# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 คำนำ

ในปัจจุบันมีการแข่งขันทางด้านการค้าและเทคโนโลยีอย่างสูง ปัจจัยสำคัญในการแข่งขันทางการค้าขึ้นอยู่กับต้นทุนการผลิตที่ต่ำ และการมีเทคโนโลยีในการผลิตที่ทันสมัย พลังงานไฟฟ้าถือเป็นปัจจัยสำหรับกระบวนการผลิตที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง ดังนั้นความต้องการไฟฟ้าจะต้องได้รับการตอบสนองทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านความน่าเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลัง ด้านเศรษฐศาสตร์นั้นได้แก่การผลิตไฟฟ้าโดยใช้ต้นทุนต่ำ การจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าในราคาที่เหมาะสม การจัดการในส่วนของผู้ใช้พลังงานไฟฟ้า และอื่นๆ ส่วนทางด้านความน่าเชื่อถือได้ของระบบนั้น การส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าจะต้องเป็นไปอย่างมีเสถียรภาพ มีคุณภาพ และสามารถควบคุมได้

ระบบไฟฟ้ากำลัง คือระบบพลังงานระบบหนึ่งซึ่งทำหน้าที่ดำเนินการผลิตพลังงานไฟฟ้าและส่งพลังงานไฟฟ้าไปจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภค ผู้บริโภคจะนำพลังงานไฟฟ้าเหล่านี้ไปแปรรูปเป็นพลังงานรูปอื่นๆ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานแสง พลังงานกล เพื่อใช้สำหรับการดำรงชีวิต ตลอดจนนำไปใช้ในกระบวนการผลิตทางด้านเกษตรกรรม ธุรกิจบริการ และอุตสาหกรรม ระบบไฟฟ้ากำลังที่ดีจะต้องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความน่าเชื่อถือ และดำเนินการอยู่ภายใต้หลักเศรษฐศาสตร์ที่เหมาะสม กล่าวคือระบบจะต้องสามารถดำเนินการผลิตพลังงานไฟฟ้า และส่งไปจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคได้ตามความต้องการ องค์ประกอบต่างๆของระบบต้องทำงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายใดๆ โดยเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในแต่ละส่วนอย่างเหมาะสม หากเราทำการแบ่งระบบไฟฟ้ากำลังตามหน้าที่การทำงานเราจะสามารถแบ่งออกเป็นสามส่วนหลัก คือระบบผลิต ทำหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยการแปรรูปจากพลังงานรูปอื่นๆ ระบบส่งทำหน้าที่ส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไปยังระบบจำหน่าย และระบบจำหน่าย ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากระบบส่งให้มีค่าแรงดันที่เหมาะสมเพื่อจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคในขั้นสุดท้ายต่อไป ในประเทศไทยระบบไฟฟ้ากำลังสองส่วนแรก คือระบบผลิตและระบบส่ง อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบ

ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ส่วนระบบจำหน่ายไฟฟ้านั้นอยู่ภายใต้การดูแลของการไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

สำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังนั้น หม้อแปลงไฟฟ้าถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าและใช้ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าให้มีค่าเหมาะสมต่อการใช้งาน ปัจจุบันหม้อแปลงไฟฟ้าที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายมีอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เช่นการบริหารโหลดของหม้อแปลงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่ให้จ่ายโหลดเกินพิกัด จะทำให้ระบบไฟฟ้ากำลังฝ่ายจำหน่ายมีประสิทธิภาพ และความน่าเชื่อถือได้สูงขึ้น ทั้งยังเป็นการประหยัดพลังงาน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายอีกทางหนึ่งด้วย

**1.2 ความหมายของการบริหารโหลดหม้อแปลง**

การบริหารโหลดหม้อแปลง คือการจัดสรรปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟที่ต่ออยู่กับหม้อแปลงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม คือมีค่าโหลดสูงสุดไม่เกินขนาดพิกัดของหม้อแปลง ต้องไม่เกิดการใช้งานเกินพิกัดเป็นเวลานานจนทำให้หม้อแปลงเสียหาย ซึ่งส่งผลให้ความน่าเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังลดลง หรือการมีระดับโหลดเฉลี่ยอย่างเหมาะสมไม่ต่ำจนเกินไปซึ่งส่งผลให้เกิดการสิ้นเปลืองในส่วนของกำลังสูญเสีย การบริหารโหลดหม้อแปลงนี้กระทำได้หลายวิธี เช่น การเพิ่มขนาดพิกัดของหม้อแปลง หรือติดตั้งหม้อแปลงเพิ่มเติมในกรณีที่ไม่สามารถเพิ่มขนาดพิกัดของหม้อแปลงเครื่องเดิมได้ การเปลี่ยนไปใช้หม้อแปลงที่มีขนาดพิกัดลดลง กล่าวคือควรมีการจัดการให้หม้อแปลงมีโหลดเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน [1]

ตัวประกอบที่สำคัญตัวหนึ่งที่ใช้บอกสมรรถนะของอุปกรณ์ไฟฟ้าคือค่ากำลังสูญเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดค่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์นั้นๆ กำลังสูญเสียที่เกิดขึ้นในหม้อแปลงที่สำคัญมี 2 ส่วน คือ

- กำลังสูญเสียขณะไม่มีโหลด (No load loss) คือกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในตัวหม้อแปลงขณะที่หม้อแปลงไม่ได้จ่ายโหลด กำลังสูญเสียนี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในแกนเหล็ก ซึ่งประกอบด้วยการสูญเสียจากฮีสเตอริซีส (Hysteresis loss) และการสูญเสียเนื่องจากกระแสวน (Eddy current loss) กำลังสูญเสียในส่วนนี้จะมีค่าคงที่ตลอดเวลา ถ้าแรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่ป้อนให้แก่หม้อแปลงไม่เปลี่ยนแปลง

- กำลังสูญเสียขณะมีโหลด (Load loss) คือกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียเนื่องจากความต้านทานของขดลวดต่างๆ ในขณะที่หม้อแปลงจ่ายโหลด กำลังสูญเสียนี้จะมีค่าเปลี่ยนแปลงเป็นปฏิภาคโดยตรงกับค่ากำลังสองของโหลด

โดยทั่วไปหม้อแปลงไฟฟ้าจะมีกำลังสูญเสียประมาณ 0.5-2.5 % ของโหลดเต็มพิกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิด และขนาดพิกัดของหม้อแปลง

จากที่มาของกำลังสูญเสียดังกล่าว เราสามารถสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของหม้อแปลงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการคือ

1) ระดับของโหลดที่เกิดขึ้น ว่ามีกำลังสูงต่ำมากน้อยเพียงใด
2) ตัวประกอบกำลังของโหลด ประสิทธิภาพของหม้อแปลงจะมีค่าสูงสุดเมื่อโหลดมีตัวประกอบกำลังเป็น 1 และกำลังสูญเสียขณะมีโหลดมีค่าเท่ากับกำลังสูญเสียขณะไม่มีโหลด

ดังสมการ (1.1)

$$Eff_{av} = \frac{\int_0^T P_{out}(t)dt}{\int_0^T P_{in}(t)dt} \times 100\ \%$$

$$= \frac{\int_0^T P_{out}(t)dt}{\int_0^T P_{out}(t)dt + \int_0^T P_{loss}(t)dt} \times 100\ \%$$

$$= \frac{\int_0^T P_{out}(t)dt}{\int_0^T P_{out}(t)dt + \int_0^T P_k(t)dt + T \cdot P_o} \times 100\ \% \qquad (1.1)$$

โดยที่ $Eff_{av}$ คือประสิทธิภาพเฉลี่ยของหม้อแปลง

$P_{out}(t)$ คือกำลังไฟฟ้าที่หม้อแปลงจ่ายออกไป ณ เวลา $t$

$P_{in}(t)$ คือกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่หม้อแปลง ณ เวลา $t$

$P_{loss}(t)$ คือกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในหม้อแปลง ณ เวลา $t$

$P_o$ คือกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในหม้อแปลงขณะไม่มีโหลด

$P_k(t)$ คือกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในหม้อแปลงขณะมีโหลด ณ เวลา $t$

$T$ คือช่วงเวลาที่พิจารณา

ผลจากการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่า หม้อแปลงจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อมีระดับโหลดเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่ทำให้กำลังสูญเสียของหม้อแปลงขณะมีโหลดมีค่าเท่ากับกำลังสูญเสียขณะไม่มีโหลด หรือมีค่าอัตราส่วนระหว่างระดับโหลดเฉลี่ยต่อขนาดพิกัดของหม้อแปลงเท่ากับค่า $\sqrt{\frac{P_o}{P_k}}$ [1] โดย $P_k$ คือกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในหม้อแปลงขณะมีโหลดเต็มพิกัด ดังนั้นในการบริหารโหลดหม้อแปลงเพื่อให้หม้อแปลงมีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน จึงควรจัดสรรให้หม้อแปลงมีระดับโหลดเฉลี่ยอยู่ในช่วงดังกล่าว และมีค่าโหลดสูงสุดไม่เกินขนาดพิกัดของหม้อแปลง

### 1.3 สภาวะการดำเนินการเกี่ยวกับการบริหารหม้อแปลงในปัจจุบัน

ในกรณีของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคซึ่งเป็นระบบไฟฟ้ากำลังฝ่ายจำหน่ายที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้แบ่งเขตการจ่ายไฟฟ้าออกเป็น 12 เขตการไฟฟ้าย่อย โดยในส่วนของการดำเนินงานด้านการบริหารโหลดหม้อแปลงของการไฟฟ้าเขตแต่ละแห่งต่างมีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยมีรายละเอียดในการดำเนินงานสามารถสรุปได้ดังนี้ [2-4]

#### 1.3.1 การคัดเลือกขนาดของหม้อแปลงในการจ่ายไฟฟ้า

การไฟฟ้าเขตมีหลักการในการกำหนดขนาดหม้อแปลงสำหรับจ่ายไฟให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าที่คล้ายคลึงกัน คือหม้อแปลงแต่ละเครื่องจะต้องจ่ายโหลดไม่เกิน 80% ของค่าขนาดพิกัดของหม้อแปลง สำหรับหม้อแปลงที่มีการติดตั้งอยู่ในแต่ละการไฟฟ้าเขตเป็นที่เรียบร้อยแล้วนั้น การที่จะทราบขนาดของโหลดที่แท้จริงนั้นจำเป็นต้องอาศัยการตรวจวัด

สำหรับการคำนวณหาขนาดหม้อแปลงที่จะติดตั้งใหม่นั้นหลักการเลือกขนาดหม้อแปลงในแต่ละการไฟฟ้าเขตก็ยังคงคล้ายคลึงกัน โดยประเมินความต้องการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟแต่ละรายแล้วนำมารวมกัน จากนั้นจึงนำไปใช้ในการคัดเลือกขนาดของหม้อแปลง โดยโหลดที่คำนวณได้จะต้องไม่เกิน 80 % ของขนาดพิกัดของหม้อแปลง ทั้งนี้ได้แบ่งกลุ่มของผู้ใช้ไฟเพื่อใช้ในการประเมินโหลดได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1) โหลดผู้ใช้ไฟชนบทที่มีฐานะปานกลาง-ฐานะยากจน จะประเมินโหลดเฉลี่ยประมาณ 250 วัตต์ต่อหลังคาเรือน หรือเท่ากับ 295 VA. ต่อหลังคาเรือน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) โหลดผู้ใช้ไฟที่ดินจัดสรร หรือบ้านจัดสรรเพื่ออยู่อาศัย การประเมินโหลดแบ่งได้ดังนี้
   - ขนาดพื้นที่ น้อยกว่า 50 ตารางวา ประเมินโหลดเฉลี่ย 1.1 KVA. ต่อพื้นที่ 1 แปลง
   - ขนาดพื้นที่ 150-400 ตารางวา ประเมินโหลดเฉลี่ย 3.3 KVA. ต่อพื้นที่ 1 แปลง
   - ขนาดพื้นที่ มากกว่า 400 ตารางวา ประเมินโหลดเฉลี่ย 6.6 KVA. ต่อพื้นที่ 1 แปลง
3) โหลดผู้ใช้ไฟประเภททาวน์เฮ้าส์ อาคารพานิชย์ และแฟลตอยู่อาศัย การประเมินโหลดแบ่งได้ดังนี้
   - อาคารที่มีจำนวนชั้นน้อยกว่า 2 ชั้น ประเมินโหลดเฉลี่ย 1.1 KVA. ต่อพื้นที่ 1 แปลง
   - อาคารขนาด 2-4 ชั้น ประเมินโหลดเฉลี่ย 3.3 KVA.ต่อพื้นที่ 1 แปลง
   - อาคารที่มีจำนวนชั้นมากกว่า 4 ชั้น ประเมินโหลดเฉลี่ย 6.6 KVA. ต่อพื้นที่ 1 แปลง
4) โหลดผู้ใช้ไฟประเภทผู้ใช้ไฟเฉพาะราย การประเมินโหลดขึ้นอยู่กับคำร้องขอของผู้ใช้ไฟ หรือบางกรณีผู้ใช้ไฟจะให้รายละเอียดของโหลดทั้งหมดและให้ทางการไฟฟ้าคำนวณหาขนาดหม้อแปลงที่จะติดตั้งให้

### 1.3.2 วิธีการกำหนดเฟสในการจ่ายไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟ

การกำหนดเฟสในการจ่ายไฟให้แก่ผู้ใช้ไฟรายใหม่นั้น ในกรณีที่ผู้ใช้ไฟในระบบ 3 เฟส จะไม่มีปัญหาในการจัดโหลดให้สมดุลย์ แต่ถ้าผู้ใช้ไฟขอใช้ไฟในระบบ 1 เฟส จำเป็นจะต้องมีการจัดโหลดให้สมดุลย์ ซึ่งในการกำหนดเฟสในทางปฏิบัติของทางการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในปัจจุบันมีการดำเนินการสรุปได้ดังนี้

1) การกำหนดเฟสทางด้านแรงดันสูง (ระบบ 22 kV และระบบ 33kV) ก่อนที่จะต่อเชื่อมจ่ายไฟให้กับหม้อแปลง 1 เฟส ผู้ปฏิบัติจะสอบถามค่ากระแสทางด้านแรงสูงในแต่ละเฟสของสายป้อนที่จะจ่ายไฟ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดเฟสที่จะต่อเชื่อมเข้าหม้อแปลงเพื่อให้เกิดความสมดุลย์ในการจ่ายไฟทางด้านแรงสูงของสายป้อนดังกล่าว
2) การกำหนดเฟสทางด้านแรงดันต่ำ (ระบบ 230 V) ในกรณีที่จะต่อเชื่อมจ่ายไฟทางด้านแรงต่ำเข้ามิเตอร์ชนิด 1 เฟส ให้กับผู้ใช้ไฟ ผู้ปฏิบัติจะตรวจสอบข้อมูลการจ่ายไฟของหม้อแปลงที่จ่ายไฟให้กับสายป้อนแรงต่ำดังกล่าว เพื่อนำมากำหนดเฟสที่จะเชื่อมเข้าต่อเข้ากับมิเตอร์เพื่อให้เกิดความสมดุลย์ในการจ่ายกระแสไฟในแต่ละเฟสของหม้อแปลงเครื่องนั้นๆ

ในทางปฏิบัติ การกำหนดเฟสเชื่อมต่อทางด้านแรงต่ำยังไม่สามารถตรวจสอบข้อมูลจากผังมิเตอร์ได้เนื่องในปัจจุบันข้อมูลในผังมิเตอร์ยังไม่ตรงตามความเป็นจริง ทำให้การกำหนดเฟสคลาด

เคลื่อนไปจากความเป็นจริง ดังนั้นในทางปฏิบัติเจ้าหน้าที่ที่ดำเนินการตรวจวัดโหลดของหม้อแปลงก็จะดำเนินการจัดสมดุลเฟสควบคู่กันไปด้วย

### 1.3.3 การตรวจสอบระดับโหลดของหม้อแปลง

การไฟฟ้าเขตแต่ละเขตมีการกำหนดเกณฑ์การตรวจวัดโหลดหม้อแปลงที่คล้ายคลึงกัน คือ หม้อแปลงที่มีขนาดพิกัดมากกว่า 50 kVA ขึ้นไปจะทำการตรวจวัดโหลดทุกๆ 3 เดือน ส่วนหม้อแปลงขนาดพิกัดต่ำกว่า 50 kVA จะตรวจวัดโหลดประมาณปีละ 1 ครั้ง หากผลการตรวจวัดพบว่าโหลดมีค่าสูงกว่า 80% ของขนาดพิกัดของหม้อแปลง ก็จะทำการเพิ่มขนาดหม้อแปลง แต่หากโหลดมีค่าต่ำกว่า 20% ของขนาดพิกัดของหม้อแปลง ก็จะทำการลดขนาดหม้อแปลงลง ทั้งนี้การตรวจวัดโหลดส่วนใหญ่จะดำเนินการในช่วงเวลา 18.00-22.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่คาดว่าหม้อแปลงจะจ่ายโหลดสูงสุด แต่ในทางปฏิบัติการไฟฟ้าเขตส่วนใหญ่ไม่สามารถทำการตรวจวัดโหลดได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดทั้งนี้เนื่องจากมีปัญหาในทางปฏิบัติหลายประการ เช่นจำนวนหม้อแปลงที่ต้องตรวจวัดโหลดมีมากกว่าอัตรากำลังคน ไม่มีงบประมาณในการตรวจวัด เพราะช่วงเวลาที่จะดำเนินการตรวจวัดโหลดเป็นช่วงนอกเวลาราชการ ทางการไฟฟ้าต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลาที่สูงกว่าปกติ หรือขาดยานพาหนะที่ใช้ในการตรวจวัด เป็นต้น

### 1.3.4 การบำรุงรักษาหม้อแปลง

การไฟฟ้าเขตแต่ละเขตมีการวางหลักเกณฑ์ในการบำรุงรักษาหม้อแปลงคือ ต้องมีการตรวจสภาพและทำการบำรุงรักษาหม้อแปลงทุกเครื่องปีละ 1 ครั้ง โดยอาศัยวิธีการต่างๆ ดังนี้

- ตรวจสภาพสารดูดความชื้น (Silica gel)
- ตรวจสภาพทั่วไปตามข้อแนะนำของการบำรุงรักษาของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- ตรวจวัดความต้านทานสายดิน
- ตรวจสภาพน้ำมันหม้อแปลง

หลังจากการตรวจสภาพหากพบข้อบกพร่อง การไฟฟ้าหน้างานจะทำเรื่องเบิกอุปกรณ์เพื่อนำไปใช้เปลี่ยนหรือบำรุงรักษาต่อไป

ในทางปฏิบัติการบำรุงรักษาอย่างถูกต้องเหมาะสมก็ไม่สามารถดำเนินการได้ตามหลักเกณฑ์ที่วางไว้ ทั้งนี้เนื่องจากด้วยสาเหตุหลายประการ เช่น หน่วยกรองน้ำมันมีอยู่ไม่เพียงพอในแต่ละเขตการไฟฟ้า อีกทั้งประสิทธิภาพของเครื่องกรองที่มีอยู่ขนาด 500 ลิตรต่อชั่วโมง นั้นก็เป็นข้อจำกัดต่อการดำเนินการบำรุงรักษาหม้อแปลงให้ทันเวลา เป็นต้น

จากสภาพการดำเนินงานด้านการบริหารโหลดหม้อแปลงในปัจจุบันดังกล่าวข้างต้น ทางการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคพบว่ามีข้อเสียหลายประการ เช่น เสียค่าใช้จ่ายสูงเนื่องจากจะต้องจ่ายค่าจ้างให้แก่พนักงานที่ออกไปตรวจวัดโหลดในเวลาที่คาดว่าหม้อแปลงจะจ่ายโหลดสูงสุด โดยส่วนใหญ่เวลาดังกล่าวคือช่วงเวลาประมาณ 18.00-22.00 น. สำหรับผู้ใช้ไฟประเภทที่พักอาศัยและประเภทผู้ดำเนินธุรกิจและอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ทำให้พนักงานต้องทำงานนอกเวลาราชการ และทางการไฟฟ้าก็จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลาอีกด้วย อีกประการหนึ่งคือความถี่ในการออกไปตรวจวัดโหลดของหม้อแปลงแต่ละเครื่องมีเพียง 1 ครั้งต่อปี ซึ่งต่ำมาก เนื่องจากในช่วงเวลา 1 ปี หม้อแปลงบางเครื่องอาจมีโหลดเพิ่มขึ้นจนเกินกว่าค่าพิกัดที่ได้ติดตั้งไว้

ด้วยเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงคิดริเริ่มที่จะทำการทดลองพัฒนาแบบจำลองในการการพยากรณ์โหลดหม้อแปลงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยอาศัยข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลหม้อแปลง และข้อมูลของผู้ใช้ไฟจากเครื่อง VAX ซึ่งใช้ในการประมวลผลค่าใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟทั้งสองประเภท

ทั้งนี้วิธีการพยากรณ์โหลดหม้อแปลงที่พัฒนาขึ้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้อาศัยปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟที่ต่ออยู่กับหม้อแปลงเครื่องนั้นๆ เป็นข้อมูลด้านเข้าป้อนให้แก่เครือข่ายประสาทเทียมที่ทำการปรับสอนโดยชุดข้อมูลตัวอย่างไว้เรียบร้อยแล้ว ซึ่งจะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าโหลดสูงสุดของหม้อแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่พิจารณา หรือพารามิเตอร์ที่สำคัญอื่นๆ เช่น ค่าตัวประกอบกำลังขณะที่หม้อแปลงจ่ายโหลดสูงสุด และทำการเปรียบเทียบผลที่ได้นี้กับค่าที่ได้จากการพยากรณ์โหลดหม้อแปลงโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ ทั้งนี้หากผลของการทดสอบแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเป็นที่น่าพอใจ ก็อาจจะสามารถนำไปใช้ในการดำเนินการทางปฏิบัติได้จริงต่อไปในอนาคต

## 1.4 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1) เพื่อศึกษาวิธีการพยากรณ์โหลดหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังโดยใช้เครือข่ายประสาทเทียม และเปรียบเทียบผลลัพธ์กับที่ได้จากวิธีการทางสถิติ
2) เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะนำไปใช้สำหรับพยากรณ์โหลดหม้อแปลง และอำนวยความสะดวกในการบริหารหม้อแปลงต่อไป

## 1.5 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1) พิจารณาเฉพาะหม้อแปลงในระบบจำหน่าย ที่จ่ายไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟประเภทที่พักอาศัย และประเภทผู้ดำเนินธุรกิจและอุตสาหกรรมขนาดเล็กเท่านั้น

2) สร้าง ทดสอบ และเปรียบเทียบแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์ โดยใช้ข้อมูลตัวอย่างเท่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลจริงจากหม้อแปลงตัวอย่าง ร่วมกับข้อมูลตัวอย่างที่จำลองขึ้นจากข้อมูลลักษณะการใช้ไฟฟ้าที่เก็บเป็นสถิติไว้
3) ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least squared method) ในการปรับเส้นโค้งเพื่อสร้างแบบจำลองทางสถิติ และวิเคราห์ความแม่นยำของแบบจำลองทางสถิติโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ($r^2$) เป็นหลัก
4) ใช้ค่าตัวประกอบกำลังขณะหม้อแปลงจ่ายโหลดสูงสุด (Power factor at peak load) เป็นตัวแทนของค่าตัวประกอบกำลังของหม้อแปลงเครื่องที่พิจารณา

## 1.6 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีการดำเนินงาน

1) ศึกษาวิธีการบริหารหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในระบบจำหน่ายในปัจจุบัน
2) เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการจ่ายโหลดของหม้อแปลงตัวอย่าง เพื่อนำไปใช้สร้างแบบจำลองทางสถิติที่ใช้ในการพยากรณ์โหลดหม้อแปลง และใช้ปรับสอนเครือข่ายประสาทเทียม รวมถึงใช้ทดสอบและเปรียบเทียบแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นด้วย
3) ศึกษาวิธีการทางสถิติที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์โหลดหม้อแปลง
4) สร้างแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์โหลดหม้อแปลงโดยใช้วิธีการทางสถิติ
5) ศึกษาขั้นตอนการทำงานของเครือข่ายประสาทเทียม เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์โหลดของหม้อแปลง โดยค้นคว้าจากหนังสือ วารสาร และบทความต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัย
6) ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
7) ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้พยากรณ์โหลดหม้อแปลงโดยใช้เครือข่ายประสาทเทียม
8) เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีทั้งสองข้างต้น
9) วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้จากงานวิจัย
10) เรียบเรียง พิมพ์วิทยานิพนธ์ ตรวจสอบ แก้ไข และจัดเข้ารูปเล่ม เพื่อเสนอต่อคณะกรรมการต่อไป

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

1) ผลเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ของการพยากรณ์โหลดหม้อแปลงโดยใช้วิธีเครือข่ายประสาทเทียม เทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการทางสถิติ
2) โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้พยากรณ์โหลดหม้อแปลง

## 1.8 เนื้อหาในวิทยานิพนธ์

ในวิทยานิพนธ์นี้มีเนื้อหา 6 บท และภาคผนวกจำนวน 3 ส่วน กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ เป็นการกล่าวถึงภาพโดยรวมของความเป็นมา ความสำคัญ วัตถุประสงค์ ขอบเขต ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ รวมทั้งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีเครือข่ายประสาทเทียม กล่าวถึงการจำลองเซลล์ประสาท สถาปัตยกรรมของเครือข่ายประสาทเทียม กฎการเรียนรู้ของเครือข่ายประสาท เครือข่ายประสาทอย่างง่าย เครือข่ายเพอร์เซฟตรอน เครือข่ายประสาทแบบหลายชั้น กฎการเรียนรู้ของเครือข่ายประสาทเทียมแบบต่างๆ และปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ของเครือข่ายประสาท ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะใช้เครือข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปสู่ข้างหน้า (Feed forward artificial neural network) ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบแพร่กระจายความผิดพลาดกลับ (Back propagation algorithm)

บทที่ 3 การพยากรณ์โหลดหม้อแปลงโดยใช้เครือข่ายประสาทเทียม กล่าวถึงการจัดเตรียมข้อมูลที่ใช้ในปรับสอนเครือข่ายประสาทเทียม วิธีการปรับสอนเครือข่าย และการประยุกต์ใช้เครือข่ายประสาทในการพยากรณ์โหลดหม้อแปลง

บทที่ 4 การพยากรณ์โหลดหม้อแปลงโดยใช้วิธีการทางสถิติ กล่าวถึงการวิเคราะห์และการจัดกลุ่มข้อมูลเพื่อนำไปใช้สร้างแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์โหลดหม้อแปลง วิธีการปรับเส้นโค้งและการวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least square method) สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ รวมถึงการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม และการจัดสร้างแบบจำลอง

บทที่ 5 ผลเปรียบเทียบการพยากรณ์โหลดหม้อแปลงโดยใช้เครือข่ายประสาทเทียมกับวิธีการทางสถิติ เป็นการแสดงผลการวิเคราะห์การใช้เครือข่ายประสาทเทียมในบทที่ 3 ในการพยากรณ์โหลดหม้อแปลง เปรียบเทียบกับการพยากรณ์โดยใช้วิธีการทาง

สถิติในบทที่ 4 โดยใช้ข้อมูลการจ่ายโหลดของหม้อแปลงจริงที่บันทึกเป็นสถิติไว้ในการทดสอบ รวมถึงข้อดี ข้อเสีย ของแต่ละวิธีที่ใช้

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ เป็นการสรุปผลการใช้เครือข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์โหลดของหม้อแปลงในระบบไฟฟ้ากำลังฝ่ายจำหน่าย และข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่สนใจที่จะนำไปพัฒนาต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย