

1000 kV DİRENÇSEL DC YÜKSEK GERİLİM BÖLÜCÜSÜNÜN TASARIMI

Ahmet MEREV¹, Alf-Peter ELG², Jari HÄLLSTRÖM³, Anders BERGMAN² Serkan DEDEOĞLU¹, Ernest HOUTZAGER⁴

¹ TÜBİTAK UME Gebze Yerleşkesi 41470 Gebze Kocaeli, Türkiye

² SP Technical Research Institute of Sweden, SE-501 15 Borås, İsveç

³ Centre for Metrology and Accreditation (MIKES), FI-02151 Espoo, Finlandiya

⁴ Dutch Metrology Institute (VSL), Thijsseweg 11 2629 JA Delft, Hollanda

ahmet.merev@ume.tubitak.gov.tr

ÖZET

Enerjinin iletiminde DC yüksek gerilim (HVDC) teknolojisinin kullanımı gün geçtikte büyük önem kazanmaktadır. Bu önem ve ilgi beraberinde de HVDC teknolojisinin gelişimine de yol açmaktadır. Ancak bu teknolojik alt yapının oluşmasıyla birlikte enerji sistemlerinin güvenilirliği, kalitesi ve karlılığını da zorunlu hale gelmiştir. Burada sadece HVDC teknolojisinin gelişimi değil, ülkelerin metrolojik alt yapısının da gelişimini zorunlu hale getirmektedir. Çünkü bir sistemin güvenilirliği, kalitesi ve karlılığından söz etmek için önce o sistemin ölçülebilir olması veya ölçülebilen bir altyapının oluşması gerekir. Gelişen HVDC teknolojisinin gereksinimlerine karşılık verebilmek amacıyla içerisinde Türkiye'nin Ulusal Metroloji Enstitüsü TÜBİTAK UME'nin de yer aldığı 7 Avrupa ülkesinin metroloji enstitüleri, 1 üniversite ve 1 endüstriyel firma tarafından oluşturulan bir proje ekibi, "DC Yüksek Gerilim Metrolojisi" konulu proje geliştirmiştir. Bu proje ile HVDC sistemlerine, her türlü metrolojik desteğin sağlanması planlanmaktadır. Bu çalışmada Avrupa Birliği tarafından desteklenen DC yüksek gerilim metroloji projesi kapsamında yapımı gerçekleştirilecek olan 1000 kV'luk geniş bant DC yüksek gerilim bölücüsünün tasarımı hakkında bilgi verilecektir.

1.GİRİŞ

DC yüksek gerilim istasyonları için faturalandırma, koruma, kontrol ve sistem takibi büyük önem taşımaktadır ve bu işlemler için 800 kV'a kadar yüksek gerilimlerin 1 kV'a kadar çalışma gerilimlerine indirilmesi gerekmektedir. Gerilimi, konvansiyonel ölçü aletlerinin direk olarak ölçebileceği gerilim seviyesine düşürülmesini gerilim bölücüleri gerçekleştirmektedir (Resim 1). HVDC hatlarında kullanılan gerilim bölücülerinin bölüm oranlarının izlenebilir olması gerekmektedir. Metroloji enstitülerinin bünyesindeki referans DC yüksek gerilim ölçüm sistemleri en fazla 400 kV'tur ve mevcut HVDC sistemi içerisindeki izlenebilirliğin karşılanmasında yetersiz kalmaktadır.



Şekil 1. 300 kV'luk HVDC hatlarında kullanılan gerilim bölücüsü

HVDC sistemlerinde kullanılan gerilim bölücülerinin kalibrasyonları, enerji sisteminin kesintisiz olma gerekliliği nedeniyle sahada olmak zorundadır. Bu sebepten dolayı metroloji laboratuvarlarının saha uygulamaları için kullandıkları ve

transfer gerilim bölücüleri olarak tanımladıkları gerilim bölücüleri kolay taşınabilme özelliğe, sınırlı gerilim kapasitesinde, ticari olarak üretildiği için belirsizlik değeri çok yüksek olmaktadır. Oysaki günümüzde, HVDC sistemlerinde kullanılan gerilim bölücülerinin izlenebilirliğinin sağlanması için, gerilim seviyesi en az 1000 kV düzeyinde, sistemdeki harmoniklerin etkilerinden uzak kalması bakımından geniş bantlı, kolay taşınabilir ve en önemlisi 100 ppm'den düşük belirsizlikte olmalıdır (Şekil 2). Yürütülmekte olan EMRP kapsamındaki ENG07: "Metrology for HVDC" projesindeki çalışma paketlerinden birinde, bu özellikte bir gerilim bölücüsünün tasarımı ve yapımı gerçekleştirilecektir.

2. ÇALIŞMA PAKETİNİN AMACI

Projenin 3. çalışma paketindeki geniş bant DC yüksek gerilim bölücüsünün yapımında 5 Avrupa metroloji enstitüsü (MIKES-Finlandiya, SP-İsveç, VSL-Hollanda, UME-Türkiye, INRIM-İtalya), 1 endüstriyel kuruluş (Trench SAS-Fransa) ve 1 destekleyici metroloji enstitüsü (NMI-Avustralya) yer almaktadır.

Projenin amacı; sahada kalibrasyon işlemlerini gerçekleştirebilecek 1000 kV gerilim kapasitesine sahip, dirençsel ve modüler bir gerilim bölücüsünün tasarımı ve yapımını gerçekleştirmektir. Bu gerilim bölücüsünün 10 kHz çalışma bandına sahip, hatlardaki dalgalılık (ripple) ve harmoniklerden bu frekans bölgesi içerisinde etkilenmeyen ve 100 ppm ölçüm belirsizliğine sahip özellikte olması planlanmaktadır.



Şekil 2. Dirençsel yüksek gerilim bölücüsü

3. GENEL ÖZELLİKLER

Gerilim bölücüsünde yüksek kararlılığa sahip Caddock USF370 dirençler kullanılacaktır. Bu dirençlerin sıcaklık katsayıları 1 ppm/°C olması, gerilim bölücüsünün ısı etkisini minimize etmesi bakımından önem taşımaktadır (Şekil 3).



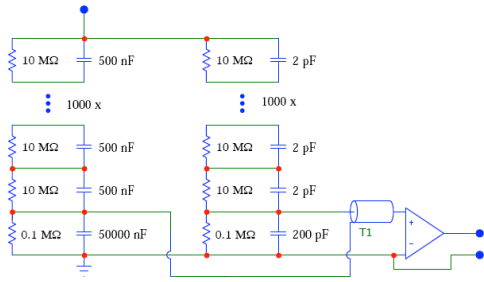
Şekil 3. Hassas dirençler

Yapımı gerçekleştirilecek olan 1000 kV gerilim bölücüsünün modüler olması planlanmaktadır. Her bir modülü 200 kV olan toplamda 5 modülden oluşacak gerilim bölücüsü SF6 gaz yalıtımlı (<1.5 bar) üretilecektir. Gerilim bölücüsünün her bir

modülü 1 G Ω direnç değerinde olacaktır. 200 kV'luk modüller her biri 50 kV olan alt modüllerden oluşacaktır.

Gerilim bölücüsünün kaçak kapasitans etkisinde uzak olması bakımından ekranlı tip tasarım gerçekleştirilecektir. Bu nedenle gerilim bölücüsü kapasitif elemanlarla eşleştirilecektir.

Yapımı gerçekleştirilecek olan gerilim bölücüsünün temel devre modeli Şekil 4'de verilmiştir.



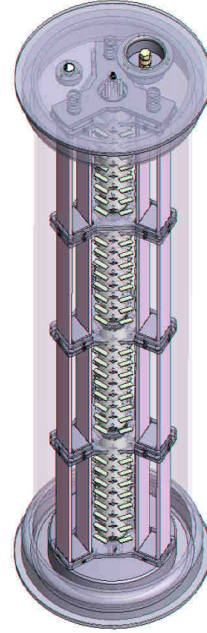
Şekil 4. Gerilim bölücüsünün basitleştirilmiş devre modeli

4. ÇALIŞMA PROGRAMI

Gerilim bölücüsünde kullanılacak dirençlerin ve kapasitörlerin sıcaklık ve gerilim bağımlılıklarının belirlenmesi için karakterizasyon çalışmasına başlanmıştır. Bu aşamanın sonunda sıcaklık ve gerilim katsayıları belirlenecek olan dirençlerin seçimi ve eşleştirilmesi gerçekleştirilecektir.

DC yüksek gerilim bölücüsünün bir modülüne ait prototip modeli yapılmış ve bu model üzerinde çeşitli elektriksel deneyler gerçekleştirilmiştir. Prototip modelden elde edilen sonuçlarla gerilim bölücüsünün modüllerinin ve alt modüllerinin tasarımları tamamlanmış ve üretim aşamasına geçilmiştir. Tüm parçaların tamamlanmasından ardından gerilim bölücüsünün montaj ve deneyleri gerçekleştirilecektir. Projenin ilgili çalışma paketi çalışanları arasında sonuca varılan bir modüle ait

tasarımın katı hal modeli Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Gerilim bölücüsünün tasarlanan modülü

5. SONUÇ

2010 yılının Eylül ayında başlayan toplam 3.000.000 € bütçeli EMRP projesinin 3 yılda tamamlanması planlanmaktadır. Bu çalışma paketleri arasında yer alan 1000 kV DC yüksek gerilim bölücüsünün yapımıyla, enerji iletiminde gelecekte önemli bir yeri olacak HVDC istasyonlarındaki gerilim bölücülerinin kalibrasyonları sahada kesintisiz enerji iletimiyle rahatlıkla gerçekleştirilebilecektir.

Projenin sonunda ise, sadece içerisinde Türkiye'nin Ulusal Metroloji Enstitüsü UME'nin de yer aldığı birçok metroloji enstitüleri altyapı olanaklarına sahip olmayacak, geleceğin enerji iletimi sistemleri için de ciddi bir bilgi birikimi de edinilmiş olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Avrupa Birliği'nin 912/2991/EC sayılı kararı gereği açılan ve Avrupa Metroloji Araştırma Programı (European

Metrology Research Programme-EMRP) kapsamında yürütülen “ENG07: Metrology for High Voltage Direct Current (HVDC)” projesine aittir.

KAYNAKÇA

1. A.P.Elg, J. Hällström, A. Bergman, “Optization of The Design of a Wideband 1000 kV Resistive Reference Divider”, 17th International Symposium on High Voltage Engineering, ISH 2011, Hannover-Germany, 22-26 August 2011 .
2. Joint Research Project Protocol “JRP 15 Metrology for High Voltage Direct Current (HVDC)”, EMRP 2009.
3. A. Bergman, U. Pogliano, J. Hällström, P. Wright, W. Lucas, A. Merev, G.Rietveld, M. Kurrat, J. Rickmann. “*Metrology for High Voltage Direct Current (HVDC)*”, Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM), Daejeon, Korea, 2010.