

# ÇOK DÜŞÜK FREKANSLI (VLF) AC YÜKSEK GERİLİM SINYALLERİNİN DC ÖRNEKLEME METODU İLE ÖLÇÜM TEKNİĞİ

## *Measurement technique of Very High Frequency AC High Voltage Signals via DC Sampling Method*

Hilmi Temiz, Sedat Koca, Sami Özer, Ufuk Budak

Testone Teknoloji Çözümleri San. Tic. A.Ş.

[hilmit@testone.com.tr](mailto:hilmit@testone.com.tr), [sedat@testone.com.tr](mailto:sedat@testone.com.tr), [sami@testone.com.tr](mailto:sami@testone.com.tr), [ufuk.budak@testone.com.tr](mailto:ufuk.budak@testone.com.tr)

### Özet

*Bu bildirinin amacı, çok düşük frekanslı AC yüksek gerilim sinyallerinin DC örnekleme metodu ile (High Volt AC-VLF) ölçümü ve değerlendirilmesine yönelik, metotların incelenmesidir. Bu bildiri içerisinde, ölçüm düzeneğinin tanımı, gerekli fiziksel şartlar, ilgili ölçüm verilerin alınması ve değerlendirilmesi ayrıntılı olarak tanımlanmıştır.*

### Abstract

*Leave 12 mm space between Turkish and English abstracts. The abstracts should contain about 100 to 150 words, and should be identical to the abstract text submitted electronically along with the paper cover sheet. In addition, the abstract in English should be exact translation of the one in Turkish.*

### 1. Giriş

Tipik çalışma frekansı 0.01 Hz ile 0.1 Hz arasında değişen AC gerilim sinyalleri çok düşük frekanslı AC gerilim sinyali ( VLF ) olarak tanımlanmaktadır. Özellikle orta gerilim kablolarında kısmi boşalma ve izolasyon testlerinde kullanılmaktadır. ( IEC Stnd. 400.2)

DC gerilim altında gerçekleştirilen kablo izolasyon testlerinin, test objesini yorması ve dielektrik malzemeye zarar vermesi ve AC 50/60 Hz yüksek gerilim altında gerçekleşen testler için ise VLF e oranla 500/600 kat fazla enerji harcanması, maliyet ve sürdürülebilirlik açısından VLF yüksek gerilim testlerinin endüstri tarafından tercih edilmesini sağlamıştır.

Bu taleplerin artması, VLF yüksek gerilim konusunun her geçen gün önem kazanmasını ve kablo sektörü için gereklilik halini almasını sağlamaktadır.

Bu makale özelinde endüstride her geçen gün önem kazan VLF hipot test cihazlarının çıkış sinyallerinin nasıl ölçüleceği, gerekli ekipman ve fiziksel şartlar ve ölçümü etkileyen tüm parametreler açıklanmaktadır.

### 2. VLF yüksek gerilim ölçümü

Yüksek gerilim testlerinde kullanılan VLF AC sinyaller, 20 ms lik temel AC sinyalin ( 50 Hz ) dışında frekans değerine bağlı olarak bir tam döngüsünü 10 sn ile 100 sn arasında tamamlamaktadır. Bu nedenle VLF AC sinyallerin ölçü aletleri ile ölçülebilmesi temel AC sinyal ölçüm metodundan farklılıklar göstermektedir.

VLF AC yüksek gerilim sinyallerinin ölçü aletlerinin ölçebileceği seviyelere indirilmesi gerekmektedir.

Yüksek gerilim ölçümleri için en yaygın kullanılan metod gerilim bölücü ile yüksek gerilim değerinin indirgenmesidir.

Gerilim bölücü sistemler genel olarak; ölçülecek sinyalin tipine göre kapasitif veya dirençsel gerilim bölücü, ölçüm kablosu, ölçü aleti ve yazılımdan oluşmaktadır.

Ölçülecek sinyalin DC olması durumunda dirençsel, AC sinyaller için ise kapasitif gerilim bölücü kullanımı en yaygın ve doğru bilinen yöntemdir. AC yüksek gerilim ölçümü içinde dirençsel gerilim bölücüler kullanılabilir, ancak bu durumda kapasitif ve endüktif etkiye bağlı faz hataları oluşabilmektedir.

VLF AC yüksek gerilim ölçüm sistemlerinde kullanılan bölücüler yine aynı kapsamda değerlendirilerek kapasitif karakterli olarak tercih edilmelidir.

Ancak gerilim bölücü ile ölçülebilecek seviyeye indirilen VLF sinyallerin, ölçü aletleri ile doğrudan ve anlamlı şekilde ölçümü mümkün değildir. Bu sebeple VLF ölçümüne uygun DC örnekleme yapabilen bir ölçü aleti ve uygun örnekleme yazılımı gerekmektedir.

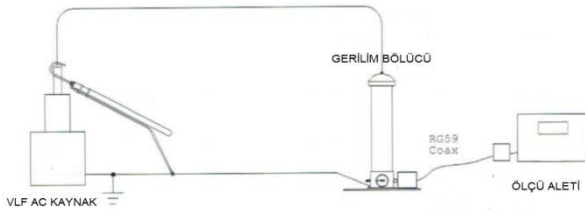
Yüksek gerilim ölçümleri gerek ölçüm tekniği, gerek sağlanması gereken güvenlik şartları nedeni ile hassasiyet gerektiren ölçümlerdir. Bu nedenle ölçümlerin yeterli güvenlik şartları altında uygun test sahalarında gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Ölçüm öncesinde yüksek gerilim için çalışma gerilimine ve gerilim bölücünün fiziki özelliklerine bağlı yeterli güvenli mesafenin, topraklama bağlantılarının ve tüm uyarı işaretlerinden emin olunmalıdır.

## 2.1. Ölçüm metodu, düzeneği ve gerekli cihazlar

VLF yüksek gerilim ölçümleri IEC 60060-2-2010 standardında tarif edilen yüksek gerilim ölçüm metodu ile gerçekleştirilmelidir. Temel olarak ölçüm, VLF yüksek gerilim değerlerinin gerilim bölücüye uygulanması ve gerilim bölücünün skala faktörü oranında indirgenen bu değerlerin ölçü aleti ile ölçülmesi esasına dayanır.

Yüksek gerilim ölçüm sisteminin skala faktörü hesaplanırken sistemde kullanılan bölücü, ölçü aleti ve bağlantı kabloları bir bütün olarak düşünülmeli ve skala faktörü tüm bu sistemi kapsmalıdır.



Şekil 1. Bağlantı düzeneği

Bu bildiri özelinde verilen ölçüm sonuçlarını elde etmek için kullanılan cihaz listesi aşağıdadır.

- Ross Eng. VD 150 Kapasitif Gerilim Bölücü
- Keysight 3458 A 8.5 Dig. DMM Ölçü Aleti
- Coax. Bağlantı Kablosu
- GPIB Bağlantı Kablosu
- VLF Örneklem Yazılımı

## 2.2. Ölçüm sonuçlarının alınması ve değerlendirilmesi

İlgili ölçüm esnasında kullanılan ölçü aleti DC V moduna getirilmeli ve uygun DC örneklem yazılımı ile veriler yazılım üzerinden alınmalıdır. VLF yüksek gerilim ölçümü esnasında alınması gereken verinin ne kadar sürede alınacağı VLF çıkış sinyalinin frekansına bağlıdır.

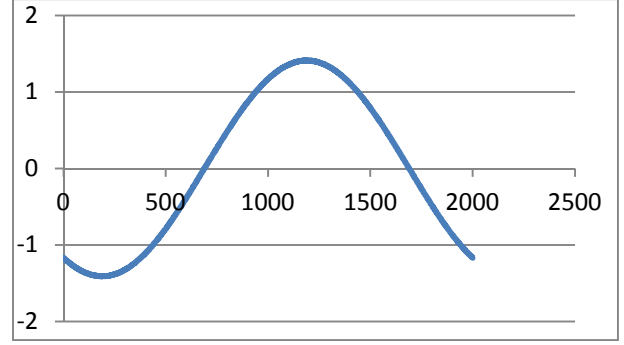
$$T = \frac{1}{f} \quad (1)$$

n örneklem hızı olmak üzere, 1 tam sinüs oluşturmak için gerekli örneklem adeti  $N = T/n$  olacaktır.

Yukarıdaki tanıma bağlı olarak, örneklem hızı 50 ms olarak ayarlandığında 0.01 Hz lik bir AC VLF sinyalin tam sinüsü 2000 örneklem ile elde edilir.

DC örneklem metodu ile alınan bu değerlerden sinyalin RMS değeri hesaplanır

Bu metot ile elde edilen sinyalin 1 tam periyotluk görüntüsü aşağıda yer almaktadır.



Grafik 1: 2000 örneklem ile elde edilen tam sinüs sinyali

## 2.3. Ölçüme etki eden belirsizlik bileşenleri

İlgili yüksek gerilim ölçümlerine etki eden belirsizlik bileşenlerini tanımlamak için IEC 60060-2-2010 standardında belirtilen etkiler referans alınmalıdır. Buna göre belirsizlik bileşenleri aşağıda sıralanmıştır. Bu bileşenler iki başlık altında toplanabilir.

a. Ölçüm sisteminden kaynaklanan etkiler

- AC yakınlık etkisi
- Kısa dönem kararsızlığı
- Frekans bağımlılığı
- Sıcaklık etkisi
- Yazılım etkisi
- Gerilim bölücü sisteminin doğruluğu
- Yıllık kayma değeri

b. Ölçümden kaynaklanan etkiler

- Tekrarlanabilirlik
- Doğrusallık

## 3. Sonuç

Bu bildiriye, **çok düşük frekanslı AC yüksek gerilim sinyallerinin** DC örneklem metodu ile (High Volt AC-VLF) ölçümü ve değerlendirilmesine yönelik, metodlar incelenmiştir. Ayrıca ölçüm düzeneğinin tanımı, gerekli fiziksel şartlar, ilgili ölçüm verilerin alınması ve değerlendirilmesi ayrıntılı olarak tanımlanmıştır.

Bu bildiri özelinde tarif edilen VLF yüksek gerilim ölçüm metodu ile endüstride kullanılan VLF Hipot cihazlarının kalibrasyonları gerçekleştirilebilecek ve hatalı işlerden kaynaklanabilecek negatif etkilerin önüne geçilebilecektir.