

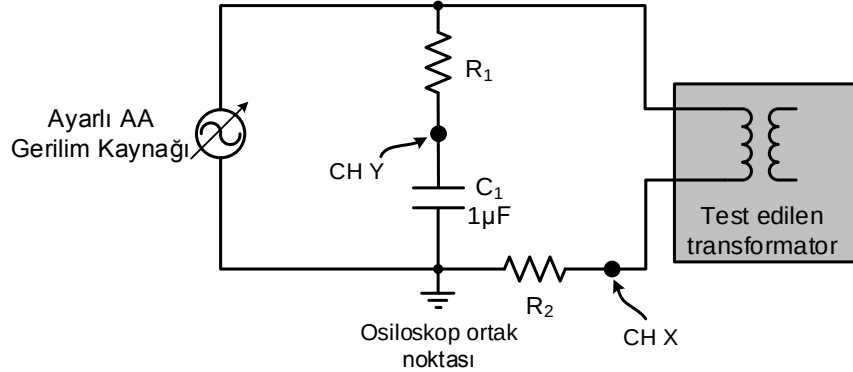
DENEY NO: 6

DENEYİN ADI: Transformatorun histerezis (B–H) eğrisinin çıkartılması ile açık-devre ve kısa-devre deneyleri

DENEYİN AMACI: Bir transformator nüvesinin histerezis eğrisinin çıkartılarak manyetik özelliklerinin incelenmesi ve transformatorun eşdeğer devre parametreleri olarak bilinen her bir sargının direncini ve kaçak reaktansını, çekirdek kayıpları direncini ve mıknatıslama reaktansını bulmaktır. Bu parametreleri bulmak için açık-devre ve kısa-devre deneyleri yapılır.

Histerezis eğrisinin çıkartılması:

Transformatorun B–H eğrisini çıkarmak için öncelikle Şekil 1’deki düzenek oluşturulur. Düzenekteki R_1 ve C_1 elemanlarından oluşan seri RC devresi, primer geriliminin integralini almakta ve bunun sonucunda transformatorun akısını temsil eden sinyal elde edilmektedir. R_2 direnci ile primer sargısının çektiği akımın dalga şekli elde edilmektedir. Akım ile manyetik alan şiddeti H doğrusal bir ilişkiye sahip olduğundan algılanan akım manyetik alan şiddetini temsil etmektedir. 2 kanallı osiloskopla ölçülen bu iki değer X-Y konumunda görüntülenirse transformatorun B–H eğrisi elde edilmiş olur. Kondansatör terminallerinden ölçülen gerilimin uygulanan kaynak geriliminin integralini büyük ölçüde yansıtabilmesi için çalışma frekansındaki kapasitif reaktansın R_1 değerine göre çok küçük seçilmesi gerekir. Test edilen transformatora seri bağlanan R_2 direnci değerinin ise transformator akımını değiştirmemesi için küçük seçilmesi gerekir.



Şekil 1. Transformatorun B-H eğrisi ölçüm düzeni

Şekil 1’deki bağlantıda osiloskobun 1. kanalına (X) akım, 2. kanalına (Y) ise akı probu bağlanmıştır. Osiloskop X-Y konumuna alındığında görülen histerezis eğrisini Şekil 2’deki yerine çiziniz.

Transformator sargı direnci ve kaçak reaktansında düşen gerilim ihmal edilirse kaynak gerilimi ile endüklenen gerilim eşit olur. Bu durumda kaynak geriliminin integrali alınırsa,

$$\lambda(t) = \int V_i(t) dt$$

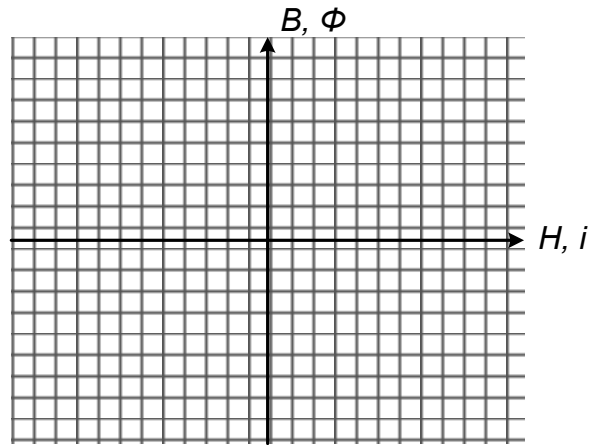
sargı akısı elde edilir. Alçak geçiren filtre devresinde, f kaynak frekansı olmak üzere, $2\pi f R_1 C_1 \gg 1$ için

$$V_o(t) = \frac{1}{R_1 C_1} \int V_i(t) dt$$

eşitliği geçerlidir. Osiloskobun Y kanalındaki işaretin akıyı temsil edebilmesi için bu işaret $R_1 C_1$ değeri ile çarpılmalıdır. Transformatordan geçen akım ise R_2 değeri ile çarpılarak osiloskopta görüntülenebilecek hale getirilmiştir. X kanalından alınan işaretin R_2 değerine bölünmesiyle akımın gerçek değeri de elde edilir. Transformatora ait boşa çalışma anındaki akım ve gerilimler çeşitli gerilimler için osiloskopta kaydedilerek, alınan veriler MATLAB ya da benzer bir programda işlenerek Akım-Akı grafiğine ulaşılabilir.

$$L = \frac{\lambda}{i}$$

olduğundan akım-akı grafiğinin eğimi herhangi bir akımdaki endüktans değerini verecektir. Akım-Akı (B-H) eğrisi elde edilen değerlere göre çizdirilecektir.



Şekil 2. Histerezis eğrisi

Sargıların dirençlerini ölçme:

Primer ve sekonder sargıların dirençlerini bir multimetre veya DA deneyi ile ölçünüz.

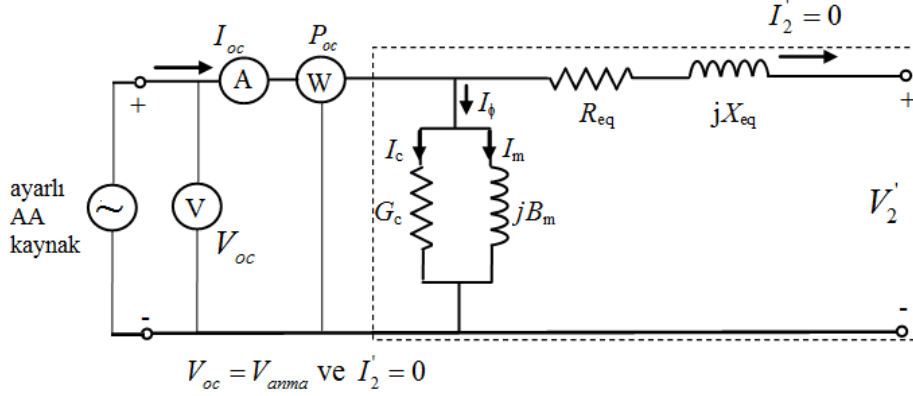
	Primer sargısı	Sekonder sargısı
Direnç		

Açık-devre deneyi (open-circuit test): Bu deney anma gerilim şartlarında nüve kayıpları direncini ve mıknatıslama reaktansını belirlemek için yapılır. R_c ve X_m değerlerini tespit etmek için Şekil 3'deki bağlantı yapılır ve hesaplama için şekildeki yaklaşık eşdeğer devre kullanılır. Bu devrede primer sargı empedansı mıknatıslama empedansından çok küçük olduğundan primer sargı empedansında düşen gerilim çok küçük olmaktadır. Bundan dolayı mıknatıslama empedansı öne alınarak kaynağa paralel duruma getirilmiş ve böylece hesaplama işlemi basitleştirilmiştir. Bu deney genellikle transformatorun düşük gerilimli tarafından yapılır. Bu deneyde, primer sargısına anma frekansında anma gerilimi uygulanır ve sekonder sargı uçları açık (yüksüz) bırakılır. Primer tarafından V_{oc} , I_{oc} ve P_{oc} değerleri ölçülür. Bu deney $V_{oc} = V_{anma}$ ve $I_2' = 0$ şartında yapılır.

$$P_{oc} = V_{oc}^2 G_c \quad G_c = \frac{P_{oc}}{V_{oc}^2} \quad Y_{oc} = \frac{I_{oc}}{V_{oc}} = \sqrt{G_c^2 + B_m^2} \quad B_m = \sqrt{Y_{oc}^2 - G_c^2}$$

Yukarıdaki eşitlikler kullanılarak G_c , Y_{oc} ve B_m değerleri hesaplanır.

Burada $G_c = 1/R_c$, $B_m = 1/X_m$ ve $Y_{oc} = 1/Z_{oc}$



Şekil 3 Açık-devre deneyi devresi

Deneyin yapılışı:

Şekildeki bağlantı şemasını uygun ölçü aletleri ile birlikte gerçekleştiriniz.

Primer anma gerilimini uygulayarak Çizelgedeki değerleri elde ediniz. Yükseltici bir transformatorun primer tarafından deney yapılıyorsa sekonder sargı uçlarında yüksek gerilim oluşacağından deneyi gerçekleştiren kişilerin çarpılmasını engelleyecek gerekli tedbir alınmalıdır.

Ölçülecek ve hesaplanacak değerler çizelgesi (açık-devre deneyi)

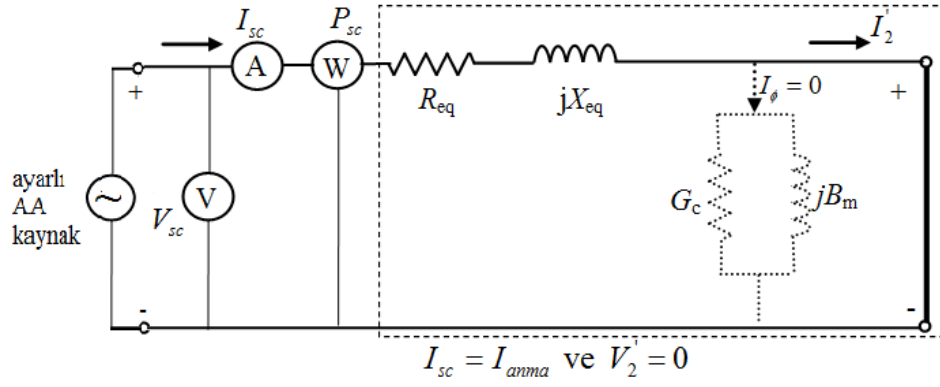
Ölçülecek değerler			Hesaplanacak değerler	
$V_{oc} =$	$I_{oc} =$	$P_{oc} =$	$R_c =$	$X_m =$

Kısa-Devre Deneyi (short-circuit test):

Kısa-devre deneyi empedans veya bakır kayıpları deneyi olarak da adlandırılır. Bu deneyin amacı transformatorun sargılarındaki güç kayıplarını (bakır kayıplarını) ve sargıların empedanslarını belirlemektir. Deney bağlantısı Şekil 4'de gösterilmiştir ve hesaplamalar için şekildeki yaklaşık eşdeğer devre kullanılacaktır.

Deneyin yapılışı:

Kaynak geriliminin başlangıçta sıfır olduğundan emin olunuz. Kısa-devre deneyinde sekonder sargı uçları kısa devre iken primer sargıya anma geriliminin çok küçük bir değeri primerden anma akımı geçinceye kadar uygulanır. V_{sc} , I_{sc} , ve P_{sc} değerleri ölçülür.



Şekil 4. Kısa-devre deneyi devresi

$$P_{sc} = I_{sc}^2 R_{eq}$$

$$Z_{sc} = \frac{V_{sc}}{I_{sc}} = \sqrt{(R_{eq}^2 + X_{eq}^2)}$$

Yukarıdaki eşitliklerden R_{eq} ve X_{eq} değerleri hesaplanır.

Ölçülecek ve hesaplanacak değerler çizelgesi (kısa-devre deneyi)

Ölçülecek değerler			Hesaplanacak değerler	
$V_{sc} =$	$I_{sc} =$	$P_{sc} =$	$R_{eq} =$	$X_{eq} =$

SORULAR:

1. Transformatorun boş çalışmadaki vektör diyagramını çiziniz.
2. Boştaki güç kayıplarının nasıl ayrılabilceğini kısaca açıklayınız.
3. R_c ve X_m ile R_{eq} ve X_{eq} parametrelerinin transformator performansı üzerindeki etkilerini açıklayınız.
4. Gerçek eşdeğer devreyi çiziniz ve üzerinde parametrelerin bulduğunuz değerlerini gösteriniz.

SONUÇLAR:

Boş çalışmada sekonderi açık bırakılan bir transformatorun primerinden çekilen akım boş çalışma akımını verir. I_{oc} iki bileşene ayrılır:

1. E_1 gerilimi ile aynı fazda olan enerji (aktif) bileşeni (I_e),
2. E_1 geriliminden 90° geride olan mıknatıslama bileşeni (I_m).

Mıknatıslama akımı tam endüktif akım olup manyetik akıyı oluşturur. Enerji bileşeni ise aktif bileşen olup çekirdek (demir) kayıplarını karşılar.