

AKILLI ŞEBEKELERDE DURUM TAHMİNİ STATE ESTIMATION IN SMART GRIDS

Özlem Yılmaz¹, Gökmen Hasancebi², Hüseyin Çaycı¹

1. TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü
(TÜBİTAK UME)
{ozlem.yilmaz,huseyin.cayci}@tubitak.gov.tr

2. Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş.
(SEDAŞ)
gokmen.hasancebi@sedas.com

ÖZETÇE

Avrupa Metroloji Araştırma Programı (EMRP) altında 2013 yılında açılan "Enerji ve Çevre Çağırısı" kapsamında "ENG63 Sensor Network Metrology for the Determination of Electrical Grid Characteristics (Elektriksel Şebeke Karakteristiklerinin Belirlenmesi İçin Sensör Ağ Metrolojisi)" isimli bir proje başlatılmıştır. Bu proje, 2013 yılında tamamlanan "Smart Electrical Grid for Metrology" isimli EMRP projesinin devamı niteliğinde bir projedir. Bu proje ile geliştirilen matematiksel ve istatistiksel prosedürler ve güvenlik ölçümleri, şebekenin monitör edilmesi ve kontrolünün sağlanması amacıyla kullanılan sensör ağlarının ileri seviyede ölçümleri için gereklidir. Bu prosedürler, yüksek maliyetli cihaz ihtiyacını da azaltacaktır. Ayrıca, mevcut şebekelerin yapısının belirlenmesi ve dağıtım hatları ve kontrollü yüklerde kullanımının optimize edilmesi amacıyla yeni teknikler geliştirilecektir. Proje kapsamında, TÜBİTAK UME diğer Metroloji Enstitüleri ile birlikte çeşitli iş paketlerini paylaşacak ve geliştirilecek olan şebeke durum tahmini ve sensör yerleşim algoritmalarının farklı elektrik şebekelerinde test edilmesini sağlayacaktır.

Bu bildiri, "Sensor Network Metrology for the Determination of Electrical Grid Characteristics" projesi kapsamında yapılacak olan çalışmalar hakkında bilgi verecektir.

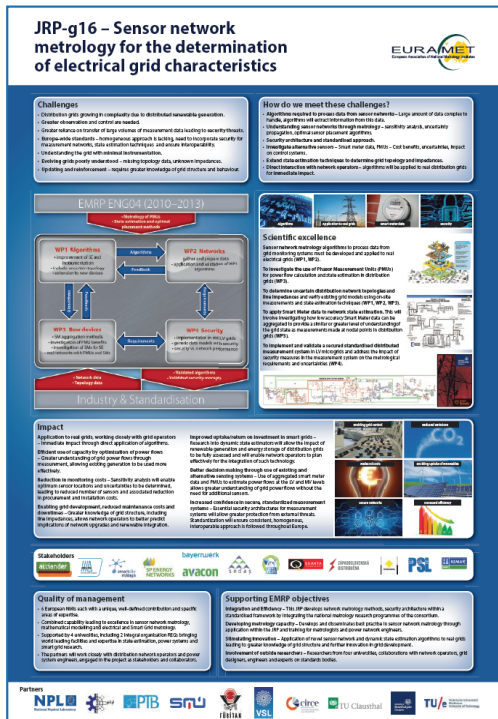
ABSTRACT

A project named "ENG63 Sensor Network Metrology for the Determination of Electrical Grid Characteristics" has just started in the frame of Energy and Environment call in European Metrology Research Programme (EMRP) 2013. This project is a follow-up project of another EMRP project named "Smart Electrical Grid for Metrology" which was completed on 2013. Mathematical and statistical procedures and security measures are required for advanced measurement sensor networks used for grid monitoring and control. Such procedures will minimize the need for costly instrumentation. In addition, techniques must be developed to determine the structure of existing grids and to optimise their use of distributed generation and controllable loads. In this project, TÜBİTAK UME will collaborate in some work packages with other National Metrology Institutes and will provide testing of state estimation and sensor placement algorithms in different distribution grids.

In this paper, the aim, need, workpages and the deliverables of the "Sensor Network Metrology for the Determination of Electrical Grid Characteristics" project will be given.

1. GİRİŞ

Geleneksel elektrik dağıtım sistemleri, merkezi olarak kontrol edilen pasif şebekelerden oluşmaktadır. Fakat düşük ve orta gerilim seviyesindeki enerji hatlarından entegre yenilenebilir enerji üretimine olan ihtiyaç, aktif dağıtım şebekelerinin gelişmesini sağlamıştır. Bu tip elektrik şebekelerinin topoloji ve güç akışı bilgisi sınırlıdır, fakat kaynağın sürekliliğinin sağlanması ve şebekenin etkin bir şekilde kontrol edilebilmesi için hayati önem taşımaktadır. Şebekenin gözlenmesi ve kontrolü için gerekli bilgilerin elde edilebilmesi amacıyla, şebeke üzerinde belirli noktalarla sensörlerin yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu tip cihazların kurulumu ve servisi pahalı olduğundan, gözlenebilirlik, doğruluk ve bütçe bileşenleri arasında bir denge kurulmalıdır.



Şekil 1: Proje Poster

Şebeke operatörleri için son derece önemli olan şebekenin belirli noktalarındaki aktif ve reaktif güç, gerilim ve faz gibi büyüklüklerin belirsizliği, şebeke üzerindeki sensörlerin doğruluğuna, pozisyonuna ve alınan ölçüm sayısına bağlıdır.

Ölçüm sistemlerinin güvenilirliğinin sağlanması için bu parametrelerin iyi anlaşılması gerekmektedir. Şebekenin monitör edilmesinde kullanılan sensör ağlarının davranışlarının iyi bir şekilde anlaşılabilmesi için ise yeni metrolojik tekniklerin kullanılması gerekmektedir.

2. PROJE İŞ PAKETLERİ

Bu proje, ağ operatörlerine elektrik şebekelerinin daha iyi anlaşılması için araçlar sağlayan bir sensör ağ metrolojisi geliştirmeyi ve uygulamayı amaçlamaktadır. Proje, dört ana iş paketinden oluşmaktadır.

2.1. İş Paketi 1: Akıllı Şebeke Metrolojisi için Algoritma Geliştirilmesi

Bu iş paketi sınırlı giriş ölçümlerini kullanarak şebeke durum ve topolojisinin oluşturulması için bir algoritma geliştirilmesini amaçlamaktadır. Aynı zamanda, ortam şartları gibi ilave verileri kullanan yenilenebilir enerji kaynaklarının dinamik doğasını dikkate almak için EMRP ENG04 “Akıllı Elektrik Şebekeleri için Metroloji” projesi kapsamında geliştirilen durum tahmin ve sensör yerleşim algoritmalarının daha da geliştirilmesi mümkün olacaktır. Bunların yanısıra algoritmalar, hat empedansı ve topolojilerin belirlenmesi için de geliştirilecek olup, dengesiz üç fazlı sistemler için sensör yerleştirme algoritmalarının geliştirilmesi de sağlanacaktır.

2.2. İş Paketi 2: Gerçek Dağıtım Şebekeleri için Ağ İzleme Algoritmalarının Geliştirilmesi

Birinci iş paketinde ve EMRP ENG04 “Akıllı Şebekeler” projesinde geliştirilen algoritmaların gerçek düşük gerilim ve orta gerilim şebekelerinde denenmesi sağlanacaktır. Algoritmaları doğrulamak için gerçek şebekelerden alınan ölçüm verileri kullanılarak çeşitli durum analizleri yapılacaktır. Uygulama sonuçları şebeke operatörleri ile paylaşılarak, şebekelerin karakteristikleri (hat empedansı, topoloji) hakkında bilgilenmeleri sağlanacak ve minimum maliyetle ve en güvenilir şekilde şebeke durum tahminlerini yapabilmek için optimum ölçüm stratejisi belirlemeleri sağlanacaktır.

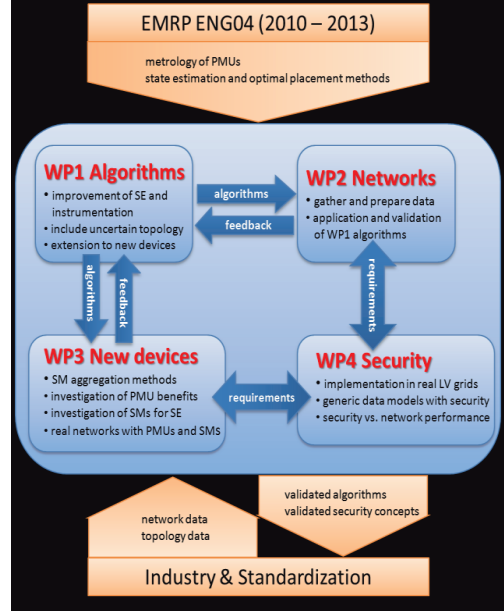
2.3. İş Paketi 3: Durum Tahmini için Yeni Ölçüm Tekniklerinin Uygulanması

Bu iş paketinde şebeke durum tahmini için akıllı sayaç ve fazör ölçüm ünitesi verilerinin kullanımı araştırılacaktır. Akıllı sayaçların fazlarını belirlemek için algoritmalar geliştirilecek ve akıllı sayaç verileri alınacaktır. Bu veriler, durum tahmini için, alt istasyonlardaki sensör sayılarının, şebeke durum tahminlerinin uygun güvenilirlik seviyesinde yapılabilmesi şartıyla, azaltılıp azaltılmayacağını karar vermek için kullanılacaktır.

2.4. İş Paketi 4: Güvenlik ve Standardizasyon

Bu iş paketinde, şebeke durum tahmini için sensör ağ güvenlik ölçümleri ve kontrol sistemleri üzerinde durulacaktır. Geniş bir güvenlik altyapısına sahip, mevcut ve yeni sistem gerekliliklerini karşılayacak, ekonomik bir sistem

geliştirilecektir. Şifreleme altyapısına sahip bir güvenlik anlayışı uygulanacak ve düşük gerilim mikro şebekesindeki ölçüm sensörleri için test edilecektir. Standart protokollerin akıllı şebeke sensör ağları için elverişli olması ve akıllı şebekelerin metrolojik ihtiyaçlarını karşılaması sağlanacaktır.



Şekil 2: İş paketleriyle birlikte detaylı proje planı

2.5. TÜBİTAK UME'nin Katkı Sağlayacağı İş Paketleri

Proje kapsamında, TÜBİTAK UME ikinci ve üçüncü iş paketlerinde yer almaktadır. Bu iş paketlerinde, İngiltere Metroloji Enstitüsü (NPL) ve Diğer Metroloji Enstitüleri ile geliştirilecek olan şebeke durum tahmini ve sensör yerleşim algoritmalarının farklı elektrik şebekelerinde test edilmesini sağlayacaktır.

İkinci iş paketinde “Durum Tahmini ve Sensör Yerleşim Algoritmalarının Gerçek Dağıtım Şebekelerinde Uygulanması” alt başlığında görev alınmıştır. Bu kapsamda TÜBİTAK UME, Türkiye’deki şebeke operatörleri ile irtibat kurarak, ilgili dağıtım şebekesinin topoloji bilgisini ve şebeke üzerindeki sensörlerden alınan ölçüm verilerini sağlayacaktır. Sensör verilerinin yeterli olmadığı noktalarda ilave ölçümler yapılacaktır. Daha sonra bu veriler doğrultusunda birinci iş paketinde geliştirilen algoritma kullanılarak şebeke modellenerek ihtiyaç duyulan sensör bilgileri belirlenecektir. Bu kapsamda, geliştirilen algoritmaların uygulanması suretiyle güç akışı tahmini ve sensör sayısının azaltılarak en uygun yerlere yerleştirilmeleri gerektiği bilgisi elde edilecektir. Böylece, en düşük maliyet ve en düşük belirsizlikle optimum ölçüm stratejilerini belirlenebilecektir.

Üçüncü iş paketinde ise “Akıllı Sayaç Verilerinin Toplanması” alt başlığında görev alınacaktır. Bu çalışmada, şebeke üzerinde düğüm noktaları üzerine yerleştirilmiş ticari sensörler ile akıllı sayaçlardan elde edilen verilerin

karşılaştırılması ve akıllı sayaçların şebeke durum tahmininde sensörlerin yerine kullanılıp kullanılmayacağıın araştırılması amaçlanmaktadır. TÜBİTAK UME, Türkiye’de dağıtım şirketlerindeki operatörler ile temasa geçerek, şebeke topolojisi ve akıllı sayaç ölçüm verilerini elde edecektir. Bu veriler üzerine birinci iş paketinde geliştirilen algoritma ile akıllı sayaç veri toplama algoritmaları uygulanacaktır. Akıllı sayaç verilerinden elde edilen sonuçlar ile daha sonra, şebeke üzerindeki belirli düğüm noktalarından alınan ticari sensör verileri karşılaştırılacaktır.

3. SONUÇ

Genel olarak bu projeden elde edilecek katkılar iki gruba ayrılabilir. Birincisi, geliştirilen durum tahmini, belirsizlik hesaplamaları ve sensör yerleşim algoritmalarının doğrulanması sağlanacaktır. Bunun için mümkün olduğunca fazla bilgiye ihtiyaç vardır. İkincisi, şebeke operatörlerinin şebekelerini daha iyi anlamalarına olanak sağlamak amacıyla, algoritmaların şebekeler üzerinde uygulamaların yapılması sağlanacaktır. Bu çalışma operatörlere, şebeke topolojisi üzerinde en optimum ölçüm noktalarını belirleme, şebekede mevcut yükler ve jeneratörler hakkında bilgi edinme ve mevcut veriler üzerinden güç akış hesaplamalarındaki belirsizliklerin gerçekleştirilmesi konularında faydalar sağlayacaktır. Ayrıca, gerilim büyüklüğü ve açısı, aktif ve reaktif güç akış ölçümleri vasıtasıyla şebekelerindeki hat empedanslarını da hesaplayabileceklerdir.

Böylece, Türkiye’de Elektrik Dağıtım Kuruluşlarının şebeke analizleri ayrıntılı olarak yapılmış olacak ve durum tahmin algoritmaları konusunda bilgi birikimine ve deneyime sahip olunacaktır.

4. KAYNAKÇA

- [1] Clarkson Paul, “JRP-g16 GridSens, Sensor Network Metrology for the Determination of Electrical Grid Charecteristics, NPL, 01.06.2014.
- [2] W. Heins, N. Ell, H.-P. Beck, C. Bohn: State observation in medium-voltage grids with incomplete measurement infrastructure through online correction of power forecasts. Submitted to the European Control Conference, Strasbourg, July 2014.
- [3] A. Monticelli, "State estimation in electric power systems: A generalized approach", Chapter 11, Boston: Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [4] Y.-F. Huang, S. Werner, J. Huang, N. Kashyap and V. Gupta “State estimation in electrical power grids”, IEEE Signal Proc. Mag. 33, 2012.
- [5] P. Clarkson, A. Venturi, A. B. Forbes, P. S. Wright, A. J. Roscoe and G. M. Burt, " Sensitivity Analysis of State Estimation for Optimizing Distribution System Measurements", IEEE Transactions on Power Systems, Submitted March 2013 (In review).
- [6] A. Venturi, P. Clarkson, A. B. Forbes, E. Davidson, A. J. Roscoe, G. M. Burt, X-S. Yang and P. S. Wright. – “The role of accurate measurements within smart grids”, Proceedings of the IEEE-PES ISGT Europe 2011 Conference on Innovative Smart Grid Technologies, Dec 2011.
- [7] CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group – Approval of M/490 deliverables, CENELEC doc. BT143/DG8903/DV, Brussels, Nov. 2011.