

AC2A VE ST1A TİPİ UYARTIM SİSTEMİ MODELLERİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Kadir ABACI¹ Muhammed Atay Tugal² Volkan YAMAÇLI³

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü^{1,3}
Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mersin

EnerjiSA, Adana²

¹e-posta kabaci@emersin.edu.tr¹, atay.tugal@enerjisa.com², vyamacli@mersin.edu.tr³

ÖZET

Güç sistemlerinin stabilitesi ile ilgili senkron makina simülasyon çalışmaları başladığında, uyarım sistemlerinin de modellenmesinin gerekliliği anlaşılmıştır. Fiziksel parametrelerle model parametrelerinin doğrudan ilişkili olarak gösterildiği detaylı modeller bazı avantajlara sahip olmakla birlikte genel sistem çalışmaları için çok fazla ayrıntıya sahiptir. Çalışma tipine uygun olacak şekilde model basitleştirme teknikleri kullanılarak ve sistem kararlılığı üzerinde etkili olan tüm nonlineerlikler de hesaba katılarak küçültülüp pratik hale getirilmelidir. . Bu çalışmada senkron generatörlerin kararlı çalışmaları için gerekli olan uyarım kontrol sistemleri hakkında bilgi verilmiş ve sınıflandırmaları yapılmıştır. Ardından IEEE tarafından tavsiye edilen uyarım sistemlerine ait modellerden kısaca bahsedilmiştir..Bu modeller arasında bulunan AC2A ve ST1A tip uyarım sistem modelleri incelenmiş ve MATLAB/SIMULINK ortamında modellemesi gerçekleştirilmiştir. Bir bozucu etki sonrasında Senkron generatörün kararlılığı incelenmiş simülasyon sonuçları verilmiştir.

Anahtar sözcükler: Senkron generatörler, AC2A, ST1A, Uyarım sistemleri,

GİRİŞ

Güç sistemlerinde senkron generatörlerin uyarım kontrolü çok önemli bir yer tutar. Genel olarak bir uyarıcı ve bir gerilim regülatörünü içeren uyarım sisteminin ana görevi senkron generatöre DC alan akımı sağlamaktır. Buna ek olarak generatör uyarım sistemi makinanın gerilimini ve reaktif güç akışını kontrol eder, güç sisteminin kararlılığının yükselmesine yardımcı olur ve önemli koruma fonksiyonları sağlar. Uyarım sistemi her zaman uygun alan(uyarım) akımını sağlamak zorundadır [1]. Tarihsel olarak uyarım sistemleri güç sistemlerinin performansının artırılmasına sürekli olarak artan bir şekilde katkıda bulunmuşlardır.

İlk uyarım sistemleri, generatör çıkışındaki istenen gerilim ve reaktif güç dengesini sağlamak için manuel olarak kontrol edilmiştir. Küçük sinyal kararlılığını ve geçici hal kararlılığı arttırmak için 1920'li yıllarda

sürekli ve hızlı çalışan regülatörler keşfedilmiştir. Uyarım sistemlerinin değiştirilmesine olan ilgi sayesinde, kısa sürede hızlı cevaba sahip uyarıcı ve regülatörler endüstriye kazandırılmıştır. 1960'lı yıllarda uyarım sistemlerinin rolü artmıştır. 1960'ların başlarında alan gerilimi kontrolü ve sistemdeki salınımların sönümlenmesi için çıkış gerilimi hata sinyaline ilaveten yardımcı stabilize edici sinyallerin kullanılmasına başlanmıştır.

Modern uyarım sistemleri yüksek tavan gerilimleri sayesinde ani cevap verme kapasitesine sahiptir. Bu yüksek alan gücüne sahip uyarıcıların ve ilave stabilize edici sinyallerin kullanımı, tüm sistemin dinamik performansının artırılmasına tam bir katkı sağlamıştır [1]. Bu konuda yapılan çalışmalar 70'li yıllarda artarak, mil hızından ya da ivmelendirme gücünden alınan işaretler sonucu elde edilen ilave kararlayıcı işaretler ile uyarma geriliminin denetlenmesinin, sistemin kararlı kalmasında etkili bir rol oynadığı görülmüştür.

IEEE bünyesinde kurulan komiteler tarafından uyarım sistem modelleri üzerindeki standartlaşma çalışmaları 1960'ta başlamış ve ilk model setleri komite raporunda yayınlanmıştır [2]. Bu çalışma daha sonra genişletilerek pratik modeller geliştirilmiştir [3]. Bu raporlar da tekrar güncelleştirilerek yenilenmiştir [4]. 1981 yılında oluşturulan model 1992 yılında geliştirilmiş ve IEEE Std-421.5/1992 sayısında yayımlanmıştır. 2005 yılında ise bu model: reaktif diferansiyel kompanzasyon, uyarma sınırlayıcıları, güç faktörü ve var kontrolörleri, orantı kontrolörleri ve diferansiyel kontrolörler (PID) eklemek amacıyla tekrar gözden geçirilmiştir [5].

Bu çalışmada, IEEE tarafından tavsiye edilen AC2A ve ST1A tipi uyarıcılara ait modellerin MATLAB/SIMULINK ortamında gerçekleştirildiği gösterilmiştir. Modellerin doğruluğunu ve bir bozucu etki sonrası performanslarını karşılaştırmak amacıyla 3 fazlı bir kısa devre sonunda davranışları gözlemlenmiştir.

Şekil 2. deki uyarım kontrol sisteminde ana giriş, gerilim transdüserinin çıkışı olan 'VC' dir. Toplam noktasında 'VC' işareti ve stabilize edici sinyallerden ESS 'nin çıkış işareti 'VF' çıkarılır, referans gerilim değeri 'VREF' ve PSS'in çıkış işareti 'VS' ise toplanır.

VF ve VS işaretleri stabilize edici sinyallerdir. Kararlı hal durumunda bu iki stabilize edici sinyal sıfır değerini alır. Yani sadece VERR= VREF - VC çıkış gerilim hata sinyali kalır. Sonuçta elde edilen sinyal regülatör tarafından yükseltilir. Gerilim regülatörü ile ilgili ana zaman sabiti 'TA', kazanç ise 'KA' dır. Regülatöre ait yükseltici üzerindeki sınırlayıcı doyma ve yükselticinin limitlerini tanımlar. 'TB' ve 'TC' ise regülatör içerisindeki TGR 'ye ait zaman sabitleridir. Gerilim regülatörü çıkışı VR uyarıcıyı kontrol etmek için kullanılır. 'KE' uyarıcının kazancı olduğu gibi bu değere bağlı olarak DC uyarıcının kendinden veya bağımsız uyarmalı olduğu anlaşılır. 'TE' ise DC uyarıcının zaman sabitidir. Generatör alan gerilimi 'EFD' ile çarpılan 'VX' terimi uyarım gerilimindeki nonlineer fonksiyonu tanımlar. Uyarım geriliminden 'KF' kazancı ve 'TF' zaman sabiti yoluyla türetilen 'VF' sinyali de uyarım sisteminin kararlılığının artırılmasında kullanılır. Sonuç olarak gerilim hata sinyali ile gerekli alan gerilimi 'EFD' oluşturulmuş olur [4].

3.1. AA Tipi Uyarım Sistem Modelleri

Bu uyarım sistemlerinde bir AA alternatör ve generatör alanı için gerekli doğru akım üretmek için sabit veya döner doğrultucular kullanılır. Bu gibi uyarım sistemlerinde yüklenme etkileri önemlidir ve generatör uyarım akımının bu sistemlere giriş olarak kullanılması bu etkilerin tam olarak görülmesine imkan verir. [8]

AA2A tipi Uyarım sistemi ve Matlab/Simulink ortamında gerçekleştirilen modeli

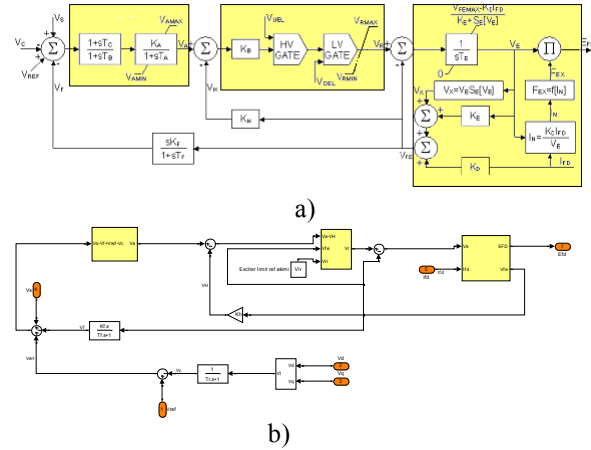
AA2A tipi olarak gösterilen bu sistem, hızlı başlangıç cevaplı, alan kontrollü alternatör-doğrultucu uyarım sistemlerini temsil eder. Ana uyarım elamanı olan alternatörle birlikte kontrolsüz doğrultucular kullanılır. Bu tip AA1A tipi ile benzerdir. Bu sistemde ek olarak iki alan akımı geri besleme çevrimi, zaman sabiti kompanzasyonu ve uyarım elemanı alan akım sınırlayıcıları kullanılır. [9]

Uyarım elemanı zaman sabiti kompanzasyonunda VH işareti, direkt negatif geri beslemede kullanılır. Böylece uyarım elemanının alan zaman sabitinin efektif değeri azaltılır, buna karşılık sistemin küçük işaret cevap band genişliği artırılır. Zaman sabiti, kompanzasyon çevrimindeki KB ve KH kazancı ile orantılı olarak azaltılır. [10]

Bu sistem ile yüksek başlangıç cevabı elde etmek için çok yüksek zorlama gerilimi VRMAX, uyarım elemanının alan sargısına uygulanır. Sınırlayıcı uyarım alan akımını algılar, yüksek zorlama sağlar fakat akımı da sınırlar. Alan akımının sınırlanmasıyla çıkış gerilimi VE seçilen bir değerde sınırlandırılır.

Gerilim regülatörünün çıkış gerilimi VA ve zaman sabiti kompanzasyon işareti VH, fonksiyonu uyarımın bir sınır noktasında regülatör kontrolünden sınırlama kontrolüne düzgün geçişi sağlamak olan kontrol lojik devresinde, sınırlayıcıdan alınan çıkış sinyali VL ile karşılaştırılır. Düşük değer kapısı olarak adlandırılan bu lojik devre uyarım, bu kapıya gelen iki işareten daha fazla negatif olanı ile kontrol edilir [11].

Şekil 3 a ve b' de sırasıyla AA2A tipi uyarıcının tipik modeli ile Matlab/Simulink ortamında gerçekleştirilen modeli gösterilmiştir.



Şekil 3. AC2A Uyarım tipi a)IEEE modeli
b) Simulink modeli

3.2. ST Tipi Uyarım Sistem Modelleri

Burada senkron makina, uyarım için gereken gücü bir uyarım trafosu ve tristörlü AA/DA dönüştürücüsü üzerinden alır.

Gerilimi (bileşik sistemlerde aynı zamanda akımı), uygun bir değere dönüştürmek için bir transformatör kullanılır. Doğrultucular generatör alanı için gerekli doğru akımı sağlamak üzere kontrollü veya kontrolsüz olabilirler.

Bu sistemlerin çoğundan negatif alan gerilimi elde edilebilir, buna karşılık negatif alan akımı elde edilemez. Bunun için daha detaylı modeller gerekmektedir.

Statik sistemlerin çoğunda uyarım gerilimi çok yüksek değerlere çıkabilir. Bu yüzden uyarım sistemini ve generatör rotor sargılarını korumak için ilave alan akım sınırlama devreleri kullanılır. Bu gibi ek devreler blok diyagramlarında gösterilmemiştir. [7]

3.3. ST1A tipi uyarım sistem modeli

ST1A tipi, gerilim kaynaklı-kontrollü doğrultuculu uyarım sisteminin modeli Şekil 4 a).da gösterilmiştir. Bu gösterim, uyarım gücü genaratör terminalinden veya yardımcı baradan beslenen bir transformatörden sağlanan bütün sistemler için geçerlidir. Bu sistemlerde elde edilebilecek maksimum uyarım gerilimi direkt olarak generatör uç gerilimiyle ilgilidir [12]. Şekil 4b)'de Matlab/Simulink ortamında gerçekleştirilen modeli gösterilmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada senkron generatörlerde uyarım kontrolünü sağlayan Alternatif ve Statik tip uyarım sistemleri incelenmiştir. Bu uyarım sistemleri içerisinde yer alan AC2A ve ST1A tipi uyarım sistemlerinin MATLAB/SIMULINK ortamında modellenmesi ve simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan her iki model örnek bir güç sisteminde test edilmiştir. Bir bozucu etki olarak üç faz toprak hatası sisteme uygulanmıştır. Simülasyon sonucunda senkron generatör bozucu etki sonrasında başarılı bir şekilde kararlı hale gelmiştir. Ayrıca gerilim istenilen düzeye getirilmiş ve bozucu etki sonrasında güç sistemi kararlı halde çalışmasını sürdürebilmiştir. Her iki modelin de uyarım geriliminin aynı değerde olduğu gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Kundur, P., (1994), Power System Stability and Control, EPRI Power System Engineering Series, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [2] IEEE Committee Report, (1968), "Computer Representation of Excitation Systems", IEEE Transactions on Power Apparatus Systems, Vol.PAS-87, No.6, pp.1460-1464, June 1968.
- [3] IEEE Committee Report, (1981), "Excitation System Models for Power System Stability Studies", IEEE Trans., Vol. PAS-100, pp.494-509, February.
- [4] IEEE Standart 421.5-1992, IEEE Recommended Practice for Excitation System Models for Power System Stability Studies. The Institute of Electrical

and Electronics Engineering Inc., New York, USA, 1-19, 1992

- [5] V.Ajjarapu, B.Lee, "Bifurcations theory and its application to nonlinear dynamical phenomena in an electrical power system", IEEE Trans. on Power Systems, Vol.17, No.1, pp.424-431, 1992
- [6] YU,Y.,N, "Electric Power System Dynamics", Academic Pres, New York,1983
- [7] Padiyar K.R., (1999), Power System Dynamics Stability and Control John Wiley & Sons; Bk&Disk Ed., April 5-1999

- [8] Shubhanga K.N., "Transient stability-constrained generation reschedulink and compensation placement using energy margin and trajectory sensitivities", Ph.D.Thesis, Submitted to IIT Bombay, (2003).
- [9] Rhew, H.W., Sul, S.K., "A new generator static excitation system using boostbuck chopper", Seul National University, Korea, (1996).
- [10] Kim, C.K., Rhew, H.W., Kim, Y.H., "Stability performance of new static excitation system with boost-buck converter", Korea Electric Power Research Institute, Korea, 1998.
- [11] Schaefer, R.C., "Application of static excitation systems for rotary exciter replacement", Basler Electric Company, 1997.
- [12] Filho, E.R., Nunes, L.N., "Synchronous machine field current calculation taking into account the magnetic saturation", Computer and Electrical Engineering School, Campinas University, Brasil, (2002).

EK.A ÖRNEK GÜÇ SİSTEMİ

