EPCOS

คาปาซิเตอร์&ฮาร์โมนิกส์

ตอนที่ 6 การออกแบบตู้คาปาซิเตอร์

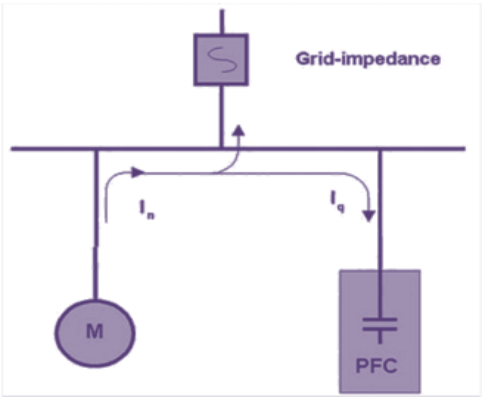
การออกแบบตู้คาปาซิเตอร์ การแก้ไขเพาเวอร์แฟกเตอร์คือการตัดต่อคาปาซิเตอร์ขนานกันกับโหลดภายในโรงงานหรืออาคารลักษณะของโหลด มี 2 ชนิด คือ

1. Linear loads โหลดซึ่งมีลักษณะแรงดันและกระแสไฟฟ้าเชิงเส้นเรียกว่า Linear Loads เมื่อต่อเชื่อมแหล่งจ่ายไฟที่เป็น Sine Wave กระแสไฟฟ้าที่ผ่านโหลดเชิงเส้นจะเป็น Sine Ware เช่นกัน ตัวอย่าง โหลดเชิงเส้นคือ ลวดความร้อนชนิดต้านทาน (Resistive heating) คาปาซิเตอร์, มอเตอร์, หลอดไฟไส้ต้านทาน เป็นต้น

2. Non linear loads โหลดซึ่งมีลักษณะแรงดันไฟฟ้าไม่เป็นเชิงเส้นเรียกว่า Non Linear Loads เมื่อต่อเชื่อมแหล่งจ่ายไฟที่เป็น Sine wave โหลดชนิดนี้จะผลิตกระแสไฟฟ้าที่ไม่เป็น Sine wave ตัวอย่างโหลดไม่เชิงเส้นคือ เครื่องแปลงไฟฟ้า, เครื่องปรับรอบความเร็วมอเตอร์, UPS, เครื่องเชื่อมไฟฟ้า เป็นต้น

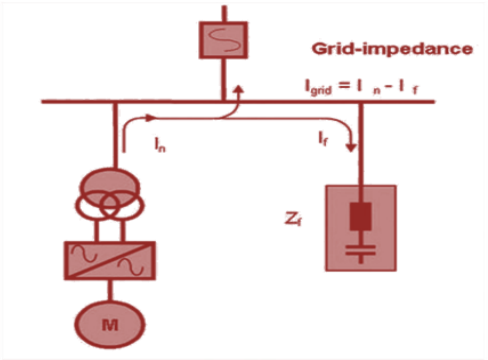
การออกแบบตู้คาปาซิเตอร์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะของโหลดคือ

1. ตู้คาปาซิเตอร์แบบไม่มี ดีจูนรีแอคเตอร์ (Basic capacitor bank)



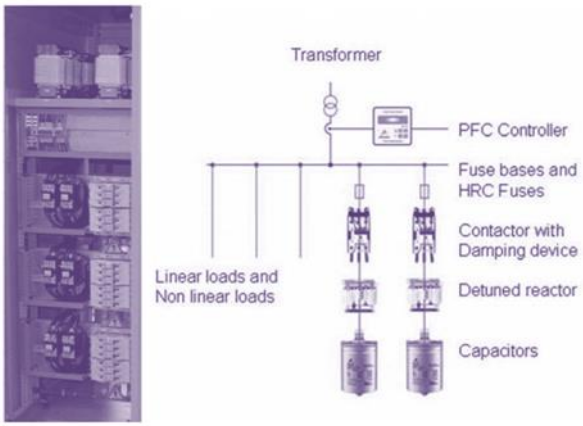
ใช้ในกรณีที่ Non linear load น้อยกว่า 20 % ของขนาดหม้อแปลงหรือ ในกรณีที่ THDv < 3 % และ/หรือ THDi < 10 % (ก่อนคาปาซิเตอร์)

2. ตู้คาปาซิเตอร์แบบมี ดีจูนรีแอคเตอร์ (Detuned capacitor bank)



ใช้ในกรณีที่ Non linear load มากกว่า 20 % ของขนาดหม้อแปลง หรือในกรณีที่ THDv ≥ 3% และ/หรือ THDi ≥ 10 % (ก่อนต่อคาปาซิเตอร์)

อุปกรณ์ที่ติดตั้งในตู้คาปาซิเตอร์ประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้ :

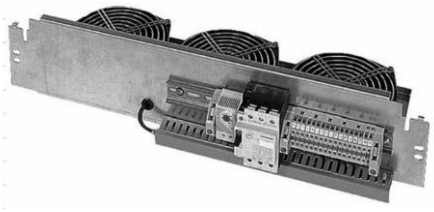


การออกแบบตู้คาปาซิเตอร์ต้องคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้

1. **อุณหภูมิภายในตู้คาปาซิเตอร์** โดยทั่วไปคาปาซิเตอร์สามารถใช้งานได้ดีที่อุณหภูมิแวดล้อมในตู้คาปาซิเตอร์

- เฉลี่ยทั้งปีไม่เกิน 35oC
- เฉลี่ยทั้งวันไม่เกิน 45oC
- อุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 55o

ในกรณีที่อุณหภูมิแวดล้อมสูงกว่านี้ มีผลทำให้อายุใช้งานคาปาซิเตอร์ลดลงอย่างมาก การระบายความร้อนภายในตู้เป็นสิ่งที่จำเป็นมาก สำหรับอุณหภูมิแวดล้อมปัจจุบันนี้ โดยทั่วไปควรจะติดตั้งพัดลมระบายอากาศภายในตู้ขนาด 800 เมตร 3/ชม. ต่อขนาดตู้ 400 kVAr



2. **กระแสกระชากผ่านคาปาซิเตอร์** (Inrush Current) การตัดต่อคาปาซิเตอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดต่อคาปาซิเตอร์ขนานเข้ากับคาปาซิเตอร์ที่ต่อเข้าอยู่แล้วภายในระบบ จะทำให้เกิดกระแสกระชากผ่านคาปาซิเตอร์สูงมากถึง 200 เท่าของกระแสปกติ เป็นเหตุให้หน้าคอนแทกของคอนแทกเตอร์หลอมละลาย และลดอายุการใช้งานของคาปาซิเตอร์ ยิ่งไปกว่านั้นกระแสกระชากที่สูงมากนี้ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าสูงมากขึ้นทันทีทันใด (Transient voltage) เป็นเหตุให้ฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์เสียหาย และอายุการใช้งานสั้นลง การป้องกันกระแสกระชากผ่านคาปาซิเตอร์ สามารถทำได้โดยใช้คอนแทกเตอร์ ชนิดมีความต้านทานป้องกันกระแสกระชาก

3. **แรงดันไฟฟ้าเกิน** ก่อนเลือกระดับแรงดันไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์ ต้องตรวจวัดระดับ แรงดันไฟฟ้าของระบบก่อน ขนาดแรงดันไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์ต้องสูงกว่าหรือเท่ากับแรงดันไฟฟ้าของจุดที่จะติดตั้งคาปาซิเตอร์ ในกรณีที่เลือกระดับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าของระบบ จะต้องเลือกค่า กำลังไฟฟ้า (kVAr) ให้สูงกว่ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการ

ตัวอย่าง ระบบไฟฟ้า 415 V (Un)
ต้องการกำลังไฟฟ้าขนาด 50 kVAr (Qn) ที่ 415 V
ต้องการใช้คาปาซิเตอร์ 440 V (Un)
จะต้องเลือกใช้คาปาซิเตอร์ขนาดกี่ kVAr (Qc)

$$QC = QN \times \frac{440^2}{415^2} = 56 \text{ kVAr}$$

ในกรณีนี้ต้องเลือกใช้คาปาซิเตอร์ 56 kVAr, 440 V เพื่อที่จะได้กำลังไฟฟ้า 50 kVAr ที่ 415 V

4. **ฮาร์โมนิคส์ในระบบไฟฟ้า** ฮาร์โมนิกส์ในระบบหรืออาคารเกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดไม่เป็นเชิงเส้น (Non Linear Load) แรงดันและกระแสฮาร์โมนิกส์ที่เกิดขึ้นจะเป็นลักษณะ SINE WAVE ที่มีความถี่สูงกว่า 50 Hz โดยจะเป็นจำนวนตัวคูณของความถี่ 50 Hz เช่น ฮาร์โมนิกส์ที่ 3 จะมีความถี่ 3x50 = 150 Hz.การติดตั้งคาปาซิเตอร์ ชนิดไม่มีรีแอคเตอร์ ในระบบที่มีฮาร์โมนิกส์ จะทำให้เกิดภาวะ Resonance คือการขยายกระแสและแรงดันฮาร์โมนิกส์ให้สูงขึ้นอย่างมาก เป็นเหตุให้คาปาซิเตอร์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงงานเสียหาย