

5-3 Transformatörlerin eşdeğer direnci, reaktansı ve empedansı bulunması. (18/A)

Transformatörlerin kısa devre deneyi yapıldıktan sonra elde edilen değerlerden yararlanarak eşdeğer direnci, eşdeğer reaktansı ve eşdeğer empedansları bulunabilir.

Transformatörün primere göre eşdeğer empedansı kısa devre geriliminin, kısa devre akımına bölünmesiyle bulunur.

$$Z_{e1} = \frac{U_{k1}}{I_{k1}} \rightarrow \Omega$$

Transformatörün kısa devre ~~durumunda~~ durumunda sebebiyle de seçtiği güç her iki tarafın bakış kayıplarına eşittir. Çünkü demir kayıpları çok küçük olduğu için ihmal edilmiştir. o halde kısa devre gücü

$$P_{k1} = I_{k1}^2 R_{e1} \text{ watt'tır.}$$

Bu formülde primere göre eşdeğer direnci

$$R_{e1} = \frac{P_{k1}}{I_{k1}^2} \text{ olarak bulunur.}$$

primere göre eşdeğer empedansı hatırlanırsa

$$Z_{e1} = \frac{U_{k1}}{I_{k1}} = R_{e1} + jX_{e1}$$

$$Z_{e1} = \sqrt{R_{e1}^2 + X_{e1}^2} \text{ elde edilir.}$$

Buradan eşdeğer reaktansı

$$X_{e1} = \sqrt{Z_{e1}^2 - R_{e1}^2} \text{ elde edilir.}$$

Sayılacak kısa devre deneyi sekonder tarafından yapılabilir ve sekonder empedansları arasındaki oranı bulabiliriz. Simülasyon programı

$$Z_{e1} = \frac{U_1}{I_1}, \quad Z_{e2} = \frac{U_2}{I_2}$$

$$\frac{Z_{e1}}{Z_{e2}} = \frac{\frac{U_1}{I_1}}{\frac{U_2}{I_2}} = \frac{U_1}{U_2} \cdot \frac{I_2}{I_1}$$

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$\frac{Z_{e1}}{Z_{e2}} = k^2 = \left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2$$

$$\boxed{\frac{Z_{e1}}{Z_{e2}} = \frac{X_{e1}}{X_{e2}} = \frac{R_{e1}}{R_{e2}} = k^2} \text{ olur.}$$

5-4 Transformatörlerde verim.

Transformatörlerde verim, diğer elektrik makinelerinde olduğu gibi, alınan gücün verilen güce oranı şeklinde bulunur. verim  $\eta$  harfi ile gösterilir.

$$\text{Verim } \eta = \frac{P_{\text{alınan}}}{P_{\text{verilen}}} = \frac{P_{e2}}{P_{e1}} = \frac{P_e}{P_g}$$

Kayıplar sebebiyle  $P_g > P_e$  daima sağlanır. Şayet

$P_g = P_e$  sağlanırsa buna ideal makine denir ve verim;

$\eta_0$  bu ile ifade edilir. Yukarıdaki ifadedeki <sup>primer</sup> hareketli

transformatörde verilen  $P_{e1}$  (giriş gücü), alınan  $P_{e2}$

(çıkış gücü) sekonder gücü olduğundan

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \text{ olarak bulunur.}$$

Transformatörlerin verimleri yüke bağlı olarak değişir.

Yük ne kadar nominal <sup>o. balansı</sup> yüke yaklaşırsa verim artar.

Bakır kayıpları <sup>(boşta çalışma kayıpları)</sup> boşta ve her türlü yük durumunda

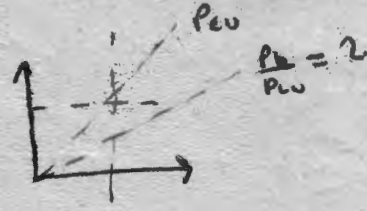
sabit kalmasına rağmen, bakır kayıpları (yükte çalışma) yüke göre değişir.

$$\text{Transformatör kayıpları } \boxed{P_{TK} = P_b + P_{cu}} \text{ olduğu}$$

hatırlanırsa ve bu denklemin  $\eta$  de yerleştirilirse

$$\eta = \frac{P_c}{P_g} = \frac{P_c}{P_c + P_{Tc}} = \frac{P_g - P_{Tc}}{P_g} = \frac{P_g - (P_b + P_{cu})}{P_g} = \frac{P_c}{P_g + P_b + P_{cu}} \quad (19) \text{ A}$$

Selinde yazılır.



$$P_c = u_2 I_2 \cos \phi_2$$

$$P_{cu} = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2$$

$$\eta = \frac{u_2 I_2 \cos \phi_2}{u_2 I_2 \cos \phi_2 + P_b + R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2}$$

elde edilir.

veya 
$$\eta = \frac{P_g - P_{Tc}}{P_g} = 1 - \frac{P_{Tc}}{P_g} = 1 - \frac{(P_b + P_{cu})}{P_g}$$

de yazılabilir.

transformator verimi için sonuŝta sonucu yazılabilir.

1-) Demir kaybı transformatorün anma yükünde bakır kaybına eşit olursa transformatorün verimi anma yükünde en büyük olur.

2-) Demir kaybı, anma yükünde bakır kaybindan daha küçük ise, transformatorün verimi, anma yükünde aldığı bir yükte en büyük değerindedir.

3-) Demir kaybı anma yükünde bakır kaybindan büyük ise transformatorün verimi, anma yükünde aldığı bir yükte en büyük değerindedir.

Not çünkü demir kaybı sabittir. yük göre bakır kaybı değişir.  $P_{cu}$  artınca ekle güçü azalacağı için verim ana göre değişir.

Verimin bulunma metotları

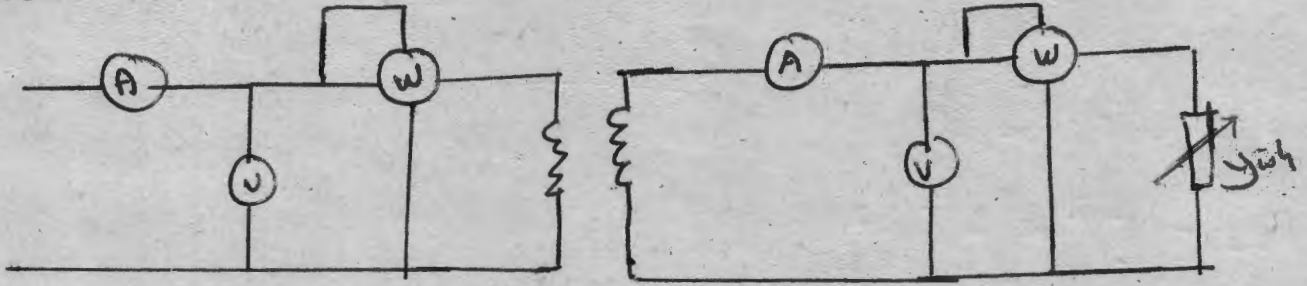
1-) Direk metotla verimin bulunması

2-) Endirek metotla " "



## 1-) Direct metoduyla verimin bulunması

Bu metod daha çok küçük güçlü makinelerde uygulanır. Bunun için aşağıdaki devre kurulur. Bu devre sekonder.



Zararındaki yük yavaş yavaş sıfırdan başlanarak tam yüke kadar artırılır. Her yükte primer ve sekondardan okunan değerlerden hareketle  $\eta = \frac{P_2}{P_1}$  bulunur.

Buradaki aletlerin (iyi sonuç alınabilmesi için) duyarlı olması gerekir. Bu yöntem büyük güçlü transformatörlerde kullanılmaz. Çünkü büyük güçler için uygun ölçü aleti ve uygun yük bulmak zordur.

## 2-) Endirek metoduyla verimin bulunması

Bu yöntem büyük güçlü transformatörlerde uygulanır. Bunun için bozta çalışma deneyinde demir kayıpları, kısa devre deneyiyle de bakır kayıpları bulunur.

$$\eta = \frac{P_s}{P_s + P_{tk}} = \frac{P_s}{P_s + P_b + P_{cu}} = \frac{P_g - P_{tk}}{P_g} = \frac{P_g - (P_b + P_{cu})}{P_g}$$

formülünden faydalanılarak verim hesaplanır. Bu yöntem için ya  $P_s$  veya  $P_g$  bilinmesi gerekir.

Örnek Bir transformatörde yapılan kısa devre deneyinde  
 k.d gerilimi:  $U_{k1} = 100 \text{ V}$ , k.d akımı:  $I_{k1} = 5 \text{ A}$  olan  
 kısa devre gücü ise  $75 \text{ watt}$  olarak ölçülmüştür. k.d denemi  
 sekonder kısadavre edilerek yapıldığına göre primer eşdeğer  
 empedansını, eşdeğer direncini ve eşdeğer reaktansını bulunuz.

$$Z_{e1} = \frac{U_{k1}}{I_{k1}} = \frac{100}{5} = 20 \Omega$$

$$P_{e1} = R_{e1} \cdot I_{k1}^2 \Rightarrow R_{e1} = \frac{P_{e1}}{I_{k1}^2} = \frac{75}{5^2} = 3 \Omega$$

$$Z_{e1} = \sqrt{R_{e1}^2 + X_{e1}^2} \Rightarrow X_{e1} = \sqrt{Z_{e1}^2 - R_{e1}^2}$$

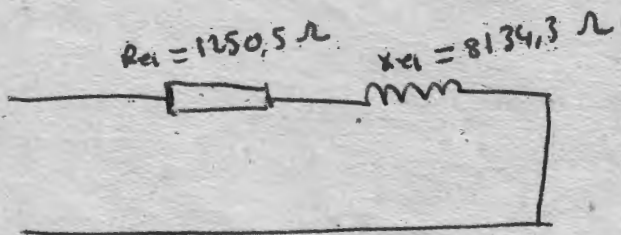
$$X_{e1} = \sqrt{(20)^2 - 3^2} = \sqrt{400 - 9} = \sqrt{391} \Omega = 19,8 \Omega$$

Örnek

Dönüştürme oranı  $k = 25$  olan bir transformatörün primer  
 direnci  $R_1 = 0,5 \Omega$  reaktansı  $X_1 = 9,3$ , sekonder direnci  
 $2 \Omega$  reaktansı  $13 \Omega$  olarak bulunuyor. Bu trafonun primere  
 indirgenmiş eşdeğer devresinin çizilmesi için eşdeğer direnç  
~~devresinin çizilmesi için~~ direnci ve reaktansını bulunuz ve  
 çiziniz.

$$R_{e1} = R_1 + k^2 \cdot R_2 = 0,5 + (25)^2 \cdot 2 = 0,5 + 625 \cdot 2 = 1250,5 \Omega$$

$$X_{e1} = X_1 + k^2 \cdot X_2 = 9,3 + (25)^2 \cdot 13 = 9,3 + 8125 = 8134,3 \Omega$$



Örnek

$30 \text{ kVA}$  lik bir transformatörün boş çalışma kaybı,  
 demir kaybı  $200 \text{ watt}$ , bakır kaybı ise yine  $200 \text{ watt}$ tır.  
 Bu transformatörün tam yükte  $\cos \phi = 1$  ve yük  
 gücü  $\cos \phi = 0,8$  durumlarında verimlerini bulunuz.

$$a) P_{tk} = P_b + P_{cu} = 200 + 200 = 400 \text{ watt.}$$

$$P_s = S \cdot \cos \varphi = 20,000 \cdot 1 = 20,000 \text{ watt}$$

$$\eta = \frac{P_e}{P_c + P_{tk}} = \frac{20,000}{20,000 + 400} = \% 98,03$$

$$b-) P_c = S \cdot \cos \varphi = 20,000 \cdot 0,8 = 16,000 \text{ watt}$$

$$\eta = \frac{16000}{16000 + 400} = \% 97,56$$