



คาปาซิเตอร์ & ฮาร์โมนิกส์ ตอนที่ 24



สูตรคำนวณพื้นฐาน ของการแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์

สูตรทางไฟฟ้าดังต่อไปนี้สามารถถูกนำไปใช้คำนวณค่าพื้นฐานของ
การแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์

- สูตรที่ 1 Active power $P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$ (W)
- สูตรที่ 2 Reactive power $Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi$ (VAR)
- สูตรที่ 3 Apparent power $S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$ (VA)
- สูตรที่ 4 Power Factor $PF = \frac{P}{S}$

การแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์

เมื่อโหลดชนิดกระแสสลับมีบางส่วนเป็นคาปาซิทีฟหรืออินดักทีฟ
รูปคลื่นกระแสไฟฟ้าจะไม่ซ้อนทับกันกับรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า เป็นเหตุให้
ความต้องการกระแสไฟฟ้าสูงมากขึ้นและเกิดความสูญเสียในสายไฟ
มากขึ้น (I^2R) คาปาซิเตอร์ถูกนำไปใช้กับโหลดชนิดอินดักทีฟเพื่อ
จ่ายกำลังไฟฟ้รีแอกทีฟ การติดตั้งใช้งานคาปาซิเตอร์ควรจะใกล้โหลด
ชนิดอินดักทีฟให้มากที่สุดเพื่อลดกระแสไฟฟ้าและความสูญเสีย การติดตั้ง
ใช้งานคาปาซิเตอร์แบบนี้ถูกเรียกว่าการแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

- สูตรที่ 5 $Q_c = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$ [VAR]
- Q_c : กำลังไฟฟ้รีแอกทีฟที่ต้องการ หรือกำลังไฟฟ้าของคา
ปาซิเตอร์เป็น kVAR
- P : กำลังไฟฟ้าชนิดแอกทีฟในระบบทั้งหมด หรือโหลด
ชนิดแอกทีฟเป็น kW
- φ_1 : มุมเฟสของ $\cos \varphi$ ที่เกิดขึ้นในระบบ
- φ_2 : มุมเฟสของ $\cos \varphi$ ที่เป็นเป้าหมายที่ต้องการ

คาปาซิเตอร์ชนิด 1 เฟส

สูตรที่ 6 $Q_c = V_c \cdot I_c$ [VAR]

สูตรที่ 7 $Q_c = \frac{V_L \cdot V_L}{X_c} = \frac{(V_c)^2}{X_c}$

สูตรที่ 8 $X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$

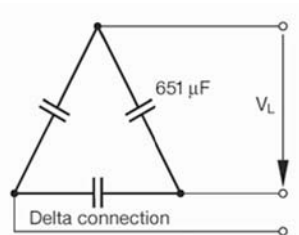
f = ความถี่ของระบบไฟฟ้า

X_c = อิมพีแดนซ์ของคาปาซิเตอร์

C = ความจุไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์

สูตรที่ 9 $Q_c = (V_c)^2 \times 2\pi \times f \times C$

คาปาซิเตอร์ชนิด 3 เฟส



สูตรที่ 10 $Q_{TOT} = 3 \cdot Q_c$

สูตรที่ 11 $V_c = V_L$

คาปาซิเตอร์ 3 เฟส ต่อแบบเดลตา จากสูตรที่ 9, 10 และ 11

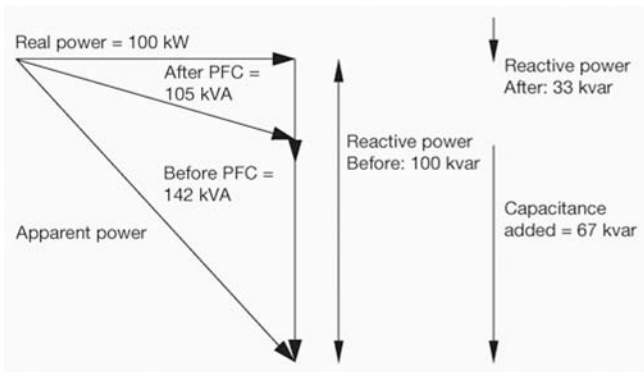
สูตรที่ 12 $Q_{TOT} = 3 \cdot (V_L)^2 \cdot 2\pi \cdot f \cdot C$

สูตรที่ 13 $C = Q_{TOT} / 3 \cdot (V_L)^2 \cdot 2\pi \cdot f \cdot C$

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 1

ความสัมพันธ์ระหว่างแอกทีฟ (P) รีแอกทีฟ (Q) กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ (S) และเพาเวอร์แฟคเตอร์ (COS Φ) ตามรูปด้านล่าง สามเหลี่ยมกำลัง แสดงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์เริ่มต้นที่ 0.7 สำหรับโหลดแบบอินดักทีฟ 100 kW กำลังไฟฟ้าแบบรีแอกทีฟที่เกิดขึ้นเท่ากับ 100 kVAr หลังจากติดตั้งคาปาซิเตอร์ขนาด 67 kVAr กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏลดลงจาก 142 kVA เป็น 105 kVA มีผลทำให้กระแสไฟฟ้าลดลง 26% และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ถูกปรับปรุงให้สูงขึ้นเป็น 0.95



คำนวณตามสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4

การคำนวณค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

ก่อนปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ $PF = \frac{100}{142} = 0.7$

หลังปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ $PF = \frac{100}{105} = 0.95$

ตัวอย่างที่ 2

การคำนวณขนาดคาปาซิเตอร์ ในอุตสาหกรรม พิกัดไฟฟ้าที่กำหนด

มอเตอร์ขนาด	220	kW
แรงดันไฟฟ้า	440 V, 3 - ph,	50 Hz
ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์เริ่มต้น	0.7	
ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์เป้าหมาย	0.9	

การคำนวณค่าคาปาซิเตอร์ที่ต้องการติดตั้ง

$$\begin{aligned} \text{COS } \Phi 1 &= 0.7 & \tan \Phi 1 &= 1.02 \\ \text{COS } \Phi 2 &= 0.9 & \tan \Phi 2 &= 0.48 \\ Q_c &= P (\tan \Phi 1 - \tan \Phi 2) \\ &= 220 (1.02 - 0.48) \\ &= 118.8 \text{ kVAr} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3

การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ

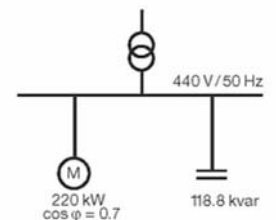
$$\begin{aligned} S 1 &= P / \text{COS } \Phi 1 = 220 / 0.7 = 314 \text{ kVA} \\ S 2 &= P / \text{COS } \Phi 2 = 220 / 0.9 = 224 \text{ kVA} \\ S1-S2 &= 70 \text{ kVA} \end{aligned}$$

การคำนวณขนาดสายไฟ

$$I 1 = \frac{220 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot (0.7)} = 412 \text{ A}$$

$$I 2 = \frac{220 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot (0.9)} = 320 \text{ A}$$

$$I 1 - I 2 = 92 \text{ A}$$



ดังนั้นสายไฟสามารถรับโหลดได้เพิ่มขึ้น 92 A หรือผู้ออกแบบสามารถลดขนาดสายไฟลงได้

