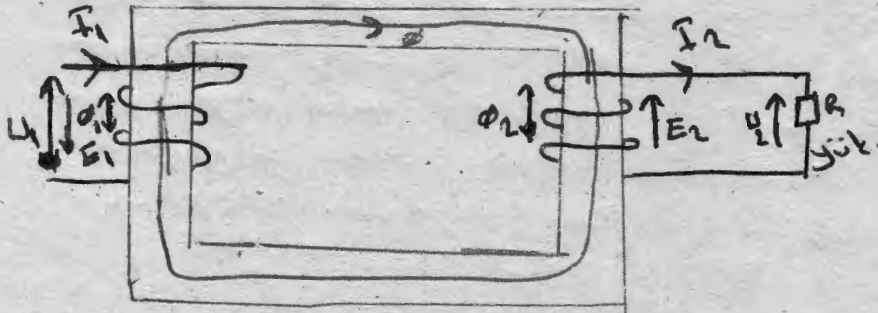


## 4-2 Transformatörün yükü çalışması

(12)

Yükü çalışmayı acıktıyabilmek için ideal transformatörün ek olarak primer sargılarının uyarılan alternatif gerilim sebebiyle oluşan  $\Phi$  akışı  $U_1$  gerilimine ve kendi yönüne ters bir  $E_1$  gerilim endüktür. Benzer şekilde  $E_2$  emk'si



$\Phi$  akışına ters yönde oluşur. ve bu emk sebebiyle sekondere yük bağlı olduğunda  $I_2$  akımını akıtmağa başlar. Bu  $I_2$  akımı sekondere yeni bir  $\Phi_2$  akışı oluşturur.

$\Phi_2$  akışı  $\Phi$ 'ye göre ters yönde olduğundan onu zayıflatır.  $\Phi$  akışının zayıflaması sonucu  $U_1$  geriliminde  $E_1$  gerilimi arasındaki faz farkı artar. ve etki değeri büyük ( $U_1$ 'nin) böylece primerde ilaveli bir  $I_1$  akımı almaya başlar.  $I_1$  akımı  $\Phi$ 'yi kuvvetlendirecek birinde  $\Phi_1$  akışını oluşturur.  $\Phi_1$  akışıyla  $\Phi_2$ 'nin ana akışı zayıflatması ağırlanmış olur. kabaca bir hesapla  $I_1$  ve  $I_2$ 'nin oluşturduğu akıların birbirini dengelediğini düşünürsek  $\Phi$  akışı sabit kalır diyebiliriz.

primerde endüktlenen  $E_1$  emk'si  $U_1$  ile ters yönde olmasına  $180^\circ$  faz farkı karşın sekondere endüktlenen  $E_2$  emk'si  $U_2$  ile aynı yöndedir.  $I_1$  ve  $E_2$  akımları pratik (ideal) olarak birbirinden  $180^\circ$  faz farkında primer ve sekonder güç katsayıları ise hemen hemen birbirine eşittir.

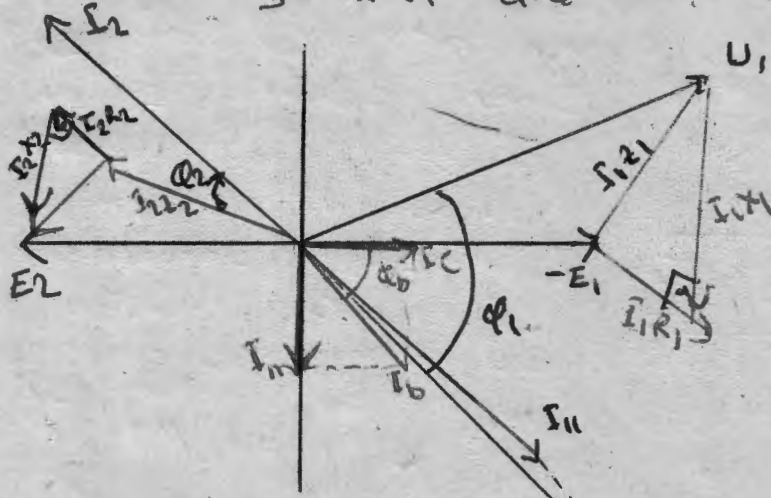
Transformatör kayıpları dikkate alınmazsa

$$U_1 I_1 \cos \phi = U_2 I_2 \cos \phi \quad \text{veya} \quad U_1 I_1 = U_2 I_2$$

ya da yazılabilir.

yükte çalışmada vektör diyagramı

Sekonderde endüktif bir yük bulunduğundan  $I_2$  ile sekonder gerilimi arasında belli bir faz farkı bulunur( $\varphi_2$ )



Primer emf'si  $E_1$  ile sekonder emf'si  $E_2$  aynı  $\varphi$  akısı tarafından oluşturulduğu için aynı fazdadır. Ancak vektör diyagramı karıştırılmamasın diye  $-E_1$  olarak çizilmiştir.

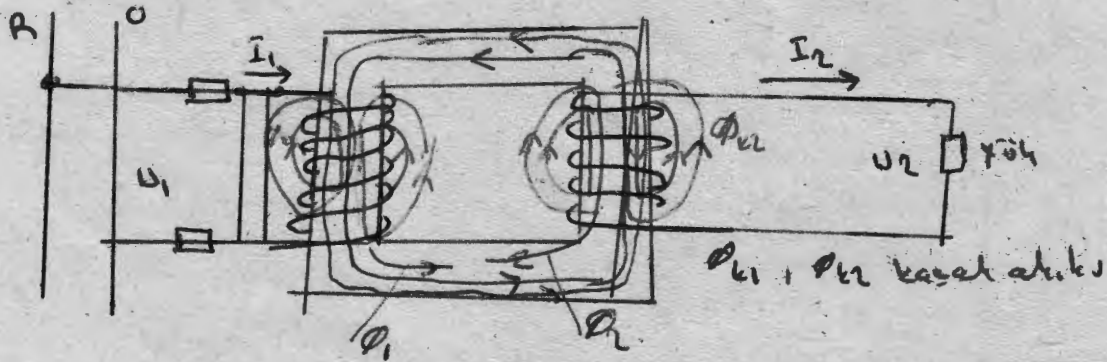
$I_0$  bosta çalışma akımı  $E_1$  geriliminden  $\varphi_0$  kadar geri fazdadır. Daha önce kısaca anlatıldığı gibi yük akımı ( $I_2$ ) sebebiyle primerden  $I_{II}$  gibi bir akım akar.  $I_0$  ve  $I_{II}$  akımlarının vektörel toplamı  $I_1$  primer akımını verir. Primerin omik düşencesinden dolayı  $I_1 R_1$  ( $I_1$  ile aynı fazlı), endüktif reaktans ( $X_1$  ile  $90^\circ$  ilerifazlı) sebebiyle  $I_1 X_1$  gerilim düşümleri olur. Bunların toplamıyla ( $E_1, I_1 R_1$  ve  $I_1 X_1$ )  $U_1$  gerilim fazzerünü verir. Sonuçta  $U_1$  ile  $I_1$  arasında  $\varphi_1$  faz farkı oluşur. Benzer düşünceyle sekonderde  $I_2$  ile aynı fazlı  $I_2 R_2$  ve  $90^\circ$  ilerifazlı  $I_2 X_2$  gerilim düşümleri olur. Bu kez  $E_2$   $U_2$  olduğu için ( $U_2, I_2 R_2$  ve  $I_2 X_2$ ) vektörel toplamı  $E_2$  vektörünü verir.

Şayet diyagramda çizdiğimiz bosta çalışma akımı  $I_0$ 'yi yük sayarsak  $I_{II} = I_1 = I_2$  olur. ve  $\varphi_1 = \varphi_2$  yazılabilir. Burada olay anlatılmasın diye vektörler büyüktür çizilmiştir.

Transformatör sargılarını ve demir çekirdeği ideal düşündüğümüz için alternatif gerilim uygulaması oluşan  $\Phi$  akısını kayıpsız düşünmüştük. Yani  $\Phi$  akısını tamamı çekirdek üzerinden yollarını tamamla demektir.

Ancak pratikte bu durum gerçekleşmez. ve  $\Phi$  akısının bir kısmı yoluyla hava üzerinden tamamla. Bu akılara kaçak akılar denilir. kaçak akılar gerilim endükleme mesinde herhangi bir fayda sağlamazlar. ve ideal trafolar düşünceyle oluşturmaya varsaydığımız  $\Phi$  akısına değerin azaltılır. Aynı zamanda kaçak akılar primer ve sekonderde ise gerilim düşümlerine sebep olabilir. oluşturdıkları ise gerilim düşümü endüktif özellikte olur akımdan go ileri fazdadır.

kaçak akıları azaltmak için primer ve sekonder sargılarının uygun bir biçimde sargıların yanısıra kullanılan sacların manyetik geçirgenliklerinin de hakeye göre en iyi alınması gerekir. yine primer ve sekonder sargıların üst üste ve aynı bacağına sargıların da kaçak akıları azaltılır. kaçak akılar aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekildeki  $\Phi_{k1}$  ve  $\Phi_{k2}$  kaçak akıları,  $\Phi_1$ ,  $I_1$  tarafından oluşturulan akıyı,  $\Phi_2$  ise  $I_2$  tarafından oluşturulan akıyı ifade eder.

#### 4.4. Transformatorun iç gerilim düşüklüğü

Transformatorde kaçak akıların oluşturduğu sebeplerle primer için  $X_1$ , sekonder için  $X_2$  şeklinde ifade edilir.

Primerde  $I_1 X_1$  ve sekonderde  $I_2 X_2$  kadarlık gerilim düşümü oluşur. Bu gerilim düşümlerinden başka sarfı iletkenlerinin uzunluğu, kesit ve öz dirençlerine bağlı olarak  $R_1$  ve  $R_2$  omik dirençler oluşur. Böylece primerde  $R_1 I_1$  ve sekonderde ise  $R_2 I_2$  omik gerilim düşümleri oluşur.

Daha önce çizdiğimiz vektörel diyagramlardan faydalanarak  $E_2$  geriliminin yazılabilir.

$$E_2 = \sqrt{(U_2 \cos \theta_2 + I_2 R_2)^2 + (U_2 \sin \theta_2 + I_1 X_2)^2} \quad \text{olacak}$$

yazılır. Buradaki  $I_2 R_2$  ve  $I_1 X_2$  iç gerilim düşümleridir.

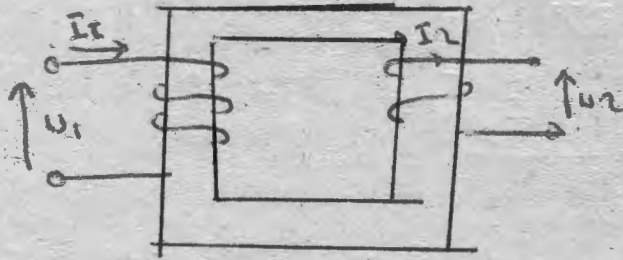
E. için

$$E_1 = \sqrt{(U_2 \cos \theta_2 - I_1 R_1)^2 + (U_2 \sin \theta_2 - I_1 X_1)^2} \quad \text{olarak}$$

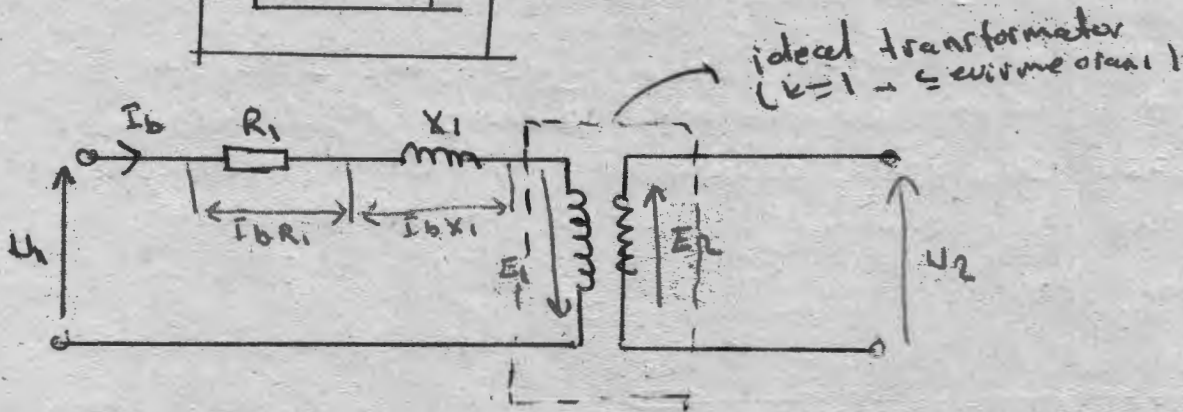
## 4-5 Transformator eşdeğer devresi

(14)

Transformatördeki gerilim düşümlerinden daha önce bahsetmiştik ve bosta çalışan transformatorün yalnızca primer tarafında gerilim düşümü olduğunu söylemiştik. Bosta çalışan bir transformatörde  $R_1$  ve  $X_1$  gibi iki elemana indirgenmiş biçimde gerilim düşümü olduğunu belirtmiştik. Şimdi bir transformator düşünerek eşdeğer devresini çizelim.

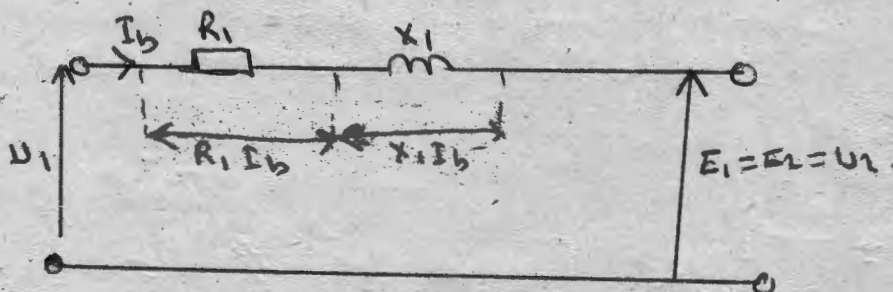


Bu transformatorün bosta çalıştığını ve  $R_1$ ,  $X_1$  gibi iki elemende gerilim düşümü olduğundan hareketle aşağıdaki devreyi çizelim.



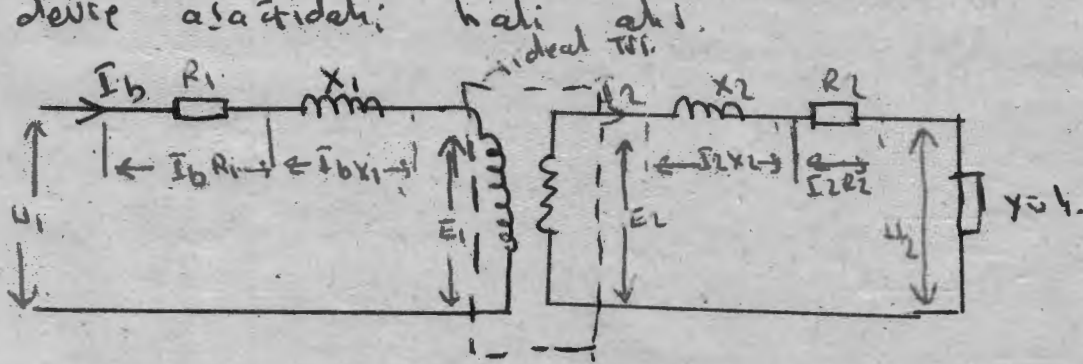
Yukarıdaki transformatörde oluşan sarfı direncini  $R_1$  ve kaçak reaktansı  $X_1$  olarak devre dışına aldık. Böylece transformatorün ideal olduğunu düşünebiliriz.  $k$  çevirme oranında 1 olarak düşündüğümüzde yukarıdaki devrede  $E_1 = E_2 = U_2$  olduğu kabul edilebilir.

Bu durumda da devreden ideal kabayla kalıyor. Bu durumda da devreden ideal kabayla kalıyor. Bu durumda da devreden ideal kabayla kalıyor.

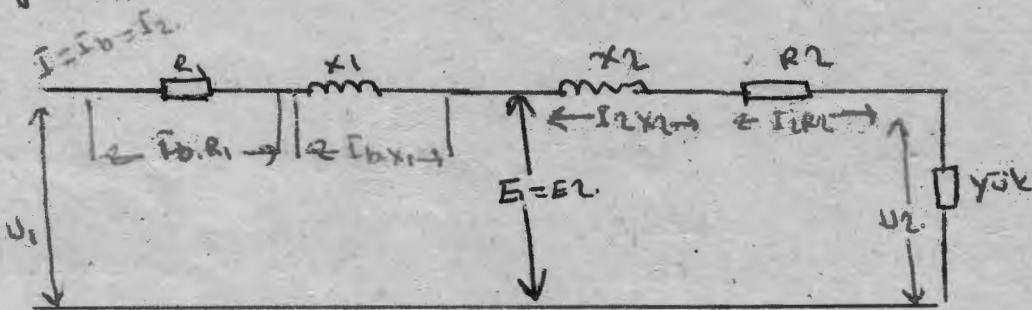


Son olarak elde ettiğimiz devre transformatorün bosta çalışmadaki eşdeğer devresidir.

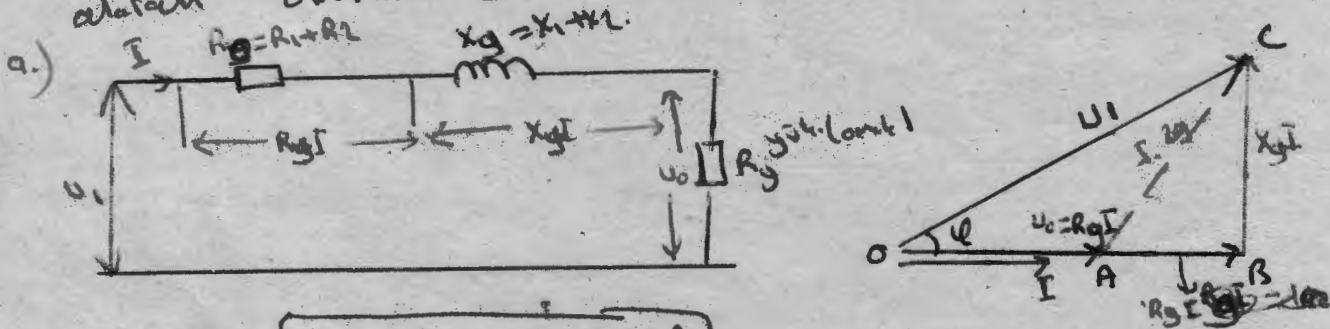
Transformator bosta çalıştığı ve sekonderden herhangi bir  $I_2$  akımı akmadığı için devre yukarıdaki gibi oldu. Transformatorün yükte çalıştığını kabul ederseniz bu kez sekonderde de sarfı direnci,  $R_2$  ve kaçak reaktansı da  $X_2$  olarak devreye girer. Bu durumda devre aşağıdaki hali alır.



Basta çalışma devresi için yazdığımız  $E_1 = E_2 = U_2$  yükte çalışma için gerçekleştirilmez. Devreye dikkat edilirse bu kez  $E_1 = E_2$  sağlanır. (Çünkü  $k=1$ ). Bunu göz önüne alarak ideal traf. kaldırıp devreyi yeniden çizerseniz aşağıdaki gibi olur.



Bu durumda  $I_1 = I_2 = I$  olur. Böylece son olarak elde ettiğimiz devre, yükte çalışan bir transformatorün  $k=1$  olarak üzere indirgenmiş eşdeğer devresidir. Bu durumda  $E_1 = E_2$  dir. Ancak  $E_2 > U_2$  olduğundan dikkat edilmelidir. Bu devrenin çözümüne tek gözlü devre çözümünden ibarettir. Bu durumu göz önüne alarak omik yük için vektör diyagramını çizelim.



$$U_1 = \sqrt{(U_0 + I \cdot R_0)^2 + (I \cdot X_0)^2}$$