cigre Türkiye
GÜÇ SİSTEMLERİ KONFERANSI IV
Güç Sistemleri Konferansı 2025
05 - 06 Kasım 2025
Ankara

TEİAŞ TÜRKİYE ELEKTRİK İLETİM A.Ş.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ 1982 ANTALYA

Güç Sistemlerinde Birleşik Güç Akışı Kontrolörü (UPFC) Kullanılarak Optimum Güç Akışı ve Acil Durum Voltaj Kontrolü

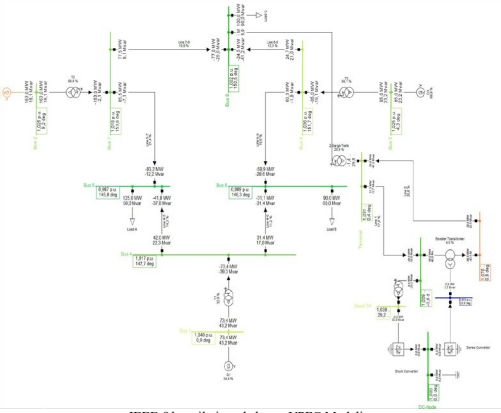
Ergin KAYAR, Hamza Feza CARLAK

107

Özet

- Esnek Alternatif Akım İletim Sistemi (FACTS) cihazları, mevcut iletim şebekesi kapasitesini iyileştirmek amacıyla uygulanmaktadır.
- İletim şebekelerindeki güç akışını kontrol etmek ve güç sisteminin çalışmasını iyileştirmek için Birleşik Güç Akış Kontrolörü (UPFC) seçilmiş olup güç sistemi şebekelerinde gerilim kararlılığını sağlamak ve güç kaybını azaltmak amacıyla kullanılan bir FACTS kontrolörü olan UPFC'yi analiz etmek amaçlamaktadır.
- UPFC kontrolörünün gerilim kararlılığı ve aktif ve reaktif kayıpların azaltılması gibi sorunlarının üstesinden gelmek için, Digsilent Power Factory yazılımı ile IEEE-9 bara sistemi kullanılarak çeşitli test durumları simüle edilmiştir.
- Çalışmanın bulguları UPFC'nin optimum gerilim kararlılığı ve güç kaybı azaltımı sağladığını göstermiştir. UPFC'nin etkinliği, aktif güç akışını artırarak, reaktif gücü azaltarak ve voltaj profilini iyileştirerek güç sisteminde verimliliği artırma kabiliyeti olarak gösterilmiştir.

Yöntem



IEEE-9 bara iletim şebeke ve UPFC Modeli

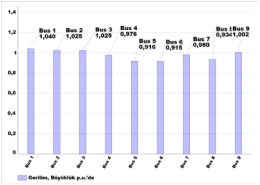
- Giriş verileri, konvansiyonel güç akışı hesaplamaları için gerekli olan temel sistem verileri olan bara verilerini, iletim hattı verilerini, üretim ve yük verilerini içerir.
- Enerji iletim hattı modelinin, IEEE-9 bara iletim şebeke verileri kullanılarak var olan enerji iletim modeli DıgSILENT Power Factory güç sistem simülasyon programı kullanılarak tek hat şemaları çizilmiştir.
- Trafo merkezleri bara sistemlerine UPFC cihazlarını bağlayıp sistemin güç hesaplamaları ve yük akışı analizi yapılarak, gerilim düşümü ve aktif ve reaktif güç kontrolleri sağlanmıştır.

İletim hattı modelinin sistem özeti;

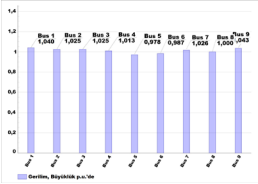
- bara Sayısı 9 adet, Terminal Sayısı 6 adet, Hat Sayısı 8 adet, 2-sargılı trafo Sayısı 6 adet, Senkron Makine Sayısı 3; Yüklerin Sayısı 3 adet,
- UPFC Sayısı 1 adet, Toplam generatör nominal 519,50 MW aktif güç, generatör nominal Reaktif güç 168,6 Mvar, 546,58 MVA görünür güç, Şebeke Kayıpları 11,30 MW 68,6 Mvar, olarak belirlenmiştir.

Tartışma

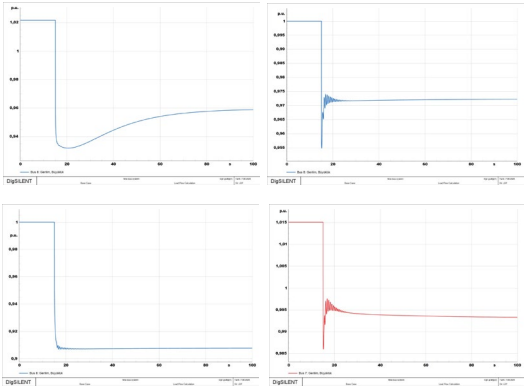
- Şebekenin performansı, incelemek için elektrik iletim hattındaki aktif ve reaktif güç akışları aracılığıyla UPFC modeli ile UPFC modeli olmadan bara voltajı karşılaştırmasının sonucu kritik gerilime sahip baralar 5 numaralı bara, 6 numaralı bara, 8 numaralı bara olduğu görülmüştür. UPFC'nin zayıf bara-8 1.0 pu'ya daha iyi bir iyileştirme sunduğu gözlemlenmiştir ayrıca zayıf bara voltajında 5 numaralı bara 0.987 p.u., 6 numaralı bara 0.999 p.u.'ya önemli bir iyileşme göstermiştir.
- UPFC'nin güç sistemlerinin kararlılık analizine entegrasyonu, operasyonel güvenilirlik ve verimliliğin iyileştirilmesinde önemli bir ilerleme olduğunu göstermektedir. UPFC'nin gerçek zamanlı seri ve şönt kompanzasyon sağlayabileceği ve sistemin bozulmalara karşı dayanıklılığını artırabileceği sonucuna varılabilir.



UPFC bağlı değil gerilim değerleri



UPFC bağlı gerilim değerleri



Güç sistem arızalarında UPFC modeli karşılaştırıldığında kritik bara voltaj regülasyonun sağlanması

Sonuç

- UPFC, aktif ve reaktif güç akışının hassas kontrolünü sağlayarak sistem performansının artmasını sağlamıştır.
- UPFC, iletim hatlarındaki enerji akışlarını mümkün olan en iyi şekilde yeniden dağıtarak, böylece enerji tıkanıklığını azaltarak şebekenin verimliliğini artırma potansiyeline sahiptir. Kapsamlı değişiklikler yapmak zorunda kalınmadan mevcut altyapının daha iyi kullanımı sağlanmıştır.
- UPFC, voltaj kararlılığı ve kayıp azaltma açısından en yüksek yükleme marjını sahip olup, daha iyi performansı verdiği görülmüştür.
- UPFC, voltaj çökmelerini önlemekte ve hat kesintileri sırasında bile güvenli güç aktarımları sağlayarak güç sistemi güvenilirliğini önemli ölçüde artırmıştır.