

ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRLERİNİN KALİBRASYONU VE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Hüseyin ÇAYCI
Özlem YILMAZ

ÖZET

Yasal metroloji kapsamında bulunan ölçü aletlerinin, metrolojik ölçümleri dikkate alınmadan damgalanmayacağı ve dolayısıyla kullanıma alınmayacağı Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nın ilgili yönetmeliği (71/316/AT) ile bildirilmiştir. Akım ve gerilim ölçü transformatörleri de bu yıl itibariyle yürürlüğe giren muayene yönetmeliği [1] gereği bu kapsama alınmıştır. Ülkemizde enerji ölçümünde kullanılan cihazların üretim kalitesini artıracak olan bu tür yasal düzenlemeler, akım ve gerilim transformatörü üreticilerini, dağıtım şirketlerini ve kullanıcıları yakından ilgilendirmektedir.

Bu bildiriye, yönetmelikte gerekli görülen metrolojik ölçüm (akım ve gerilim ölçü transformatörlerinin kalibrasyonu) konusunda, bilgi birikiminin paylaşılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda, gerilim ve akım transformatörlerinin kalibrasyonları ve kalibrasyon sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar konusunda bilgi verilmiştir.

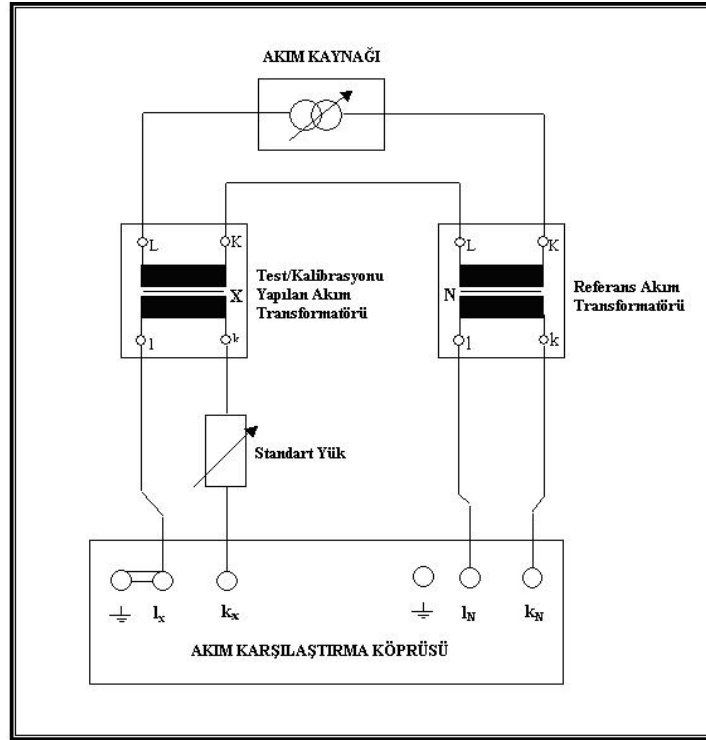
1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi kullanımındaki sürekli ve hızlı artışa paralel olarak, büyük ölçeklerdeki AC güç ve enerjinin faturalanması ve kontrolünde, ölçümlerin doğru ve güvenilir olarak yapılması zorunlu hale gelmiştir. Yüksek güçlerde bu ölçümlerin gerçekleştirilebilmesi, ölçüm cihazlarının doğrudan güç devrelerine bağlanmasıyla mümkün olamayacağından, bu ölçümler primer devredeki akım ve gerilimleri sekonderde düşük seviyede yeniden oluşturan ve ölçü transformatörleri olarak adlandırılan akım ve gerilim transformatörleri yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Ölçü akım ve gerilim transformatörlerinin kullanılması, izolasyondan dolayı can güvenliğinin sağlanması, maliyet ve boyutların düşürülmesi ve bağlantıda, kablolamada ve koruma devrelerinin kullanılmasında sağladığı kolaylıklar bakımından çok büyük avantajları beraberinde getirmiştir. Bununla birlikte, belirli oranlarda gerçekleştirilen bu akım ve gerilim dönüşümlerinde genlik ve faz hatalarının tam ve doğru olarak ölçülmesi de zorunlu hale gelmiştir.

Elektrik enerjisinin üretim, iletim ve dağıtım aşamalarında akım seviyeleri birkaç amperden birkaç bin amperlere kadar çıkabilmekte ve dolayısıyla bu geniş bölgenin tek bir tip akım transformatörü ile ölçülmesi mümkün olmamaktadır. Bu konuda standardizasyonun sağlanması için çeşitli primer ve sekonder akım değerleri belirlenerek uluslararası standartlar oluşturulmuştur [2]. Aynı şekilde, gerilim transformatörleri için de primer ve sekonder gerilimlerin belirlendiği, belirli yük değerlerinin tanımlandığı standartlar oluşturulmuştur [3]. Bu standartlar ayrıca, akım ve gerilim ölçü transformatörlerinin kalibrasyonunda elde edilmesi gereken maksimum oran hatası ve faz kayması değerlerini vermektedir.

2. ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRLERİNİN KALİBRASYONU

Akım transformatörlerinin kalibrasyonlarında yaygın olarak kullanılan yöntem, kalibrasyonu yapılacak olan akım transformatörünün bir referans akım transformatörü ile karşılaştırılmasıdır. Referans akım transformatörü, hata değerleri bilinen kalibrasyonu yapılmış bir transformatör olmalı ve ölçüm sonuçları değerlendirilirken bu hata değerleri dikkate alınmalıdır.



Şekil 1. Akım Transformatörü Kalibrasyon Düzenneği

Şekil 1'de görüldüğü gibi, kalibrasyonu yapılan akım transformatörü ile referans akım transformatörünün primer uçları seri olarak akım kaynağına bağlanır. Sekonder uçları da seri bağlanır ve karşılaştırma köprüsü üzerinde döngü tamamlanır. Standart yük ise kalibrasyonu yapılan transformatörün sekonderi ile köprü arasında seri olarak eklenir. Karşılaştırma köprüsü ile belirlenen iki akım transformatörü arasındaki oran ve faz farkları, kalibrasyonu yapılan akım transformatörünün hatası olarak kabul edilir. Oran hatası "%" olarak, faz kayması ise "dakika" ya da "santiradyan" ile ifade edilir. Akım transformatörü kalibrasyonu, beyan akımının %1'i ile %200'ü arasında çeşitli noktalarda ölçümlerin alınmasıyla gerçekleştirilir. Bu aralıktaki oran ve faz hatalarının limitleri ilgili standartta verilmiştir.

Gerilim transformatörleri de benzer şekilde bir referans gerilim transformatörü ile karşılaştırılmak suretiyle kalibre edilirler. Akım transformatörü kalibrasyonundan farkı, primer ve sekonder bağlantılarının ve sekondere eklenen yükün seri değil paralel olmasıdır. Ayrıca, kalibrasyon aralığı akım transformatörününkinden farklı olarak beyan geriliminin %40'ı ile %120'si arasındadır.

Standart akım ve gerilim transformatörleri, mümkün olduğu kadar çok akım (ya da gerilim) oranına sahip olacak şekilde tasarlanmalıdır. Böylece, çok geniş bir bölgede birçok transformatörün kalibrasyonu, bölücü kullanılmaksızın gerçekleştirilebilmektedir. Dolayısıyla, karşılaştırma köprüsü aynı orana sahip iki transformatörü karşılaştıracağı için ölçümler mümkün olan en düşük belirsizlikte gerçekleştirilmiş olacaktır.

Oran hatalarının ve faz kaymasının belirlendiği karşılaştırma köprüleri, genellikle içinde akım komparatörü bulunan, iki akımın bu akım komparatörü üzerindeki ters sarımlarda dengelenmesi ve dengeleyici kompleks akım sinyalinin analiz edilerek genlik ve faz bileşenlerinin belirlenmesi suretiyle çalışan cihazlardır. Akım transformatörlerinin sekonder uçları doğrudan karşılaştırma köprüsüne bağlanırken, gerilim transformatörlerinin sekonder çıkışları akıma dönüştürülerek köprüye bağlanır. Akım komparatörü kullanılan bu tip karşılaştırma köprülerinde, yalnızca fark akımının ölçümündeki hata söz konusu olduğu için ölçüm belirsizlikleri oldukça düşüktür.

Akım ve gerilim transformatörlerinin kalibrasyonunda kullanılan yükler, rezistif ve indüktif bileşenlere sahip ve transformatörlerin bağlanacağı kablo, konnektör ve ölçüm cihazının toplam etkisini simüle etmek için tasarlanmış pasif yapılardır. Yükler, standartlarda tanımlanmış olan güç faktörü ve görünen güç değerlerine sahip olmalıdır. Kalibrasyonda kullanılan kablo direnci ve köprünün iç direnci göz önüne alınarak yükün ya da yük setinin üzerinde bu bilgi bulundurulmalı ve ölçümlerde dikkate alınmalıdır.

3. KALİBRASYONDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Kalibrasyon alanı, uygulanacak maksimum akım ve gerilim değerleri göz önüne alınarak düzenlenmelidir. Çok küçük bir alanda gerçekleştirilecek yüksek akım ölçümlerinde oluşacak manyetik alanların ölçüm cihazlarına etkisinin olmadığına, yüksek gerilim ölçümlerinde ise oluşan elektriksel alanın operatörler için tehlike oluşturmayacağına emin olunmalıdır.

Kalibrasyon düzeneği, çevresel manyetik alanlardan etkilenmeyecek ya da düzenekte bulunan herhangi bir yapı istenmeyen bir elektriksel alan veya kuvvet üretmeyecek şekilde oluşturulmalıdır. Bu amaçla, kalibrasyon düzeneği, yüksek akım taşıyan iletkenlerden uzak tutulmalı, ölçümde kullanılacak cihaz ve ekipmanların akım döngülerinden etkilenmemeleri için, kablolar örgü şeklinde birbirine bükülmüş bir yapıda kullanılmalı veya koaksiyel kablolar kullanılmalıdır.

Topraklamaların doğru noktalarda seçilmesi ve elektrostatik ekranlamanın doğru yapılması kalibrasyonlarda dikkat edilmesi gereken diğer bir husustur. İstenmeyen kapasitif akımların, ölçüm düzeneğini etkilemesi yapılacak düzenleme ve kontrollerle engellenmelidir.

Akım ve gerilim transformatörlerinin hatası, çalışma akım (veya gerilim) büyüklüğüne, sekonderlerine bağlanan yüklerle ve çalışma frekansına bağlı bir fonksiyondur. Transformatörlerin kalibrasyonunu mümkün olan en düşük belirsizlikle gerçekleştirebilmek için, transformatör üzerinde beyan edilen büyüklükler dikkate alınmalıdır.

Çalışma sinyalinin ya da dalga şeklinin transformatörlerin oran hatası ve faz kayması üzerinde önemli bir etkisi olmayıp, % 0,5 oranında bozulma kabul edilebilir bir limittir. Güç kaynağının, transformatörlerin güç tüketimi, kabloların etkisi ve uygulanması gereken maksimum akım ve gerilim değerleri göz önüne alınarak, yeterli güçte çalışacak şekilde tasarlanması ve kurulması yararlı olacaktır. Akım ve gerilim transformatörlerine uygulanan primer akım ve gerilim sinyalleri ile ölçüm cihazlarına bağlı olan şebeke sinyalinin aynı merkezli olmasına bir başka ifadeyle farklı kaynaklardan güç uygulanmamasına dikkat edilmelidir. Çok küçük frekans ya da faz farkı ölçümlerin tekrarlanabilirliğini imkânsız hale getirebilmektedir.

Akım transformatörleri, sekonder uçlarının gevşek olması ya da açık kalması durumunda kolayca manyetize olmakta ve doğru çalışmamaktadır. Doğru ve tekrarlanabilir ölçümler için, akım transformatörü, kalibrasyondan önce demanyetizasyon işlemine tabi tutulmalıdır. Buna rağmen, eğer oksitlenmiş kontak ve bağlantı uçları varsa, ölçüm düzeneğinde DC kaçak akımlar oluşabilir. Bu DC kaçak akımlar ise, transformatörü tekrar manyetize eder ve eklenen hatalardan dolayı ölçümlerde tekrarlanabilirlik mümkün olamaz. Bu yüzden transformatör üzerindeki tüm bağlantı noktaları temizlenmiş ve sıkı bağlanmış olmalıdır.

Isınma etkileri de akım transformatörü doğruluk ölçümlerinde dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur. Yüksek genlikteki primer veya sekonder akımlarda ölçüm düzeneği ısınmamalı ya da ölçüm sonuçlarını etkilemeyecek yeterli termal kapasiteye sahip olmalıdır.

4. DİĞER HUSUSLAR

Yukarıda belirtilen hususların bir kısmı yalnızca kalibrasyon sırasında değil transformatörlerin hizmete alınması sırasında yetkili kurum tarafından da dikkate alınmalıdır. Metrolojik onay almış bir transformatör, öngörülen şartlara uyulmadan kullanıma alındığında, kalibrasyon sonuçları geçerliliğini yitirecektir. Bu amaçla, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nın yürürlükte olan yönetmeliği esas alınarak damgalama ve kontroller dikkatli yapılmalıdır. Örneğin, ölçü transformatörünün işletmeye alınışı sırasında mutlaka sekonder bağlantısında kullanılacak olan kablonun kesiti ve uzunluğu kontrol edilmelidir. Transformatörün sekonder uçlarına hangi değerdeki yükün bağlanması gerektiği tanımlı olmalı ve hizmete alınmadan önce tanımlanan bu yük değerinin sağlanıp sağlanmadığı ölçülerek tespit edilmelidir. Aksi takdirde, olması gerekenden farklı bir yüke bağlandığı için transformatör, sınıfı dışında bir oran hatası ve faz kaymasına sahip olacak ve ölçüm cihazının yanlış kayıt yapmasına, dolayısıyla, faturalamada hataya neden olacaktır.

5.SONUÇLAR

Akım ve gerilim ölçü transformatörlerinin kalibrasyonları ve kontrolleri, güç ve enerji ölçümleri için büyük önem taşımaktadır. Enerji ölçerde (elektrik sayacı) kaydedilen enerji tüketim miktarındaki hatanın büyük kısmı sayacın kendisinden değil, bağlı olduğu akım ve gerilim ölçü transformatörlerinin doğrulanmamasından kaynaklanmaktadır. Özellikle üretim aşamasındaki ölçümlerin hızlı bir şekilde yapılması gerektiğinden, ölçüm hataları fark edilememekte ve ürünler hatalı olabilmektedir. Bu nedenle, gerek ölçü transformatörü üreticilerine ait test laboratuvarlarında, gerekse muayene ve kalibrasyon hizmeti verilen laboratuvarlarda yapılan ölçümler önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Resmi Gazete (Sayı: 26584), "Akım ve Gerilim Ölçü Transformatörleri Muayene Yönetmeliği", 16 Temmuz 2007
- [2] TS 620 EN 60044-1 "Ölçü Transformatörleri – Bölüm 1: Akım Transformatörleri", Mart 2004
- [3] TS 718 EN 60044-2 "Ölçü Transformatörleri – Bölüm 2: Endüktif Gerilim Transformatörleri", Nisan 2004

ÖZGEÇMİŞLER

Hüseyin ÇAYCI

1974 Amasya doğumludur. 1998 yılında Kocaeli Üniversitesi Fizik Bölümünden mezun olmuştur. Aynı yıl, TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Gerilim Laboratuvarı'nda araştırmacı olarak çalışmaya başlamıştır. 2002 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programını tamamlamıştır. Halen Gerilim Grubu Laboratuvarı'na bağlı Güç ve Enerji Laboratuvarı'nda uzman araştırmacı olarak, güç-enerji ölçümleri, akım ve gerilim transformatörü ölçümleri ve ölçüm sistemleri üzerinde çalışmalarına devam etmektedir.

Özlem YILMAZ

1976 yılı Safranbolu doğumludur. 1998 yılında, Kocaeli Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı yıl, TÜBİTAK UME Gerilim Laboratuvarı'nda araştırmacı olarak çalışmaya başlamıştır. 2002 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programını tamamlamıştır. 2005 yılında Gerilim Grubu Laboratuvarı'na bağlı olan Güç ve Enerji Laboratuvarı'nda çalışmaya başlamıştır. Halen Güç ve Enerji Laboratuvarı'nda uzman araştırmacı olarak çalışmalarına devam etmektedir. Birincil seviyede gerilim, akım, güç-enerji, ölçü transformatörü ölçüm sistemlerinin oluşturulması, muhafazası ve kalibrasyonları konularında çalışmaktadır.