



Meriç ŞANLI
Elektrik Mühendisi

TRANSFORMATÖR TESTLERİ - 3

b) 75 °C referans sıcaklığa irca

Sargı DC-dirençlerinde meydana gelen DC kayıplar (P_{DC}):

$$P_{DC} = 1,5 \cdot (I_u^2 \cdot R + I_n^2 \cdot r) :$$

ölçme sıcaklığındaki toplam DC kayıplar

Bu formülde R direnci YG tarafında fazlar arasında ölçülen eşdeğer dirençlerin aritmetik ortalaması ve r direnci de AG tarafında fazlar arasında ölçülen eşdeğer dirençlerin aritmetik ortalamasıdır. I_u ve I_n sırasıyla YG ve AG tarafın anma akımlarıdır.

Sargılardaki AC kayıplar (P_{AC}):

$$P_{AC} = P_K - P_{DC} : \text{ölçme sıcaklığındaki toplam AC kayıplar}$$

75 °C sıcaklıktaki toplam yük kaybı :

$$P_{K75} = [P_{DC} \cdot (235 + 75) / (235 + t)] + [P_{AC} \cdot (235 + t) / (235 + 75)]$$

Formülünden hesaplanır:

! NOT : Formüldeki 235 sayısı, standartlarda bakır ileçkenler için verilen sabittir.

Kısa devre empedans gerilimi :

$$U_{KM} (\%) = 100 \cdot U_K / U_N$$

$$U_{RM} (\%) = 100 \cdot P_K / S_N \quad (\text{Ohmik bileşen})$$

$$U_{KM} (\%) = ? U_{KM}^2 - U_{RM}^2 \quad (\text{Endüktif bileşen})$$

$$U_R (\%) = 100 \cdot P_{K75} / S_N \quad (75 \text{ °C sıcaklıktaki ohmik bileşen})$$

$$U_i (\%) = ? U_R^2 - U_{KM}^2 \quad (75 \text{ °C sıcaklıktaki kısa devre empedans gerilimi})$$

Bu deneyin prensip bağlantı şeması verilmemiştir. Deney devresi bir önceki test olan boşta çalışma şeması gibidir. Tek fark test edilen transformatörün AG uçlarının kısa devre edilmesi ve beslemenin YG tarafından yapılmasıdır.

A) TİP DENEYLERİ

1. SICAKLIK ARTIŞI DENEYİ

Bu deneyin amacı transformatörün yağ ve sargı sıcaklıklarının standart ve teknik projelerde belirtilen değerlere uyup uymadığının kontrol edilmesidir.

Transformatör yük kayıplarında anlatılan suni yüklenme yöntemiyle yüklenir. Yalnız bu deneyde YG sargılarından geçirilecek sürekli yüklenme akımı (I_u) :

$$I_u = ? (P_0 + P_2) / P_2$$

Formülünden hesaplanarak uygulanır. Burada P_0 trafonun boştaki kaybı, P_2 ise 75 °C sıcaklıktaki yük kaybıdır.

Deneyin yapılacağı ortam kapalı bir ortam olmalı ve trafonun sıcaklığını etkileyecek hava akımı, güneş, rüzgar gibi etkenlerden yalıtılmış olmalıdır.

Deneye başlanmadan önce YG ve AG tarafından sargı DC dirençleri ve trafonun üst yağ sıcaklığı ölçülüp kaydedilir. Daha sonra trafo I_u akımı ile yüklenir. Bu akımda yüklendikten sonra her bir saatlik periyotlarda sırasıyla üst yağ sıcaklığı, radyatör üst bağlantıdan, radyatör alt bağlantıdan ölçülen sıcaklıklar ile trafo çevresinde (trafoya olan yatay uzaklıklar en az 2m. olmalıdır.) üç farklı noktaya yerleştirilen termometre sensörlerinden ölçülen ortam sıcaklıkları okunup kaydedilir.

Deney bu şekilde üst yağ sıcaklığı ile ortam sıcaklıkları aritmetik ortalaması arasındaki fark bir saatlik dilimde 1 °C veya daha az bir değere ulaşana kadar devam eder. Daha sonra besleme akımı anma akımına düşürülerek iki-üç saat daha sıcaklığın artış göstermediğinden emin olununcaya kadar yine her saat diliminde sıcaklıklar ölçülüp kaydedilerek devam edilir. Sıcaklığın artmadığından emin olununca trafo devreden çıkartılıp süratle AG ve YG sargılarından en az 3 er dakikalık sürelerle dirençlerin zamanla değişimi 20 saniye aralıklarla ölçülüp kaydedilir.

Daha sonra bu değerler yardımı ile AG ve YG sargıları için ayrı ayrı direnç-zaman grafikleri çizilip grafik extrapolasyon yöntemi ile devreyi açma anındaki sargı dirençleri bulunarak aşağıdaki formülleri kullanmak suretiyle dirençlerden açma anındaki sargı sıcaklıkları hesaplanır:

$$t_2 (\text{°C}) = (R_2 / R_1) \cdot (235 + t_1) - 235$$

Bu formülde t_2 deney sonundaki maksimum sargı sıcaklığını, t_1 ise deney başında ölçülen üst yağ sıcaklığını ifade eder.

Sonuç olarak sargı sıcaklık artışları :

$$\Delta \Theta (\text{°K}) = t_2 - t_1$$

Formülünden AG ve YG sargıları için ayrı ayrı hesaplanır. Bu formüldeki t_1 deney sonunda ölçülen ortam sıcaklıklarının aritmetik ortalamasıdır.

Yağ sıcaklığındaki artış t_2 ta aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\Delta \Theta_{\text{yağ}} (\text{°K}) = t_2 - t_1$$



Formüldeki t , trafo devamlı yüklem akımında beslenirken en son ölçülen maksimum üst yağ sıcaklığıdır.

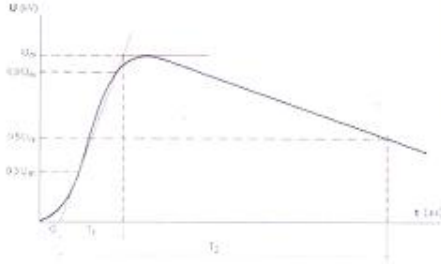
2. DARBE GERİLİMİ DENEYİ

İşletmede yüksek gerilim sistemine bağlı trafolar zaman zaman atmosferik boşalmaların etkisinde kalabilmektedir. Bilindiği üzere havai hatlı enerji iletim sistemine yıldırım düştüğünde hat üzerinde çok yüksek genlikli yürüyen dalgalar meydana gelmektedir. Bu dalgaların genliği darbe akımına ve darbenin olduğu yerdeki darbe empedansına bağlıdır. Merteye olarak ta trafonun anma geriliminin birkaç katı değerinde olabilmektedir. Transformatorlerin izolasyon yönünden bu darbe gerilimlerine dayanıklı olarak imal edilmesi gerekmektedir. İşte bu deneyin amacı transformatorlerin zaman zaman yıldırım darbe gerilimine maruz kalmaları halinde bu aşırı gerilimlere karşı dayanıklılıklarının test edilmesidir.

Trafo test laboratuvarlarında bu deneyin gerçekleştirilmesi için Darbe Jeneratörleri kullanılır. Bu jeneratörler prensip olarak Şarj ünitesi, YG kapasitör grupları, cephe ve sırt dirençleri, deşarj küreleri ile bazı yardımcı direnç ve topraklama sisteminden oluşurlar. Literatürde bu devre elemanlarının oluşturduğu devreye Marx'ın Çok Katlı Bağlamı denir. Jeneratörün darbe gerilimi üretmesi için önce kapasitör grupları paralel bağlantıda şarj edilir. Daha sonra atlama küreleri tetiklenerek kapasitörlerin seri olarak cephe ve sırt dirençleri üzerinden boşalmaları sağlanır.

Bu Jeneratörlerin ürettiği darbe gerilimleri (+) ya da (-) polaritede olabilir. Genellikle transformator testlerinde (-) polarite kullanılmakla beraber nadiren bazı teknik şartnamelerde bu deneyin (+) polaritede yapılması da istenebilmektedir.

Yıldırım darbe gerilimi grafiksel olarak aşağıdaki şekilde gösterilmiş ve tanımlanmıştır:



YILDIRIM DARBE GERİLİMİ

Yıldırım darbe gerilimi eğrisi şekilde görüldüğü gibidir. Burada U_0 darbe geriliminin genliğini ifade eder. Bu aynı zamanda deneyde trafo fazlarına uygulanacak gerilim değeridir. Yukarıdaki eğride T_1 ve T_2 sürelerinin bulunması için şekilden de görüleceği

gibi önce U_0 geriliminin 0,3 ve 0,9 katı hesaplanıp bu noktalardan yatay eksene paraleller çizilerek eğri cephesini kesen noktalar bulunur. Bu noktaları birleştiren doğru çizilerek, yatay ekseni ve dalganın tepe noktasından yatay eksene çizilen paraleli kestirilir. Yatay eksen üzerinde bulunan nokta darbe geriliminin **Anma başlangıç noktası** olarak isimlendirilir. Tepe noktasından çizilen paralele bu doğrunun kesim noktasından aşağıya bir dikme indirilir. Bu dikmenin yatay ekseni kestiği nokta T_1 noktasıdır. Sonra U_0 geriliminin 0,5 katı hesaplanıp buradan yatay eksene eğrinin sırtına kadar uzanan bir paralel çizilir ve eğri sırtıyla kesişme noktası bulunur. Bu noktadan yatay eksene inilen dikmenin ekseni kestiği nokta T_2 noktasıdır. Buna göre bir yıldırım darbe geriliminin aşağıdaki üç büyüklükle tanımlandığını ifade edebilirsiniz. Bunlar :

U_0 : Darbe gerilimi genliğidir ve değeri standart ve şartnamelerde verilir. (Tolerans $\pm 3\%$)

T_1 : Anma cephe süresidir ve değeri $1,2 \text{ ms} \pm 30\%$

T_2 : Anma sırt yarıdeğer süresidir ve değeri $50 \text{ ms} \pm 20\%$

Deney yapılırken önce jeneratör ayarlanır. Deney geriliminin 50% si kadar düşük bir gerilim test edilen trafo sargısının fazlarından birine uygulanır. Bu esnada sargının diğer fazları mutlaka topraklanmış olmalıdır. Osiloskop ve PC yardımı ile dalga şekli değerlendirilip uygun değerde olup olmadığı kontrol edilir. Uygunsa deneye başlanır. Değilse jeneratör ayarları değiştirilerek yeniden kalibre edilir.

Standartlardaki prosedür takip edilerek deney tamamlanır. Bazı hallerde bu deneyde Kesik dalga yıldırım darbesi uygulanması da istenebilir. Böyle bir talep olması halinde de darbe jeneratörüne ilaveten kesik dalga cihazı da kullanılır.

Kesik dalga darbe gerilimi grafiksel olarak aşağıdaki şekilde gösterilmiş ve tanımlanmıştır:

