วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	แบบทดสอบก่อนการเรียน	หน้า 1
รหัส 2104-2003	ตัวประกอบกำลังและการแก้ตัวประกอบกำลัง	หน่วยที่ 13

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

คำชี้แจง 1. จงทำเครื่องหมาย ✕ ทับ ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณไ

1. ข้อใดคือความหมายของตัวประกอบกำ
   ก. ค่าอัตราส่วนของกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟกับกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ
   ข. ค่าอัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าจริงกับกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ
   ค. ค่าอัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าจริงกับกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ
   ง. ค่าอัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏกับกำลังไฟฟ้าจริง
2. ชนิดตัวประกอบกำลังนำหน้าเป็นโหลดแบบใด
   ก. ตัวต้านทานกับตัวเหนี่ยวนำ
   ข. ตัวต้านทานอย่างเดียว
   ค. ตัวเก็บประจุกับตัวเหนี่ยวนำ
   ง. ตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุ

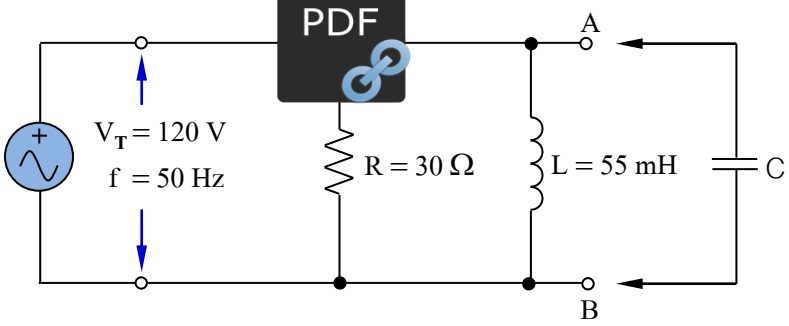
จากโจทย์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 3–5

ในระบบไฟฟ้ามีกำลังไฟฟ้าจริง 80 W และกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ 100 var ล้าหลัง

3. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีค่าเท่าไร
   ก. 112 VA
   ข. 120 VA
   ค. 128 VA
   ง. 136 VA
4. ตัวประกอบกำลังมีค่าเท่าไร
   ก. 0.625
   ข. 0.716
   ค. 0.800
   ง. 0.866
5. ถ้ากำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟล้าหลังเพิ่มขึ้นเป็น 120 var ตัวประกอบกำลังมีค่าเป็นอย่างไร
   ก. มีค่าลดลง
   ข. มีค่าเพิ่มขึ้น
   ค. มีค่าเท่าเดิม
   ง. มีค่าเท่ากับหนึ่ง
6. ผลของการแก้ตัวประกอบกำลังเมื่อต่อตัวเก็บประจุขนานกับวงจร คือข้อใด
   ก. กำลังไฟฟ้าจริงเพิ่มขึ้น ตัวประกอบกำลังมีค่าเพิ่มขึ้น
   ข. กำลังไฟฟ้าจริงคงที่ ตัวประกอบกำลังมีค่าลดลง
   ค. กำลังไฟฟ้าจริงคงที่ ตัวประกอบกำลังมีค่าเพิ่มขึ้น
   ง. กำลังไฟฟ้าจริงเพิ่มขึ้น ตัวประกอบกำลังมีค่าลดลง
7. ข้อใดกล่าวถูกต้องเมื่อต่อตัวเก็บประจุขนานเข้ากับวงจรเพื่อแก้ตัวประกอบกำลัง
   ก. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏของวงจรมีค่าคงที่
   ข. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟรวมมีค่าลดลง
   ค. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟรวมมีค่าเพิ่มขึ้น
   ง. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏของวงจรมีค่าเพิ่มขึ้น

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

จากวงจรที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 8–15 โดยข้อ 8–11 เมื่อยังไม่ต่อตัวเก็บประจุเข้ากับจุด A –B และข้อ 12–15 เมื่อต่อตัวเก็บประจุเข้ากับจุด A-



8. กำลังไฟฟ้าจริงมีค่าเท่าไร

ก. 520 W ข. 500 W

ค. 480 W ง. 460 W

9. กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟมีค่าเท่าไร

ก. 832 var ข. 744 var

ค. 686 var ง. 574 var

10. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีค่าเท่าไร

ก. 748 VA ข. 837 VA

ค. 885 VA ง. 960 VA

11. ตัวประกอบกำลังมีค่าเท่าไร

ก. 0.55 ข. 0.50

ค. 0.45 ง. 0.40

12. ต้องการแก้ตัวประกอบกำลังเพิ่มขึ้นเป็น 0.866 ล้าหลัง กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเก็บประจุมีค่าเท่าไร

ก. 420 var ข. 480 var

ค. 554.4 var ง. 596.8 var

13. ความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุมีค่าเท่าไร

ก. 272.6 μF ข. 230.7 μF

ค. 176.5 μF ง. 122.6 μF

14. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุมีค่าเท่าไร

ก. 3.98 A ข. 4.62 A

ค. 5.86 A ง. 6.94 A

15. กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏเมื่อมีการแก้ตัวประกอบกำลังมีค่าเท่าไร

ก. 554.5 VA ข. 612.6 VA

ค. 664.3 VA ง. 708.5 VA

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

หน่วยที่ 13 ตัวประกอบกำลังและการแก้ตัวประกอบกำลัง

หัวข้อเรื่อง

13.1 ความหมายของตัวประกอบกำลัง
13.2 ชนิดของตัวประกอบกำลัง
13.3 การคำนวณหาค่าตัวประกอบกำลัง
13.4 หลักการแก้ตัวประกอบกำลัง
13.5 การหาค่าความจุไฟฟ้าเพื่อใช้ในการแก้ตัวประกอบกำลัง
13.6 การคำนวณหาค่าความจุไฟฟ้าเพื่อใช้ในการแก้ตัวประกอบกำลัง

สมรรถนะย่อย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับตัวประกอบกำลังและการแก้ตัวประกอบกำลัง
2. ปฏิบัติหาค่าตัวประกอบกำลังและการแก้ตัวประกอบกำลัง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของตัวประกอบกำลังได้
2. บอกชนิดของตัวประกอบกำลังได้
3. คำนวณหาค่าตัวประกอบกำลังได้
4. อธิบายหลักการแก้ตัวประกอบกำลังได้
5. อธิบายการหาค่าความจุไฟฟ้าเพื่อใช้ในการแก้ตัวประกอบกำลังได้
6. คำนวณหาค่าความจุไฟฟ้าเพื่อใช้ในการแก้ตัวประกอบกำลังได้

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

บทนำ

ตัวประกอบกำลัง คือ ปัจจัยที่ทำใ[illegible]ฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นหรือน้อยลง ส่วนการแก้ตัวประกอบกำลัง คือ เพื่อลดค่าของกระ[illegible] โดยที่ค่ากำลังไฟฟ้าจริงยังคงที่ตามสภาพของโหลดตามเดิม

13.1 ความหมายของตัวประกอบกำลัง

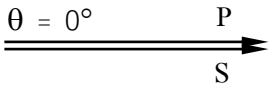
ตัวประกอบกำลัง (Power factor) หมายถึง ค่าอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าจริง (P) กับกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ (S) หรือค่าโคไซน์ (Cosine) ของมุมต่างเฟส (θ) ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า นั่นคือ

$$pf = \frac{P}{S} = \cos\theta \qquad \text{.....(13.1)}$$

.....(15.1)

13.2 ชนิดของตัวประกอบกำลัง

13.2.1 ตัวประกอบกำลังเท่ากับหนึ่ง (Unity power factor) เกิดจากโหลดที่เป็นตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว ขนาดและทิศทางของกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏจะร่วมเฟสกับกำลังไฟฟ้าจริง โดยมุม $\theta = 0°$ และกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีค่าเท่ากับกำลังไฟฟ้าจริง ดังรูปที่ 13.1



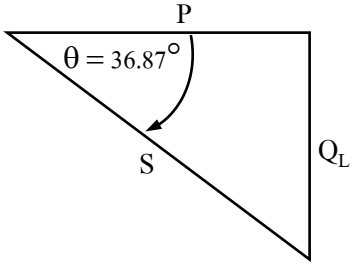
รูปที่ 13.1 ขนาดและทิศทางกำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ

ถ้ากำหนดให้ $P = 20$ W, $S = 20$ VA และ $\theta = 0°$ ดังนั้นตัวประกอบกำลัง

$$pf = \frac{P}{S} = \frac{20}{20} = 1$$

หรือ $$pf = \cos\theta = \cos 0° = 1$$

13.2.2 ตัวประกอบกำลังล้าหลัง (Lagging power factor) เกิดจากโหลดประเภทตัวต้านทานกับตัวเหนี่ยวนำที่ต่ออนุกรมกันหรือต่อขนานกัน ขนาดและทิศทางของกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏล้าหลังกำลังไฟฟ้าจริงเป็นมุม θ โดยกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีค่ามากกว่ากำลังไฟฟ้าจริง ดังรูปที่ 13.2 และตัวประกอบกำลังมีค่าน้อยกว่า 1 ($pf < 1$)



รูปที่ 13.2 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าและตัวประกอบกำลังล้าหลัง

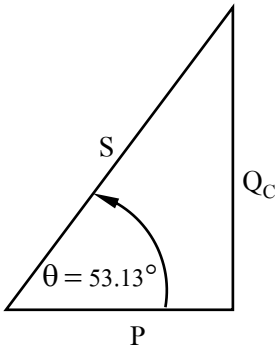
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

ถ้ากำหนดให้ $P = 16$ W, $S = 20$ VA และ $\theta = 36.87°$ ดังนั้นตัวประกอบกำลัง

$$\text{pf} = \frac{16}{20} = 0.8$$

หรือ $$\text{pf} = \cos 36.87^\circ = 0.8 < 1$$

13.2.3 ตัวประกอบกำลังนำหน้า (Leading power factor) เกิดจากโหลดประเภทตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุต่ออนุกรมกันหรือต่อขนานกัน ขนาดและทิศทางของกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏจะนำหน้ากำลังไฟฟ้าจริงเป็นมุม θ โดยกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีค่ามากกว่ากำลังไฟฟ้าจริง ดังรูปที่ 13.3 และตัวประกอบกำลังมีค่าน้อยกว่า 1 (pf < 1) เช่นเดียวกัน



รูปที่ 13.3 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าและตัวประกอบกำลังนำหน้า

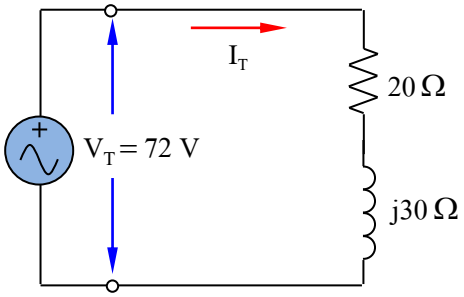
ถ้ากำหนดให้ $P = 12$ W, $S = 20$ VA และ $\theta = 53.13°$ ดังนั้นตัวประกอบกำลัง

$$\text{pf} = \frac{P}{S} = \frac{12}{20} = 0.6$$

หรือ $$\text{pf} = \cos\theta = \cos 53.13^\circ = 0.6 < 1$$

13.3 การคำนวณหาค่าตัวประกอบกำลัง

ตัวอย่างที่ 13.1 วงจรดังรูปที่ 13.4 จงคำนวณหาตัวประกอบกำลัง



รูปที่ 13.4 วงจรของตัวอย่างที่ 13.1

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

วิธีทำ

$$Z = j30 = 36\angle 56.31^\circ\ \Omega$$

$$\theta = \left(\frac{X_L}{R}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{30}{20}\right) = 56.31^\circ$$

และ
$$I_T = \frac{V_T}{Z} = \frac{72}{36}$$
$$= 2\ A$$

การหาค่าตัวประกอบกำลังจะต้องทราบ P และ S ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$P = V_T I_T \cos\theta$$
$$= 72 \times 2 \times \cos 56.31^\circ$$
$$P = 79.87\ W$$
$$S = V_T I_T = 72 \times 2$$
$$S = 144\ VA$$
$$pf = \frac{P}{S} = \frac{79.87}{144}$$
$$pf = 0.554$$

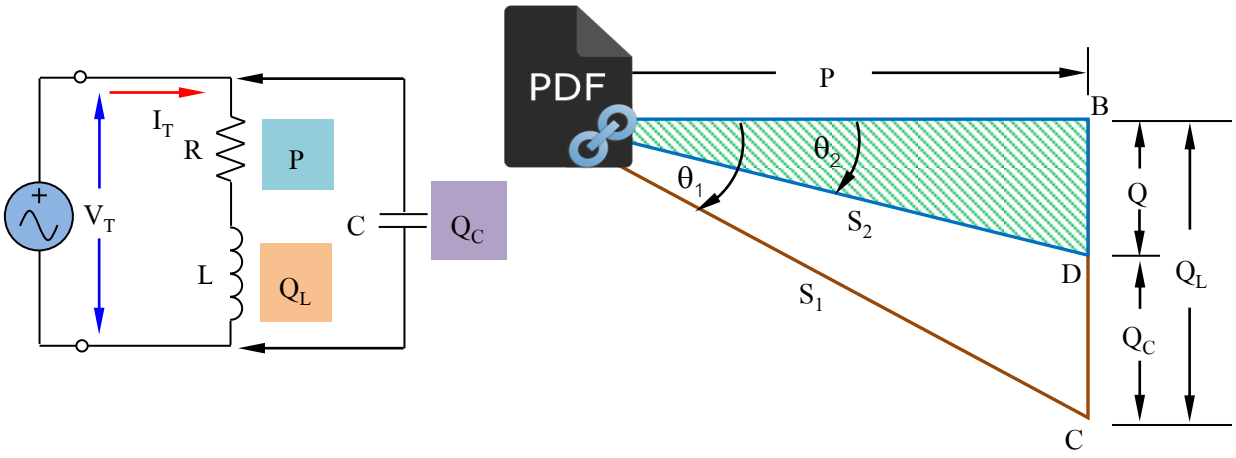
หรือ
$$pf = \cos\theta = \cos 56.31^\circ$$
$$pf = 0.554$$

ตัวประกอบกำลังมีค่าเท่ากับ 0.554 ล้าหลัง **ตอบ**

13.4 หลักการแก้ตัวประกอบกำลัง

การแก้ตัวประกอบกำลัง (Power factor correction) เป็นการทำให้ตัวประกอบกำลังหรือ cosθ ให้เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลให้กระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายมีค่าลดลง ดังรูปที่ 13.5 (ก) เป็นโหลดตัวต้านทานกับตัวเหนี่ยวนำซึ่งต่ออนุกรมกัน ซึ่งส่งผลให้เกิดกำลังไฟฟ้าจริงขึ้นที่ตัวต้านทาน และกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟขึ้นที่ตัวเหนี่ยวนำและมีตัวประกอบกำลังล้าหลังสมมติให้มีค่าลดลงค่าหนึ่ง ถ้าต้องการให้ตัวประกอบกำลังมีค่าเพิ่มขึ้นก็ทำได้โดยนำตัวเก็บประจุมาต่อขนานเข้ากับโหลด

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



(ก) การต่อตัวเก็บประจุขนานกับโหลด RL (ข) สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า

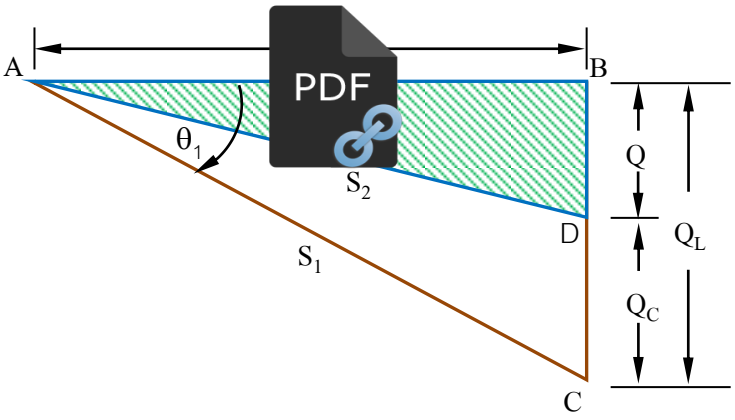
รูปที่ 13.5 หลักการแก้ตัวประกอบกำลัง

จากรูปที่ 13.5 (ข) ระยะ AB คือ กำลังไฟฟ้าจริง และระยะ BC คือ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟของตัวเหนี่ยวนำ โดยขณะนี้มีค่า pf เท่ากับ $\cos\theta_1$ (มุมกว้างค่า pf ลดลง) จากที่ได้ศึกษามาแล้วพบว่ากำลังไฟฟ้า-รีแอกตีฟของตัวเก็บประจุ (Q_C) ซึ่งก็คือระยะ CD โดยมีทิศทางตรงข้ามกับ Q_L ดังนั้นหลักการก็คือนำตัวเก็บประจุมาต่อเข้ากับวงจรโดยค่า Q_C จะหักล้างกับค่า Q_L จากสามเหลี่ยม ABD โดยระยะ AB คือ กำลังไฟฟ้าจริง ระยะ BD คือ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟคงเหลือ (Q) และระยะ AD คือ กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏค่าใหม่ (S_2) โดยมีค่า pf เท่ากับ $\cos\theta_2$ (มุมแคบค่า pf เพิ่มขึ้น) ซึ่งพอสรุปเป็นหลักการเบื้องต้นของการแก้ตัว-ประกอบกำลัง คือ **กำลังไฟฟ้าจริงต้องคงที่ กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟรวมลดลง กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏลดลง และตัวประกอบกำลังเพิ่มขึ้น** (ไม่เกิน 1)

13.5 การหาค่าความจุไฟฟ้าเพื่อใช้แก้ตัวประกอบกำลัง

ดังรูปที่ 13.6 ผลรวมของกำลังไฟฟ้าจริง กับกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ ได้กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ (S_1) ขณะนี้มีค่า pf เท่ากับ $\cos\theta_1$ (มุมกว้างค่า pf จะต่ำ) เมื่อต่อตัวเก็บประจุขนานกับวงจรได้กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเก็บประจุคือ Q_C ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามและหักล้างกับ Q_L ดังนั้นกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟคงเหลือ (Q) ได้จากผลต่าง Q_L กับ Q_C ($Q_L - Q_C$) ซึ่งทำให้ได้กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏค่าใหม่เป็น S_2 โดยมีค่า pf เท่ากับ $\cos\theta_2$ (มุมแคบค่า pf จะสูง)

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



รูปที่ 13.6 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าแสดงกำลังไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ

ที่สามเหลี่ยม ABC จะได้ $\tan\theta_1 = \frac{BC}{AB} = \frac{Q_L}{P}$

ดังนั้น $Q_L = P\tan\theta_1$ .....(13.2)

ที่สามเหลี่ยม ABD จะได้ $\tan\theta_2 = \frac{BD}{AB} = \frac{Q}{P}$

$= \frac{Q_L - Q_C}{P}$

ดังนั้น $Q_L = P\tan\theta_2 + Q_C$ .....(13.3)

โดยสมการที่ (13.3) เท่ากับสมการที่ (13.2) จะได้

$P\tan\theta_2 + Q_C = P\tan\theta_1$

$Q_C = P\tan\theta_1 - P\tan\theta_2$

ดังนั้น $Q_C = P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$ .....(13.4)

เมื่อ Q_C = กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟของตัวเก็บประจุ (var)

P = กำลังไฟฟ้าจริง (W)

θ_1 = มุมของกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏก่อนแก้ (deg)

θ_2 = มุมของกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏหลังแก้ (deg)

เนื่องจากตัวเก็บประจุต่อขนานกับโหลดหรือขนานกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้ จะได้ว่า

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

$$X_C = \frac{V_T^2}{Q_C}$$

$$2\pi f C = \frac{1}{X_C}$$

$$C = \frac{Q_C}{2\pi f V_T^2} \qquad \text{.....(13.5)}$$

13.6 การคำนวณหาค่าความจุไฟฟ้าเพื่อใช้แก้ตัวประกอบกำลัง

ตัวอย่างที่ 13.2 โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งมีกำลังไฟฟ้าจริง 8 kW มีค่าตัวประกอบกำลัง 0.642 ล้าหลัง ถ้าต้องการแก้ตัวประกอบกำลังให้เพิ่มขึ้นเป็น 0.906 ล้าหลัง จงคำนวณหากำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟของตัวเก็บประจุ

วิธีทำ

จากสมการ $Q_C = P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$

ดังนั้น $\theta_1 = \cos^{-1} pf_1 = \cos^{-1} 0.642$

$\theta_1 = 50°$

และ $\theta_2 = \cos^{-1} pf_2 = \cos^{-1} 0.906$

$\theta_2 = 25°$

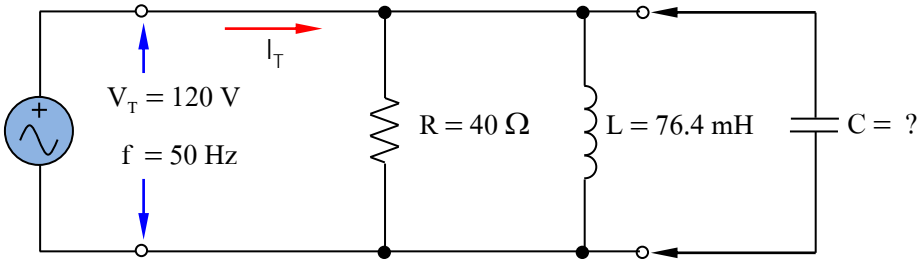
แทนค่า $Q_C = 8\times10^3 (\tan 50° - \tan 25°)$

$= 8\times10^3 (1.191 - 0.466)$

$Q_C = 5.8 \times10^3 = 5.8$ kvar

กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟของตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ 5.8 kvar **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 13.3 วงจรดังรูปที่ 13.7 จงคำนวณหาค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ ถ้าต้องการตัวประกอบกำลังเพิ่มขึ้นเป็น 0.866 ล้าหลัง และเขียนสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าก่อนแก้และหลังแก้ตัวประกอบกำลัง



รูปที่ 13.7 วงจรของตัวอย่างที่ 13.3

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

วิธีทำ เมื่อยังไม่ต่อตัวเก็บประจุ

$$X_L = 2\times3.1416\times50\times76.4\times10^{-3}$$

$$X_L = 24\ \Omega$$

$$I_R = \frac{V_T}{R} = \frac{120}{40} = 3\ A$$

$$I_L = \frac{V_T}{X_L} = \frac{120}{24} = 5\ A$$

$$I_T = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = \sqrt{(3)^2 + (5)^2} = 5.831\ A$$

$$\theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{I_L}{I_R}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{5}{3}\right)$$

$$\theta_1 = 59.03^\circ$$

$$P = V_T I_T \cos\theta_1 = 120\times5.831\times\cos 59.03^\circ$$

$$P = 360\ W$$

$$Q_L = V_T I_T \sin\theta = 120\times5.831\times\sin 59.03^\circ$$

$$Q_L = 600\ var$$

$$S_1 = V_T I_T = 120\times5.831$$

$$S_1 = 699.72\ VA$$

☞ นั่นคือ $S_1 = 699.72$ VA, $P = 360$ W, $Q_L = 600$ var และ pf $= \cos 59.03^\circ = 0.514$ ล้าหลัง

ต้องการให้ตัวประกอบกำลังเพิ่มขึ้นเป็น 0.906 ล้าหลัง ดังนั้น $\theta_2 = \cos^{-1} 0.866 = 30^\circ$

$$Q_C = P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$$

$$Q_C = 360\times(\tan 59.03^\circ - \tan 30^\circ)$$

$$= 360\times(1.666 - 0.577)$$

$$Q_C = 392.04\ var$$

หาค่าความจุไฟฟ้า

$$C = \frac{Q_C}{2\pi f V_T^2} = \frac{392.04}{2\times3.1416\times50\times(120)^2}$$

$$C = 86.66\times10^{-6}\ F$$

ความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุมีค่าเท่ากับ 86.66 μF **ตอบ**

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

$$S_2 = P - j(Q_L - Q_C) = 360 - j(600 - 392.04)$$

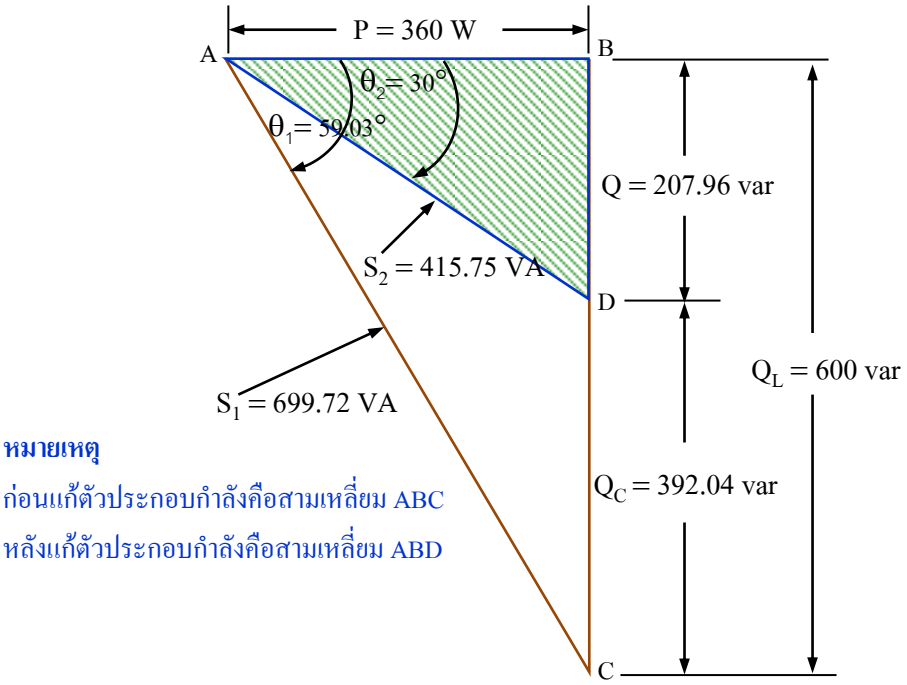
$$= 360 - j207.96$$

$$= 415.75\angle -30^\circ \text{ VA}$$

ก่อนแก้ ☞ $S_1 = 699.72$ VA, P = 360 W, Q_L = 600 var และ $pf_1 = 0.514$ ล้าหลัง ($\theta_1 = 59.03^\circ$)

หลังแก้ ☞ $S_2 = 415.75$ VA, P = 360 W, Q = 207.96 var และ $pf_2 = 0.866$ ล้าหลัง ($\theta_2 = 30^\circ$)

สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าก่อนแก้และหลังแก้ตัวประกอบกำลังดังรูปที่ 13.8



รูปที่ 13.8 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าก่อนแก้และหลังแก้ตัวประกอบกำลัง

สรุป

ตัวประกอบกำลัง (Power factor) หมายถึง ค่าอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าจริง (P) กับกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ (S) หรือค่าโคไซน์ (Cosine) ของมุมต่างเฟส (θ) ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า ตัว-ประกอบกำลัง เท่ากับหนึ่ง เกิดจากโหลดที่เป็นตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว ขนาดและทิศทางของกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏจะร่วมเฟสกับกำลังไฟฟ้าจริง โดยมุม $\theta = 0^\circ$ ตัวประกอบกำลังล้าหลัง เกิดจากโหลดประเภทตัวต้านทานกับตัว-เหนี่ยวนำที่ต่ออนุกรมกันหรือต่อขนานกัน ขนาดและทิศทางของกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏล้าหลังกำลังไฟฟ้า-จริงเป็นมุม θ ตัวประกอบกำลังนำหน้า เกิดจากโหลดประเภทตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุต่ออนุกรมกันหรือต่อขนานกัน ขนาดและทิศทางของกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏจะนำหน้ากำลังไฟฟ้าจริงเป็นมุม θ การแก้ตัวประกอบกำลัง เป็นการทำให้ตัวประกอบกำลังหรือ $\cos\theta$ ให้เพิ่มขึ้น ซึ่ง

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

เป็นผลให้กระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายมีค่าลดลง ผลรวมของกำลังไฟฟ้าจริง กับกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ ได้กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ เมื่อต่อตัวเก็บประจุ[illegible]งจรได้กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟจากตัวเก็บประจุ

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนสามารถวัดค่ากำลังเการแก้และหลังการแก้ตัวประกอบกำลัง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรการทดลองได้ถูกต้อง
2. วัดค่ากำลังไฟฟ้า ตัวประกอบกำลัง ของโหลดแบบต่าง ๆ ได้
3. วัดค่ากำลังไฟฟ้า ตัวประกอบกำลัง ของวงจรก่อนการแก้และหลังการแก้ตัวประกอบกำลังได้

เครื่องมือวัดและอุปกรณ์การทดลอง

1.	หม้อแปลงไฟฟ้าแรงดัน 220 V/24 V 5 A	1	ตัว
2.	มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลหรือแบบเข็มชี้	2	ตัว
3.	อิเล็กทรอนิกส์วัตต์มิเตอร์	1	ตัว
4.	เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์	1	ตัว
5.	ตัวต้านทานค่า 100 Ω 20 W	1	ตัว
6.	ตัวเหนี่ยวนำแบบเลือกค่าได้ 0.3 H	1	ตัว
7.	ตัวเก็บประจุค่า 4.7 μF, 10 μF อย่างละ	2	ตัว
8.	ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับพร้อมสายต่อวงจร 10 เส้น	1	ชุด

คำนำ ทางปฏิบัติงาน

ตัวประกอบกำลัง คือ ปัจจัยที่ทำให้กำลังไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นหรือน้อยลง ส่วนการแก้ตัวประกอบกำลัง คือ เพื่อลดค่าของกระแสของวงจร โดยที่ค่ากำลังไฟฟ้าจริงยังคงที่ตามสภาพของโหลดตามเดิม

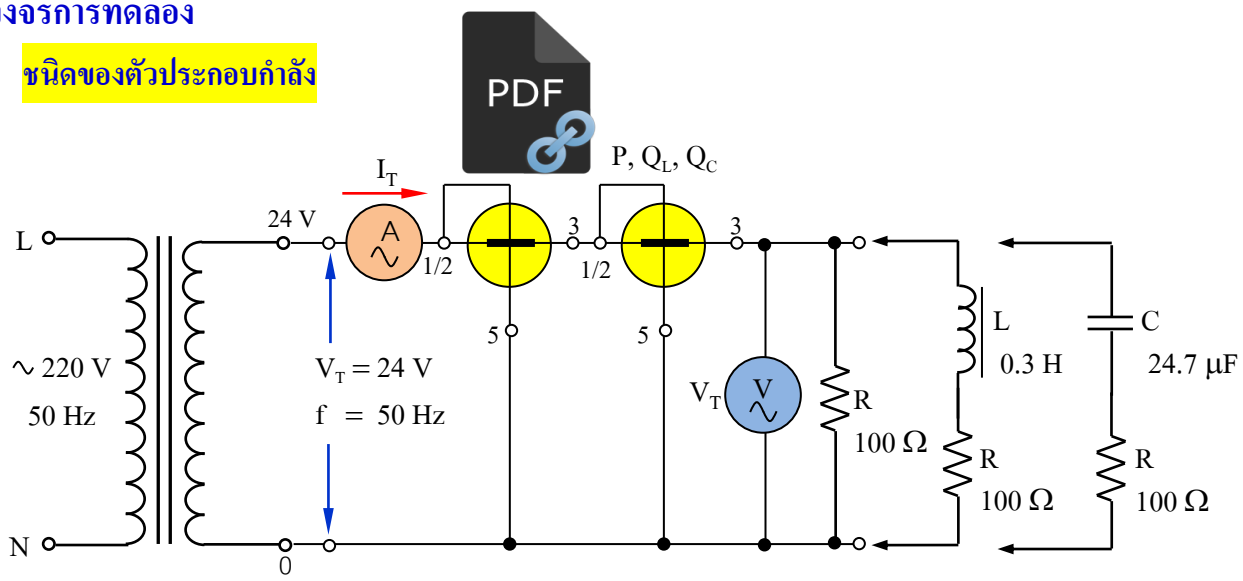
ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังก่อนการทดลอง

ในขณะต่อวงจรไม่ควรเปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้าไว้ เพราะถ้าต่อวงจรผิด จะทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ ตรวจสอบการต่อวงจรให้ถูกต้อง ก่อนใช้งานออสซิลโลสโคป ควรศึกษาหน้าที่ของสวิตซ์ ปุ่มและขั้วต่อต่าง ๆ ของออสซิลโลสโคป เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด การปรับปุ่ม

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

วงจรการทดลอง

ชนิดของตัวประกอบกำลัง



รูปที่ 13.9 การวัดกำลังไฟฟ้าและตัวประกอบกำลังของโหลดแบบต่าง ๆ

หมายเหตุ ค่า C = 24.7 μF ใช้ค่า C = 4.7 μF จำนวน 1 ตัว และค่า C = 10 μF จำนวน 2 ตัว มาต่อขนานกันทั้งหมด 3 ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 13.9 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง
2. ที่หม้อแปลงไฟฟ้าใช้ขนาดแรงดันไฟฟ้า 24 V เพื่อต่อให้กับโหลด R, RL ที่ต่อแบบอนุกรม และโหลด RC ที่ต่อแบบแบบอนุกรม
3. ต่อโหลด R เพียงอย่างเดียวเข้ากับแหล่งจ่าย V_T บันทึกค่าของกำลังไฟฟ้าจริง (P) กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ (Q) ตัวประกอบกำลัง (cos θ หรือ pf) กระแสไฟฟ้ารวม (I_T) แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ (V_T) และคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ปรากฏจากสมการ $S = V_T I_T$ บันทึกค่าลงในตารางที่ 13.1
4. เข็มชี้ของเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ชี้อยู่ในย่านของชนิดตัวประกอบกำลัง

   ☐ เท่ากับหนึ่ง ☐ ล้าหลัง ☐ นำหน้า
5. ปลดโหลด R เพียงอย่างเดียวออกจากวงจร จากนั้นนำโหลด RL ที่ต่ออนุกรมมาต่อเข้ากับแหล่งจ่าย V_T บันทึกค่าของกำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ ตัวประกอบกำลัง กระแสไฟฟ้ารวม แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ และคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ปรากฏจากสมการ $S = V_T I_T$ บันทึกค่าลงในตารางที่ 13.1
6. เข็มชี้ของเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ชี้อยู่ในย่านของชนิดตัวประกอบกำลัง

   ☐ เท่ากับหนึ่ง ☐ ล้าหลัง ☐ นำหน้า

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

7. ปลดโหลด RL อนุกรมออกจากวงจร จากนั้นนำโหลด RC ที่ต่ออนุกรมมาต่อเข้ากับแหล่งจ่าย V_T บันทึกค่าของกำลังไฟฟ้าจริง ตัวประกอบกำลัง กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ กระแสไฟฟ้ารวม แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ และคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ปรากฏจากสมการ $S = V_T I_T$ บันทึกค่าลงในตารางที่ 13.1

8. เข็มชี้ของเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ชี้อยู่ในช่วงของชนิดตัวประกอบกำลัง

☐ เท่ากับหนึ่ง ☐ ล้าหลัง ☐ นำหน้า

ตารางที่ 13.1 ผลการทดลองจากลำดับขั้นการทดลองที่ 3–5

	P (W)	Q (var)	pf	I_T (A)	V_T (V)	S (VA)
โหลด R อย่างเดียว						
โหลด RL อนุกรม						
โหลด RC อนุกรม						

การแก้ตัวประกอบกำลัง

ลำดับขั้นการทดลอง (ต่อ)

9. ปลดโหลด RC อนุกรมออกจากวงจร จากนั้นนำโหลด RL อนุกรม (ค่า $R = 50\,\Omega$, $L = 0.3$ H) ต่อเข้ากับแหล่งจ่าย V_T บันทึกค่าของกำลังไฟฟ้าจริง ตัวประกอบกำลัง กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ กระแสไฟฟ้ารวม แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ และคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ปรากฏจากสมการ $S = V_T I_T$ บันทึกค่าลงในตารางที่ 13.2 อีกครั้งหนึ่ง ลงในช่องเมื่อไม่ต่อตัวเก็บประจุ (ยังไม่แก้ตัวประกอบกำลัง)

10. นำโหลดที่เป็นตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุไฟฟ้า 14.7 μF มาต่อขนานกับโหลด RL อนุกรม บันทึกค่าของกำลังไฟฟ้าจริง ตัวประกอบกำลัง กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ กระแสไฟฟ้ารวม แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ และคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ปรากฏจากสมการ $S = V_T I_T$ บันทึกค่าลงในตารางที่ 13.2 ลงในช่องเมื่อต่อตัวเก็บประจุขนานกับโหลด (เมื่อแก้ตัวประกอบกำลัง)

ตารางที่ 13.2 ผลการทดลองจากลำดับขั้นการทดลองที่ 9–10

	P (W)	pf	Q (var)	I_T (A)	V_T (V)	S (VA)
เมื่อยังไม่ต่อตัวเก็บประจุ						
เมื่อต่อตัวเก็บประจุขนานกับโหลด						

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

ประเมินผลการทดลอง

1. คำนวณหาค่าตัวประกอบกำลัง โดยนำค่าที่ได้จากการวัดมาคำนวณตามสมการ $pf = \frac{P}{S}$ ของโหลด R เพียงอย่างเดียว แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้จากเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์

วิธีทำ

2. คำนวณหาค่าตัวประกอบกำลัง โดยนำค่าที่ได้จากการวัดมาคำนวณตามสมการ $pf = \frac{P}{S}$ ของโหลด RL อนุกรม แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้จากเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์

วิธีทำ

3. คำนวณหาค่าตัวประกอบกำลัง โดยนำค่าที่ได้จากการวัดมาคำนวณตามสมการ $pf = \frac{P}{S}$ ของโหลด RC อนุกรม แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้จากเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์

วิธีทำ

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

4. ชนิดของตัวประกอบกำลังมีกี่ชนิด อะไรบ้าง แต่ละชนิดเป็นโหลดประเภทอะไร

5. จากลำดับขั้นการทดลองที่ 9–10 จงอธิบายผลที่ได้ของกระแสไฟฟ้ารวม ตัวประกอบกำลัง กำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ เมื่อยังไม่ต่อตัวเก็บประจุ (เมื่อยังไม่แก้ตัวประกอบกำลัง) และเมื่อต่อตัวเก็บประจุ (แก้ตัวประกอบกำลัง) จากตารางที่ 13.2

6. จากวงจรการทดลอง จงแสดงการคำนวณหากำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ และค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ เมื่อมีการแก้ตัวประกอบกำลัง ที่ได้ตามตารางที่ 13.2

วิธีทำ

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงาน	หน้า 19
รหัส 2104-2003	ตัวประกอบกำลังและการแก้ตัวประกอบกำลัง	หน่วยที่ 13

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

แบบประเมินผลปฏิบัติงานการทดลอง

ที่	รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1	การต่อวงจรถูกต้อง **(9 คะแนน)** 1.1 ต่ออุปกรณ์การทดลอง 1.2 วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ 1.3 วัดและอ่านค่ากำลังไฟฟ้าจากวัตต์มิเตอร์ 1.4 วัดและอ่านค่ากำลังไฟฟ้าจากเพาเวอร์-แฟกเตอร์มิเตอร์	 3 2 2 2		
2	ผลของการทดลอง **(4 คะแนน)** 2.1 ค่าต่าง ๆ ที่บันทึกลงในทุกตารางมีค่าถูกต้อง	 2		
3	การประเมินผลท้ายการทดลอง	5		
4	การเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง	2		
5	ผลงานสำเร็จและส่งงานภายในชั่วโมงของการเรียน	2		
คะแนนเต็ม		**20**		

ผลการประเมิน

- ☐ 16–20 คะแนน อยู่ในเกณฑ์ดีมาก
- ☐ 14–15 คะแนน อยู่ในเกณฑ์ดี
- ☐ 12–13 คะแนน อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง
- ☐ 10–11 คะแนน อยู่ในเกณฑ์พอใช้
- ☐ ต่ำกว่า 10 คะแนน อยู่ในเกณฑ์ไม่ผ่านและต้องปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายไมตรี ไชยชมพู)

...../...../.....

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	ใบงาน	หน้า 20
รหัส 2104-2003	ตัวประกอบกำลังและการแก้ตัวประกอบกำลัง	หน่วยที่ 13

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

แบบประเมินใบประเมินผลเจตคติที่พึงประสงค์

ที่	รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1	เข้าเรียนตรงต่อเวลา	2		
2	ส่งใบงานตรงตามเวลาที่กำหนด	2		
3	มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน	2		
4	มีความเชื่อมั่นในตนเอง	2		
5	มีความสนใจใฝ่รู้	2		
6	มีความรักสามัคคีภายในกลุ่ม	2		
7	มีความซื่อสัตย์สุจริต	2		
8	มีมนุษยสัมพันธ์ในการทำงาน	2		
9	การแต่งกายถูกต้องตามระเบียบสถานศึกษา	2		
10	ปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อบังคับ ของสถานศึกษา	2		
	คะแนนเต็ม	**20**		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายไมตรี ไชยชมพู)

...../...../.....