสำรอง ซึ่งจัดให้มีในระบบไว้เผื่อในกรณีที่ต้องหยุดซ่อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหน่วยที่ใหญ่ที่สุดในระบบตามกำหนดเวลา 1 เครื่อง บวกด้วยกรณีที่อาจมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีก 1 เครื่องเกิดเสียอย่างกระทันหัน

ข. การกำหนดด้วยกำลังผลิตสำรองเป็นร้อยละของความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของระบบ

คือ กำหนดให้มีกำลังผลิตสำรองเป็นร้อยละของความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของระบบ เช่น กำหนดเป็น 15 , 20 , 25 หรือ 30% เป็นต้น เช่นระบบไฟฟ้ามีความต้องการสูงสุด 1,000 เมกะวัตต์ ถ้าให้กำลังผลิตสำรองเป็น 20% ก็เท่ากับ 200 เมกะวัตต์

### 3.2.2 วิธีกำหนดด้วยกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น

วิธีนี้จะใช้หลักทฤษฎีความน่าจะเป็นและความเชื่อถือได้มาประยุกต์ใช้ในการประเมินกำลังผลิตไฟฟ้าสำรอง กล่าวคือ จะใช้การคำนวณดัชนีความเชื่อถือได้ (Reliability Index) หรือดัชนีความเสี่ยง (Risk Index) ของระบบผลิตไฟฟ้าในรูปแบบคณิตศาสตร์ของการคำนวณความน่าจะเป็น ซึ่งเป็นการทำนายเหตุการณ์หรือคาดการณ์ที่โรงไฟฟ้าที่เดินเครื่องอยู่ในระบบอาจเกิดข้อขัดข้องต้องหยุดเครื่องฉุกเฉิน ทำให้กำลังผลิตไฟฟ้าไม่พอจ่ายให้กับโหลด (Generation deficiency)

ดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้าที่นิยมใช้กันมากคือดัชนีระดับความน่าจะเป็นของการสูญเสียโหลด (Loss-of-load probability, LOLP) หรือพูดอีกนัยหนึ่งก็คือความน่าจะเป็นที่โหลดจะมีค่ามากกว่ากำลังผลิต หมายความว่า LOLP มีค่ามาก ความเสี่ยงที่กำลังผลิตจะขาดแคลนไม่เพียงพอจะจ่ายให้โหลดก็มีมาก ซึ่งแสดงว่า กำลังผลิตสำรองมีน้อย ถ้า LOLP มีค่าน้อย ความเสี่ยงที่กำลังผลิตจะขาดแคลนไม่เพียงพอจะจ่ายให้โหลดก็มีน้อย ซึ่งแสดงว่ากำลังผลิตสำรองมีมาก

ในการกำหนดกำลังผลิตสำรองโดยวิธีทางความน่าจะเป็นนี้ จะกำหนดค่า LOLP ไว้และประเมินค่ากำลังผลิตสำรองที่จะทำให้ LOLP ไม่เกินค่าที่กำหนด และอาจมีดัชนีตัวอื่นประกอบด้วย ดัชนีที่นิยมใช้มีดังนี้

1. LOLP กำหนดเป็นค่าความน่าจะเป็น เช่น 0.1 , 0.2 หรือกำหนดเป็นจำนวนวันที่คาดคะเนว่าอาจจะเกิดข้อขัดข้อง(กำลังผลิตน้อยกว่าโหลด)ใน 1 ปี
2. ช่วงเวลาที่กำลังผลิตจะมีไม่พอกับความต้องการใช้ไฟฟ้า (Expected failure duration) เป็นจำนวนชั่วโมงใน 1 ปี
3. ปริมาณกำลังผลิตที่ไม่พอกับความต้องการใช้ไฟฟ้า (Expected failure capacity) เป็นเมกะวัตต์ใน 1 ปี
4. พลังงานไฟฟ้าที่ไม่พอจ่ายให้กับโหลด (Expected energy not supplied, EENS) เป็นเมกะวัตต์-ชั่วโมงใน 1 ปี

## 3.3 การจ่ายโหลดอย่างประหยัด (Economic Load Dispatch) [22 , 25]

การจ่ายโหลดอย่างประหยัด เป็นการกำหนดกำลังผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อจ่ายโหลดที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา ภายใต้เงื่อนไขของการผลิตและการส่งกำลังไฟฟ้า โดยให้มีต้นทุนการผลิตของระบบ (Production cost) ต่ำที่สุด

วิธีการจ่ายโหลดอย่างประหยัดสามารถนำมาใช้ได้กับระบบผลิตไฟฟ้าหลายประเภท เช่น ระบบที่ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำอย่างเดียว ระบบที่ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อนอย่างเดียว และระบบที่ประกอบด้วยทั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำและพลังความร้อน

ในที่นี่จะกล่าวเพียงการจ่ายโหลดอย่างประหยัดของระบบที่ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อนเท่านั้น ซึ่งมีดังต่อไปนี้

### 3.3.1 การจ่ายโหลดอย่างประหยัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อนกรณีที่ไม่คิดกำลังสูญเสีย

การจ่ายโหลดอย่างประหยัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อนในกรณีที่ไม่คิดกำลังสูญเสีย อธิบายได้โดยใช้ปัญหาการหาค่าน้อยที่สุด (Minimization) ของฟังค์ชั่นต้นทุนการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังนี้

$$\text{Minimize } c = \sum_{i=1}^{N} c_i(P_i) \tag{3.1}$$

โดยมีเงื่อนไขเกี่ยวกับ

$$P\min_i \leq P_i \leq P\max_i \tag{3.2}$$

และจะต้องให้สอดคล้องกับความสมดุลระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตและโหลด นั่นคือ

$$\sum_{i=1}^{N} P_i = P_D \tag{3.3}$$

เมื่อ N คือ จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อน

C คือ ฟังค์ชั่นต้นทุนการผลิตกำลังไฟฟ้าทั้งหมดในหน่วย บาท/ชั่วโมง

$c_i(P_i)$ คือ ค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าที่เป็นฟังค์ชั่นของกำลังผลิต $P_i$ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i มีหน่วยเป็น บาท/ชั่วโมง

$P_D$ คือ โหลดในระบบ มีหน่วยเป็น MW

$P_i$ คือ กำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i มีหน่วยเป็น MW

$P\min_i$ , $P\max_i$ คือ กำลังผลิตไฟฟ้าต่ำสุดและสูงสุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ i มีหน่วยเป็น MW

เมื่อใช้วิธีการของตัวคูณลากรังซ์จ (Lagrange multiplier method) จะได้สมการการจ่ายโหลดอย่างประหยัด ดังนี้

$$\frac{dC_i}{dP_i} = IC_i = \lambda \quad , \ i=1,2,...,N \tag{3.4}$$

เมื่อ $IC_i$ คือ ค่าอัตราการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อหน่วย(Incremental cost) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อนที่ i

$\lambda$ คือ ตัวคูณลากรังซ์จ

จะให้ได้เห็นว่า การจ่ายโหลดรวมของระบบให้มีค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำสุดนั้น จะต้องให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายโหลดที่ค่าอัตราเพิ่มค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อหน่วย (Incremental cost) เท่ากันทุกเครื่อง

ในทางปฏิบัติ การจ่ายโหลดอย่างประหยัด จำเป็นต้องสอดคล้องกับสมการเงื่อนไขชนิดอสมการ(สมการ 3.2) และเมื่อพิจารณาเงื่อนไขดังกล่าว จะได้ชุดสมการการจ่ายโหลดอย่างประหยัดใหม่ดังนี้

$$\frac{dC_i}{dP_i} = \lambda \quad \text{สำหรับ} \quad Pmin_i < P_i < Pmax_i \tag{3.5}$$

$$\frac{dC_i}{dP_i} \leq \lambda \quad \text{สำหรับ} \quad P_i = Pmax_i$$

$$\frac{dC_i}{dP_i} \geq \lambda \quad \text{สำหรับ} \quad P_i = Pmin_i$$

### 3.3.2 การจ่ายโหลดอย่างประหยัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อนกรณีที่คิดกำลังสูญเสีย

ในการออปติไมซ์ปัญหาของการจ่ายโหลดอย่างประหยัดในสมการ(3.1) ถ้าหากคิดผลของกำลังสูญเสีย กำลังไฟฟ้าที่ผลิตทั้งหมดจะต้องเท่ากับโหลดของระบบรวมกับกำลังสูญเสีย นั่นคือ

$$\sum_{i=1}^{N} P_i = P_D + P_L \tag{3.6}$$

เมื่อ $P_L$ คือ กำลังสูญเสียในสายส่ง มีหน่วยเป็น MW

เมื่อใช้วิธีการของตัวคูณลากรังช์จ (Lagrange multiplier method) จะได้สมการการจ่ายโหลดอย่างประหยัด ดังนี้

$$\frac{dC_i}{dP_i} = IC_i = \lambda\,[1-ITL_i] \qquad , i=1,2,...,N \qquad (3.7)$$

$$\text{โดยที่ } ITL_i = \frac{dP_L}{dP_i} \qquad (3.8)$$

เมื่อ $ITL_i$ คือ Incremental transmission loss สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อนที่ i

$1/[1-ITL_i]$ คือ Penalty factor สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อนที่ i

สมการการจ่ายโหลดอย่างประหยัด(สมการ3.7)จำนวน N สมการและสมการสมดุลของกำลังไฟฟ้า(สมการ3.6) พอเพียงที่จะหากำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า $P_i$ และ $\lambda$ อย่างไรก็ดี สมการดังกล่าวประกอบด้วยเทอมของกำลังสูญเสีย $P_L$ ซึ่งเป็นฟังค์ชั่นของกำลังผลิต $P_i$ ที่ต้องการ การหาคำตอบที่ต้องการอาจทำได้โดยการทำอิเทอะเรทีฟ (Iterative) ของ $\lambda$ ในสมการการจ่ายโหลดอย่างประหยัด ในขณะเดียวกันก็ต้องให้ค่าของ $P_i$ ที่ได้จากสมการ(3.6)-(3.7) สอดคล้องกับสมการสมดุลของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตและสมการเงื่อนไขการผลิต นอกจากนั้น ค่าของ $P_i$ ที่ได้จำเป็นต้องสอดคล้องกับสภาวะโหลดโฟลว์ของระบบ นั่นคือ เราจำเป็นต้องคำนวณโหลดโฟลว์ของระบบในทุกๆรอบของการคำนวณซ้ำ

### 3.3.3 วิธีการแก้สมการการจ่ายโหลดอย่างประหยัด

วิธีการแก้สมการการจ่ายโหลดอย่างประหยัดที่มักใช้กันมีคือ

1. วิธีแลมบ์ดาอิเทอะเรชั่น (Lambda-iteration method)
2. วิธีเกรเดี้ยน (Gradient method)

ในที่นี่จะกล่าวถึงวิธีแลมบ์ดาอิเทอะเรชั่นเท่านั้น เพราะเป็นวิธีที่ได้นำไปใช้ในการกำหนดการผลิตในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งสรุปเป็นอัลกอริทึมได้ดังนี้

<u>อัลกอลิทึมสำหรับการจ่ายโหลดอย่างประหยัดด้วยวิธีแลมบ์ดาอิเทอะเรชั่น</u>

1. สมมติค่า $\lambda$
2. คำนวณค่า $P_i$ ที่สอดคล้องกับ $\lambda$ ตามสมการลักษณะสมบัติของ $IC_i$ curve

3. ตรวจสอบค่า $P_i$ กับขีดจำกัด

ถ้าหาก $P_i$ มีค่ามากกว่า $Pmax_i$ ให้ $P_i = Pmax_i$

ถ้าหาก $P_i$ มีค่าน้อยกว่า $Pmin_i$ ให้ $P_i = Pmin_i$

4. หาผลรวมของ $P_i$ และเปรียบเทียบกับโหลด $P_D$

ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างผลรวมของ $P_i$ และ $P_D$ มีค่าน้อยกว่าค่าที่ยอมรับได้ แสดงว่า ค่า $\lambda$ ที่สมมติเป็นผลลัพธ์ที่ต้องการ ยุติการคำนวณได้

ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างผลรวมของ $P_i$ และ $P_D$ มีค่าใหญ่กว่าค่าที่ยอมรับได้ ให้ไปขั้นตอนต่อไป

5. ปรับค่า $\lambda$ ใหม่โดยใช้หลักการต่อไปนี้

ถ้าผลรวมของ $P_i$ มีค่ามากกว่า $P_D$ แสดงว่าค่า $\lambda$ ที่สมมติขึ้นมีค่ามากเกินไป ให้ลดค่า $\lambda$ ลง

ถ้าผลรวมของ $P_i$ มีค่าน้อยกว่า $P_D$ แสดงว่าค่า $\lambda$ ที่สมมติขึ้นมีค่าน้อยเกินไป ให้เพิ่มค่า $\lambda$ ขึ้น

เมื่อปรับค่า $\lambda$ เรียบร้อยแล้ว ให้ย้อนไปทำขั้นตอนที่ 2

### 3.4 ยูนิตคอมมิตเมนท์ (Unit commitment) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อน [9 , 25]

ในระบบไฟฟ้า เมื่อมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากกว่า 1 เครื่องขึ้นไป จ่ายโหลดร่วมกันอยู่ จะต้องจัดให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องใดจ่ายโหลดในช่วงเวลาใดและเท่าไร ระบบจึงจะมีประสิทธิภาพและมีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด ดังนั้นจำเป็นต้องทำการยูนิตคอมมิตเมนท์

การยูนิตคอมมิตเมนท์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หมายถึง การกำหนดหรือการจัดสรรกำลังผลิตของกลุ่มเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อจ่ายโหลดรวมของระบบโดยมีต้นทุนการผลิตรวมของระบบต่ำที่สุดในช่วงเวลาที่กำหนด กล่าวคือ ผู้ผลิตสามารถจัดกลุ่มเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้หลายกลุ่ม และในแต่ละกลุ่มนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละตัวสามารถผลิตไฟฟ้าได้หลายระดับ ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมในแต่ละกลุ่มของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีได้หลายค่า ผู้ผลิตต้องการค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุด จึงต้องเลือกเอากลุ่มที่มีค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด แต่ต้องให้ได้ปริมาณไฟฟ้าเท่ากับความต้องการใช้ไฟฟ้า ซึ่งบางครั้งอาจต้องหยุดเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบางเครื่องที่ไม่จำเป็นต้องใช้งานหรือเพื่อการบำรุงรักษาในช่วงเวลาที่เหมาะสม

I16902737

### 3.4.1 ปัญหาของยูนิตคอมมิตเมนท์

การยูนิตคอมมิตเมนท์มีองค์ประกอบดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2. เงื่อนไขหรือข้อจำกัดในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3. เงื่อนไขการผลิตของระบบไฟฟ้า

ค่าใช้จ่ายในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอาจประกอบด้วยค่าใช้จ่ายทางด้านเชื้อเพลิง ค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่อง ค่าใช้จ่ายทางการบำรุงรักษา รวมถึงค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเงินเดือนของพนักงานต่างๆ

เงื่อนไขหรือข้อจำกัดในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอาจประกอบด้วย ข้อจำกัดของกำลังผลิตของเครื่อง(Capacity limits) ข้อจำกัดของเวลาต่ำสุดที่เครื่องต้องทำงานหรือหยุดทำงาน(Minimum up/down time) ข้อจำกัดของพนักงานผู้ควบคุมเครื่อง(Crew constraint) ข้อจำกัดของโรงไฟฟ้าที่ต้องเดินเครื่อง(Must run constraint) ข้อจำกัดด้านเชื้อเพลิง(Fuel constraint) และข้อจำกัดในการเปลี่ยนแปลงอัตรากำลังผลิต(Ramp rate constraint)

เงื่อนไขการผลิตของระบบไฟฟ้า คือ ในการผลิตไฟฟ้า ต้องให้ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ผลิตมีความสมดุลกับโหลด นอกจากนี้ อาจพิจารณาถึงปริมาณกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองอีกด้วย

ปัญหาของการยูนิตคอมมิตเมนท์ที่ต้องการพิจารณา ก็คือ การกำหนดสถานะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่าเดินเครื่องหรือหยุดเดินเครื่องในแต่ละช่วงเวลา โดยให้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือข้อจำกัดต่างๆที่กำหนด และให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตรวมต่ำที่สุดในช่วงเวลาพิจารณา

### 3.4.2 วิธีการแก้ปัญหาของยูนิตคอมมิตเมนท์

หากในระบบผลิตไฟฟ้ามีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่จำนวน N เครื่อง และต้องการจ่ายโหลดในช่วงเวลาจำนวน M ช่วง เราจะสามารถจัดกลุ่ม (Combinations) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ทั้งหมดจำนวน $(2^N-1)^M$ กลุ่ม เช่น ถ้า N=10 และ M=24 จะได้จำนวนกลุ่มทั้งหมดถึง $1.73 \times 10^{72}$ กลุ่ม ซึ่งเป็นจำนวนที่ใหญ่มาก แต่เนื่องจากกลุ่มเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบางกลุ่มอาจมีกำลังผลิตที่ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือข้อจำกัดต่างๆของการผลิต กลุ่มของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหล่านั้นจึงไม่ต้องทำการพิจารณา ทำให้กลุ่มที่ต้องพิจารณามีจำนวนลดลง อย่างไรก็ตาม กลุ่มเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ต้องพิจารณาเหล่านั้นยังคงมีจำนวนมากอยู่ดี จึงทำให้ปัญหาการยูนิตคอมมิตเมนท์มีความยุ่งยากยิ่งขึ้นและใช้เวลาคำนวณนานขึ้น

วิธีการแก้ปัญหาของยูนิตคอมมิตเมนท์ที่นิยมใช้กันมีดังนี้

1. วิธีเรียงลำดับค่าใช้จ่ายของกลุ่ม (Priority list) [25]
2. วิธีไดนามิกโปรแกรมมิ่ง (Dynamic programming) [9 , 25]
3. วิธี Lagrangian relaxation [9 , 18]

ในที่นี่ จะกล่าวถึงวิธีไดนามิกโปรแรมมิ่งโดยรวม เพราะเป็นวิธีนำมาใช้ในการกำหนดการผลิตในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

จากอาศัยหลักการของไดนามิกโปรแกรมมิ่งดังได้กล่าวแล้วในบทที่ 2 ขั้นตอนการแก้ปัญหายูนิตคอมมิตเมนท์สามารถสรุปได้ดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1 จัดปัญหายูนิตคอมมิตเมนท์ให้อยู่ในรูปแบบปัญหาไดนามิกโปรแกรมมิ่ง**

1. แยกปัญหาออกเป็นหลายช่วงเวลา (Stages)

2. กำหนดให้แต่ละช่วงเวลาประกอบด้วยหลายสถานะ (States) ที่สัมพันธ์กัน ในที่นี่ สถานะ คือ กลุ่มของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Combination of units) แต่ละกลุ่มในช่วงเวลาหนึ่ง

3. กำหนดฟังค์ชั่นเป้าหมายด้วยฟังค์ชั่นค่าใช้จ่ายในการผลิตรวม

4.กำหนดตัวแปรตัดสินด้วยค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตของเครื่อง และในแต่ละครั้งที่คำนวณต้องระบุค่าชี้สถานะการจ่ายโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วย

5. ปรับปรุงปัญหายูนิตคอมมิตเมนท์ให้อยู่ในรูปสมการรีเคอร์ซีพของไดนามิกโปรแกรมมิ่ง

**ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณ**

1. หาสถานะที่จะใช้คำนวณในแต่ละช่วงเวลา

2.คำนวณหาค่าที่ดีสุดของฟังค์ชั่นเป้าหมายโดยอาศัยสมการรีเคอร์ซีพของไดนามิกโปรแกรมมิ่ง

ในขณะที่คำนวณในแต่ละช่วงเวลาต้องพิจารณาถึงเงื่อนไขและข้อจำกัดต่าง ๆควบคู่กันไปด้วย

**ขั้นตอนที่ 3 การย้อนหาคำตอบที่เหมาะสม (Retrace optimal schedule)**

คือ การย้อนหาสถานะที่ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการผลิตรวมทั้งหมดต่ำสุด โดยเริ่มจากสถานะที่มีค่าใช้จ่ายในการผลิตรวมต่ำสุดในช่วงเวลาสุดท้ายกลับสู่สถานะเริ่มต้น