



154/33,6 kV Malatya1 Trafo Merkezinde Aşırı Akım Röle Koordinasyonu Benzetimi

Ozan AKDAĞ*

Türkiye Elektrik İletim A.Ş., Malatya

ozanakdag@windowslive.com , Tel: (541) 310 86 31

Celalettin YEROĞLU

İnönü Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Malatya

Geliş: 25.02.2017, Kabul Tarihi: 24.10.2017

Öz

Elektrik enerjisi, üretim, iletim, dağıtım aşamalarından geçerek tüketiciye ulaşır. Enerjinin tüketicilere ulaştırılması aşamalarında süreklilik oldukça önemlidir. Enerjinin bu sürekliliği koruma teçhizatları ile sağlanır. Bu geçişlerde koruma teçhizatları arasında koruma koordinasyonu çok önemlidir. Koruma koordinasyonu, enerji üretim/iletim/dağıtım teçhizatlarının, emniyetli bir şekilde işletme şartları içinde çalışmasını sağlayarak önceden belirlenmiş işletme şartları dışına çıkan bölümü güç sisteminden ayıran işlemlerin tamamıdır. Bu yüzden güç sistemlerinde seçici bir koruma koordinasyonunu sağlamak enerji sürekliliği için şarttır. Seçici koruma sağlayarak güç sisteminin belirli bir bölümünde meydana gelen arızayı sadece arızanın olduğu bölgede sınırlı tutarak güç sistemden ayırırız. Bu çalışmada: Koruma konularından biri olan, aşırı akım röle koordinasyonu konusu üzerinde durulmuştur, 154/33,6 kV bir trafo merkezinde aşırı akım röle koordinasyonunun modeli oluşturularak benzetimi yapılmıştır. Güç sisteminin modellenmesi ve aşırı akım röle koordinasyonu analizinde DigSilent adlı güç sistemleri analiz programı kullanılmıştır. 154/33,6 kV bir trafo merkezinde aşırı akım rölelerinin, arıza başlatma akım değerlerinin ayarlanması ve bu arıza başlatma akımlarının ne kadar zamanda kesme emri vereceğinin ayarlanması detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Ayrıca kısa devre arıza analizi sonucu bulunan akım değerlerin, röle kesme emri zamanı ayarında nasıl kullanıldığı gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Aşırı akım röle koordinasyonu; Güç sistemleri; Modelleme; Benzetim; Kısa devre arıza analizi;*

* Yazışmaların yapılacağı yazar

Giriş

Elektrik enerjisi; üretim/iletim/dağıtım şeklinde incelenir. Üretim santralleri genel olarak ham maddeye yakınlık ve çevre kirliliği gibi durumlardan dolayı şehirlerden uzak yerlere inşa edilir. Bu durumdan dolayı enerjinin bir bölgeden başka bir bölgeye naklinde kilometrelerce yol kat etmesi gerekir. Bu noktada enerjinin iletim safhası devreye girer. Ülkemizde enerjinin iletilmesinde kullanılan nominal gerilimler genel olarak 380 kV ve 154 kV'dur. Ülkemizde enerji üretim santrallerinde üretilen elektrik enerjisi 380 kV, 154 kV enerji iletim hatları ile trafo merkezlerine getirilir. Bu merkezlerde güç transformatörleri sayesinde bu gerilim düzeyleri dağıtım sistemine uygun 30-36 kV seviyesine çevrilir. Enerji, üretim/iletim/dağıtım şeklinde tüketicilere ulaştırılırken bu aşamalarda süreklilik oldukça önemlidir. Enerjinin bu sürekliliği koruma teçhizatları ile sağlanır. Örneğin dağıtım sisteminde bir fider de olan arıza sadece o fider ile sınırlı kalmalıdır. Eğer sınırlı kalmaz ise dağıtım sisteminde arızanın olduğu fiderdeki arıza, iletim sistemindeki güç transformatörüne yansiyarak onu devre dışı bırakır yada arızalanmasına neden olur. Bu durumda güç sisteminde süreklilik sağlanamaz. Arızanın olduğu bu fiderin enerjisiz kalması durumunda, diğer fiderlerin ve güç transformatörünün bu arızadan etkilenerek servis harici olmaması için iyi bir koruma koordinasyonu yapılması önemlidir. Bu koruma, aşırı akım röle koordinasyonun temel mantığını oluşturur.

Aşırı akım rölesi, bağlı olduğu akım trafosunun sekonderinden geçen akım değerini baz alarak açma sinyali üretir. Aşırı akım rölesine açma sinyali yaptıracak arıza akımları: 3faz/faz-faz arası kısa devre akım değeri, yük akımının sınır değerini aşmasına neden olacak akım değeri ve faz-toprak kısa devre akım değerlerinden oluşur (Perdahçı ve Can, 2011) .

Güç sistemlerinde koruma koordinasyonu konusunda literatürde birçok çalışma vardır. Bu

çalışmalardan bazıları şöyle özetlenebilir: Perez ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada dinamik güç analizi için bir koruma sistemi modeli sunmuşlardır (Perez vd., 1994). Sutherland, yaptığı çalışmada aşırı akım röleleri ile çoklu bir kaynağa sahip güç sisteminin koruma yapabilmesi için yöntemler sunmuştur (Sutherland, 1997). Zeineldin ve arkadaşları, güç sistemlerinde yönlü röle ayarı için optimal röle ayarlarını parçacık sürüsü algoritmasını kullanarak bulmuşlardır (Zeineldin vd., 2005). Akbaba, bir güç sisteminde koruma koordinasyonu yapan rölelere, sistemde mevcut olan harmoniklerin etkisini incelemiştir (Akbaba, 2008). Pınar, güç sisteminde koruma yapan rölelerin nasıl ayarlanacağını anlatmıştır (Pınar, 1985). Lee ve arkadaşları, bir güç sisteminde aşırı akım röle koordinasyonunda ayar için kullanılacak verileri genetik algoritma kullanarak bulmuştur (Lee ve Chen, 2007).

Güç sistemleri çok karmaşık bir yapıya sahiptir. Böylesine karmaşık bir yapıda olan güç sisteminde analizler yapmak oldukça zordur. Bu zorluğun üstesinden gelmek için mevcut güç sisteminin sanal ortamda modelini oluşturup, bu model sayesinde arıza ve işletme senaryoları ile benzetimini yapmak çok önemlidir (Serrican, 2007). Böylece sistemde yapılacak işlemler önceden öngörülebilir. Son yıllarda birçok özel program paketleri güç sistemlerinin sanal ortamda modellerinin oluşturulmasına imkân sağlamaktadır. Bu tarz güç sistemi modelleme programları ile yapılan bazı çalışmalar şöyle özetlenebilir.

Perdahçı ve arkadaşı, büyük ölçekli bir endüstriyel tesisin röle koordinasyonunu PSS-SINCAL programı ile modelleyip, analizini yapmışlardır (Perdahçı ve Can, 2011). Bopp ve arkadaşları, PSS-SINCAL programı ile bir güç sisteminin modellenmesini yapmışlardır. Daha sonra bu modelden yola çıkarak sistemin röle koordinasyonu hakkında yorumlarda bulunmuşlardır (Bopp vd., 2014). Kim ve arkadaşları yaptıkları çalışmada DigSilent programını kullanarak Kuzeydoğu Amerika güç

sistemine dağıtılmış üretim sistemleri ekleyerek bu sistemin modelini ve analizini yapmışlardır (Kim vd., 2015). Bir başka çalışmada, bir bölgeye ait güç sistemi modelledikten sonra sisteme ek dağıtılmış üretim sistemi ve santral vb. bir sistem ekleyip tekrar modellenme yapıp yük akışı yapılmıştır (Uqaili vd., 2014). Muangchareon ve arkadaşları, bir güç sistemine eklenecek dağıtılmış üretim sistemi cihazlarının koruma koordinasyonunu yapacak tüm teçhizatın birbiri ile olan ilişkisini detaylı olarak incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada güç sisteminin modellenmesinde DigSilent programı kullanmışlardır (Muangchareon vd., 2013).

Bu yayında, 154/33,6 kV Malatya1 trafo merkezinde aşırı akım röle koordinasyonu çalışması yapılmıştır. Aşırı akım röle koordinasyonu yapılmasında, DigSilent Power Factory V.15.1.6 (PowerFactory, 2017) programı kullanılmıştır. Bu program literatürde güç sistem modellenmesi ve analizinde çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Güç Sistemi Modellemesi

Bu bölümde aşırı akım rölelerinin temel çalışma mantığından bahsedilmiştir. Daha sonra aşırı akım röle koordinasyonu yapılacak güç sisteminin modellenmesi yapılarak, kısa devre arıza analizi yapılmıştır.

Aşırı Akım Röleleri

Güç sistemlerinde kısa devre gibi çeşitli arızalar meydana gelmektedir. Bu arızalar genelde güç sisteminin nominal işletme koşullarında akması gereken akımdan daha büyüktür. Güç sisteminin bu gibi arıza akımlarından korunması gerekmektedir. Bu koruma işlemi farklı röleler ile yapılacağı gibi aşırı akım röleleri ile de yapılabilir. Dijital aşırı akım röleleri eski tip olan elektromekanik rölelere göre sistemin harmoniğinden daha az etkilenerek çok daha az hatalı açma yapar. Çünkü bu dijital röleler harmonik filtreye sahiptir (Akbaba, 2008). Dijital röleler akım-zaman eğrilerine göre sabit zamanlı ya da ters zamanlı olarak ayarlanabilir.

Bu çalışmada aşırı akım koordinasyonunda faz-faz kısa devre arızalarında ters zamanlı ayar kullanılırken, faz-toprak arızalarında sabit zamanlı ayar kullanılmıştır.

Yön Kavramı

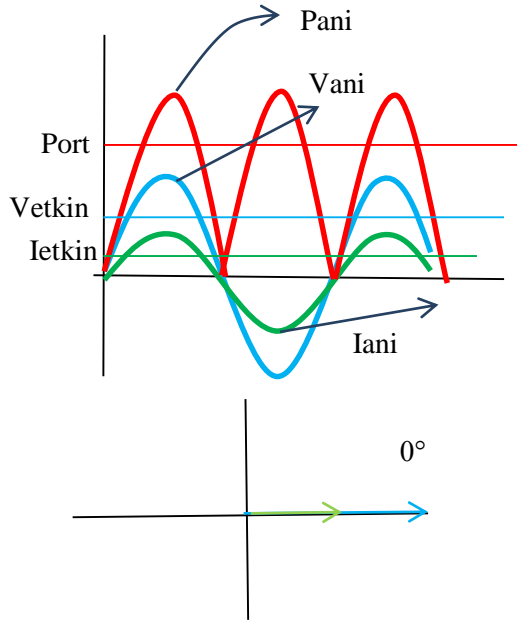
Aşırı akım röleleri, akım trafosunun sekonder kısmındaki akım değerini baz alır. İleri yön, güç akışının baradan hatta doğru olduğunu ifade etmek için kullanılır. Geri yön ise güç akışının baraya doğru olduğunu ifade eder. Güç sisteminde ileri yönlü güç akışında güç pozitif, geri yönlü güç akışında ise güç negatif olarak ölçülür. Akımla gerilim arasındaki açı 0° 'den -90° 'ye kadar olan bölümde güç ileri yönlü, -90° 'den $+90^\circ$ (-270°)'ye kadar güç geri yönlü, $+90^\circ$ ile 0° arasında güç tekrar ileri yönlüdür (Elektrik Şebeke Yönetmeliği, 2017). Şekil 1'de akım ile gerilim arasındaki açı 0° iken güç akışının ileri yönlü olduğu görülmektedir. Yönlü aşırı akım ve toprak röleleri, arızanın olduğu noktanın farklı yerlerden beslendiği güç sistem koşullarında, yönsüz röle koordinasyonunun yetersiz görülmesi durumlarda kullanılır.

Malatya Teiaş sisteminde genelde orta gerilim fiderinde santral yok ise aşırı akım röleleri yönsüz olarak ayarlanır. Otoproduktör fiderin açmaması için kendi rölesi daha yüksek başlatma akımına veya daha yüksek bir ters zaman eğrisine ayarlanabilir. Böylece röleler arasına zaman farkı bırakılır. Bu çalışmada aşırı akım röleleri yönsüz olarak ayarlanmıştır.

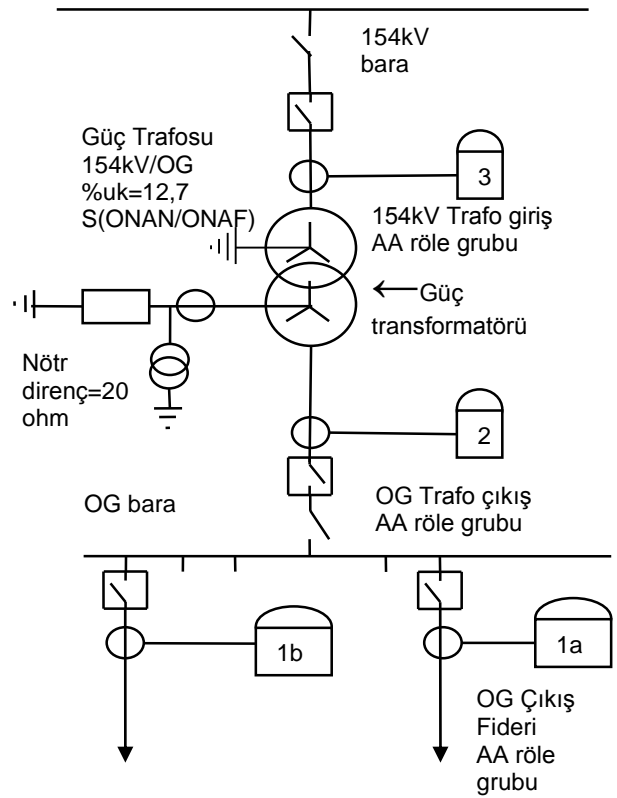
154/33,6 kV Malatya1 Trafo merkezinin Modellemesi

Bu çalışmada, Teiaş 154/33,6 kV Malatya1 Trafo merkezinde bir adet güç transformatörü ve ona bağlı 2 adet 33,6 kV fiderde (fider-1: Şehir, fider-2: Fabrikalar) aşırı akım röle koordinasyonu yapılmıştır. Güç sisteminin modeli DigSilent programı yardımı ile oluşturularak benzetimi yapılmıştır. Koordinasyonu yapılacak güç sisteminin tek hat şeması Şekil 2'de görüldüğü gibidir. DigSilent ile modellenmesi yapıldıktan sonraki tek hat

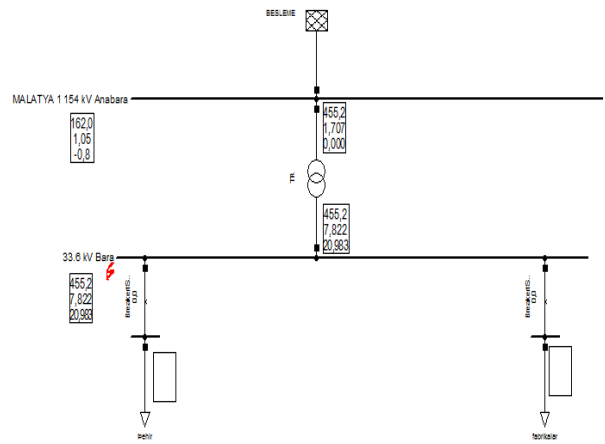
şeması ise Şekil 3'de görüldüğü gibidir. Burada transformatörün gücü 80/100 MVA'dır. Bu transformatöre ait % uk (kısa devre gerilimi) 12,7'dir. Burada transformatörün primer kısmında bulunan akım trafosu 400/5 oranında iken sekonder tarafında bulunan akım trafosu 2000/5 oranındadır. 33,6 kV'luk fiderdeki akım trafo oranları ise 600/5'dir. Güç sisteminde aşırı akım röle koordinasyonunda ABB RXIDF (ABB RXIDF, 2017) ve Siemens 7SJ6001 (Siemens 7SJ600, 2017) aşırı akım rölelerinin modeli kullanılmıştır.



Şekil.1 Akım gerilim arasındaki açı 0° iken akım, gerilim, güç ani değer grafiği ile fazör karşılaştırma



Şekil.2 154/33,6 kV sistemi tek hat diyagramı



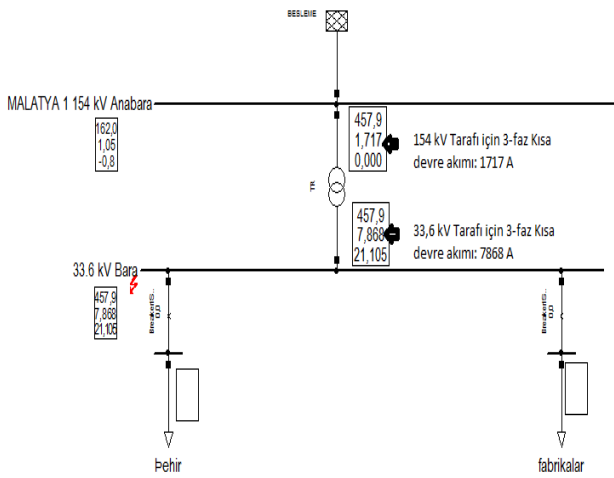
Şekil.3 DigSilent ile modellemesi yapılan sistem

Kısa Devre Arıza Analizi

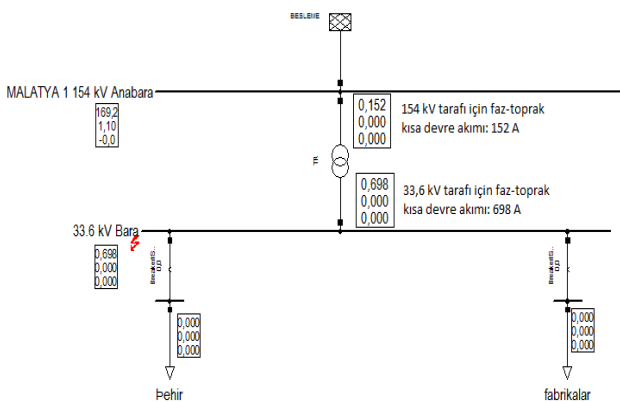
Kısa devre arıza hesaplamalarında istenilen bir barada kısa devre akımının genliği ve yönü hesaplanabilir (Nuroğlu, 2011). Bu hesaplanan arıza akımının büyüklüğünü arızanın cinsi, arızanın olduğu yer, arızanın empedansı ve güç sistemindeki teçhizatın empedansı belirler. Kısa devre akımı hesabı temel olarak korunacak

teçhizatın hangi zaman diliminde sistemden izole olup çıkacağı belirlenmesinde gereklidir. Bu çalışmada hesaplanan kısa devre akımları, koruma koordinasyonunun doğru olarak yapılabilmesi için oldukça önemlidir.

Benzetim modeli yapılan Malatya1 Trafo Merkezinde, hesaplanan 3-faz kısa devre arıza akım değerleri (I_{KD}) Şekil 4'de trafo merkezinin 154 kV'lık barası için 1717 A, 33,6 kV'lık barası için ise 7868 A bulunmuştur. Faz-toprak kısa devre arıza akım değerleri ise Şekil 5'de gösterildiği gibi 154 kV'lık bara için 152 A, 33,6 kV'lık barası için ise 698 A bulunmuştur.



Şekil.4 154/33,6 kV sistemi için 3- faz kısa devre arıza akımı



Şekil.5 154/33,6 kV sistemi için faz-toprak kısa devre akımı sonuçları

Koruma Koordinasyonu Benzetimi

Bu bölümde aşırı akım koruma koordinasyonu için röle başlatma akım ve zaman eğrisi değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler modellemesi yapılan güç sistemindeki aşırı akım rölelerine girilmiştir. Daha sonra güç sistemi modelinde arıza senaryoları oluşturularak, bu rölelerin arızalara tepkisi analiz edilmiş ve koruma koordinasyonu benzetimi yapılmıştır.

Aşırı Akım Röle Koordinasyonu

Şekil 2'de verilen güç sisteminde: Röle1a, röle1b, röle2 ve röle3 gruplarında bulunan aşırı akım rölelerin koordinasyonunun modellemesi sanal ortamda yapılmıştır. Burada röle1a, röle1b ve röle2 gruplarında 3 faz arızası için ABB RXIDF rölesi, faz-toprak arızası için ise SIEMENS 7SJ6001 rölesi kullanılmıştır. Röle3 grubunda ise sadece 3 faz arızası için ABB RXIDF rölesi kullanılmıştır. 154 kV'lık bara tarafında ise rölede faz-toprak ayarı yapılmaz (Elektrik Şebeke Yönetmeliği, 2017).

154/33,6 kV 3-Faz Aşırı Akım Koordinasyonu

Şekil 2'de verilen röle1a, röle1b, röle-2 ve röle3 gruplarının içinde bulunan rölelerden biri olan ABB RXIDF için ters zaman eğrisine göre aşırı akım ayarı yapılır. Ters zaman eğrisi Şekil 6'da görüldüğü gibi iki değer yardımıyla seçilir (Pınar, 1985). Bu değerler başlatma akım değeri I_P ve zaman sabiti $T_{P(S)}$ 'dir. Röle1a ve röle1b gruplarının içinde bulunan RXIDF rölesi için başlatma akımı, akım trafosunun sekonder değeri olarak belirlenir (600/5A). Röle2 ve röle3 gruplarının içinde bulunan RXIDF röleleri, güç transformatörünün %10 fazlasına kadar yüklenebileceği düşünülerek nominal akımın 1,1 katına başlatma akımları ayarlanır (Teiaş, 2017). Zaman sabiti, kısa devre arıza analizi sonunda bulunan 3 faz kısa devre akımında Röle1a/röle1b=1sn, Röle2=1,5sn, Röle3=1,8sn (Sadece RXIDF rölesi bu zamana göre

ayarlanır) açacak şekilde hesaplanır. Bu hesaplamalar, standart ters zamanlı çalışma karakteristiğine sahip Denklem 1 ile bulunur (Pınar, 1985).

$$t = \frac{0,14}{\left(\frac{I_{KD}}{I_P}\right)^{0,02}-1} \cdot T_{P(S)} \quad (1)$$

Burada, t : Açma zamanı, I_{KD} : Kısa devre akımı, I_P : Başlatma akımı, $T_{P(S)}$ ise zaman sabitidir.

I_{KD} değeri kısa devre analizinde bulunan değerlerdir. I_P değeri ise başlatma akımı değeridir. I_{P154kV} değeri denklem 2'ye göre, $I_{P33,6kV}$ değeri ise denklem 3'e göre hesaplanır.

$$S = \sqrt{3} \times U_{154kV} \times I_{P154kV} \quad (2)$$

$$S = \sqrt{3} \times U_{33,6kV} \times I_{P33,6kV} \quad (3)$$

Burada, S : Transformatörün gücü $U_{154/33,6kV}$ ise nominal gerilim değeridir.

Denklem 2 ve 3 de I_P değerleri sırasıyla 374,9 A ve 1718 A bulunmuştur. Başlatma akımları Röle2 ve Röle3 röle grubu için 1,1 katı olarak seçilir (Teiaş, 2017). Röle1a/1b için başlatma akımı bağlı olduğu akım trafosunun değerleri seçilerek ayarlanır (Teiaş, 2017). Bu kabuller dikkate alınarak hesaplanan röle başlatma akım değerleri aşağıdaki Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Hesaplanan Röle grupları başlatma akım değerleri

Röle Grubu	Akım trafo oranı	Primer Başlatma Akımı	Sekonder Başlatma Akımı
Röle 1a/1b	$\frac{600}{5}$	600 A	5 A
Röle 2	$\frac{2000}{5}$	1889,8 A	4.72 A
Röle 3	$\frac{400}{5}$	412 A	5.15 A

I_P değerleri Tablo 1'de görüldüğü gibidir. t değerleri ise Röle1a/röle1b=1sn, Röle2=1,5sn, Röle3=1,8sn olarak seçilir. Bu zaman (t) değerlerinde rölelerin açması için her bir röleye zaman (t) değerleri ayrı ayrı denklem 1'de girilir (Denklem 1'de primer başlatma akım

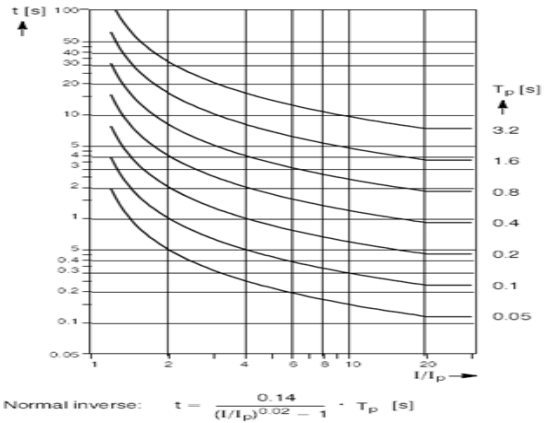
değerleri baz alınarak hesaplamalar yapılmıştır). Daha sonra Denklem 1'de bu zaman değerlerine denk gelen zaman sabitleri bulunur. Bu değerler,

Röle1a/1b için $T_{P(S)} = 0,377$

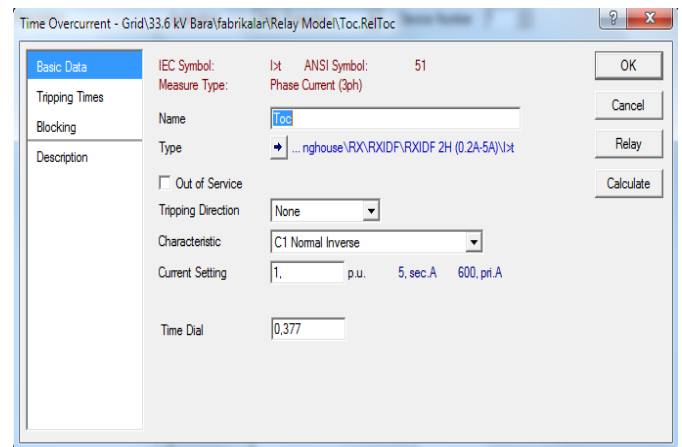
Röle2 için $T_{P(S)} = 0,3098$

Röle3 için $T_{P(S)} = 0,371$.

Hesaplanan I_P ve $T_{P(S)}$ değerleri modellemesi yapılan güç sistemindeki ABB RXIDF rölelerine Şekil 7'deki arayüzde gösterildiği gibi girilerek röleler ayarlanır. Daha sonra güç sisteminde oluşturulan arızalara rölelerin nasıl tepki verdiği, istenilen zamanda açıp açmadığı analiz edilerek aşırı akım röle koordinasyonu yapılır.

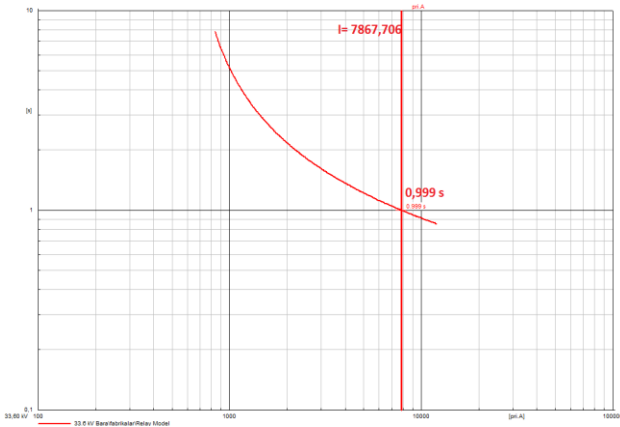


Şekil.6 Ters zaman eğrisi (IEC) (Pınar, 1985)

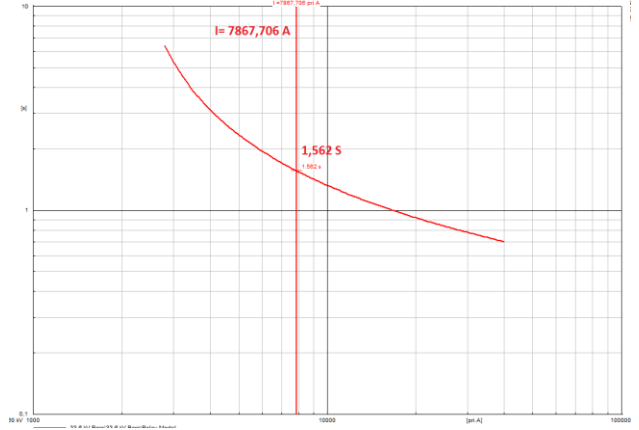


Şekil.7 $T_{p(s)}$ değerlerinin DigSilent programında modellenen ABB RXIDF rölelerine girildiği arayüz.

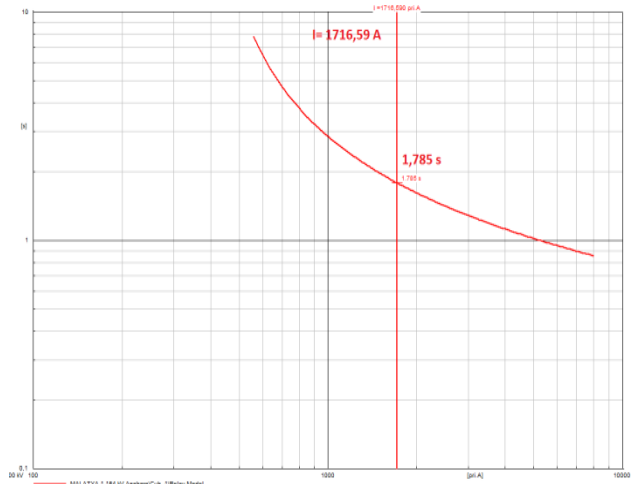
Şekil 7’de sadece röle1a grubu içinde bulunan ABB RXIDF rölesine zaman sabiti değerinin girişi gösterilmiştir. Bu değer, diğer röle gruplarına da aynı şekilde girilir. Tüm değerler girildikten sonra sanal modeldeki güç sistemine 3-faz kısa devre arızası verdirilerek rölelerin bu arızaya tepkileri incelenir. Örneğin röle1a grubunun bulunduğu Fabrikalar fiderinde 3-faz kısa devre arızası oluşursa rölelerin açma zamanları ve hesaplanan zaman sabiti eğrisini kesmesi Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10’ da görüldüğü gibi olur. Şekil 8’de röle1a grubu içinde ABB rölesi 7867,706 A arıza akımını yaklaşık 1sn’de kesmiştir. Röle2’de yaklaşık 1,5 sn’de arıza akımı kesmiştir. 33,6 kV’luk herhangi bir fiderde meydana gelen 3-faz kısa devre arızasında o fidere ait röle 1 sn’de devreye girmezse, röle2 1,5 sn’de devreye girecektir. Röle3’de yaklaşık 1,8 sn’de arıza akımını kesmiştir. 33,6 kV’luk barada ya da fiderde herhangi bir kısa devre arızası durumunda bu 2 röle devreye girmezse röle3 1,8 sn’de devreye girecektir. Röle1a’nın bulunduğu fiderde meydana gelen 3 faz kısa devre arızasına; röle 1a, röle2 ve röle3 grubunda bulunun ABB rölelerinin tepkisi analiz edilmiştir. Şekil 11’de aşırı akım koordinasyonu görülmektedir. 33,6 kV’lık fiderler de ayarlar aynı olduğu için şekil 11’de sadece biri gösterilmiştir.



Şekil.8 röle1a'nın 3-faz arıza akımını ters zaman eğrisinde kesmesi



Şekil.9 röle2'nin 3-faz kısa devre akımını ters zaman eğrisinde kesmesi



Şekil.10 röle3'ün 3-faz kısa devre akımını ters zaman eğrisinde kesmesi

154/33,6 kV Aşırı Akım Toprak-Faz Koordinasyonu

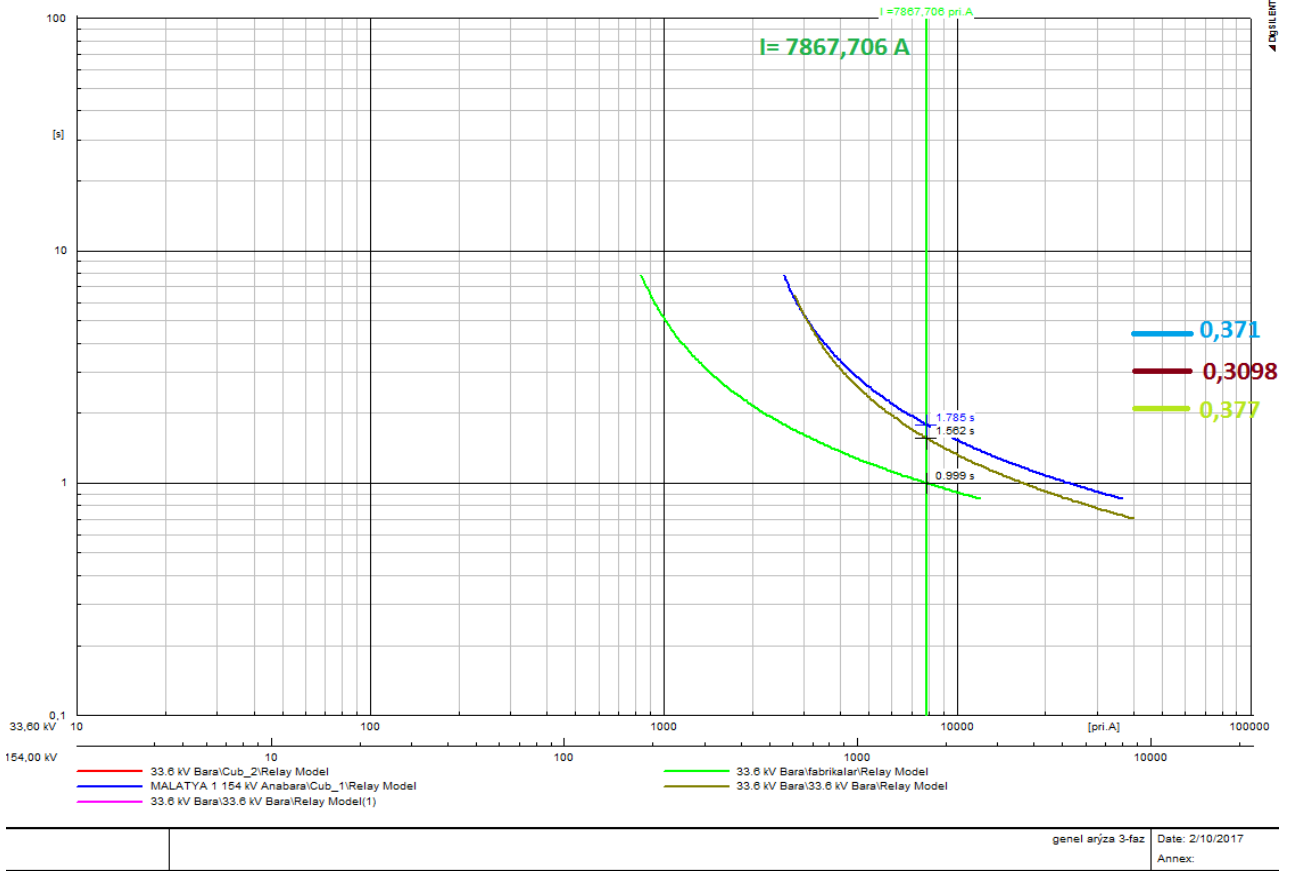
Teiaş güç sisteminde bulunan transformatörler genel olarak orta gerilim kısmından toprağa 20 ohm'lık direnç ile bağlanırken yüksek gerilim kısmından toprağa doğrudan bağlanır (Elektrik Şebeke Yönetmeliği, 2017). Nötr direnç sayesinde teorik olarak sadece transformatör iç direnci tarafından sınırlanan kısa devre akımı azaltılmış olur. Diğer fazların faz-toprak gerilimi faz-faz gerilimine yükselirken, nötr direnç üzerinde faz-toprak gerilimi kadar bir gerilim oluşur. Bu durumda nötr dirençten akabilecek en yüksek akım 1000 A olur. Şekil

5’de bu sistem için hesaplanan faz-toprak arıza akımının 1000 A’dan az olduğu görülmektedir. Nötr direnç ile sınırlanan bu arıza akımı güç sisteminde bulunan teçhizatların kısa devre dayanım akımından oldukça küçüktür. Teiaş güç sisteminde genel olarak nötr direnç üzerinde bir akım trafosu ve bir de gerilim trafosu bulunur. Bu trafolardan alınan akım ve gerilim bilgilerine göre, nötr direnç akım ve gerilim rölesi ayarlanır. Bu çalışmada bu rölelerin ayarlanması yapılmamıştır. Burada güç sisteminde toprak ayarları sabit zamanlı yapılmıştır. Sadece hangi rölenin önce açması gerektiğine dikkat edilmelidir. Buna göre; Röle1a/1b grupları içindeki Siemens röle 96A’de 1 sn’de açacak şekilde, Röle2 grubu içindeki Siemens röle 120A’de 2 sn’de açacak şekilde ayarlanır. Röle3 grubunda ise toprak ayarı yapılmaz. Bu sistemde faz-toprak değerlerinin, modellemesi yapılan SIEMENS 7SJ6001 rölesine girilmesi için Şekil 12’de verilen arayüz kullanılır. Bu şekilde görüldüğü gibi, 33,6 kV Fabrika fiderine toprak başlatma akımı 96 A girilerek 1 sn’de açması istenmiştir. Diğer rölelere de toprak-faz arızası değerleri aynı şekilde girilir. Tüm değerler girildikten sonra sanal modelde güç sistemine toprak-faz

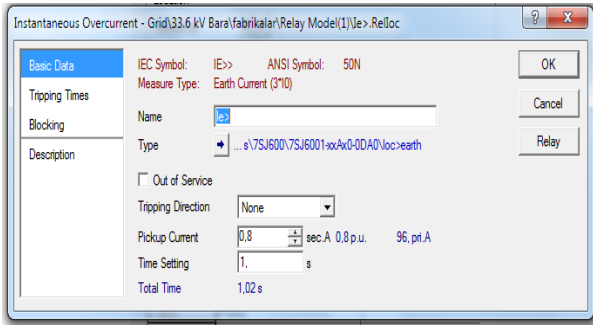
kısa devre arızası verdirilerek rölelerin bu arızaya tepkileri incelenir. Örneğin röle1a grubunun bulunduğu Fabrikalar fiderinde toprak-faz arızası olursa, açma zamanları ve rölelerin kesmesi Şekil 13 ve Şekil 15’de görüldüğü gibi olur.

Şekil 13’de toprak-faz arızası başlatma akımı önceden ayarladığımız 96 A değerinde olduğu görülmektedir. Röle1a 96-1000 A arasında çalışacaktır. Örneğin röleye 96 A altında bir arıza verdiğimizde röle kesme emri vermeyecektir. Bu durum şekil 14’de gösterildiği gibidir. Şekil 14’de verilen yaklaşık 91 A’lik toprak-faz arıza akımı sabit zamanlı eğriyi kesmemiştir. Böylece röle bu toprak-faz arıza akımı için devreye girmemiştir.

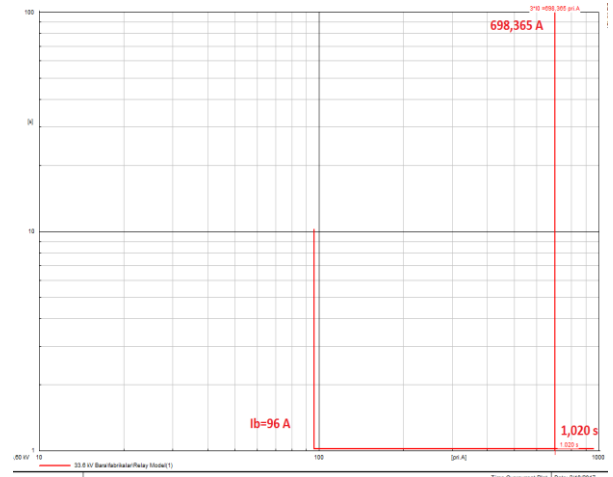
Şekil 15’de röle2 için toprak-faz arıza başlatma akımının önceden hesaplanan 120 A olduğu görülmektedir. Sisteme uygulanan yaklaşık 698 A’lik toprak-faz arıza akımını röle2’de 2 sn’de kesmiştir.



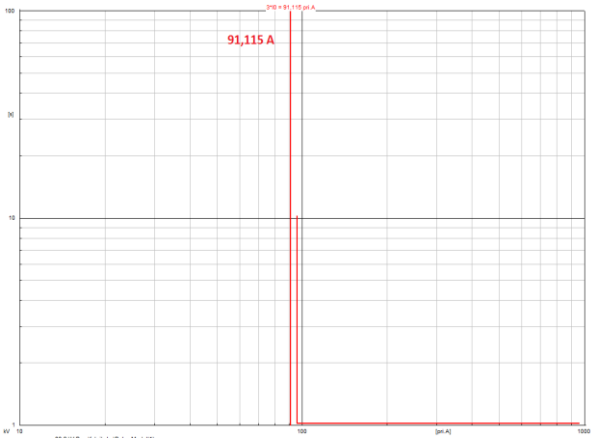
Şekil.11 3-faz aşırı akım koordinasyonu



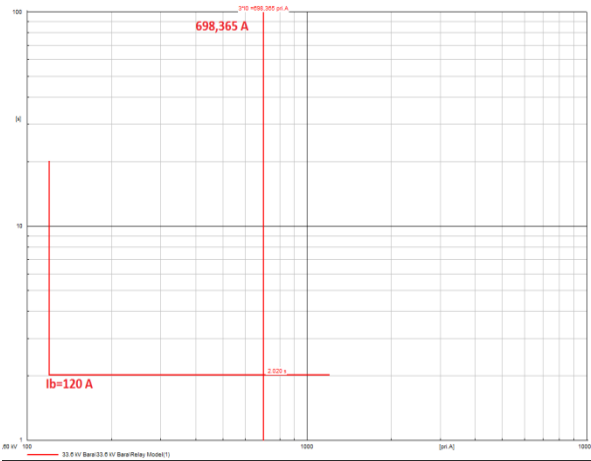
Şekil.12 kısa devre akım değerlerinin DigSilent programında modellenen SIEMENS 7SJ6001 rölelerine girildiği arayüz



Şekil.13 röle 1a'nın toprak-faz arıza akımını sabit zaman eğrisinde kesmesi.



Şekil.14 röle1a'nın kesme emri vermediği toprak-faz arıza akımının güç sistemine verilmesi



Şekil.15 röle2'nin toprak-faz arıza akımını sabit zaman eğrisinde kesmesi

Sonuçlar ve Tartışma

Güç sisteminde aşırı akım röle koordinasyonu tasarımı yaparken, sistemde bulunan farklı teçhizatlara ait veriler ve sistemin farklı durumlardaki işletme koşulları göz önüne alınmalıdır. İyi bir aşırı akım röle koordinasyonu tasarımı ile güç sisteminde arızanın olduğu nokta, anında sistemden izole edilir. Böylelikle güç sisteminin farklı noktalarının, bu arızadan etkilenmesinin önüne geçilebilir. Bu çalışmada sanal modelde 154/33,6 kV bir trafo merkezinin,

aşırı akım röle koordinasyonu incelenmiştir. Yapılan çalışma ile bir güç sistemindeki aşırı akım rölelerinin; arıza başlatma akım değerlerinin ayarlanması sağlanmış ve bu arıza başlatma akımlarının ne kadar zamanda kesme emri vereceği belirlenmiştir. Ayrıca kısa devre arıza analizi sonucu bulunan akım değerlerin, röle kesme emri zamanı ayarında nasıl kullanıldığı gösterilmiştir. Daha sonra, sanal modelde oluşturulan arıza akım senaryolarına aşırı akım rölelerinin tepkisi analiz edilmiştir.

Bu çalışmanın sanal model üzerinde yapılmış olması ve kritik kesme akımı değerlerinin bu sanal modelde elde edilmesi önemli avantajlar sağlar. Sanal modelde oluşturulan arıza senaryoları ile gerçek güç sisteminde risk oluşturabilecek durumlar deneyerek en iyi aşırı akım röle ayarlarının bulunması sağlanabilir.

Bir güç sisteminde yapılacak revizyonlarda bu çalışmadaki gibi oluşturulan güç sistemi modeli kullanarak rölelerin değişen sistem koşullarına tepkisi analiz edilebilir ve yeni ayarlar rölelere girilebilir. Bu sayede güç sisteminde herhangi bir risk göze alınmadan en iyi röle ayarları sanal model ve benzetim yardımı ile bulunabilir. Ayrıca yeni tasarlanan bir güç sistemi için oluşturulacak sanal model ve benzetim çalışması ile sistem kurulmadan röle koordinasyonu detaylı analiz edilebilir. Böylece güç sisteminin en iyi şekilde röle koordinasyonu sağlanabilir.

Kaynaklar

- ABB RXIDF, (2017). Datasheet; <http://www.datasheetarchive.com/ABB%20RXIDF-datasheet.html> (en son erişim 02.02.2017)
- Akbaba, S., (2008). Harmoniklerin digital aşırı akım röleleri üzerine etkisinin incelenmesi, *Yüksek lisans tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Bopp, T., Ganjavi R., Krebs, R., Ntsin B., Daurer M., Jaeger J., (2014). Improving grid reliability through application of protection security assessme. *Developments in Power System Protection (DPSP 2014), 12th IET International Conference on.*

- Elektrik Şebeke Yönetmeliği, (2017)., <http://www.epdk.org.tr/TR/DokumanDetay/Elektirik/Mevzuat/Yonetmelikler/Sebeke>, (son erişim tarihi 10.01.2017)
- Kim, I., Regassa R., Harley R.G., The modeling of distribution feeders enhanced by distributed generation in DigSilent. *Photovoltaic Specialist Conference (PVSC) 2015 IEEE 42nd. IEEE*, 14-19.
- Lee, C.H., Chen C.R., (2007). Using genetic algorithm for overcurrent relay coordination in industrial power system. *The 14th international conference on intelligent system applications to power systems*, 96-99.
- Muangchareon, S., Ngaopitakkul, A., Bunjongjit, S., Leelajindakrairerk, M., Pothisarn, C., & Nawikavatan, A. (2013). Study of Coordination between Protective Devices Comprising Distributed Generation in Distribution System. *Energy and Power Engineering*, 5(04), 584.
- Nuroğlu FM., (2011). Dağıtılmış üretim içeren dağıtım şebekelerinde merkezi koordinasyon rölesi tasarımı. *Doktora Tezi*. Kocaeli Üniversitesi, İzmit.
- Perez L. G., Flechsig J. A., Venkatasubramanian V., (1994). Modeling the protective system for power dynamic analysis, *IEEE Transaction on PowerSystem*, 9(4), 1963-1973
- Perdahçı, C., Can, İ. H., (2011). Güvenirlilik analizi için digital röle koordinasyon, *IV. Emo Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu*, 223-227.
- PowerFactory (EN), (2017). User Manual; <http://www.digsilent.de/index.php/downloads.html> (01.05.2017)
- Pınar, M., (1985). Elektrik sistemlerinde koruma, röleler ve röle koordinasyonu, *Yüksek lisans tezi*, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Teiaş, (2017). Koruma sistemi felsefesinin güncelleme çalıştay, Teiaş Koruma Sistemleri Müdürlüğü Ankara.
- Serrican C.A., (2007). Petkim Petrokimya Aliğa tesisinin elektrik sisteminin yük akışı ve kısa devre hesapları, *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Siemens 7SJ600, (2017). Datasheet; http://www.automation-berlin.com/downloads/siemens/energy_ptd/7SJ600_Manual_V2.pdf. (02.02.2017)
- Sutherland, E.P., (1997). Protective device coordination in an industrial power system with multiple sources. *IEEE Transactions on industry applications*, 33(4), 1096-1103.
- Uqaili, M.A., Sahito, A.A., Halepoto, I.A., Memon, Z.A., Dars, S.B.A., (2014). Impact of distributed generation on network short circuit level. *In Wireless Communications, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems (VITAE), 2014 4th International Conference on*, 1-5.
- Zeineldin, H.H., El-Saadany F.E., Salama A.M.M., (2006). Optimal coordination of overcurrent relay using a modified particle swarm optimization, *Electric Power Systems Research* 76, 988-995.

Simulation of over current relay coordination analysis for 154 kV Malatya1 substations

Extended abstract

Electrical energy reaches to the consumer through the stages of production, transmission and distribution. The biggest problem in these transmissions is protection coordination. The protection coordination is the entire process of bypassing the power system part, which goes beyond these predefined operating conditions, from the entire power system to ensure that power generation/transmission/distribution equipment operates safely within operating conditions.

The continuity of energy in power systems is very important. Therefore, it is essential for energy continuity to provide selective protection coordination in power systems. By providing selective protection, the fault that occurs in a certain part of the power system is separated from the entire power system by limiting the fault only in the region where it is. For example, the fault, which may occur in a bar in the distribution system, should only be limited to that busbar. If the fault is not limited to that bar, the failure in the disturbed system is reflected to the power transformer in the transmission system, which may cause fail or malfunction. In this case, continuity of the power system cannot be ensured.

The nominal voltages used in the transmission lines are generally 380 kV, 154 kV in Turkey. Electrical energy produced in the power plants are transmitted to transformer centers via transmission lines. These voltage levels are converted to 30-36 kV level that is suitable to the distribution system.

This paper deals with the issue of overcurrent relay coordination, which is one of the protection issues in power systems. The virtual model of the overcurrent relay coordination is built and simulated at the 154/33,6kV transformer center in Malatya. DigSilent simulation software was used in the power system modeling and analysis of overcurrent relay coordination.

When designing the overcurrent relay coordination in the power system, the data of the different equipment in the system and the operating conditions of the different states of the system must be considered. With a good overcurrent relay coordination design, the region, where the power system is faulty, is isolated from the system immediately. In this way, the other parts of the power system can be prevented from being affected.

In this paper, fault starting current of the overcurrent relays of a power system was set and cut off time of the relay is determined in simulation model of the system. Then, the response of the overcurrent relays to the fault current scenarios, which is created in the virtual model, is analyzed.

The fact that this work is done on the virtual model and that the critical cut-off current values are obtained in this virtual model provides significant advantages. With the fault scenario created in the virtual model, it is possible to find the best overcurrent relay settings by testing the situations that might create a risk in the real power system. In the revisions to be made in a power system, the reaction of the relays to the changing system conditions can be analyzed and the new settings can be entered into the relays using the power system model created in this study. So, the best relay settings can be found with help of virtual model and simulation without any risk at the power system.

In addition, a virtual model and a simulation can be done for a newly designed power system that enables the relay coordination to be analyzed in detail before installation. Thus, relay coordination of the power system can be achieved in the best possible way.

Keywords: *Overcurrent relay coordination; Power systems; Modelling; Simulation; Short circuit failure analysis;*