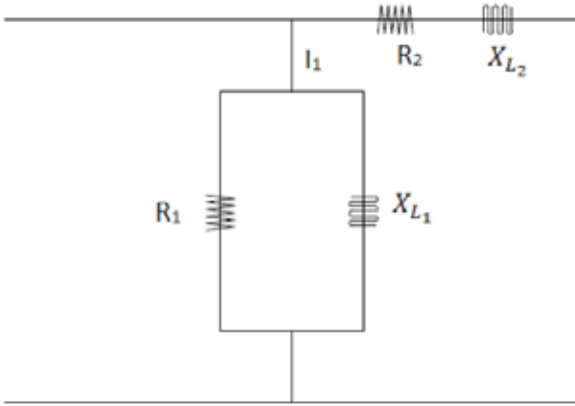


TrafoLarda Sabit Kondansatör Hesabı

Elk. Müh. Bülent Uzunkuyu
bulent.uzunkuyu@eltaelektrik.com

TrafoLarda sabit kondansatör hesabı yaparken trafonun primer ve sekonder sargılardan kaynaklanan reaktif tüketim hesaplarını ayrı ayrı yapmamız gerekir.

Trafonun primer sargıdan kaynaklanan endüktif tüketimini hesaplariken trafonun sekonderi açık devre olarak düşünmek gerekir. Bu durumda trafonun sekondere indirgenmiş tek hat şeması aşağıda yer alan şekildeki gibidir.



Burada ;

I_1 : Trafo boşta akımı

R_1 : Trafonun primer sargıdan kaynaklanan DC direnci

X_{L1} : Trafonun primer sargıdan kaynaklanan endüktans değeri

Trafonun primer sargıdan kaynaklanan kaybını hesaplarısak;

$$(1) S_1 = \sqrt{3} \cdot V_1 \cdot I_1 \text{ trafo boşta kaybı (VA)}$$

$$I_n \text{ Trafo tam yük akımı (A)}$$

$$(2) \beta = \frac{I_1}{I_n} \text{ trafo boşta akım oranı (EMO ajandadan)}$$

$$(3) S_1 = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_n \cdot \beta$$

$$(4) S_N = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_n \text{ trafo nominal gücü}$$

$$(5) S_1 = \beta \cdot S_N$$

$$P_{cu1} : \text{trafo boşta bakır kaybı (EMO ajandadan)}$$

$$(6) S_1 = \sqrt{P_{cu1}^2 + Q_{X1}^2}$$

$$(7) Q_{X1} = \sqrt{S_1^2 - P_{cu1}^2}$$

$$(8) Q_{X1} = \sqrt{(\beta S_N)^2 - P_{cu1}^2} \quad \text{VAR}$$

Eğer trafomuz günde 8-10 saat çalışıyor ise 8 nolu formüle göre hesaplanacak kondansatör miktarı trafonun demir kayıpları için yeterli olacaktır. Fakat trafomuz tam yükte 12 saatten fazla hatta 7/24 çalışıyorsa bu durumda trafonun sekonder sargılardan kaynaklanan demir kayıplarını da dikkate almamız gerekir. Tam yükte trafonun sekonder sargılardan kaynaklanan trafo kaybı

$$(9) S_2 = 3 Z_2 I_n^2 \text{ trafo sekonder kaybı (VA)}$$

$$(10) Z_2 = \frac{V^2}{S_n} * u_k \text{ trafo sekonder empedansı}$$

$$(11) S_2 = 3 * \frac{V^2}{S_n} * I_n^2 * u_k$$

$$(12) S_2 = \frac{3V^2 I_n^2}{S_n} * u_k$$

$$(13) S_2 = \frac{S_n^2}{S_n} * u_k$$

$$(14) S_2 = S_n u_k \quad u_k = \text{trafo kısa devre bağıl gerilim oranı (EMO ajandadan)}$$

$$(15) S_2 = \sqrt{P_{cu2}^2 + Q_{X2}^2}$$

$$P_{cu2} = \text{trafo tam yükte bakır kaybı (w) (EMO ajandadan)}$$

$$(16) Q_{X2} = \sqrt{S_2^2 - P_{cu2}^2}$$

$$(17) Q_{X2} = \sqrt{(u_k \cdot S_n)^2 - P_{cu2}^2}$$

Bu durumda trafo için tesis etmemiz gereken kondansatör gücü;

$$(18) Q_T = Q_{X_{L1}} + Q_{X_{L2}}$$

$$(19) Q_T = \sqrt{(\beta S_N)^2 - P_{cu}^2} + \sqrt{(u_k \cdot S_n)^2 - P_{cu2}^2}$$

olacaktır. Fakat trafonuzun her zaman veya genellikle tam yükte çalışmadığı durumlarda (19) nolu formüle göre tesis edilecek sabit kondansatör miktarı fazla gelecektir. (17) nolu formülü, trafonun yüklenme oranını göz önüne alarak yeniden hesaplayalım.

I_y = Trafonun yüklenme akımı

(20) $k=I_y/I_n$ trafonun yüklenme oranı

(21) $S'_2 = 3 \cdot Z_2 \cdot I_y^2$ yüklenme akımına göre trafonun sekonder kaybı

$$(22) S'_2 = 3 \cdot Z_2 \cdot (k \cdot I_n)^2$$

$$(23) S'_2 = 3 \cdot \frac{V^2}{S_n} \cdot k^2 \cdot I_n^2 \cdot u_k$$

$$(24) S'_2 = \frac{3 \cdot V^2 \cdot I_n^2}{S_n} \cdot k^2 \cdot u_k$$

$$(25) S'_2 = \frac{S_n^2}{S_n} \cdot k^2 \cdot u_k$$

$$(26) S'_2 = k^2 \cdot u_k \cdot S_n$$

$$(27) P'_{cu2} = 3 \cdot R_2 \cdot I_y^2$$

$$(28) P'_{cu2} = 3 \cdot R_2 \cdot (k \cdot I_n)^2$$

$$(29) P'_{cu2} = 3 \cdot R_2 \cdot I_n^2 \cdot k^2$$

$$(30) P'_{cu2} = P_{cu2} \cdot k^2$$

$$(31) S'_2 = \sqrt{(P'_{cu2})^2 + (Q'_{x2})^2}$$

$$(32) Q'_{x2} = \sqrt{(S'_2)^2 - (P'_{cu2})^2}$$

$$(33) Q'_{x2} = \sqrt{(k^2 \cdot u_k \cdot S_n)^2 - (k^2 \cdot P_{cu2})^2}$$

$$(34) Q'_{x2} = \sqrt{k^4 (u_k \cdot S_n)^2 - k^4 P_{cu2}^2}$$

$$(35) Q'_{x2} = k^2 \cdot \sqrt{(u_k \cdot S_n)^2 - P_{cu2}^2}$$

Buradan, 7/24 çalışan ve trafolarla, yüklenme oranını (k) hesaplayabileceğimiz bir değerle trafolarla sabit kondansatör değerini bulabiliriz.

$$(36) Q_T = Q_{x1} + Q'_{x2}$$

$$(37) Q_T = \sqrt{(\beta S_n)^2 - (P_{cu2})^2} + k^2 \cdot \sqrt{(u_k \cdot S_n)^2 - P_{cu2}^2}$$

Trafolarla yüklenme değerini (k) hesaplamak için aylık elektrik tüketim faturalarını baz almamız yeterli olacaktır. Faturalardaki aylık aktif ve reaktif tüketim değerlerinden toplam tüketim gücümüzü hesaplarız. Bu tüketim gücünün trafo gücüne oranı bize (k) değerini verecektir.

ÖRNEK=

Trafo gücü 1250 kVA olan bir işletme yükte 7/24 çalışmaktadır. Bu işletmenin aylık elektrik tüketim faturasında görülen değerler ;

Aktif enerji tüketimi 550800 kWh

Reaktif endüktif tüketim 28600 kVAR'dır.

Bu işletmenin trafosuna konulması gereken sabit kondansatör değeri nedir ?

Çözüm : Öncelikle trafonun boşta demir kayıpları için gereken kondansatör gücünü hesaplayalım

$$Q_{x1} = \sqrt{(\beta S)^2 - P_{cu1}^2} \quad P_{cu1} : \text{Trafo boşta bakır kaybı}$$

B : % 1,4 = 0,014 (1250 kVA hermetik trafo için EMO)

$$P_{cu1} : 1950 \text{ W} = 1,95 \text{ kW}$$

$$Q_{x1} = \sqrt{(0,014 \cdot 1250)^2 - (1,95)^2} \\ = \sqrt{306,25 - 3,80}$$

$$Q_{x1} = \sqrt{302,45} \quad Q_{x1} = 17,39 \text{ kVAR} \sim 20 \text{ kVAR}$$

Eğer trafomuz günde 8-10 saat çalışıyor olsaydı 20 kvar kondansatör yeterli olacaktı. Ancak trafomuz yükte 7/24 çalışmaktadır. Bu nedenle trafonun sekonder sargılardan kaynaklanan demir kayıplarını da hesaplamamız gerekir.

$$Q_{x2} = \sqrt{(u_k \cdot S)^2 - P_{cu2}^2}$$

$$u_k = \%6 = 0,06$$

$$P_{cu2} = 14000 \text{ W} = 14 \text{ kW} \quad (\text{trafo yükte bakır kaybı EMO})$$

$$Q_{x2} = \sqrt{(0,06 \cdot 1250)^2 - (14)^2}$$

$$= \sqrt{5429} = 73,68 \sim 75 \text{ kvar}$$

Buradan 20 + 75 = 95 kVAR sabit kondansatör gücünü buluruz. Ancak, trafo her zaman tam yükte çalışmamaktadır. Bu nedenle trafonun ortalama yükte çalışmasını göz önüne alırsak ;

$$k = \text{trafo yüklenme katsayısı} \quad k = \frac{S'}{S}$$

P' = Trafo ortalama yüklenme gücü kW

$$P' = \frac{550800 \text{ (kWh)}}{24(\text{saat}) \cdot 30 \text{ (gün)}} = 765 \text{ kW}$$

$$Q_{end} = \frac{28800 \text{ (kVArh)}}{24(\text{saat}) \cdot 30 \text{ (gün)}} = 40 \text{ kVAR}$$

$$S' = \sqrt{P^2 + Q_{en}^2} = \sqrt{765^2 + 40^2} = 766 \text{ kVA}$$

$$k = \frac{766}{1250} = 0,6128$$

Bu durumda trafonun sekonder demir kayıpları için gerekli kondansatör gücü,

$$Q_{x2} = k^2 \sqrt{(u_k \cdot S)^2 - P_{cu2}^2} \\ = (0,6128)^2 \cdot 73,68 \\ = 27,67 \text{ kVAR} \sim 30 \text{ kVAR}$$

Gerekli sabit kondansatör gücü;

$$Q_T = Q_{x1} + Q_{x2} = 20 + 30 = 50 \text{ kvar}$$