

	ใบความรู้ที่ 11		หน่วยที่ 3
	วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2	สัปดาห์ที่ 11	
	ชื่อหน่วย : มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส	จำนวนคาบรวม 28 ชม.	
ชื่อเรื่อง : แรงบิดทำงานและความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดสูงสุดกับค่าแรงบิดเริ่มหมุนและแรงบิดเต็มภาระ			จำนวนคาบ 2 ชม.
จุดประสงค์การสอน		รายการสอน	
จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจและมีเจตคติที่ดีใน เรื่องแรงบิดทำงานและความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดสูงสุดกับค่าแรงบิดเริ่มหมุนและแรงบิดเต็มภาระ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักศึกษาเรียนจบแล้วสามารถ 1. อธิบายแรงบิดทำงานและความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดสูงสุดกับค่าแรงบิดเริ่มหมุนและแรงบิดเต็มภาระได้ 2. บอกสูตรแรงบิดทำงาน (Running Torque) ได้ 3. คำนวณหาค่าแรงบิดเมื่อมอเตอร์มีโหลดเต็มที่และ แรงบิดสูงสุดได้ 4. คำนวณหาค่าแรงบิดเมื่อเริ่มหมุนและแรงบิดสูงสุดได้ 5. มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 5.1 ตรงต่อเวลา 5.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย 5.3 มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ 5.4 มีความสนใจใฝ่รู้ 5.5 มนุษยสัมพันธ์		1. แรงบิดทำงาน (Running Torque) 2. แรงบิดเมื่อมอเตอร์มีโหลดเต็มที่และแรงบิดสูงสุด 3. แรงบิดเมื่อเริ่มหมุนและแรงบิดสูงสุด	

มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส (Three-phase Induction Motor)

3.4.4 แรงบิดทำงาน (Running Torque ; T_R)

แรงบิดทำงาน คือ แรงบิดขณะที่มอเตอร์ทำงาน เมื่อมอเตอร์ทำงานจะใช้แรงบิดน้อยกว่าขณะเริ่มหมุน เมื่อมอเตอร์ทำงานแล้วแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำและค่ารีแอกแตนซ์จะเปลี่ยนไปตามค่าสลิป ดังสมการต่อไปนี้

$$T_R = k_1 E_r I_r \cos \Phi_r \quad \text{N-m}$$

เมื่อ

$$E_r = S E_2$$

$$I_r = \frac{S E_2}{\sqrt{R_2^2 + (S X_2)^2}} \quad \text{A}$$

$$\cos \Phi_r = \frac{R_r}{Z_r}$$

$$\cos \Phi_r = \frac{S E_2}{\sqrt{R_2^2 + (S X_2)^2}}$$

$$T_R = \frac{k_1 S E_2 S E_2 R_2}{\sqrt{R_2^2 + (S X_2)^2} \sqrt{R_2^2 + (S X_2)^2}}$$

$$T_R = \frac{k_1 S^2 E_2 R_2}{R_2^2 + (S X_2)^2} \quad \text{N-m}$$

เมื่อ

$$E_2 \approx \Phi$$

$$T_R = k_1 \Phi I_r \cos \Phi_r$$

$$T_R = \frac{k_1 \Phi S E_2 R_2}{R_2^2 + (S X_2)^2} \quad \text{N-m}$$

กำหนดให้

$$T_R \quad \text{แทนค่า แรงบิดทำงาน} \quad \text{N-m}$$

$$E_2 \quad \text{แทนค่า แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำโรเตอร์ขณะเริ่มหมุน} \quad \text{V}$$

$$k_1 \quad \text{แทนค่า ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ} \quad \frac{3 \times 60}{2 \pi N_s}$$

3.4.5 สภาพะของ แรงบิดทำงานสูงสุด (Condition for Maximum Running Torque)

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } T_R &= \frac{k_1 \Phi S E_2 R_2}{R_2^2 + (S X_2)^2} \\
 Y &= \frac{1}{T_R} \\
 Y &= \frac{R_2}{k_1 \Phi S E_2} + \frac{S X_2^2}{k_1 \Phi E_2 R_2} \\
 \text{จะเกิดแรงบิดสูงสุดเมื่อ } \frac{dY}{dS} &= 0 \\
 \frac{dY}{dS} &= \frac{k_1 \Phi S E_2 \frac{dR_2}{dS} - R_2 \frac{d}{dS}(k_1 \Phi S E_2)}{(k_1 \Phi S E_2)^2} + \\
 &\quad \frac{k_1 \Phi E_2 R_2 \frac{d}{dS} S X_2^2 - S X_2^2 \frac{d}{dS}(k_1 \Phi E_2 R_2)}{(k_1 \Phi E_2 R_2)^2} \\
 &\quad - \frac{R_2 k_1 \Phi E_2}{(k_1 \Phi S E_2)^2} + \frac{X_2^2 k_1 \Phi E_2 R_2}{(k_1 \Phi U_2 R_2)^2} \\
 (S X_2)^2 &= R_2^2 \\
 S X_2 &= R_2
 \end{aligned}$$

แรงบิดทำงานสูงสุดของมอเตอร์เหนี่ยวนำจะเกิดขึ้นเมื่อผลคูณของสลีปกับรีแอแกนซ์ เท่ากับความต้านทานโรเตอร์

3.4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดเริ่มหมุนและแรงบิดสูงสุด (Relation between Starting Torque and Maximum Torque)

$$\text{จาก } T_s = \frac{R_2}{R_2^2 + X_2^2} \quad (1)$$

เมื่อเกิดแรงบิดเริ่มหมุนสูงสุด $R_2 = X_2$

$$\text{ดังนั้น } T_{\max} = \frac{1}{2 X_s} \quad (2)$$

สมการที่ (1) ตั้งหารด้วยสมการที่ (2) จะได้

$$\frac{T_s}{T_{\max}} = \frac{2 R_2 X_2}{R_2^2 + X_2^2}$$

นำเอา X_2^2 หารทั้งเศษและส่วน จะได้

$$\frac{T_s}{T_{\max}} = \frac{\frac{2R_2}{X_2}}{\left(\frac{R_2}{X_2}\right)+1}$$

กำหนดให้

$$a = \frac{R_2}{X_2}$$

$$\frac{T_s}{T_{\max}} = \frac{2a}{a^2+1}$$

3.4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดโหลดเต็มภาระและแรงบิดสูงสุด (Relation Between Full Load Torque and Maximum Torque)

$$\text{จาก } T_f = \frac{SR_2}{R_2^2 + (SX_2)^2} \quad (1)$$

เมื่อเกิดแรงบิดทำงานสูงสุด $R_2 = SX_2$

$$\text{ดังนั้น } T_{\max} = \frac{1}{2X_2} \quad (2)$$

สมการที่ (1) ตั้งหารด้วยสมการที่ (2) จะได้

$$\frac{T_f}{T_{\max}} = \frac{2SR_2X_2}{R_2^2 + (SX_2)^2}$$

นำเอา X_2^2 หารทั้งเศษและส่วน จะได้

$$\frac{T_f}{T_{\max}} = \frac{2SR_2X_2}{R_2^2 + (SX_2)^2}$$

$$\frac{T_f}{T_{\max}} = \frac{\frac{2SR_2}{X_2}}{\left(\frac{R_2}{X_2}\right)+S^2}$$

กำหนดให้

$$a = \frac{R_2}{X_2}$$

$$\frac{T_f}{T_{\max}} = \frac{2aS}{a^2+S^2}$$

ตัวอย่างที่ 3.3 จงคำนวณหาแรงบิดทำงานที่สร้างขึ้นของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 8 ขั้วแม่เหล็ก 50 Hz ทำงานที่สลิป 4 เปอร์เซนต์ความต้านทานขดลวดโรเตอร์ 0.5Ω เมื่อเกิดแรงบิดสูงสุด 150 kg-m มีความเร็วรอบ 660 rpm.

วิธีทำ
$$N_s = \frac{120f}{P} \quad \text{rpm.}$$

$$= \frac{120 \times 50}{8}$$

$$N_s = 750 \quad \text{rpm.}$$

ความเร็วรอบเมื่อเกิดแรงบิดสูงสุด

$$N_{r(\max)} = 660 \quad \text{rpm.}$$

สลิปเมื่อเกิดแรงบิดสูงสุด

$$S = \frac{N_s - N_{r(\max)}}{N_s}$$

$$= \frac{750 - 660}{750}$$

$$= 0.12$$

เมื่อเกิดแรงบิดทำงานสูงสุด

$$SX_2 = R_2$$

$$X_2 = \frac{R_2}{S}$$

$$= \frac{0.5}{0.12}$$

$$= 4.167 \quad \Omega$$

จาก
$$T_R = \frac{k_1 \Phi SE_2 R_2}{R_2^2 + (SX_2)^2} \quad \text{N-m}$$

เมื่อเกิดแรงบิดทำงานสูงสุด $SX_2 = R_2$

$$T_{\max} = \frac{k_1 \Phi SE_2 R_2}{R_2^2 + R_2^2}$$

$$= \frac{K_1 \Phi SE_2 R_2}{2R_2^2}$$

$$T_{\max} = \frac{k_1 \Phi SE_2}{2R_2} \quad \text{N-m}$$

แทนค่าสลิปและความต้านทานโรเตอร์ในสมการแรงบิดสูงสุด

$$T_{\max} = \frac{k_1 \Phi E_2 \times 0.12}{2 \times 0.5}$$

$$= 0.12 k_1 \Phi E_2 \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } T_R &= \frac{k_1 \Phi S E_2 R_2}{R_2^2 + (S X_2)^2} \\
 &= \frac{k_1 \Phi E_2 \times 0.04 \times 0.5}{(0.5)^2 + (0.04 \times 4.167)^2} \\
 &= 0.072 k_1 \Phi E_2 \quad (2)
 \end{aligned}$$

สมการที่ (2) ตั้งหารด้วยสมการที่ (1) จะได้

$$\frac{T_R}{T_{\max}} = \frac{0.072 k_1 \Phi E_2}{0.12 k_1 \Phi E_2}$$

$$\frac{T_R}{T_{\max}} = 0.6$$

$$T_R = 0.6 T_{\max}$$

$$T_R = 0.6 \times 150$$

$$T_R = 90 \quad \text{kg-m} \quad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่างที่ 3.4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 50 Hz 8 ขั้วแม่เหล็ก ทำงานที่โหลดเต็มภาระมีสลิป 4 เปอร์เซ็นต์มีความต้านทานโรเตอร์ 0.02 Ω และรีแอแกนซ์โรเตอร์ 0.24 Ω ขณะที่มอเตอร์เริ่มหมุน จงหาค่าอัตราส่วนของแรงบิดสูงสุดต่อแรงบิดที่โหลดเต็มภาระ และความเร็วรอบเมื่อเกิดแรงบิดสูงสุด

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ } \frac{T_f}{T_{\max}} &= \frac{2aS}{a^2 + S^2} \\
 \text{จาก } a &= \frac{R_2}{X_2} \\
 &= \frac{0.02}{0.24} \\
 a &= 0.08 \\
 S &= 0.04 \\
 \frac{T_f}{T_{\max}} &= \frac{2 \times 0.08 \times 0.04}{(0.08)^2 + (0.04)^2} \\
 \frac{T_f}{T_{\max}} &= \frac{0.0064}{0.008} \\
 \frac{T_{\max}}{T_f} &= \frac{0.008}{0.0064} \\
 \frac{T_{\max}}{T_f} &= 1.25 \\
 T_{\max} &= 1.25 T_f \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

เมื่อเกิดแรงบิดทำงานสูงสุด $SX_2 = R_2$

$$\begin{aligned} S &= \frac{R_2}{X_2} \\ &= \frac{0.02}{0.24} = 0.08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_s &= \frac{120f}{P} && \text{rpm.} \\ &= \frac{120 \times 50}{8} \end{aligned}$$

$$N_s = 750 \quad \text{rpm.}$$

$$\begin{aligned} N_r &= N_s (1-S) \\ &= 750 (1-0.08) \end{aligned}$$

$$N_r = 690 \quad \text{rpm.} \quad \text{ตอบ}$$

แบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 3

เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003 หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง แรงบิดทำงานและความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดสูงสุดกับค่าแรงบิดเริ่มหมุนและแรงบิดเต็มภาระ

คำแนะนำ จงตอบคำถามให้สมบูรณ์ (20 คะแนน)

1. จงอธิบายความหมายของแรงบิดทำงาน (Running Torque) มาพอเข้าใจ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

2. มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ชนิด 8 ขั้ว 50 Hz มีสลิปขณะมีโหลดเต็มที่ 4% ความต้านทานของโรเตอร์ต่อเฟส 0.001 Ω และในตำแหน่งพร้อมที่จะหมุนมีรีแอ็กแตนซ์ต่อเฟส 0.005 Ω (15 คะแนน)

จงคำนวณหา ก. อัตราส่วนของแรงบิดสูงสุดกับแรงบิดเมื่อมีโหลดเต็มที่
 ข. ความเร็วเมื่อเกิดแรงบิดสูงสุด

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลก่อนเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง แรงบิดทำงานและความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดสูงสุดกับค่าแรงบิดเริ่มหมุนและแรงบิดเต็มภาระ

คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ
2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดไม่มีผลกับแรงบิดทำงานในมอเตอร์

ก. เส้นแรงแม่เหล็กที่โรเตอร์

ข. เพาเวอร์แฟกเตอร์ที่โรเตอร์

ค. ความเร็วรอบของโพล

ง. แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในโรเตอร์

จ. เส้นแรงแม่เหล็กที่สเตเตอร์

2. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของแรงบิดเมื่อมอเตอร์มีโพลเต็มภาระและแรงบิดสูงสุด

ก. $\frac{T_f}{T_{max}} = \frac{2aS}{[a^2 + (S)^2]}$

ข. $\frac{T_f}{T_{max}} = \frac{2aS}{[a^2 - (S)^2]}$

ค. $\frac{T_f}{T_{max}} = \frac{aS}{[a^2 + (S)^2]}$

ง. $\frac{T_f}{T_{max}} = \frac{aS}{[a^2 - (S)^2]}$

จ. $\frac{T_f}{T_{max}} = \frac{2aS}{(2 + a^2)}$

3. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของแรงบิดเมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนและแรงบิดสูงสุด

ก. $\frac{T_s}{T_{max}} = \frac{2a}{(1 - a^2)}$

ข. $\frac{T_s}{T_{max}} = \frac{2a}{(1 + a^2)}$

ค. $\frac{T_s}{T_{max}} = \frac{a}{(1 - a^2)}$

ง. $\frac{T_s}{T_{max}} = \frac{a}{(1 + a^2)}$

จ. $\frac{T_s}{T_{max}} = \frac{2a}{(2 + a^2)}$

4. ถ้าต้องการให้มอเตอร์เหนี่ยวนำเริ่มหมุนด้วยแรงบิดสูงสุดจะต้องทำอย่างไร

ก. $I_r = E_r$

ข. $X_2 = R_2$

ค. $Z_r = R_r$

ง. $\Phi_r = I_r$

จ. $Z_2 = X_2$

5. ถ้าต้องการให้มอเตอร์เหนี่ยวนำทำงานด้วยแรงบิดสูงสุดจะต้องทำอย่างไร

ก. $I_r = E_r$

ข. $Z_r = R_r$

ค. $\cos\phi_r = 1$

ง. $I_r = I_r$

จ. $R_2 = SX_2$

6. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหาแรงบิดทำงาน

ก. $T_R = \frac{k_1(\Phi_2)^2 R_2}{[(R_2)^2 + (SX_2)^2]}$

ข. $T_R = \frac{k_1 S(\Phi_2)^2 R_2}{[(R_2)^2 - (SX_2)^2]}$

ค. $T_R = \frac{k_1 S^2 (E_2)^2 R_2}{[(R_2)^2 + (SX_2)^2]}$

ง. $T_R = \frac{k_1 S(E_2)^2 R_2}{[(R_2)^2 - (SX_2)^2]}$

จ. $T_R = \frac{k_1 S^2 E_2 R_2}{[(R_2)^2 + (SX_2)^2]}$

7. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. แรงบิดจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบโพลเพิ่ม

ข. แรงบิดทำงานสูงกว่าแรงบิดเริ่มหมุน

ค. แรงบิดของโรเตอร์แบบกรงกระรอกมีค่าสูงกว่าแรงบิดของโรเตอร์แบบวาวด์

ง. แรงบิดเริ่มหมุนจะมีค่าสูงสุดเมื่อแรงดันและกระแสในโรเตอร์เท่ากัน

จ. แรงบิดขณะเริ่มหมุนจะมีค่าสลิปเท่ากับหนึ่ง

โจทย์ต่อไปนี้ให้หาคำตอบข้อ 8 ถึงข้อ 10 มอเตอร์เหนี่ยวนำโรเตอร์แบบวาวด์ 3 เฟส วัตต์ค่าแรงดันไฟฟ้าที่สลิปริง เมื่อเปิดวงจรได้ 100 V เมื่อสเตเตอร์ได้รับแรงดัน 380 V ความถี่ 50 Hz โรเตอร์มีค่าอิมพีแดนซ์ต่อเฟส $0.5 + j 2 \Omega$

8. กระแสไฟฟ้าที่โรเตอร์ขณะเริ่มหมุนมีค่าเท่าไร

ก. 25.5 A

ข. 26.3 A

ค. 26.8 A

ง. 27.9 A

จ. 28.8 A

9. เพาเวอร์แฟกเตอร์ขณะเริ่มหมุนมีค่าเท่าไร

ก. 0.24

ข. 0.29

ค. 0.33

ง. 0.38

จ. 0.45

10. ถ้ามอเตอร์ทำงานมีค่าสลิป 3 เปอร์เซ็นต์ กระแสในโรเตอร์ต่อเฟสมีค่าเท่าไร

ก. 2.8 A

ข. 3.4 A

ค. 3.9 A

ง. 4.8 A

จ. 5.1 A

แบบประเมินผลหลังเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง แรงบิดทำงานและความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดสูงสุดกับค่าแรงบิดเริ่มหมุนและแรงบิด

เต็มภาระ

คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ

2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดต่อไปนี้คือสูตรที่ใช้ในการหาแรงบิดทำงาน

ก. $T_R = \frac{k_1(\Phi_2)^2 R_2}{[(R_2)^2 + (SX_2)^2]}$

ข. $T_R = \frac{k_1 S(\Phi_2)^2 R_2}{[(R_2)^2 - (SX_2)^2]}$

ค. $T_R = \frac{k_1 S^2 (E_2)^2 R_2}{[(R_2)^2 + (SX_2)^2]}$

ง. $T_R = \frac{k_1 S(E_2)^2 R_2}{[(R_2)^2 - (SX_2)^2]}$

จ. $T_R = \frac{k_1 S^2 E_2 R_2}{[(R_2)^2 + (SX_2)^2]}$

2. ถ้าต้องการให้มอเตอร์เหนี่ยวนำทำงานด้วยแรงบิดสูงสุดจะต้องทำอย่างไร

ก. $I_r = E_r$

ข. $Z_r = R_r$

ค. $\cos\phi_r = 1$

ง. $I_r = I_r$

จ. $R_2 = SX_2$

3. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. แรงบิดจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบโพลเพิ่ม

ข. แรงบิดทำงานสูงกว่าแรงบิดเริ่มหมุน

ค. แรงบิดของโรเตอร์แบบทรงกระบอกมีค่าสูงกว่าแรงบิดของโรเตอร์แบบวาวด์

ง. แรงบิดเริ่มหมุนจะมีค่าสูงสุดเมื่อแรงดันและกระแสในโรเตอร์เท่ากัน

จ. แรงบิดขณะเริ่มหมุนจะมีค่าสลิปเท่ากับหนึ่ง

โจทย์ต่อไปนี้ให้หาคำตอบข้อ 4 ถึงข้อ 6 มอเตอร์เหนี่ยวนำโรเตอร์แบบวาวด์ 3 เฟส
 วัตต์ค่าแรงดันไฟฟ้าที่สลิปริง เมื่อเปิดวงจรได้ 100 V เมื่อสเตเตอร์ได้รับแรงดัน 380 V ความถี่ 50 Hz
 โรเตอร์มีค่าอิมพีแดนซ์ต่อเฟส $0.5 + j 2 \Omega$

4. กระแสไฟฟ้าที่โรเตอร์ขณะเริ่มหมุนมีค่าเท่าไร

ก. 25.5 A

ข. 26.3 A

ค. 26.8 A

ง. 27.9 A

จ. 28.8 A

5. เพาเวอร์แฟกเตอร์ขณะเริ่มหมุนมีค่าเท่าไร

ก. 0.24

ข. 0.29

ค. 0.33

ง. 0.38

จ. 0.45

6. ถ้ามอเตอร์ทำงานมีค่าสลิป 3 เปอร์เซ็นต์ กระแสในโรเตอร์ต่อเฟสมีค่าเท่าไร

ก. 2.8 A

ข. 3.4 A

ค. 3.9 A

ง. 4.8 A

จ. 5.1 A

7. ข้อใดไม่มีผลกับแรงบิดทำงาน ในมอเตอร์

ก. เส้นแรงแม่เหล็กที่โรเตอร์

ข. เพาเวอร์แฟกเตอร์ที่โรเตอร์

ค. ความเร็วรอบของโหลด

ง. แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในโรเตอร์

จ. เส้นแรงแม่เหล็กที่สเตเตอร์

8. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของแรงบิดเมื่อมอเตอร์มีโหลดเต็มภาระและแรงบิดสูงสุด

ก. $\frac{T_f}{T_{\max}} = \frac{2aS}{[a^2 + (S)^2]}$

ข. $\frac{T_f}{T_{\max}} = \frac{2aS}{[a^2 - (S)^2]}$

ค. $\frac{T_f}{T_{\max}} = \frac{aS}{[a^2 + (S)^2]}$

ง. $\frac{T_f}{T_{\max}} = \frac{aS}{[a^2 - (S)^2]}$

จ. $\frac{T_f}{T_{\max}} = \frac{2aS}{(2 + a^2)}$

9. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของแรงบิดเมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนและแรงบิดสูงสุด

ก. $\frac{T_s}{T_{\max}} = \frac{2a}{(1 - a^2)}$

ข. $\frac{T_s}{T_{\max}} = \frac{2a}{(1 + a^2)}$

ค. $\frac{T_s}{T_{\max}} = \frac{a}{(1 - a^2)}$

ง. $\frac{T_s}{T_{\max}} = \frac{a}{(1 + a^2)}$

จ. $\frac{T_s}{T_{\max}} = \frac{2a}{(2 + a^2)}$

10. ถ้าต้องการให้มอเตอร์เหนี่ยวนำเริ่มหมุนด้วยแรงบิดสูงสุดจะต้องทำอย่างไร

ก. $I_r = E_r$

ข. $X_2 = R_2$

ค. $Z_r = R_r$

ง. $\Phi_r = I_r$

จ. $Z_2 = X_2$

แบบประเมินผลภาคทฤษฎี สัปดาห์ที่ 11

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

จำนวน 28 ชั่วโมง

ชื่อเรื่อง แรงบิดทำงานและความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดสูงสุดกับค่าแรงบิดเริ่มหมุนและแรงบิดเต็มภาระ

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชื่อ – นามสกุล ชั้นและกลุ่ม.....

ลำดับที่	การประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	วิธีการ
1	ทดสอบก่อนเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
2	ทดสอบหลังเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
3	คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์			
	3.1 ตรงต่อเวลา	2		สังเกต
	3.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย	2		สังเกต
	3.3 รับผิดชอบต่อหน้าที่	2		สังเกต
	3.4 ความสนใจ ใฝ่รู้	2		สังเกต
	3.5 มนุษยสัมพันธ์	2		สังเกต
4	แบบฝึกหัดทำถูกต้องครบถ้วนและส่งตรงเวลา	20		ทำแบบฝึกหัด
รวม		50		

สรุปการประเมิน ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านการประเมินคะแนนต้องได้ไม่ต่ำกว่า 60% หรือเท่ากับ 30 คะแนน

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

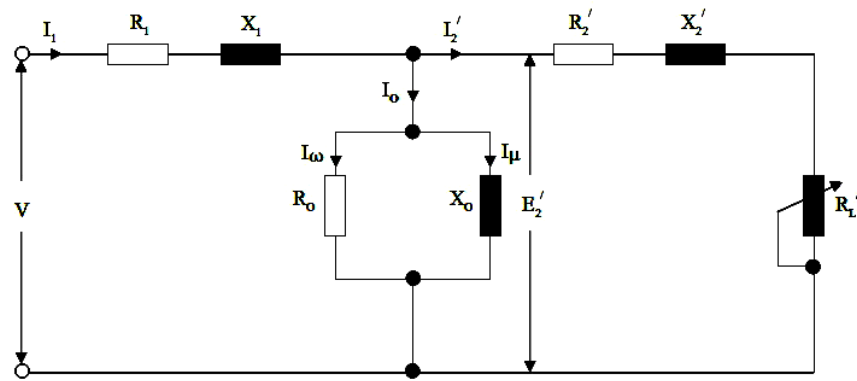
	ใบความรู้ที่ 12	หน่วยที่ 3
	วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2	สัปดาห์ที่ 12
	ชื่อหน่วย : มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส	จำนวนคาบรวม 28 ชม.
ชื่อเรื่อง : วงจรสมมูล สมการกำลัง และขั้นตอนการส่งกำลังในมอเตอร์เหนี่ยวนำ		จำนวนคาบ 2 ชม.
จุดประสงค์การสอน		รายการสอน
จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และมีเจตคติที่ดีในเรื่องวงจรสมมูล สมการกำลัง และขั้นตอนการส่งกำลังในมอเตอร์เหนี่ยวนำ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักศึกษาเรียนจบแล้วสามารถ 1. อธิบายวงจรสมมูล สมการกำลัง และขั้นตอนการส่งกำลังในมอเตอร์เหนี่ยวนำได้ 2. ตรงต่อเวลา 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย 4. มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ 5. มีความสนใจใฝ่รู้ 6. มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 6.1 ตรงต่อเวลา 6.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย 6.3 มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ 6.4 มีความสนใจใฝ่รู้ 6.5 มนุษยสัมพันธ์		วงจรสมมูล สมการกำลัง และขั้นตอนการส่งกำลังในมอเตอร์เหนี่ยวนำ

มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส (Three-phase Induction Motor)

3.5 วงจรสมมูลและขั้นตอนการส่งกำลัง

3.5.1 วงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำ (Equivalent Circuit of Induction Motor)

วงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำ สามารถเขียนได้เหมือนกับวงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งวงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำเมื่อเขียนวงจรทางด้านสเตเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำด้านสเตเตอร์

จากวงจรสมมูล

$$R_2' = R_2 a^2$$

$$X_2' = X_2 a^2$$

$$R_L' = R_L a^2$$

$$R_2' = R_2 \left(\frac{1}{S} - 1 \right)$$

$$I_2' = \frac{I_2}{a_2}$$

$$E_2' = E_2 a$$

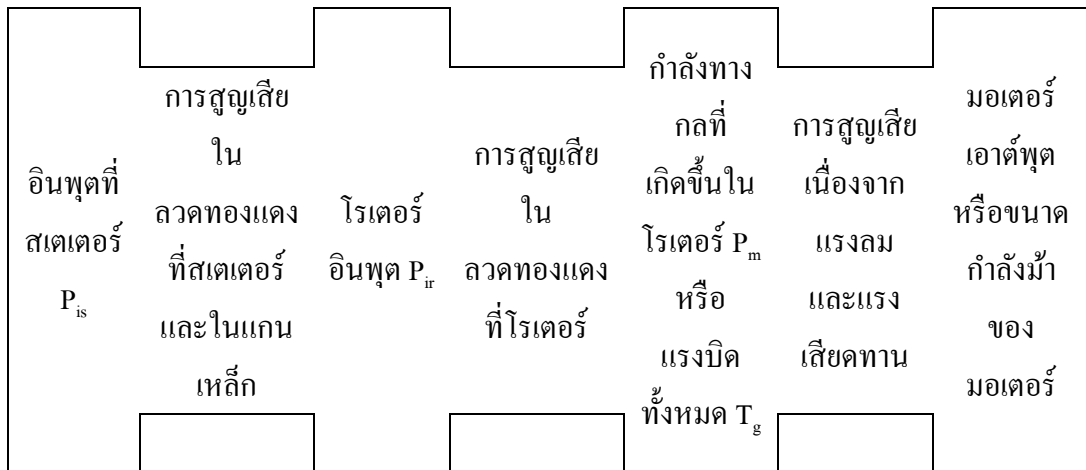
$$R_{01} = R_1 + R_2'$$

$$X_{01} = X_1 + X_2'$$

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V}{E_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

3.5.2 ขั้นตอนการส่งกำลังของมอเตอร์เหนี่ยวนำ (Power Stage of Induction Motor)

ขั้นตอนการส่งกำลังของมอเตอร์เหนี่ยวนำ เราจะพิจารณาตั้งแต่กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ จนกระทั่งเกิดพลังงานกลออกจากตัวมอเตอร์



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการส่งกำลังของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

จากขั้นตอนการส่งกำลังเราสามารถหาค่าต่างๆ ได้ดังนี้

$$P_{is} = P_{ir} + P_{LS}$$

$$P_{out} = P_m - P_{w+f}$$

$$\% \eta = \frac{P_{output}}{P_{input}} \times 100$$

กำหนดให้

P_{is}	แทนค่า กำลังอินพุตที่สเตเตอร์	W
P_{ir}	แทนค่า กำลังอินพุตที่โรเตอร์	W
P_{output}	แทนค่า กำลังเอาต์พุตของมอเตอร์	W
P_{LS}	แทนค่า กำลังสูญเสียที่สเตเตอร์ประกอบด้วยขดลวดและแกนเหล็ก	W
P_{w+f}	แทนค่า กำลังสูญเสียเนื่องจากแรงลมและแรงเสียดทาน (Windage and Friction losses)	
P_{input}	แทนค่า กำลังอินพุตของมอเตอร์	W
η	แทนค่า ประสิทธิภาพของมอเตอร์	
P_{or}	แทนค่า กำลังเอาต์พุตของโรเตอร์	W

3.5.3 แรงบิด กำลังทางกลและเอาต์พุตของโรเตอร์ (Toque, Mechanical Power and Rotor Output)

เอาต์พุตของโรเตอร์ที่อยู่ในรูปพลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ทำให้เกิดแรงบิดทั้งหมดที่โรเตอร์ (Gross Torque ; T_g) หลังจากนั้นจะเกิดการสูญเสียเนื่องจากแรงลมและแรงเสียดทาน แล้วส่งแรงบิดไปที่เพลาซึ่งเป็นแรงบิดที่ใช้งานของมอเตอร์ (Shaft Toque ; T_{sh})

$$T_g = \frac{P_{or} \times 60}{2\pi N_r} \quad (1)$$

ถ้าไม่คิดการสูญเสียที่ขดลวดของโรเตอร์จะได้

$$T_g = \frac{P_{ir} \times 60}{2\pi N_s} \quad (2)$$

จากสมการ (1) และ (2)

$$P_{or} = T_g \frac{2\pi N_r}{60} \quad (3)$$

$$P_{ir} = T_g \frac{2\pi N_s}{60} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{การสูญเสียขดลวดโรเตอร์} &= P_{ir} - P_{or} \\ &= T_g \frac{2\pi}{60} (N_s - N_r) \end{aligned} \quad (5)$$

สมการที่ (5) จัดหารด้วยสมการที่ (4) จะได้

$$\begin{aligned} \frac{\text{การสูญเสียขดลวดโรเตอร์}}{P_{ir}} &= \frac{T_g \frac{2\pi(N_s - N_r)}{60}}{T_g \frac{2\pi N_s}{60}} \\ \text{การสูญเสียขดลวดโรเตอร์} &= \left(\frac{N_s - N_r}{N_s} \right) P_{ir} \\ \text{การสูญเสียขดลวดโรเตอร์} &= SP_{ir} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} P_{or} &= P_{ir} - \text{Rotor Cu-losses} \\ &= P_{ir} - SP_{ir} \\ P_{or} &= P_{ir} (1-S) \end{aligned} \quad (7)$$

สมการที่ (6) จัดหารด้วยสมการที่ (7) จะได้

$$\begin{aligned} \frac{\text{การสูญเสียขดลวดโรเตอร์}}{P_{or}} &= \frac{SP_{ir}}{(1-S)P_{ir}} \\ \text{การสูญเสียขดลวดโรเตอร์} &= P_{or} \left(\frac{S}{1-S} \right) \end{aligned} \quad (8)$$

$$T_g = \frac{P_{or} \times 60}{2\pi N_r} \quad \text{N-m}$$

$$T_{sh} = \frac{P_{output} \times 60}{2\pi N_r} \quad \text{N-m}$$

ตัวอย่างที่ 3.5 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 25 B.H.P. (18.65 kW) 50 Hz 4 ขั้วแม่เหล็กมีค่าแรง-เสียดทานและแรงลม 2.5 เปอร์เซ็นต์ของเอาต์พุต การสูญเสียที่ขดลวดทองแดงของสเตเตอร์ 900 W เมื่อทำงานที่โหลดเต็มภาระมีค่าสลิป 4 เปอร์เซ็นต์ จงคำนวณหาค่าต่อไปนี้

- ก. กำลังสูญเสียขดลวดทองแดงของโรเตอร์
- ข. อินพุตโรเตอร์
- ค. แรงบิดที่เพลลา
- ง. แรงบิดทั้งหมดของโรเตอร์
- จ. ประสิทธิภาพของมอเตอร์

วิธีทำ

- ก. กำลังสูญเสียขดลวดทองแดงของโรเตอร์

$$\text{เอาต์พุต} = 18650 \quad \text{W}$$

การสูญเสียเนื่องจากแรงลมและแรงเสียดทาน 2.5% เอาต์พุต

$$P_{w+f} = \frac{2.5}{100} \times 18650 = 466 \quad \text{W}$$

$$P_{or} = 18650 + 466 = 19116 \quad \text{W}$$

$$\begin{aligned} \text{การสูญเสียขดลวดโรเตอร์} \quad P_{or} \left(\frac{S}{1-S} \right) & \quad \text{W} \\ 19116 \left(\frac{0.04}{1-0.04} \right) & \end{aligned}$$

$$\text{การสูญเสียขดลวดโรเตอร์} = 796.6 \quad \text{W} \quad \text{ตอบ}$$

- ข. อินพุตโรเตอร์

$$\begin{aligned} P_{ir} &= \left(\frac{\text{การสูญเสียขดลวดโรเตอร์}}{S} \right) \quad \text{W} \\ &= \left(\frac{796.6}{0.04} \right) \end{aligned}$$

$$P_{ir} = 19912.5 \quad \text{W} \quad \text{ตอบ}$$

ค. แรงบิดที่เพลา

$$\begin{aligned}
 T_{sh} &= \frac{P_{sh} \times 60}{2\pi N_r} && \text{N-m} \\
 N_s &= \frac{120f}{P} && \text{rpm.} \\
 &= \frac{120 \times 50}{4} \\
 &= 1500 && \text{rpm.} \\
 N_r &= N_s(1-S) && \text{rpm.} \\
 &= 1500(1-0.04) \\
 &= 1440 && \text{rpm.} \\
 T_{sh} &= \frac{18650 \times 60}{2\pi \times 1440} && \text{N-m} \\
 T_{sh} &= 123.7 && \text{N-m} \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

ง. แรงบิดทั้งหมดของมอเตอร์

$$\begin{aligned}
 T_g &= \frac{P_{or} \times 60}{2\pi N_r} && \text{N-m} \\
 &= \frac{19116 \times 60}{2\pi \times 1440} \\
 T_g &= 126.8 && \text{N-m} \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

จ. ประสิทธิภาพของมอเตอร์

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{input}}} \times 100 \\
 P_{\text{in}} &= P_{\text{output}} + \text{total losses} && \text{W} \\
 P_{\text{in}} &= 18650 + (900 + 796.6 + 466) \\
 &= 20812.6 && \text{W} \\
 \eta &= \frac{18650}{20812.6} \times 100 \\
 \eta &= 89.60\% && \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

แบบฝึกหัดหัดประจำหน่วยที่ 3

เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003 หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง วงจรสมมูล สมการกำลัง และขั้นตอนการส่งกำลังในมอเตอร์เหนี่ยวนำ

คำแนะนำ จงตอบคำถามให้สมบูรณ์ (20 คะแนน)

1. จงเขียนวงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำโดยพิจารณาทางด้านสเตเตอร์ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

2. การสูญเสียในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำมีอะไรบ้าง (3 คะแนน)

.....

.....

.....

3. มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ตัวหนึ่งขนาด 380 V 50 Hz 6 ขั้ว มีกำลังอินพุตเท่ากับ 20 kW ที่ 0.8 เพาเวอร์แฟกเตอร์ล่าช้า และหมุนด้วยความเร็วรอบ 1440 รอบ/นาที โดยมีการสูญเสียที่สเตเตอร์ 2 kW การสูญเสียที่โรเตอร์ 1 kW และการสูญเสียเนื่องจากแรงลมและแรงเสียดทานทั้งหมดเท่ากับ 1 kW (12 คะแนน) จงคำนวณหา

ก. สลิป

ข. กำลังเอาต์พุตในหน่วยแรงม้าของมอเตอร์ (B.H.P.)

ค. แรงบิดที่เพลา (T_{sh})

ง. ประสิทธิภาพ

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลก่อนเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง วงจรสมมูล สมการกำลัง และขั้นตอนการส่งกำลังในมอเตอร์เหนี่ยวนำ

คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ

2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. วงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำเหมือนวงจรสมมูลของเครื่องกลไฟฟ้าชนิดใด

ก. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ข. ซิงโครนัสมอเตอร์

ค. หม้อแปลงไฟฟ้า

ง. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

จ. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

2. ข้อใดไม่ใช่การสูญเสียที่เกิดขึ้นในมอเตอร์เหนี่ยวนำ

ก. การสูญเสียที่ขดลวดทองแดง

ข. การสูญเสียที่ขั้วแม่เหล็ก

ค. การสูญเสียที่แกนเหล็ก

ง. การสูญเสียที่เกิดจากการหมุน

จ. การสูญเสียจากแรงลม

3. ข้อใดคือสิ่งที่ทำให้ กำลังเอาต์พุตที่โรเตอร์และกำลังเอาต์พุตที่เพลาแตกต่างกัน

ก. การสูญเสียที่ขดลวดทองแดง

ข. การสูญเสียที่ขั้วแม่เหล็ก

ค. การสูญเสียที่แกนเหล็ก

ง. การสูญเสียที่เกิดจากการหมุน

จ. การสูญเสียจากกระแสไหลวน

4. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหาแรงบิดทั้งหมดของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

$$ก. T_g = \frac{60P_m}{(2\pi N_r)}$$

$$ข. T_g = \frac{60P_m}{(\pi N_r)}$$

$$ค. T_g = \frac{P_m}{(2\pi N_r)}$$

$$ง. T_g = \frac{P_m}{(\pi N_r)}$$

$$จ. T_g = \frac{2 \times 60P_m}{(2\pi N_r)}$$

5. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหาแรงบิดที่เพลาของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

$$ก. T_{sh} = \frac{60P_{output}}{(\pi N_r)}$$

$$ข. T_{sh} = \frac{60P_{output}}{(2\pi N_r)}$$

$$ค. T_{sh} = \frac{P_{output}}{(\pi N_r)}$$

$$ง. T_{sh} = \frac{P_{output}}{(2\pi N_r)}$$

$$จ. T_{sh} = \frac{2 \times 60P_{output}}{(2\pi N_r)}$$

6. การเขียนวงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำทำเพื่ออะไร

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| ก. เพื่อหาค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ | ข. บอกค่ากำลังสูญเสียในมอเตอร์ |
| ค. หาค่าองค์ประกอบทางไฟฟ้าของมอเตอร์ | ง. เพื่อหาค่าแรงบิดในมอเตอร์ |
| จ. บอกขั้นตอนการส่งกำลังของมอเตอร์ | |

7. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. กำลังที่โรเตอร์และกำลังที่เพลา มีค่าเท่ากัน
- ข. กำลังสูญเสียที่แกนเหล็กมีค่ามากกว่ากำลังสูญเสียที่ขดลวดทองแดง
- ค. แรงบิดทำงานของโรเตอร์จะมีค่าคงที่เมื่อเปลี่ยนโหลด
- ง. กำลังสูญเสียทางกลของมอเตอร์ประกอบด้วยแรงลมและแรงเสียดทาน
- จ. ความเร็วรอบจะเพิ่มขึ้นเมื่อโหลดเพิ่ม

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 8 ถึง ข้อ 10 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 V 60 Hz 8 ขั้วแม่เหล็ก กำลังอินพุต 35 kW ที่ 0.8 เพาเวอร์แฟกเตอร์ล่าหลังหมุนด้วยความเร็วรอบ 850 รอบต่อนาที มีกำลังสูญเสียที่สเตเตอร์ 1 kW กำลังสูญเสียทางกล 1 kW

8. สลิปมีค่าเท่าไร

- | | |
|---------|---------|
| ก. 0.02 | ข. 0.03 |
| ค. 0.04 | ง. 0.05 |
| จ. 0.06 | |

9. กระแสที่จ่ายให้มอเตอร์มีค่าเท่าไร

- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 55.5 A | ข. 66.5 A |
| ค. 77.5 A | ง. 88.5 A |
| จ. 99.5 A | |

10. กำลังสูญเสียในขดลวดทองแดงของโรเตอร์มีค่าเท่าไร

- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 0.8 kW | ข. 1 kW |
| ค. 1.2 kW | ง. 1.5 kW |
| จ. 1.7 kW | |

แบบประเมินผลหลังเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง วงจรสมมูล สมการกำลัง และขั้นตอนการส่งกำลังในมอเตอร์เหนี่ยวนำ

คะแนน 10 คะแนน

- คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดใดในกระดานคำตอบ
2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. การเขียนวงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำทำเพื่ออะไร

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| ก. เพื่อหาค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ | ข. บอกค่ากำลังสูญเสียในมอเตอร์ |
| ค. หาค่าองค์ประกอบทางไฟฟ้าของมอเตอร์ | ง. เพื่อหาค่าแรงบิดในมอเตอร์ |
| จ. บอกขั้นตอนการสั่งกำลังของมอเตอร์ | |

2. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. กำลังที่โรเตอร์และกำลังที่เพลามีค่าเท่ากัน
ข. กำลังสูญเสียที่แกนเหล็กมีค่ามากกว่ากำลังสูญเสียที่ขดลวดทองแดง
ค. แรงบิดทำงานของโรเตอร์จะมีค่าคงที่เมื่อเปลี่ยนโหลด
ง. กำลังสูญเสียทางกลของมอเตอร์ประกอบด้วยแรงลมและแรงเสียดทาน
จ. ความเร็วรอบจะเพิ่มขึ้นเมื่อโหลดเพิ่ม

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 3 ถึง ข้อ 5 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 V 60 Hz 8 ขั้วแม่เหล็ก กำลังอินพุต 35 kW ที่ 0.8 เพาเวอร์แฟกเตอร์ล่าหลังหมุนด้วยความเร็วรอบ 850 รอบต่อนาที มีกำลังสูญเสียที่สเตเตอร์ 1 kW กำลังสูญเสียทางกล 1 kW

3. สลิปมีค่าเท่าไร

- | | |
|---------|---------|
| ก. 0.02 | ข. 0.03 |
| ค. 0.04 | ง. 0.05 |
| จ. 0.06 | |

4. กระแสที่จ่ายให้มอเตอร์มีค่าเท่าไร

- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 55.5 A | ข. 66.5 A |
| ค. 77.5 A | ง. 88.5 A |
| จ. 99.5 A | |

5. กำลังสูญเสียในขดลวดทองแดงของโรเตอร์มีค่าเท่าไร

- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 0.8 kW | ข. 1 kW |
| ค. 1.2 kW | ง. 1.5 kW |
| จ. 1.7 kW | |

6. วงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำเหมือนวงจรสมมูลของเครื่องกลไฟฟ้าชนิดใด

- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| ก. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง | ข. ซิงโครนัสมอเตอร์ |
| ค. หม้อแปลงไฟฟ้า | ง. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ |

จ. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

7. ข้อใดไม่ใช่การสูญเสียที่เกิดขึ้นในมอเตอร์เหนี่ยวนำ

ก. การสูญเสียที่ขดลวดทองแดง

ข. การสูญเสียที่ขั้วแม่เหล็ก

ค. การสูญเสียที่แกนเหล็ก

ง. การสูญเสียที่เกิดจากการหมุน

จ. การสูญเสียจากแรงลม

8. ข้อใดคือสิ่งที่ทำให้ กำลังเอาต์พุตที่โรเตอร์และกำลังเอาต์พุตที่เพลาแตกต่างกัน

ก. การสูญเสียที่ขดลวดทองแดง

ข. การสูญเสียที่ขั้วแม่เหล็ก

ค. การสูญเสียที่แกนเหล็ก

ง. การสูญเสียที่เกิดจากการหมุน

จ. การสูญเสียจากกระแสไหลวน

9. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหาแรงบิดทั้งหมดของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

$$ก. T_g = \frac{60P_m}{(2\pi N_r)}$$

$$ข. T_g = \frac{60P_m}{(\pi N_r)}$$

$$ค. T_g = \frac{P_m}{(2\pi N_r)}$$

$$ง. T_g = \frac{P_m}{(\pi N_r)}$$

$$จ. T_g = \frac{2 \times 60P_m}{(2\pi N_r)}$$

10. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหาแรงบิดที่เพลาของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

$$ก. T_{sh} = \frac{60P_{output}}{\pi(N_r)}$$

$$ข. T_{sh} = \frac{60P_{output}}{(2\pi 2N_r)}$$

$$ค. T_{sh} = \frac{P_{output}}{(\pi N_r)}$$

$$ง. T_{sh} = \frac{P_{output}}{(2\pi N_r)}$$

$$จ. T_{sh} = \frac{2 \times 60P_{output}}{(2\pi N_r)}$$

แบบประเมินผลภาคทฤษฎี สัปดาห์ที่ 12

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

จำนวน 20 ชั่วโมง

ชื่อเรื่อง วงจรสมมูล สมการกำลัง และขั้นตอนการส่งกำลังในมอเตอร์เหนี่ยวนำ

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชื่อ – นามสกุลชั้นและกลุ่ม.....

ลำดับ ที่	การประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	วิธีการ
1	ทดสอบก่อนเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
2	ทดสอบหลังเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
3	คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์			
	3.1 ตรงต่อเวลา	2		สังเกต
	3.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย	2		สังเกต
	3.3 รับผิดชอบต่อหน้าที่	2		สังเกต
	3.4 ความสนใจ ใฝ่รู้	2		สังเกต
	3.5 มนุษยสัมพันธ์	2		สังเกต
4	แบบฝึกหัดทำถูกต้องครบถ้วนและส่งตรงเวลา	20		ทำแบบฝึกหัด
รวม		50		

สรุปการประเมิน ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านการประเมินคะแนนต้องได้ไม่ต่ำกว่า 60% หรือเท่ากับ 30 คะแนน

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

	ใบความรู้ที่ 13	หน่วยที่ 3
	วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2	สัปดาห์ที่ 13

	ชื่อหน่วย : มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส	จำนวนคาบรวม 28 ชม.
ชื่อเรื่อง : ขั้นตอนการเขียนแผนภาพวงกลมของมอเตอร์เหนี่ยวนำ		จำนวนคาบ 2 ชม.
จุดประสงค์การสอน	รายการสอน	
จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และมีเจตคติที่ดีใน เรื่องขั้นตอนการเขียนแผนภาพวงกลมของมอเตอร์เหนี่ยวนำ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักศึกษาเรียนจบแล้วสามารถ - อธิบายขั้นตอนการเขียนแผนภาพวงกลมของมอเตอร์เหนี่ยวนำได้ - มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรงต่อเวลา - แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย - มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ - มีความสนใจใฝ่รู้ - มนุษยสัมพันธ์	ขั้นตอนการเขียนแผนภาพวงกลมของมอเตอร์เหนี่ยวนำ	

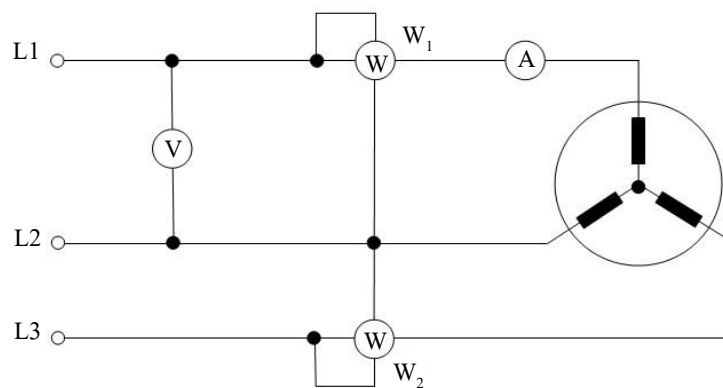
มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส
(Three-phase Induction Motor)

3.6 แผนภาพวงกลมของมอเตอร์เหนี่ยวนำ (Circle Diagram of Induction Motor)

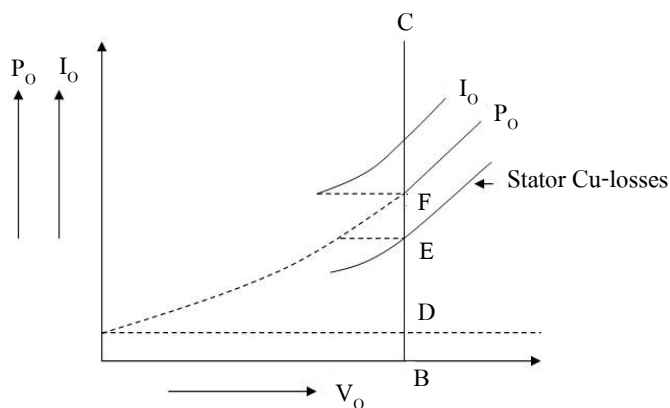
แผนภาพวงกลมของมอเตอร์เหนี่ยวนำ ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบต่าง ๆ ทางไฟฟ้าของมอเตอร์เหนี่ยวนำ การเขียนแผนภาพวงกลมของมอเตอร์เหนี่ยวนำจะต้องใช้ข้อมูลจากการทดสอบขณะไม่มีโหลด และข้อมูลจากการทดสอบล่อกรอเตอร์หรือการทดสอบลัดวงจร

3.6.1 การทดสอบไม่มีโหลด (No-Load Test)

การทดสอบขณะไม่มีโหลด ทำได้โดยการจ่ายแรงดันไฟฟ้าเท่ากับแรงดันที่พิกัด (Rated Voltage) ให้กับมอเตอร์หลังจากนั้นวัดแรงดันไฟฟ้า (V_o) กระแสไฟฟ้า (I_o) และกำลังไฟฟ้า (P_o)



รูปที่ 3.6 วงจรการทดสอบไม่มีโหลดของมอเตอร์เหนี่ยวนำ



รูปที่ 3.7 กราฟแสดงคุณลักษณะขณะไม่มีโหลด

ระยะ BD แทนค่า ความสูญเสีย (Losses) จากแรงลมและแรงเสียดทาน (Windage and Friction losses ;

P_{w+f})

ระยะ DE แทนค่า ความสูญเสียจากคลวตทองแดงของสเตเตอร์ (Stator Cu-losses ; P_{cu})

ระยะ EF แทนค่า ความสูญเสียจากแกนเหล็กของสเตเตอร์ (Stator Core-losses ; P_o)

มอเตอร์ทำงานเมื่อไม่มีโหลดค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์จะมีค่าต่ำกว่า 0.5 อินพุตของมอเตอร์ขณะไม่มีโหลดจะประกอบด้วย

1. การสูญเสียที่ขดลวดทองแดงของสเตเตอร์ ($3I_o^2 R_1$)

2. การสูญเสียที่แกนเหล็กของสเตเตอร์ ($3 \frac{V_o^2}{R_o}$)

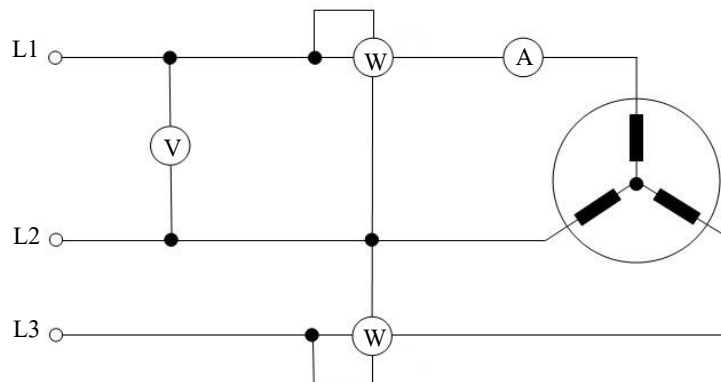
3. การสูญเสียเนื่องจากแรงลมและแรงเสียดทาน

$$P_o = \sqrt{3} V_o I_o \cos \theta_o \quad W$$

$$\theta_o = \cos^{-1} \frac{P_o}{\sqrt{3} V_o I_o}$$

3.6.2 การทดสอบล็อกโรเตอร์ หรือ การทดสอบลัดวงจร (Lock Rotor Test or Short Circuit Test)

การทดสอบล็อกโรเตอร์หรือการทดสอบลัดวงจรทำได้โดยการล็อกโรเตอร์ให้หยุดอยู่กับที่ แล้วค่อย ๆ ป้อนแรงดันให้กับมอเตอร์จนกระทั่งอ่านค่าได้เท่ากับค่าที่พิกัด แล้วอ่านค่าแรงดันไฟฟ้า (V_s) กระแสไฟฟ้า (I_s) และกำลังไฟฟ้า (P_s)



รูปที่ 3.8 วงจรทดสอบล็อกโรเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

การทดสอบล็อกโรเตอร์ขณะนี้มอเตอร์ทำงานที่สลิปเท่ากับหนึ่ง เราสามารถหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. กระแสลัดวงจรที่แรงดันเต็มพิกัด

	$I_{SN} = I_s \times \left(\frac{V}{V_s} \right)$	A
กำหนดให้ I_{SN}	แทนค่า กระแสลือกโรเตอร์ที่แรงดันพิกัด	A
I_s	แทนค่า กระแสทดสอบลือกโรเตอร์	A
V	แทนค่า แรงดันเต็มพิกัด	V
V_s	แทนค่า แรงดันทดสอบลือกโรเตอร์	V
2. มุมเฟาเวอร์แฟกเตอร์ขณะลือกโรเตอร์		
P_s	$= \sqrt{3} V_s I_s \cos \theta_s$	W
θ_s	$= \cos^{-1} \frac{P_s}{\sqrt{3} V_s I_s}$	
3. กำลังอินพุตขณะลือกโรเตอร์		
P_s	$= P_{CU} + P_{CL}$	W
P_{CU}	$= P_s - P_{CL}$	
$3I_s^2 R_{01}$	$= P_s - P_{CL}$	
R_{01}	$= \frac{P_s - P_{CL}}{3I_s^2}$	Ω
กำหนดให้ R_{01}	แทนค่า ความต้านทานสมมูลทางด้านสเตเตอร์	Ω
P_{CU}	แทนค่า กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ขดลวดทองแดง	W
P_{CL}	แทนค่า กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่แกนเหล็ก	W
4. รีแอกแตนซ์สมมูลขณะลือกโรเตอร์		
Z_{01}	$= \frac{V_s}{I_s}$	Ω
X_{01}	$= \sqrt{Z_{01}^2 - R_{01}^2}$	Ω
กำหนดให้ X_{01}	แทนค่า รีแอกแตนซ์สมมูลทางด้านสเตเตอร์	Ω
Z_{01}	แทนค่า อิมพีแดนซ์สมมูลทางด้านสเตเตอร์	Ω

3.6.3 ขั้นตอนการเขียนแผนภาพวงกลมของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

ขั้นตอนที่ 1

เขียนแกน X และแกน Y แล้วเขียนเวกเตอร์ของแรงดัน (V) ในแกน Y

ขั้นตอนที่ 2

นำข้อมูลจากการทดสอบไม่มีภาระ นำค่า I_o , V_o และ P_o มาคำนวณหาค่า θ_o

$$\theta_o = \cos^{-1}\left(\frac{P_o}{\sqrt{3}V_o I_o}\right)$$

θ_o แทนค่า มุมระหว่างแรงดัน (V) และกระแสทดสอบขณะไม่มีภาระ (I_o)

กำหนดค่าของกระแสต่อความยาว (เช่นติเมตร) เพื่อเขียนเวกเตอร์ I_o โดยทำมุมล้าหลังแรงดัน (V) มุม θ_o (ระยะ OO')

ขั้นตอนที่ 3

นำข้อมูลจากการทดสอบล่อกรอเตอร์หรือทดสอบลัดวงจร นำค่า I_s , V_s และ P_s มาคำนวณ- หาค่า θ_s

$$\theta_s = \cos^{-1}\left(\frac{P_s}{\sqrt{3}V_s I_s}\right)$$

θ_s แทนค่า มุมระหว่างแรงดัน (V) และกระแสทดสอบขณะลัดวงจรเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าตามพิกัด (I_{SN})

คำนวณหากระแสลัดวงจรเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าตามพิกัด

$$I_{SN} = I_s \left(\frac{V}{V_s} \right) \quad A$$

นำค่ากระแส I_{SN} ไปเทียบว่ามีความยาวเท่าไรตามที่กำหนดค่าไว้ในขั้นตอนที่ 2 แล้วเขียนเวกเตอร์ I_{SN} โดยทำมุมล้าหลังแรงดัน (V) มุม θ_s (ระยะ OA)

ขั้นตอนที่ 4

ลากเส้น $O'D$ ให้ขนานกับแกน X หรือเส้น OX ลากเส้นตรงจาก O' ไปยังจุด A (ปลายเวกเตอร์ I_{SN}) เป็นเส้น $O'A$ หลังจากนั้นแบ่งครึ่งเส้น $O'A$ ที่จุด Z แล้วลากเส้นตั้งฉากจากจุด Z มาที่เส้น $O'D$ ได้จุด C ที่เส้น $O'D$ ทางวงเวียนโดยใช้จุด C เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมลากเส้น-รอบวงของวงกลมโดยผ่านจุด $O'A$ และ D

ขั้นตอนที่ 5

ลากเส้น AF ให้ตั้งฉากกับแกน X หรือเส้น OX

AF หมายถึง กำลังไฟฟ้าลัดวงจรเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าเต็มพิกัด

AF เท่ากับ P_{SN}

$$P_{SN} = P_s \left(\frac{V}{V_s} \right)^2 \quad W$$

วัดความยาวของ AF ว่ามีค่ากี่เซนติเมตร แล้วเอาความยาวของ AF ไปหารค่าของ P_{SN} เพื่อหาค่าออกมาว่าความยาว 1 เซนติเมตรจะมีค่าเท่ากับกี่วัตต์ เพื่อจะใช้เขียนความยาวของ AS

$$1 \text{ Cm(WC)} = \frac{P_{SN}}{AF} \quad W/\text{เซนติเมตร}$$

AS หมายถึง ความยาวของกำลังไฟฟ้าที่พิกัดเมื่อมอเตอร์มีภาระ (Rated Output)

นำค่ากำลังเอาต์พุต (Output) ของมอเตอร์ ไปเทียบหาค่าความยาวว่ามีค่าเท่ากับกี่เซนติเมตรแล้วลากเส้น AS

$$AS = \frac{P_{\text{output}}}{WC} \quad \text{เซนติเมตร}$$

วัดความยาว MP ให้มีความยาวเท่ากับ AS แล้วลากเส้นจากจุด S มายังจุด P

ขั้นตอนที่ 6

จากแผนภาพวงกลม

AF หมายถึง กำลังไฟฟ้าลัดวงจรเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าเต็มพิกัดหรือกำลังอินพุตของมอเตอร์เมื่อทดสอบล๊อคโรเตอร์

BF หมายถึง กำลังไฟฟ้าสูญเสียคงที่ (Fixed losses) ซึ่งประกอบไปด้วยการสูญเสียแรงลมแรงเสียดทานและแกนเหล็ก

AB หมายถึง กำลังไฟฟ้าสูญเสียจากขดลวดทองแดงของมอเตอร์หรือกำลังอินพุตของมอเตอร์เมื่อทดสอบล๊อคโรเตอร์

$$\frac{AH}{HB} = \frac{\text{การสูญเสียขดลวดโรเตอร์}}{\text{การสูญเสียขดลวดสเตเตอร์}}$$

ลากเส้น O'H เส้นนี้เรียกว่า เส้นแรงบิด (Torque Line)

ลากเส้น O'A เส้นนี้เรียกว่า เส้นเอาต์พุต (Output Line)

แบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 3

เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003 หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง ขั้นตอนการเขียนแผนภาพวงกลมของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

คำแนะนำ จงตอบคำถามให้สมบูรณ์ (20 คะแนน)

1. จงอธิบายวิธีการทดสอบขณะไม่มีโหลด (No-load Test) มาพอเข้าใจ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงอธิบายวิธีการทดสอบขณะล๊อคโรเตอร์หรือลัดวงจร (Block Rotor Test or Short Circuit Test) มาพอเข้าใจ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

3. มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 50 Hz 4 ขั้วแม่เหล็ก 380 V นำไปทดสอบขณะไม่มีโหลดได้ข้อมูลดังนี้
ทดสอบไม่มีโหลด 380 V 5 A 1500 W มุมระหว่างกระแสและแรงดันขณะไม่มีโหลด
มีค่าเท่าไร (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

4. มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 50 Hz 4 ขั้วแม่เหล็ก 380 V นำไปทดสอบขณะล๊อคโรเตอร์ได้ข้อมูลดังนี้ ทดสอบล๊อคโรเตอร์ 100 V 15 A 1800 W มุมระหว่างกระแสและแรงดันขณะล๊อคโรเตอร์ มีค่าเท่าไร (5 คะแนน)

[illegible]

แบบประเมินผลก่อนเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง ขั้นตอนการเขียนแผนภาพวงกลมของมอเตอร์เหนี่ยวนำ คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ

2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. การทดสอบข้อใดที่ใช้ในการเขียนแผนภาพ

- ก. การทดสอบไม่มีโหลด
- ข. การทดสอบหาค่าสูญเสียจากแรงเสียดทาน
- ค. การทดสอบหาค่าความเร็วรอบ
- ง. การทดสอบหาค่าสูญเสียจากแรงลม
- จ. การทดสอบหาค่าสูญเสียจากแกนเหล็ก

2. ข้อใดไม่ใช่วัตถุประสงค์ของการเขียนแผนภาพ

- ก. การหาค่าสูญเสียทางกล
- ข. การหาค่ากำลังเอาต์พุตสูงสุด
- ค. การหาค่าความเร็วรอบเมื่อจ่ายโหลดเต็มที่
- ง. การหาค่ากระแสเมื่อจ่ายโหลดเต็มที่
- จ. การหาค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

3. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหากระแสลัดวงจรที่แรงดันปกติ

- | | |
|--|--|
| ก. $I_{SN} = \frac{I_s \times V_s}{V}$ | ข. $I_{SN} = \frac{I_s \times V}{V_s}$ |
| ค. $I_{SN} = \frac{I_O \times V_s}{V}$ | ง. $I_{SN} = \frac{I_O \times V}{V_s}$ |
| จ. $I_{SN} = I_s \left(\frac{V}{V_s}\right)^2$ | |

4. ข้อใดไม่ใช่ผลที่เกิดขึ้นจากการทดสอบไม่มีโหลด

- ก. การสูญเสียในลวดทองแดงของสเตเตอร์เล็กน้อย
- ข. การสูญเสียในแกนเหล็กของสเตเตอร์
- ค. การสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานและแรงลม
- ง. การสูญเสียในลวดทองแดงของโรเตอร์เล็กน้อย
- จ. การสูญเสียเนื่องจากแรงลม

5. ข้อใดไม่ใช่ผลที่เกิดขึ้นจากการทดสอบล๊อคโรเตอร์
 - ก. การสูญเสียในลวดทองแดงของสเตเตอร์
 - ข. การสูญเสียในลวดทองแดงของโรเตอร์
 - ค. การสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานและแรงลม
 - ง. กระแสลัดวงจรที่แรงดันปกติ
 - จ. กำลังไฟฟ้าลัดวงจรที่แรงดันปกติ
6. ข้อใดคือการสูญเสียที่คงที่
 - ก. การสูญเสียที่ขดลวดทองแดงสเตเตอร์
 - ข. การสูญเสียที่ขดลวดทองแดงโรเตอร์
 - ค. การสูญเสียที่แกนเหล็กและขดลวดทองแดงสเตเตอร์
 - ง. การสูญเสียที่แกนเหล็กและขดลวดทองแดงโรเตอร์
 - จ. การสูญเสียที่แกนเหล็กและแรงลม
7. ข้อใดไม่ใช่ในการหาค่ารีแอคแตนซ์สมมูลของมอเตอร์
 - ก. กระแสไฟฟ้าทดสอบล๊อคโรเตอร์
 - ข. แรงดันไฟฟ้าทดสอบล๊อคโรเตอร์
 - ค. อิมพีแดนซ์สมมูลของมอเตอร์
 - ง. ความเร็วรอบเมื่อมอเตอร์ทำงานเต็มพิกัด
 - จ. ความต้านทานสมมูลของมอเตอร์
8. ข้อใดไม่ใช่ขั้นตอนการเขียนแผนภาพวงกลม
 - ก. เขียนแกน X และแกน Y
 - ข. หาค่ามูมเพาเวอร์แฟกเตอร์ขณะไม่มีโหลด
 - ค. หาค่ามูมเพาเวอร์แฟกเตอร์ขณะมีโหลด
 - ง. หาค่ากระแสล๊อคโรเตอร์ที่แรงดันพิกัด
 - จ. หาค่าความเร็วรอบมอเตอร์ที่พิกัด

9. การกำหนดกระแสไฟฟ้าที่แอมป์เท่ากับความยาวที่เซนติเมตรเราทำได้อย่างไร

- ก. คำนวณจากกระแสไม่มีภาระ
- ข. คำนวณจากกระแสมีภาระของสเตเตอร์
- ค. คำนวณจากกระแสล่อโรเตอร์
- ง. กำหนดขึ้นมาว่าจะเอากระแสที่แอมป์ต่อความยาวที่เซนติเมตร
- จ. คำนวณจากกระแสล่อโรเตอร์เมื่อแรงดันพิกัด

10. การกำหนดกำลังไฟฟ้าที่วัตต์เท่ากับความยาวที่เซนติเมตร เราทำได้อย่างไร

- ก. คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าขณะไม่มีภาระ
- ข. คำนวณหาจากค่ากำลังไฟฟ้าล่อโรเตอร์ที่แรงดันพิกัด
- ค. คำนวณหาจากค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ขดลวดทองแดงทั้งหมด
- ง. คำนวณหาจากกำลังอินพุตที่ป้อนให้มอเตอร์
- จ. กำหนดขึ้นมาว่าจะเอากำลังไฟฟ้าที่วัตต์ต่อความยาวที่เซนติเมตร

แบบประเมินผลหลังเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง ขั้นตอนการเขียนแผนภาพวงกลมของมอเตอร์เหนี่ยวนำ คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ

2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดไม่ใช่ผลที่เกิดขึ้นจากการทดสอบล๊อคโรเตอร์

- ก. การสูญเสียในลวดทองแดงของสเตเตอร์
- ข. การสูญเสียในลวดทองแดงของโรเตอร์
- ค. การสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานและแรงลม
- ง. กระแสลัดวงจรที่แรงดันปกติ
- จ. กำลังไฟฟ้าลัดวงจรที่แรงดันปกติ

2. ข้อใดคือการสูญเสียที่คงที่

- ก. การสูญเสียที่ขดลวดทองแดงสเตเตอร์
- ข. การสูญเสียที่ขดลวดทองแดงโรเตอร์
- ค. การสูญเสียที่แกนเหล็กและขดลวดทองแดงสเตเตอร์
- ง. การสูญเสียที่แกนเหล็กและขดลวดทองแดงโรเตอร์
- จ. การสูญเสียที่แกนเหล็กและแรงลม

3. ข้อใดไม่ใช่ในการหาค่ารีแอคแตนซ์สมมูลของมอเตอร์

- ก. กระแสไฟฟ้าทดสอบล๊อคโรเตอร์
- ข. แรงดันไฟฟ้าทดสอบล๊อคโรเตอร์
- ค. อิมพีแดนซ์สมมูลของมอเตอร์
- ง. ความเร็วรอบเมื่อมอเตอร์ทำงานเต็มพิกัด
- จ. ความต้านทานสมมูลของมอเตอร์

4. ข้อใดไม่ใช่ขั้นตอนการเขียนแผนภาพวงกลม

- ก. เขียนแกน X และแกน Y
- ข. หาค่ามุมเพาเวอร์แฟกเตอร์ขณะไม่มีโหลด
- ค. หาค่ามุมเพาเวอร์แฟกเตอร์ขณะมีโหลด
- ง. หาค่ากระแสล๊อคโรเตอร์ที่แรงดันพิกัด
- จ. หาค่าความเร็วรอบมอเตอร์ที่พิกัด

5. การทดสอบข้อใดที่ใช้ในการเขียนแผนภาพ

- ก. การทดสอบไม่มีโหลด
- ข. การทดสอบหาค่าสูญเสียจากแรงเสียดทาน
- ค. การทดสอบหาค่าความเร็วรอบ
- ง. การทดสอบหาค่าสูญเสียจากแรงลม
- จ. การทดสอบหาค่าสูญเสียจากแกนเหล็ก

6. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่วัตถุประสงค์ของการเขียนแผนภาพ

- ก. การหาค่าสูญเสียทางกล
- ข. การหาค่ากำลังเอาต์พุตสูงสุด
- ค. การหาค่าความเร็วรอบเมื่อจ่ายโหลดเต็มที่
- ง. การหาค่ากระแสเมื่อจ่ายโหลดเต็มที่
- จ. การหาค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

7. ข้อใดต่อไปนี้คือสูตรที่ใช้ในการหากระแสลัดวงจรที่แรงดันปกติ

- | | |
|--|--|
| ก. $I_{SN} = \frac{I_s \times V_s}{V}$ | ข. $I_{SN} = \frac{I_s \times V}{V_s}$ |
| ค. $I_{SN} = \frac{I_o \times V_s}{V}$ | ง. $I_{SN} = \frac{I_o \times V}{V_s}$ |
| จ. $I_{SN} = I_s \left(\frac{V}{V_s}\right)^2$ | |

8. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่ผลที่เกิดขึ้นจากการทดสอบไม่มีโหลด

- ก. การสูญเสียในลวดทองแดงของสเตเตอร์เล็กน้อย
- ข. การสูญเสียในแกนเหล็กของสเตเตอร์
- ค. การสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานและแรงลม
- ง. การสูญเสียในลวดทองแดงของโรเตอร์เล็กน้อย
- จ. การสูญเสียเนื่องจากแรงลม

9. การกำหนดกระแสที่แอมป์เท่ากับความยาวที่เซนติเมตรเราทำได้อย่างไร

- ก. คำนวณจากกระแสไม่มีภาระ
- ข. คำนวณจากกระแสมีภาระของสเตเตอร์
- ค. คำนวณจากกระแสลัดโรเตอร์
- ง. กำหนดขึ้นมว่าจะเอากระแสที่แอมป์ต่อความยาวที่เซนติเมตร
- จ. คำนวณจากกระแสลัดโรเตอร์เมื่อแรงดันพิกัด

10. การกำหนดกำลังไฟฟ้าที่วัดได้เท่ากับความยาวที่เซนติเมตร เราทำได้อย่างไร

- ก. คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าขณะไม่มีภาระ
- ข. คำนวณหาจากค่ากำลังไฟฟ้าสล็อตโรเตอร์ที่แรงดันพิกัด
- ค. คำนวณหาจากค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ขดลวดทองแดงทั้งหมด
- ง. คำนวณหาจากกำลังอินพุตที่ป้อนให้มอเตอร์
- จ. กำหนดขึ้นมาจากค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้ต่อความยาวที่เซนติเมตร

แบบประเมินผลภาคทฤษฎี สัปดาห์ที่ 13

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

จำนวน 28 ชั่วโมง

ชื่อเรื่อง ขั้นตอนการเขียนแผนภาพวงกลมของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชื่อ – นามสกุลชั้นและกลุ่ม.....

ลำดับ ที่	การประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	วิธีการ
1	ทดสอบก่อนเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
2	ทดสอบหลังเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
3	คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์			
	3.1 ตรงต่อเวลา	2		สังเกต
	3.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย	2		สังเกต
	3.3 รับผิดชอบต่อหน้าที่	2		สังเกต
	3.4 ความสนใจ ใฝ่รู้	2		สังเกต
	3.5 มนุษยสัมพันธ์	2		สังเกต
4	แบบฝึกหัดทำถูกต้องครบถ้วนและส่งตรงเวลา	20		ทำแบบฝึกหัด
รวม		50		

สรุปการประเมิน ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านการประเมินคะแนนต้องได้ไม่ต่ำกว่า 60% หรือเท่ากับ 30 คะแนน

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

	ใบความรู้ที่ 14	หน่วยที่ 3
	วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2	สัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย : มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส	จำนวนคาบรวม 28 ชม.
ชื่อเรื่อง : การหาปริมาณต่าง ๆ และการหาปริมาณสูงสุดจาก แผนภาพวงกลม		จำนวนคาบ 2 ชม.
จุดประสงค์การสอน		รายการสอน
จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และมีเจตคติที่ดีใน เรื่องการหาปริมาณต่าง ๆ และการหาปริมาณสูงสุดจากแผนภาพวงกลม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักศึกษาเรียนจบแล้วสามารถ 1. อธิบายการหาปริมาณต่าง ๆ และการหาปริมาณสูงสุดจากแผนภาพวงกลม 2. มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 2.1 ตรงต่อเวลา 2.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย 2.3 มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ 2.4 มีความสนใจใฝ่รู้ 2.5 มนุษยสัมพันธ์		การหาปริมาณต่าง ๆ และการหาปริมาณสูงสุดจากแผนภาพวงกลม

2. กำลังเอาต์พุตสูงสุด (Maximum Output)

ลากเส้นตั้งฉากจากจุด Z บนเส้นเอาต์พุตมาที่จุด C และลากย้อนมาสัมผัสกับเส้นรอบวงตรงจุด G แล้วลงเป็นเส้นตั้งฉากกับแกน X ตัดเส้นเอาต์พุตที่จุด R แล้ววัดความยาวจากจุด G ถึงจุด R หลังจากนั้นนำไปเทียบค่ากำลังไฟฟ้าจากขั้นตอนการเขียนแผนภาพขั้นตอนที่ 5

$$P_{out(max)} = GR \times \text{กำลังไฟฟ้าต่อเซนติเมตร} \quad W$$

3. แรงบิดสูงสุด (Maximum Torque)

ลากเส้นตั้งฉากจากจุด T บนเส้นแรงบิด (Torque Line) มาที่จุด C และลากย้อนมาสัมผัสกับเส้นรอบวงตรงจุด U แล้วลากลงเป็นเส้นตั้งฉากกับแกน X ตัดเส้นแรงบิดที่จุด W แล้ววัดความยาวจากจุด U ถึงจุด W แล้วนำไปเทียบค่ากำลังไฟฟ้าจากขั้นตอนการเขียนแผนภาพขั้นตอนที่ 5 หลังจากนั้นนำค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้ไปคำนวณหาแรงบิดสูงสุด

$$P_{m(max)} = UW \times \text{กำลังไฟฟ้าต่อเซนติเมตร} \quad W$$

$$T_{m(max)} = \frac{P_{m(max)} \times 60}{2\pi N_r} \quad N\cdot m$$

ตัวอย่างที่ 3.6 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 40 B.H.P. (29.84 kW) 50 Hz 1480 rpm. ขดลวดสเตเตอร์ ต่อแบบเดลตา ข้อมูลจากจากทดสอบดังต่อไปนี้

ทดสอบขณะไม่มีโหลด 415 V 21 A 1250 W

ทดสอบขณะล๊อคโรเตอร์ 100 V 45 A 2730 W

ให้เขียนแผนภาพวงกลมและหาค่าต่อไปนี้

ก. กระแสและเพาเวอร์แฟกเตอร์เมื่อจ่ายโหลดเต็มพิกัด

ข. เอาต์พุตสูงสุด

ค. แรงบิดสูงสุด

กำหนดให้การสูญเสียขดลวดทองแดงของสเตเตอร์และโรเตอร์มีค่าเท่ากัน

ขั้นตอนที่ 1

เขียนแกน X และแกน Y แล้วเขียนเวกเตอร์ของแรงดัน (V) ในแกน Y

ขั้นตอนที่ 2

นำข้อมูลจากการทดสอบไม่มีภาระนำค่า I_o , V_o และ P_o มาคำนวณหาค่า θ_o

$$\theta_o = \cos^{-1} \left(\frac{P_o}{\sqrt{3} V_o I_o} \right)$$

$$= \cos^{-1}\left(\frac{1250}{\sqrt{3} \times 415 \times 21}\right)$$

$$= 82.25^\circ$$

กำหนดค่าของกระแส 21 A ต่อความยาว 1.5 เซนติเมตร เขียนความยาวของเวกเตอร์ I_o (ระยะ OO') โดยมีความยาว 1.5 เซนติเมตร โดยทำมุมล้าหลังแรงดัน (V) เป็นมุม $\theta_o = 85.25^\circ$

ขั้นตอนที่ 3

นำข้อมูลจากการทดสอบล๊อคโรเตอร์หรือลัดวงจรมาคำนวณหาค่า θ_s

$$\theta_o = \cos^{-1}\left(\frac{P_s}{\sqrt{3}V_s I_s}\right)$$

$$= \cos^{-1}\left(\frac{2730}{\sqrt{3}V_s I_s}\right)$$

$$= 69.49^\circ$$

คำนวณหากระแสลัดวงจรเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าตามปกติ

$$I_{SN} = I_s \times \left(\frac{V}{V_s}\right)$$

$$= 45 \left(\frac{415}{100}\right)$$

$$= 186.75 \quad \text{A}$$

กระแส 186.75 A คิดเป็นความยาวก็เซนติเมตร

กระแส 21 A เท่ากับความยาว = 1.5 เซนติเมตร

กระแส 186.75 A เท่ากับความยาว = $\frac{1.5 \times 186.75}{21}$

$$= 13.33 \quad \text{เซนติเมตร}$$

หลังจากนั้นเขียนเวกเตอร์ I_{SN} (ระยะ OA) โดยทำมุมล้าหลังแรงดัน (V) เป็นมุม $\theta_s = 69.49^\circ$

ขั้นตอนที่ 4

ลากเส้น $O'D$ ให้ขนานกับแกน X หรือเส้น OX ลากเส้นตรง O' ไปยังจุด A (ปลายเวกเตอร์ I_{SN}) เป็นเส้น $O'A$ หลังจากนั้นแบ่งครึ่งเส้น $O'A$ ที่จุด Z แล้วลากเส้นตั้งฉากจากจุด Z มาเส้น $O'D$ ได้จุด C ที่เส้น $O'D$ ทางวงเวียนโดยใช้จุด C เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมลากเส้นรอบวงของวงกลมโดยผ่านจุด A และจุด D

ขั้นตอนที่ 5

ลากเส้น AF ให้ตั้งฉากกับแกน X หรือเส้น OX , AF เท่ากับ P_{SN}

$$\begin{aligned} P_{SN} &= P_s \times \left(\frac{V}{V_s} \right)^2 & W \\ &= 2730 \left(\frac{415}{100} \right)^2 \\ &= 47017.42 & W \end{aligned}$$

วัดความยาวของ AF มีค่าเท่ากับ 6.5 เซนติเมตร แล้วเอาความยาว AF ไปหารค่า P_{SN} เพื่อเทียบค่าว่า 1 เซนติเมตร เท่ากับกี่วัตต์

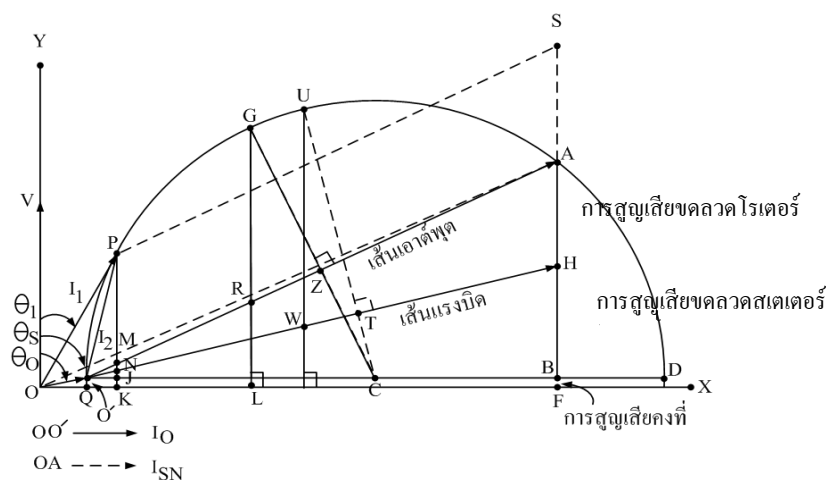
$$\begin{aligned} 1 \text{ เซนติเมตร} &= \frac{P_{SN}}{AF (6.5 \text{ เซนติเมตร})} \\ &= \frac{47017.42}{6.5} \\ &= 7233.45 & W/\text{เซนติเมตร} \end{aligned}$$

นำค่ากำลังเอาต์พุตของมอเตอร์ไปเทียบหาค่าความยาวว่ามีค่ากี่เซนติเมตร แล้วลากเส้น AS คือเท่ากับ 4.2 เซนติเมตร แล้วลากจุด S มายังจุด P

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{P_{\text{output}}}{WC} & \text{เซนติเมตร} \\ &= \frac{40 \times 746}{7233.45} \\ &= 4.12 & \text{เซนติเมตร} \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 6

จากโจทย์กำหนดการสูญเสียขดลวดทองแดงของสเตเตอร์และโรเตอร์มีค่าเท่ากัน วัฏระยะ AB มีความยาวเท่าไรแบ่งครั้งที่จุด H ลากเส้น O' ไปยังจุด H



รูปที่ 3.12 การหาค่าปริมาณต่างๆ และปริมาณสูงสุด

จากแผนภาพหาค่าต่อไปนี้

ก. กระแสและเพาเวอร์แฟกเตอร์เมื่อจ่ายโหลดเต็มพิกัด

กระแสที่จ่ายให้มอเตอร์หาได้จากการวัดความยาวของ OP แล้วนำไปคูณกับค่าที่กำหนดว่าความยาว 1.5 เซนติเมตร เท่ากับกระแส 21 A

$$\begin{aligned}
 \text{OP} &= 4.5 && \text{เซนติเมตร} \\
 1.5 \text{ เซนติเมตร} &= 21 && \text{A} \\
 4.5 \text{ เซนติเมตร} &= \frac{21 \times 4.5}{1.5} && \text{A} \\
 I_1 &= 63 && \text{A} \quad \text{ตอบ} \\
 \cos \theta_1 &= \frac{KP}{OP} \\
 &= \frac{4}{4.5} \\
 \cos \theta_1 &= 0.88 && \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

ข. เอาต์พุตสูงสุด

$$\begin{aligned}
 \text{GR} &= 5 && \text{เซนติเมตร} \\
 1 \text{ เซนติเมตร} &= 7233.45 && \text{W} \\
 5 \text{ เซนติเมตร} &= 7233.45 \times 5 \\
 P_{\text{out(max)}} &= 36167.25 && \text{W} \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

ค. แรงบิดสูงสุด

$$\begin{aligned}
 \text{UW} &= 6.5 && \text{เซนติเมตร} \\
 1 \text{ เซนติเมตร} &= 7233.45 && \text{W} \\
 6.5 \text{ เซนติเมตร} &= 7233.45 \times 6.5 \\
 P_{\text{m(max)}} &= 47017.42 && \text{W} \\
 T_{\text{m(max)}} &= \frac{P_{\text{m(max)}} \times 60}{2\pi N_r} && \text{N-m} \\
 &= \frac{47017.42 \times 60}{2\pi \times 1480} \\
 T_{\text{m(max)}} &= 3034.47 && \text{N-m} \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

แบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 3

เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003 หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง การหาปริมาณต่าง ๆ และการหาปริมาณสูงสุดจากแผนภาพวงกลม

คำแนะนำ จงตอบคำถามให้สมบูรณ์ (20 คะแนน)

1. จงอธิบายวิธีการหาค่ากำลังเอาต์พุตสูงสุด มาพอเข้าใจ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

2. จงอธิบายวิธีการหาค่าแรงบิดสูงสุด มาพอเข้าใจ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

3. มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 V 20 Hp 4 pole มีข้อมูลที่อ่านได้จากการทดสอบดังนี้

ขณะไม่มีโหลด 380 V 1 kW 9 A

ขณะลัดวงจร 150 V 2 kW 25 A

ให้เขียนแผนภาพวงกลม หา ค่ากระแสไฟฟ้าขณะที่มีโหลดเต็มที่เพาเวอร์แฟกเตอร์ และ
กำลังเอาต์พุตสูงสุด โดยการหาจากแผนภาพวงกลม (16 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลก่อนเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง การหาปริมาณต่าง ๆ และการหาปริมาณสูงสุดจากแผนภาพวงกลม คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุด ในกระดาษคำตอบ

2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหาค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ในขณะที่ไม่มีโหลด

ก. $\cos\theta_o = \frac{P_o}{3\sqrt{V_o I_o}}$

ข. $\cos\theta_o = \frac{P_o}{3V_o I_o}$

ค. $\cos\theta_o = \frac{P_o}{\sqrt{3}\sqrt{V_o I_o}}$

ง. $\cos\theta_o = \frac{P_o}{\sqrt{3}V_o I_o}$

จ. $\cos\theta_o = \frac{2P_o}{\sqrt{3}V_o I_o}$

2. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหาค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ในขณะล่อกรอเตอร์

ก. $\cos\theta_s = \frac{P_s}{\sqrt{3}V_s I_s}$

ข. $\cos\theta_s = \frac{P_s}{3V_s I_s}$

ค. $\cos\theta_s = \frac{P_s}{\sqrt{3}\sqrt{V_s I_s}}$

ง. $\cos\theta_s = \frac{P_s}{\sqrt{V_s I_s}}$

จ. $\cos\theta_s = \frac{2P_s}{\sqrt{3}V_s I_s}$

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 3 ถึง ข้อ 5 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 440 V มีข้อมูลที่อ่านได้จากการทดสอบดังนี้

ขณะไม่มีโหลด 440 V 1 kW 7 A

ขณะล่อกรอเตอร์ 110 V 1.2 kW 28 A

ให้เขียนแผนภาพวงกลมเมื่อมอเตอร์ตัวนี้ทำงานปกติที่ 3.73 kW

3. มุมต่างเฟสขณะไม่มีโหลดมีค่าเท่าไร

ก. 79.2°

ข. 77°

ค. 69.2°

ง. 66°

จ. 59.3°

4. มุมต่างเฟสขณะล่อกรอเตอร์มีค่าเท่าไร

ก. 79.2°

ข. 77°

ค. 69.2°

ง. 66°

จ. 59.3°

5. กระแสลัดวงจรที่แรงดันปกติมีค่าเท่าไร

ก. 28 A

ข. 79 A

ค. 112 A

ง. 196 A

6. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าล่อกรอเตอร์เมื่อป้อนแรงดันที่พิกัด

ก. $P_{SN} = P_s \times \frac{V}{V_s}$

ข. $P_{SN} = P_s \times P_s \left(\frac{V}{V_s} \right)^2$

ค. $P_{SN} = P_s \times \frac{V_s}{V}$

ง. $P_{SN} = P_s \times P_s \left(\frac{V}{V_s} \right)^2$

จ. $P_{SN} = P_s \times \frac{I_s}{I_{SN}}$

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 7 ถึง ข้อ 10 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 V 50 Hz 6 ขั้ว 5 HP ข้อมูลจากการทดสอบมีดังนี้

ขณะไม่มีภาระ 380 V 5 A 1.5 kW ขณะล่อกรอเตอร์ 100 V 15 A 1.8 kW

7. ค่ามุมเพาเวอร์แฟกเตอร์ขณะไม่มีภาระมีค่าเท่าไร

ก. 41.8°

ข. 46.1°

ค. 54.4°

ง. 58.2°

จ. 62.8°

8. มุมเพาเวอร์แฟกเตอร์ขณะล่อกรอเตอร์มีค่าเท่าไร

ก. 41.8°

ข. 46.1°

ค. 54.4°

ง. 58.2°

จ. 62.8°

9. กระแสล่อกรอเตอร์ที่แรงดันพิกัดมีค่าเท่าไร

ก. 45 A

ข. 48 A

ค. 51 A

ง. 57 A

จ. 63 A

10. กำลังไฟฟ้าล่อกรอเตอร์ที่แรงดันพิกัดมีค่าเท่าไร

ก. 26 kW

ข. 29 kW

ค. 31 kW

ง. 35 kW

จ. 43 kW

แบบประเมินผลหลังเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง การหาปริมาณต่าง ๆ และการหาปริมาณสูงสุดจากแผนภาพวงกลม คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาดคำตอบ

2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าล่อกรอเตอร์เมื่อป้อนแรงดันที่พิกัด

ก. $P_{SN} = P_s \times \frac{V}{V_s}$

ข. $P_{SN} = P_s \times P_s \left(\frac{V}{V_s} \right)^2$

ค. $P_{SN} = P_s \times \frac{V_s}{V}$

ง. $P_{SN} = P_s \times P_s \left(\frac{V}{V_s} \right)^2$

จ. $P_{SN} = P_s \times \frac{I_s}{I_{SN}}$

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 2 ถึง ข้อ 4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 V 50 Hz 6 ขั้ว 5

HP ข้อมูลจากการทดสอบมีดังนี้

ขณะไม่มีภาระ 380 V 5 A 1.5 kW ขณะล่อกรอเตอร์ 100 V 15 A 1.8 kW

2. ค่ามุมเพาเวอร์แฟกเตอร์ขณะไม่มีภาระมีค่าเท่าไร

ก. 41.8°

ข. 46.1°

ค. 54.4°

ง. 58.2°

จ. 62.8°

3. มุมเพาเวอร์แฟกเตอร์ขณะล่อกรอเตอร์มีค่าเท่าไร

ก. 41.8°

ข. 46.1°

ค. 54.4°

ง. 58.2°

จ. 62.8°

4. กระแสล่อกรอเตอร์ที่แรงดันพิกัดมีค่าเท่าไร

ก. 45 A

ข. 48 A

ค. 51 A

ง. 57 A

จ. 63 A

5. กำลังไฟฟ้าล่อกรอเตอร์ที่แรงดันพิกัดมีค่าเท่าไร

ก. 26 kW

ข. 29 kW

ค. 31 kW

ง. 35 kW

จ. 43 kW

6. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหาค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ในขณะที่ไม่มีโหลด

ก. $\cos\theta_o = \frac{P_o}{3\sqrt{V_o I_o}}$

ข. $\cos\theta_o = \frac{P_o}{3V_o I_o}$

ค. $\cos\theta_o = \frac{P_o}{\sqrt{3}\sqrt{V_o I_o}}$

ง. $\cos\theta_o = \frac{P_o}{\sqrt{3}V_o I_o}$

จ. $\cos\theta_o = \frac{2P_o}{\sqrt{3}V_o I_o}$

7. ข้อใดคือสูตรที่ใช้ในการหาค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ในขณะล่อกรอเตอร์

ก. $\cos\theta_s = \frac{P_s}{\sqrt{3}V_s I_s}$

ข. $\cos\theta_s = \frac{P_s}{3V_s I_s}$

ค. $\cos\theta_s = \frac{P_s}{\sqrt{3}\sqrt{V_s I_s}}$

ง. $\cos\theta_s = \frac{P_s}{\sqrt{V_s I_s}}$

จ. $\cos\theta_s = \frac{2P_s}{\sqrt{3}V_s I_s}$

จากโจทย์ต่อไปนี้นำไปใช้ตอบคำถามข้อ 8 ถึง ข้อ 10 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 440 V มีข้อมูล
ที่อ่านได้จากการทดสอบดังนี้

ขณะไม่มีโหลด 440 V 1 kW 7 A

ขณะล่อกรอเตอร์ 110 V 1.2 kW 28 A

ให้เขียนแผนภาพวงกลมเมื่อมอเตอร์ตัวนี้ทำงานปกติที่ 3.73 kW

8. มุมต่างเฟสขณะไม่มีโหลดมีค่าเท่าไร

ก. 79.2°

ข. 77°

ค. 69.2°

ง. 66°

จ. 59.3°

9. มุมต่างเฟสขณะล่อกรอเตอร์มีค่าเท่าไร

ก. 79.2°

ข. 77°

ค. 69.2°

ง. 66°

จ. 59.3°

10. กระแสลัดวงจรที่แรงดันปกติมีค่าเท่าไร

ก. 28 A

ข. 79 A

ค. 112 A

ง. 196 A

จ. 212 A

แบบประเมินผลภาคทฤษฎี สัปดาห์ที่ 14

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

จำนวน 28 ชั่วโมง

ข้อเรื่อง การหาปริมาณต่างๆ และการหาปริมาณสูงสุดจากแผนภาพวงกลม

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชื่อ – นามสกุลชั้นและกลุ่ม.....

ลำดับ ที่	การประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	วิธีการ
1	ทดสอบก่อนเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
2	ทดสอบหลังเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
3	คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์			
	3.1 ตรงต่อเวลา	2		สังเกต
	3.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย	2		สังเกต
	3.3 รับผิดชอบต่อหน้าที่	2		สังเกต
	3.4 ความสนใจ ใฝ่รู้	2		สังเกต
	3.5 มนุษยสัมพันธ์	2		สังเกต
4	แบบฝึกหัดทำถูกต้องครบถ้วนและส่งตรงเวลา	20		ทำแบบฝึกหัด
รวม		50		

สรุปการประเมิน ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านการประเมินคะแนนต้องได้ไม่ต่ำกว่า 60% หรือเท่ากับ 30 คะแนน

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

	ใบความรู้ที่ 15	หน่วยที่ 3
	วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2	สัปดาห์ที่ 15
	ชื่อหน่วย : มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส	จำนวนคาบรวม 28 ชม.
ชื่อเรื่อง : การเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำ		จำนวนคาบ 2 ชม.
จุดประสงค์การสอน		รายการสอน
จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ นักศึกษา มีความรู้ ความเข้าใจ และมีเจตคติที่ดีใน เรื่องการเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักศึกษาเรียนจบแล้วสามารถ - อธิบายตัวอย่างการเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำได้ - มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรงต่อเวลา - แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย - มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ - มีความสนใจใฝ่รู้ - มนุษยสัมพันธ์		การเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำ

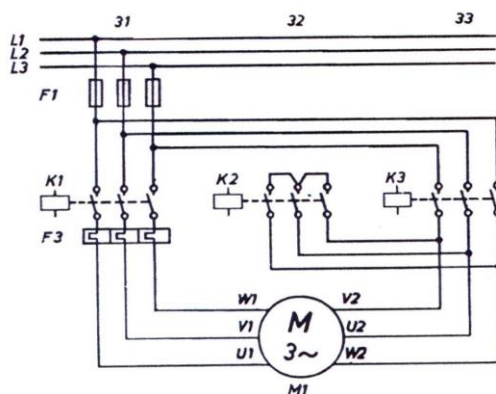
มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส (Three-phase Induction Motor)

3.7 การเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำโรเตอร์แบบกรงกระรอก (Starting of Squirrel Cage Rotor Induction Motor)

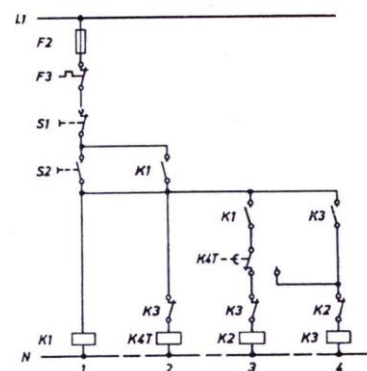
มอเตอร์เหนี่ยวนำขนาดเล็กซึ่งมีพิกัดไม่เกิน 5 แรงม้า เราสามารถเริ่มหมุนมอเตอร์ได้โดยตรง แต่ถ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำขนาดใหญ่พิกัดสูงกว่า 5 แรงม้าขึ้นไป การเริ่มหมุนต้องมีการจำกัดกระแสขณะเริ่มหมุน เพราะถ้าเราเริ่มหมุนโดยตรงกระแสเริ่มหมุนจะมีค่าประมาณ 5-7 เท่าของกระแสที่ภาระเต็มพิกัด และมีแรงบิดประมาณ 1.5-2.5 เท่าของแรงบิดที่ภาระเต็มพิกัดกระแสเริ่มหมุนที่มีค่าจำนวนมากนี้ จะทำให้เกิดปัญหาได้ คือ เกิดแรงดันไฟฟ้าตกในระบบทำให้เกิดความเสียหายแก่โหลดอื่น เกิดอันตรายกับมอเตอร์ จากปัญหาต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น จึงต้องเริ่มหมุนด้วยวิธีการจำกัดกระแสด้วยวิธีต่างๆ ต่อไปนี้

3.7.1 การเริ่มหมุนด้วยวิธีสตาร์-เดลตา (Star-Delta Starting)

วิธีการจำกัดกระแสโดยการลดแรงดันไฟฟ้าในขณะเริ่มหมุนที่นิยมใช้มากที่สุด คือ การเริ่มหมุนแบบสตาร์-เดลตา วิธีนี้ขณะเริ่มหมุนจะต่อขดลวดสเตเตอร์แบบสตาร์เพื่อเป็นการลดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวดที่สเตเตอร์เป็นแรงดันไฟฟ้าต่อเฟสโดยลดลง $\sqrt{3}$ เท่าของแรงดันไฟฟ้าระหว่างสาย เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนได้ประมาณ 3-5 วินาที อุปกรณ์ควบคุมจะเปลี่ยนวงจรการต่อขดลวดที่สเตเตอร์เป็นแบบเดลตา การเริ่มหมุนวิธีนี้จะช่วยลดกระแสในสายลงเหลือ 33% ของการใช้แรงดันไฟฟ้าที่พิกัด แรงบิดขณะเริ่มหมุนก็จะลดลงเหลือ 33% ของแรงดันไฟฟ้าที่พิกัด วงจรการควบคุมแบบสตาร์-เดลตา ดังรูปที่ 3.13



(ก) วงจรกำลัง

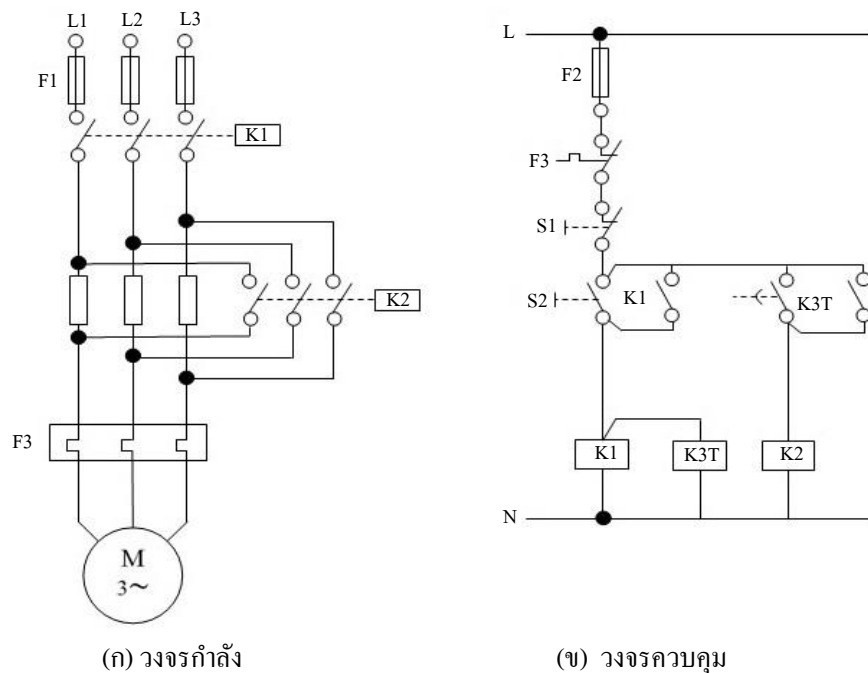


(ข) วงจรควบคุม

รูปที่ 3.13 วงจรการเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบสตาร์-เดลตา
(ทีมา ; ปราโมทย์ สันติโรจนกุล ม.ป.ป. : 218)

3.7.2 การเริ่มหมุนโดยใช้ความต้านทานต่ออนุกรมกับมอเตอร์ (Primary Resistance Starting)

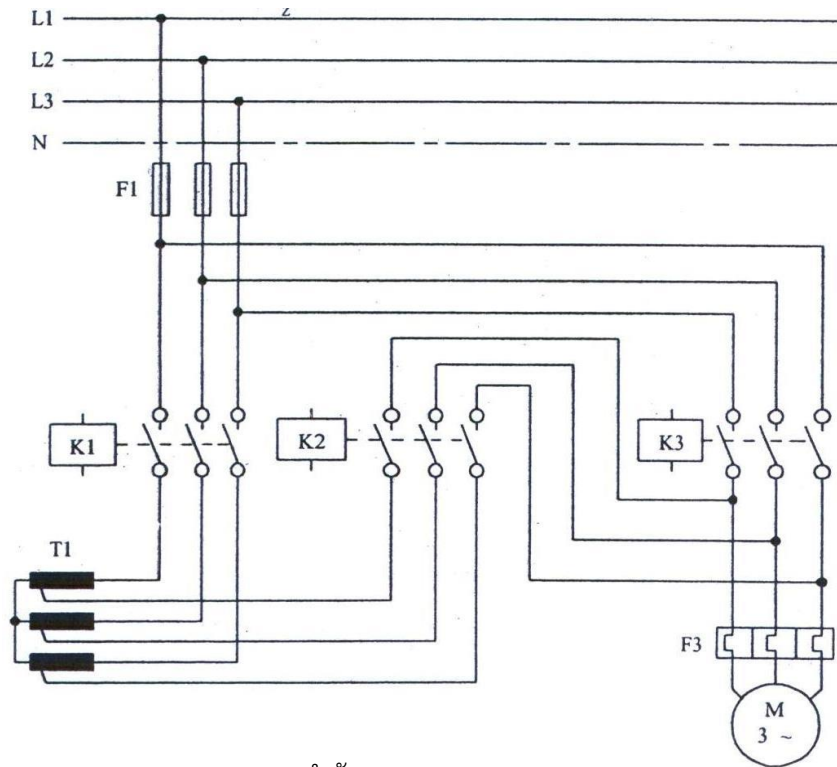
วิธีการเริ่มหมุนโดยใช้ความต้านทานต่ออนุกรมกับมอเตอร์ เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนกระแสจะมีค่าสูงทำให้มีแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทานมีค่าสูง ทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วมอเตอร์ลดลง กระแสที่จ่ายให้มอเตอร์ก็จะลดลง เมื่อการเริ่มหมุนผ่านไปแล้ววงจรควบคุมก็จะต่อวงจรมอเตอร์ใหม่ โดยไม่ผ่านความต้านทานมอเตอร์ก็จะรับแรงดันเต็มพิกัด และสร้างแรงบิดเต็มพิกัด วงจรการควบคุมดังรูปที่ 3.14



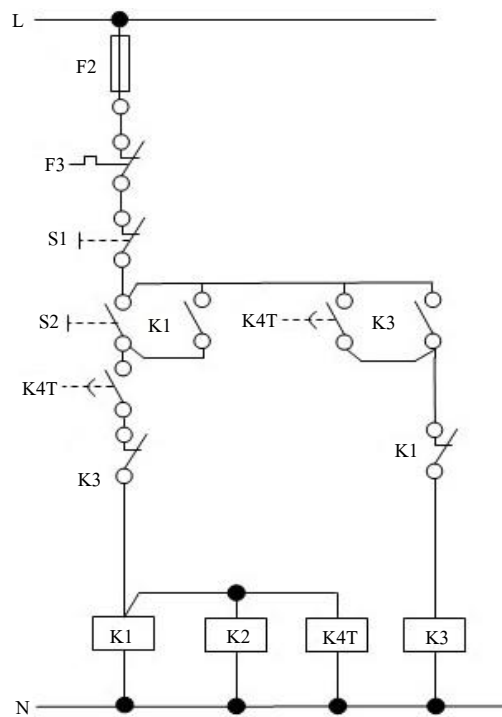
รูปที่ 3.14 วงจรเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำโดยใช้ความต้านทานต่ออนุกรม

3.7.3 การเริ่มหมุนโดยใช้หม้อแปลงแบบออโต (Auto Transformer Starting)

การเริ่มหมุนโดยใช้หม้อแปลงแบบออโต การเริ่มหมุนแบบนี้บางครั้งก็เรียกว่า ออโต-สตาร์ทเตอร์หรือคอมเพนเซเซอร์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยหม้อแปลงแบบออโต และสวิตช์โยกหรือชุดควบคุมด้วยคอนแทกเตอร์ การเริ่มเดินทำได้โดยการให้คอนแทกเตอร์ K1 และ K2 ทำงาน แรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์จะผ่านจากชุดหม้อแปลงออโตเพื่อลดแรงดัน หลังจากนั้นประมาณ 3-5 วินาที คอนแทกเตอร์ K3 ทำงาน คัดวงจรของคอนแทกเตอร์ K1 และ K2 ทำให้มอเตอร์รับแรงดันเต็มที่ วงจรการควบคุม ดังรูปที่ 3.15



(ก) วงจรกำลัง

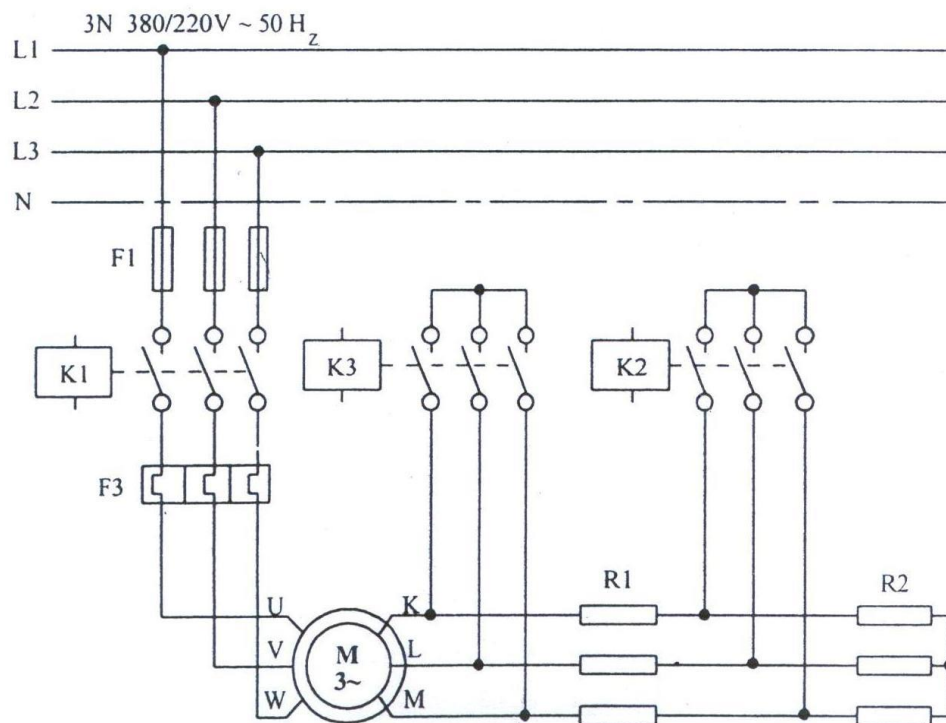


(ข) วงจรควบคุม

รูปที่ 3.15 วงจรเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำโดยใช้หม้อแปลงออโต
(ที่มา ; วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม 2544 : 203)

3.7.4 การเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำโรเตอร์แบบวาวด์ (Starting of Wound Rotor Induction Motor)

การเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำโรเตอร์แบบวาวด์หรือสลลิ่งมอเตอร์ (Slip-ring Motor) นอกจากควบคุมวงจรทางด้านสเตเตอร์แล้ว ยังต้องควบคุมการเริ่มหมุนจากวงจรทางด้านโรเตอร์ด้วย การควบคุมวงจรทางด้านโรเตอร์คือการต่อความต้านทานเข้าไปเพื่อช่วยในการเริ่มหมุนถ้าเราปรับค่าความต้านทานภายนอกให้มีค่าสูง กระแสที่ไหลในวงจรโรเตอร์มีค่าน้อย มอเตอร์ก็จะหมุนด้วยความเร็วรอบต่ำ หลังจากที่เราลดความต้านทานภายนอกลง มอเตอร์ก็จะหมุนเร็วขึ้น นอกจากนั้น ความต้านทานที่นำมาต่อกับโรเตอร์ยังช่วยทำให้แรงบิดเริ่มหมุนมีค่าสูงด้วย วงจรการควบคุม ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 วงจรเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำโรเตอร์แบบวาวด์

(ที่มา ; วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม 2544 : 233)

แบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 3

แบบประเมินผลก่อนเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง การเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำ

คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ
2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ทำไมมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ที่มีพิกัดกำลังสูงกว่า 5 แรงม้าจึงไม่เริ่มหมุนโดยตรง
 - ก. ค่าใช้จ่ายในการหาอุปกรณ์ควบคุมมีค่าสูง
 - ข. แรงบิดเริ่มหมุนจะมีค่าต่ำ
 - ค. ความเร็วรอบของมอเตอร์จะสูงมากเกินไป
 - ง. แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์จะมีค่าต่ำเกินไป
 - จ. กระแสไฟฟ้าขณะเริ่มหมุนจะมีค่าสูง
2. การเริ่มเดินมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ที่มีพิกัดสูงกว่า 5 แรงม้า กระแสเริ่มหมุนจะมีค่าเป็นเท่าไรของกระแสที่ทำงานปกติ

ก. 1-2	ข. 2-3
ค. 3-4	ง. 5-7
จ. 7-9	
3. การเริ่มหมุนด้วยวิธีสตาร์ท-เดลตา ข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. กระแสไฟฟ้าต่อเฟสลดลง $\sqrt{3}$ เท่าของกระแสที่สาย
 - ข. กระแสไฟฟ้าต่อเฟสลดลง 2 เท่าของกระแสที่สาย
 - ค. ความเร็วรอบลดลง $\sqrt{3}$ เท่าของความเร็วรอบ
 - ง. แรงดันไฟฟ้าต่อเฟสลดลง $\sqrt{3}$ เท่าของแรงดันที่สาย
 - จ. แรงดันไฟฟ้าต่อเฟสลดลง 3 เท่าของแรงดันที่สาย
4. การเริ่มหมุนด้วยวิธีสตาร์ท-เดลตา หลังจากการเริ่มหมุนแบบสตาร์ทแล้วต้องใช้เวลาเท่าไรจึงจะเปลี่ยนเป็นเดลตา

ก. 3-5 วินาที	ข. 5-10 วินาที
ค. 10-15 วินาที	ง. 15-20 วินาที
จ. 20-30 วินาที	

5. การเริ่มหมุนด้วยวิธีสตาร์-เดลตา หลังจากการเริ่มหมุนแบบสตาร์ แล้วทำไมไม่ปล่อยให้มอเตอร์ทำงานแบบสตาร์ต่อไปสาเหตุเพราะว่า

- ก. กระแสที่ขดลวดมอเตอร์จะสูงกว่าพิกัด
- ข. แรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์จะต่ำกว่าพิกัด
- ค. ความเร็วรอบจะสูงเกินพิกัด
- ง. ความร้อนที่มอเตอร์จะสูงเกินไป
- จ. แรงบิดจะต่ำกว่าพิกัด

6. ถ้าขดลวดในมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสต่อแบบเดลตา ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. แรงดันไฟฟ้าที่สายเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่เฟส
- ข. แรงดันไฟฟ้าที่สายเท่ากับ $\sqrt{3}$ แรงดันไฟฟ้าที่เฟส
- ค. กระแสไฟฟ้าที่สายเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่เฟส
- ง. ความเร็วรอบจะช้ากว่าต่อแบบสตาร์
- จ. แรงบิดจะต่ำกว่าต่อแบบสตาร์

7. การเริ่มหมุนโดยใช้ความต้านทานต่ออนุกรมกับมอเตอร์ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของมอเตอร์จะมีค่าสูงมาก
- ข. ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่าสูงมาก
- ค. อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์เลือกพิกัดต่ำ ๆ ได้
- ง. กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์จะมีค่าลดลง
- จ. แรงบิดของมอเตอร์จะมีค่าสูงสุด

8. การเริ่มหมุนโดยใช้หม้อแปลงแบบออโต ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. เพิ่มกระแสให้กับมอเตอร์
- ข. เพิ่มแรงบิดให้กับมอเตอร์
- ค. ลดแรงดันของมอเตอร์
- ง. ลดขนาดโหลดที่ต่อกับมอเตอร์
- จ. ลดขนาดสายที่ต่อให้กับมอเตอร์

9. มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส โรเตอร์แบบวาวด์ ความต้านทานที่ต่อในวงจรโรเตอร์ต่อไว้เพื่ออะไร

- ก. เพิ่มกระแสให้กับมอเตอร์
- ข. เพิ่มแรงบิดให้กับมอเตอร์
- ค. เพิ่มแรงดันของมอเตอร์
- ง. ลดขนาดโหลดที่ต่อกับมอเตอร์
- จ. ลดขนาดสายที่ต่อให้กับมอเตอร์

10. การกลับการหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสโรเตอร์แบบวาวด์ ทำได้อย่างไร

- ก. ต่อตัวต้านทานร่วมกับวงจรโรเตอร์
- ข. เปิดวงจรทางด้านโรเตอร์
- ค. สลับสายวงจรโรเตอร์คู่ใดคู่หนึ่ง
- ง. สลับสลาขวงจรสเตเตอร์คู่ใดคู่หนึ่ง
- จ. ลดขนาดแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์

แบบประเมินผลหลังเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อเรื่อง การเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำ

คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ
2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ถ้าขลวดในมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสต่อแบบเดลตา ข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. แรงดันไฟฟ้าที่สายเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่เฟส
 - ข. แรงดันไฟฟ้าที่สายเท่ากับ $\sqrt{3}$ แรงดันไฟฟ้าที่เฟส
 - ค. กระแสไฟฟ้าที่สายเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่เฟส
 - ง. ความเร็วรอบจะช้ากว่าต่อแบบสตาร์
 - จ. แรงบิดจะต่ำกว่าต่อแบบสตาร์
2. การเริ่มหมุนโดยใช้ความต้านทานต่ออนุกรมกับมอเตอร์ ข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของมอเตอร์จะมีค่าสูงมาก
 - ข. ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่าสูงมาก
 - ค. อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์เลือกพิกัดต่ำ ๆ ได้
 - ง. กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์จะมีค่าลดลง
 - จ. แรงบิดของมอเตอร์จะมีค่าสูงสุด
3. การเริ่มหมุนโดยใช้หม้อแปลงแบบออโต ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. เพิ่มกระแสให้กับมอเตอร์	ข. เพิ่มแรงบิดให้กับมอเตอร์
ค. ลดแรงดันของมอเตอร์	ง. ลดขนาดโหลดที่ต่อกับมอเตอร์
จ. ลดขนาดสายที่ต่อให้กับมอเตอร์	
4. มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส โรเตอร์แบบวาวด์ ความต้านทานที่ต่อในวงจรโรเตอร์ต่อไว้เพื่ออะไร

ก. เพิ่มกระแสให้กับมอเตอร์	ข. เพิ่มแรงบิดให้กับมอเตอร์
ค. เพิ่มแรงดันของมอเตอร์	ง. ลดขนาดโหลดที่ต่อกับมอเตอร์
จ. ลดขนาดสายที่ต่อให้กับมอเตอร์	

5. การกลับการหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส โรเตอร์แบบวาวด์ ทำได้อย่างไร
- ต่อตัวต้านทานร่วมกับวงจรโรเตอร์
 - เปิดวงจรทางด้านโรเตอร์
 - สลับสายวงจรโรเตอร์คู่ใดคู่หนึ่ง
 - สลับสายวงจรสเตเตอร์คู่ใดคู่หนึ่ง
 - ลดขนาดแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์
6. ทำไมมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ที่มีพิกัดกำลังสูงกว่า 5 แรงม้าจึงไม่เริ่มหมุนโดยตรง
- ค่าไจ๋ในการหาอุปกรณ์ควบคุมมีค่าสูง
 - แรงบิดเริ่มหมุนจะมีค่าต่ำ
 - ความเร็วรอบของมอเตอร์จะสูงมากเกินไป
 - แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์จะมีค่าต่ำเกินไป
 - กระแสไฟฟ้าขณะเริ่มหมุนจะมีค่าสูง
7. การเริ่มเดินมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ที่มีพิกัดสูงกว่า 5 แรงม้า กระแสเริ่มหมุนจะมีค่าเป็นเท่าไรของกระแสที่ทำงานปกติ
- 1-2
 - 2-3
 - 3-4
 - 5-7
 - 7-9
8. การเริ่มหมุนด้วยวิธีสตาร์-เดลตา ข้อใดกล่าวถูกต้อง
- กระแสไฟฟ้าต่อเฟสลดลง $\sqrt{3}$ เท่าของกระแสที่สาย
 - กระแสไฟฟ้าต่อเฟสลดลง 2 เท่าของกระแสที่สาย
 - ความเร็วรอบลดลง $\sqrt{3}$ เท่าของความเร็วรอบ
 - แรงดันไฟฟ้าต่อเฟสลดลง $\sqrt{3}$ เท่าของแรงดันที่สาย
 - แรงดันไฟฟ้าต่อเฟสลดลง 3 เท่าของแรงดันที่สาย
9. การเริ่มหมุนด้วยวิธีสตาร์-เดลตา หลังจากการเริ่มหมุนแบบสตาร์แล้วต้องใช้เวลาเท่าไรจึงจะเปลี่ยนเป็นเดลตา
- 3-5 วินาที
 - 5-10 วินาที
 - 10-15 วินาที
 - 15-20 วินาที
 - 20-30 วินาที

10. การเริ่มหมุนด้วยวิธีสตาร์-เดลตา หลังจากการเริ่มหมุนแบบสตาร์ แล้วทำไมไม่ปล่อยให้มอเตอร์ทำงานแบบสตาร์ต่อไปสาเหตุเพราะว่า

- ก. กระแสที่ขดลวดมอเตอร์จะสูงกว่าพิกัด
- ข. แรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์จะต่ำกว่าพิกัด
- ค. ความเร็วรอบจะสูงเกินพิกัด
- ง. ความร้อนที่มอเตอร์จะสูงเกินไป
- จ. แรงบิดจะต่ำกว่าพิกัด

แบบประเมินผลภาคทฤษฎี สัปดาห์ที่ 15

หน่วยที่ 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

จำนวน 28 ชั่วโมง

ชื่อเรื่อง การเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำ

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชื่อ – นามสกุลชั้นและกลุ่ม.....

ลำดับ ที่	การประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	วิธีการ
1	ทดสอบก่อนเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
2	ทดสอบหลังเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
3	คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์			
	3.1 ตรงต่อเวลา	2		สังเกต
	3.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย	2		สังเกต
	3.3 รับผิดชอบต่อหน้าที่	2		สังเกต
	3.4 ความสนใจ ใฝ่รู้	2		สังเกต
	3.5 มนุษยสัมพันธ์	2		สังเกต
4	แบบฝึกหัดทำถูกต้องครบถ้วนและส่งตรงเวลา	20		ทำแบบฝึกหัด
รวม		50		

สรุปการประเมิน ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านการประเมินคะแนนต้องได้ไม่ต่ำกว่า 60% หรือเท่ากับ 30 คะแนน

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

	ใบความรู้ที่ 16	หน่วยที่ 4
	วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2	สัปดาห์ที่ 16
	ชื่อหน่วย : มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส	จำนวนคาบรวม 12 ชม.
ชื่อเรื่อง : มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดสลิปเฟส		จำนวนคาบ 2 ชม.
จุดประสงค์การสอน		รายการสอน
จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และมีเจตคติที่ดีใน เรื่องมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดสลิปเฟส จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักศึกษาเรียนจบแล้วสามารถ - อธิบายโครงสร้างและหลักการทำงานของ มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดสลิปเฟสได้ - อธิบายคุณสมบัติของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิด สลิปเฟสได้ - มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ - ตรงต่อเวลา - แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย - มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ - มีความสนใจใฝ่รู้ - มนุษยสัมพันธ์		มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดสลิปเฟส

มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส (Single Phase Induction Motor)

4.1 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส (Single Phase Induction Motor)

มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ส่วนมากจะเป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ซึ่งใช้เป็นต้นกำลังของเครื่องใช้ในบ้านหรือสำนักงาน ซึ่งมักจะมีขนาดพิกัดของกำลังต่ำกว่า 5 แรงม้า อาจเรียกว่าเป็นมอเตอร์ที่เป็นเศษส่วนของกำลังม้า (Fractional Horse Power Motor) และเป็นมอเตอร์ที่มีโครงสร้างและหลักการทำงานคล้ายกันกับมอเตอร์ 3 เฟส

มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟสแบ่งตามลักษณะโครงสร้าง หลักการทำงาน และการนำไปใช้งาน แบ่งได้ดังนี้

1. สปลิตเฟสมอเตอร์
2. คาปาซิเตอร์มอเตอร์
3. เซดเคดโพลมอเตอร์
4. รีพลันมอเตอร์
5. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์หรือเอชชีรีสั่มมอเตอร์

สำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดสปลิตเฟสมอเตอร์คาปาซิเตอร์มอเตอร์และเซดเคดโพลมอเตอร์ บางครั้งก็นิยมเรียกว่ามอเตอร์ที่ไม่มีแปรงถ่าน (Brushless Motor) การบำรุงรักษาจะง่ายกว่ารีพลันมอเตอร์และยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

4.1.1 สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split-phase Motor)

สปลิตเฟสมอเตอร์ เป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำที่มีขนาดเล็กกว่าคาปาซิเตอร์มอเตอร์ และแรงบิดน้อยกว่า นิยมนำไปใช้งานเป็นต้นกำลังของเครื่องจักรกลขนาดเล็ก เช่น สว่านแท่น หินเจียรไน แท่นปั้มน้ำยาหล่อเย็น

1. โครงสร้างของสปลิตเฟสมอเตอร์ประกอบด้วย

(1) สเตเตอร์ สเตเตอร์ทำจากแผ่นเหล็กเหนี่ยวนำบาง ๆ อัดซ้อนกันแล้วทำสล็อตไว้สำหรับพันขดลวด ซึ่งมีอยู่ 2 ชุด คือ ขดลวดชุดรัน (Running Winding) และขดลวดชุดสตาร์ทหรือเริ่มหมุน (Starting Winding) ขดลวดชุดรันจะพันด้วยลวดเส้นโตกว่าขดลวดชุดสตาร์ท

(2) โรเตอร์ โรเตอร์ทำจากแผ่นเหล็กเหนี่ยวนำบาง ๆ อัดซ้อนกันแล้วใส่ตัวนำทองแดงหรืออะลูมิเนียมแล้วลัดวงจรด้วยวงแหวน ทำโรเตอร์แบบกรงกระรอก

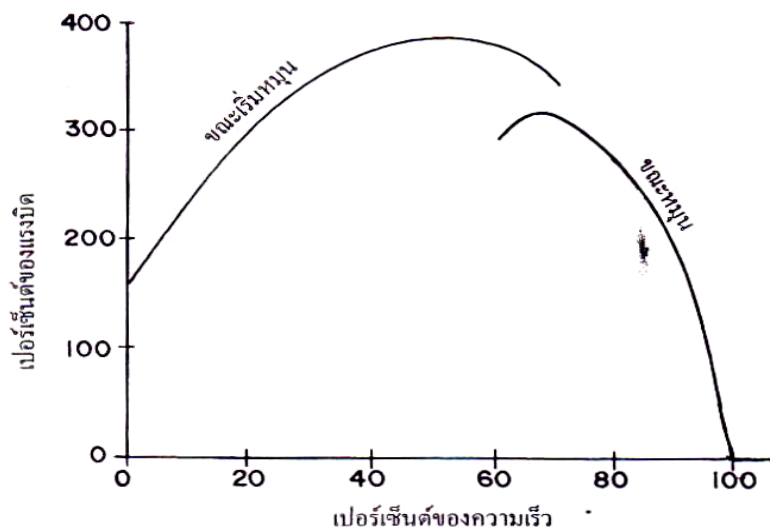
(3) สวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Switch) สวิตช์นี้จะมีอยู่ 2 ส่วน ส่วนหนึ่งติดที่ตัวโรเตอร์ อีกส่วนติดอยู่ที่ฝาครอบ มีหน้าที่ตัดขดลวดสตาร์ทออกจากวงจรเมื่อมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบ 75 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วยรอบสูงสุด

(4) ฝาครอบ (End Plates) ฝาครอบจะยึดติดอยู่กับสเตเตอร์ คอยรอบรับโรเตอร์ที่เพลาด้วยตลับลูกปืน นอกจากนั้นยังช่วยยึดสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางส่วนที่อยู่กับที่ และเป็นทางเดินของสนามแม่เหล็กด้วย

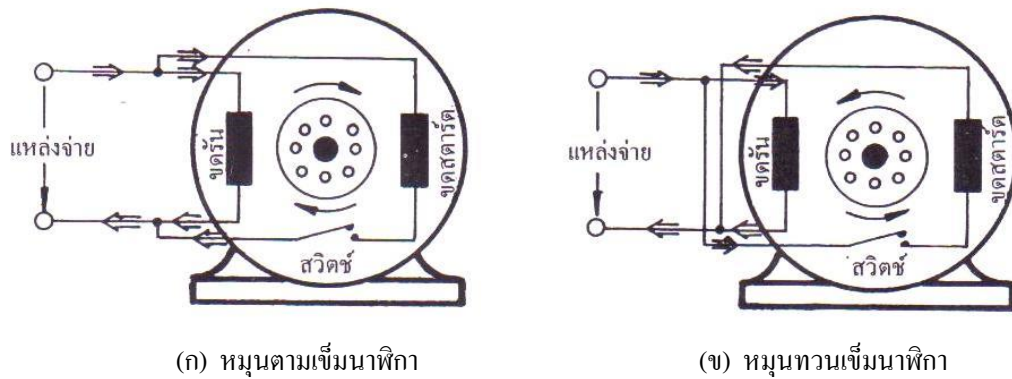
2. หลักการทำงาน

สปลิตเฟสมอเตอร์ จะทำงานโดยอาศัยการแยกเฟสจากขดลวดชุดรันและชุดสตาร์ท โดยขดลวดทั้งสองชุดวางทำมุมห่างกันประมาณ 90 องศา กระแสที่ไหลในขดลวดชุดรันและขดลวดชุดสตาร์ทเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน จึงทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนขึ้น โดยมีแรงบิดเริ่มหมุนประมาณ 1.5 เท่าของกระแสเมื่อโหลดเต็มที่ การกลับทิศทางการหมุนของสปลิตเฟสมอเตอร์ สามารถทำได้โดยการกลับขดลวดชุดสตาร์ทหรือขดลวดชุดรัน ชุดใดชุดหนึ่ง กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับเปอร์เซ็นต์ความเร็ว ดังรูปที่ 4.1 และการต่อวงจรเริ่มหมุนและการกลับทางหมุน ดังรูปที่

4.2



รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์แรงบิดกับเปอร์เซ็นต์ความเร็ว
(ทีมา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 288)



รูปที่ 4.2 แสดงการต่อขดลวดชุดสตาร์ทเพื่อกลับทิศทางการหมุน
(ทีมา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 288)

ตัวอย่าง 4.1 สปลิตเฟสมอเตอร์ตัวหนึ่งใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 V เมื่อขดลวดชุดต่าง ๆ เป็นดังนี้

- ขดลวดชุดรันมีความต้านทาน 20Ω และรีแอแกนซ์ 40Ω
- ขดลวดชุดสตาร์ทมีความต้านทาน 40Ω และรีแอแกนซ์ 10Ω

จงคำนวณหา

- ก. ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดชุดรัน
- ข. ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดชุดสตาร์ทในขณะเริ่มหมุน
- ค. กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้ามอเตอร์ทั้งหมดขณะเริ่มหมุน

วิธีทำ

ถ้าให้	Z_M	=	อิมพีแดนซ์ของขดลวดชุดรัน
	R_M	=	ค่าความต้านทานของขดลวดชุดรัน
		=	20Ω
	X_{LM}	=	ค่ารีแอแกนซ์ของขดลวดชุดรัน
		=	40Ω
และ	Z_S	=	อิมพีแดนซ์ของขดลวดชุดสตาร์ท
	R_S	=	ค่าความต้านทานของขดลวดชุดสตาร์ท
		=	40Ω
	X_{LS}	=	ค่ารีแอแกนซ์ของขดลวดชุดสตาร์ท
		=	10Ω
	I_M	=	กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดชุดรัน
	I_S	=	กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดชุดสตาร์ท

ก. ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดชุดรีน

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } (Z)^2 &= (R)^2 + (X_L)^2 \\
 \text{ดังนั้นจะได้ } (Z_M)^2 &= (R_M)^2 + (X_{LM})^2 \\
 &= (20)^2 + (40)^2 \\
 (Z_M)^2 &= 2000 \\
 \text{ดังนั้น } Z_M &= 44.72 \quad \Omega \\
 \text{จาก } \cos\theta_M &= \frac{R_M}{Z_M} \\
 &= \frac{20}{44.72} \\
 \text{ดังนั้น } \cos\theta_M &= 0.447 \\
 \theta_M &= \cos^{-1}(0.447) \\
 \theta_M &= 63.44^\circ \\
 \text{จาก } I_M &= \frac{V}{Z_M} \\
 &= \frac{220}{44.72} \\
 \text{ดังนั้น } I_M &= 4.91 \quad A \\
 \text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดรีนมีค่า} &= 4.91 \quad A \\
 \text{และค่าห้วงแรงดันไฟฟ้าอยู่} &= 63.44^\circ \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

ข. ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดชุดสตาร์ตในขณะเริ่มหมุน

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } (Z_s)^2 &= (R_s)^2 + (X_{Ls})^2 \\
 &= (40)^2 + (10)^2 \\
 (Z_s)^2 &= 1700 \\
 \text{ดังนั้น } Z_s &= 41.23 \quad \Omega \\
 \text{จาก } \cos\theta_s &= \frac{R_s}{Z_s} \\
 &= \frac{40}{41.23} \\
 \text{ดังนั้น } \cos\theta_s &= 0.97 \\
 \theta_s &= \cos^{-1}(0.97) \\
 \theta_s &= 14.06^\circ \\
 \text{จาก } I_s &= \frac{V}{Z_s} \\
 &= \frac{220}{41.23} \\
 \text{ดังนั้น } I_M &= 5.33 \quad A
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดสตาร์ทมีค่า} &= 5.33 & \text{A} \\ \text{และล้าหลังแรงดันไฟฟ้าอยู่} &= 14.06^\circ & \text{ตอบ} \end{aligned}$$

ค. กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้ามอเตอร์ทั้งหมดขณะเริ่มหมุน

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad I &= I_M + I_S & (\text{ทางเวกเตอร์}) \\ &= (4.91) + (5.33) \\ &= (2.19 - j4.39) + (5.17 - j1.29) \\ &= 7.36 - j5.68 & \text{A} \\ &= 9.29 & \text{A} \\ \text{ดังนั้นกระแสที่ไหลในมอเตอร์} &= 9.29 & \text{A} \\ \text{และล้าหลังแรงดันไฟฟ้าอยู่} &= 37.65^\circ & \text{ตอบ} \end{aligned}$$

แบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 4

เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104 -2003 หน่วยที่ 4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

ชื่อเรื่อง มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดสลิปเฟส

คำแนะนำ จงตอบคำถามให้สมบูรณ์ (20 คะแนน)

1. จงอธิบายการเริ่มเดินสลิปเฟสมอเตอร์ มาพอเข้าใจ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

2. สลิปเฟสมอเตอร์ตัวหนึ่งใช้กับแรงดันไฟฟ้า 240 V มีข้อมูลดังต่อไปนี้ (15 คะแนน)

- ขดลวดชุดรัน มีความต้านทาน $20\ \Omega$ รีแอ็กแตนซ์ $23\ \Omega$
- ขดลวดชุดสตาร์ท มีความต้านทาน $25\ \Omega$ รีแอ็กแตนซ์ $16\ \Omega$

จงคำนวณหา

- ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดรัน และ θ_M
- ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดสตาร์ทขณะเริ่มหมุน และ θ_S
- ค. มุมต่างเฟสระหว่าง I_M และ I_S

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลก่อนเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

ชื่อเรื่อง มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดสปลิตเฟส

คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ

2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดไม่ใช่มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| ก. สปลิตเฟสมอเตอร์ | ข. คาปาซิเตอร์มอเตอร์ |
| ค. ซีรีส์มอเตอร์ | ง. รีพัตชันมอเตอร์ |
| จ. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ | |

2. ข้อใดคือวิธีการกลับทางหมุนสปลิตเฟสมอเตอร์

- ก. การสลับสายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์
 ข. การกลับขดลวดชุดสตาร์ท
 ค. การกลับขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์
 ง. การกลับขดลวดสนามแม่เหล็ก
 จ. การลัดวงจรขดลวดชุดสตาร์ท

3. อุปกรณ์ใดต่อไปนี้ ใช้ในการตัดวงจรขดลวดสตาร์ทออกจากวงจรมอเตอร์

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| ก. รีเลย์ช่วยสตาร์ท | ข. โฟเทนเชียลรีเลย์ |
| ค. คาปาซิเตอร์มอเตอร์ | ง. สวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง |
| จ. สวิตช์ปุ่มกด | |

4. ข้อใดไม่ใช่เครื่องกลที่โรเตอร์แบบกรงกระรอก

- | | |
|-----------------------------------|---------------------|
| ก. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ | ข. เซดเคดโพลมอเตอร์ |
| ค. คาปาซิเตอร์มอเตอร์ | ง. สปลิตเฟสมอเตอร์ |
| จ. คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ | |

5. สปลิตเฟสมอเตอร์ ขดลวดชุดสตาร์ทและขดลวดชุดรัน วางทำมุมเท่าไร

- | | |
|----------------|----------------|
| ก. 45° | ข. 60° |
| ค. 90° | ง. 120° |
| จ. 180° | |

แบบประเมินผลหลังเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

ชื่อเรื่อง มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดสลิปเฟส

คะแนน 10 คะแนน

- คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ
2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ส่วนประกอบในข้อใดไม่มีในสลิปเฟสมอเตอร์

- | | |
|------------------------|-------------------|
| ก. ขดลวดชุดรัน | ข. ขดลวดชุดสตาร์ท |
| ค. โรเตอร์แบบทรงกระบอก | ง. คาปาซิเตอร์ |
| จ. ฝาปิดหัวท้าย | |

2. ข้อใดกล่าวถูกต้องเรื่องการทำงานของสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

- ก. เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนจะช่วยเพิ่มแรงบิด
ข. ดัดขดลวดสตาร์ทออกจากวงจรเมื่อมอเตอร์หมุนแล้ว
ค. ดัดขดลวดชุดรันออกจากวงจรเมื่อมอเตอร์เริ่มหมุน
ง. ช่วยในการเริ่มเดินมอเตอร์เพิ่มค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์
จ. ใช้กลับทางหมุนมอเตอร์

3. มอเตอร์ชนิดใดโครงสร้างเหมือนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

- | | |
|------------------------|-------------------|
| ก. คาปาซิเตอร์มอเตอร์ | ข. สลิปเฟสมอเตอร์ |
| ค. เซดเคดโพลมอเตอร์ | ง. รีพัตช์มอเตอร์ |
| จ. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ | |

4. ข้อใดกล่าวถึงขดลวดชุดรันได้ถูกต้อง

- ก. ลวดเส้นเล็กพันจำนวนรอบมากความต้านทานสูง
ข. ลวดเส้นเล็กความต้านทานต่ำค่ารีแอ็กแตนซ์สูง
ค. ลวดเส้นโตความต้านทานต่ำค่ารีแอ็กแตนซ์สูง
ง. ลวดเส้นโตความต้านทานสูงค่ารีแอ็กแตนซ์ต่ำ
จ. ลวดเส้นเล็กพันจำนวนรอบน้อยความต้านทานต่ำ

5. ข้อใดไม่ใช่มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| ก. สลิปเฟสมอเตอร์ | ข. คาปาซิเตอร์มอเตอร์ |
| ค. ซีรีส์มอเตอร์ | ง. รีพัตช์มอเตอร์ |
| จ. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ | |

6. หลังจากที่มีมอเตอร์เริ่มหมุนแล้วถ้าสวิทช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางไม่ทำงานจะเกิดอะไรขึ้น
- ความเร็วรอบมอเตอร์จะสูงมาก
 - แรงบิดขณะทำงานจะสูงมาก
 - ขดลวดชุดรันจะเสียหาย
 - ขดลวดชุดสตาร์ทจะเสียหาย
 - กระแสในขดลวดชุดสตาร์ทจะเพิ่มขึ้น
7. ข้อใดคือวิธีการกลับทางหมุนสปลิตเฟสมอเตอร์
- การสลับสายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์
 - การกลับขดลวดชุดสตาร์ท
 - การกลับขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์
 - การกลับขดลวดสนามแม่เหล็ก
 - การลัดวงจรขดลวดชุดสตาร์ท
8. อุปกรณ์ใดใช้ในการตัดวงจรขดลวดสตาร์ทออกจากวงจรมอเตอร์
- รีเลย์ช่วยสตาร์ท
 - โพเทนเชียลรีเลย์
 - คาปาซิเตอร์มอเตอร์
 - สวิทช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
 - สวิทช์ปุ่มกด
9. ข้อใดไม่ใช่เครื่องกลที่โรเตอร์แบบกรงกระรอก
- ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์
 - เซดเคดโพลมอเตอร์
 - คาปาซิเตอร์มอเตอร์
 - สปลิตเฟสมอเตอร์
 - คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์
10. สปลิตเฟสมอเตอร์ ขดลวดชุดสตาร์ทและขดลวดชุดรัน วางทำมุมเท่าไร
- 45°
 - 60°
 - 90°
 - 120°
 - 180°

แบบประเมินผลภาคทฤษฎี สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

จำนวน 12 ชั่วโมง

ชื่อเรื่อง มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดสลิปเฟส

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชื่อ – นามสกุลชั้นและกลุ่ม.....

ลำดับที่	การประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	วิธีการ
1	ทดสอบก่อนเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
2	ทดสอบหลังเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
3	คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์			
	3.1 ตรงต่อเวลา	2		สังเกต
	3.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย	2		สังเกต
	3.3 รับผิดชอบต่อหน้าที่	2		สังเกต
	3.4 ความสนใจ ใฝ่รู้	2		สังเกต
	3.5 มนุษยสัมพันธ์	2		สังเกต
4	แบบฝึกหัดทำถูกต้องครบถ้วนและส่งตรงเวลา	20		ทำแบบฝึกหัด
รวม		50		

สรุปการประเมิน ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านการประเมินคะแนนต้องได้ไม่ต่ำกว่า 60% หรือเท่ากับ 30 คะแนน

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ผู้ประเมิน.....
(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

	ใบความรู้ที่ 17	หน่วยที่ 4
	วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2	สัปดาห์ที่ 17
	ชื่อหน่วย : มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส	จำนวนคาบรวม 12 ชม.
ชื่อเรื่อง : มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดคาปาซิเตอร์มอเตอร์		จำนวนคาบ 2 ชม.
จุดประสงค์การสอน		รายการสอน
จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และมีเจตคติที่ดีใน เรื่อง มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดคาปาซิเตอร์มอเตอร์ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักศึกษาเรียนจบแล้วสามารถ - อธิบายโครงสร้างและหลักการทำงานของ มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดคาปาซิเตอร์มอเตอร์ได้ - อธิบายคุณสมบัติของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดคาปาซิเตอร์มอเตอร์ได้ - มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรงต่อเวลา - แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย - มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ - มีความสนใจใฝ่รู้ - มนุษยสัมพันธ์		มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดคาปาซิเตอร์มอเตอร์

มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส (Single Phase Induction Motor)

4.1.2 คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)

คาปาซิเตอร์มอเตอร์ จะมีโครงสร้างเหมือนกับสปลิตเฟสมอเตอร์ แต่คาปาซิเตอร์มอเตอร์จะมีตัวคาปาซิเตอร์ต่อรวมอยู่ในวงจรด้วย แรงบิดเริ่มหมุนและแรงบิดทำงานจะสูงกว่าสปลิตเฟสมอเตอร์

การทำงานของคาปาซิเตอร์เหมือนกับสปลิตเฟสมอเตอร์ อาศัยหลักการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็ก ซึ่งเกิดจากการแยกเฟสของกระแสขดลวดชุดรันและชุดสตาร์ท การกลับทางหมุนคาปาซิเตอร์ทำได้โดยการกลับขดลวดชุดรันหรือขดลวดชุดสตาร์ท

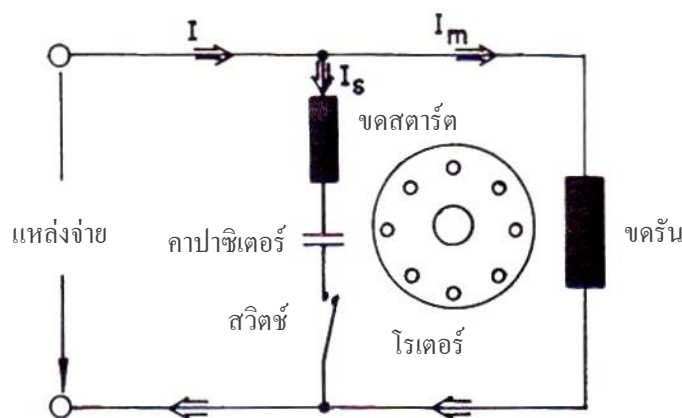
การนำไปใช้งานเป็นต้นกลังให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า นิยมใช้งานมาก เช่น พัดลมชนิดต่าง ๆ ปั๊มน้ำ คอมเพรสเซอร์ ปั่นลม

คาปาซิเตอร์มอเตอร์สามารถแบ่งตามวงจรการต่อใช้งานได้ดังต่อไปนี้

1. คาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์
2. คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์
3. คาปาซิเตอร์มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สองค่า

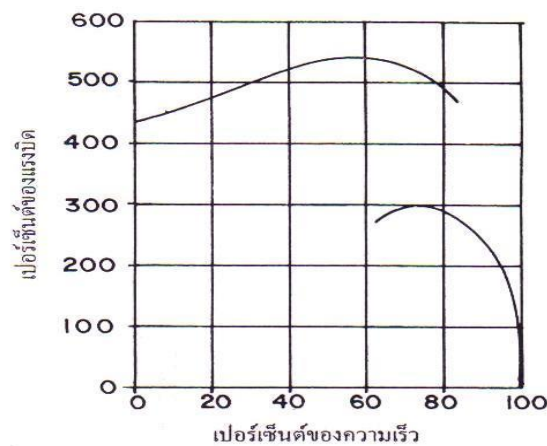
1. คาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Capacitor Start Motor)

คาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ คาปาซิเตอร์ที่ต่อในวงจรจะใช้คาปาซิเตอร์สตาร์ท ซึ่งเป็นชนิดอิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic) ต่ออนุกรมกับขดลวดสตาร์ท โดยผ่านสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางหรือรีเลย์เพื่อตัดคาปาซิเตอร์และขดลวดสตาร์ทออกจากวงจรแรงบิดเริ่มหมุนสูงประมาณ 3.5 เท่าของแรงบิดที่โหลดเต็มพิกัด วงจรการต่อคาปาซิเตอร์ ดังรูปที่ 4.3 และกราฟแสดงคุณลักษณะดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.3 แสดงวงจรของคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์

(ที่มา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 294)

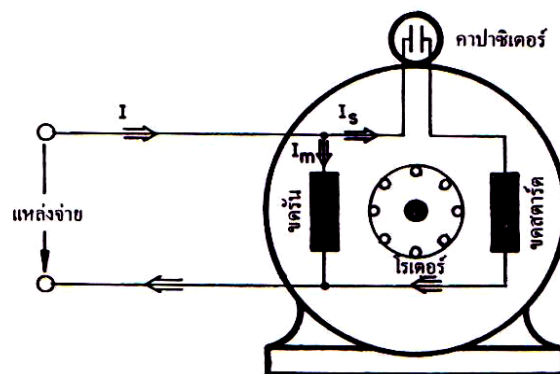


รูปที่ 4.4 แสดงคุณลักษณะของเปอร์เซ็นต์แรงบิดกับเปอร์เซ็นต์ความเร็วของคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์

(ทีมา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 295)

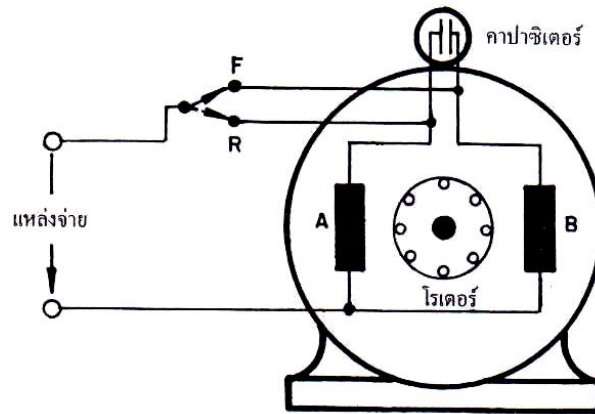
2. คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ (Capacitor Start and Run Motor)

คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ คาปาซิเตอร์ที่ต่ออยู่ในวงจรจะใช้คาปาซิเตอร์รัน ซึ่งเป็นแบบน้ำมัน (Oil) หรือแบบกระดาษ (Paper) ต่ออนุกรมกับขดลวดสตาร์ทโดยต่อในวงจรตลอดเวลา ในบางครั้งนิยมเรียกคาปาซิเตอร์มอเตอร์แบบนี้ว่า คาปาซิเตอร์มอเตอร์ที่มีคาปาซิเตอร์ต่อแบบถาวร (Permanet Split Capacitor Motor ; PSC) ความแตกต่างระหว่างคาปาซิเตอร์สตาร์ทและคาปาซิเตอร์รันจะมีพิกัดแรงดันและค่าประจุไฟฟ้า ถ้าคาปาซิเตอร์รันจะมีพิกัดแรงดันที่สูงกว่าแต่ค่าประจุจะต่ำกว่าคาปาซิเตอร์สตาร์ท การนำไปใช้งานเพื่อให้กลับทางหมุนได้ง่ายจะพันขดลวดชุดรันและชุดสตาร์ทด้วยความโตของขดลวดและจำนวนรอบเท่ากัน วงจรการต่อคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ ดังรูปที่ 4.5 และ 4.6 รูปที่ 4.7 แสดงคุณลักษณะของแรงบิดกับความเร็วรอบ

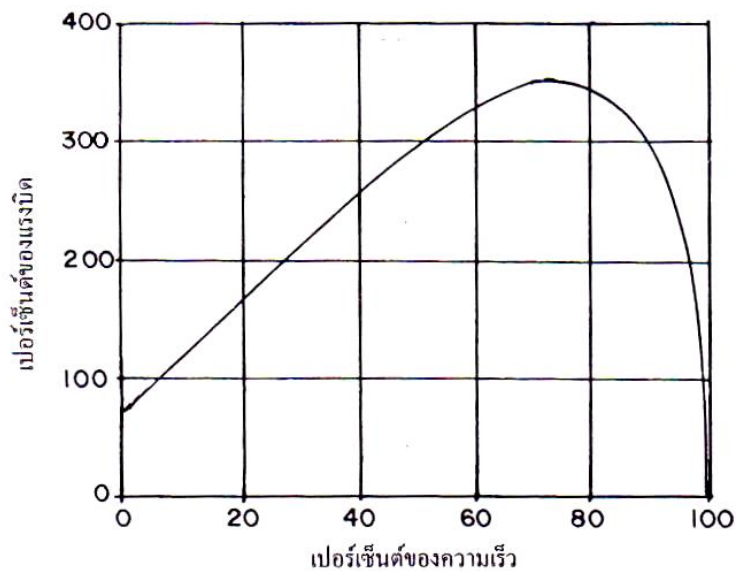


รูปที่ 4.5 แสดงวงจรของคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์

(ทีมา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 299)



รูปที่ 4.6 แสดงวงจรการกลับทิศทางการหมุนของคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์
(ทีมา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 300)



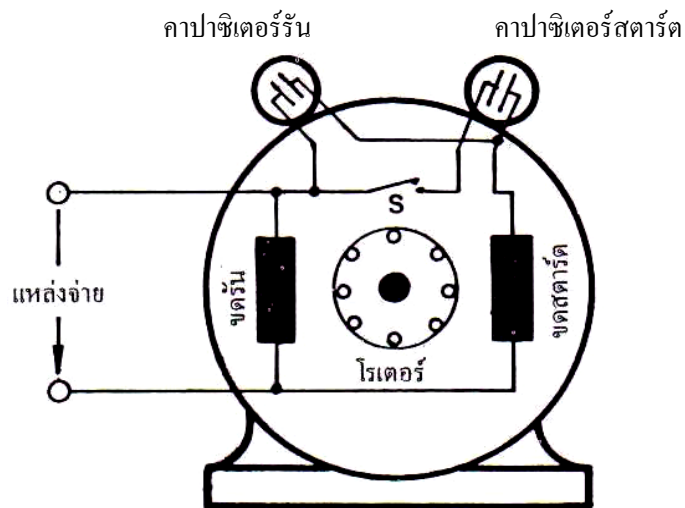
รูปที่ 4.7 แสดงคุณลักษณะระหว่างแรงบิดกับเปอร์เซ็นต์ความเร็วของคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์
ชนิดค่าเดียว

(ทีมา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 300)

3. คาปาซิเตอร์มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สองค่า (Two-value Capacitor Motor)

คาปาซิเตอร์มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สองค่า จะใช้คาปาซิเตอร์ 2 แบบด้วยกัน คือ คาปาซิเตอร์สตาร์ทที่มีค่าประจุสูงต่อขนานกับคาปาซิเตอร์รันที่มีประจุน้อยกว่า โดยต่อผ่านสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางหรือรีเลย์ เพื่อช่วยในการตัดคาปาซิเตอร์สตาร์ทออกจากวงจรหลังจากการเริ่มหมุนผ่านไป แล้ว เหลือเฉพาะคาปาซิเตอร์รันที่ต่อในวงจรตลอดเวลา คาปาซิเตอร์มอเตอร์

แบบนี้ จะมีแรงบิดในการเริ่มหมุนสูงและแรงบิดทำงานสูง นิยมนำไปใช้กับโหลดที่ต้องการแรงบิดเริ่มหมุนสูงๆ เป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟสที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ก่อนที่จะไปเลือกใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส วงจรการต่อคาปาซิเตอร์ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แสดงวงจรของคาปาซิเตอร์มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สองค่า
(ทีมา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 301)

แบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 4

เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003 หน่วยที่ 4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

ชื่อเรื่อง มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดคาปาซิเตอร์มอเตอร์

คำแนะนำ จงตอบคำถามให้สมบูรณ์ (20 คะแนน)

1. ชนิดของคาปาซิเตอร์มอเตอร์ ตามวงจรการต่อใช้งานมีกี่ชนิด อะไรบ้าง (10 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

2. คาปาซิเตอร์มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สองค่า จะสามารถกลับทางหมุนได้อย่างไร (5 คะแนน)

.....

.....

.....

3. จงอธิบายถึงความแตกต่างของคาปาซิเตอร์สตาร์ท และคาปาซิเตอร์รัน (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลก่อนเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

ชื่อเรื่อง มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดคาปาซิเตอร์มอเตอร์ คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในการตอบ
2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดไม่ใช่วงจรการต่อคาปาซิเตอร์มอเตอร์

- ก. คาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์
- ข. คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์
- ค. คาปาซิเตอร์ขนานสตาร์ทและรันมอเตอร์
- ง. คาปาซิเตอร์มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สองค่า
- จ. คาปาซิเตอร์มอเตอร์แบบ PSC

2. ข้อใดคือเครื่องกลชนิดที่โรเตอร์พันขดลวด

- ก. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์
- ข. เซดเคคโพลมอเตอร์
- ค. คาปาซิเตอร์มอเตอร์
- ง. สปลิตเฟสมอเตอร์
- จ. คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์

3. ข้อใดคือวิธีการกลับทางหมุนคาปาซิเตอร์มอเตอร์

- ก. การสลับสายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์
- ข. การกลับขดลวดชุดสตาร์ท
- ค. การกลับขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์
- ง. การกลับขดลวดสนามแม่เหล็ก
- จ. การลัดวงจรขดลวดชุดสตาร์ท

4. ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของการที่ต่อคาปาซิเตอร์ไว้อย่างถาวร

- ก. เกิดเพาเวอร์แฟกเตอร์ที่สูงกว่า
- ข. เกิดประสิทธิภาพที่สูงกว่า
- ค. ขณะที่มีมอเตอร์หมุนอยู่จะเงียบ
- ง. ใช้กระแสเมื่อโหลดเต็มที่น้อยกว่า
- จ. แรงบิดขณะทำงานจะมีค่าสูง

5. ข้อใดคือข้อดีของคาปาซิเตอร์เมื่อเปรียบเทียบกับสเปลิเฟสมอเตอร์
 - ก. ความเร็วรอบสูงกว่า
 - ข. ใช้กระแสเมื่อโหลดเต็มทีน้อยกว่า
 - ค. ประสิทธิภาพสูงกว่า
 - ง. แรงบิดสูงกว่า
 - จ. การสูญเสียทางกลน้อยกว่า
6. ข้อความใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้องในเรื่องคาปาซิเตอร์มอเตอร์
 - ก. โครงสร้างมีขดลวดชุดรันและชุดสตาร์ท
 - ข. แรงบิดจะสูงกว่าสเปลิเฟสมอเตอร์
 - ค. กลับทางหมุนโดยการกลับขดลวดชุดรัน
 - ง. ความเร็วรอบสูงกว่าสเปลิเฟสมอเตอร์
 - จ. ใช้คาปาซิเตอร์เป็นส่วนประกอบในการเริ่มหมุน
7. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดไม่ใช้คาปาซิเตอร์มอเตอร์

ก. เครื่องซักผ้า	ข. ปั๊มน้ำ
ค. พัดลมตั้งโต๊ะ	ง. สว่านไฟฟ้า
จ. คอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ	
8. คาปาซิเตอร์ที่ต่อในวงจรของคาปาซิเตอร์มอเตอร์ต่อไว้เพื่ออะไร

ก. เพิ่มความเร็วรอบ	ข. ลดแรงดันที่จ่าย
ค. ลดกระแสที่จ่าย	ง. เพิ่มประสิทธิภาพ
จ. เพิ่มแรงบิด	
9. วงจรคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ ถ้าคาปาซิเตอร์ไม่ถูกตัดออกจากวงจรจะเกิดอะไรขึ้น

ก. มอเตอร์จะหมุนเร็วมาก	ข. ขดลวดสตาร์ทจะใช้กระแสสูง
ค. แรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์จะลดลง	ง. คาปาซิเตอร์จะเกิดความเสียหาย
จ. ไม่มีผลอะไรเกิดขึ้น	
10. ข้อใดคือความแตกต่างของคาปาซิเตอร์สตาร์ทและคาปาซิเตอร์รัน
 - ก. ขนาดของตัวคาปาซิเตอร์
 - ข. พิกัดแรงดันไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์
 - ค. ความสามารถในการทนกระแสไฟฟ้า
 - ง. การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้กับมอเตอร์
 - จ. การเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์

แบบประเมินผลหลังเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

ชื่อเรื่อง มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดคาปาซิเตอร์มอเตอร์ คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ
2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อความใดต่อไปนี้กล่าว**ไม่ถูกต้อง**ในเรื่องคาปาซิเตอร์มอเตอร์
 - ก. โครงสร้างมีขดลวดชุดรันและชุดสตาร์ท
 - ข. แรงบิดจะสูงกว่าสปลิตเฟสมอเตอร์
 - ค. กลับทางหมุนโดยการกลับขดลวดชุดรัน
 - ง. ความเร็วรอบสูงกว่าสปลิตเฟสมอเตอร์
 - จ. ใช้คาปาซิเตอร์เป็นส่วนประกอบในการเริ่มหมุน
2. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด**ไม่ใช้**คาปาซิเตอร์มอเตอร์
 - ก. เครื่องซักผ้า
 - ข. ปั้มน้ำ
 - ค. พัดลมตั้งโต๊ะ
 - ง. สว่านไฟฟ้า
 - จ. คอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ
3. คาปาซิเตอร์ที่ต่อในวงจรของคาปาซิเตอร์มอเตอร์ต่อไว้เพื่ออะไร
 - ก. เพิ่มความเร็วรอบ
 - ข. ลดแรงดันที่จ่าย
 - ค. ลดกระแสที่จ่าย
 - ง. เพิ่มประสิทธิภาพ
 - จ. เพิ่มแรงบิด
4. วงจรคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ ถ้าคาปาซิเตอร์**ไม่ถูก**ตัดออกจากวงจรจะเกิดอะไรขึ้น
 - ก. มอเตอร์จะหมุนเร็วมาก
 - ข. ขดลวดสตาร์ทจะใช้กระแสสูง
 - ค. แรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์จะลดลง
 - ง. คาปาซิเตอร์จะเกิดความเสียหาย
 - จ. ไม่มีผลอะไรเกิดขึ้น
5. ข้อใดคือความแตกต่างของคาปาซิเตอร์สตาร์ทและคาปาซิเตอร์รัน
 - ก. ขนาดของตัวคาปาซิเตอร์
 - ข. พิกัดแรงดันไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์
 - ค. ความสามารถในการทนกระแสไฟฟ้า
 - ง. การปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้กับมอเตอร์
 - จ. การเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์

6. ข้อใดคือข้อดีของคาปาซิเตอร์เมื่อเปรียบเทียบกับสเปลิฟสมอเตอร์
- ความเร็วรอบสูงกว่า
 - ใช้กระแสเมื่อโหลดเต็มทีน้อยกว่า
 - ประสิทธิภาพสูงกว่า
 - แรงบิดสูงกว่า
 - การสูญเสียทางกลน้อยกว่า
7. ข้อใดไม่ใช่ช่วงจรการต่อคาปาซิเตอร์มอเตอร์
- คาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์
 - คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์
 - คาปาซิเตอร์ขนานสตาร์ทและรันมอเตอร์
 - คาปาซิเตอร์มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สองค่า
 - คาปาซิเตอร์มอเตอร์แบบ PSC
8. ข้อใดคือเครื่องกลชนิดที่โรเตอร์พันขดลวด
- | | |
|-----------------------------------|---------------------|
| ก. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ | ข. เซดเดดโพลมอเตอร์ |
| ค. คาปาซิเตอร์มอเตอร์ | ง. สเปลิฟสมอเตอร์ |
| จ. คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ | |
9. ข้อใดคือวิธีการกลับทางหมุนคาปาซิเตอร์มอเตอร์
- การสลับสายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์
 - การกลับขดลวดชุดสตาร์ท
 - การกลับขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์
 - การกลับขดลวดสนามแม่เหล็ก
 - การลัดวงจรขดลวดชุดสตาร์ท
10. ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของการที่ต่อคาปาซิเตอร์ไว้อย่างถาวร
- เกิดเพาเวอร์แฟกเตอร์ที่สูงกว่า
 - เกิดประสิทธิภาพที่สูงกว่า
 - ขณะที่มอเตอร์หมุนอยู่จะเงียบ
 - ใช้กระแสเมื่อโหลดเต็มทีน้อยกว่า
 - แรงบิดขณะทำงานจะมีค่าสูง

แบบประเมินผลภาคทฤษฎี สัปดาห์ที่ 17

หน่วยที่ 4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

จำนวน 12 ชั่วโมง

ชื่อเรื่อง มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดคาปาซิเตอร์มอเตอร์

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชื่อ – นามสกุลชั้นและกลุ่ม.....

ลำดับ ที่	การประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	วิธีการ
1	ทดสอบก่อนเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
2	ทดสอบหลังเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
3	คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์			
	3.1 ตรงต่อเวลา	2		สังเกต
	3.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย	2		สังเกต
	3.3 รับผิดชอบต่อหน้าที่	2		สังเกต
	3.4 ความสนใจ ใฝ่รู้	2		สังเกต
	3.5 มนุษยสัมพันธ์	2		สังเกต
4	แบบฝึกหัดทำถูกต้องครบถ้วนและส่งตรงเวลา	20		ทำแบบฝึกหัด
รวม		50		

สรุปการประเมิน ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านการประเมินคะแนนต้องได้ไม่ต่ำกว่า 60% หรือเท่ากับ 30 คะแนน

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

	ใบความรู้ที่ 18	หน่วยที่ 4
	วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2	สัปดาห์ที่ 18
	ชื่อหน่วย : มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส	จำนวนคาบรวม 12 ชม.
ชื่อเรื่อง : มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดรีพัลชัน ยูนิเวอร์แซลและเซดเดดโพล		จำนวนคาบ 2 ชม.
จุดประสงค์การสอน		รายการสอน
จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และมีเจตคติที่ดีใน เรื่องมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดรีพัลชัน ยูนิเวอร์แซลและเซดเดดโพล จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักศึกษาเรียนจบแล้วสามารถ - อธิบายโครงสร้างและหลักการทำงานของ มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดรีพัลชันยูนิเวอร์แซลและเซดเดดโพลได้ - อธิบายคุณสมบัติของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดรีพัลชัน ยูนิเวอร์แซลและเซดเดดโพลได้ - มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรงต่อเวลา - แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย - มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ - มีความสนใจใฝ่รู้ - มนุษยสัมพันธ์		มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดรีพัลชัน ยูนิเวอร์แซลและเซดเดดโพล

มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส (Single Phase Induction Motor)

4.1.3 รีพัลชันมอเตอร์ (Repulsion Motor)

รีพัลชันมอเตอร์ ทำงานโดยอาศัยการผลักกันสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์และโรเตอร์ ที่โรเตอร์ต้องมีวงแหวนลัดวงจร (Short Circuit Ring) เมื่อลัดวงจรที่คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) เพื่อให้เกิดสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์มาผลักกันกับสเตเตอร์ รีพัลชันมอเตอร์จะมีความเร็วรอบสูงมากและมีแรงบิดค่อนข้างสูง การกลับทางหมุนสามารถทำได้โดยการเลื่อนแนวแกนสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่นิยมใช้รีพัลชันมอเตอร์ เช่น เครื่องยกของ ลิฟท์ยกของ หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการความเร็วรอบสูงและแรงบิดสูงประมาณ 3.5 เท่าของแรงบิดที่โหลดเต็มพิกัด

1. โครงสร้างและส่วนประกอบ

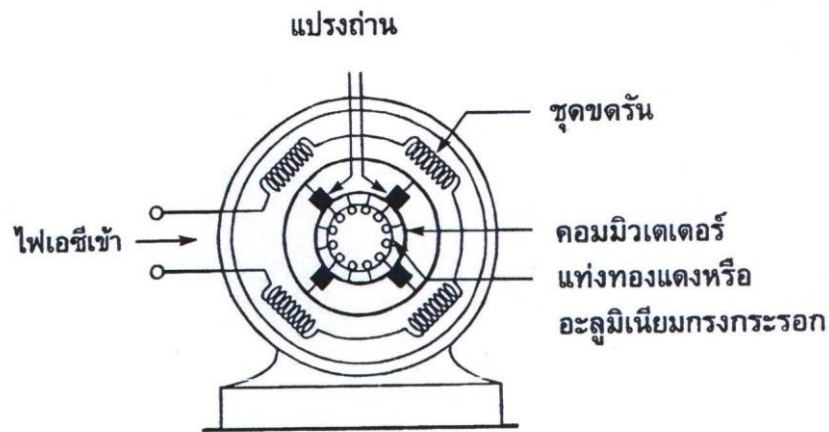
- (1) สเตเตอร์ ทำจากเหล็กเหนียวแผ่นบาง ๆ อัดซ้อนกัน แล้วทำเป็นสล็อตเพื่อพันขดลวดเหมือนสปลิตเฟสมอเตอร์
- (2) โรเตอร์ ทำจากเหล็กเหนียวแผ่นบาง ๆ อัดซ้อนกันแล้วทำเป็นสล็อตเพื่อพันขดลวดแล้วนำปลายขดลวดต่อเข้ากับคอมมิวเตเตอร์ ลักษณะของโรเตอร์ของรีพัลชันมอเตอร์เหมือนอาร์เมเจอร์ของเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง
- (3) ฝาปิดหัวท้าย ทำจากเหล็กหล่อเหนียวและมีตลับลูกปืนเพื่อรองรับเพลลาของโรเตอร์
- (4) แปรงถ่าน จะบรรจุอยู่ในช่องแปรงถ่านซึ่งยึดติดกับฝาปิดหัวท้าย แปรงถ่านจะสัมผัสกับซี่ของคอมมิวเตเตอร์และแปรงถ่านจะถูกลัดวงจร ซึ่งช่องแปรงถ่านสามารถปรับเลื่อน-ได้เพื่อให้แนวแกนสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์เปลี่ยนแล้วเปลี่ยนทิศทางการหมุน

2. รีพัลชันมอเตอร์แบบแปรงถ่านยก (Brush Lifting Type)

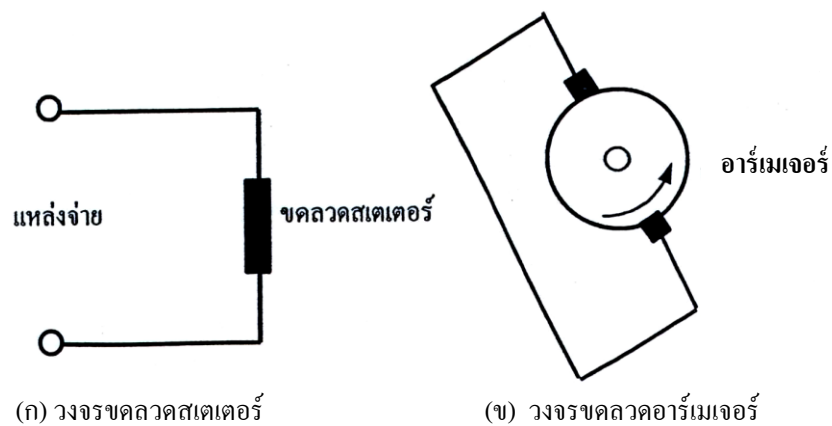
เมื่อเราป้อนแรงดันไฟฟ้าให้ขดลวดที่สเตเตอร์ มีกระแสไหลทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ แล้วเหนี่ยวนำโรเตอร์ทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์มีลำดับขั้วเหมือนกับสเตเตอร์ ทำให้เกิดการผลักกันทำให้โรเตอร์หมุน หลังจากที่มีมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบ 75 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วรอบสูงสุด สปริงลัดวงจรจะถูกผลักให้ลัดวงจรที่คอมมิวเตเตอร์ ขณะเดียวกันแปรงถ่านจะเคลื่อนห่างออกจากซี่คอมมิวเตเตอร์ การลัดวงจร ที่คอมมิวเตเตอร์ทำให้โรเตอร์มีลักษณะเหมือนโรเตอร์แบบกรงกระรอก ดังนั้นอาจเรียกมอเตอร์นี้ว่ามอเตอร์รีพัลชันสตาร์ทอินดักชันรัน (Repulsion Start Induction Run Motor)

3. รีพัตช์นมอเตอร์แบบแปรงถ่านสัมผัส (Brush Riding Type)

ลักษณะการทำงานของรีพัตช์นมอเตอร์แบบแปรงถ่านสัมผัส การทำงานเหมือนกับรีพัตช์นมอเตอร์แบบแปรงถ่านยก แตกต่างกันตรงที่เมื่อสปริงลัดวงจรถูกผลักให้ลัดวงจรซึ่งคอมมิวเตเตอร์แล้ว แปรงถ่านจะไม่เคลื่อนออกไปยังสัมผัสซึ่งคอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลา รีพัตช์นมอเตอร์ดังรูปที่ 4.9 และรูปที่ 4.10 วงจรการต่อรีพัตช์นมอเตอร์



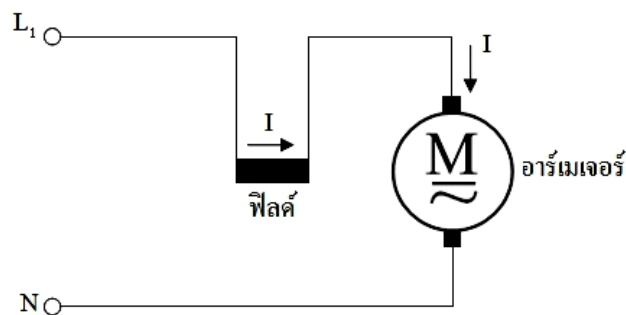
รูปที่ 4.9 รีพัตช์นมอเตอร์
(ทีมา ; ปราโมทย์ สันติโรจนกุล ม.ป.ป. : 257)



รูปที่ 4.10 วงจรการต่อรีพัตช์นมอเตอร์
(ทีมา ; ปราโมทย์ สันติโรจนกุล ม.ป.ป. : 257)

4.1.4 ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์หรือเอชชีซีรีส์มอเตอร์ (Universal Motor or AC. Series Motor)

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ ทำงานโดยอาศัยหลักการผลักดันของสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์และโรเตอร์ ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์แตกต่างจากมอเตอร์เหนี่ยวนำ เฟสชนิดอื่น คือ สามารถต่อใช้งานกับไฟฟ้ากระแสตรงได้ โครงสร้างและส่วนประกอบเหมือนกับเอซิริสั่มอเตอร์ แรงบิดเริ่มหมุนสูงมาก ความเร็วรอบสูงแต่ความเร็วรอบจะลดลงมากตามภาระที่จ่ายให้ การกลับทางหมุน ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์สามารถทำได้โดยการกลับขั้วขดลวดสนามแม่เหล็กหรือขดลวดอาร์เมเจอร์อย่างใดอย่างหนึ่ง ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์จะมีขนาดเล็กประมาณ $\frac{1}{200}$ ถึง $\frac{1}{3}$ แรงม้า นิยมใช้เป็นต้นกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายอย่าง เช่น สว่านไฟฟ้า เครื่องดูดฝุ่น เครื่องปั่นน้ำผลไม้ กบไสไม้ วงจรการต่อยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 วงจรการต่อยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

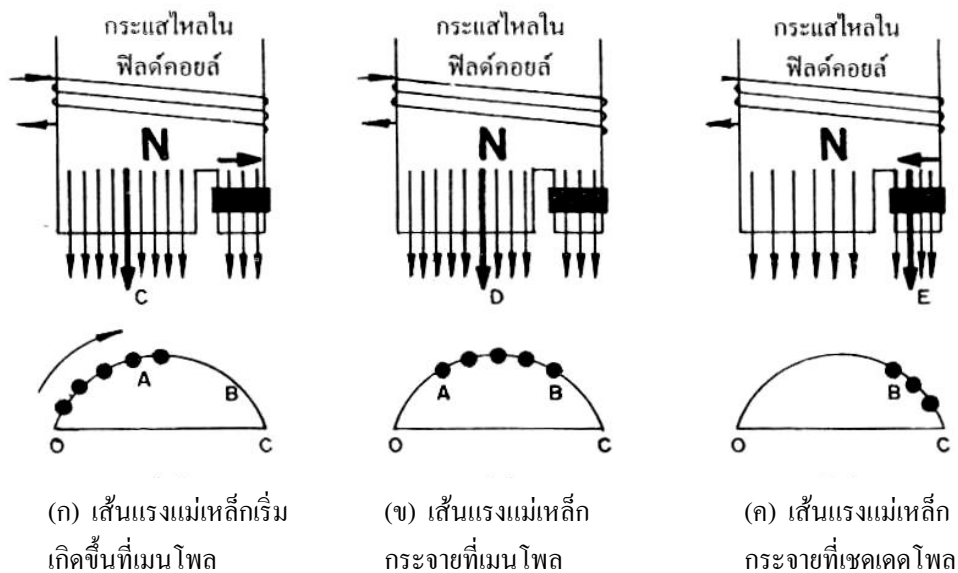
1. โครงสร้างและส่วนประกอบ

- (1) สเตเตอร์ สเตเตอร์ประกอบด้วยโครงและแกนขั้วแม่เหล็ก ซึ่งทำจากแผ่นเหล็กบาง ๆ นำมาอัดซ้อนกันแล้วพันขดลวดสนามแม่เหล็กหรือขดลวดฟิลด์ ที่แกนขั้วแม่เหล็ก
- (2) โรเตอร์ โรเตอร์เป็นเหมือนอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งทำมาจากแผ่นเหล็กบาง ๆ อัดซ้อนกันแล้วทำสลอตไว้พันขดลวดแล้วต่อปลายขดลวดไว้ที่ซี่คอม-มิวเตเตอร์
- (3) ฝาปิดหัวท้าย ทำจากเหล็กหล่อเหนียวและมีตลับลูกปืน เพื่อรองรับเพลลาของโรเตอร์
- (4) แปรงถ่าน จะบรรจุอยู่ในช่องแปรงถ่านซึ่งยึดติดกับฝาปิดหัวท้าย

4.1.5 เซดเดโพลมอเตอร์ (Shaded Pole Motor)

เซตเดคโพลมอเตอร์ มีหลักการทำงานโดยอาศัยการแยกเฟสของกระแสไฟฟ้าเพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กส่วนประกอบหลัก ๆ ของเซตเดคโพลมอเตอร์ คือ สเตเตอร์ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้วแม่เหล็กหลัก (Main Pole) ขดลวดสนามแม่เหล็กหลัก (Main Coil) ขั้วแม่เหล็กบังขั้ว (Shaded Pole) และขดลวดบังขั้ว (Shaded Coil) นอกจากนี้ที่มีโรเตอร์แบบกรงกระรอก การกลับทางหมุนของเซตเดคโพลมอเตอร์ทำได้ค่อนข้างยาก ต้องกลับขั้วแม่เหล็กบังขั้ว ซึ่งต้องทำตั้งแต่ออกแบบโครงสร้าง เซตเดคโพลมอเตอร์จะนิยมใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก ๆ มีขนาดประมาณ $\frac{1}{250}$ ถึง $\frac{1}{6}$ แรงม้า เช่น พัดลมดูดอากาศ ระบายความร้อนเครื่องเสียง กระจายลมเย็นในตู้เย็น ขั้วภาคหมุนในไมโครเวฟ

1. หลักการทำงาน



รูปที่ 4.12 แสดงการเคลื่อนที่ของแนวแกนขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์

(ที่มา ; ไชยชาญ หินเกิด 2542 : 302)

จากรูปที่ 4.12 (ก) กระแสไฟฟ้าที่ไหลในฟิลด์คอยล์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากแนว OA (แสดงโดยการใช้จุด ๆ) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าขึ้นในเซตคองคัล เนื่องจากเซตคองคัลมีความต้านทานต่ำจึงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าจำนวนมากไหลในเซตคองคัล กระแสไฟฟ้าที่เซตคองคัลนี้มีทิศทางตรงกันข้ามกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลในฟิลด์คอยล์ ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามกับเส้นแรงแม่เหล็กที่ฟิลด์คอยล์ (หาได้โดยใช้กฎของเลนซ์) ดังนั้นจึงทำให้เส้นแรงแม่เหล็กส่วนใหญ่เคลื่อนที่ไปในส่วนของเมนโพล และแนวแกนแม่เหล็กก็จะอยู่ที่กึ่งกลางของเมนโพล นั่นคือตามแนว NC

เมื่อพิจารณาต่อไปจะเห็นว่า เมื่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลในฟิล์ดคอยล์เกือบถึงค่าสูงสุด คือจาก A ไป B ดังแสดงในรูปที่ 4.12 (ข) ซึ่งที่ตำแหน่งนี้กระแสไฟฟ้าที่ไหลในฟิล์ดคอยล์จะมีการเปลี่ยนแปลงช้ามาก ทำให้เส้นแรงแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงช้ามากด้วย นั่นคือในทางปฏิบัติถือว่า จะไม่มีการเกิดเหนี่ยวนำแรงดันและกระแสไฟฟ้าขึ้นที่เซตคิงคอยล์ ดังนั้นจึงไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในขดเซตคิงคอยล์ จึงทำให้เส้นแรงแม่เหล็กมีค่าสูงสุด (เพราะเส้นแรงแม่เหล็กที่ขดเซตคิงคอยล์ไม่มี) และเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะกระจายไปทั่วทั้งพื้นผิวขั้วแม่เหล็ก เพราะฉะนั้นจึงทำให้แนวแกนของขั้วแม่เหล็กเคลื่อนที่มายู่ตำแหน่งศูนย์กลางของขั้วแม่เหล็ก คือ ตามแนว ND

จากรูปที่ 4.12 (ค) ในทางกลับกันเมื่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลในฟิล์ดคอยล์ลดลงอย่างรวดเร็ว คือจาก B ไป C ดังนั้นจึงทำให้เกิดการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดเซตคิงคอยล์อีกครั้งหนึ่ง เช่นเดียวกับการเหนี่ยวนำในหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่เหนี่ยวนำขึ้นในเซตคิงคอยล์นี้จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับการลดของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในฟิล์ดคอยล์ จึงทำให้เส้นแรงแม่เหล็กเกิดความหนาแน่นมากที่บริเวณเซตคิงคอยล์เป็นผลให้แนวแกนขั้วแม่เหล็กเคลื่อนที่ไปอยู่ที่ศูนย์กลางของส่วนเซตคิงคอยล์ คือตามแนว NE (ไชยชาญ หินเกิด, 2542 : 303)

แบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 4

เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003 หน่วยที่ 4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

ชื่อเรื่อง มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดรีฟลักชัน ยูนิเวอร์แซลและเซดเคดโพล

คำแนะนำ จงตอบคำถามให้สมบูรณ์ (20 คะแนน)

1. จงบอกคุณสมบัติของเซดเคดโพลมอเตอร์ (4 คะแนน)

.....

.....

.....

2. จงอธิบายวิธีการกลับทางหมุนเซดเคดโพลมอเตอร์ (4 คะแนน)

.....

.....

.....

3. จงอธิบายวิธีการกลับทางหมุนรีฟลักชันมอเตอร์ (4 คะแนน)

.....

.....

.....

4. จงอธิบายวิธีการกลับทางหมุนยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (4 คะแนน)

.....

.....

.....

5. จงยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์เป็นต้นกำลังมา 3 ชนิด (4 คะแนน)

.....

.....

.....

แบบประเมินผลก่อนเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

ชื่อเรื่อง มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดรีฟลักชัน ยูนิเวอร์แซลและเซดเดคโพล

คะแนน 10 คะแนน

คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ
2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของเซดเดคโพลมอเตอร์

- | | |
|------------------------|----------------------|
| ก. ขั้วแม่เหล็กหลัก | ข. ขั้วแม่เหล็กย่อย |
| ค. ขดลวดอาร์เมเจอร์ | ง. ขดลวดสนามแม่เหล็ก |
| จ. โรเตอร์แบบกรงกระรอก | |

2. ข้อใดคือวิธีการกลับทางหมุนรีฟลักชันมอเตอร์

- ก. การสลับสายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์
- ข. การกลับขดลวดสนามแม่เหล็ก
- ค. การกลับขดลวดที่ตัวโรเตอร์
- ง. การเลื่อนแปรงถ่านที่ลัดวงจรคอมมิว
- จ. การลัดวงจรขดลวดสนามแม่เหล็ก

3. ข้อใดคือวิธีการกลับทางหมุนยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

- ก. การสลับสายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์
- ข. การกลับขั้วแม่เหล็ก
- ค. การกลับขดลวดสนามแม่เหล็ก
- ง. การเลื่อนแปรงถ่านที่ลัดวงจรคอมมิว
- จ. การลัดวงจรขดลวดสนามแม่เหล็ก

4. ข้อใดคือวิธีการแก้ปัญหาปฏิกิริยาอาร์เมเจอร์ในยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

- ก. พันขดลวดชดเชย
- ข. ใช้อินเตอร์โพล
- ค. เพิ่มแปรงถ่านหนึ่งคู่
- ง. เพิ่มความต้านทานในวงจรอาร์เมเจอร์
- จ. เพิ่มแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์

5. ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์มอเตอร์
 - ก. ใช้งานได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ
 - ข. ใช้กระแสเมื่อโหลดเต็มทีน้อย
 - ค. ความเร็วรอบสูง
 - ง. แรงบิดสูง
 - จ. กำลังไฟฟ้าที่เพลสูง
6. ข้อใดคือการกลับทางหมุนของเซดเคดโพลของมอเตอร์
 - ก. การสลับสายไฟที่จ่ายให้กับมอเตอร์
 - ข. การกลับขั้วแม่เหล็ก
 - ค. การกลับขดลวดที่ตัวโรเตอร์
 - ง. การเลื่อนแปร่งถ่านที่ลัดวงจรคอมมิวเตเตอร์
 - จ. การลัดวงจรขดลวดสนามแม่เหล็ก
7. ข้อใดคือคุณสมบัติของเซดเคดโพลมอเตอร์
 - ก. ความเร็วรอบสูง
 - ข. แรงบิดสูง
 - ค. ประสิทธิภาพต่ำ
 - ง. ใช้กระแสทำงานต่ำ
 - จ. กำลังสูญเสียต่ำ
8. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดไม่ใช่ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์เป็นต้นกำลังขับ
 - ก. เครื่องดูดฝุ่น
 - ข. สว่านไฟฟ้าแบบพกพา
 - ค. กบไสไม้ไฟฟ้า
 - ง. มอเตอร์ปั้มน้ำ
 - จ. เครื่องปั่นน้ำผลไม้
9. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงรีฟลันซ์มอเตอร์ได้ถูกต้อง
 - ก. ความเร็วรอบในการทำงานต่ำ
 - ข. กำลังไฟฟ้าสูญเสียทางกลมีค่าต่ำ
 - ค. การเริ่มหมุนทำได้โดยการลัดวงจรที่คอมมิวเตเตอร์
 - ง. การกลับทางหมุนมอเตอร์ทำได้โดยการกลับขดลวดสนามแม่เหล็ก
 - จ. แรงบิดที่โหลดเต็มที่จะมีค่าต่ำ
10. มอเตอร์ในข้อใดต่อไปนี้สามารถใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ
 - ก. เซดเคดโพลมอเตอร์
 - ข. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์
 - ค. รีฟลันซ์มอเตอร์
 - ง. คาปาซิเตอร์มอเตอร์
 - จ. สปลิตเฟสมอเตอร์

แบบประเมินผลหลังเรียน

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า 2 รหัส 3104-2003

หน่วยที่ 4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

ชื่อเรื่อง มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดรีฟลักชัน ยูนิเวอร์แซลและเซดเคดโพล

คะแนน 10 คะแนน

- คำแนะนำ 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ
2. เวลาสำหรับทำแบบประเมิน 10 นาที

1. ข้อใดคือการกลับทางหมุนของเซดเคดโพลของมอเตอร์

ก. การสลับสายไฟที่จ่ายให้กับมอเตอร์	ข. การกลับขั้วแม่เหล็ก
ค. การกลับขดลวดที่ตัวโรเตอร์	ง. การเลื่อนแปร่งถ่านที่ลัดวงจรคอมมิวเตเตอร์
จ. การลัดวงจรขดลวดสนามแม่เหล็ก	
2. ข้อใดคือคุณสมบัติของเซดเคดโพลมอเตอร์

ก. ความเร็วรอบสูง	ข. แรงบิดสูง
ค. ประสิทธิภาพต่ำ	ง. ใช้กระแสทำงานต่ำ
จ. กำลังสูญเสียต่ำ	
3. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดไม่ใช้ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์เป็นต้นกำลังขับ

ก. เครื่องดูดฝุ่น	ข. ส่วนไฟฟ้าแบบพกพา
ค. กบไสไม้ไฟฟ้า	ง. มอเตอร์ปั๊มน้ำ
จ. เครื่องปั่นน้ำผลไม้	
4. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงรีฟลักชันมอเตอร์ได้ถูกต้อง

ก. ความเร็วรอบในการทำงานต่ำ	ข. กำลังไฟฟ้าสูญเสียทางกลมีค่าต่ำ
ค. การเริ่มหมุนทำได้โดยการลัดวงจรที่คอมมิวเตเตอร์	ง. การกลับทางหมุนมอเตอร์ทำได้โดยการกลับขดลวดสนามแม่เหล็ก
จ. แรงบิดที่โหลดเต็มที่จะมีค่าต่ำ	
5. มอเตอร์ในข้อใดต่อไปนี้สามารถใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ

ก. เซดเคดโพลมอเตอร์	ข. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์
ค. รีฟลักชันมอเตอร์	ง. คาปาซิเตอร์มอเตอร์
จ. สปลิตเฟสมอเตอร์	

6. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของเซคเคดโพลมอเตอร์
- ก. ขั้วแม่เหล็กหลัก
 - ข. ขั้วแม่เหล็กย่อย
 - ค. ขดลวดอาร์เมเจอร์
 - ง. ขดลวดสนามแม่เหล็ก
 - จ. โรเตอร์แบบกรงกระรอก
7. ข้อใดคือวิธีการกลับทางหมุนรีฟลักชันมอเตอร์
- ก. การสลับสายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์
 - ข. การกลับขดลวดสนามแม่เหล็ก
 - ค. การกลับขดลวดที่ตัวโรเตอร์
 - ง. การเลื่อนแปรงถ่านที่ลัดวงจรคอมมิว
 - จ. การลัดวงจรขดลวดสนามแม่เหล็ก
8. ข้อใดคือวิธีการกลับทางหมุนยูนิเวอร์แซลมอเตอร์
- ก. การสลับสายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์
 - ข. การกลับขั้วแม่เหล็ก
 - ค. การกลับขดลวดสนามแม่เหล็ก
 - ง. การเลื่อนแปรงถ่านที่ลัดวงจรคอมมิว
 - จ. การลัดวงจรขดลวดสนามแม่เหล็ก
9. ข้อใดคือวิธีการแก้ปัญหาปฏิกิริยาอาร์เมเจอร์ในยูนิเวอร์แซลมอเตอร์
- ก. พันขดลวดชดเชย
 - ข. ใช้อินเตอร์โพล
 - ค. เพิ่มแปรงถ่านหนึ่งคู่
 - ง. เพิ่มความต้านทานในวงจรอาร์เมเจอร์
 - จ. เพิ่มแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์
10. ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์
- ก. ใช้งานได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ
 - ข. ใช้กระแสเมื่อโหลดเต็มที่น้อย
 - ค. ความเร็วรอบสูง
 - ง. แรงบิดสูง
 - จ. กำลังไฟฟ้าที่เพลาสูง

แบบประเมินผลภาคทฤษฎี สัปดาห์ที่ 18

หน่วยที่ 4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส

จำนวน 12 ชั่วโมง

ชื่อเรื่อง มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ชนิดรีฟลัน ยูนิเวอร์แซลและเซดเดคโพล

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชื่อ – นามสกุลชั้นและกลุ่ม.....

ลำดับ ที่	การประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	วิธีการ
1	ทดสอบก่อนเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
2	ทดสอบหลังเรียน	10		ทำแบบทดสอบ
3	คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์			
	3.1 ตรงต่อเวลา	2		สังเกต
	3.2 แต่งกายถูกต้องตามระเบียบวิทยาลัย	2		สังเกต
	3.3 รับผิดชอบต่อหน้าที่	2		สังเกต
	3.4 ความสนใจ ใฝ่รู้	2		สังเกต
	3.5 มนุษยสัมพันธ์	2		สังเกต
4	แบบฝึกหัดทำถูกต้องครบถ้วนและส่งตรงเวลา	20		ทำแบบฝึกหัด
รวม		50		

สรุปการประเมิน ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านการประเมินคะแนนต้องได้ไม่ต่ำกว่า 60% หรือเท่ากับ 30 คะแนน

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....