



# Transformatör Testleri - 2

## 3. UYGULANAN GERİLİM DENEYİ

Bu deneyin amacı transformatör sargılarının birbirine göre ve transformatörün çekirdek saç paket, ana tank dahil diğer tüm metal kısımlarına karşı izolasyonunun (yalıtkanlığının) elektriksel olarak kontrolüdür.

Deneyde kullanılacak cihazlar :

0 – 800 V. Aralığında sürekli gerilim ayarı yapabileceğimiz bir döner trafo ya da endüksiyon regülatörü.

Maksimum 380 kV gerilim alabileceğimiz monofaze bir test transformatörü.

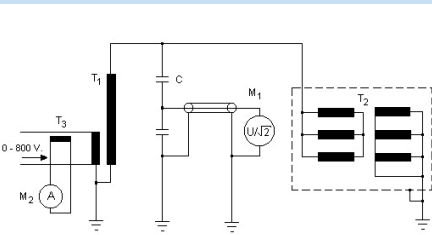
Maksimum 380 kV. Ölçebileceğimiz bir kapasitif gerilim bölücü.

Maksimum 380 kV. Ölçebileceğimiz bir kV-metre ( tepe değer, efektif değer, ortalama değer ölçebilen)

Deneyde uygulanacak gerilimler standartlarda verilmekte olup transformatörlerin anma gerilim seviyelerine göre değişmektedir. Ayrıca deney süresi tüm standartlarda 1 dakika olarak verilmektedir. (Bakınız IEC 60076-3)

Deney gerilimi sinüs formundadır ve transformatörün anma frekansı ile aynı frekansa sahiptir.

Deneyin prensip bağlantı şeması aşağıda verilmiştir.



UYGULANAN GERİLİM DENEYİ PRENSİP BAĞLANTI ŞEMASI

Şekildeki sembollerin anlamları :  
T<sub>1</sub> : Maksimum 380 kV bir fazlı test trafosu  
T<sub>2</sub> : Test edilen transformatör  
T<sub>3</sub> : Akım ölçü transformatörü  
M<sub>1</sub>: Maksimum 380 kV ölçebilen kV-metre  
M<sub>2</sub>: Ampermetre

C : Maksimum 380 kV ölçebilen kapasitif gerilim bölücü

Bu deney çift yönlü tekrarlanan bir deneydir yani önce yüksek gerilim sargısına standartlarda belirtilen test gerilimi 1 dakika süreyle uygulanır. Bu süre içerisinde herhangi bir elektriksel atlama olmamalıdır. Daha sonra yüksek gerilim sargısı metal kısımlarla birlikte topraklanır ve deney alçak gerilim sargısı için bu sargının standartlardaki test gerilim değerine uygun bir aşırı gerilimin yine 1 dakika süreyle alçak gerilim sargısına uygulanması şeklinde tekrarlanır. Her iki denemede de herhangi bir elektriksel atlama olmamalıdır.

## 4.ENDÜKLENEN GERİLİM DENEYİ

Bu deneyin amacı sargıları oluşturan sarımların kendi aralarındaki izolasyonların aşırı

gerilim uygulanmak suretiyle elektriksel olarak zorlanmasıdır.

Deneyin uygulama şekilleri üniform yalıtılmış sargılarla kademeli yalıtılmış sargılarda farklı farklıdır.

### 4.a. Üniform yalıtılmış sargılarda :

Transformatöre alçak gerilim tarafından alçak gerilim sargısı anma geriliminin iki katı değerinde üç fazlı bir gerilim uygulanarak yapılır. Bu sırada yüksek gerilim faz uçları boşta. Uygulanan gerilim sinüs formunda olmakla birlikte frekansı anma frekansından farklıdır ve anma frekansının katları şeklindedir.

(BEST A.Ş. Test laboratuvarında 150 Hz. Kullanılmaktadır.) Burada kullanılan test frekansına bağlı olarak deney süresi değişmekte ve bu sürenin hesaplanacağı formül standartlarda ( Bakınız IEC 60076-3) şu şekilde verilmektedir:

Deney süresi (sn.) = (trafonun anma frekansı / deney frekansı)\*120

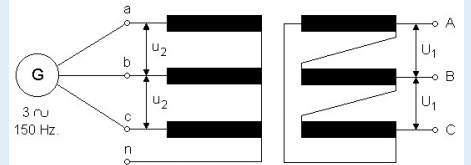
Bu formüle göre örneğin 50 Hz anma

frekansına sahip bir trafo için ve 150 Hz. Test frekansı için deney süresini hesaplırsak :

Deney süresi (sn.) = (50 / 150)\*120 = 40 saniye Elde edilir.

Burada alçak gerilim sargısına uygulanan nominal gerilimin iki katı değerindeki gerilim, yüksek gerilim sargısında da bu sargının nominal geriliminin iki katı şeklinde endüklenecektir ve bu yüksek gerilimin uygulanan gerilim deneyindeki aşırı gerilim seviyesini aşmaması gerektiği unutulmamalı ve transformatörün yüksek gerilim sargısı gerilim kademesi ona göre seçilmelidir.

Deneye ilişkin prensip bağlantı şeması aşağıda verilmiştir.



ÜNİFORM YALITILMIŞ SARGILI TRAFOLARDA ENDÜKLENEN GERİLİM DENEYİ PRENSİP BAĞLANTI ŞEMASI

Şekilden görüleceği üzere besleme gerilimi için üç fazlı 150 Hz. Frekanslı bir generatör kullanılmaktadır. BEST A.Ş. de bu generatörün maksimum gerilimi 1500 V. Olmakla birlikte yardımcı test trafosu kullanılarak çok daha yüksek mertebelerde 150 Hz frekansta deney gerilimleri elde edilebilmektedir.

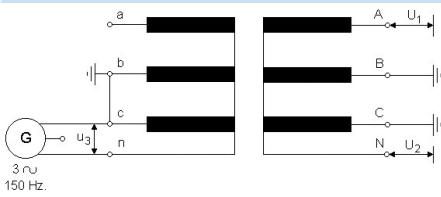
Deney gerilimi alçak gerilim tarafında gerilim ölçü trafoları yardımı ile hassasiyeti yüksek voltmetrelerden ya da yüksek gerilim tarafından kapasitif gerilim bölücüler yardımı ile kV-metrelerden ölçülür.

### 4.b. Kademeli yalıtılmış sargılarda:

Kademeli yalıtılmış sargılarda endüklenen gerilim deneyinin uygulanma yöntemi farklıdır. Deney gerilimi diğerinden farklı olarak üç

faza birden değil, fazlara sırasıyla teker teker uygulanmaktadır. Deney gerilimi ise diğerindeki gibi nominal gerilimin iki katı değerinde olmayıp transformatörlerin YG gerilim seviyesine göre standartlardaki tablolarda verilmektedir. Örneğin 154 kV anma gerilimine sahip trafolar için test gerilimi standartlarda 275 kV. Olarak verilmektedir. Deney süresi yine yukarıda 4.a. maddesinde verilen formülle hesaplanır ve BEST A.S. test sisteminde 40 saniyedir.

Deneyin prensip bağlantı şeması YNyn-0 vektör grubunda ve yıldız noktası 1/3 test gerilimine göre yalıtılmış bir güç trafosu için aşağıda verilmiştir.



SARGILARI KADEMELİ YALITILMIŞ YNyn-0 GRUBU GÜÇ TRAFOSUNDA ENDÜKLENEN GERİLİM DENEYİ PRENSİP BAĞLANTI ŞEMASI

Şekilde verilen transformatörün YG sargısı anma geriliminin 154 kV olduğunu varsayarsak,

U<sub>1</sub> test gerilimi 275 kV. Olacaktır. YG-Nötr ucunda oluşan gerilim ise ;

$$U_2 = U_1 / 3 = 275 \text{ kV} / 3 = 91,66 \text{ kV}$$

Olacaktır.

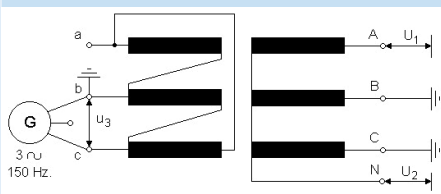
AG tarafına uygulanan u<sub>3</sub> test gerilimi ise alçak gerilimi yıldız bağlı trafoda aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$u_3 = (u_n / U_N) * (275 / 3)$$

AG tarafı üçgen bağlı trafolarda ise formülün sağ tarafı karekök üç ile çarpılmalıdır.

$$u_3 = (u_n / U_N) * (275 / 3) * \sqrt{3}$$

Aşağıda AG tarafı üçgen bağlı, kademeli yalıtılmış trafoda endüklenen gerilim deneyi prensip bağlantı şeması verilmektedir.



SARGILARI KADEMELİ YALITILMIŞ YNd-1 GRUBU GÜÇ TRAFOSUNDA ENDÜKLENEN GERİLİM DENEYİ PRENSİP BAĞLANTI ŞEMASI

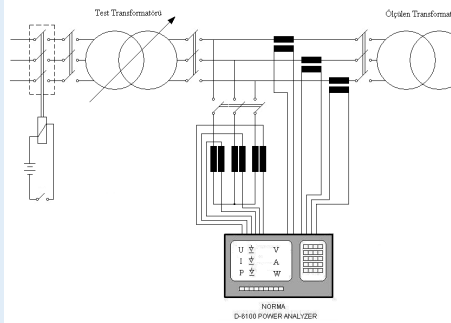
## 5. BOŞTA ÇALIŞMA DENEYİ

Bu deneyin amacı, transformatörün

anma geriliminde boşta (yüksüz) çalışması sırasında

oluşan demir kayıplarının ölçülmesidir. Demir kayıplarını oluşturan başlıca bileşenler, mıknatıslama akımı, histeresis ve fuko kayıplarıdır. Bunların mertebesi de manyetik çekirdek saç paketinde kullanılan silisyum alaşımlı saçların kalitesine ve dizim tekniğine bağlıdır.

Genellikle laboratuvarlarda besleme kolaylığı açısından YG sargısı boşta iken AG tarafından anma geriliminde besleme yapılır. Transformatör beslendikten sonra bir süre (5-10 dakika kadar) beklenip sonra besleme tarafındaki ölçü aletlerinden her fazdan çekilen güçler, akımlar ve faz arası besleme gerilimi okunarak kaydedilir. Bütün fazlardan çekilen güçlerin toplamı transformatörün boşta kaybını (demir kaybı) verir. Ölçülen akımların aritmetik ortalaması ise boşta çalışma akımıdır. Besleme gerilimi anma frekansında ve sinüs formunda olmalıdır. İstenildiği takdirde besleme gerilimi 90% ile 110% arasında kademeli olarak değiştirilerek transformatörün boşta çalışma eğrisi de çıkartılabilir.



Boşta kayıpların ölçümüne ilişkin prensip test bağlantı şeması takibeden sayfada verilmiştir.

Şemanın çok karışık olmaması için bazı küçük detaylar gösterilmemiştir.

## 6. YÜKTE KAYIP VE KISA DEVRE EMPEDANS GERİLİMİ ÖLÇÜLMESİ

Deneyin amacı transformatörün anma gücüne eşdeğer bir yükü beslemesi sırasında,

Sargıların empedanslarından kaynaklanan ve ısı enerjisine dönüşen kayıp gücün ölçülmesidir.

Bu deneyin gerçekleştirilebilmesi için transformatörün yüklenmesi gerekir ve ideal durum trafonun anma gücüne eşdeğer ve sabit bir harici

yükü beslemesidir. Ancak bu pratikte mümkün olmamaktadır. Nedeni de trafoların biri birinden çok farklı ve büyük güçlerde üretilmesidir. Bu nedenle suni yükleme yöntemi denen yöntemler geliştirilmiştir ve laboratuvarlarda bu yöntemler kullanılmaktadır.

Suni yükleme yönteminde trafonun AG uçları, kesiti AG tarafı anma akımını karşılayacak boyutta bir bakır lama ile kısa devre edilir. Transformatöre YG tarafından, bu tarafın anma akımı ya da standartlara göre en azından anma akımının 50 % sine tekabül edecek kadar bir akım geçmesini sağlayacak gerilim uygulanır. İstenen değere ulaşılar ulaşılmaz mümkün olan en kısa sürede besleme tarafından gerilim, akım ve güç ölçümleri yapılır. Eğer bu ölçümler yapılırken çok beklenirse sargılar ısınmaya başlayacağından sağlıklı sonuç alınamayabilir. Bunu denetleyebilmek için testin başında ve sonunda trafonun üst yağ sıcaklığını ölçüp kaydetmekte yarar vardır.

Bu ölçümler sonucu okunan gerilim trafonun kısa devre gerilimini, okunan güçlerin toplamı ise yük kaybını hesaplamamıza yarayacak ham değerlerdir.

Daha sonra elde edilen bu test değerleri önce nominal akıma ardından da 75 °C referans sıcaklığa göre irca edilir.

Bu ölçümler çok kademeli trafolarda sırasıyla en düşük, ana ve en yüksek kademeler için ayrı ayrı yapılmalıdır.

Şimdi ham test değerlerinin anma akımına ve 75 °C sıcaklığa nasıl irca edildiğini görelim.

U<sub>t</sub> : Deneyde ölçülen faz arası gerilim

I<sub>t</sub> : Deneyde YG tarafından ölçülen akım

P<sub>t</sub> : Deneyde ölçülen toplam güç

I<sub>N</sub> : Trafonun YG tarafı anma akımı

Olmak üzere,

### a) Anma akımına irca

$$U_K = (I_N / I_t) * U_t \quad :$$

Anma akımındaki kısa devre gerilimi

$$P_K = (I_N / I_t)^2 * P_t \quad :$$

Anma akımındaki yükleme kaybı

b) 75 °C referans sıcaklığa irca  
Sargı DC-dirençlerinde meydana gelen DC kayıplar (PDC) :