

Kompansasyon Panolarında Reaktör (Filtre) Hesabı

Elk. Müh. Bülent Uzunkuyu

bulent.uzunkuyu@eltaelektrik.com



Kompansasyon panolarında kondansatör grupları genellikle harmonikler göz ardı edilerek yapılan hesaplar sonucunda belirlenmektedir. Örnek olarak 630 kVA bir trafo'nun kompansasyon sisteminde kullanılacak kondansatör miktarı, kritik rezonans frekansı ve buna göre reaktör değerleri hesaplanacak olursa,

Kurulu gücü 510 kW ve güç faktörü $\cos\phi_1 = 0,77$ olan bir işletmede, güç faktörünü $\cos\phi_2 = 0,99$ 'a yükseltmek için gerekli kondansatör miktarı,

$$S=630 \text{ kVA}, P=510 \text{ kW}$$

$$\cos\phi_1 = 0,77 \quad \cos\phi_2 = 0,99$$

$$Q_c = P (\text{tg}\phi_1 - \text{tg}\phi_2)$$

$$\text{tg}\phi_1 = 0,83 \quad \text{tg}\phi_2 = 0,14$$

Böylece, $Q_c = 510 (0,83 - 0,14) = 351,9$ kVAr olarak hesaplanır, buradan $Q_c = 350$ kVAr seçilir.

Trafo demir kayıpları için sabit kondansatör hesabı:

$$S_k = S \cdot n \quad n = \text{Trafo boşta akım oranı}$$

$$n = \%1,6 = 0,016 (*)$$

$$S_k = 630 \times 0,016 = 10,08 \text{ kVA}$$

$$P_k = 1350 \text{ W (trafo boşta kaybı) (*)}$$

$$S_k = \sqrt{P_k^2 + Q^2}$$

$$Q = \sqrt{S_k^2 - P_k^2}$$

$$Q = \sqrt{10,08^2 - 1,35^2} = 9,99 \text{ kVAr}$$

$$Q_s = 10 \text{ kVAr}$$

Toplam kondansatör miktarı

$$Q_T = Q_c + Q_s = 350 + 10 = 360 \text{ kVAr}$$

(*) Kaynak : 2016 EMO Ajandası Teknik Bilgiler

Kritik rezonans frekansı hesabı

S = Trafo gücü

Q_T = Tesis edilen toplam kondansatör gücü (kVAr)

u_k = Trafo kısa devre bağıl değeri

$$S = 630 \text{ kVA}$$

$$Q_T = 360 \text{ kVAr}$$

$$u_k = \%4,5 = 0,045$$

$$n_{f_R} = \sqrt{\frac{S}{u_k Q_T}} = \sqrt{\frac{630}{0,045 \times 360}} = 6,236$$

$$f_R = 50 \cdot n_{f_R} = 50 \times 6,236 = 311,80 \text{ Hz}$$

Sektörde filtreler 134 Hz, 189 Hz ve 210 Hz frekans değerlerine göre imal edilmektedir. Kritik rezonans frekansı 311 Hz olarak hesaplandığına göre filtre empedans değerleri hesabında 210 Hz değeri kullanılabilir.

Filtre reaktör değerlerinin hesabı

P = reaktör güç değeri = $(f/f_R)^2$

f = şebeke frekansı (Hz)

f_R = seçilen rezonans frekansı (Hz)

$$P = (50/210)^2 = 0,057 \quad P = \%5,7$$

Kondansatör önüne filtre konulduğunda, konulan reaktörlerden dolayı kondansatör terminallerinde gerilim yükselir. Kondansatör terminallerinde yükselen gerilimin değeri,

$V_c = V / (1-P)$ formülü ile hesaplanır.

$$V_c = 400 / (1-0,057) = 424,18 \text{ V}$$

Burada 400 V kondansatör kullanılması artık mümkün değildir. Bunun yerine işletme gerilimi 440 V kondansatör kullanılması gerekir. Bu durumda, 400 V değerinde hesap-

lanan 350 kVAR kondansatör değeri yükselecektir.

440 V değerinde kondansatör gücü,

$$Q_c = 350 \text{ kVAR} \quad V_c = 440 \text{ V} \quad V = 400 \text{ V}$$

$$Q' = \left(\frac{V_c}{V}\right)^2 \cdot Q_c$$

$$Q' = \left(\frac{440}{400}\right)^2 \cdot 350 = 423,5 \text{ kVAR}$$

olacaktır.

Reaktörlü kompanzasyon panosunda kullanılacak kondansatör toplam gücü 425 kVAR ve gerilim 440 V olacaktır.

425 kVAR toplam kondansatör gücünün gruplandırma hesabında 12 kademe röle ve 1 1 2 2 4 4 4 4 4 4 4 4 kademeler değerlerini seçersek, $2 \times 1 + 2 \times 2 + 8 \times 4 = 38$ grupta sistemin devreye alınacağı bulunur. Gruplardaki kondansatör miktarı ise, $425/38 = 11,18$ kVAR bulunur.

Baz olarak 10 kVAR kondansatör gücü seçilirse grup dağılımı; 10 10 20 0 40 40 40 40 40 40 40 40 kVAR olur. Toplam kondansatör miktarı $38 \times 10 = 380$ kVAR olur.

425-380=45 kVAR eksik kalan kondansatör gücü son gruplara eklendiğinde gruplarda son dağılım; 10 10 20 20 40 40 40 50 50 50 50 50 kVAR şeklinde yapılabilir.

Grupların önüne konulacak reaktörlerin değerlerinin hesaplanması

10 kVAR kondansatör önüne konulacak reaktör hesabı

$$X_{C_{10}} = \frac{V_c^2}{Q_{10}} = \frac{440^2}{10 \times 1000} = 19,36 \Omega$$

$$X_{C_{10}} = \frac{1}{\omega C_{10}} = \frac{1}{2\pi f C_{10}}$$

$$C_{10} = \frac{1}{2\pi f X_{C_{10}}} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 50 \times 19,36} = 0,1645 \times 10^{-3} \text{ F} = 0,1645 \text{ mF}$$

$$f_R = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{2 \times 3,14 \sqrt{L \times 0,1645 \times 10^{-3}}} = 210 \text{ Hz}$$

$$L = \frac{\left(\frac{1}{2 \times 3,14 \times 210}\right)^2}{0,1645 \times 10^{-3}} = 3,495 \times 10^{-3} \text{ H} = 3,495 \text{ mH}$$

Bu reaktörün akım taşıma kapasitesi hesabı;

$$I_{C_{10}} = \frac{Q_{10}}{V_c \cdot \sqrt{3}} = \frac{10000}{440 \cdot \sqrt{3}} = 13,12 \text{ A}$$

şeklinde yapılabilir.

10 kVAR kondansatör grupları için kullanılacak reaktör değeri 3,495 mH ve 15 A akım taşıma gücünde olacaktır.

20 kVAR kondansatör önüne konulacak reaktör hesabı

$$X_{C_{20}} = \frac{V_c^2}{Q_{20}} = \frac{440^2}{20 \times 1000} = 9,68 \Omega$$

$$X_{C_{20}} = \frac{1}{\omega C_{20}} = \frac{1}{2\pi f C_{20}}$$

$$C_{10} = \frac{1}{2\pi f X_{C_{20}}} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 50 \times 9,68} = 0,329 \text{ mF}$$

$$f_R = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{2 \times 3,14 \sqrt{L \times 0,329 \times 10^{-3}}} = 210 \text{ Hz}$$

$$L = \frac{\left(\frac{1}{2 \times 3,14 \times 210}\right)^2}{0,329 \times 10^{-3}} = 1,7476 \text{ mH}$$

$$I_{C_{20}} = \frac{Q_{20}}{V_c \cdot \sqrt{3}} = \frac{20000}{440 \cdot \sqrt{3}} = 26,24 \text{ A}$$

20 kVAR kondansatör grupları için kullanılacak reaktör değeri 1,7476 mH ve 30 A akım taşıma gücünde olacaktır.

Benzer şekilde 40 kVAR ve 50 kVAR kondansatör grupları için reaktör filtre hesabı yapıldığında 40 kVAR için 0,8738 mH, 60 A; 50 kVAR için 0,699 mH, 70 A değerleri bulunur. Buna göre kompanzasyon tek hat şeması şekildeki gibi olacaktır.

