

ORTA GERİLİM KAPASİTÖR BANKLARI (HARMONİK FİLTRELİ)

Sac Köşk veya Konteyner Kabinli



Standartlar: IEEE Std. 1036, IEC 60871-1

- Kurulum kolaylığı ile bağımsız komple sistem
- Besleme kaynağını kesmek ve kapasitörleri topraklamak için topraklı ayırıcı ihtiva eder.
- Üç fazlı demir çekirdekli harmonik filtre reaktörü veya inrush reaktörü içerir.
- Opsiyonel yüksek geçiren düşük endüktanslı dirençler
- Kapasitörleri anahtarlama için vakum kontaktör
- Kapasitör sigortaları
- Otomatik güç faktörü düzeltme kontrolcüsü
- Aşırı gerilim rölesi ve bunları besleyen akım ve gerilim trafoları
- Korozyon, güneş, yağmur ve kar etkilerine dayanıklı
- Yanlışlıkla temasa karşı korumalı
- 2,4 kV - 36 kV 50-60 Hz BIL 200 kV
- Dengesizlik koruması için çift yıldız bağlantısı (opsiyonel)
- Duman detektörü (opsiyonel)
- Dahili / harici modüler yapı IP3X
- Esnek ve genişleyebilir yapı

Kullanım Alanları:

- Güç faktörünün düzeltilmesi
- Harmoniklerin filtrelenmesi
- Aşırı gerilim darbelerine karşı koruma
- Kayıpların azaltılması

Kapasitör Batarya Testleri:

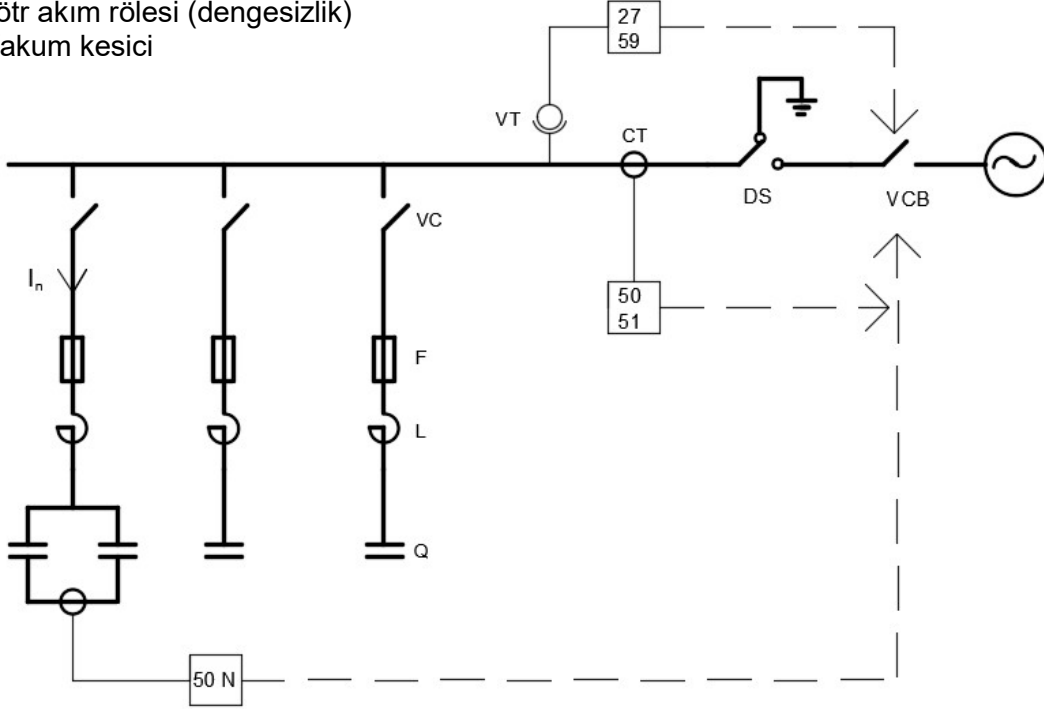
- Terminaller arası $4V_n$ (DC) 10 san. veya $2V_n$ (AC) 10 san.
- $\tan(\delta)$ (kayıp açısı) ölçümü
- Kapasitans ölçümü
- Sızdırmazlık testi

Kapasitör Bank Testleri:

- Kaplama kalınlığı ölçümü
- Kapasitans ölçümü
- Güç frekansı dayanım testi
- İzolasyon direnci ölçümü
- Tam kapasite yüklenme testi
- Yıldırım darbe testi
- Diğer testler için fabrikaya danışınız.

DS: Topraklı ayırıcı
27: Düşük gerilim rölesi
59: Aşırı gerilim rölesi
50/51: Aşırı akım rölesi
50N: Nötr akım rölesi (dengesizlik)
VCB: Vakum kesici

F: Sigorta
L: Akım sınırlayıcı (veya harmonik filtre) reaktörü
Q: Kapasitör bank



Kapasitör Bank'ın Korumaları

Koruma amaçlı kullanılacak sigortaların akımı $I_f \cong 2I_n$ olarak seçilmelidir.

51 rölesinin ayarı $4 - 6I_n$ arasında 0.1 saniye gecikmeli (kısa devre koruması)

50 rölesinin ayarı $1.3I_n$ 4 saniye gecikmeli (aşırı yük koruması)

50N rölesi, $0.05I_n$ 4 saniye gecikmeli olacak şekilde ayarlanması tavsiye edilmektedir.

C (μF) kapasitesine sahip kapasitör bataryasının 10 dakika (600 saniye) sonra geriliminin 75 Volt'un altına düşmesi için C'nin uçlarına bağlanması gereken R ($k\Omega$) direnç değeri,

$$\text{üçgen bağlantıda: } R \leq \frac{600 \text{ s}}{C \times I_n \left(\frac{\sqrt{2} U}{75 \text{ V}} \right)}$$

$$\text{yıldız bağlantıda: } R \leq \frac{600 \text{ s}}{\frac{1}{3} C \times I_n \left(\frac{\sqrt{2} U}{75 \text{ V}} \right)}$$

U: Şebeke gerilimi (V)

I_n : Kapasitörün nominal akımı (A)

Tek Bataryanın Devreye Alınması Sırasında Inrush Akımı (I_C)'nin Hesabı:

U: Faz-Nötr gerilimi (V)

X_C : Faz-Nötr kapasitif reaktans (Ω)

X_L : Bataryalar arasındaki toplam indüktif reaktans (Ω)

Q; Q_1 ; Q_2 : Batarya güçleri (kVAr)

S: Trafonun nominal gücü (kVA)

S_{SC} : Kapasitansın bağlandığı noktada kısa devre gücü (kVA)

I_N : Bataryanın nominal akımı (A_{rms})

I_{SC} : Bataryanın bağlı olduğu noktada kısadevre akımı (A_{rms})

Z_{SC} : Trafonun kısa devre empedansı (%)

$$I_C \cong I_N \sqrt{2 \frac{S_{SC}}{Q}} = 1.41 \sqrt{I_{SC} \times I_N} \quad (A_{peak}) \quad S_{SC} = \frac{S}{Z_{SC}} \quad (kVA)$$

I_C : İlk şarj akımının tepe değeri (A_{peak})

$I_C \leq 100 I_N$ olabilmesi için kapasitöre seri bağlanacak bobin değeri:

$$L = \frac{U^2}{2\pi f} \left[\frac{200}{Q} \cdot \frac{10^6}{S_{SC}} \right] \quad (\mu H)$$

Örnek:

$Q = 200 \text{ kVAr}$

$U = 5000 \text{ V}$ $f - f$

$S = 1000 \text{ kVA}$

$Z = 5\%$ iken

Inrush akımı $I_C \cong I_N \sqrt{2 \frac{S_{SC}}{Q}}$

$$I_N = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{200}{\sqrt{3} \times 5} = 23 \text{ A}_{rms}$$

$$S_{SC} = \frac{S}{Z_{SC}} = \frac{1000}{5/100} = 20.000 \text{ kVA}$$

$$I_C = 23 \sqrt{2 \frac{20.000}{200}} = 325 \text{ A} < 100 \times 23 \text{ A}$$

Inrush akım reaktörü gerekmez.

(n+1) Adet Kapasitör Bataryanın Paralel Bağlanması Halinde, Inrush Akımı (I_c)'nin Hesabı:

(n) adet batarya enerjili iken, (n+1)'inci kademe enerjilenecek.

Q (kVAr) : Tek kademe bataryanın gücü

U (kV) : Şebeke gerilimi (faz-faz)

ω (rad/s) : $2 \cdot \pi \cdot f$

C (μF) : Kondansatör kapasitansı

I ($\mu H/m$) : Bataryalar arası bara ve kabloların endüktansı

f_r (Hz) : Rezonans frekansı

L (μH) : Bataryaya seri bağlı inrush reaktör

I_c (A) : İlk şarj akımının tepe değeri

I_N (A_{rms}) : Bataryanın nominal akımı

$$Q = U^2 \cdot C \cdot \omega = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_N$$

$$I_c = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot U \cdot \frac{n}{n+1} \cdot \sqrt{\frac{C}{I}}$$

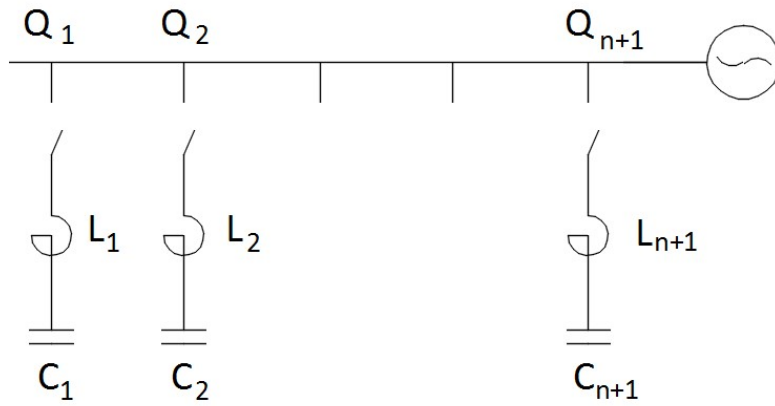
$$f_r = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

$I_c \leq 100I_N$ olması için gerekli reaktör

$$L (\mu H) = \frac{2 \cdot 10^6}{3} \times \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot f} \times \left(\frac{n}{n+1}\right)^2 \times \frac{1}{(I_c)^2}$$

Inrush reaktörü (L) ilave edilirse,

$$I_c = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^6}{3} \times \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot f} \times \left(\frac{n}{n+1}\right)^2 \times \frac{1}{L}}$$



Örnek:

(n+1) = 3 kademeli ve her biri Q = 200 kVAr olan, U=5000 V (faz-faz) gerilimine sahip, bataryalar arası 5 metre boyunda 0,5 µH/m endüktansa sahip kapasitör bankını;

$$\bullet \quad I_N = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{200}{1.73 \times 5} = 23 \text{ A}_{rms}$$
$$C = \sqrt{3} \cdot \frac{U \cdot I_N}{U^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f} = 1,73 \cdot \frac{23 \cdot 5000}{5000^2 \cdot 314} = 25,3 \times 10^{-6}$$
$$C = 25,3 \mu F$$

$$\text{Inrush akım } I_C = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot U \cdot \frac{n}{n+1} \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$\bullet \quad I_C = 0,81 \cdot 5000 \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{25,3}{0,5 \cdot 5}} \Rightarrow$$
$$I_C = 8589 \text{ A}_p = 8,59 \text{ kA} \geq 100 \times 23 \text{ A} \quad \text{Reaktör gerekli!}$$

- Reaktör endüktansı L(µH)

$$L \geq \frac{2 \cdot 10^6}{3} \times \frac{Q \cdot 10^{-3}}{\omega} \times \left(\frac{n}{n+1}\right)^2 \times \frac{1}{(I_C)^2}$$
$$= 2 \cdot 10^6 \cdot \frac{0,2}{2 \cdot \pi \cdot 50} \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot \frac{1}{(8590)^2} = 7,67 \mu H$$

7,67 µH yerine 50 µH Reaktör bağlanırsa, inrush akımı

$$I_C = \sqrt{\frac{2}{3}} \times 5000 \times \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{25,3}{50}} = 1935 \text{ A}_p$$

- Rezonans frekansı $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$$= \frac{1}{2\pi\sqrt{50 \cdot 10^{-6} \cdot 25,3 \cdot 10^{-6}}} = 4475 \text{ Hz}$$

Kapasitör Bankları İle İlgili Hesaplar:

Kapasitörlerde $I_{\max} = 1.3 I_n$

$V_{\max} = 1.1 V_n$ 12 saat / gün

$V_{\max} = 1.2 V_n$ 5 dk

$V_{\max} = 1.3 V_n$ 1 dk

Q (kVAR) gücündeki bir kapasitör bankı, S_{sc} (kVA)

kısa devre gücündeki bir şebekeye bağlı ise, rezonans frekansı,

$$f_r = f \cdot \sqrt{\frac{X_C}{X_T}} = f \cdot \sqrt{\frac{S_{sc}}{Q}} \quad (Hz)$$

$$S_{sc} = \frac{S}{Z_{sc}} \quad (kVA)$$

S: Kapasitörü besleyen trafonun gücü (kVA)

S_{sc} : Kapasitörü besleyen trafonun kısadevre gücü (kVA)

Z_{sc} : Kapasitörü besleyen trafonun kısadevre empedansı (%)

(U_s) gerilimine sahip şebekeye, Q_s kadar kapasitif güç vermek için, gerekli kapasitörün Q_N 'inin değeri:

$$Q_N = Q_s \left(\frac{U_N}{U_s} \right)^2 \text{ ifadesinden bulunabilir.}$$



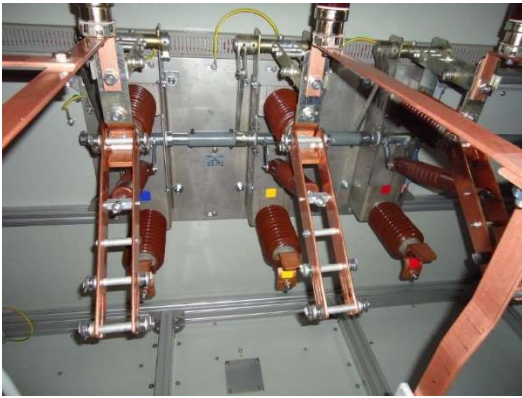
Girişte Vakum Kesici



Dengesizlik Koruması için A.T.



Inrush Reaktörle Donatılmış



Kapasitörleri Ayıran ve Topraklayan Ayırıcı



Kapasitörler Sigortalarla Korunmuş