

UME'DE AC AKIM ÖLÇÜMLERİ

Mehedin ARİFOVİÇ
Naylan KANATOĞLU
Hayrettin ÇINAR

ÖZET

Günümüzde kullanılan yüksek doğruluklu çok fonksiyonlu kalibratör ve multimetrelerin AC akım ölçüm bölgeleri 100 μ A - 20 A aralığındadır. Bu gibi cihazların AC akım kalibrasyonları AC-DC akım şöntü ve beraberinde kullanılan ısıl çeviriciler ile gerçekleştirilmektedir. Ulusal Metroloji Enstitüsü'nde (UME) son yıllarda yapılan çalışmalarla AC akım izlenebilirliği 100 μ A'den 20 A'e kadar (10 Hz - 100 kHz) birincil seviyede sağlanmıştır. Bu kapsamda, farklı akım değerleri için AC-DC akım şöntleri ve ısıl çeviriciler yapılmıştır. AC-DC transfer ölçümleri, uzun zaman alan kompleks ölçümler olduğundan, bilgisayar kontrollü olarak gerçekleştirilmeleri gereklidir. UME'de bu amaçla bir yazılım oluşturulmuştur. Bu çalışmada, birinci seviye AC akım ölçümlerinde kullanılan AC-DC akım standartları, AC-DC akım transfer ölçümleri ve UME'de oluşturulan yazılım hakkında bilgi verilmektedir.

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi, SI Uluslararası Birimler Sistemi'nde elektriksel büyüklükler, DC büyüklük olan Amper ile temsil edilmektedir. Pratikte AC gerilim ve AC akım büyüklüklerini bu birim ile ifade edilebilmek için bazı transfer teknikleri kullanılmaktadır. AC gerilimde olduğu gibi, AC akım ölçümlerinde de bu amaçla en yüksek doğruluğu sağlayan ısıl transfer tekniği kullanılmaktadır. Bu teknik, UME'de kurulan AC akım sisteminin de temelini oluşturmaktadır. Isıl çeviriciler ve AC-DC akım şöntlerinin oluşturduğu AC-DC akım standartları, ölçüm prosedürleri ve ölçümün otomasyonunu sağlayan yazılım, sistemin üçayağını oluşturmaktadır.

2. AC-DC AKIM STANDARDI

Bir AC-DC akım standardı, AC-DC akım şöntü ve şönt üzerinde oluşan gerilimleri algılamada kullanılan bir ısıl gerilim çeviriciden oluşmaktadır. Bu sistem AC-DC akım transfer standardı veya ısıl akım standardı olarak da adlandırılır.

2.1. Isıl Çevirici

AC-DC ısıl çeviricilerin temel çalışma prensibi, DC akım ve AC rms akımın bir direnç üzerine uygulanması halinde oluşacak gücün dolayısıyla açığa çıkacak sıcaklığın bir sensör, genellikle ısıçift, tarafından algılanması ve karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Isıçiftin DC çıkış gerilimi, AC veya DC akım tarafından, direnç üzerinde harcanan gücün bir fonksiyonudur.

AC gerilim ve akım ölçümlerinde yaygın olarak kullanılan ısıçift yapılı ısıl çeviriciler, yapıları itibariyle tek eklemli ve çok eklemli olarak sınıflandırılırlar. Isıl çeviricilerin karakteristiği AC-DC transfer farkı olarak adlandırılan parametre ile ifade edilmektedir.

AC-DC akım transfer farkı (δ), ısıl çeviriciye uygulandığında, çıkışında aynı DC gerilimi (E) oluşturan AC akım I_{ac} ve DC akım I_{dc} arasındaki bağıl fark olarak tanımlanır. AC-DC akım transfer farkı (1)'de verilen formül ile ifade edilmektedir.

$$\delta = \frac{I_{ac} - I_{dc}}{I_{dc}} \quad \left| \quad E_{dc} = E_{ac} \right. \quad [1]$$

Uygulanan AC ve DC akıma karşılık gelen standardının DC çıkış gerilimi aynı değerde olduğunda, AC akım (2)'deki ifade kullanılarak hesaplanır:

$$I_{ac} = I_{dc} (1 + \delta) \quad [2]$$

Isıl akım çeviricilerin kullanılabilir frekans aralığı 10 Hz-100 kHz arasında olup, transfer farkı kullanılan tüm frekans noktalarında hesaplanmalıdır. Çok eklemli ısıl akım çeviriciler iyi frekans karakteristiğine sahip olduklarından birincil standartlar olarak kabul görmektedirler. Son yıllarda, güçlü korunma, kısa tepkime zamanı ve yüksek çıkış gerilimi gibi avantajlarından dolayı, elektronik sensörlü ısıl çeviriciler yaygınlaşmaktadır.

2.2. AC-DC Akım Şöntü

Genel olarak ısıl akım çeviricilerin nominal akım değeri 2 mA-10 mA arasında olup, daha yüksek akımlarda paralel bağlanan özel yapım AC-DC akım şöntleri ile beraber kullanılırlar. Bu tip şöntlerin kullanıldıkları AC ve DC akım karşılaştırmalarında, direnç değerinin doğruluğundan ziyade, değerinin geniş frekans aralığında sabit olması önemlidir. Bu sebeple, AC-DC akım şöntleri frekans bağımlılığı olmayan dirençlerden yapılırlar.

AC-DC akım şöntleri, 10 mA - 25 A aralığı için piyasada bulunabilmektedir. Şöntler, ısıl gerilim çevirici ile beraber kullanıldığından, AC-DC akım transfer farkı AC-DC akım şöntü-ısıl gerilim çevirici sistemi için belirlenmelidir.

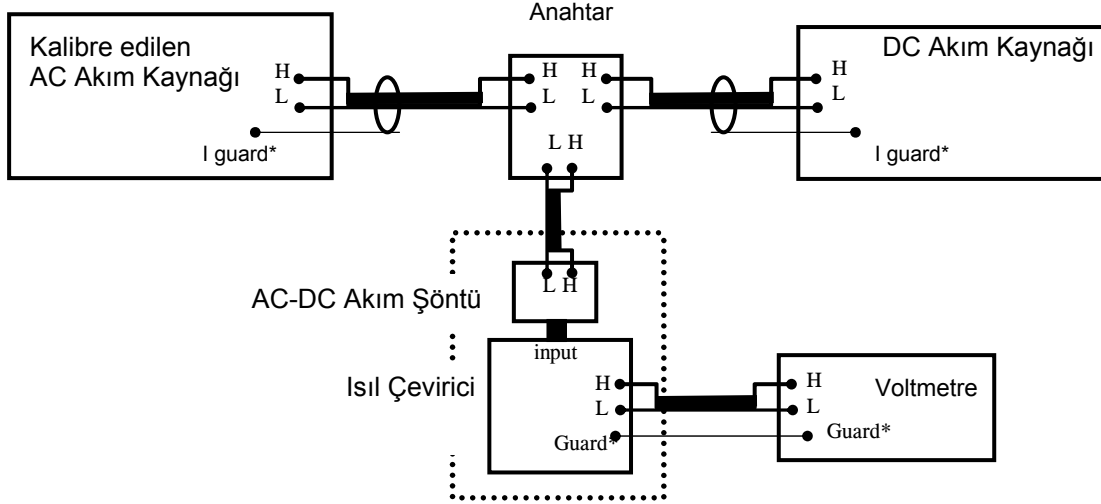
3. AC-DC TRANSFER ÖLÇÜMLERİ

Isıl çeviricilerin kullanıldığı ölçüm metodları karşılaştırma yöntemine dayanmakta olup, AC-DC transfer olarak adlandırılırlar. Bu ölçümlerde, bilinmeyen AC akım veya AC gerilim, ısıl çeviriciler aracılığı ile izlenebilir DC büyüklüklerle karşılaştırılmak suretiyle belirlenir.

Şekil 1'de, bir ısıl çevirici ile AC akım kaynağı kalibrasyon düzeneği verilmiştir. AC-DC transfer prosedürü, kalibre edilmek istenilen AC akımın, uygun seçilen ısıl standardına uygulanmasıyla başlar. Daha sonra, AC akımın standart üzerinde yarattığı DC gerilime eşit değer verinceye kadar izlenebilirliği olan DC akım uygulanır. Bilinmeyen AC akım değeri (2)'ye göre hesaplanır.

AC Akım ölçümlerinde kaçak akımların önlenmesi için topraklama (ground) ve korunma (guard) doğru bir şekilde yapılması son derece önemlidir. Ayrıca bağlantılar mümkün olduğunca kısa tutulmalı, koaksiyel veya ekranlı kablo tercih edilmeli ve ölçümler sarsıntısız ve sıcaklığı sabit olan ortamda gerçekleştirilmelidir.

Bu ölçümlerde, referans standardın AC-DC transfer farkı, DC kaynaktan sağlanan referans değer ölçümlerin en büyük belirsizlik bileşenlerini oluşturur.



Şekil 1. Isıl çevirici ile AC akım kaynağı kalibrasyon düzeneği

4. UME'DE AC AKIM ÖLÇÜMLERİ

Günümüzde kullanılan yüksek doğruluklu çok fonksiyonlu elektriksel kalibratör ve sayısal multimetrelerin AC akım ölçüm bölgeleri 100 μA ' den başlayarak 20 A'e kadar uzanmaktadır. Yüksek doğruluğa sahip bu gibi cihazlarının AC akım kalibrasyonları için ısı çeviriciler ve AC-DC akım şöntleri kullanılmaktadır.

Son yıllarda artan yüksek doğruluklu AC akım kalibrasyon taleplerini karşılayabilmek amacıyla, AC akım ölçüm sisteminin geliştirilmesi konusunda UME' de çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Yapılan çalışmalarla AC akım izlenebilirliği 10 Hz - 100 kHz frekans aralığında 100 μA - 25 A' a kadar genişletilmiştir. Bu çalışmalar esnasında, ölçüm aralığındaki farklı akım değerleri için uygun AC-DC şönt ve ısı çeviriciler yapılmıştır. Bunun yanında, oldukça uzun ve zahmetli olan AC-DC transfer ölçümleri için bilgisayar kontrollü sistem ve yazılım geliştirilmiştir.

UME' deki AC akım sistemi ile ilgili çalışmalar uluslararası akım karşılaştırmasına katılım sağlanması ve ölçüm aralığının 100 A'e kadar genişletilmesi ile devam edecektir.

4.1. UME AC Akım Sistemi

Isıl akım standartlarının akım kullanım aralığı nominal değerinin yarısından itibaren başlar. Örneğin 1 A' lik standart 0,5 A - 1 A ölçüm aralığında kullanılabilir. Bu özellik, oldukça geniş bir akım aralığını birkaç tane akım ısı standardı ile kapsamaya olanak verir. Bir diğer avantajı ise, birbirine yakın olan standartların kesişen akım aralıklarında karşılaştırılabilme olanağı sağlamasıdır. AC akım sistemi kurulurken, dizin içindeki akım standartlarının nominal değeri bir önceki standardının iki katı seçilmiş olması, bir değerinden başlanarak dizindeki tüm standartları ardışık karşılaştırmalarda kalibre edilmesini sağlar. Bu prosedür step-up olarak adlandırılır.

UME'de kullanılan AC akım standartları (ısı çeviriciler) Tablo 1'de gösterilmiştir.

UME' de değerleri 10 mA' den başlayarak, 25 A' e kadar uzanana UME yapımı şöntlerin yanı sıra, piyasada satılan AC-DC şöntler de kullanılmaktadır. UME' de birincil standart olarak bir grup nominal değeri 10 mA olan düzlemsel (planar) çok eklemli ısıt çevirici (Planar Type Multijunction Thermal Converter) kullanılmaktadır.

Tablo 1. UME' de kullanılan AC akım standartları

Standart	Kullanılabilir akım aralığı
2,5 mA Isıl Akım Çevirici	1 mA - 2,5 mA
5 mA Isıl Akım Çevirici	2,5 mA - 5 mA
10 mA Isıl Akım Çevirici	5 mA - 10 mA
20 mA Isıl Akım Çevirici	10 mA - 20 mA
30 mA Isıl Akım Çevirici	20 mA - 30 mA
50 mA Isıl Akım Çevirici	30 mA - 50 mA
100 mA Isıl Akım Çevirici	50 mA - 100 mA
200 mA Isıl Akım Çevirici	100 mA - 200 mA
300 mA Isıl Akım Çevirici	200 mA - 300 mA
500 mA Isıl Akım Çevirici	300 mA - 500 mA
1 A Isıl Akım Çevirici	0,5 A - 1 A
2 A Isıl Akım Çevirici	1 A - 2 A
3 A Isıl Akım Çevirici	2 A - 3 A
5 A Isıl Akım Çevirici	3 A - 5 A
10 A Isıl Akım Çevirici	5 A - 10 A
20 A Isıl Akım Çevirici	10 A - 20 A

UME AC akım standartları, 2,5 mA ve 5 mA değerinde tek eklemli ısıt çevirici, 10 mA değerinde birincil seviye çok eklemli ısıt çevirici, 20 mA - 20 A bölgesi için ise ısıt çevirici ve AC-DC akım şöntü kombinasyonlarından oluşmaktadır. 2007 yılı içinde, 100 μ A – 1 mA bölgesi için 2 adet AC-DC akım şöntü yapılmıştır. AC akımın ölçümleri UME' de 10 Hz ile 100 kHz frekans aralığında gerçekleştirilmektedir.

4.2. UME AC-DC Transfer Yazılımı

AC-DC transfer ölçümleri, ısıt çeviricilerin kullanımından dolayı oldukça uzun süreli ve dikkat gerektiren işlemlerdir. Bu sebeplerle ortaya çıkan problemleri ortadan kaldırmak amacı ile UME' de AC-DC ölçümlerinin bilgisayar kontrolünde yapılabilmesini sağlayan bir yazılım geliştirilmiştir. Sistemin bilgisayar bağlantısı IEEE 488 (GPIB) ile sağlanmıştır. Otomasyonun sağlanması için AC-DC transfer anahtarları ve ölçüm bölgesi anahtarları gibi gerekli ek cihazlar yapılmıştır.

Yazılım, LabWindows programı kullanılarak hazırlanmış olup, operatörlere kolay kullanılabilen bir ara yüz sunmaktadır. Yazılım, AC-DC transfer ölçümlerinin kısa sürede yapılmasının sağlanmasının yanı sıra, cihaz bilgilerin ve sonuçların çok detaylı bir şekilde saklanması gibi avantajlara da sahiptir.

AC-DC transfer yazılımı, çeşitli AC gerilim/akım kaynağı ve ölçüm cihazı, ısı çevirici ve AC-DC akım şöntü kalibrasyon prosedürlerini içerecek kapsamdadır.

SONUÇ

UME'de kurulan AC akım sistemi AC-DC transfer ölçümlerine dayanmakta olup 100 μ A – 20 A akım (10 Hz-100 kHz) aralığını kapsamaktadır. AC-DC transfer ölçümlerinin uzun süreli ve operatör açısından zahmetli olmaları gibi dezavantajlar, sistemin bilgisayar kontrollü hale getirilmesi ile giderilmiştir.

ÖZGEÇMİŞLER

Mehedin ARİFOVİÇ

1997 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 1997 yılında TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) Gerilim Laboratuvarında araştırmacı olarak çalışmaya başlamıştır. 2001 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsünde Elektronik alanında yüksek lisans çalışmasını tamamlamıştır. Halen UME Gerilim Grubu Laboratuvarında araştırmacı olarak görev yapmaktadır. Birincil seviyede AC gerilim ve akım standartların oluşturulması, muhafazası ve kalibrasyonları konularında çalışmaktadır.

Naylan KANATOĞLU

1974 yılı Tolbuhin (Bulgaristan) doğumludur. 1995 yılında TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) Gerilim Laboratuvarında teknisyen olarak çalışmaya başlamıştır. 2001 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Halen UME Gerilim Grubu Laboratuvarında araştırmacı olarak görev yapmaktadır. Birincil seviyede gerilim ve akım standartların oluşturulması, muhafazası ve kalibrasyonları konularında çalışmaktadır.

Hayrettin ÇINAR

1960 yılı Hereke doğumludur. 1977-1999 yılları arasında Sümer Holding Hereke İşletmesi Kalite Kontrol Laboratuvarı'nda baş teknisyen olarak görev yapmıştır. 1999-2001 tarihleri arasında TÜBİTAK MAM Tekstil Enstitüsü Merte Laboratuvarı'nda teknisyen olarak görev yapmıştır. 2001 tarihinden bu güne kadar TÜBİTAK UME Gerilim Grubu laboratuvarında Teknisyen olarak görev almaktadır.