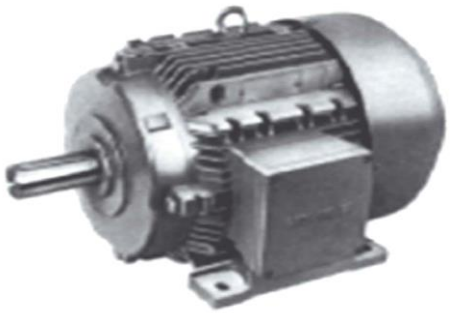
EPCOS

คาปาซิเตอร์&ฮาร์โมนิกส์

ตอนที่ 3 วิธีแก้ไขค่า เพาเวอร์แฟกเตอร์



2. วิธีแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

การติดตั้งคาปาซิเตอร์เพื่อแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ สามารถทำได้ 5 วิธี

- ติดตั้งแบบแยก หรือ แบบคงที่
- ติดตั้งแบบกลุ่มย่อย
- ติดตั้งแบบศูนย์กลาง
- ติดตั้งแบบผสม
- ติดตั้งแบบปรับเปลี่ยนตามโหลดทันทีทันใด

2.1 วิธีติดตั้งคาปาซิเตอร์แบบแยก หรือ แบบคงที่

ติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่ขั้วต่อสายไฟฟ้าของอุปกรณ์โดยตรง (เช่นมอเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า) และตัดต่อผ่านเบรกเกอร์หรือคอนแทกเตอร์ของอุปกรณ์นั้นๆ

ข้อดี

- ลดกระแสไฟฟ้าที่สายไฟฟ้าของอุปกรณ์ประมาณ 20-30 %
- ลดความสูญเสียของสายไฟฟ้าของอุปกรณ์
- ลดแรงดันไฟฟ้าตกในสายไฟฟ้าของอุปกรณ์
- ลดกระแสไฟฟ้าและความสูญเสียที่หม้อแปลงและตู้จ่ายไฟ

ข้อเสีย

- ต้องใช้คาปาซิเตอร์จำนวนมากสำหรับอุปกรณ์แต่ละตัว
- อาจจะไม่ได้ใช้งานคาปาซิเตอร์บางตัว เนื่องจากอุปกรณ์ไม่ได้ทำงานพร้อมกันทั้งหมดในเวลาเดียวกัน

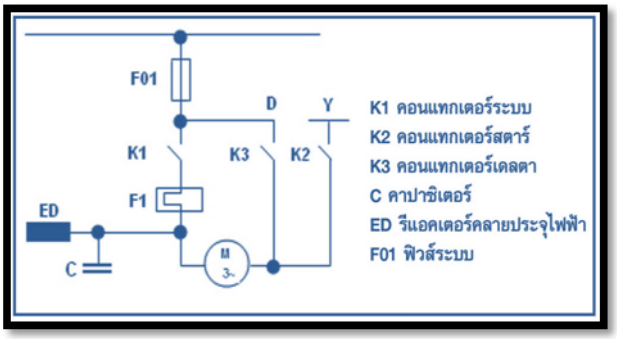
2.1.1 ติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่มอเตอร์

การติดตั้งคาปาซิเตอร์โดยตรงที่มอเตอร์สามารถติดตั้งได้หลายวิธีดังนี้

ขนาดคาปาซิเตอร์ ต้องไม่เกิน 90 % ของรีแอกทีฟเพาเวอร์ของมอเตอร์เมื่อไม่มีโหลดการใช้ขนาดคาปาซิเตอร์มากเกินไปมีผลต่อการกระตุ้นตัวเองของมอเตอร์

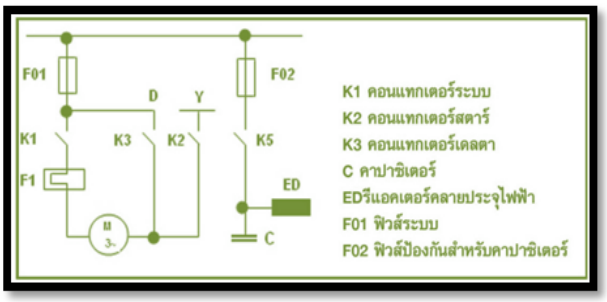
เมื่อมอเตอร์หยุดการทำงาน มีผลทำให้เกิดแรงดันสูงมากเกินพิกัดที่ฉนวนไฟฟ้าของมอเตอร์ โดยทั่วไปขนาดของคาปาซิเตอร์ ~ 35 % ของ kW มอเตอร์

2.1.1.1 ติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่ขั้วต่อสายไฟฟ้าของมอเตอร์โดยตรงเป็นวิธีที่ประหยัดที่สุดใช้กับมอเตอร์ < 150 kW, 3-เฟส, 400 V, 50 Hz ใช้ระบบป้องกัน (ฟิวส์) ร่วมกับมอเตอร์



2.1.1.2 ติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่ขั้วต่อสายไฟฟ้าของมอเตอร์โดยต่อผ่านคอนแทกเตอร์ K5 ใช้กับมอเตอร์ < 150 kW, 3-เฟส 400 V, 50 Hz มีคอนแทกเตอร์ ตัดต่อ คาปาซิเตอร์โดยเฉพาะ ป้องกันไฟย้อนกลับจากคาปาซิเตอร์ไปที่มอเตอร์ขณะที่มอเตอร์หยุดการทำงาน

2.1.1.3 ติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่ขั้วต่อสายไฟฟ้าของมอเตอร์โดยผ่านคอนแทกเตอร์ K5 และฟิวส์ F02 ใช้กับมอเตอร์ทุกขนาด มีคอนแทกเตอร์ตัดต่อคาปาซิเตอร์โดยเฉพาะ ป้องกันไฟย้อนกลับจากคาปาซิเตอร์ขณะที่มอเตอร์หยุดการทำงานและ มีฟิวส์ป้องกันสำหรับคาปาซิเตอร์โดยตรง



การใช้ตัวคลายประจุไฟฟ้า (ED) ร่วมกับคาปาซิเตอร์ ช่วยให้คลายประจุไฟฟ้าได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้นโดยใช้เวลา 10 วินาที ถ้าใช้ตัวคลายประจุไฟฟ้าชนิดต้านทาน (resistor) ที่ติดมาให้กับตัวคาปาซิเตอร์ ก่อนเปิด-ปิดมอเตอร์ต้องรอการคลายประจุไฟฟ้า 1-3 นาที

2.2 วิธีติดตั้งคาปาซิเตอร์แบบกลุ่มย่อย

ติดตั้งคาปาซิเตอร์ตามกลุ่มย่อยของโหลดผ่านเมนคอนแทกเตอร์หรือ เบรกเกอร์ เช่นกลุ่มของหลอดไฟแต่ละชั้นของอาคาร หรือกลุ่มย่อยของมอเตอร์ที่ติดตั้งแต่ละอาคาร

ข้อดี

- ลดการลงทุนค่าอุปกรณ์คาปาซิเตอร์
- ลดความสูญเสียในสายจ่ายไฟฟ้าย่อย
- ลดแรงดันไฟฟ้าตกในสายจ่ายไฟฟ้าย่อย
- ใช้คาปาซิเตอร์ได้คุ้มค่ามากขึ้น

ข้อเสีย

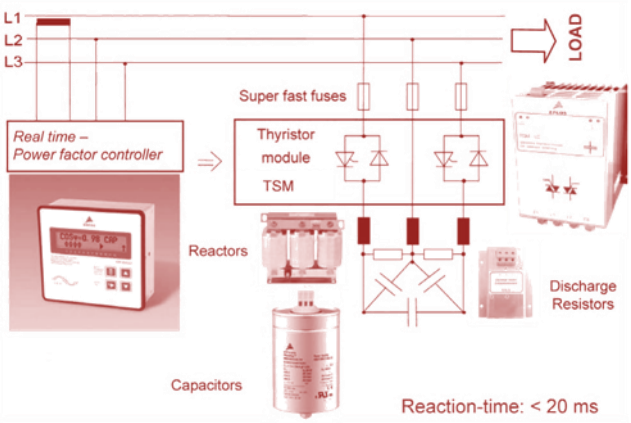
- ไม่ช่วยลดกระแส, ความสูญเสีย และแรงดันไฟตกที่สายไฟฟ้าต่อเข้าอุปกรณ์เช่น มอเตอร์, หลอดไฟฟ้า

2.3 วิธีติดตั้งคาปาซิเตอร์แบบศูนย์กลาง

ติดตั้งคาปาซิเตอร์แบบอัตโนมัติ ควบคุมด้วยเพาเวอร์แฟกเตอร์คอนโทรลเลอร์ ที่ตู้จ่ายไฟฟ้าหลักใกล้หม้อแปลง

ข้อดี

- ใช้ประโยชน์คาปาซิเตอร์ ได้สูงสุด
- ประหยัดการลงทุนอุปกรณ์คาปาซิเตอร์มากที่สุด
- ดูแลง่าย
- ปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์แบบอัตโนมัติ



2.4 วิธีติดตั้งคาปาซิเตอร์แบบผสม

ติดตั้งคาปาซิเตอร์แบบแยกที่มอเตอร์แต่ละตัว, ติดตั้งแบบกลุ่มย่อยและติดตั้งที่ศูนย์กลาง ช่วยลดกระแส, ความสูญเสียและแรงดันไฟฟ้าตกได้ดีที่สุด แต่การลงทุนจะสูงมากขึ้น

2.5 วิธีติดตั้งคาปาซิเตอร์แบบปรับเปลี่ยนทันทีทันใด

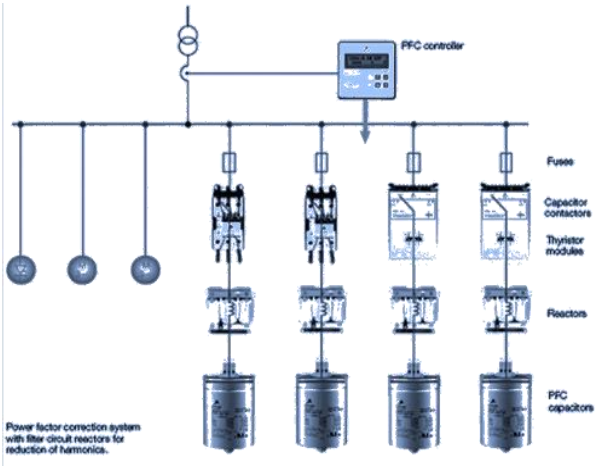
เนื่องจากโหลดบางชนิดเช่น ลิฟท์, เครน, เครื่องเชื่อม, เครื่องม้วนเหล็ก, กระดาษ, พลาสติก ทำงานไม่ต่อเนื่อง เปิด-ปิดเร็วมากๆบางครั้งน้อยกว่า 1 นาที การใช้คอนแทกเตอร์ตัดต่อ คาปาซิเตอร์ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้เร็วตามโหลดต้องรอเวลาในการคลายประจุไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์ นอกจากนั้นการตัดต่อคาปาซิเตอร์บ่อยครั้งเกินไปจะทำให้คอนแทกเตอร์และคาปาซิเตอร์มีอายุใช้งานลดลงอย่างมากในกรณีที่โหลดปรับเปลี่ยนเร็วต้องใช้ *Thyristor* เป็นตัวตัดต่อแทนคอนแทกเตอร์

ข้อดี

- ตัดต่อคาปาซิเตอร์ได้ทันทีทันใด
- ลดค่าปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์
- ลดค่าปรับดีมานด์
- ลดความสูญเสีย และแรงดันไฟฟ้าตก

ข้อเสีย

- ลงทุนค่าอุปกรณ์สูง โดยทั่วไป Thyristor แพงกว่าคอนแทกเตอร์ ประมาณ 5-10 เท่า



3.การเลือกใช้อุปกรณ์ร่วมกับคาปาซิเตอร์

3.1 การเลือกตัวคลายประจุตัวต้านทาน

ตัวต้านทานจะติดตั้งมากับคาปาซิเตอร์ เพื่อใช้คลายประจุไฟฟ้า ขนาดของตัวต้านทานจะเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60831-1+2 กล่าวคือแรงดันไฟฟ้าที่คาปาซิเตอร์จะลดลงเหลือ 75 V ภายในเวลา 3 นาที โดยทั่วไปผู้ผลิตจะติดตั้ง รีซิสเตอร์มาที่ขั้วคาปาซิเตอร์ เพื่อคลายประจุไฟฟ้าหลัง จากตัดไฟเข้าคาปาซิเตอร์ โดยลดแรงดันไฟฟ้าจาก 400 V เหลือ 75 V ภายในเวลา 1 นาที เพื่อตัดต่อคาปาซิเตอร์ได้รวดเร็วมากขึ้น

3.2 การเลือกขนาดสายไฟฟ้าและฟิวส์ป้องกันคาปาซิเตอร์

3.2.1 ข้อแนะนำขนาดสายไฟฟ้า

ตามมาตรฐาน IEC 60831-1+2 คาปาซิเตอร์ต้องสามารถรับกระแสต่อเนื่องได้ 1.3 x In เพื่อรองรับแรงดันไฟฟ้าเกินฮาร์โมนิกส์ และความคลาดเคลื่อนประจุไฟฟ้าในการผลิตคาปาซิเตอร์ + 10 %

ดังนั้นขนาดสายไฟฟ้าต้องรับกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 1.35 x I n (In = พิกัดกระแสของคาปาซิเตอร์)

3.2.2 ข้อแนะนำขนาดฟิวส์

โดยทั่วไปขนาดฟิวส์ = 1.6 - 1.8 เท่าของขนาดกระแสพิกัดของคาปาซิเตอร์ เนื่องจากการตัดต่อคาปาซิเตอร์ จะมีกระแสไฟฟ้ากระชากสูงมาก

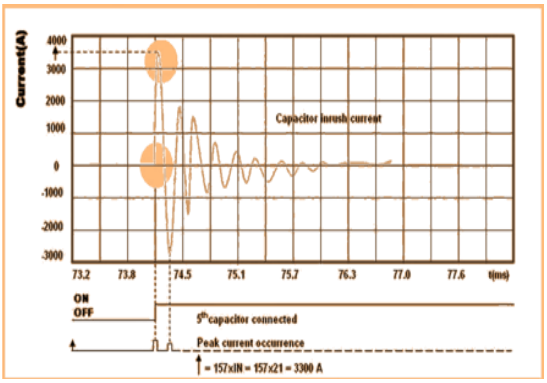
ตารางเลือกขนาดสายไฟและฟิวส์ระบบ

400 V, 3-เฟส, 50 Hz, ambient temp 35°C

ขนาดคาปาซิเตอร์	พิกัดกระแส	ขนาดฟิวส์	ขนาดสายไฟทองแดง ชนิด VSF
kVAr	A	A	(Multi strand flexible cables)
5	7.2	16	2.5
10	14.4	25	4
12.5	18	35	6
15	21.6	35	6
20	28.6	50	10
25	36	63	16
30	43.2	80	25
40	57.6	100	35
50	72	125	35
60	86.6	160	50
75	108	160	50
100	144	250	90

3.3 การตัดต่อของคาปาซิเตอร์ และการลดกระแสกระชาก

กระแสพุ่งเข้าสูงเนื่องจากการตัดต่อคาปาซิเตอร์ขนานกัน กราฟแสดงกระแสพุ่งเข้าสูงถึง 3300 A ผ่านคาปาซิเตอร์ 25 kVAr, 690 V, In = 21 A



ตู้คาปาซิเตอร์แบงค์

การตัดต่อวงจรคาปาซิเตอร์ ผ่านคอนแทกเตอร์ ขนานกับคาปาซิเตอร์ตัวอื่นๆ ในตู้คาปาซิเตอร์แบงค์ เป็นสาเหตุ ให้กระแสไฟฟ้าพุ่งผ่านคาปาซิเตอร์ และคอนแทกเตอร์ สูงมาก จากรูปด้านบนจะเห็นได้ว่าเมื่อคอนแทกเตอร์ สเต็ปที่ 5 ในตู้คาปาซิเตอร์แบงค์ทำงาน จะเกิดกระแสพุ่งสูงถึง 3300 A หรือ 157 เท่า ของพิกัดกระแสของคาปาซิเตอร์ (21 A)