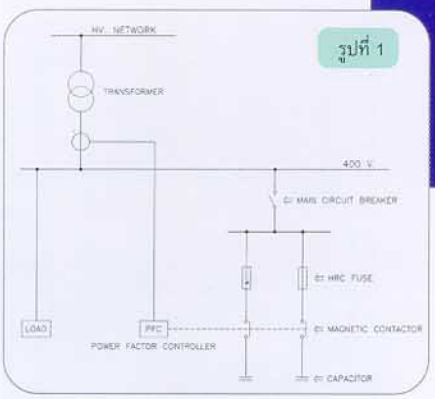
<tripob.luangrattanacharoen@th.abb.com>

การออกแบบอุปกรณ์ภายใน Automatic Capacitor Bank

เป็นที่ทราบกันดีแล้วเกี่ยวกับประโยชน์ของการติดตั้งคาแพซิเตอร์แบงค์ในระบบไฟฟ้าดังนั้นบทความนี้จึงเสนอหลักในการเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ ภายในตู้คาแพซิเตอร์แบงค์ เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจถึงโครงสร้างภายในคาแพซิเตอร์และสามารถกำหนดขนาดพิกัดของอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐาน IEC 831-1&2



รูปที่ 1

พิจารณาวงจรไฟฟ้าตามรูปที่ 1 เป็นระบบวงจรไฟฟ้าทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งส่วนใหญ่ซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าที่ระดับแรงดันสูง แล้วใช้หม้อแปลงเพื่อแปลงแรงดันจากแรงดันสูงมาสู่แรงดันใช้งานของ Load ที่ประมาณ 400V

คาแพซิเตอร์แบงค์จะถูกต่อที่ระดับแรงดัน 400V เช่นกันโดยที่ส่วนประกอบหลักๆ ของคาแพซิเตอร์แบงค์ประกอบด้วย Capacitor Units, Power Factor Controller (PFC), Magnetic Contactors, HRC Fuses, Main Circuit Breakers, Cable

รูปที่ 2

อุปกรณ์ต่างๆที่ประกอบเป็นตู้คาแพซิเตอร์แบงค์แสดงดังรูปที่ 2 สามารถใช้ควบคุมกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ(Q_C)ได้ตามความต้องการที่ออกแบบไว้ อุปกรณ์เหล่านี้มีวิธีการเลือกพิกัดและลักษณะการใช้งานดังนี้

Capacitor Unit
- แรงดันพิกัด ความถี่ และกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ
- การใช้งานแบบ Indoor และ Outdoor
- มาตรฐาน IEC 831-1&2
- อุณหภูมิใช้งาน (-25 ถึง +55°C หรือ Class D)
- ระบบป้องกันอันได้แก่
  - Self healing film
  - Internal fuses ภายใน element ทุกตัว
  - การบรรจุสารป้องกันไฟภายใน
  - ตัวต้านทานที่คายประจุไฟฟ้า
  - การป้องกันไฟฟ้าดูดโดยการต่อลง ground

PFC
- จำนวน Output ที่ใช้ควบคุมจำนวน Step ของคาแพซิเตอร์
- แรงดันพิกัดที่เหมาะสม
- ตั้งเวลาในการควบคุมการเปิด-ปิดวงจรได้
- เมื่อไฟฟ้าดับควรมีระบบเปิดวงจรคาแพซิเตอร์แบงค์ทั้งหมดออกจากระบบ

Magnetic Contactor
- ชนิดพิเศษที่สามารถทนกระแสพุ่งเข้า (Inrush Current) ได้สูง นั่นคือต้องทนกระแสยอด (Peak Current) ได้ไม่ต่ำกว่า 100 เท่าของกระแสพิกัด
- กระแสพิกัดมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1.43 เท่าของกระแสปกติ (กระแสที่เกิดขึ้นที่แรงดันปกติ ณ ความถี่มูลฐาน) โดยส่วนใหญ่ผู้ผลิตจะทำตารางการเลือกใช้มาให้เลย โดยคำนึงถึงปัจจัยทั้งสองข้อนี้แล้ว

HRC Fuse
- ป้องกันกระแสลัดวงจรเท่านั้น
- กระแสพิกัดมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1.65 เท่าของกระแสปกติ

Main Circuit Breaker
- กระแสพิกัดมีค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 1.43 เท่าของกระแสปกติรวมของคาแพซิเตอร์ทั้งหมดทุก Step

สายไฟ (Cable)
- สายไฟที่ใช้ภายในตู้คาแพซิเตอร์แบงค์ซึ่งต่อจาก Bus-Bar ไปยังคาแพซิเตอร์แต่ละ Stepต้องใช้สายไฟที่ทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 1.43 เท่าของกระแสปกติ

ตัวอย่าง การหาขนาดของอุปกรณ์ประกอบต่างๆสำหรับคาแพซิเตอร์แบงค์ 50 kvar 6 Steps 400V 50Hz

การคำนวณ

1. กระแสปกติ $I_n = \frac{50 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 72.2$ A
2. กระแสปกติรวมของคาแพซิเตอร์ 6 Step
   I_n รวม $= 6 \times 72.2 = 433.2$ A
3. กระแสพิกัดของ Main Circuit Breaker
   $I_{CB} \geq 1.43 \times 433.2 \geq 620$ A
   เลือก Circuit Breaker ขนาด 630A Trip
4. กระแสพิกัดของ HRC Fuse
   $I_{Fuse} \geq 1.65 \times 72.2 = 119$ A
   เลือก Fuse Link ขนาด 125 A Size 00 และ Fuse Base รุ่นที่เหมาะสม
5. กระแสพิกัดของ Magnetic Contactor
   $I_{Contactor} \geq 1.43 \times 72.2 \geq 103.25$ A
   และ $I_{peak} \geq 100 \times 72.2 \geq 7220$ A
   ในทางปฏิบัติจะเลือก Magnetic Contactor ที่ใช้สำหรับตัดต่อคาแพซิเตอร์โดยเฉพาะ ซึ่งผู้ผลิตจะทำตารางสำหรับเลือกขนาดให้เหมาะสมกับขนาดของคาแพซิเตอร์ โดยคำนึงถึงกระแสพิกัดและกระแสยอดนี้แล้ว
6. กระแสที่สายไฟทนได้
   สายไฟภายในตู้คาแพซิเตอร์ ต้องทนกระแสได้ $\geq 1.43 \times 72.2 \geq 103.25$ A
   สายไฟต่อจาก Main Bus Bar มายัง Incoming ของตู้คาแพซิเตอร์แบงค์ต้องทนกระแสได้ $\geq 1.43 \times 433.2 \geq 620$ A

จากหลักการและตัวอย่างในการกำหนดขนาดของอุปกรณ์ต่างๆภายในตู้คาแพซิเตอร์แบงค์ สามารถนำไปใช้กับการออกแบบจริงได้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผู้อ่านจะนำความรู้ที่ได้จากบทความนี้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องต่อไป ◀◀