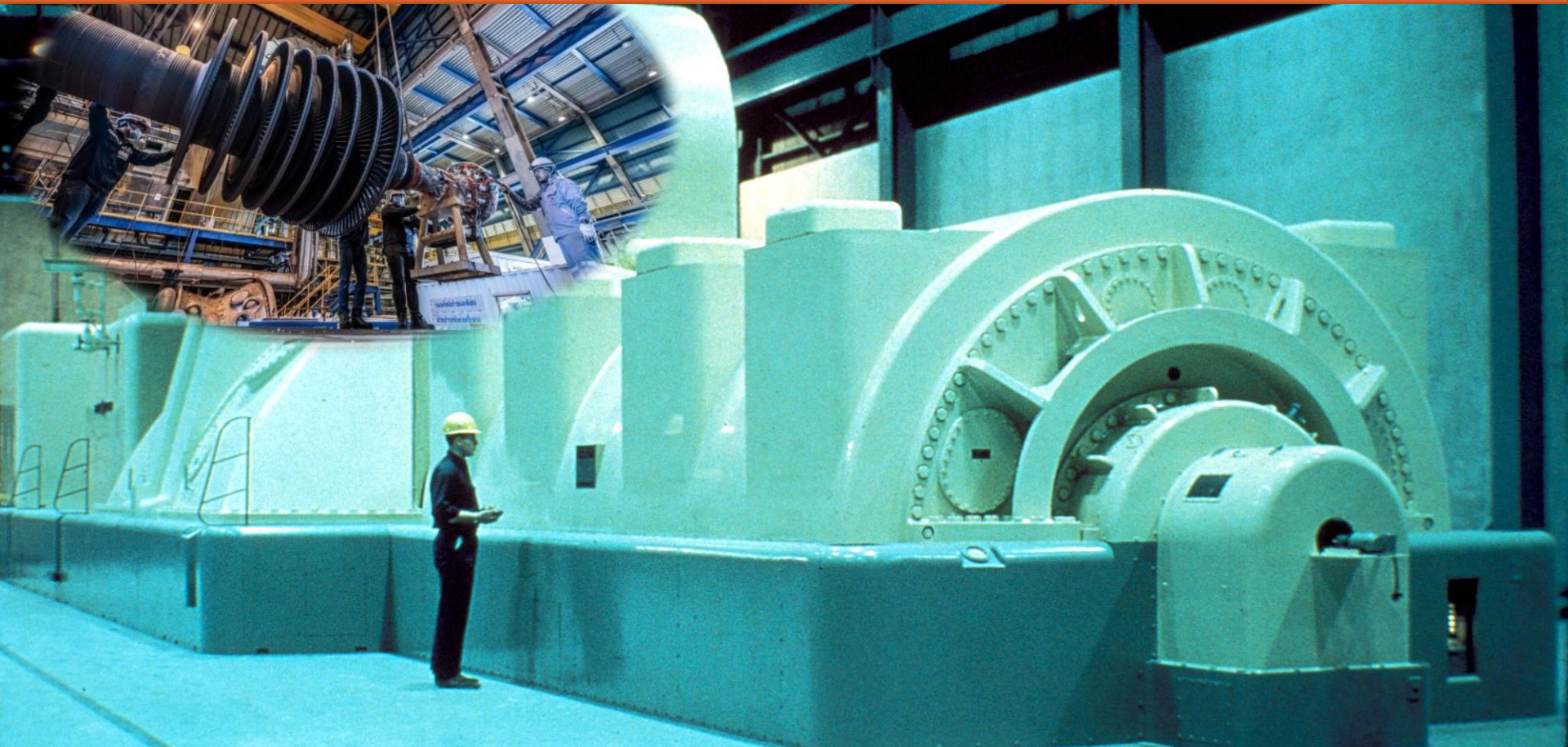
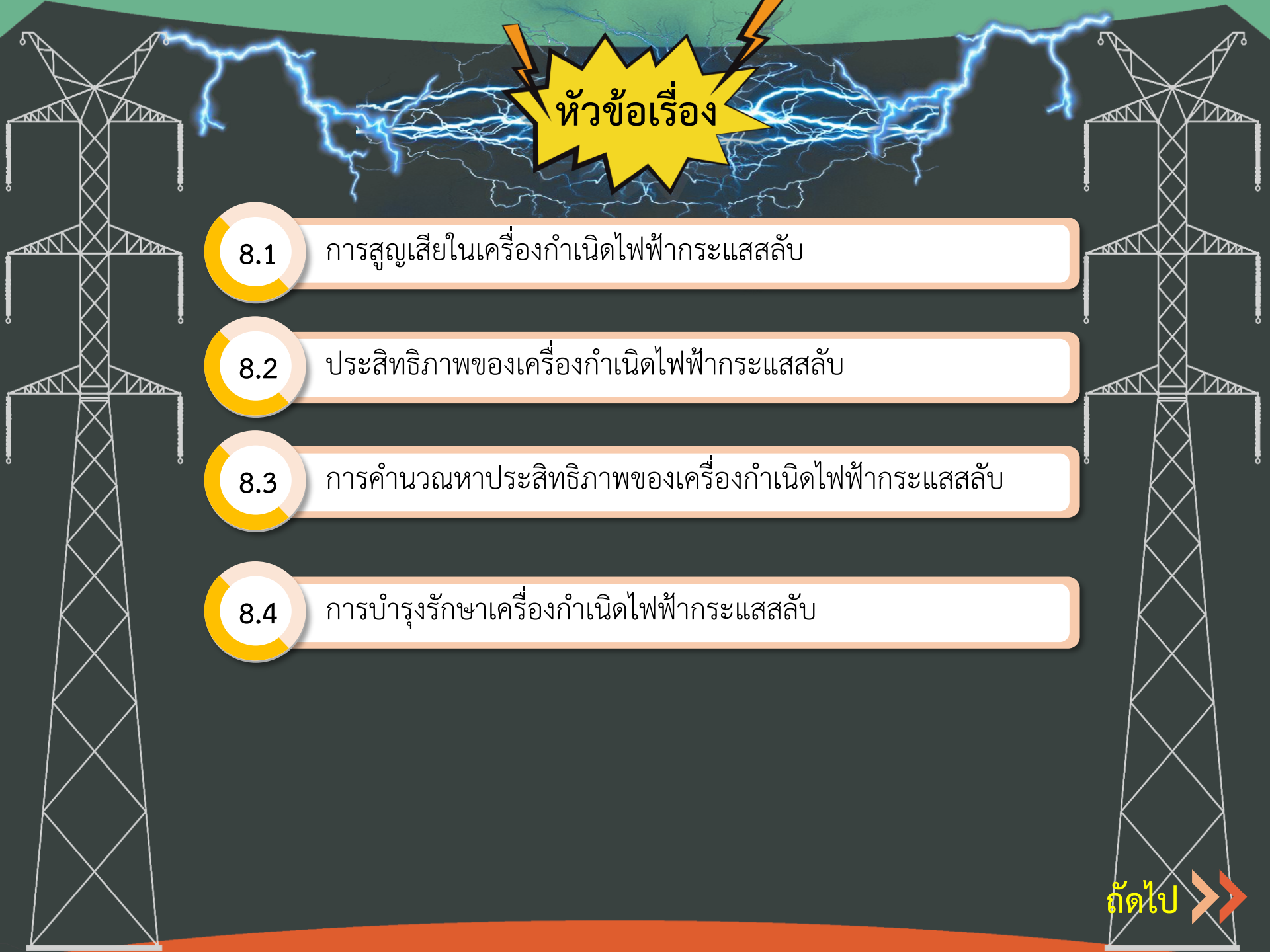


# หน่วยที่ 8

## ประสิทธิภาพและการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสสลับ





## หัวข้อเรื่อง

8.1

การสูญเสียในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

8.2

ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

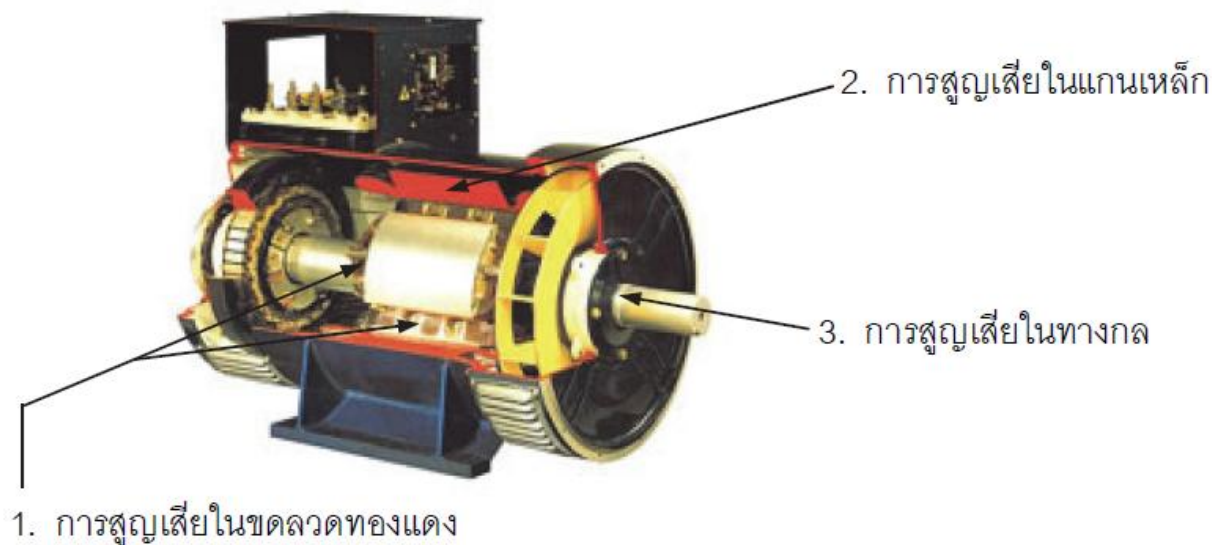
8.3

การคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

8.4

การบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อยังไม่มีโหลดหรือมีโหลดก็ตาม จะมีการสูญเสียในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ การสูญเสียในขดลวดทองแดง การสูญเสียในแกนเหล็ก และการสูญเสียในทางกล เหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งแสดงให้เห็นดังรูปที่ 8.1



รูปที่ 8.1 กลุ่มการสูญเสียของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ



### 8.1.1 การสูญเสียในขดลวดทองแดง (Copper losses)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อยังไม่มีโหลดหรือมีโหลดก็ตาม จะมีการสูญเสียในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ การสูญเสียในขดลวดทองแดง การสูญเสียในแกนเหล็ก และการสูญเสียในทางกล เหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งแสดงให้ห็นดังรูปที่ 8.1

1. การสูญเสียจากขดลวดสนามแม่เหล็ก คำนวณได้จากสมการ

$$P_f = I_f^2 R_f \quad \text{..... (8.1)}$$

2. การสูญเสียจากขดลวดอาร์เมเจอร์ คำนวณได้จากสมการ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1 เฟส  $P_a = I_a^2 R_a \quad \text{..... (8.2)}$

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส  $P_a = 3I_a^2 R_a \quad \text{..... (8.3)}$

ดังนั้นกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในขดลวดทองแดงทั้งหมดกำหนดให้เป็น  $P_c$  คำนวณได้จากสมการ

$$P_c = P_f + P_a \quad \text{..... (8.4)}$$

### 8.1.2 การสูญเสียในแกนเหล็ก (Core losses)

การสูญเสียนี้จะเกิดขึ้นที่แกนอาร์เมเจอร์ที่สแตเตอร์ขณะที่แกนขั้วของโรเตอร์หมุนไป โดยที่แกนอาร์เมเจอร์ที่สแตเตอร์ถือว่าเป็นตัวนำ ซึ่งทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปโดยได้ออกมาในรูปของความร้อนแบ่งออกเป็น

1. การสูญเสียจากฮิสเทอรีซิส (Hysteresis losses) เกิดจากโมเลกุลของแกนเหล็กที่อาร์เมเจอร์เกิดการกลับตัวไปมาตลอดเวลาขณะที่แกนขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์หมุนไป โดยกำลังไฟฟ้าสูญเสียส่วนนี้จะบอกมาเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ของกำลังเอาต์พุต กำหนดให้เป็น  $P_h$  หน่วยเป็นวัตต์

2. การสูญเสียจากกระแสไหลวน (Eddy current losses) เกิดจากกระแสไหลวนในแกนเหล็กของอาร์เมเจอร์ขณะที่แกนขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์หมุนไป โดยกำลังไฟฟ้าสูญเสียส่วนนี้จะบอกมาเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ของกำลังเอาต์พุต กำหนดให้เป็น  $P_e$  หน่วยเป็นวัตต์

ดังนั้นกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในแกนเหล็กกำหนดให้เป็น  $P_{h+e}$  คำนวณได้จากสมการ

$$P_{h+e} = P_h + P_e \quad \dots (8.5)$$

### 8.1.3 การสูญเสียในทางกล (Mechanical losses)

การสูญเสียนี้จะเกิดขึ้นขณะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนไปซึ่งต้องใช้กำลังบางส่วนเพื่อชนะแรงทางกลเหล่านี้ บางครั้งเรียกว่า การสูญเสียในการหมุน (Rotational losses) กำหนดให้เป็น  $P_{rot}$  จะเป็นกำลังที่สูญเสียไปเช่นกัน แบ่งออกเป็น

1. การสูญเสียจากแรงเสียดทาน (Friction losses) ซึ่งเกิดจากแรงกดของสปริงไปกดแปรง ถ่านกับวงแหวนสลิปริง นอกจากนี้ยังเกิดจากการเสียดสีในตลับลูกปืนที่ยึดติดกับฝาปิดหัวท้ายกับแกนของมอเตอร์

2. การสูญเสียจากแรงลมต้าน (Windage losses) การสูญเสียในส่วนนี้เกิดขึ้นจากการหมุนของมอเตอร์ โดยที่แกนเพลลาของมอเตอร์จะติดตั้งใบพัดเพื่อระบายความร้อน เมื่อมอเตอร์หมุนไปใบพัดนี้ก็หมุนไปเช่นกันและถือว่าเป็นแรงลมต้านจากใบพัด ดังนั้นจึงทำให้เกิดการสูญเสียค่านี้ขึ้น

ผลรวมของการสูญเสียจากแรงเสียดทานและแรงลมต้านจะกำหนดให้เป็นการสูญเสียในการหมุน โดยกำลังไฟฟ้าสูญเสียส่วนนี้จะบอกมาเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ของกำลังเอาต์พุต มีหน่วยเป็นวัตต์

ดังนั้นกำลังไฟฟ้าสูญเสียทั้งหมดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กำหนดให้เป็น  $P_{loss}$  คำนวณได้จากสมการ

$$P_{loss} = P_c + P_{h+e} + P_{rot} \quad \text{..... (8.6)}$$

## 8.2 ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

กำลังอินพุตที่จ่ายเข้ามาเพื่อขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเป็นกำลังกลและมีกำลังบางส่วนได้สูญเสียไปโดยกำลังที่เหลือจะเป็นกำลังไฟฟ้าทางเอาต์พุตหรือกำลังไฟฟ้าที่โหลด ถ้ากำหนดให้อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตกับกำลังไฟฟ้าอินพุต คือประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับนั่นเอง

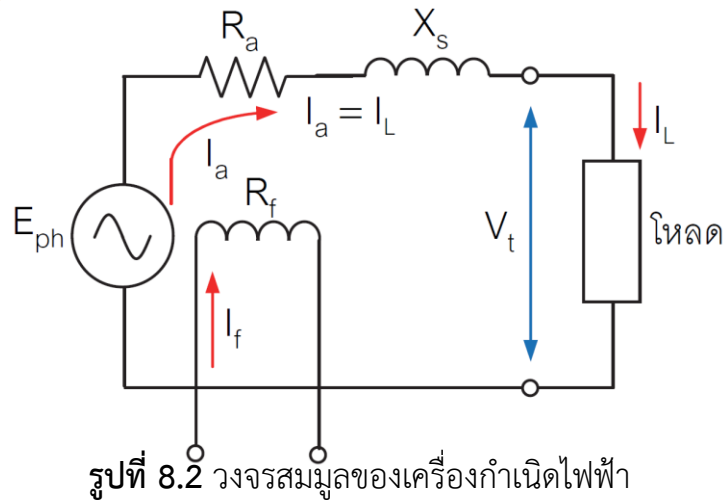
$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{กำลังเอาต์พุต}}{\text{กำลังอินพุต}} \times 100$$

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{กำลังเอาต์พุต}}{\text{กำลังเอาต์พุต} + \text{กำลังไฟฟ้าสูญเสียทั้งหมด}} \times 100$$

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100$$

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{out}} + P_{\text{loss}}} \times 100$$

เพื่อให้เห็นกำลังไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับจะแสดงให้เห็นในวงจรสมมูลต่อเฟสดังรูปที่ 8.2



จากรูปที่ 8.2 ถ้าเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1 เฟส จะได้

$$P_{out} = V_t I_L \cos\theta \quad \dots (8.9)$$

$$P_a = I_a^2 R_a$$

$$P_{af} = I_f^2 R_f$$

ถ้าเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส จะได้

$$P_{out} = \sqrt{3} V_t I_L \cos\theta \quad \dots (8.9)$$

$$P_a = 3 I_a^2 R_a$$

เมื่อ

$\eta$  = ประสิทธิภาพ หน่วยเป็น เปอร์เซนต์ (%)

$P_{out}$  = กำลังไฟฟ้าเอาต์พุต หน่วยเป็น วัตต์ (W)

$P_{in}$  = กำลังไฟฟ้าอินพุต หน่วยเป็น วัตต์ (W)

$V_t$  = แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วต่อเฟสหน่วยเป็นโวลต์ (V)

$V_L$  = แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วที่สายกับสาย หน่วยเป็น โวลต์ (V)

$I_a$  = กระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์ หน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

$I_L$  = กระแสไฟฟ้าที่โหลด หน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

$\cos\theta$  = ตัวประกอบกำลัง

**ตัวอย่างที่ 8.1** เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสลับ 1 เฟส โดยมีกระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์ 25 A แรงดันไฟฟ้าที่ขั้ว 220 V ที่ค่าตัวประกอบกำลังเท่ากับ 0.8 ถ้าหลัง มีค่ากระแสไฟฟ้าและความต้านทานจากขดลวดสนามแม่เหล็ก 1.2 A และ  $150\ \Omega$  ตามลำดับ มีค่าความต้านทานจากขดลวดอาร์เมเจอร์  $0.6\ \Omega$  การสูญเสียในแกนเหล็ก 6% และการสูญเสียในการหมุน 10% ของกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตตามลำดับ จงคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

**วิธีทำ** โจทย์กำหนดให้

$$I_a = I_L = 25\text{ A}$$

$$V_t = 220\text{ V}$$

$$I_f = 1.2\text{ A}$$

$$R_a = 0.6\ \Omega$$

$$R_f = 150\ \Omega$$

$$\text{pf.} = \cos\theta = 0.8$$

$$P_{h+e} = 6\% P_{\text{out}}$$

$$P_{\text{rot}} = 6\% P_{\text{out}}$$

ดังนั้น

$$P_{\text{out}} = V_t I_L \cos\theta$$

$$= 220 \times 25 \times 0.8$$

$$P_{\text{out}} = 4,400\text{ W}$$

กำลังไฟฟ้าสูญเสียจากขดลวดสนามแม่เหล็ก

$$P_f = I_f^2 R_f = (1.2)^2 \times 150$$

$$P_f = 216\text{ W}$$

### ตัวอย่างที่ 8.1(ต่อ)

กำลังไฟฟ้าสูญเสียจากขดลวดอาร์เมเจอร์

$$P_a = I_a^2 R_a (25)^2 \times 0.8$$

$$P_a = 375 \text{ W}$$

กำลังไฟฟ้าสูญเสียในแกนเหล็ก

$$P_{h+e} = 6\% P_{out} = \frac{6}{100} \times 4,400$$

$$P_{h+e} = 264 \text{ W}$$

กำลังไฟฟ้าสูญเสียในการหมุน

$$P_{rot} = 10\% P_{out} = \frac{10}{100} \times 4,400$$

$$P_{rot} = 440 \text{ W}$$

กำลังไฟฟ้าสูญเสียทั้งหมด

$$P_{loss} = P_f + P_a + P_{h+e} + P_{rot}$$

$$P_{loss} = 1,259 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{loss}} \times 100$$

$$\eta = \frac{4,400}{4,400 + 1,259} \times 100$$

$$\eta = 77.26 \%$$

ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ

77.26 %

ตอบ

**ตัวอย่างที่ 8.2** เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส ต่อแบบวาย มีพิกัด 80 kVA เมื่อทำงานเต็มพิกัดมีแรงดันไฟฟ้าที่สาย 440 V ที่ค่าตัวประกอบกำลัง 0.75 ล้าหลัง ค่าความต้านทานจากขดลวดอาร์เมเจอร์ต่อเฟส  $0.25 \Omega$  กำลังไฟฟ้าสูญเสียจากขดลวดสนามแม่เหล็ก 2300 W กำลังไฟฟ้าสูญเสียในแกนเหล็ก 3500 W และกำลังไฟฟ้าสูญเสียในการหมุน 4500 W จงคำนวณหา

- ก. กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดที่พิกัด
- ข. กำลังไฟฟ้าสูญเสียจากขดลวดอาร์เมเจอร์
- ค. กำลังไฟฟ้าสูญเสียทั้งหมด
- ง. ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

**วิธีทำ**

โจทย์กำหนดให้

$$\text{พิกัด 3 เฟส} = 80 \text{ kV A}$$

$$P_f = 2,300 \text{ W}$$

$$R_a = 0.25 \Omega$$

$$V_L = 440 \text{ V}$$

$$P_{h+e} = 3,500 \text{ W}$$

$$\text{pf.} = 0.75$$

$$P_{\text{rot}} = 6\% P_{\text{out}}$$

ก. กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดที่พิกัด

$$\begin{aligned}\text{พิกัด 3 เฟส} &= \sqrt{3} V_L I_L \\ I_L &= \frac{80 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 440} \\ I_L &= 104.97 \cong 105 \text{ A}\end{aligned}$$

กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดพิกัดมีค่าเท่ากับ 105 A

ตอบ

ดังนั้น

$$\begin{aligned}P_{\text{out}} &= \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta \\ &= 1.732 \times 440 \times 105 \times 0.75 \\ P_{\text{out}} &= 60,014 \text{ W}\end{aligned}$$

ข. กำลังไฟฟ้าสูญเสียจากขดลวดอาร์เมเจอร์ ( $I_a = I_L = 105 \text{ A}$ )

$$\begin{aligned}P_a &= 3 I_a^2 R_a = 3 \times (105)^2 \times 0.25 \\ P_a &= 8,268.75 \text{ W}\end{aligned}$$

กำลังไฟฟ้าสูญเสียจากขดลวดอาร์เมเจอร์มีค่าเท่ากับ 8,268.75 W

ตอบ

ค. กำลังไฟฟ้าสูญเสียทั้งหมด

$$p_{\text{loss}} = P_f + P_a + P_{h+e} + P_f$$
$$= 104.97 \cong 105 \text{ A}$$

$$p_{\text{loss}} = 2,300 + 8,268.75 + 3,500 + 4,500$$

กำลังไฟฟ้าสูญเสียสูญเสียทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 18,568.75 W ตอบ

ง. ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{out}} + P_{\text{loss}}} \times 100$$
$$= \frac{60,014}{60,014 + 18,568.75} \times 100$$

$$\eta = 76.37 \%$$

ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 76.37 % ตอบ

## 8.4 การบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสลับ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ผลิตกำลังไฟฟ้าโดยอาศัยพลังงานกลมาขับเคลื่อน ดังนั้นเมื่อใช้งานไปนาน ๆ หรือใช้งานไม่ถูกต้องย่อมมีการชำรุดและเกิดการเสียหายขึ้นได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการซ่อมแซมหรือบำรุงรักษาให้ใช้งานได้

### 8.4.1 ข้อควรระวังด้านความปลอดภัย มีดังนี้

1. การใช้งาน ไม่ควรให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานเกินพิกัดของแผ่นป้ายที่กำหนดมาให้
2. แรงดันไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งผลิตแรงดันไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้กับโหลด ดังนั้นไม่ควรมอบหมายผู้ที่ไม่มีความรู้เพียงพอมาควบคุมดูแลในกรณีที่มีการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ
3. การต่อสาย การต่อสายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่มีขั้วต่อสายหรือขั้วเสียบที่ไม่ปลอดภัย ควรเปิดวงจรไฟฟ้าที่ตัวอุปกรณ์ตัดตอนเพื่อไม่ให้มีกระแสไฟฟ้าก่อนทำการต่อสาย

#### 8.4.2 ข้อขัดข้องและการบำรุงรักษา

ข้อขัดข้องและการบำรุงรักษาที่จะกล่าวในที่นี้จะกล่าวเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อเป็นพื้นฐานในการแก้ไขและบำรุงรักษา มีดังนี้

##### 1. ขณะทำงานมีเสียงดังผิดปกติ

| สาเหตุ                                                                                                                                                | วิธีแก้ไข                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. อาจเกิดจากโหลดไม่สมดุล<br>2. ตัวต่อเชื่อมระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับตัวขับเคลื่อนหรือไม่ได้ระดับ<br>3. ระยะช่องว่างระหว่างโรเตอร์กับสเตเตอร์ไม่ดี | 1. ตรวจสอบโหลดในแต่ละเฟสและแก้ไขให้สมดุล<br>2. ปรับแต่งตัวต่อเชื่อมให้ได้ระดับและทำให้แน่น<br>3. ตรวจสอบสายพาน ลูกปืนหลวมหรือเสีย ให้ปรับและจัดระดับเพลลาให้อยู่ในแนวเดียวกัน หรือเปลี่ยนลูกปืนใหม่แล้วแต่กรณี |

##### 2. มีแรงดันไฟฟ้าที่ชั่วสูงกว่าปกติ

| สาเหตุ                                                                                                                                                                               | วิธีแก้ไข                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ปรับแต่งแรงดันไฟฟ้าที่ตัวปรับแต่งแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ (Automatic Voltage Regulator) มีความคลาดเคลื่อน<br>2. มีโหลดที่เป็นตัวเก็บประจุ (ต่อเป็นโหลดเพื่อใช้ในการแก้ตัวประกอบกำลัง) | 1. ตรวจสอบโหลดในแต่ละเฟสและแก้ไขให้สมดุล<br>2. ปรับแต่งตัวต่อเชื่อมให้ได้ระดับและทำให้แน่น<br>3. ตรวจสอบสายพาน ลูกปืนหลวมหรือเสีย ให้ปรับและจัดระดับเพลลาให้อยู่ในแนวเดียวกัน หรือเปลี่ยนลูกปืนใหม่แล้วแต่กรณี |

### 3. ขณะทำงานไม่มีแรงดันไฟฟ้าที่เอาต์พุตหรือมีน้อย

| สาเหตุ                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | วิธีแก้ไข                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. ขดลวดที่สเตเตอร์ลัดวงจรหรือเปิดวงจร</li><li>2. ขดลวดที่โรเตอร์ลัดวงจรหรือเปิดวงจร</li><li>3. สลลปรึงลัดวงจร</li><li>4. ชุดเรียงกระแสชำรุด</li><li>5. ขั้วต่อสายที่ขดลวดสนามแม่เหล็ก (F1, F2) หลุดหรือหลวม</li><li>6. ความเร็วรอบที่ใช้ขับเคลื่อนต่ำกว่าปกติ</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. ตรวจสอบและเปลี่ยนขดลวดที่ชำรุด</li><li>2. ตรวจสอบและเปลี่ยนขดลวดที่ชำรุดที่โรเตอร์</li><li>3. ปลดสายของวงจรขดลวดสนามแม่เหล็กแล้วตรวจสอบที่วงแหวนสลลปรึงด้วยเครื่องตรวจสอบฉนวนหรือเมกเกอร์แล้วแก้ไข</li><li>4. ตรวจสอบไดโอด หากชำรุดให้เปลี่ยนใหม่</li><li>5. ตรวจสอบขั้วต่อสายแล้วต่อให้แน่น ถ้าสายไฟฟ้าเก่าหรือกรอบควรเปลี่ยนใหม่</li><li>6. ตรวจสอบความเร็วรอบของตัวขับให้ตรงกับความเร็วรอบที่แผ่นป้ายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า</li></ol> |

#### 4. ความร้อนสูงผิดปกติและมีกลิ่นไหม้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

| สาเหตุ                                     | วิธีแก้ไข                                                                                                |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ทำงานเกินพิกัด                          | 1. วัดกระแสไฟฟ้าแล้วเทียบกับขนาดบนแผ่นป้าย แล้วลดโหลดเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไม่เกินพิกัด                      |
| 2. โหลดไม่สมดุล                            | 2. วัดกระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟส เพื่อไม่ให้กระแสไฟฟ้า ของเฟสใดเฟสหนึ่งจ่ายเกินพิกัดแล้วจัดโหลด ให้มีความสมดุล |
| 3. การระบายความร้อนไม่ดี                   | 3. ตรวจสอบใบพัดระบายอากาศทางเข้าออกของลม ว่ามีสิ่งใดปิดกั้นหรือขวางทางลมหรือไม่                          |
| 4. ฉนวนขดลวดชำรุดหรือเกิดการลัดวงจรในขดลวด | 4. ใช้เครื่องตรวจสอบฉนวน (Insulation tester) มา ตรวจสอบแล้วส่งซ่อมแซม                                    |

## 5. มีแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตสูงกว่าปกติ

| สาเหตุ                                                                                                                                                                                           | วิธีแก้ไข                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. ความเร็วรอบสูงเกินไป</li><li>2. จ่ายกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดสนามแม่เหล็กมากเกินไป</li><li>3. ขดลวดที่สเตเตอร์ที่ต่อแบบเดลตาที่จุดใดจุดหนึ่งเปิดวงจร</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. ปรับความเร็วรอบที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดให้มีค่าลดลงเท่ากับพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า</li><li>2. ปรับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กให้มีค่าลดลงเท่ากับพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า</li><li>3. ตรวจสอบขดลวดที่สเตเตอร์ว่าชำรุดที่ขดลวดชุดใด อาจจะทำการซ่อมหรือเปลี่ยนขดลวดใหม่</li></ol> |

## 6. ขดลวดสนามแม่เหล็กร้อนเกินไป

| สาเหตุ                                                                                                                                                                    | วิธีแก้ไข                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. ขดลวดสนามแม่เหล็กลัดวงจร</li><li>2. จ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กสูงเกินไป</li><li>3. การระบายความร้อนไม่ดี</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. ตรวจสอบและเปลี่ยนขดลวดที่ชำรุด</li><li>2. ปรับลดกระแสไฟฟ้าจากตัวอิเล็กทรอนิกส์เตอร์ลง</li><li>3. ทำความสะอาดส่วนต่าง ๆ นำสิ่งที่กีดขวางทางระบายความร้อนออก</li></ol> |