ธำรงเดช มุ่งเจริญ
บริษัท ไอทีเอ็ม คาปาซิเตอร์ จำกัด www.itm.co.th

คาปาซิเตอร์ & ฮาร์โมนิกส์
ตอนที่ 22

ระบบคาปาซิเตอร์อัตโนมัติ
(AUTOMATIC CAPACITOR BANK)

เพื่อให้ได้ตู้คาปาซิเตอร์คุณภาพสูงและปลอดภัย ผู้ใช้งานหรือผู้ออกแบบสามารถออกข้อกำหนด ดังนี้

ขอบเขตการทำงาน

ผู้รับเหมามีหน้าที่จัดหาและติดตั้งระบบคาปาซิเตอร์อัตโนมัติสำหรับพร้อมใช้งานในระบบไฟฟ้า ในการณีที่ THDv < 3% และ THDi < 10% หรือ non - linear load < 15%

มาตรฐาน

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่จัดหา จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ดังนี้

IEC/EN 60439-1	- LV Switchgear Assemblies
IEC/EN 60831-1+2	- LV Power Capacitors
IEC/EN 60947-4-1, -5-1	- LV Contactors
IEC/EN 60269-2	- LV NH Fuse bases and fuses

รูปที่ 1 : ตู้คาปาซิเตอร์ 2 ช่อง

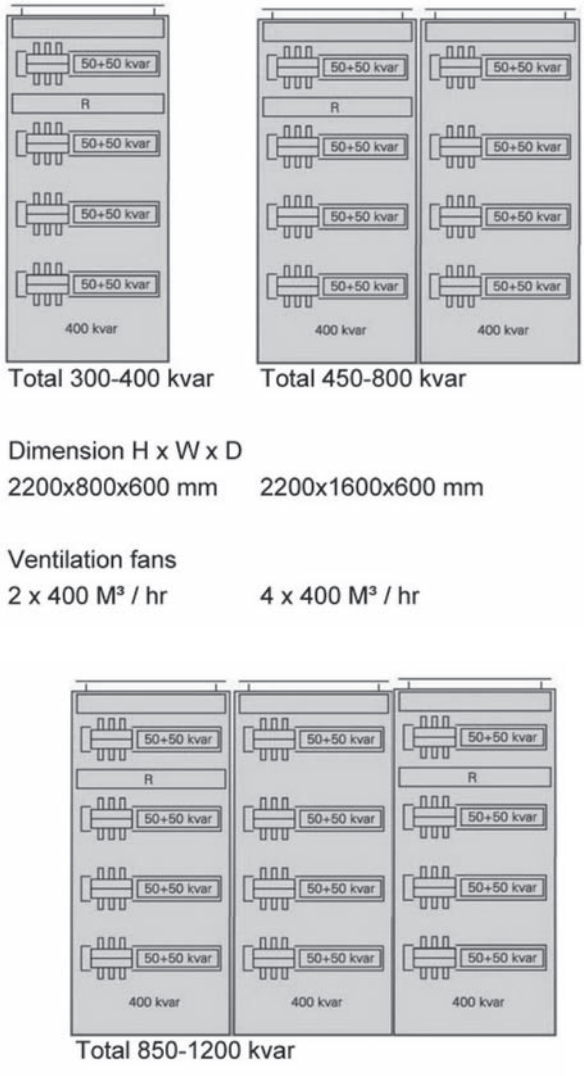
การออกแบบ

อุปกรณ์ที่ติดตั้งบนแผ่นเหล็ก ประกอบด้วย :

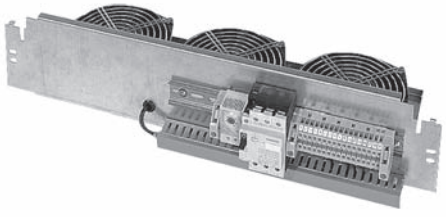
- ฉนวนยึดบัสบาร์ทองแดง ระบบ 60 มม.
- บัสบาร์ทองแดงขนาด 30 x 10 มม.
- ฐานฟิวส์ชนิดติดตั้งบนบัสบาร์ ขนาด 00/160 A สำหรับคาปาซิเตอร์ขนาดสูงสุด 75 kVAr ต่อเสต็ป
- HRC ฟิวส์ ขนาด 00/16-160 A (เลือกขนาดฟิวส์ตามขนาดคาปาซิเตอร์)
- คอนแทกเตอร์สำหรับคาปาซิเตอร์
- คาปาซิเตอร์อยู่ด้านหลังตู้
- สวิตช์-ฟิวส์ชนิดติดตั้งบนบัสบาร์ ขนาด 3/630 A
- HRC ฟิวส์ ขนาด 3/630 A

ตู้คาปาซิเตอร์แต่ละช่อง (Section) มีขนาดไม่น้อยกว่า สูง x กว้าง x ลึก 2200 x 800 x 600 มม. และบรรจุคาปาซิเตอร์ไม่เกินขนาด 400 kVAr (Effective Power) ในกรณีที่ขนาดคาปาซิเตอร์รวมมากกว่า 400 kVAr ให้เพิ่มตู้คาปาซิเตอร์อีก 1 ช่อง (Section) ตู้คาปาซิเตอร์ต้องมีแผ่นระบายอากาศ (Louvre) และพัดลมระบายอากาศพร้อมอุปกรณ์ตัดต่อผ่านคอนแทคช่วย (Aux.contact) ของคอนแทคเตอร์ โครงสร้างตู้ต้องไม่มีแผ่นกั้นการระบายอากาศในแนวดิ่งเพื่อให้คาปาซิเตอร์สามารถระบายอากาศได้ดี อุปกรณ์ควบคุมเพาเวอร์แฟกเตอร์ คอนแทคเตอร์คอยล์ และพัดลม ต้องมีฟิวส์ป้องกันขนาด 10 x 38, 500V, 2-6 A ติดตั้งอยู่ในกระบอกฟิวส์-สวิตช์ 10 x 38, 690 V, 32 A, AC-22B ตู้คาปาซิเตอร์เป็นชนิดติดตั้ง แยกอิสระจาก MDB และประกอบตามคำแนะนำของผู้ผลิตคาปาซิเตอร์

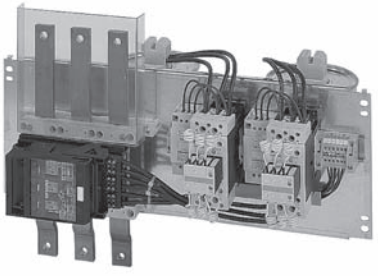
รูปที่ 2 : ตัวอย่างขนาดตู้คาปาซิเตอร์ และขนาดพัดลมระบายความร้อน



รูปที่ 3 : ตัวอย่างการติดตั้งพัดลมระบายความร้อน



รูปที่ 4 : ตัวอย่างอุปกรณ์ติดตั้งบนแผ่นเหล็ก



ข้อกำหนดคุณสมบัติอุปกรณ์

A. ตู้คาปาซิเตอร์

- โครงตู้ ฝาข้าง ฝาบน ประตูหน้า ประตูหลัง มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. แผ่นยึดอุปกรณ์มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.5 มม.
- อุณหภูมิแวดล้อม -20 to +35 degree c, 24 ชั่วโมง โดยเฉลี่ย
- พัดลม 230 V, 50 Hz, ไม่น้อยกว่า 800 m^3/ช.ม. ต่อขนาดตู้ 1 ช่อง (Section)
- ทนกระแสลัดวงจรที่บัสบาร์ Ipk = 75 kA, Icw = 42 kA, 1 sec.

B. ตัวควบคุมเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Controller) :

- มีหน้าจอ LCD เสดงตัวเลขและตัวอักษร
- ใช้กับอุณหภูมิแวดล้อมไม่เกิน 60ºC
- วัดกระแสผ่าน CT อัตราส่วน x/5 A
- ตั้งเป้าหมายเพาเวอร์แฟคเตอร์ : 0.8 ind–0.8 cap
- แสดงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ : 0.1 ind–0.1 cap
- เวลาตัดต่อและคายประจุ : 1–1200 วินาที
- ระบบควบคุม : LIFO, FIFO, Intelligent mode
- เริ่มทำงานที่กระแสขั้นต่ำ : 40 mA
- ทำงานที่กระแสสูงสุด 5.3 A
- ความถี่ไฟฟ้า : 50 Hz
- หยุดทำงานเมื่อไฟฟ้าดับ : < 15 ms
- จำนวนเสต็ป 6 หรือ 12 เสต็ป (250 V, 1000 W)
- รีเลย์เตือนภัย : 1 NO Contact (250 V, 1000 W)
- แสดงค่าของ V, A, W, VAR, KVA, Frequency, THDv, THDi, individual harmonics up to 19th, individual capacitor

current, temp, real time cos phi, target cos phi, kvar value to target cos phi

- ระบบเตือนภัยของ under/over compensation, under/over current, over temp, harmonics exceeded
- เรียกดูหน่วยความจำของจำนวนครั้งที่คอนแทคเตอร์แต่ละสเต็ปทำงาน, Vmax, KVARmax, THDmax, KWmax, KVAmax, TEMPmax จำนวนเวลาที่คาปาซิเตอร์แต่ละเสต็ปทำงาน

C. ลูกฟิวส์ใบมีด (HRC type)

- แรงดันไฟฟ้า : 500 V
- กระแสไฟฟ้า : 16–160 A, size 00 (เลือกขนาดตามกำลังไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์แต่ละสเต็ป)
- ระบบควบคุมไมโครสวิตช์ 1 NC ใช้ตัดวงจรคอนแทคเตอร์ และคาปาซิเตอร์เมื่อฟิวส์เฟสใดเฟสหนึ่งขาด

D. ฐานฟิวส์ชนิดติดตั้งบนบัสบาร์

- แรงดันไฟฟ้า : 690 V
- กระแสไฟฟ้า : size 00/160 A
- มีแผ่นฉนวนครอบลูกฟิวส์ (Shock protection cover) และฉนวนครอบขั้วฟิวส์ (Grip lug cover)

E. คอนแทคเตอร์ใช้กับคาปาซิเตอร์โดยเฉพาะ

- มีลวดต้านทานสำหรับลดกระแสกระชากและมีคอนแทคช่วย 1 NC
- ฉนวนแรงดันไฟฟ้า : 690 V
- ชนิดการใช้งาน Ac–6b สำหรับตัดต่อคาปาซิเตอร์ตามมาตรฐาน IEC 947-4-1
- ขนาดไม่น้อยกว่ากำลังไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์

F. ตัวคายประจุไฟฟ้าชนิดรีแอกเตอร์

- แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 525 V
- คายประจุไฟฟ้าภายในเวลา 10 วินาที
- ความสูญเสียน้อยกว่า : < 1.8 วัตต์

G. คาปาซิเตอร์

- ใช้ภายใน ไม่ติดไฟ ชนิดแห้ง บรรจุก๊าซไนโตรเจนภายใน
- ชนิด 3-เฟส ต่อแบบเดลตา
- มีระบบรักษาตัวเอง และระบบตัดวงจร เมื่อแรงดันภายในสูงเกิน
- ทนกระแสเกิน 1.5 x Ir
- ทนกระแสกระชากสูงสุด 300 x Ir
- ความสูญเสีย : dielectric <0.2 W/kVAr, total <0.45 W/kVAr
- อายุการใช้งานเฉลี่ยสูงสุด 130,000 ชั่วโมง
- ความชื้นสูงสุด 95%
- อุณหภูมิแวดล้อมสูงสุด 55° เซลเซียส
- ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60831-1 +2 และ UL 810
- พิกัดแรงดันไฟฟ้า (โวลต์), กำลังไฟฟ้า (กิโลวาร์) และจำนวนสเต็ปของคาปาซิเตอร์ขึ้นอยู่กับขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การเลือกขนาดคาปาซิเตอร์ตามพิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า

ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า (24 kV-416/240 V)	ขนาดคาปาซิเตอร์ (≃30% ของขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า)	จำนวนสเต็ป	ขนาดคาปาซิเตอร์ต่อสเต็ปที่แรงดันไฟฟ้า	
kVA	kVAr		415 V	440 V
500	150	6	25	28
630	200	8	25	28
800	250	10	25	28
1000	300	12	25	28
1250	400	8	50	56
1600	500	10	50	56
2000	600	12	50	56
2500	750	15	50	56
3000	900	18	50	56

หมายเหตุ :

1. พิกัดแรงดันไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์ต้องสูงกว่าพิกัดแรงดันไฟฟ้าทางหม้อแปลงที่ใช้ ในกรณีที่พิกัดแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงเป็น 415 โวลต์ ให้เลือกพิกัดแรงดันไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์ 440 โวลต์
2. โดยทั่วไปขนาดคาปาซิเตอร์เท่ากับ 30% ของขนาดหม้อแปลง
3. วิธีการคำนวณหาค่าขนาดคาปาซิเตอร์โดยละเอียด ให้ดูบทความตอนที่ 2