

Çok yüksek gerilimli iletim sistemi güvenlik tasarım ve test ölçüleri

ÖZET

Bu yazıda; üretim merkezlerinde üretilen enerjinin müşterilere güvenilir ve ekonomik bir şekilde iletilmesi için iletim sisteminin sahip olması gereken ölçütler belirlenmiştir.

SUMMARY

The electrical energy generated at a generation center should be transmitted to the customers in a reliable and economical arrangement. in this paper, the relevant specifications and criteria for a transmission system are determined.

Dr. Mustafa ÖNGAY, ESAS
Orhan TARKAN, TEK

1.GİRİŞ

Elektrik enerjisinin üretim ve iletimi ile yükümlü bulunan kuruluşların başlıca amacı enerjinin müşterilerine en ucuz ve kaliteli bir şekilde sağlanmasını temin etmektir. Daha teknik terimlerle bu amaç ekonomi ve güvenilirlik şeklinde belirlenmektedir.

Her iki kavramın da, planlama hatta sistem henüz düşünce aşamasındayken dikkate alınması gerekir. Özellikle güvenilirlik kavramının bir dizi kriterler şeklinde teknik etüdlere yön vermesi, planlama sonucunda ortaya çıkacak sistemin beklenen kaliteyi sağlaması bakımından önemlidir.

Elektrik sisteminin mühendislik yönünden planlama ve kurulmasında başlıca iki unsurun etken olduğu söylenebilir. Bunlardan birincisi yeterlilik, ikincisi ise güvenilirlik şeklinde tanımlanabilir. Yeterlilik puan t yükte tüm müşterilerin İÜÇ ve enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek için yeterli üretim ve iletim kapasitesini sağlamak, güvenilirlik ise her hangi bir arıza sonucu sisteme gelecek bir darbenin bir zincirleme arızalar dizisine yol açarak sistemin tümüyle oturmasını önlemek şeklinde açıklanabilir.

Sistemin elemanlarından biri veya birkaçı işletmede olmadığı zaman yük atılmadan sistem yükünün karşılanabilme olasılığı sistem yeterliliğidir, (system availability). Bu olasılık hesabında etken olan başlıca sistem koşulları şunlardır:

- Yük karakteristikleri (frekansa ve gerilime hassas olma özellikleri),
- Yük tahminlerindeki hatalar,
- Üretim ünitelerinin bakım programları,
- Üretim ünitelerinin program dışı devre harici olmaları,
- Birincil enerji kaynaklarındaki sınırlama olasılıkları
- Diğer sistemlerden alınan elektrikte sınırlama ihtimalleri.

Sistem elemanlarının arızalar, yanlış manevralar, vs. sebebiyle ani olarak devre dışı olmaları halinde sistemin tepkisi ise güvenilirlik ile ölçülür, (system security). Genellikle bu arızaların bir arızalar zinciri oluşturulmaması istenir.

Yukarıdaki her iki konu birbirinden ayrıdır. Buna göre birindeki şartların üstünlüğü diğerinin neticesini etkilemeyebilir.

Sistem emniyetinin ölçülmesinde en başta gelen test büyük santrallerin ve aynı iletim koridorundaki önemli çok yüksek gerilimli hatların devre harici olması şekillerini kapsar. Burada hedef yük atılmasını en azda tutabilmektir.

Sistem emniyetini etkileyen en önemli elemanlar ise,

- a. Döner yedek ile
- b. Döner yedeğin üretimi iletmeye hazır iletim kapasitesidir.

Yeterliliği sağlamak için planlanan üretim ve iletim tesislerinin zamanında yapılıp işletmeye alınması, güvenilirliğin sağlanması için de şebekenin büyüyen ve gelişen yüklerle birlikte çeşitli ani arızalarda dengelenmesi gereklidir. Bu iki unsurun birlikte işlemesi ve üretim ile ana yük merkezleri arasındaki yüksek gerilimli ana iletim şebekesinin zamanında geliştirilmesi, güvenilirlik yönünden dikkat edilmesi gereken en önemli unsurdur.

Elektrik enerjisi üretim ve iletiminde arızalar ve kesintiler meydana gelmesi kaçınılmazdır. Güvenirliği % 100 olan bir sistem yaratmanın gerek ekonomik gerekse teknik yönlerden imkansızlığı da çok iyi bilinen bir gerçektir. Ancak, sistemin güvenilirliğini ekonomik amaçtan fedakarlık ederek yükseltmek mümkündür. Bunun için, mevcut ekonomik durum, elektrik enerjisine olan bağımlılık, sistemin durumu ve gelecekte ulaşılması beklenen amaçlar gibi etkenler dikkate alınarak güvenilirlik için belirli hedefler seçilir. Sistemin uğrayacağı arızalar, en yüksek olasılıklı olanlardan başlayarak azalan olasılıklarına göre düşünülebilir. Bu şekilde istenilen güvenilirlik derecesine göre, sistemin çeşitli işletme durumları ve arızalara olan tepkileri ile etüdülere yön vermek mümkündür. Önce de belirtildiği gibi tüm müşteriler için her ne kadar % 100 oranında bir işletme emniyeti sağlanmayacaksa da sistemin bir arıza sonucu tümüyle oturmasını önlemek de her zaman için mümkün olabilir. Örneğin, en yüksek olasılıklı arızalarda sistemi ; tepkisini müşteriye hiç hissettirmemek için planlan,ayı değiştirmek, daha az olasılıklı arızalarda etkiyi en aza indirmek için gerekli önlemleri planlamak gibi yollar seçilebilir.

Türkiye Elektrik Kurumu, Planlama ve Koordinasyon Dairesi ile Araştırma ve Geliştirme Dairesi beraber yapılan bir çalışma sonucu, yüksek gerilim enerji iletim ve üretim sistemi için güvenilirlik kriterlerini tespit etmişlerdir.

Yurdumuzda üretm ve yük merkezlerinin kendisine özgü elektriksel karakteristiklerinin olması gelişen sistemimizin belirli kriterlere göre planlanması ve sınanması gereğini ortaya çıkarmıştır. Üretim merkezleri ile yük merkezleri arasındaki uzun enerji iletim hatları, doğal kaynaklarımızdan faydalanma gereğinin ortaya çıkardığı iletim zorluğu, *yük artışlarının yüksek olması* bu kriterlerin saptanmasındaki ekonomik gerekçelere yüksek bir önem getirmektedir. Böylece sistemimizde rezerv kapasitenin yeteri kadar kurulması ve korunması sağlanacak ve ona göre sistem ve ulusal ekonomiye katkı en yüksek düzeyde tutulacaktır. Buna çöre h.viranan kriterler iki bölümde düşünülmüştür. *Hırın.:* *bölümdeki kriterler planlama sırasında uygulanarak gerektiğinde plan değiştirilerek*

kriterlere uyum sağlanacaktır. İkinci bölümde planlamadan sonra uygulanarak ve ana planlama değiştirilmeden kriterler ile uyumlu önlemler saptanacaktır.

Kriterlerin saptanmasında şu ana ilkelere bağlı kalınmaya çalışılmıştır:

1. Artan yük ve beklenen arıza olasılıkları ışığında yeterli iletim ve üretim yedeğinin bırakılmış olması,
2. Sistemde ani bir iletim veya üretim elemanı kaybı halinde yeni bir arızaya meydan verilmemesi,
3. Planlama kriteri olarak saptanan işletme şartlarından daha ağır durumlar ile karşılaşıldığında üretim kaybı, birbirini izleyen hat veya trafo açmaları, vük kaybı gibi sistem gelişmelerinin en aza indirilmesi,
4. Yukarıda sıralanan birbirini izleyen arızalar sonucu sistemin tümüyle oturmasının önlenmesi,
5. Arıza hallerinde sistemin normal durumuna hızla dönmesinin sağlanması,

Hazırlanan kriterlerin eelecekte elde edilecek tecrübe ve gelişen amaçlar ışığında gözden geçirilerek yenilenmeleri kesinlikle gereklidir. Bunu temin etmek için ise arızalar daha iyi izlenerek istatistikler aksatılmamalı; sistemin çeşitli şartlara olan davranışları ile işletme tecrübeleri daha dikkatli gözlenerek, ölçülmelidir. Böylece planlamadan işletmeye kadar bütün aşamalarda etkin bir eşgüdüm sağlanmalıdır.

2. PLANLAMA İÇİN GÜVENİRLİK KRİTERLERİ

2.1. Tasarım Kriterleri

Bir elektrik sisteminin tasarımı sırasında yapılacak benzetim çalışmalarında sistemde olması mümkün olan tüm arızaları bilmek, bunları teker teker sistem benzetiminde kullanmak olasılıklı bir hal değildir. Zaten böyle bir incelemeye gerek de yoktur, önemli olan benzetimlerde kullanılan arızaların sistemi ne dereceye kadar zorladıkları ve bu arızaların olasılıkları ile bu zorlamaya sistemin ne ölçüde dayanabildiğinin belirlenmesidir. Bu nedenle, planlama aşamasında sistemimizin aşağıdaki hallerde sıralanan arızalarla sınanmasının yerinde olacağı öngörülmüştür.

a. Puan t Yük Şartlarında:

1. Herhangi bir hattın ucundaki üç faz-toprak arzası nedeniyle servis dışı olması.
2. Herhangi bir santralin yükü'i % 10'unu karşılayan bir veya daha fazla üniteden oluşan kısmının aniden ve iletim sistemi arzası olmadan servis dışı olması.
3. Herhangi bir trafonun terminalindeki üç faz-toprak arzası nedeni ile servis dışı olması.

b. Ortalama Yük Şartlarında (Puant yükün % 70 seviyesi):

4. Herhangi bir hat bakım dolayısı ile servis dışı iken herhangi bir diğer hattın ucundaki üç-faz-toprak arızası dolayısı ile açması.
5. Herhangi bir hat bakım dolayısıyla servis dışı iken herhangi bir santralin yükün % 10'unu karşılayan bir veya daha fazla üniteden oluşan kısmının aniden ve iletim sistemi arızası olmadan servis dışı olması.
6. Herhangi bir hat bakım dolayısı ile servis dışı iken herhangi bir trafonun ucunda meydana gelen bir üç-faz-toprak arızası nedeni ile servis dışı olması.

Sistem bu şartlarla zorlandığı zaman tepkisinin şu şekilde olması öngörülmüştür:

1. Sistem dengeli kalmalıdır. Geçici dengede birinci tepe noktası dönülmüş olmalı.
2. Tekrar kapama yapılmamalıdır.
3. Yük atma yapılmamalıdır.
4. Açılmalar normal açma süresi içinde yapılmalıdır. Arızalı kesici ve gecikmeli röle çalışması kabul edilmeyecektir.

Puant yük şartlarında belirlenen birinci ve ikinci arıza hallerinden sonra sistem ayarlanmadan yapılacak yük akışlarında,

5. Donanımın normal anma yüklenmelerinin sınırları aşılmamalıdır.
6. Trafolar için (üçüncü arıza halinde) imdat (emergency) sınırları aşılmamalıdır.
7. Gerilimler normal sınırlar içinde kalmalıdır.
8. Trafolar için (üçüncü arıza halinde) trafo gerilimleri en küçük sınırlarından aşağı inmemelidir.

Ortalama yük şartlarında sistem ayarlandıktan sonra yapılacak yük artışı etüdlerinde 5, 6, 7 ve 8. maddelerdeki şartlar geçerliliklerini koruyacaktır.

2.2. Test Kriterleri

Ana planlaması yukarıda belirlenen şartlara göre yapılan sisteme uygulanacak sistem analizi çalışmaları sırasında sistemin sınanması için olasılıkları az olan arızalar uygulanarak benzetimler yapılacaktır. Bu çalışmalarda puant yük şartlarında şu arızaların sistemi zorlaması öngörülmüştür:

1. Herhangi bir santralin bir sistem arızası olmaksızın aniden ve tümüyle servis dışı olması.
2. Herhangi bir barada meydana gelen üç-faz-toprak kısa devre arızası sonucu o baranın arızalı bölümüne bağlı bütün hatların servis dışı olması.
3. Aynı güzergahta bulunan 2 hattın birlikte kaybedilmesi.
4. Herhangi bir hattın ucunda meydana gelecek üç-faz-toprak arızasında röle veya kesicinin düzgün çalışması

masını nedeni ile gecikmeli açma yapması.

5. Herhangi bir hattın olmadığı ve üretimin ayarlanmış olduğu bir sistem konfigürasyonunda ikinci bir hattın açması.

Bu arızalar nedeni ile darbelerle etkilenecek sistemin şu şartları yerine getirmesi öngörülmüştür:

1. Sistem dengeli olmalıdır. Geçici dengede birinci tepe noktası dönülmüş olmalı.
2. Bu arızalar diğer arızalara neden olmamalı, böylece bir arızalar zinciri oluşmamalıdır.

Dinamik stabiliteyi takibeden kararlı rejim sırasında yapılacak yük akışlarında:

3. Donanımın kısa süreli imdat sınırları aşılmamalıdır.
4. Bara gerilimleri minimum sınırların altına inmemelidir.

Yukarıdaki amaçlara ulaşabilmek için sırasıyla şu önlemler alınabilir:

1. Yerel yük atma
2. Tekrar kapama
3. Bölgesel yük atma
4. Sistemi bölgelere ayırma

Böylece, sistemimiz planlanırken, olasılığı yüksek arızalara karşı gerekli önlemler alınmış olacaktır. Olasılığı nispeten düşük arızalarda ise sistemimizin tümü ile elden çıkmasının önlenilmesi yoluna gidilmiştir.

3. TEÇHİZATIN ANMA VE İMDAT SINIRLARI

Sistemimizde planlama sırasında kapasiteleri öncelikle saptanan teçhizat ve sistem elemanlarını, hatlar, trafolar ve generatörler şeklinde sıralayabiliriz. Bu sistem elemanlarının anma ve imdat sınırları (nominal, emergency and short time emergency ratings) teknik şartnameler ile belirlenmektedir. Bazı donanım için ise IEC standardlarında belirli değerler verilmiştir. Bu yazıda belirlenen kriterlere göre yükleme sınırları ilk elde kontrol edilecek donanım ve sınırları şu şekilde olacaktır:

a. Tasarım Çalışmalarında Geçici Denge:

- Trafo nominal akımının 7 katı
- Generatör nominal akımının 1,5 katı (1)
- Hat açma zamanı 110 milisaniye

Yük Akışı:

- Trafo nominal gücünün 1,25 katı
- Gerilim alt sınırı 0,95 p.u.
- Gerilim üst sınırı 1,1 p.u.

b. Test Çalışmalarında Yük Akışı:

Trafo nominal gücünün 1,35 katı
Generatör nominal gücünün 1,15 katı
Gerilim üst sınırı 1,1 p.u.
Gerilim alt sınırı 0,9 p.u.

Denge:

Trafo nominal akımının 7 katı
Generatör nominal akımının 1,5 katı (1)
Normal açma zamanı 110 milisaniye
Gecikmeli açma zamanı 510 milisaniye

IEC Standartları generatör ve trafo aşırı yüklenmeleri için aşırı yüklenmeden önceki yük durumu, çevre sıcaklığı gibi etkenlere bağlı olarak geniş sınırlar vermektedir. Bu çalışmada daha sınırlı bir çerçeve içinde kalabilmek amacıyla çevre ısı 20 derece önce yüklenme seviyesinde % 90 olarak kabul edilmiştir.

Tanımlar:

Ortalama Yük = yük istatistiklerinden saatlik puantın % 67'si olarak hesaplanmıştır. Bu yazıda % 70 olarak kabul

(1)Gene! olarak denge çalışmalarında bu değerlerin sınırlandırılması düşünülmemektedir. Fakat, IEC Standartlarına göre generatörlerin nominal akımın 1,5 katına 15 saniye süre ile dayanması esas alınmıştır. Bu sebeple, generatörlerin zorlanmalarının bir değerlendirilmesi

yapılabilmesi için bu değer bir kıstas olarak konulmuştur.

Puant Yük = Yılın maksimum saatlik yükü

Açma Zamanı = Yüksek gerilim sistemimizde hatların açma zamanı röle için 50 ms kesici için 60 ms kabul edilerek, toplam 110 ms alınmıştır. Trafoların ucunda oluşan arızalarda transfer trip olmadığından açma süresi genellikle daha kısa olabilmektedir. Ancak trafo korumaları akım şiddetiyle ilgilidir. Düşük akımlı kısa devrelerde açma süresi biraz uzayabilir. Bu bakımdan emin bir değer olarak 110 ms kabul edilmiştir.

Gecikmeli açma ise birinci ve ikinci korumanın ikisinin birden çalışmadığı durumu (bu durumla şimdiye kadar karşılaşmadığı belirtilmiştir) kapsamaktadır.

Ayarlanmış Sistem= Santral üretimlerinin düzenlenmesi ve kaydırılması trafo kademelerinin ayarlanması, diğer teçhizatın devreye sokulup çıkartılması sonucu normal gerilim dağılımının elde edildiği kararlı sistem durumu.