

TEKRAR KAPAMANIN GÜÇ SİSTEMİNE ETKİSİ

Murat ÖZDEMİR¹

M.Cengiz TAPLAMACIOĞLU²

¹Türkiye Elektrik İletim A.Ş (TEİAŞ), Ankara.

²Gazi Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ankara.

¹murat.ozdemir@teias.gov.tr

²taplam@gazi.edu.tr

Anahtar sözcükler: Tekrar kapama, türbin-jeneratör milinin titreşimi ve yorulması, alternatif tekrar kapamalar

ÖZET

Bu bildiride herhangi bir güç sistemine tekrar kapama uygulamasıyla ilgili olarak göz önüne alınması gereken hususlar ortaya konmuştur. Bu bağlamda tekrar kapamanın sistem kararlılığını olumlu ve olumsuz etkilemesi ve, arızanın yerine göre türbin-jeneratör milinde burulma etkisi incelenmiştir. Tekrar kapama uygulamaları belirtilip bunların değerlendirilmesi yapılmıştır. Alternatif tekrar kapama düzenlerine değinildikten sonra tekrar kapamanın olumsuz etkilerinin önüne geçmek için önerilerde bulunulmuştur.

1. GİRİŞ

Bir güç sisteminde, geçici arızaların hızlı tekrar kapamayla temizlenmesinin sistem geçici rejim kararlılığını artırabileceği çok iyi bilinmektedir. Tekrar kapama uygulamasının amacı sistem kararlılığı ile senkronizasyonunu muhafaza etmektir. Bu nedenle ilk olarak sistem kararlılığının kaybolmaksızın tahammül edilebilen sistem bozunum zamanı tespit edilmelidir. Bunun için söz konusu güç sistem konfigürasyonu ve arıza şartlarıyla ilgili olarak kararlılık analizinin yapılması gerekir.

İkinci olarak uygulanacak tekrar kapamanın, jeneratör miline yapacağı burulma etkisinin incelenmelidir. Son yıllarda yapılan çalışmalar jeneratör milinde çatlama olmadan önce belirlenemeyen mil yorgunluğundan kaynaklanan hasar, stator sargılarında oluşacak arızalardan daha çok dikkat edilmesi gereken bir husus olduğunu göstermektedir [1,2,3].

Bir güç sisteminin tekrar kapama ihtiyacı için mümkün olan en hızlı tekrar kapamanın gerekli olup olmadığı incelenerek; güç sistemin anahtarlama gereksinimi ile muhtemel türbin-jeneratör hasarı etkileri gerçekçi bir biçimde değerlendirilmesi, bu iki husus arasında uygun bir dengeyi sağlamak için gerekir.

2. GÜÇ SİSTEMİNDE ANAHTARLAMA GEREKSİMİ

Bir güç sisteminin işletilmesi için çok değişik anahtarlama işlemlerine ihtiyaç duyulur. Bu anahtarlama, hatların bakım veya acil işletme koşulları nedeniyle yapılan planlı anahtarlama ile

elektrik arızalarından sonraki otomatik hat tekrar kapamadır.

Planlı anahtarlama türbin jeneratör bileşenlerine zarar vermemesi için sınırlı olması öngörülür [4] ve jeneratör tarafından görülen güç değişimi kademesinin jeneratörün kVA beyan değerinin 0.5 pu değerini aşmaması önerilir.

Bu koruma seviyesinin, arıza şartları ve hızlı tekrar kapamalara uygulanması öngörülmemiş olup, bunlar için herhangi bir koruma seviyesi için henüz somut değerler ortaya konmamıştır.

Çoğu elektrik arızasının geçici olmasından dolayı otomatik tekrar kapama genellikle başarılı olur ve böylece iletim sisteminin güvenilirliğinin sürdürülmesinde önemli bir rol oynar. Sistem güvenilirliği bakımından; devrenin mümkün olan en kısa sürede toparlanması istenir, bundan dolayı bozunumun başlamasından sonra 20 ile 30 elektriksel çevrim içinde hızlı tekrar kapamanın kullanılması yaygın bir uygulamadır. Ancak türbin jeneratör milinin burulma hasarı riskini azaltmak için bazı ülkelerde 10 saniye veya daha uzun ölü zaman süresi kullanılmaktadır ve edindikleri deneyim bunun sistem güvenilirliğinde bir azalmaya yol açmadığı doğrultusundadır.

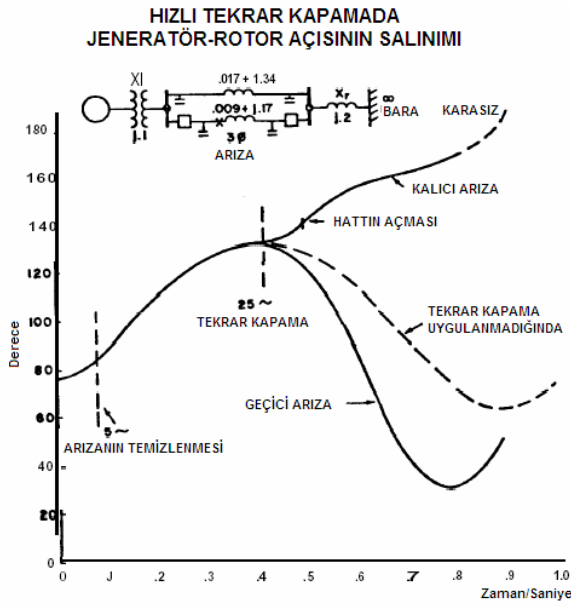
Tekrar kapama için farklı güç sistemleriyle ilgili olarak farklı uygulamaların olması; söz konusu güç sistemlerinin kararlılık şartlarının ve santrallerin farklı yapıda olmasından kaynaklanmaktadır.

3. SİSTEM KARARLILIĞI ÜZERİNDE TEKRAR KAPAMANIN ETKİSİ

Hızlı tekrar kapama göz önüne alınan duruma bağlı olarak kararlılık için faydalı veya zararlı olabilir. Otomatik tekrar kapama bir çok hattın devre dışı olma riskini azaltarak sistemin kararlılığına katkıda bulunur. Bu açıdan mümkün olan en hızlı tekrar kapama daha iyi sonuç verir. Ancak diğer yandan tekrar kapama başarısız olduğunda da sistem kararlılığını devam etmelidir. Tekrar kapamanın başarısız olmaması durumunda sönümlenme şansını bulamayan ilk salınımın artması sonucu sistemin kararsız hale gelebileceği bilinmelidir. Şekil 1'de hızlı

tekrar kapamanın başarısız olması durumunda sistemin kararsız olmasına yol açması gösterilmektedir. Bu örnekte üç faz kısa devre arızası 5 çevrimde temizlenmektedir. Aynı arıza için kesik çizgilerle gösterildiği gibi tekrar kapama uygulanmadığında ise sistemin kararlı olduğu görülmektedir. Ancak hızlı tekrar kapama kullanılır ve arızanın kalıcı olması nedeniyle tekrar kapama başarısız olduğunda salınım eğrisinin tepe noktasına yakın bir noktada tekrar kapama yapıldığı için jeneratörün kararlılığı kaybolur.

Bu örnek için tekrar kapama ölü-zamanının uzatılması, başarısız tekrar kapama durumunda sistem kararlılığının sürmesini sağlayacaktır.



Şekil-1 [5]

4. TÜRBİN-JENERATÖR MİLİNİN TİTREŞİMİ VE YORULMASI

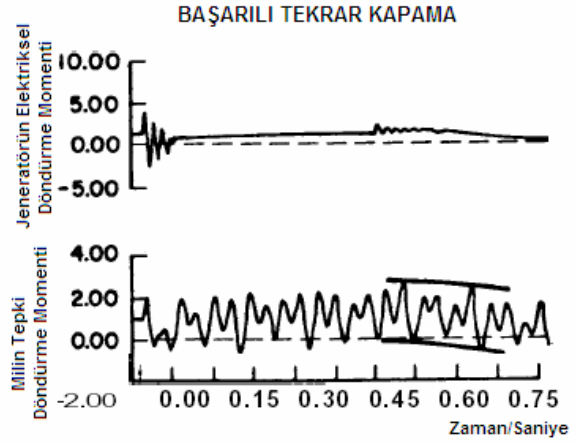
Güç sistemindeki elektrik arızası ve anahtarlamalar jeneratörün rotorunda geçici burulmalara yol açar. Jeneratör rotorundaki bu etki, türbin-jeneratör milinde salınan döndürme momentine neden olur. Bozunumun şiddetine bağlı olarak bu değer milin yorulma dayanım sınırını aşabilir. Bu durumda milin hasarlanır. Türbin-jeneratör burulma salınımı çok yavaş sönümlendiği için sonradan meydana gelecek elektrik bozunumları, mevcut burulma salınımının üstüne binerek daha büyük genlikli salınımlar meydana getirir.

Yorulma süreci birikerek arttığından, milin yorulma ömrü, geçmişte maruz kaldığı bütün salınımların etkisiyle azalır.

Güç santralinin yakınında meydana gelen arızalarda, milin döndürme momentinin değeri, kararlı rejim yüküne karşılık gelen döndürme momentinin bir kaçına eşit olabilir. Şekil 2'de 892 MVA gücünde, bir

yüksek basınç türbini, iki alçak basınç türbini olan ve milden tahrikli ikaz sistemine sahip, iki kutuplu türbin-jeneratöre yakın geçici üç-faz arıza, 3 çevrim sonra temizlenmiş ve 25 çevrim sonra gerçekleşen başarılı bir tekrar kapamanın neden olduğu mildeki döndürme momentini göstermektedir [5].

ÜÇ-FAZ ARIZASINDAN 25 ÇEVİRİM SONRA HIZLI TEKRAR KAPAMA



Şekil-2 [5]

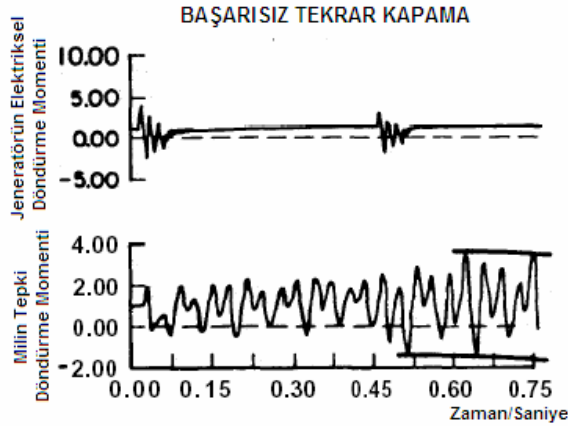
Jeneratörün elektriksel döndürme momentini, arızayı temizlediği 3 çevrime kadar bir artış göstermiştir. Bu artış arıza temizlendikten sonra kararlı duruma dönmüş ve başarılı tekrar kapama sırasında küçük bir artış daha göstermiştir. Arıza ile birlikte, jeneratörün beyan döndürme momentinin yaklaşık 3 pu (tepe-tepe) değerinde milde oluşan tepki döndürme momentini genliğinde bir değişiklik olmaksızın, tekrar kapamaya kadar devam etmiştir ve buradan kolayca görüleceği üzere, milde oluşan tepki döndürme momentinin sönümlenmesi çok yavaş olmaktadır.

Kalıcı bir arızanın olması ve bundan dolayı tekrar kapamanın başarılı olmaması durumu, Şekil 3'de gösterilmektedir.

Elektriksel döndürme momentinin, başarısız tekrar kapama sırasında genliği daha büyük olmakla birlikte, sönümlenme süreleri başarılı tekrar kapama durumuna yaklaşık olarak eşittir. Milde meydana gelen tepki döndürme momentini ise arıza anında 3 pu mertebesinden olmasına rağmen, başarısız tekrar kapama anında bu değer 5 ile 6 pu seviyesine yükselmiştir. Yaklaşık olarak iki katı olan bu değer, arıza sırasından oluşan moment sönümlenmeden, başarısız tekrar kapama dolayısıyla oluşan 2. momentin ilk momentin üstüne binmesi sonucu milin tepki döndürme momentinin iki kat arttığını göstermektedir.

Ancak asıl sorun başarılı ve başarısız tekrar kapamalar arasında milin döndürme momentinin iki katına çıkmasından çok daha kötüdür.

ÜÇ-FAZ ARIZASINDAN 26 ÇEVİRİM SONRA HIZLI TEKRAR KAPAMA



Şekil 4'te görüldüğü gibi zorlama genliğini iki katına çıkması, yorulma süresinin doğrusal olmayan yapısından dolayı, yorulma ömrünün çok daha fazla azalmasına yol açmaktadır. Bu etkinin ana sebebi hızlı tekrar kapamalarıdır.

TİPİK YORULMA GRAFİĞİ



Geçici arızalarda hızlı tekrar kapamaların türbin-jeneratör milinin yorulma ömrüne etkisi fazla değildir. Ancak büyük kalıcı arızalarda, hızlı tekrar kapamalar, en kötü şartlar altındaki ana yorulma hasarlarına neden olabilir.

5. TEKRAR KAPAMA DÜZENLERİ VE ALTERNATİF UYGULAMALAR

Güç sistemindeki uygulanan tekrar kapama düzenleri;

- Arızanın tipine ve yerine bakmaksızın hattın her iki ucuna uygulanan sınırlamasız hızlı tekrar kapama.
- Gecikmeli tekrar kapama, kullanılan gecikme süresi 10 saniyedir.
- Hattın uzak ucunda tekrar kapamayı uyguladıktan sonra yalnızca geçici arızalarda

jeneratöre yakın uçtaki tekrar kapamaya izin veren ardışık tekrar kapama.

- Yalnızca daha az zorlayıcı arızalar için hızlı tekrar kapamayı kullanan seçici tekrar kapama.

Sınırsız hızlı tekrar kapama dışındaki bütün tekrar kapama uygulamaları, milin aşırı yorulma riskini azaltmaktadır.

Türbin-jeneratör milinin yorulmasını azaltmak ile iletim hattının en kısa sürede devreye alınması hususları, arızanın tipi ve şiddetini dikkate alarak seçici ve ardışık tekrar kapamanın birleşimiyle sağlanır. Arızanın şiddeti, arızanın tipi ve yerine göre değişir. Örneğin jeneratöre göre, yakın üç-faz ve iki faz-toprak arızaları en zorlayıcı arızalar iken uzak faz-faz ve tek faz-toprak arızalar daha az zorlayıcıdır.

Bu noktadan hareket edilerek arızanın tipi ve yerini esas alan ölçü sistemine sahip bir koruma, türbin-jeneratör milinin zorlanmasını en aza indirmek için kullanılabilir.

- En az zorlayıcı arızalar için hattın iki tarafında birbirinden bağımsız olarak çalışan hızlı tekrar kapama kullanılır.
- Hattın bir ucunda zorlayıcılığı ayarlanan değeri aşan arızalar için hızlı ardışık tekrar kapama uygulanır.
- Hattın her iki ucunda zorlayıcılığı ayarlanan değeri aşan arızalar için 10 saniye gecikmeli olan gecikmeli tekrar kapama kullanılır.

Bu tip bir korumayı gerçekleştirmek için pozitif bileşen mesafe koruma röleleri kullanılmaktadır. ÇYG iletim hatlarında birbirinden bağımsız iki mesafe koruma rölesi kullanılmaktadır. Bu mesafe koruma rölelerinden biri özellikle bu fonksiyon için ayarlanabilir. Bu durumda söz konusu röle çalıştığında hızlı tekrar kapama bloke edilir. Tersine bu röle çalışmadığında hızlı tekrar kapama uygulanır.

Bu uygulamanın olumsuzluğu ise koruma sistemini karmaşık hale getirmesi sonucu işletme ve bakım zorluklarını beraberinde getirmesidir.

Türkiye 380 kV iletim sisteminde yalnızca tek-faz hızlı tekrar kapama yani seçici tekrar kapama uygulanmaktadır.

6. SONUÇ

Sınırsız tekrar kapma, türbin-jeneratör mili için yüksek hasarlanma riski taşıdığından, detaylı çalışmalar yapılmadan uygulanmamalıdır.

Güç sisteminin anahtarlama gereksinimi ile büyük güçlü termik türbin-jeneratör milinin hasarlanma olasılığı arasında dengeyi sağlıklı biçimde kurabilmek için söz konusu milin burulma titreşiminin sürekli izlenmesi gerekir [6]. Elde edilen veriler, sistem

kararlılık analizleriyle birleştirilerek; sistemin ihtiyaçlarına bağlı olarak uygulanacak farklı tekrar kapama yöntemleri uygulanmalıdır:

- Bütün arızalar için 10 saniye gecikmeli tekrar kapama.
- Ardışık tekrar kapama.
- Daha az zorlayıcı arızalar için seçici hızlı tekrar kapama ve diğer bütün arızalar için gecikmeli tekrar kapama.
- Ardışık tekrar kapama ile seçici tekrar kapamanın birleşimi.

Koruma sisteminin basit, seçici ve güvenilirlik esaslarına sahip olması büyük önem taşıdığından sistem kararlılığı için zorunlu kalmadıkça ardışık ve seçici tekrar kapamanın birleşiminin kullanılması tavsiye edilmemektedir.

Türkiye 380 kV iletim sisteminde uygulanmakta olan tek-faz hızlı tekrar kapama yerinde bir seçim olmakla birlikte, özellikle sistem kararlılığında önem arz eden büyük güçlü termik jeneratörlerin sisteme bağlandığı hatlarda ardışık tekrar kapama uygulamasına geçilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] P.G.Brown and R.Quay, Transmission Line Reclosure-Turbine-Generator Duties and Stability Considerations, TEXAS A&M RELAY CONFERENCE, April, 1976.
- [2] C.E.J.Bowler, P.G.Brown and D.N.Walker, Evaluation of the Effect of Power Circuit Breaker Reclosing Practices on Turbine-Generator Shafts, IEEE Paper F80 1990, 1980 Winter Power Meeting, New York, NY.
- [3] D.N.Walker, S.L.Adams, R.J.Placek, Torsional Vibration and Fatigue of Turbine-Generator Shafts, Paper F79 568-8, IEEE Summer Meeting, 1979.
- [4] IEEE Working Group, Proposed Screening Guide for Planned Steady State Switching Operations to Minimize Harmful Effects on Steam Turbine-Generators, IEEE Paper F80 202-2, 1980 Winter Power Meeting, New York, NY.
- [5] J.Berdy and P.G.Brown, High-Speed Reclosing System and Machine Considerations, GER-3224.
- [6] E.E.Gibbs and D.N.Walker, Torsional Vibration Monitoring, GER-3198, PASIFIC COAST ELECTRICAL ASSOCIATION ENGINEERING AND OPERATING CONFERENCE, March 13-14, 1980.