

BİR ENDÜSTRİYEL TESİSİN ENERJİ KALİTESİNİ VE GÜVENİRLİĞİNİ ARTTIRMAYA YÖNELİK UYGULAMA

Canan PERDAHÇI
Kocaeli Üniversitesi
Elektrik Mühendisliği Bölümü
perdahci@kocaeli.edu.tr

İbrahim Halil CAN
Kocaeli Üniversitesi
Elektrik Mühendisliği Bölümü
halilcan82@gmail.com

Özet

Uygulama kapsamında bir endüstriyel tesisteki, sırasıyla dijital koruma rölelerine olan gereksinim, tesisin mevcut durumu, dijital koruma rölelerinin koruma fonksiyonları, kullanılan röle tipleri, uygulamanın yapıldığı ekipmanlar ve rölelerin uzaktan izlenmesi incelenmiştir. Büyük ölçekli bir endüstriyel tesisin verimli ve kesintisiz bir şekilde çalışabilmesi için elektrik alt yapısının sağlam olması gerekmektedir. Güvenilir olmayan elektrik alt yapısı, zamansız elektrik kesintilerine neden olabilir. Bu kesintiler tesisin işletilmesine darbe vuracağı gibi büyük ölçekli maddi kayıplara da neden olabilir. Tesisin elektrik sistemini güvenilir hale getirmek, işletme, bakım ve enerji kalitesi yönünden önemli avantajlar sağlamaktadır. İncelenen endüstriyel tesiste, bu amaçla yapılan dijital koruma rölesi tesis edilmesi ve bu rölelerin SCADA üzerinden izlenmesi yöntemiyle enerji kalitesinin ve elektrik sisteminin güvenilirliğinin artırılmasına yönelik bir uygulama incelenmiştir. (enerji kalitesi, güvenilirlik, dijital koruma rölesi)

Abstract

In this paper, respectively, the requirement for digital protection relays, current status of the industrial plants, protective functions of digital protection relays, relay types, electrical equipments and remote monitoring relays were examined in an industrial plants. A large-scale industrial plants must be robust to operate efficiently and without interruption of power network. Unreliable electrical network can cause unexpected power interruptions. Interruptions will damage to operate the plants and these may also cause significant financial loses. To make reliable the electrical system of the plants, provides important advantages in terms of operation, maintenance and

power quality. In industrial plants examined for this purpose to establish the digital protection relays and power relays with the method of monitoring via SCADA system to increase the power quality and the reliability of an application is examined. (power quality, reliability, digital protection relay)

1. Giriş

Günümüzde endüstriyel tesislerin sürdürülebilir bir üretime sahip olmasını sağlayan en önemli faktörlerden biri de tesisin elektriğinin kesilmeden ve kaliteli bir şekilde sağlanıyor olmasıdır. Hem tesisin kendi bünyesinden hem de bağlı olduğu ulusal şebekeden kaynaklanan arızalar nedeniyle yaşanan zamansız elektrik kesintileri tesisin üretimine darbe vurmaktadır. Yaşanan elektrik kesintilerinin ciddi maddi külfetleri olmaktadır. Dolayısıyla tesiste ne kadar az elektrik kesintisi yaşanırsa maddi kayıp o derece az olur.

Elektrik kesintilerinin ciddi problem olmasının bir diğer nedeni ise üretim anında yaşanan kesintinin ekipmanlara zarar verebilecek olması ve bu zarar nedeniyle ekipmanın tamamen çalışmaz veya tamire muhtaç hale gelecek olmasıdır. Eğer tesiste arızalanan ekipmanın yedeği bulunmuyorsa, doğacak zarar birkaç kat daha artabilmektedir.

Tesise zarar veren unsurlardan biride tesiste kullanılan enerjinin kalitesidir. Enerji kalitesi yaşanan elektrik kesintilerine direk etki eden faktörlerden biridir. Tesis içinde kullanılan elektriğin kalitesinin ölçülmesi, bu konuda alınacak tedbirlerin başında gelmektedir. Bu uygulamada incelenen dijital koruma rölelerinin kullanılmasının amaçlarından biride kullanılan elektriğin kalitesinin ölçülmesidir.

Yaşanan teknolojik gelişmelerin paralelinde, büyük endüstriyel tesisler elektrik sistemlerinin güvenilirliğini arttırmak amacıyla altyapılarını yenilemektedirler [1]. Tesisin elektrik sistemi güvenilirliğini arttırmak amacıyla motor, trafo ve giriş-çıkış-kuplaj hücrelerine dijital koruma röleleri tesis edilmesi ve arızaların minimum zamanda minimum lokasyonda temizlenmesi, bu bağlamda verilebilecek en iyi örneklerden biridir. Dijital koruma rölelerine atanan koruma fonksiyonları ile farklı gerilim seviyelerine ve geniş bir dağıtım altyapısına sahip büyük endüstriyel tesislerde, uygun selektivite çalışması ile yüksek seviyede koruma sağlanmakla birlikte, bu ekipmanların arıza ve ölçüm bilgilerini ana merkezdeki SCADA sistemine taşımasıyla efektif şekilde kullanılmakta ve tesisin güvenilirliğini optimize etmeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca rölelerden alınan arıza kayıt bilgileri ile koruma yapılan ekipmanın arıza karakteristiği çıkarılabilmekte ve geleceğe yönelik olası arıza riskleri tahmin edilebilmektedir [2].

Bu makaleye referans teşkil eden endüstriyel tesiste, kuruluşundan itibaren zamanının en yüksek teknolojisine sahip koruma ekipmanları kullanılmıştır. Ancak tesisin birçok motor, trafo, giriş-çıkış ve kuplaj hücrelerinde dijital koruma röleleri bulunmamaktadır. Yapılan uygulamaya mevcut mekanik koruma rölelerinin dijital koruma röleleriyle değiştirilmesini ve koruma rölesi bulunmayan ekipmanlara dijital koruma rölesi takılmasını kapsamaktadır.

2. Tesisin Elektrik Sistemi

Tesisin elektrik üretim kapasitesi 85MW maksimum tüketimi 57MW olup aynı zamanda otoproduktör lisansına sahiptir. Tesisin kendi elektrik enerjisi ihtiyacının tamamını veya bir kısmını üretiminden karşılayabilecek olmasının yanında, enterkonnekte şebekeye bağlı olması nedeniyle ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisini dışarıdan da karşılayabilmektedir. Tesisin kendi elektriğini üretmesinin amacı, üretilen elektriği ticari amaçla dışarı satmaktan çok, tesisin elektrik ihtiyacını karşılayabilecek alternatifleri oluşturmaktır. Tesisin tek hat şemasından da anlaşılacağı gibi tüm baraların çift beslemesi vardır. Enerji kapalı şalt istasyonundan 11kV ve 3.3kV gerilim seviyelerindeki 3 tali dağıtım istasyonuna dağıtılmaktadır. Bu 6 tali dağıtım istasyonu da 14 tali istasyona dağıtım yapmaktadır. Tali dağıtım istasyonlarının gerilim seviyeleri 11kV veya 3.3kV'dur. Motor, trafo, giriş çıkış veya kuplaj hücrelerinde dijital koruma röleleri bulunmakla beraber bu röleler tesisin kuruluşundan itibaren farklı zamanlarda ve farklı modellerde tesis edilmiştir [3].

2.1. Mevcut Baralar ve Koruma Röleleri

Tesisin Dağıtım altyapısını oluşturan 34,5kV, 11kV ve 3,3kV dağıtım istasyonları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 : Dağıtım İstasyonları

	Dağıtım İstasyonları	Gerilim Seviyesi	Beslendiği Bara
1	9HS-1	34,5kV	TEK-2
2	9MMS-1	11kV	9HS-1
3	9MMS-2	11kV	9HS-1
4	9MMS-3	11kV	9HS-1
5	10R-102A	3,3kV	9HS-1
6	10R-6A	3,3kV	9HS-1
7	10R-18A	3,3kV	9HS-1
8	PLANT-5-6-7-8	3,3kV	9MMS-1
9	PLANT-21-25-36	3,3kV	9MMS-1
10	9MS-1	3,3kV	9MMS-1
11	PLANT-6	3,3kV	9MS-1
12	PLANT-73-74	3,3kV	10R-102A
13	10R-102	3,3kV	10R-102A
14	PLANT-33	3,3kV	10R-102A
15	10R-6	3,3kV	10R-6A
16	10R-8	3,3kV	10R-18A
17	47MMS-1	11kV	9MMS-2
18	47MS-1	3,3kV	47MMS-1
19	10MS-1	3,3kV	9MMS-3
20	63MMS-1	11kV	9MMS-3
21	63MS-1	3,3kV	63MMS-1

Tesisteki mevcut koruma röleleri arz etmektedir. Birçok ünite mekanik röleler kullanılmaktadır. Bu mekanik röleler bu makaleye konu olan proje kapsamında yeni dijital koruma röleleri ile değiştirilmiştir. Yeni dijital koruma röleleri kullanılmadan önce tesiste CEE, SIEMENS, P&B, ABB, SCHNEIDER ve AREVA marka mekanik veya dijital koruma röleler kullanılmamıştır. Ancak bazı ünitelerde kullanılan mevcut dijital koruma röleleri değiştirilmemiş aynen kullanılmaya devam edilmiştir.

2.2. Dijital Koruma Rölelerinin Takıldığı Sistem Ekipmanları

Dijital koruma röleleri, tesis içerisinde bir çok ekipmanı koruması ve elektrik sisteminin güvenilirliğini arttırması amacıyla kullanılmıştır. Bu röleler motor fiderlerine, trafo fiderlerine, çiriş-çıkış ve kuplaj hücrelerine takılmıştır [3].

Dijital koruma röleleri, Tablo 1'de belirtilen 10R-6 ve 10R-6A şalter binası, 10R-102A şalter binası Plant 25-36, Plant 5-6-7-8, Plant 47-48, Plant 26, Plant-33, Plt 9 ve 34,5kV şalt tesisi motor fiderlerine, trafo fiderlerine, çiriş-çıkış ve kuplaj hücrelerine takılmıştır. [2].

Dijital koruma röleleri 250'den fazla orta gerilim sistem ekipmanına uygulanmış olup bunlardan 47-48 ünitesinde takılanlar Tablo 3'de verilmiştir [3]. 47-48(Hydrocracker) ünitesi tesisin en önemli proseslerinden birini oluşturmaktadır.

Tablo 3:Dijital Koruma Rölelerinin Takıldığı Ekipmanlar

PLANT 47/48 ÜNİTESİ ŞALTER ODASI		
Hücre No	EKİPMAN ADI	EKİPMAN TANIMI
11 kV BARASI 47 MMS-1		
5L	9GM-601A	11kV 1200kW Pompa Motoru
4L	47GM-2A	11kV 1550kW Pompa Motoru
3L	47KM-2A	11kV 3500kW Kompresör Motoru
2L	47TMM-1A Trafosu Fideri	11kV to 3,5kV 6,3MVA
1L	Incoming L	INCOMING LEFT
0	BUS TIE	
0	BUS RISER	
1R	Incoming R	INCOMING RIGHT
2R	47TMM-1B Trafosu Fideri	11kV to 3,5kV 6,3MVA
3R	47KM-2B	11kV 3500kW Kompresör Motoru
4R	47KM-2C	11kV 3500kW Kompresör Motoru
5R	47GM-2B	11kV 1550kW Pompa Motoru
6R	9GM-601B	11kV 1200kW Pompa Motoru
GM/KM/G/K Pompa ve Kompresörleri İfade Etmektedir		
TML/THM/TMM Trafoları İfade Etmektedir		

3. Dijital Koruma Rölelerinin Fonksiyonlarının Belirlenmesi

Dijital koruma röleleri birçok koruma fonksiyonuyla donatılabilir. Ancak sunulan tüm fonksiyonların kullanılması hem işletme hem de maliyet yönünden optimum sonuç vermeyeceği için öncelikle dijital koruma rölesinin hangi ekipmanı koruyacağı belirlenmeli ve sonrasında ekipmanın hangi koruma fonksiyonlarına sahip röle ile korunacağı belirlenmelidir.

Motor fiderleri, trafo fiderleri, giriş-çıkış ve kuplaj hücrelerinde kullanılacak dijital koruma röleleri aşağıda belirtilen koruma fonksiyonlarına sahip olacaktır [4].

- ANSI 50-50N: Instantaneous overcurrent (Anlık aşırı akım)
- ANSI 51-51N: AC Time Overcurrent (Zamana bağlı AC aşırı akım)

- ANSI 67-67N: Directional time-overcurrent protection (Zamana bağlı yönlü aşırı akım, motor büyük ve/veya şebeke zayıf ise motor için)
- ANSI 46: Reverse phase or phase-balance current (Çok fazlı devrelerde, faz akımları ters faz bileşenlerine sahip olduğunda ya da faz akımları dengesiz olduğunda ya da negatif faz bileşen akımları ayarlanan değeri geçtiğinde çalışan koruma)
- ANSI 66: Notching or jogging device (Motor restart inhibit) Verilen cihaz ya da bir ekipmanın bir parçası için belirli sayıda çalışmaya izin veren ya da belirlenen sürede belirli aralıklarla işletme adedine izin veren fonksiyonu tanımlamaktadır. Ayrıca bu cihaz bir devrenin periyodik olarak veya belirli zaman aralıklarında enerjilendirmesini ya da düşük hızlarda mekanik pozisyonlama için kesikli hızlanma veya tempolu hızlanmasını da sağlayabilir.
- ANSI 48: Incomplete sequence relay (starting time supervision: Normal çalışma, işletme veya durdurma süreci, belirlenen zamanda doğru bir biçimde tamamlanmayan bir cihazı, normal konumuna ya da kapalı konuma döndüren ve kilitleyen koruma)
- ANSI 87: Differential protective Generator, Motor, Transformer, Line (İki veya daha fazla akım arasında ya da diğer elektriksel bileşenler arasında açılmalı, oransal veya diğer nicel farklar oluştuğunda çalışan koruma)
- ANSI 27: Under voltage (Giriş gerilimi, önceden belirlenen seviyenin altına düştüğünde çalışan koruma)
- ANSI 59: Over voltage (Giriş gerilimi, önceden belirlenen seviyeyi aştığında çalışan koruma)
- ANSI64-59N: Ground detector (Displacement voltage-zero sequence voltage: Bir makinenin ya da bir cihaz aparatının, toprağa karşı izolasyon problemi olduğunda çalışan cihazı tanımlamaktadır. Bu fonksiyon, normal şekilde topraklanmış bir güç sistemindeki akım trafolarının sekonder devrelerine bağlı cihazlar için kullanılmaz. Bunun yerine G ve N harfli diğer aşırı akım cihazları kullanılmalıdır, 51N gibi)
- ANSI 25: Synchronizing or synchronism-check (İki devre arasındaki faz açısı farkı "0" olduğunda kapama için çıkış üreten senkronizasyon koruması)
- ANSI 49: Machine or transformer thermal (Bir makinenin rotor (endüvi) sargısının veya bir makina ya da transformatörün diğer yük taşıyıcı sargısının sıcaklığının, önceden belirlenen seviyenin üstüne çıktığında çalışan koruma)

- ANSI 81: Frequency (Elektriksel bir niceliğin frekansına tepki veren korumayı tanımlamaktadır. Frekans ya da frekanstaki değişim belirlenen değerin altına düştüğünde ya da üzerine çıktığında çalışmaktadır.)
- ANSI 50BF: Breaker Failure Protection (Eğer bir elektrik devresinin arızalı noktası, açma komutu gelmesine rağmen sistemden ayrılmadıysa, kesici arıza koruması sinyali üretilip, bir üst tesisin rölesine bu sinyal gönderilip kesicisinin açması sağlanabilir.)
- ANSI 74: Alarm (görsel veya işitsel bir cihazla çalışan ya da cihazı çalıştıran eleman)
- ANSI 86: Lockout (Açma yapan cihazları ya da sistemleri, operatör tarafından uzaktan ya da yakından resetlenene kadar işlevsiz bırakan koruma)
- ANSI 50-50N-51-51N-67-67N fonksiyonlarında Inrush Restraint: Transformatörlerin enerjilenmesi sırasında, büyüklüğüne bağlı olarak nominal akımın birkaç katına çıkabilen ve birkaç milisaniyeden birkaç saniyeye kadar sürebilen miktatsızlanma akımları oluşmaktadır. Enerjilendirme (Inrush) akımı oldukça yüksek oranda 2. harmonik (normal frekansın 2 katı) de içermektedir ki bir arıza durumunda 2. harmonik neredeyse yoktur. Inrush sınırlama fonksiyonu, enerjilenme akımı içinde bulunan bu harmoniğin belirlenmesi ile çalışmaktadır. Frekans analizi için, 3 faz ve toprak akımlarının Fourier analizini gerçekleştirmek üzere dijital filtreler kullanılır. Böylece 2. harmonik tespit edildiğinde, yönlü ve yönsüz rölelerde sistem açması bloklanabilir
- Cold Load Pickup for Overcurrent Protection: Soğuk yük açması olarak adlandırılabilir. Bu fonksiyonla açma ve gecikme zamanları dinamik olarak ayarlanabilir.

3.1. Dijital Koruma Röleleri İle Ölçüm

Kullanılacak dijital koruma röleleri ölçme fonksiyonlarına da sahip olduğundan, talep edilen hücrelerin ölçümlerini de yapacaktır.

Dijital koruma röleleri asıl fonksiyonları olan korumanın yanı sıra takıldıkları hücrenin -bu hücre motor fideri, trafo fideri veya giriş-çıkış ve kuplaj hücresi de olabilir- akım, gerilim ve frekans gibi değerlerinin ölçebilmektedir. Bunun yanında ölçtükleri bu değerleri tıpkı koruma fonksiyonlarını SCADA sistemine ilettikleri gibi ölçülen bu değerleri de SCADA sistemine iletebilirler. Böylece Rafineri bünyesinde kullanılan bu röleler, asli görevleri olan korumanın yanında takıldıkları ekipmanın akım gerilim frekans gibi değerlerini de SCADA sistemine

taşıyacak, böylece tesisin elektrik sistemi daha izlenebilir ve daha güvenilir olacaktır. Çünkü takip edilebilen elektrik sistemleri her zaman daha güvenilirdir. Rölelerin yapacağı ölçümler aşağıdaki gibidir: [2].

Tesis edilen dijital koruma röleleri uzaktan izleme ve bir kısmını kontrol edebilme imkanına sahiptir. Bu fonksiyonları sayesinde rölelere çok kısa sürede manuel komut verilebilmektedir. Böylece tesisin elektrik sistemi daha kontrol edilebilir bir seviyeye ulaşmıştır. Uzaktan izleme Plant-9 ünitesinden yapılabilmektedir. Plt-9 ünitesi, mevcut scada sisteminin de burada olması nedeniyle tesisin elektrik sisteminin beyni durumundadır. Ayrıca elektrik üretimi, yük atma sistemi, ulusal şebekeye bağlantı da buradan izlenmekte ve kontrol edilmektedir. Tüm bu sistemlerin izlendiği ve kontrol edildiği merkezin ünitelerde kullanılan bütün dijital koruma rölelerini izlemesi ve bazılarını uzaktan kontrol edebilmesi, rafineri elektrik sistemine erişim ve müdahale edebilme becerisini arttırmaktadır.

- Gerilimler için simetrik bileşen değerleri
- Gerilimler (VL1,VL2,VL3,VL1L2,VLL1L3,VL2L3)
- Aktif güç (Her faz ayrı ayrı ve toplam)
- Reaktif güç (Her faz ayrı ayrı ve toplam)
- Görünür güç (Her faz ayrı ayrı ve toplam)
- Aktif Reaktif Enerji
- Güç Faktörü
- Frekans
- Çalışma saati sayacı
- Kesici açma sayacı
- Aşırı yük durumunda ortalama çalışma sıcaklığının ölçülmesi

4. Kullanılan Dijital Koruma Röleleri

Local kontrollü çok fonksiyonlu koruma rölesi 7SJ64: Sayısal, çok fonksiyonlu SIPROTEC 4 7SJ64 röleler bara fiderlerinin koruma, kontrol ve izlemesi için tasarlanmış, çok yönlü cihazlardır. Cihazlar, topraklı, düşük dirençli topraklı, topraksız veya kompanze nötr nokta yapılı şebekelerde hat koruması için kullanılabilirler. Cihazlar, radyal, gözlü veya enterkonnekte şebekeler için ve tek veya çok uçlu beslenen hatlar için uygundur. 7SJ64, her büyüklükteki asenkron motorlar için uygulanabilir motor koruma fonksiyonları ile donatılmışlardır.

7SJ64, koruma, kesici konumlarının izlenmesi ve düz bara uygulamalarında veya 1/2 kesicili baralarda kesicilerin kumandası için gerekli fonksiyonlara sahiptir. Dolayısıyla; cihaz universal olarak

kullanılabilir. 7SJ64, bütün gerilim seviyelerindeki hatların, trafoların, jeneratörlerin, motorların ve baraların diferansiyel koruma düzenleri için artçı koruma özellikleri sağlar [5].

Diferansiyel koruma rölesi 7UT613: SIPROTEC 4 7UT613 sayısal diferansiyel koruma, tüm gerilim düzeylerindeki trafolar için, döner makineler için, seri ve şönt reaktörler için veya kısa hatlar ve 2 – 5 fiderlik mini-baralar için hızlı ve seçici bir kısa devre koruma sağlar. Ayrıca, 9 veya 12 fidere kadar (sürüme bağlı) baralar için bir fazlı koruma olarak da kullanılabilir. Korunan nesneye en uygun uyarılama sağlayacak özel uygulama biçimlenebilir.

Diferansiyel koruma ilkesinin başlıca üstünlüğü, korunan bölgenin tamamında herhangi bir noktada bir kısa devre arızasında ani açma yapabilesidir. Korunan nesnenin uçlarındaki akım trafoları şebekeye doğru korunan bölgeyi sınırlar. Bu kesin sınır, diferansiyel koruma tertibinin böyle bir ideal seçicilik göstermesinin başlıca sebebidir [6].

5. Sonuçlar

Mevcut elektrik sisteminin güvenilirliğini artırmaya yönelik yapılan bu çalışma sonucunda, dijital koruma rölelerine girilen koruma fonksiyonları ile sistem daha güvenilir hale getirilmiştir. Koruma fonksiyonları rölelerin bağlı oldukları ekipmanın tipine ve önemine göre gerekli şekilde parametrelendirilmiş ve sistemin daha az trip yapması sağlanmıştır. Ayrıca sistemin uzaktan izlenmesi ile açma yapan veya alarm veren rölelerden anında bilgi alınmış böylece daha hızlı müdahale edebilme imkanı kazanılmıştır.

Yapılan çalışma sadece tesisin elektrik sistemini daha güvenilir hale getirmekle kalmayıp, tesise maliyet, işletme ve bakım açısından birçok avantaj sağlamıştır.

6. Kaynaklar

- [1] Xiaoqiang, Z., "Energy&Utilities Control System of Refinery", 2009 *third International Symposium on Intelligent Information Technology Application*, 2009, 408-411
- [2] Çetinkaya, B, Akduman, B, Tüpraş İzmit Röle Koordinasyon Raporu, Siemens A.Ş., Kocaeli, 2009
- [3] TÜPRAŞ General Project Design Specification P1, TÜPRAŞ, Kocaeli, 2006
- [4] Koruma Rölelerinin Fonksiyon Açıklamaları, Siemens E E&C PTI, İstanbul, 2008
- [5] SIPROTEC 7SJ62/64 Kullanım Kılavuzu C53000-G115A-C207-1, SIEMENS AG, İstanbul, 2009
- [6] SIPROTEC 7UT613/63x Kullanım Kılavuzu V4.60, SIEMENS AG, İstanbul, 2006