

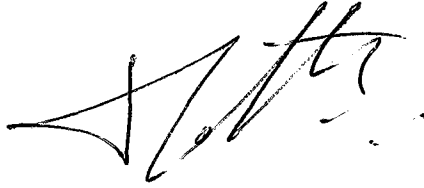
**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MOZAİK VE SCADA SİSTEMLERİNİN
İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI**

Elektrik Müh. Mehmet BÜYÜKKALFA

**F.B.E Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan**

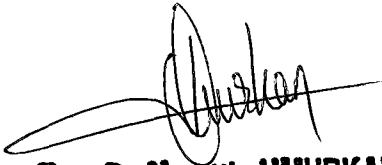
YÜKSEK LİSANS TEZİ



106201

Tez Danışmanı

: Yrd. Doç. Dr. Ferit Attar



Doç. Dr. Nurettin UMURKAN



Doç. Dr. Herman SEDEF

İSTANBUL, 2001

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KUMANDA ODALARI	3
2.1 Kullanılan Teçhizat.....	4
3. MOZAİK PANO SİSTEMİ.....	5
3.1 Amaç.....	5
3.2 Kullanılışı	5
3.2.1 Mozaik Taşların Kullanımı.....	6
3.2.2 Mozaik Taşların Avantajları	7
3.3 Mozaik Panolarda Bağlantı.....	9
3.4 Mozaik Pano Elemanları.....	10
3.5 Cihazların Montajı	12
3.6 Dikkat Edilmesi Gereken Unsurlar	13
4. SCADA.....	15
4.1 Genel Tanımlar	15
4.1.1 İşletme Kaynak Yönetimi Kademesi.....	15
4.1.2 İşletme Yönetim Kademesi.....	16
4.1.3 Süreç Denetim Kademesi	16
4.1.4 İşletme Kontrol Kademesi	16
4.2 İşletme Yönetimi ve SCADA Sistemi	16
4.3 Modern Kontrol Sistemlerinin Yapısı	17
4.3.1 Merkezi Kumanda Odası	17
4.3.2 Haberleşme Sistemi	17
4.3.3 Programlanabilir Elektronik Kontrol Üniteleri.....	18
4.4 Sistemin Planlanması.....	18
4.5 Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi (SCADA).....	19
4.5.1 Özet.....	19
4.5.2 SCADA Sisteminde İletişim.....	20
4.5.3 Gerçek-zamanlı Veri ve İhbar İşleme.....	21

4.5.4	Merkezi Yazılım	21
4.5.4.1	Örnek Yazılım WinPM.....	22
4.5.4.2	WinPM İçin Gerekli Donanım.....	23
4.5.4.3	Yazılımın Faydaları	23
4.5.5	Ekran Tipleri	23
4.5.5.1	Genel Görünüm Ekranları.....	23
4.5.5.2	İşletme Ekranları.....	24
4.5.5.3	Obje ve Nesne Ekranları	24
4.5.5.4	Rapor Ekranları.....	25
4.5.5.5	Arıza ve İhbar Ekranları	26
4.5.6	Manuel Kontrol.....	29
4.5.7	Şifre ile Koruma	29
4.6	Haberleşme	29
4.6.1	Haberleşme Ağı Özellikleri	29
4.6.1.1	Ağ Yapısı	29
4.6.1.2	Ağın Gözetlenmesi	30
4.6.2	Saha ile Haberleşme	30
4.6.3	SCADA Sistemleri Arası Haberleşme.....	31
4.6.4	SCADA'da Veri Kaydı.....	31
4.6.5	İntranet/İnternet Bağlantısı.....	31
4.7	Programlanabilir Elektronik Kontrol Üniteleri (PLC).....	31
4.7.1	Özet.....	31
4.7.2	PLC Programlama Dilleri	32
4.7.3	Merkezi İşlem Birimi.....	32
4.7.4	Giriş/Çıkış Kartları	33
4.7.5	Uzaktan Kumanda	33
4.7.6	PLC'ler ile Otomasyon ve Konvansiyonel Sistemlerin Karşılaştırılması	34
4.8	Scada Sistemlerinde Şebeke Bilgisayarları	35
4.9	Elektrik Panoları	36
4.10	Servis ve Programlama Üniteleri.....	37
4.11	Dökümantasyon	38
5.	PROJE	39
5.1	Projenin Kapsamı.....	39
5.2	Trafo Merkezlerinde Kullanılan Cihazlar.....	40
5.2.1	Orta Gerilim Hücreleri Teçhizatı.....	40
5.2.2	Alçak Gerilim Hücreleri Teçhizatı	41
5.3	Trafo Merkezleri ile İrtibat	43
5.4	Kumanda Merkezi	43
5.4.1	Otomatik Yük Atma	43
5.4.1.1	Yük Atma Senaryosu.....	44
5.4.1.2	Yüklerin Otomatik Olarak Alınması	45
5.4.1.3	Yüklerin PLC Kontrolünde Operatör Tarafından Devreye Alınması.....	45
5.4.2	Merkezi Yazılıma Bilgi Gönderme	46
5.4.3	Raporlama.....	47
5.4.3.1	Alarm Oluşturmak	47
5.4.3.2	Cihaz Listesi	48
5.4.4	SCADA Sisteminin Maliyeti	48
5.4.4.1	Cihaz Temini	48
5.4.4.2	Mühendislik	49

5.4.4.3	Toplam Maliyet	50
5.4.5	Mozaik Panonun İşlevi	50
5.4.5.1	Mozaik Panoda İzleme ve Kumanda	51
5.4.5.2	Mozaik Pano Cihazları Temini	52
5.4.5.3	Mühendislik	53
5.4.5.4	Mozaik Sistem Toplam Maliyeti	53
5.5	Mozaik Panonun SCADA Sistemine Yansıması.....	53
6.	SONUÇLAR.....	57
KAYNAKLAR.....		59
ÖZGEÇMİŞ.....		60



KISALTMA LİSTESİ

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
PLC	Programmable Logic Controller
RAM	Random Access Memory
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Kumanda odası	3
Şekil 3.1 Mimik pano	6
Şekil 3.2 İskeletli pano sistemi	6
Şekil 3.3 Birbirine geçmeli sistem.....	7
Şekil 3.4 Birbirine geçmeli mozaik	7
Şekil 3.5 Cihaz montajında yer açılması ve yerleştirilmesi.....	8
Şekil 3.6 Eğim verilmiş mozaik pano.....	8
Şekil 3.7 İğneli klemens bloğu	9
Şekil 3.8 Mozaik pano klemens bağlantıları	9
Şekil 3.9 Ledli taşlar.....	10
Şekil 3.11 Lambalı şalterler.....	11
Şekil 3.12 Pano arkası bağlantı.....	11
Şekil 3.13 Boş mozaik taşları	12
Şekil 3.14 Sembollü mozaik taşları	12
Şekil 3.15 Mozaik panoda kaydedici.....	13
Şekil 4.1 Bir işletmenin kontrol kademeleri.....	15
Şekil 4.2 Mimik diyagram.....	20
Şekil 4.3 Genel görünüm ekranı	24
Şekil 4.4 Obje ekranı	25
Şekil 4.5 Rapor ekranı	26
Şekil 4.6 Grafik rapor ekranı	26
Şekil 4.7 Arıza Ekranı	27
Şekil 4.8 Fider ihbar ekranı	28
Şekil 4.9 Şebeke bilgisayar.....	36
Şekil 4.10 PLC panosu	37
Şekil 5.1 Tesisin kumanda şeması	39
Şekil 5.2 Tek hat şeması	40
Şekil 5.3 PLC panosu öngörünüş	42
Şekil 5.4 Mozaik Pano	52
Şekil. 5.5 Genel görünüm	54
Şekil 5.6 Orta gerilim hücresi.....	54
Şekil 5.7 Alçak gerilim hücresi	55
Şekil 5.8 Dijital röle anlık bilgi ekranı	56

Şekil 5.9 Şebeke bilgisayarı anlık bilgi ekranı 56



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 6.1 Avantajları ve Dezavantajları.....	58
--	----



ÖNSÖZ

Bu çalışmanın yürütülmesinde tez çalışmasının başlangıcından beri yardımlarını eksik etmeyen sayın Yrd. Doç. Ferit Attar'a, Fen Bilimleri Enstitüsü'ne, uzmanlaşmış olduğu SCADA dalında edindiği bilgileri benimle paylaşan iş arkadaşlarımdan Elektrik Mühendisi Gökhan Güneş'e, yıllarını elektrik sektörüne adanmış ve oluşturmuş olduğu sayısız mozaik pano sistemleri sayesinde edindiği tecrübelerini benimle paylaşan İrfan Bahçıvan Ağabeyim'e, Elektrik Mühendisi Timuçin Tormaç'a ve de bana engin bir kütüphane imkanı sağlayan Siemens A.Ş.'ye teşekkür ederim.



ÖZET

Yurdumuzda ve dünyada sayısı gün geçtikçe artan enerji dağıtım tesisleri, mevcut kumanda ve enerji izleme sistemlerindeki süreçlerde ortaya çıkan zorluklar, bazı değişimleri gündeme getirmiştir. Bu sebeple, günümüz teknolojileri incelenmiş olup tesislerin bugünkü vaziyetleri üzerinde durulurken, konvansiyonel sistemler ve PLC denetimli otomasyon sistemleri karşılaştırılmıştır.

Bir işletmedeki hücreleri izleyen ya da kumanda eden teknikler ve bu daldaki gelişmeler araştırılmış, mozaik ve SCADA sistemleri üzerinde yoğunlaşmış, bir kontrol sistemi kurulurken ya da işletilirken dikkat edilmesi gereken hususlar belirlenmiştir. Genelde göze çarpan bir SCADA sistemine geçiş ve mozaik sisteme bağlılık incelenmiştir.

Örnek bir proje çerçevesinde, üç adet trafo merkezine ait bir tesis kurulmuş, maliyet hesapları yapılmış ve sistem devreye alınmıştır.



ABSTRACT

Increasing number of power plants in Turkey and all over the world and the difficulties which occur in the current control and signalling system, have brought into many challenges. Therefore, while the technologies that are currently used have been examined, the conventional systems and the PLC controlled automation systems have been matched.

In this study, the techniques which control the units in an industrial plant and the developments in this area were searched. In addition, mosaic and SCADA systems were concentrated on and the topics that should have been taken into account while installing and using a control system, were defined. An enormous transition to SCADA system and the tendency to the mosaic system have been investigated.

By using sample of project, a plant which consists of three transformer centres was installed, the cost studied were made and the system was started up.



1. GİRİŞ

Bir tesiste sistemin ana unsurları olan motorlar ve bunlara bağı olan makinaların nasıl ve ne şekilde çalıştıklarını zaman zaman ya da sürekli görmek ve kontrol etmek için o tesiste merkezi kumanda odaları oluşturulmaktadır.

Bu merkezde genellikle o tesisi kontrol altında tutabilecek bir takım kumanda panelleri oluşturulmaktadır. Bu kumanda panelleri üzerinde motorlara çeşitli yollarla kumanda edilebilecek, onları kontrol altında tutabilecek ve zaman zaman bu motorların işlevlerini kontrol edecek bir takım sinyaller ve şalterler monte edilmektedir. Bunlardan hariç olarak o kumanda panelleri üzerinde ayrıca renkli bir takım şekillerden oluşan mimik diyagramlar kullanılmaktadır. Bu mimik diyagramlar o motor ve bağı bulunduğu makinaların nasıl ve ne şekilde çalıştığını, hangi zamanlarda nerede ve nasıl bir arıza olduğunu belirtmek ve takip etmek için düşünülmektedir.

Önceleri herhangi bir metal veya polyester plakaya renkli plexiglas veya folyeler ile yapıştırılmak suretiyle basit bir şekilde yapılmakta olan bu paneller, daha sonraları eloksal alüminyum plakalar üzerine serigraf ile işleme şeklinde yapılmaya başlandı. Ancak, bütün bu şekiller, ilerleyen teknikte yetersiz kaldığından teknik sorumlular değişik şeyler üretmeye yöneltmiştir. 70'li yıllardan itibaren Almanya'da bu mimik panellerin parçalı olarak mozaik dediğimiz taşlar ile yapılmasına başlandı. Ancak bu mozaik parçalar ilk düşünüldüğünde değiştirilmesi zorluklar çıkardığından, daha ince ve daha detaylı mozaik imalatına geçilmiş oldu. Şu anda Almanya, İspanya, Amerika gibi belli başlı ülkeler başta olmak üzere daha bir çok ülkede mozaik sistemler rahatlıkla kullanılmaktadır.

Mozaik sistemin en büyük avantajlarından biri kapaklarının yani şekillerin istenildiği gibi istenildiği zaman rahatlıkla değiştirilebilir olmasıdır. Oysa bu eski yapıştırma sistemlerde mümkün olamamakta idi.

Mozaik sistemi meydana getirebilmek için öncelikle o tesiste kullanmak istediğimiz, daha doğrusu düşündüğümüz çalışma prensibini gösteren şeklin 1:1 ölçekli işletme resminin çıkarılması ve bu resmin ışığında mozaik panel ölçülerinin tespiti ve daha sonra monte edileceği kumanda paneli ölçülerinin çıkarılması zorunludur.

Mozaik taşları dediğimiz kapaklar, bir takım standart ölçülerde imal edilmektedir. Örneğin; 50mm² veya 25mm² veya 25x50mm² gibi tiplerde olmaktadır. En ideal olanı 25mm²'lik bir alana sahip olan mozaik taşlarıdır. Üzerinde şekilleri taşıyan mozaik kapaklar, kataloglarda

belirtildiği tip numaralarına göre ve Őekillerine göre Őeçilmektedir. Bunlar, enternasyonal standartlara uygun olarak hangi firma tarafından üretilirse üretilsin belli normlara göre genelde benzeri tiplerde imal edilmektedir. Seçilen Şekiller ve yollar bize tesiste kullanacağımız mimik diyagramı aşağı yukarı vermektedir; yeter ki kataloglara uygun Őeçim yapılabilsin. Bir mozaik sistemi oluşturmak için öncelikle o mozaik kapaklarının kolaylıkla takılabildiği iskeletin hazırlanması lazımdır. Bu iskelet ve taşlar yani mozaik kapaklar bize o mozaik sistemin Şeklini sunar.

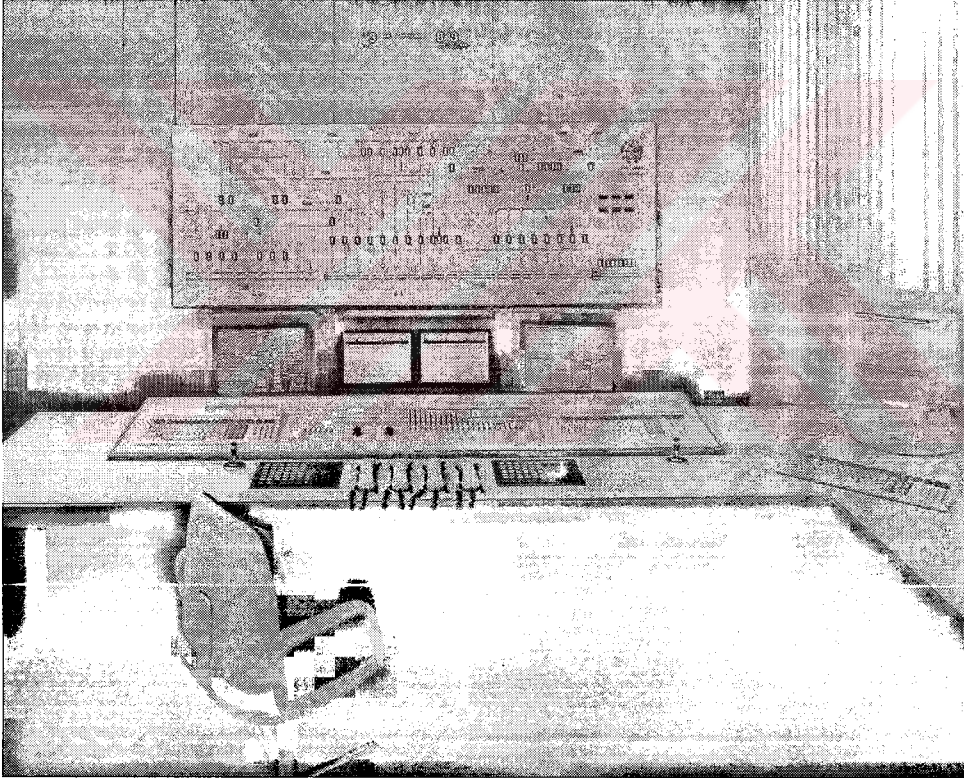
Mozaik sistem daha sonra dünyada 90'lı yılların baŐlarında Türkiye'de ise 94-95 yıllarında yerini SCADA sistemine bırakmaya başlamıştır. Şu anda önemli tesisler ve kuruluŐlar, Scada sistemini oldukça benimsemiŐ olmakla beraber mozaik sistemden de vazgeememektedirler. Bunun sebebi, mozaik sistemin operatörlere değerleri ve arıza sinyallerini çok kısa sürede izleyebilme ve gerekli işlemleri buna göre yapabilme olanağı sağlamasıdır. Ayrıca unutulmaması gereken başka bir husus ta, mozaik sistemin oluşturulmasında hiç bir bilgisayar yazılımı ve programının kullanılmamasıdır. Bu unsur, kullanıcıya ayrıca bir emniyet sağlamaktadır. Sistem sahayla direk bağlıdır, fakat SCADA sistemi yazılımında oluŐacak bir arıza, tüm sistemi etkileyebilir.

Bu alıŐma iki sistemin çalışma prensiplerini incelemekte, avantaj ve dezavantajlarını detaylı bir biçimde sunmakta ve de karŐılaŐtırmaktadır. Yeni ve eski teknolojilerin yalnız başına ve de birlikte kullanılmalarına imkan sağlayan enerji izleme ve kumanda sistemleri, günümüzün vazgeçilemeyen sektörleridir.

2. KUMANDA ODALARI

İnsan ve makina arasındaki sistem, işletme ve haberleşme cihazları arasında en ideal iletişimi sağlamalıdır. Amaç hızlı bir bilgi akışına ulaşmak olduğu üzere, kumanda odaları bu görevi fazlasıyla yerine getirmektedir (Şekil 2.1). Kumanda odasındaki cihazların uygun seçilmesi ve bunların sade ve kolay anlaşılır bir düzende yerleştirilmiş olması gerekmektedir. Bu sayede operatör gerekli kararları çabuk bir şekilde verebilir ve yeri geldiğinde sürece müdahale edebilir.

Konvansiyonel sistemlerde, kumanda odalarında, cihazlar asıl tesisin biçimine göre yerleştirilmiştir. Daha sağlıklı bir sembolik görüntü sağlamak için, cihazlar tesisin farklı bölümlerine ait olacak şekilde gruplandırılmıştır. Bu sayede kullanıcı tesise ait kuşbakışı bir görüntü benzeri bir şekil üzerinde kumanda işlemini uygulama şansını yakalar.



Şekil 2.1 Kumanda odası, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

Kumanda odaları, tesisatın genel bakımı ve herhangi bir arıza anında gerekli olacak servis hizmetinin, hızlı ve sağlıklı bir şekilde tamamlanabilmesi için kolay ulaşılabilir olmalıdır.

Tesisin güvenliği, kumanda odalarının en önemli özelliklerinden biridir. İnsan unsuruna, ergonomiye ve psikolojik faktörlere önem vermeyi ihmal etmeyen kumanda odaları, çok

sağlıklı iş sahaları sunmaktadır. Bu faktörlere örnek vermek gerekirse :

- Görüş alanı, görüş açısı, kumanda panosunun fiziksel büyüklüğü ve erişilebilirliği.
- Kumanda odalarının içindeki aydınlatma, akustik, havalandırma ve hatta kumanda odasının rengi.

2.1 Kullanılan Teçhizat

Kumanda odaları SCADA sistemine ait bilgisayarlar, panolar ya da pultlardan oluşur. Bunları kumanda panosu ve kumanda pultu olarak ta nitelendirebiliriz. Ayrıca sistemin içindeki haberleşmeyi sağlayacak yardımcı düzeneklere de ihtiyaç vardır. Bunlara örnek verirsek :

- Bilgileri anlık izlememizi sağlayan göstergeler ve bu bilgilerin depolanmasını sağlayan kayıt cihazları.
- Sahadaki sistemin aynısının belli bir ölçek dahilinde çizilmiş olan tek hat şemasının sembolik gösterimini sağlayan mimik diyagramlar.
- Panolar ve pultların üzerinde ve içinde bulunan ve kumanda işleminin yerine getirilmesini sağlayan, elle müdahaleye izin veren butonlar, şalterler ve otomatlar. Bunların dışında sinyal alışverişini sağlayan yardımcı röleler.
- Telefon, dahili santral ve de sahadaki elemanlarla iletişimi sağlayan telsiz sistemi.

3. MOZAİK PANO SİSTEMİ

3.1 Amaç

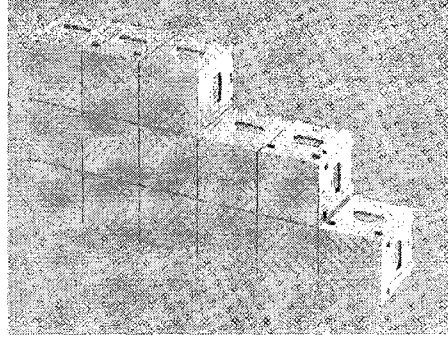
Farklı tesis türleri içinde, çok çeşitli kumanda odalarına ihtiyaç duyulması nedeniyle, farklı kumanda ekipmalarına ait odaların oluşturulması gerekmiştir. Mozaik pano sistemleri de bu odalara uygun sistemlerden biridir. Herhangi bir tesiste, enerji nakil hatlarından başlayıp, en küçük motorlara kadar o enerji tesisinde gerekli izlemeyi yapabilmek için çeşitli kontrol sistemleri oluşturulmuştur. Bu sistemler, maliyetler de göz önünde bulundurularak, değişik firmalarda, değişik figürler oluşturmaktadır. Bunlardan birisi de mozaik sistemdir. Mozaik sistemler değiştirilebilme özelliğinden dolayı kontrol sistemlerinde, pahalı olmasına rağmen, en çok tutulan ve arzu edilen bir sistemdir.

3.2 Kullanılışı

Mozaik sistem, piyano tipi kumanda pultlarından oluşabildiği gibi, serbest dikili tarzdaki panolarda da montajı mümkün olan ve düşünülebilen bir sistemdir. Ülkelere göre değişik yapısal özellikler göstermektedir. Ana madde olarak PVC cinsinden bir malzemedен oluşmakta ve çeşitli ebatlardaki ölçülerde imal edilmektedir. En önemli yanı, üzerine monte edilmiş olan elektriki cihazların veya üzerine adapte edilmiş olan mimik şekillerin istenildiği şekilde değiştirilebilme özelliğine sahip oluşudur. Mozaik sistemler, çeşitli vasıflarda imal edilebilirler. Bunlar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

- a. Bir kasa iskelet ve üzerine geçen kapaklardan oluşan sistem.
- b. Birbirine geçme şeklinde imal edilmiş olan sistem (Şekil 3.4).

Genellikle enerji dalında tercih edilen sistem b şikkındaki sistemdir. Zira, üzerine konulacak olan cihazların ve mimik diagramın daha rahat oluşturulabilmesi bu tür mozaiklerle mümkündür. Herhangi bir şekilde bir mozaik sistem oluşturabilmek için, öncelikle istenilen enerji şeması yapılmalıdır. Şemada kullanılacak olan elektriki cihazlar, sinyaller, butonlar, ölçüm cihazları seçilip, uygunluğu kontrol edilip, şayet arzu ediliyor ise, mozaik sistem üzerine işlenecek bir mimik diagram hazırlanmalıdır. Bütün bu çalışmaları yapabilmek için, hangi ülkenin sistemi seçilmiş ise, o ülkenin mozaik sistemine ait kataloglardan seçim yapmak şarttır. Örneğin hazırlanacak olan ölçekli mimik diagramın renkli olarak bir nüshasının imalatçı firmalara verilmesi gereklidir.



Şekil 3.3 Birbirine geçmeli sistem, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

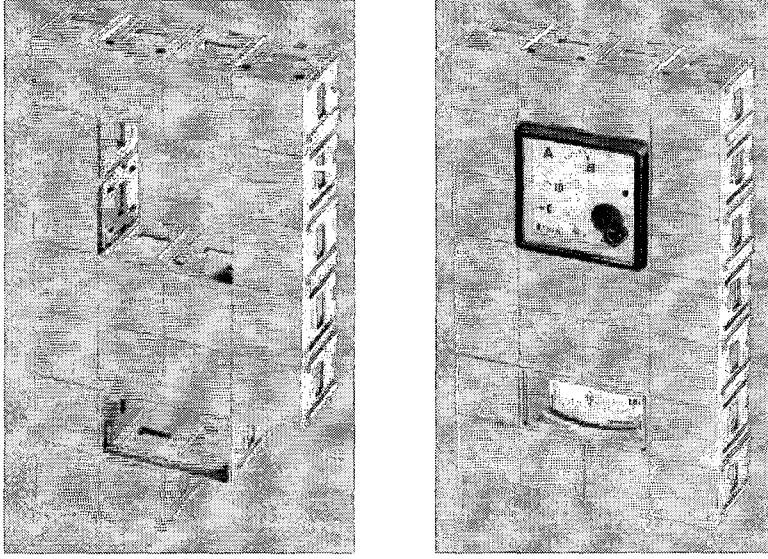


Şekil 3.4 Birbirine geçmeli mozaik, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

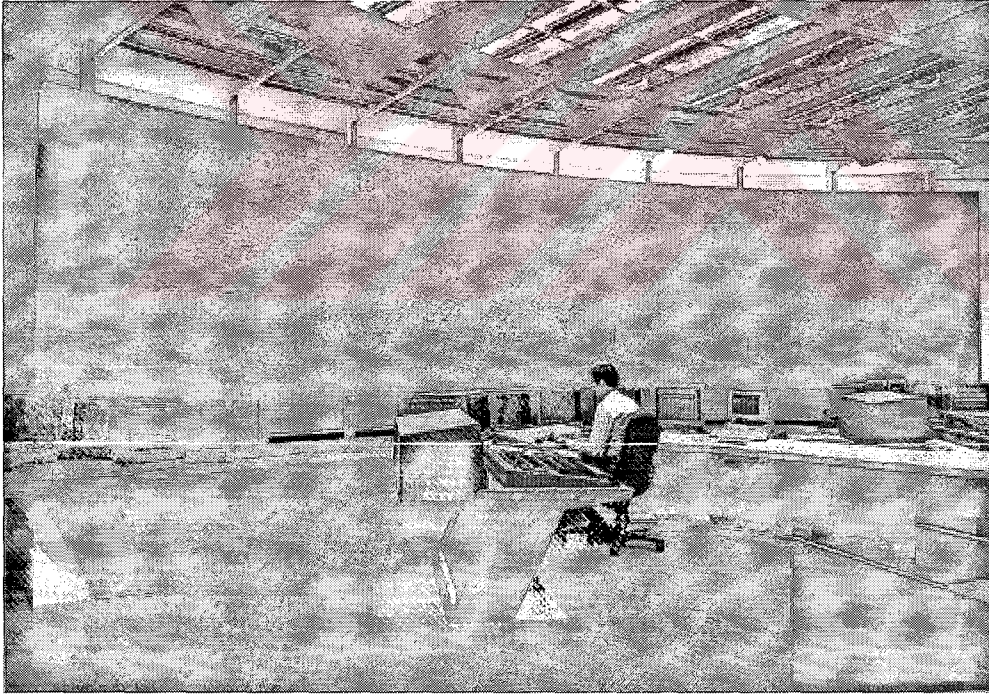
İskeletsiz panolar daha ucuzdur, esnektir ve iskeletli panolara göre daha hafiftir. Dolayısıyla bu tip panolar bu özelliklerinden ötürü depremlere daha dayanıklıdır.

3.2.2 Mozaik Taşların Avantajları

- Mimik diyagram çok ucuz basit bir şekilde oluşturulur. Mimik diyagrama ek yapıma ihtiyaç duyulduğunda ise, sistemde hiçbir kesintiye meydan vermeden bu işlem rahatlıkla yerine getirilir.
- Mimik diyagram oldukça küçük boyutlarda oluşturulabilir. Örneğin mozaik taşların kenarı 19,05 mm olanı bile mevcuttur.
- Herhangi bir boyuttaki kumanda cihazları, kayıt cihazları, ya da göstergeler çok basit bir şekilde direk olarak mozaik panonun içine monte edilir. Burada yapılması gereken tek şey, monte edilecek cihaz boyutunda taşın sökülüp yerine bu cihazın yerleştirilmesidir (Şekil 3.5).
- Mozaik taşlar oldukça ufak ve hafif olduğundan, çok büyük kumanda panoları oluşturmak mümkündür. Aynı zamanda bu panoları bükerek eğim vermek de mümkündür (Şekil.3.6)
- Mozaik taşlar sınırsız kez tekrar kullanılabilmeye uygundur.



Şekil 3.5 Cihaz montajında yer açılması ve yerleştirilmesi, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

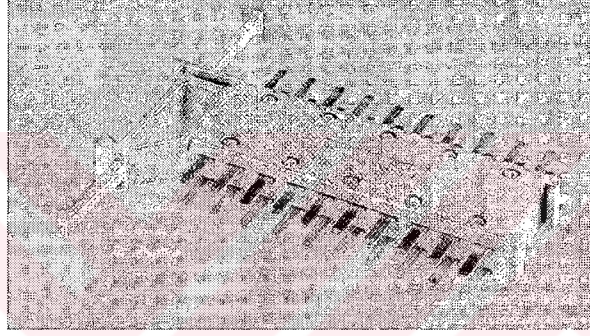


Şekil 3.6 Eğitim verilmiş mozaik pano, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

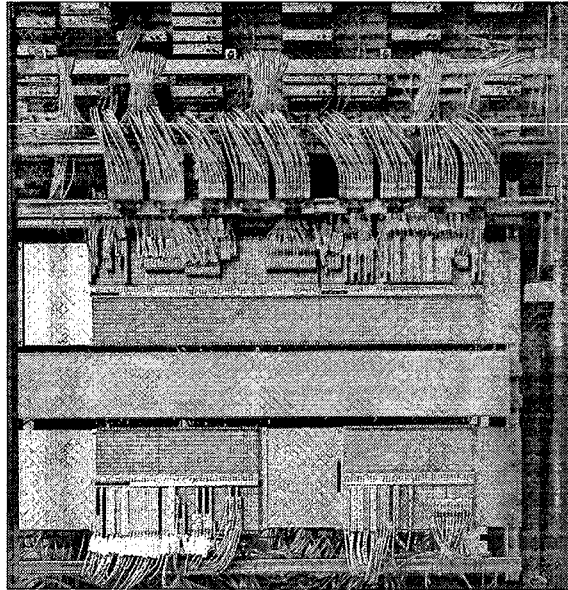
3.3 Mozaik Panolarda Bağlantı

Mozaik panoların klemens blokları 10'lu ya da 20'li olup, panonun arka yüzünde yerleştirilmiş olurlar. Duruma göre altta yatay bir sıra halinde ya da yukarıdan aşağı dizilmiş olabilirler. Bu klemens blokları 10 ya da 20 adet dişten oluşur. Bunlara iğneli klemens bloğu da denebilir.

Dahili cihazların bu dişlere girecek şekilde soketleri bulunmaktadır (Şekil 3.7). Daha sonra bu blok üzerinden harici klemens bloklarına çıkış alınır ve böylece saha ile mozaik pano arasında bilgi alışverişi sağlanır (Şekil 3.8). Örneğin bir ampermetre, mozaik pano klemens bloğu üzerinde bağlanmış olduğu dişlere karşılık gelen harici girişlerden aldığı değerleri göstermektedir.



Şekil 3.7 İğneli klemens bloğu, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

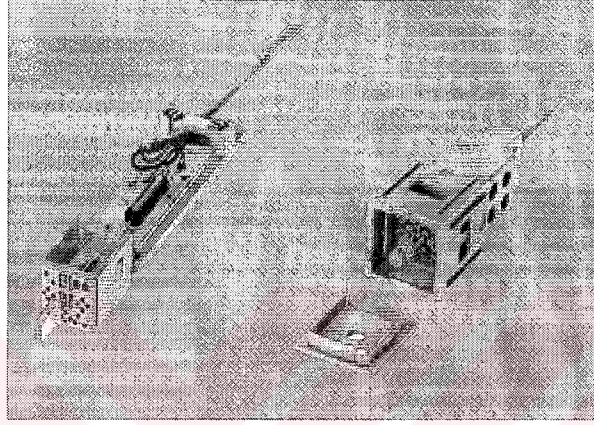


Şekil 3.8 Mozaik pano klemens bağlantıları, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

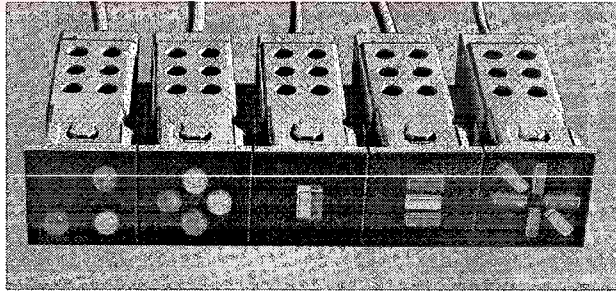
3.4 Mozaik Pano Elemanları

Mozaik pano sistemlerinde kullanılan malzeme oldukça çeşitlidir. Bunlardan bazıları *aktif elemanlar* olarak adlandırılırlar. Örneğin ledler bu elemanlara bir örnektir.

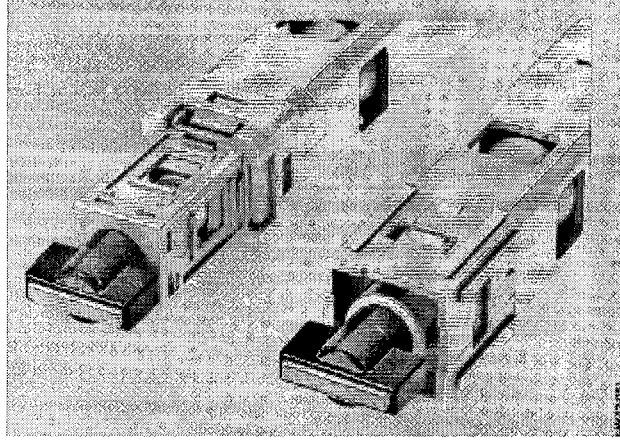
Işıklı taşlarda artık lamba yerine led kullanılmaya başlanmıştır. Çünkü ledler daha az enerji harcar ve daha az ısınır. Ledler yuvarlak, kare ya da üçgen şekillerde üretilmektedir. Işıklı taşlar biraraya geldiklerinde, düz çizgi ya da ok gibi şekiller oluşturabilirler (Şekil 3.9 ve 3.10).



Şekil 3.9 Ledli taşlar, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

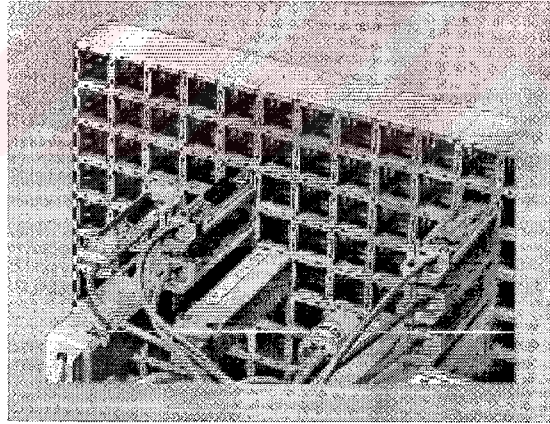


Şekil 3.10 Çok ledli taşlar, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems



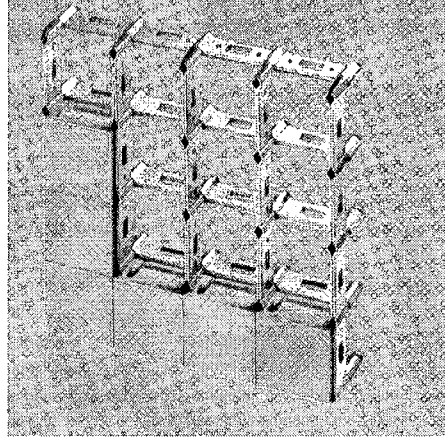
Şekil 3.11 Lambalı şalterler, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989),
Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

Bunların dışında, anahtarlar ve butonlar mevcuttur. Bunlar 60V ya da 230V AC/DC gerilime kadar üretilmektedir (Şekil 3.11). Yine bu cihazların üzerinde de benzeri ışıklandırma mevcuttur. Her taşın kendine ait bir bağlantı kablosu ve klemens bloğuna giden soketi vardır (Şekil 3.12). Açma ve kapama yapan ilgili yardımcı röle ya da kontaktöre bir de ark söndürücü diyot bağlanmış olmalıdır.

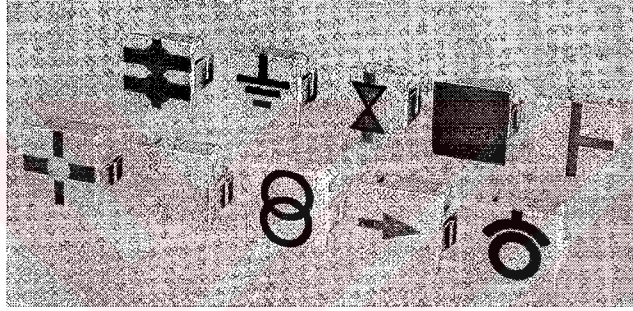


Şekil 3.12 Pano arkası bağlantı, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989),
Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

Aktif elemanların dışında *pasif elemanlar* da mevcuttur. Bunlar boş taşlar (Şekil 3.13) ve sembollü taşlardan (Şekil 3.14) oluşmaktadırlar. Boş taşlar ile boş alanlar oluşturulurken sembollü taşlar yardımıyla bir devrenin şekli ya da herhangi bir resmi, hattı, trafosu, kapasitesi mimik diyagram şeklinde çizilir.



Şekil 3.13 Boş mozaik taşları, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

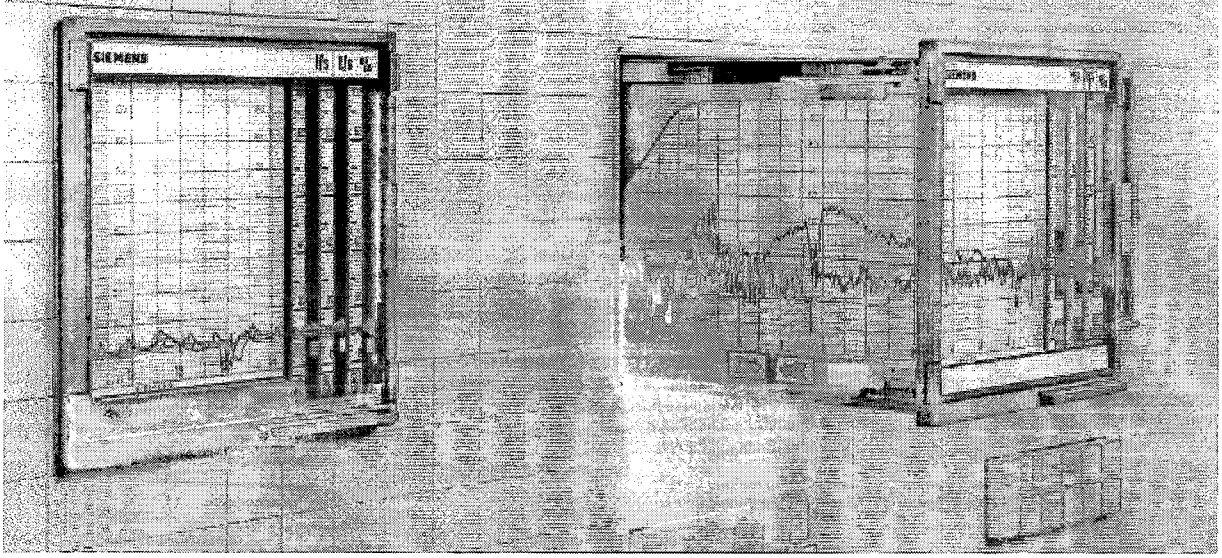


Şekil 3.14 Sembollü mozaik taşları, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

230V AC/DC elemanlarda ise aşırı ısınmayı engellemek için bu sistemlerde lambaların gerilim değerleri artırılmıştır.

3.5 Cihazların Montajı

Birbirine geçmeli sistemde, herhangi bir boyutta bir cihazın mimik diyagrama montajı mümkündür (Şekil 3.15). Cihazın gireceği bölümdeki taşlar çıkarılır ve bu boşluğa bir çerçeve yerleştirilir. Bu cihaz bu çerçeveye yerleştirilir. $25 \times 25 \text{ mm}^2$ taşlardan oluşan bir sistemde örneğin bu cihazın ebatları $24 \times 24 \text{ mm}^2$ ya da $48 \times 96 \text{ mm}^2$ olabilmektedir. İskeletli sistemlerde ise taşların kapakları sökülerek başka kapaklar takılmak suretiyle mimik diyagramda değişiklik yapılabilir.



Şekil 3.15 Mozaik panoda kaydedici, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

3.6 Dikkat Edilmesi Gereken Unsurlar

Mozaik sistemlerde en önemli unsur, kapakların ya da taşların oluşumudur. Bu taşlar, kullanıcıya her zaman o sistemde herhangi bir durumda değişiklik yapabilme kolaylığını sağlamaktadır. Sistem üzerinde neresi değiştirilmek isteniyorsa, oradaki yeterli miktarda taşları, yani kapakları çıkarıp, yerine yenilerini koymak suretiyle, arzulanan değişikliği yapmak mümkündür. Mozaik sistemlerde, taşlar birbirine eklenerek montaj kolaylığı açısından birden fazla bloklar oluşturulup yerinde montaj imkanı vardır. Yurtdışına sipariş edilmiş olan 5-6 m'lik örnek bir sistem, 2-3 blok halinde nakledilip getirilebilmelidir. Bu bloklar, mozaik sistemlere ait iskeletler üzerine monte edilebildiği gibi, mevcut standart pano kapaklarında açılacak oymalar üzerine de monte edilebilir. Mozaik blokların herhangi bir sınırı yoktur. İstenilen ölçüde birbirine eklenerek gerekli sistemler oluşturulabilir. Herhangi bir şekilde oluşturulacak olan mozaik pano üzerindeki o sisteme ait özel elektrikli cihazlar; örneğin $25 \times 25 \text{ mm}^2$ ebatlarında bir taş üzerinde kullanılacak olan bir cihaz, veya $48 \times 48 \text{ mm}^2$, $72 \times 72 \text{ mm}^2$ veya $96 \times 96 \text{ mm}^2$ gibi ölçülerde ölçü cihazları, muhakkak o mozaik sistemin kataloğundan seçilmelidir. Mozaik taşlar üzerinde kullanılan elektrikli cihazların iç bağlantıları için normal klemens veya blok olarak sipariş edilen iğneli klemensler kullanılmaktadır. Genel olarak mozaik sistemde kullanılan elektrikli cihazlar, uzatılmış olarak kendi kablolarıyla, fiş-priz sistemleriyle komple geleceğinden blok klemensler kullanmak zorunluluğu vardır.

Mozaik sistemlerin panolar veya iskeletler üzerine monte ediliş şekline göre genellikle arkadan müdahale mümkün olabilmektedir. Ön kısım, tamamen izleme maksadı ile sabit olarak kalmalıdır. Pano iç kısmında seçilen klemens blokları, enine veya boyuna olarak yeterli sayıda monte edilmeli, blokların her tarafı kablo sayılarına imkan sağlayacak ölçülerle kablo kanalları ile çevrilmelidir. Pano alt kısmında kablo giriş ve çıkışlarına imkan verecek delikli tespit saçları bulunmalıdır. Mozaik üzerindeki elektriki cihazların kablolarının klemeslere irtibatı sırasında gerekli tespit ve askı önlemleri alınmalıdır. Ayrıca pano alt kısmında şemalara uygun topraklama baraları oluşturulmalıdır.

Mozaik sistemlerde yukarıda tarif edildiği şekilde, panoların ön kısmı sabit olacağından müdahale sadece arka taraftan mümkün olacaktır. Bu durumda, genellikle taşlar üzerinde, monte edilmiş durumda bulunan elektriki cihazların önü kapanmamalı, arıza ve bağlantı anında bu cihazlara kolay ulaşabilmek için, kullanacağımız taşıyıcı saçları kesinlikle bu cihazların önünü kapatacak şekilde monte etmemeli, bilhassa klemens blokları dikine olarak mümkün olduğu kadar pano yan taraflarında öngörülmalıdır. Arkadan bakıldığında, mozaik çerçevesi içerisindeki elektriki cihazların rahat ve kolay ulaşılabilir şekilde olması, ideal bir dizayn şeklidir.

Mozaik sistemlerin monte edildikleri iskelet veya panolar, diğer standart panolarda olduğu gibi oyması yapılmış zeminler üzerine veya yükseltilmiş özel döşemeler üzerine yerleştirilir. Bu sistemler, merkezi kumanda panosu olarak kullanıldığında, bulunduğu odanın durumuna göre dairesel olarak belirli bir açıda döndürülerek de imal edilebilir.

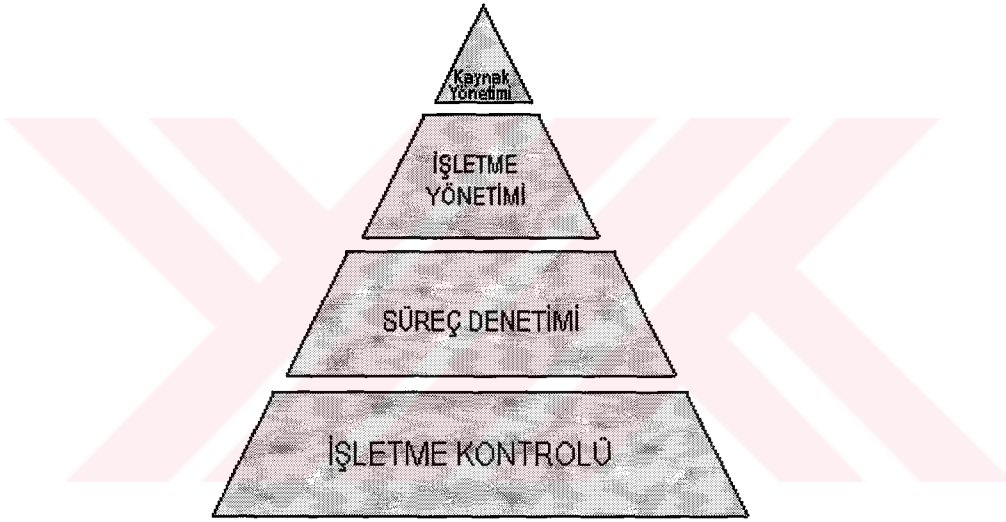
Bilinmesi gereken, mozaik sistemler kumanda ve kontrol amaçlı olarak, modern sistemlerde mimikli olarak her ne kadar bilgisayarlar vasıtası ile yapılıyor ise de bazı tesisler mozaik sistemi, yukarıda bahsettiğimiz şekilde, panolu ve şekilli olarak talep etmektedirler.

4. SCADA

4.1 Genel Tanımlar

Kapsamlı ve entegre bir “Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi” (Supervisory Control and Data Acquisition) kontrol sistemi sayesinde, bir tesise veya işletmeye ait tüm ekipmanların kontrolünden üretim planlamasına, çevre kontrol ünitelerinden yardımcı işletmelere kadar tüm birimlerin otomatik kontrollü gözetilmesi sağlanabilir.

Bu tür sistemler kademeli işleme özelliklerinden dolayı değişik işletmelerin tüm kontrol ihtiyaçlarını kademeli olarak gerçekleştirmelerine imkan verir. Bu kademeler Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1 Bir işletmenin kontrol kademeleri

4.1.1 İşletme Kaynak Yönetimi Kademesi

İşletmenin üretim için gerekli kaynakların planlandığı bu kademe, üretim ve hizmet politikalarını destekleyecek kararlar alınır ve uygulanır. Hizmet ve üretim yönetimi departmanları ile diğer departmanlar arasındaki işbirliği gerçekleştirilir. Bu kademe, organizasyon piramidinin tepesini oluşturur. Entegre bir SCADA kontrol sisteminin bu kademe en alt kademedeki gelen verileri değerlendirilerek işletmelerin stratejileri geliştirilir, politikalar saptanır ve işletme ile ilgili önemli kararlar alınır.

4.1.2 İşletme Yönetim Kademesi

İşletmelerde veya tesislerde bulunan bölümler arası işbirliği bu düzeyde sağlanır. İşletme yönetim katmanında bir önceki seviyede saptanmış stratejilere uygun kararlar oluşturulur ve işler sırası ile yürütülür. Bu kademe daha çok bir işletme müdürlüğü işlevini üstlenir.

4.1.3 Süreç Denetim Kademesi

Süreç denetim kademesi ile izleme ve veri toplama fonksiyonlarının gerçekleştirilmesiyle tesisler ve makineler arası eş-zamanlılık sağlanması amaçlanır. Bu kademe, genellikle merkezi kontrol ve kumanda odası bünyesindeki kontrol cihazları ve SCADA yazılımlarını içerir.

4.1.4 İşletme Kontrol Kademesi

Otomasyon piramidinin sonuncu kademesi, işletmelerin fiziksel kontrollerinin yapıldığı kademe olarak tanımlanabilir. Burada, mekanik ve elektronik aygıtlar arabirimlerle bağlanarak işletme fonksiyonlarını yürütürler. Denetim komutları bu düzeyde tesisin çalışmasını sağlayan elektriksel sinyallere ve makina hareketlerine dönüşür, bu dönüşümler elektronik algılayıcılar aracılığıyla toplanır. Toplanan veriler elektrik işaretlerine çevrilerek SCADA sistemine aktarılır. Tahrik motorları, vanalar, lambalar, hız ölçüm cihazları, sıcaklık, kuvvet ve moment elektronik algılayıcıları burada bulunur. SCADA sisteminden verilen komutlar, bu kademedede, elektrik işaretlerine çevrilerek, gerçek dünyada istenen hareketlerin oluşması sağlanır (vanaların açılıp kapanması, ısıtıcıların çalıştırılıp durdurulması gibi).

4.2 İşletme Yönetimi ve SCADA Sistemi

İşletme bir bütün olduğuna göre yönetim fonksiyonlarının başarıyla gerçekleştirilebilmesi için kademeler arası koordinasyonun sağlanması gerekmektedir. SCADA sistemi, bir üretimin verimli yapılmasıyla ilgili her türlü kaynağı bir arada değerlendiren, simülatör özelliği taşıyan, yönetim bilişim sistemi altyapısını barındıran bir planlama aracı olarak düşünülebilir. Üretim denetimi fonksiyonunun hedefleri şunlardır :

- İş emri alıştırılmalarının mümkün olduğunca iyi bir şekilde tutturulması,
- Ürünlerin veya hizmetlerin olabilecek en kısa sürede üretilmesi,
- Süreç içi envanterin miktar ve süre olarak minimumda tutulması,
- Üretim hücre ve makinelerin dengeli yüklenmesi,
- Üretimin maliyet ve kalite düzeyi yönünden en uygun aletlerle yapılmasıdır.

Aynı zamanda bir bilgi iletişim ağı olan SCADA sistemlerinin birincil fonksiyonu, belirlenen hedefleri tutturacak üretim denetimi ve süreçleri izleme etkinliklerinin başarıyla gerçekleşmesi ve buna katkıda bulunmasıdır. Burada etkin bir bilgisayar teknolojisinin veri toplama sistemiyle iletişimli ve gerçek-zamanlı olarak gerçekleştirilmesi şarttır. Günümüzde, bilgisayar teknolojisinin basit yazılım modülleri sayesinde bölümler arasında gerçek-zamanlı ilişki imkanları ayrıca kılınabilmektedir.

4.3 Modern Kontrol Sistemlerinin Yapısı

Modern ve kademelendirilebilen bir kontrol sistemi, fonksiyonel ve yapısal entegrasyona imkan verecek şekilde modüler, esnek ve dağıtılmış bir kontrol şeklini sağlamalıdır.

Fonksiyonel entegrasyon; sistemin kontrol edeceği işletmeye ait lojik ve denetleme işlevlerini kapsamaktadır. Bu entegrasyon komple bir tesisin ardışık veya sürekli işleyişini uyumlu bir şekilde sağlama yeteneğine sahip olacaktır.

Yapısal entegrasyon ise, işletmenin en küçük kontrol birimlerinden merkezi kumanda odalarının ileri operatör istasyonlarında ve çevre gözetleme birimlerine kadar genişletilebilen ve entegre edilebilen bir sistem olma özelliğini taşır. Modern kontrol sistemlerinin yapısı artık çok güçlü bir SCADA yazılım paketi çevresinde kullanılmaktadır. Bir çok bilgisayar veya iş istasyonuna yüklenen bu paket vasıtası ile, kontrol edilecek tesisin komple işletimi, tesiste dağıtılmış bulunan saha cihazları, enstrüman ve programlanabilir elektronik kontrol ünitelerinde sürekli olarak biriken veriler elde edilerek, denetim imkanına sahip olunmaktadır.

4.3.1 Merkezi Kumanda Odası

Entegre bir SCADA sisteminde merkezi kumanda odası, bilgisayar ağı, bilgisayar destekli SCADA paket uygulamaları, insan-makina iletişimi için bilgisayarlar, işletme fonksiyonlarını yerine getirecek yazılımlar, yazıcılar ve destek donanımlarından oluşur.

4.3.2 Haberleşme Sistemi

Bu sistem, programlanabilir elektronik kontrol üniteleri seviyesinden kumanda odası seviyesine, çeşitli yardımcı işletmelerin kontrol ünitelerinden işletme ve yönetim seviyesine kadar tüm veri ve bilgileri iletecek bir yapıdadır.

4.3.3 Programlanabilir Elektronik Kontrol Üniteleri

Kontrol alt birimlerine, işletme ünitelerine, çalışma sahasına ait saha cihaz ve enstrümanlarına bağlanarak gerekli veri alışverişini sağlarlar. Bu üniteler ya da diğer bir adıyla PLC'ler aynı zamanda elektronik ve elektrikli kilitleme, koruma ve benzeri ekipmanlarla bağlanarak motor kontrol merkezine entegre edilmektedir. Programlanabilir kontrol üniteleri, biriken bilgi ve veriler bir yandan SCADA sistemine iletirken bir yandan da işletme fonksiyonlarını yerine getirmek için yazılım programı gereğince, lojik ve denetim kontrolünü sağlamaktadırlar.

İşletmeye ait verilerin tamamı, kontrol panolarına yerleştirilmiş programlanabilir kontrolörlerde işlenmektedir. Bu kontrol üniteleri, lojik ve denetimsel kontrol için bir "bilgi işlem modülü" olarak görev yapabildiğinden dolayı, birer "endüstriyel bilgisayar" olarak da kullanılmaktadırlar. Böylece kontrol panolarının her biri işletmenin bir bölümünün kontrolü ile ilgili tüm fonksiyonları yerine getirebilmektedir.

Öte yandan, işletmenin otomatik kontrolü operatörler bilgisayarlarda veya iş istasyonlarında, bazı parametreleri değiştirebilecek veya sürekli taranan kontrol sisteminin olgu verileri listelerini işleyebileceklerdir.

Entegre SCADA sistemini oluşturan bu alt sistemlerin ağırlıkları, çeşitli uygulamalara göre farklı olacağı bir gerçektir. Yine de sistemin planlanma ve yönetim kısmı tüm sistemin yaklaşık %30 ile %50'sini oluşturmaktadır.

4.4 Sistemin Planlanması

Değişik fabrika veya işletmeler için bir kontrol sistemi tasarlanırken genellikle iki ana prensip göz önüne alınır. Bunlar şöyle sıralanabilmektedir :

Modüler Yapı

Ana veya yardımcı tesisleri kontrol eden sistemin üniteleri iç içe olmalarına rağmen, fiziksel olarak ayırt edilebilmeli ve bu bazda tanımlanmalıdır. Sistemin yapısı alt üst kademe bazındaki alt yapının mimarisi ile herhangi bir zamanda ihtiyaç duyulan genişletmeye imkan vermelidir.

Uygulama Esnekliği

Sistem, gerekli programlanabilir kontrol ünitelerinin ve SCADA paketlerinin tamamını kullanabilme esneklik ve alternatifini ihtiva etmelidir. Kontrol sisteminin yapılması, aynı zamanda işletme organizasyonunu ve yönetim stratejisinin bir yansıması olmalıdır. Bu iki ana

prensip ışığında, kontrol sisteminin uygulaması planlanırken, işletme yönetimi dört basit esası birleştirmelidir. Bu esaslar :

- İşletmenin kontrol performansına uygun alt yapının mimarisi seçilmelidir.
- Yönetimin talepleri, tüm işletmede mevcut kontrol konfigürasyonunu standartlaştırmaya doğru yönlendirecek şekilde olmalıdır.
- Kullanılacak ekipman, birden fazla üreticiden temin edilebilmelidir. Böylece işletme yönetimine, projelerde kullanılacak ekipman ve yazılım paketlerinin seçiminde kararlılık ve bağımsızlık imkanı sağlanacaktır.
- Mekanik konstrüksiyon ve saha cihazları esnek olmayıp sabittirler. Sadece, devreye alma esnasında değişikliklere ve gerekli ayarlara imkan verir ve daha sonra kolay kolay değiştirilemezler. Kontrol sisteminde ise, esnek uygulama yazılımları yüklendikten sonra, devamlı düzenlemeler gerekebilir. Tüm sistem oturuncaya kadar geliştirme ihtiyacı doğabilir. Kısaca kontrol sisteminin kurulması, devreye alınması ve geliştirilmesi daha uzun bir zaman almaktadır. Bunlar göz önüne alınarak, kontrol sistemlerinin yerli olarak kurulması veya en azından devreye alınması daha uygun olacaktır. Bu sayede otomasyon projesi düşük maliyetli olacak, satış sonrası hizmet ve bakım konuları daha hızlı sonuçlanacaktır.

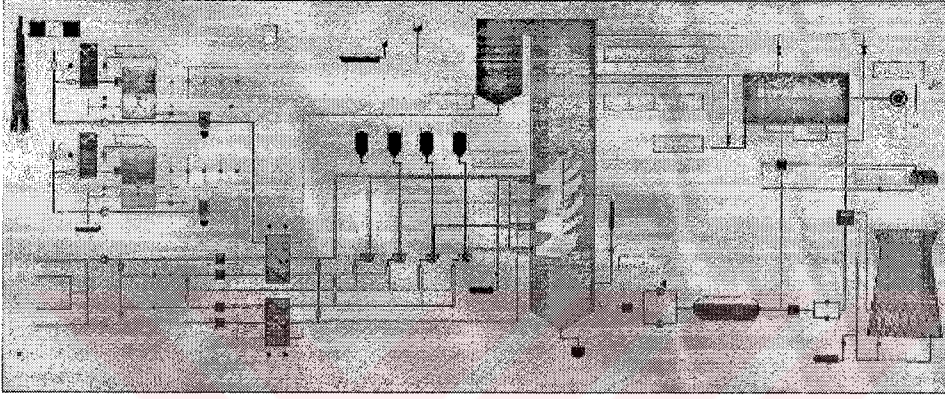
Özet olarak, kontrol sistemlerinin planlanması esnasında proje, işletme ve hatta bakım personeli tarafından birçok faktörün göz önünde tutulması gereklidir. Böyle bir planlamanın tabii sonucu olarak da güvenilir, açık, dengeli ve kolay kullanılabilir, genişlemeye ve müdahalelere imkan verecek bir sistem oluşacaktır.

4.5 Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi (SCADA)

4.5.1 Özet

Bugünün veri toplama ve kontrol sistem kullanıcıları, gereksinimleri için güçlü, esnek, kolay uygulanabilir ve aynı zamanda pahalı olmayan çözümler aramaktadırlar. Veri tabanlı kontrol ve gözetleme sistemi; endüstriyel bilgisayarlar ve iş istasyonları için tasarlanmış bir gerçek-zamanlı, çok-görevli yazılım paketi olup, birçok uygulamanın gereksinimlerini karşılamaktadır. Yüksek düzey operatör iş istasyonları veya bilgisayarlara uygulanacak SCADA paketleri, haberleşme sistemi vasıtasıyla, kumanda panolarına yerleştirilmiş programlanabilir elektronik kontrol ünitelerine bağlanmakta ve işletmenin kontrolü için gerekli veri, bilgi ve komut alışverişini yapabilmektedir. Kuşkusuz, SCADA sistemi operatörler için ileri düzeyde kontrol ve gözetleme özellikleri sağlamalıdır. Genel olarak SCADA sistemi, uygulamada şu imkanları sağlayabilir :

- Kullanıcı tarafından tanımlanmış işletmeye ait mimik diyagramlar (Şekil 4.2) veya mimik ekranlarda kullanılacak nesnelere vasıtasıyla işletmenin takibi (seviye, sıcaklık, basınç, dijital sinyaller, vana ve motor durumları, sistem durumu v.b.)
- Reçete ekranları vasıtasıyla, üretim reçetelerinin girilmesi ve işleyen reçeteler hakkında operatörün bilgilendirilmesi
- Parametre ekranları vasıtasıyla, sistem için gerekli olan parametrelerin girilmesi (alt ve üst alarm değerleri)
- Anlık veya periyodik raporların alınması
- Otomatik çalışan sisteme, SCADA ekranlarından manuel müdahale yapılabilmesi
- Alarm ve durumların gösterilmesi ve yazıcıya ve/veya veri tabanına kayıt edilmesi



Şekil 4.2 Mimik diyagram, Kaynak: Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems

Standart SCADA paketleri, kontrol sistemlerine entegre olurken, uygulanabilir kod ve dokümantasyon özelliklerine sahip olmak zorundadır. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir :

- Gerçek-zamanlı nüve
- Uygulama editörü
- Dağınık mimarisi
- Farklı veri tiplerini destekleme
- Bir çok cihaz ile haberleşebilme
- Farklı operatör girişi ve şifreleme
- Dağıtılmış alarm yönetimi
- Rapor üretimi
- İnternet/İntranet desteği
- Kullanıcı haberleşme arabirimlerini ve SCADA modüllerini yazabilme yeteneği

4.5.2 SCADA Sisteminde İletişim

Scada paketinin bir modülü olan harici cihaz arabirimi, kontrol sisteminde fiziksel olarak yayılmış tüm çevre birimlerinin SCADA ile iletişimini sağlar. İşletmenin otomatik kontrolü veya gözetilmesi için gerekli olan dinamik bilgileri kontrol eder ve güncelleştirir. SCADA

uygulama programı, dinamik veri değişimini kullanarak, Windows 95 , Windows 98 ya da Windows NT altında çalışan programlar ile gerekli tüm bilgi alışverişini sağlamaya imkan tanır.

SCADA paketi, Windows 95 , Windows 98 ya da Windows NT veya bilinen güçlü, gerçek-zamanlı çok işlemli, insan makina iletişimi ve “Windows” özelliği taşıyan yazılımlara dayandırılmalıdır. Böyle bir sistemin kullanım kolaylığına ek olarak, işletmenin tüm işlem ve çalışmalarını bir çok ekranda görebilme olanağını da sağlamaktadır.

SCADA paketleri, aynı anda bir çok farklı programlanabilen elektronik kontrol ünitesinin sürücü ve protokolüne destek verebilmelidir. Bazı paketlerin, tek çevrim denetleyicisi, uzak terminal üniteleri, programlanabilir elektronik üniteleri ve çeşitli tipte kontrol üniteleri için 100’den fazla farklı imalat protokolü olan kütüphaneleri mevcuttur.

SCADA paketinin bir çok işletim sistemi üzerinde çalışması gerektiği gibi aynı anda birden fazla çok bilinen güçlü haberleşme ağ veri tiplerini desteklemelidir. Oracle, Dbase, Sysbase gibi veri tipleri ile alışverişi yapabilmesi, SCADA’nın işletmedeki diğer sistemlerle entegrasyonunu da kolayca sağlar.

4.5.3 Gerçek-zamanlı Veri ve İhbar İşleme

Günümüzün SCADA paketleri, aşağıdaki konularla ilgili tüm gerçek-zamanlı verilerini işleyebilmektedir:

- Analog girişleriyle, lineer ve karakk mühendislik üniteleri evrimleri
- Analog ıkışlar
- Dijital girişler ve ıkışlar
- Darbe bazında faktör üniteleriyle ayarlı ölçümler, dahili olarak saatlik, günlük, aylık ve yıllık aralıklarla hesaplanır.

4.5.4 Merkezi Yazılım

Kumanda odalarında, merkezi bir sistem sayesinde kumanda ve izleme işlemini gerçekleştirebilmemiz için gerekli olan bilgisayar sistemine kurulması gereken bir de yazılıma ihtiyaımız vardır.

Bu yazılım, izleme ve kumanda fonksiyonları grafik tabanlıdır. Kullanıcı ile bilgisayar arasındaki iletişim, menüler, ikonlar ve fare yardımıyla gerçekleştirilecektir ve bu sistemin ğrenilebilirliği oldukça basit olmalıdır.

Sistem, operatörün yapabileceği hatalara izin vermemekte, sisteme kullanıcı tarafından girilen alarm sınır değerleri gibi değerlerin geçerliliği kontrol edilmektedir. Alarm sınır değerleri operatör tarafından kolaylıkla değiştirilebilir. Alt istasyonlardan gelen bilgiler kısa sürede kullanıcıya yansır ve kullanıcının verdiği komutlar hızlı bir şekilde gerçekleştirilir. Merkez, ayarlanabilir sıklıkta alt istasyonları tarar ve gönderilen değerleri okur. Gelen ihbarların, açmaların sıklıklarını kapsayan istatistik bilgileri ve kesinti süreleri gibi veriler saklanır ve raporlanır.

Operatör, kesici açma ve kapama gibi komutları merkezden gönderebilmektedir. Kritik operatör eylemleri şifre ile korunmaktadır.

İstasyonlarda meydana gelen arızalar geldikleri ve gittikleri saat ve tarih ile birlikte ekranda görülebilir ve yazıcıdan çıktı alınabilir. Alarmlar ve operatör eylemleri saklanabilir ve istendiğinde yazıcıdan dökülebilir. İstasyonlardan alınan akım, gerilim, güç gibi ölçüm değerleri her saat başı kaydedilir ve gün sonunda raporlanır.

Merkez yazılımı ileride meydana gelebilecek genişletmelere ve eklere açık yapıda olacaktır.

4.5.4.1 Örnek Yazılım WinPM

WinPM yazılımı, elektrik dağıtım sisteminin izlenip kumanda edilmesi için kullanılan Windows tabanlı bir pakettir. Teknik veya ticari konumdaki bir çok kişinin, arıza oluşmadan önceden uyarma, enerji kalitesi raporları, koruyucu bakım planlaması, maliyet dağılımı, ve şirket içi enerji planlarının yapılması gibi bir çok bilgiye ulaşabileceği bir yazılımdır.

WinPM yazılımının izleme ve analiz etme özelliklerini şöyle sıralayabiliriz:

- Enerji sisteminizin tek hat şeması üzerinde, sistemin gerçek zamanlı verilerini takip ederek hangi verilerin ne şekilde takip edilmesi isteniyorsa o şekilde bilgisayara gelmesi sağlanabilmektedir.
- Sistemde haberleşme yeteneği olan herhangi bir elektrik cihazıyla ilgili minimum/maksimum değerler takip edilebilir.
- Herhangi bir akım veya gerilim gibi büyüklüğü ile ilgili alarm eşikleri tanımlanarak, bu alarmlar bilgisayarın ekranında gösterilebilir, sesli uyarı yaptırabilir, hatta modem bağlantısı üzerinden çağrı cihazına mesaj gönderilebilir.
- Sistemde hangi operatörün ne zaman giriş yaptığından hangi alarmların kabul edildiğine kadar detaylı bilgi saklamak mümkündür.
- Gerilim veya akım dalga şekli tutularak enerji kalitesinin analizi yapılabilir. Bu sayede cihazlarınıza zarar vermesi muhtemel harmoniklerin, ani geçici olayların takip edilmesi mümkün olur.
- Sahadaki cihazlardan alınan ölçüm bilgileri kullanıcı tarafından belirlenen sıklıkla kaydedilir.

- Arıza nedeniyle oluşan bütün açmalar, arıza tipi, zamanı ve o andaki elektriksel veriler kaydedilmiş bir şekilde izlenebilir.

4.5.4.2 WinPM İçin Gerekli Donanım

WinPM 5.0 yazılımının çalıştırılabilmesi için aşağıdaki özelliklere sahip bir kişisel bilgisayar gerekmektedir.

- Microsoft Windows 95, Windows 98 veya Windows NT 4.0
- Windows 95/98 için 32 MB RAM, Windows NT 4.0 için 64 MB RAM
- Sabit diskte en az 40 MB lık boş alan
- CD ROM sürücüsü
- Windows'u destekleyen fare
- Seri haberleşme çıkışı veya dahili modem.

Tüm bunlardan başka, herhangi bir kesintide sistemin çalışmasının devamının sağlanabilmesi amacı ile bilgisayara kesintisiz güç kaynağı bağlanması önerilmektedir.

4.5.4.3 Yazılımın Faydaları

- Enerji sisteminizle ilgili problemleri izleyerek, şalterlerin devreden çıkması engellenerek pahalıya mal olan arızalar giderilebilir.
- Sisteminizde en çok enerjiyi çeken bölgelerin tespiti yapılarak kW demand değerlerinin düşürülmesi sağlanabilir.
- Hangi bölümün ne kadar enerji harcadığı ölçülerek, kişiye göre veya metre kareye göre değil gerçek tüketime göre masraf dağılımı sağlanabilir.
- Elektrik dağıtım sisteminde kullanılan cihazların optimizasyonu sağlanır.
- Enerji kalitesinin analizi mümkün olabilir. Bu sayede sisteme zarar verebilecek olan harmoniklerden veya diğer ani olaylardan haberdar olarak önlem alınabilir.

4.5.5 Ekran Tipleri

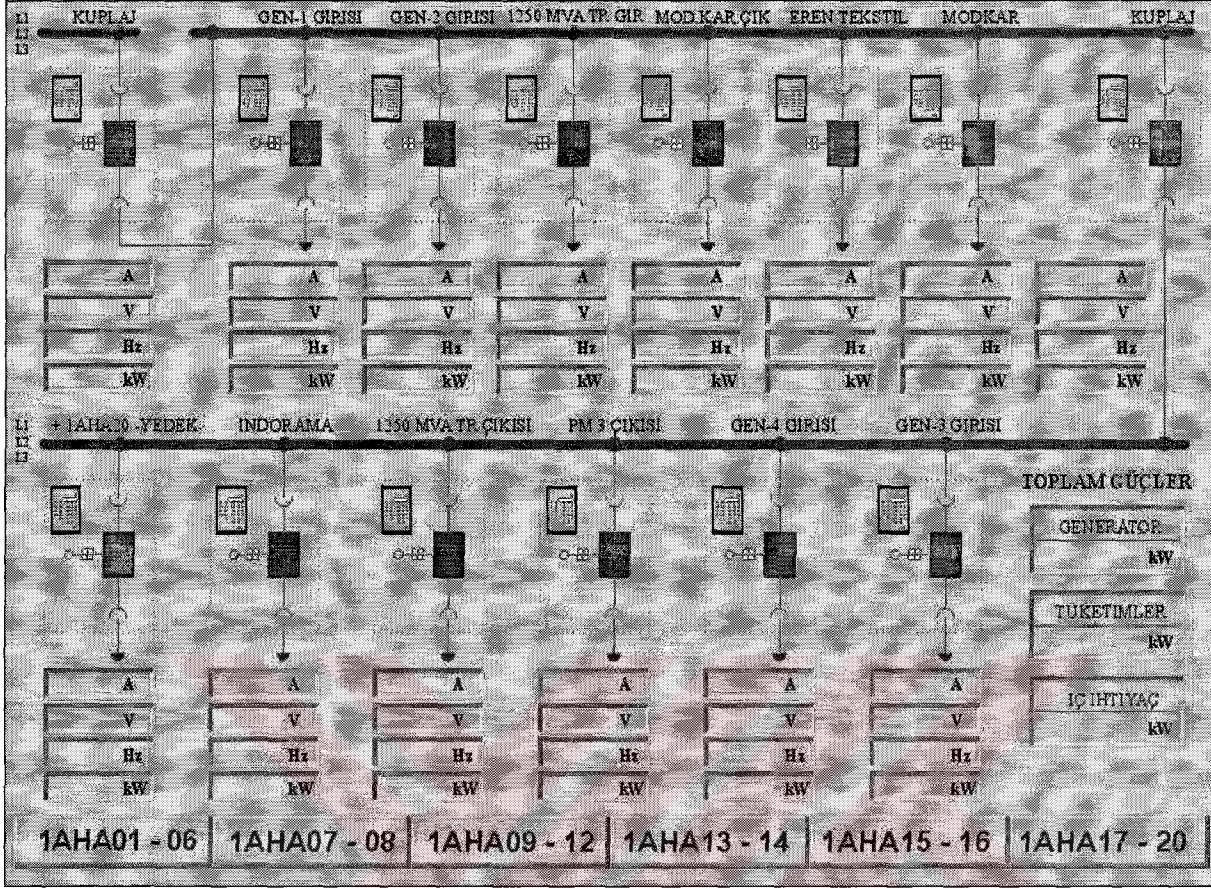
SCADA paketi insan-makina iletişimini sağlarken; kontrol sisteminin ve işletmenin değişik durum ve hallerini, farklı ekran tipleri ile görebilme imkanı sağlar.

SCADA paketi, aynı anda birkaç ekranı izleyebilme imkanını sağlamalıdır. Mimik ekranlarının boyutları ayarlanarak izlenebilmelidir. Örneğin operatör, proses analog ölçümlerinin güncel değerlerini mimik ekrandan izlerken oluşturdukları eğriyi de aynı anda ekrandan izleyebilir.

4.5.5.1 Genel Görünüm Ekranları

Bu ekranlarda, objeler ve nesnelere, işletme veya proses bölümlerine bağlı olarak gruplar

halinde ekranlara getirilir. Detaylara girmeden genel durum görüntülenir (Şekil 4.3).



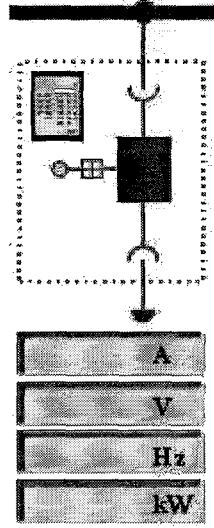
Şekil 4.3 Genel görünüm ekranı

4.5.5.2 İşletme Ekranları

Bu ekranlar, kontrol sistemleri terminolojisinde “Mimik” ekranlar olarak adlandırılır. Tümüyle ardışık işlemler, ölçüm noktaları ile tanımlanmış ve belirli uygulamalara yönelik olarak dinamik noktaların (motor, vana, ölçü noktası, v.b.) ve çalışan işletme bölümlerinin durumlarının izlendiği ekranlardır. Bu ekranlarda işletmedeki bölümler sembolik resimlerle gösterildiği gibi, noktaların renk değişiklikleri veya hareketlendirilerek gösterilir.

4.5.5.3 Obje ve Nesne Ekranları

Mimik ekranlarda gösterilen dinamik noktaların detaylarının gösterildiği arka plandaki ekranın üzerinde beliren küçük ekrancıklardır (Şekil 4.4). Vana, sıcaklık algılayıcıları gibi tekil nesnelere hakkında mevcut olan tüm bilgileri ekrana yansıtırlar. Bazı ekranlar ürün özelliklerini gösterirken bazıları parametre girmekte kullanılırlar.

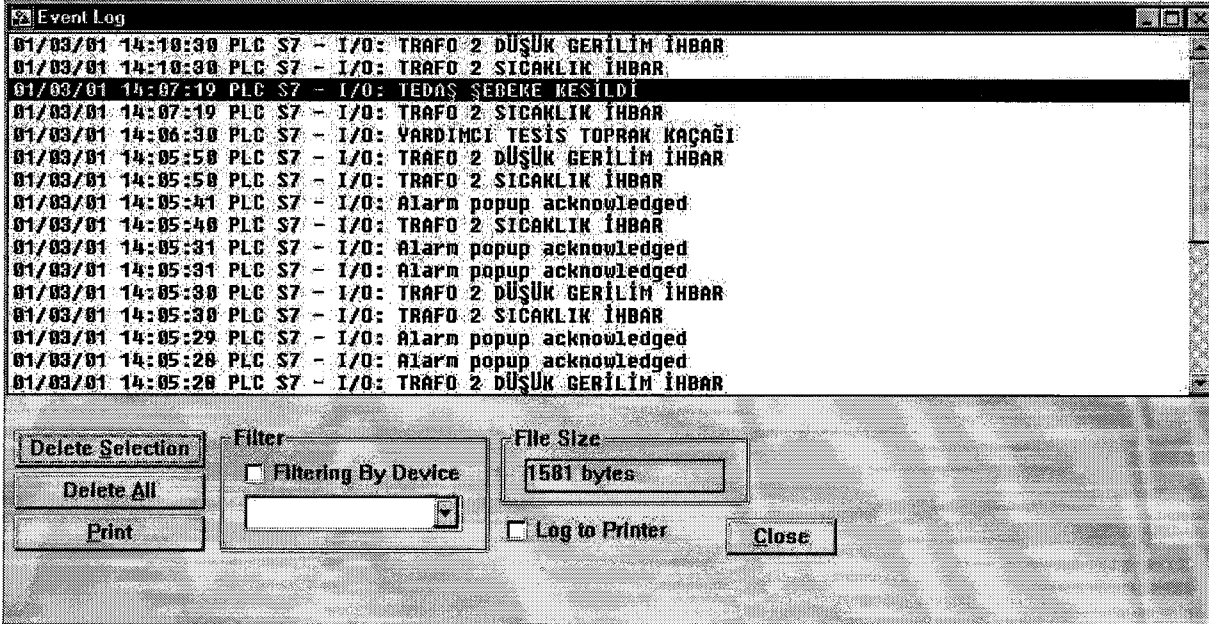


Şekil 4.4 Obje ekranı

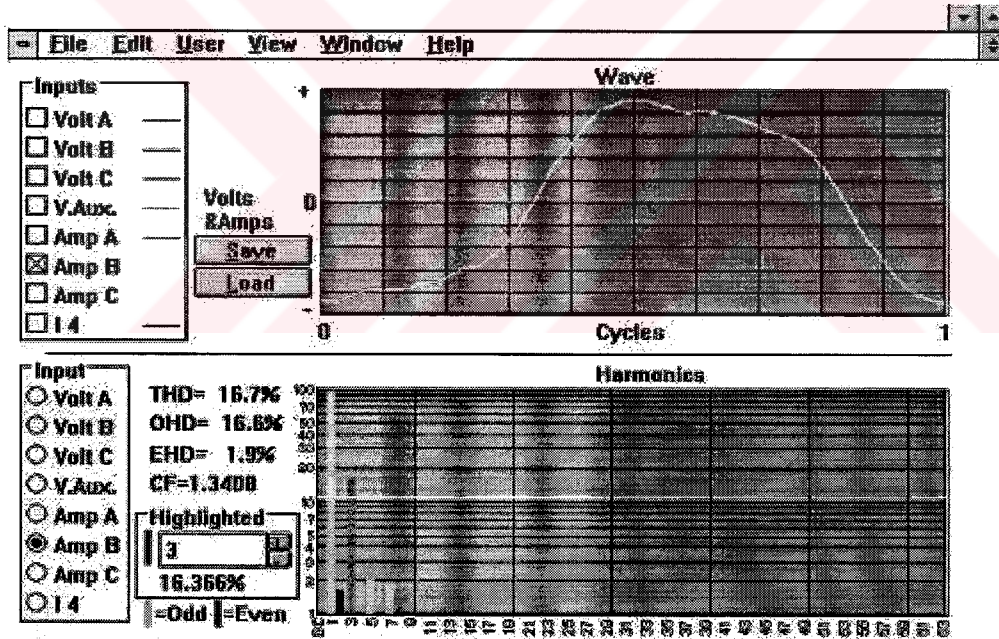
4.5.5.4 Rapor Ekranları

İşletmeye ait bilgi ve verileri tablolar şeklinde gösteren ekranlarıdır (Şekil 4.5). İşletmenin belirlediği ve işletme açısından önemli olan veriler belirlenen bir veri tabanı formatında sabit diske veya sisteme bağlı bir veri sunucuya kayıt edilirler. Operatör bu verileri istediği andan veya periyodik olarak ekrana, yazıcıya ve sabit diske raporlanırlar. Raporlar, yerel bir yazıcıya veya ağ üzerindeki başka bir operatör istasyonuna bağlı yazıcıya gönderilebilir. SCADA sistemlerinin üretilebileceği rapor tipleri şöyle olabilmektedir:

- Standart ve önceden programlanmış rapor formatları. Bunlar; haberleşme özeti, ölçü özeti, aktif arıza bildirim özeti, tarihsel alarm/durum tüketim, stok ve üretim raporlarıdır.
- Otomatik olarak yazılmış, belirli bir duruma saate veya operatörün isteğine dayandırılmış raporlar.
- Sistemin tüm işletmeye ilgili istatistik rakamlar veya bilgileriyle ihtiyaç duyulan her tip bilgiyi (Şekil 4.6) içeren raporlar.



Şekil 4.5 Rapor ekranı



Şekil 4.6 Grafik rapor ekranı

4.5.5.5 Arıza ve İhbar Ekranları

Proses ile ilgili arıza ve ihbarların izlendiği ekrandır (Şekil 4.7). Elektronik kontrol sisteminin, işletmeye ait durumlar ile makina ve enstrüman bazında arıza ihbarları ve sistem arıza ihbarları arasında ayırım yapması zorunludur. İşletmeye ait olaylar, işletim değişkenleri ve hesaplanmış değişkenler işlendiği sürece oluşan durum değişiklikleridir. Olaylar sürekli

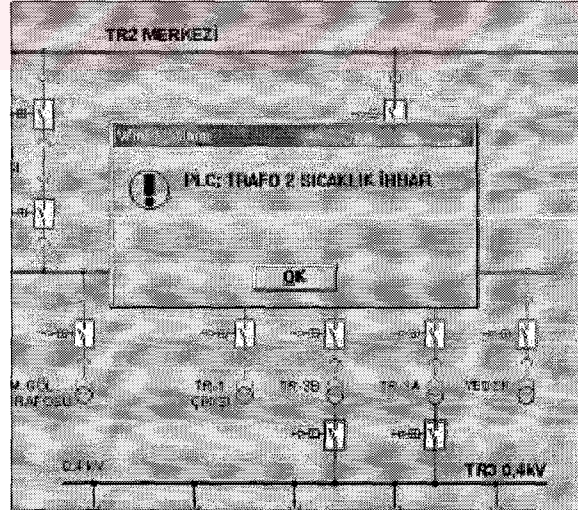
olarak operatörlere rapor edilir. İşletmeye ait arızalar, operatörler ve bakım elemanları tarafından onaylanması gerekli olan durumlardır.

Kontrol sistemine ait arızalar, sistemde kendiliğinden ortaya çıkan durum değişiklikleri olup, tanımlanması ve onaylanması zorunludur. Bu arızalar sisteme ait herhangi bir ünite veya haberleşme ağında gelişebilir.

Arıza ihbar ve çalışma durumları, iş istasyonlarına haberleşme ağı ile rapor edilmekte ve bilgiler kronolojik sırada takdim edilmek üzere depolanmaktadır. Alarm mesajlarının, alarm ekranında çıkmasıyla beraber ekranlarda ilgili nesnelere renkleri kırmızı ile değiştirilerek alarm durumu ihbar edilir. Aynı zamanda bu alarmı belirten sembol, alarm durumu geçene kadar veya operatör tarafından onaylanıncaya kadar yanıp sönmeye devam eder.

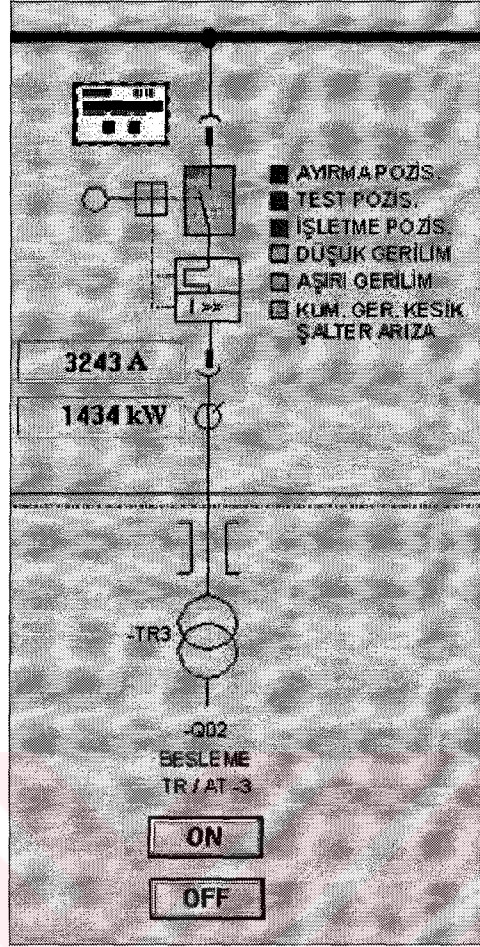
Arıza ihbar işlemleri aşağıdaki imkanların çoğunu kapsar:

- Saha cihaz ve noktalarından elde edilen gerçek-zamanlı arızalar
- Arıza ve ihbar öncelik seviyeleri. Örneğin: olay, alarm, sistem, uyarı ve kritik;
- Tarihsel arıza ve ihbar özeti
- Arıza ve ihbarlar, önem sırasına göre veya işletmenin hangi bölgesinde oluştuğu dikkate alınarak filtrelenebilmesi
- Her arıza için operatör veya bakımcı tarafından yapılan bakım ile ilgili not düşülebilmesi
- Aktif tüm arızalar ve ihbar mesajlarının kağıt çıktısının alınması
- Sabit diske veya veri sunucuya kayıt edilmesi



Şekil 4.7 Arıza Ekranı

Şekil 4.8 bu ekran tipine bir örnektir. Şalter eğer devre dışı ise şalter ekranda açık gözükmekte eğer şalter devrede ise şalteri gösteren kutu kırmızı olmaktadır.



Şekil 4.8 Fider ihbar ekranı

Ayırma Poz. Kutusu

Yeşil ise şalter normal (içeride) pozisyonda, eğer kutu kırmızı ise şalter ayırma pozisyonunda yani dışarıdadır.

Test Poz. Kutusu

Yeşil ise şalter normal pozisyonda, eğer kutu kırmızı ise şalter test pozisyonundadır.

İşletme Poz. Kutusu

Yeşil ise şalter normal yani işletme pozisyonunda eğer kutu kırmızı ise şalter işletme pozisyonunda değil

Düşük Gerilim Kutusu

Yeşil ise düşük gerilim ihbarı gelmiyor eğer kırmızı ise düşük gerilim vardır.

Aşırı Gerilim Kutusu

Yeşil ise aşırı gerilim ihbarı gelmiyor eğer kırmızı ise aşırı gerilim vardır.

Kum Ger Kesik Şalter Arıza Kutusu

Yeşil ise herhangi bir ihbar gelmiyor, eğer kırmızı ise kumanda gerilimi kesik veya şalter arıza sinyali gelmektedir.

4.5.6 Manuel Kontrol

Manuel kontrol, operatörün kontrol sistemi kumandasını üstlenip, otomatik kontrol fonksiyonlarını da aşarak, sistemin direk denetim imkanını elde etmesi demektir. Kontrol sistemi, birçok operatör istasyonunun ve çalışma noktasının aynı kontrol cihazına bağlanma imkanını sağlamalıdır. Bu arada, aynı obje veya nesneyi aynı anda birden fazla operatörün etkilenmesini engelleyecek bir seçim mekanizmasına sahip olmak çok önemlidir.

Ayrıca bir nesne veya işlem hakkındaki bilgilerin tüm çalışma noktalarından elde edilebilmesi de (belirli bir vananın manuel kumandaya geçtiğine dair ekranların üst kısmında bir yazının çıkması veya vananın renginin değişmesi gibi) gerekmektedir.

Manuel kontrol, sistemin emniyet kilitlemelerini ve şartlarını ortadan kaldırmadan yapılan bir müdahaledir.

Denetleme parametrelerinin değiştirilmesi gibi bazı özel işlemler, yetkisiz kullanımı önlemek için yazılım programında bir şifre ile korunmaktadır.

4.5.7 Şifre ile Koruma

SCADA uygulamasında, kontrol sistemine ulaşmak ve şartlı müdahalelerde bulunmak için, şifre kullanılması gerekir. Şifreleme ile aşağıdaki imkanlar sağlanır:

- Sisteme erişimi denetlemek.
- Operatör işlevlerini belirlemek ve kullanıcıları seviyelendirmek.
- İstenmeyen kullanıcı hatalarını önlemek ve dolayısıyla sistem emniyetini sağlamak.

4.6 Haberleşme

4.6.1 Haberleşme Ağı Özellikleri

4.6.1.1 Ağ Yapısı

Scada sistemi yerel ağ ve geniş ağ için istemci/sunucu yeteneğine sahip bir ağ türünü

desteklemektedir. Heterojen sistemleri birbirlerine bağlayabilmelidir. Ağ haberleşmelerinde dağınık operasyonları desteklemelidir.

Ağ yapısı TCP/IP standartlarına uymalıdır. Sistem minimum olarak aşağıdaki fonksiyonları sağlamalıdır.

- Döğümler arasında dağınık ağ operasyonları
- Ağ kartı veya seri ağ bağlanabilirliği
- Desteklenen sistemler arasında heterojen bağlantı
- Yedeklemeli ağ yeteneği
- Kullanıcının tanımladığı gruplara veri gönderebilmeli
- Her ağ topolojisinde müsaade edilen maksimum istasyon sayısını desteklemelidir
- Tüm döğümlerin ağ durumlarını gözetleyip gösterebilmelidir

4.6.1.2 Ağın Gözetlenmesi

Sistem ağ döğümleri arasındaki veri trafiğini gözetleyebilecek bir mekanizmaya sahip olmalıdır. Sistem ağ döğümlerindeki hataları arıza veya ihbar olarak verebilmelidir. Bunun olabilmesi için aşağıdaki paketler sistem tarafından tutulur:

- Gönderilen ve alınan paketlerin sayımı
- Güncel gönderme/alma durumu
- Gönderme/alma hataları

4.6.2 Saha ile Haberleşme

Burada, sahada dağınık yerleşimli kontrol cihazlarının birbirleriyle ve SCADA ile haberleşmesi sağlanır. Durum bilgileri, manuel komutlar, arıza ve durum ihbarları, ekran güncelleştirme bilgileri prosese ait tüm veriler bu ağ üzerinden transfer edilmektedir. SCADA sisteminin sağlıklı çalışmasını ve hız performansını etkileyen en önemli kısım, haberleşme ağıdır. Kontrolü yapılan sistemlerin çeşitli otomasyon seviyelerinde birbirine bağlanan arabirimler arasındaki veri transferi ve güncelleştirilmesini içeren tüm iletişim haberleşme ağları üzerinden yapıldığından, kontrol edilen sistemlerin büyüklüğü de göz önüne alındığında, konunun önemi açıkça ortaya çıkmaktadır.

SCADA tabanlı sistemlerde, geniş alan haberleşme ağı ve yerel haberleşme sistemleri sıkça kullanılmaktadır. Bu ağlar ile kontrol sisteminde geniş bir alana yayılmış birden fazla operatör istasyonu ve kontrol cihazının birbirlerine bağlanması ve işletmeye ait tüm verilerin transferi mümkündür. Kontrol sisteminin geriye kalan kısımları, izole edilmiş olmak zorundadır. Bu da haberleşme ağlarının, uygulama programına herhangi bir etki yapılmadan gelişmesine veya yeniden yapılanmasına imkan vermektedir.

4.6.3 SCADA Sistemleri Arası Haberleşme

SCADA sistem donanımları birbirleri ile haberleşebilmeleri için zaman zaman ikinci bir ağ kurulur. SCADA istasyonlarının haberleşme ağı üzerinde hangi yetkilere sahip olduğu bir ağ sunucusu tarafından tayin edilir.

Sistemin bütün imkanları ağ üzerindeki her bilgisayar ünitesine, açık hale getirilmelidir. Örneğin, sistemde herhangi bir bilgisayara bağlı bir yazıcıdan, diğer bilgisayarlar da çıkış alabilmekte ve hatta, herhangi bir bilgisayar diğerlerinin sabit diskindeki bir dosyayı görüp üzerinde işlem yapabilmektedir. Bu da, sistemin dosyalama işlemlerinin tek bir makinadan kolaylıkla yapılabilmesini sağlamaktadır. SCADA istasyonlarında girilen parametreler ya da oluşturulan çeşitli mesajlar ağ üzerinden diğer istasyonlara gönderilebilir.

4.6.4 SCADA'da Veri Kaydı

SCADA sisteminde tarihsel verileri, arıza ve ihbar verileri gibi değerleri sabit diske kayıt edilebilir. Bu bilgilerin artması, işlenmelerini zorlaştırabilir. Bu durum, yukarıda bahsedilen kullanıcı/sunucu mimarisi dahilinde ağ üzerine bir veri sunucu yerleştirilerek aşılabılır. Böyle bir sunucu, verilere erişmede ve sorgulamada hız sağlar.

4.6.5 İnternet/İntranet Bağlantısı

SCADA sistemi, dağıtık durumdaki şirketler ve müşterilere açılabilir. İnternet ile aynı gruba ait değişik işletmeler birbirine bağlanarak kontrol sistemine direk müdahale yapılabilir. İnternet ile ise yöneticilerin yapılan üretimi veya stok durumunu direk görmeleri sağlanabilir. İnternet ve İnternet bağlantıları TCP/IP protokolü üzerinden gerçekleştirilir. SCADA sistemine erişim işletmenin izin verdiği ölçüde olacağından sisteme erişim kısıtlanarak gerekli güvenlik sağlanabilir.

4.7 Programlanabilir Elektronik Kontrol Üniteleri (PLC)

4.7.1 Özet

Programlanabilir elektronik kontrol üniteleri, ikili, regüler ve üst denetimsel kontrol sağlayan, mikro işlemci tabanlı elektronik ünitelidir. Bu üniteler, bir kontrol sisteminde tek veya entegre bir işlem istasyonu olarak, diğer programlanabilir elektronik kontrol üniteleri ve ekipmanlar ile haberleşme ağı üzerinde iletişim kurarak kullanılabilirler. Bu ünitelerin çoğu, zor çevre ve

işletme şartlarında çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Programlanabilir elektronik kontrol ünitelerinin çoğu, bir temel yapıya, gerekli yazılım ve modüler ekipman ilavelerinin yapılmasına imkan tanımaktadır.

PLC yazılımı ile istenilen işletme fonksiyonları bir komut dizileri halinde, işletmenin istenilen birimleri ile giriş/çıkış kartları, haberleşme kartları üzerinden iletişim kurmaktadır. Bu komutlar işletmenin makina ve ekipmanlarının otomatik çalışmalarını sağlar.

4.7.2 PLC Programlama Dilleri

Kontrol sistem uygulamalarının en önemli özelliği, elektronik kontrol ünitelerinin söz konusu sistemin işlevlerine göre programlanabilmesidir.

Dil, her fonksiyonun giriş ve çıkışı olan bir bina bloğu gibi karakterize edilebilir. Genellikle yazılımlar modüler program yazmaya müsaittirler. Modüllerle farklı zaman devresi ve öncelikleri verilebilmekte, böylece aynı yazılım programıyla hem hızlı hem de yavaş kontrol operasyonları yönetilebilmektedir. Bir elemanın giriş ve çıkışları bir başka elemanın giriş ve çıkışlarına veya giriş/çıkış işlemine bağlanabilmektedir. Bu bağlanma işlemi, bir programlama ünitesi vasıtasıyla icra edilen programlama işini oluşturmaktadır. Neticede elde edilen program, servis ünitesi kullanılarak grafik olarak yazılır.

Daha önceleri diller arasında bir standart bulunmamakla beraber son yıllarda IEEE tarafından oluşturulmuş standartlar bulunmaktadır. Bir çok üretici bu standartları desteklemeye başlamıştır.

4.7.3 Merkezi İşlem Birimi

Gelişmiş programlanabilir elektronik kontrol ünitelerinin merkezi işlem birimi, yüksek performanslı 16 veya 32-bit mikro işlemcilerdir. Sistemin yazılımı, arzulanan fonksiyonel konfigürasyonu oluşturmak üzere bir veya daha çeşitli ana kartlardaki sadece okunabilen bellek modüllerinde depolanmaktadır. Uygulama programları ise pil destekli RAM belleğinde depolanmaktadır.

Programlanabilir elektronik kontrol ünitelerinin sistem yazılımı, bir gerçek-zamanlı işletim sistemi ve bir de uygulama mekanizması ihtiva etmek zorundadır. Bu ünitelerin programları, öncelik düzeylerinde çevrimli olarak yürütülür. Çevrim süreleri 1ms ile 10ms arasında değişmektedir.

Birçok denetleyici fonksiyon, sistemin işlemlerini otomatik olarak gözetleyerek, tespit edilen herhangi bir hatayı gösterir ve rapor eder. Denetleme fonksiyonları, gerçek-zamanlı, arka plan denetimi, hafıza kontrolü ve güç kaynağı gerilim denetimini ihtiva eder. Arızalar, PLC kartları üzerindeki ledlerin yanıp sönmesi ile veya SCADA ekranlarından belirlenmektedir. Güç kesintilerinden sonraki çalıştırma adımı, uygulama programının denetimi altında yer almak zorundadır. Böylece; güç kesintisinin süresine bağlı olarak çeşitli başlatma dereceleri seçilebilir.

Denetleyiciler, gerçek zaman saati ve takvimi ihtiva etmek zorundadır. Bunları servis üniteleri yardımıyla kurmak ve ayarlanmak mümkün olmalıdır. Dağıtılmış kontrol sisteminin girişi ağa bağlandığında, denetleyiciler ağ vasıtasıyla diğer istasyonlara otomatik olarak senkronize edilmektedir. Bu enerji kesintilerinde veya yedekleme pilinin bitmesi durumunda programın korunmasını sağlar.

4.7.4 Giriş/Çıkış Kartları

PLC, yerel analog, dijital sinyal giriş ve çıkışlar, sayaç darbe üretimi gibi fonksiyonlar için çok sayıda sinyal toplama kartı içermek zorundadır.

Giriş/Çıkış kartları saha cihaz ve algılayıcılarına doğrudan bağlanabildiği gibi, kontrol panosunda mevcut kilitleme ve alçak gerilim cihazlarına da bağlanabilirler.

Saha cihazlarının giriş/çıkış kartları ile bağlantıları, 0-10 Volt veya 4-20 mA sinyal kabloları yardımıyla sağlanmaktadır. Veri tabanı da tüm giriş/çıkış sistem konfigürasyon bilgisini ihtiva etmektedir. Giriş/çıkış sistemini yapılandırmak, her kart ve kanal için veri tabanını ilgili parametreler ile doldurmak demektir. Tipik parametreler; etiket isimleri, sinyal kapsamı, filtre zamanı gibidir. Analog değerler otomatik olarak proses veya işletim ilişkili değerlere çevrildiğinden uygulama programcısının ölçeklendirme konusunda ilave bir yazılım yapmasına gerek kalmayacaktır.

4.7.5 Uzaktan Kumanda

Giriş/çıkış üniteleri elektrik güç ve sinyal kabloları ve buna ait tesisat, kontrol sistemi maliyetinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu yüzden, monte edilen kablo miktarını azaltan teknikler geliştirilmiştir. Bu tekniklerden biri, kontrol edilecek ekipmanın yakınına monte edilen ve uzak giriş/çıkış üniteleridir. Uzak giriş/çıkış üniteleri, PLC'lerle, yüksek hızlı seri haberleşme ağları ile bağlanırlar.

Uzak giriş/çıkış üniteleri vasıtasıyla PLC'lere bağlanan işletme değişkenleri, sistemin veri tabanında, aynen lokal olarak bağlanan değişkenler gibidir.

Bu seri haberleşme protokollerinin yüksek performansı, bir çok uygulamada, taramalardaki seri iletişiminden dolayı meydana gelebilecek gecikmeleri önemsiz hale getirmektedir. Uzak giriş/çıkış ünitesi çoğunlukla karar verici bir ünite değildir. Ancak çoğu zaman kendi güç kaynağına sahiptir ve muhtemelen haberleşme amaçları için bir işlemci ihtiva ederler.

4.7.6 PLC'ler ile Otomasyon ve Konvansiyonel Sistemlerin Karşılaştırılması

Teknolojide büyük ilerleme kaydeden Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Avrupa Ülkeleri, 60'lı yıllarda büyük ölçüde otomasyona geçmişlerdir. Özellikle yarı iletken teknolojisinin hızlı gelişimi ve buna paralel olarak entegre devre teknolojisi ile beraber bilgisayar sanayiinin kurulması, fabrika otomasyonunda, bu tekniğin kolayca uygulanmasına neden olmuştur.

Üretim bugün büyük fiyat ve kalite rekabetinin söz konusu olduğu göz önüne alınırsa, bilhassa üretimi arttırmak için sürekli gelişme safhasında olan tesislerde, konvansiyonel teknik ile otomasyon, en sonunda karmaşık ve içinden çıkılmaz bir tesisatın oluşmasına yol açmaktadır.

Bilindiği gibi, konvansiyonel kontrol tekniğinde, birkaç kilitleme, ihbar ve alarm cihazları ile oluşturulabilecek basit bir kontrol, röle, kontaktör ya da elektronik devre elemanlarının istenilen kilitlemeyi gerçekleyecek şekilde bağlanması ile oluşturulur. Hemen görmek mümkündür ki, diğer bir kontrol ya da kilitleme düzeni için, bu bağlantı düzenini ve belki kullanılan elektromekanik veya elektronik kontrol elemanlarını da değiştirmek gerekecektir.

Ayrıca bu kontrol sisteminin daha geniş kapsamlı olması durumunda da, aynı işlemlerin tekrarlanması gerektiği ortaya çıkar. O halde konvansiyonel yöntemde, yapılan tesisat, istenilen kontrolü oluşturduğundan, bağlantılarının kendisi, bir nevi programı oluşturmaktadır. Bu tür kontrol, büyük bir tesisat işçiliği gerektirdiği gibi, kullanıcının kontrol kabloları yönünden de büyük bir masraf yüklenmesi gerekir. Birçok durumlarda, bir arızanın aranması ve giderilmesi bütün tesisin durdurulmasına yol açabilir. Bu konuda yapılan araştırmalar, konvansiyonel röle ve kontaktör tekniği ile yapılan kontrollerin montaj ve kontstruksiyon masraflarının, kontrol cihazları masrafları yanında da oldukça yüksek olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ancak çok az sayıda kontrol elemanı için ekonomiklik hâlinde bu konu olabilir.

Programlanabilir bir otomasyon ile kontrolün, otomasyon cihazlarına yazılan bir programdaki komutlar ile belirlendiğini görüyoruz. Konvansiyonel kontroldeki gibi, kontrol elemanları arasındaki elektriksel bağlantılar aynı zamanda kontrol programını oluştururken, bu modern yöntemde, bu bağlantılar sadece cihazla ilgili giriş-çıkış temin ederler. Böylece bir otomasyon sistemi, en genel şekli ile bir otomasyon cihazından, bir programlama ünitesinden, kontrolle ilgili olarak hazırlanmış olan programdan ve giriş ile çıkış işaretlerinden oluşur.

Otomasyon cihazının çalışmasıyla, otomasyon cihazının kontrol ünitesi, programı periyodik olarak tarar. Bu tarama sırasında bellekteki adresler sırası ile sorulur. Bellek hücresinden okunan komut, programlama cihazında, giriş işaretlerinin durumuna göre değerlendirilir. Gerekli çıkış büyüklükleri bu şekilde oluşur.

Programlanabilir otomasyon cihazlarının otomasyonda konvansiyonel sistemlere nazaran ekonomik açıdan avantajlı olmasının yanında, diğer önemli üstünlükleri nedeniyle günümüzde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Ana üstünlükler şu şekilde özetlenebilir :

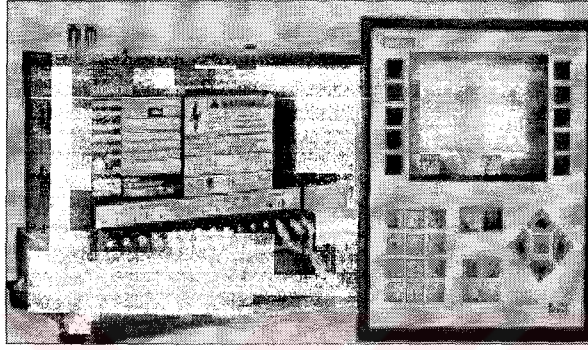
- Elektriksel fonksiyon ve tüm kilitleme ile kontrollerin, otomasyon cihazının programı ilgili olması nedeniyle, herhangi bir değişiklik, yapılan elektrik tesisatından bağımsız olarak programlama cihazında tuşlara basarak yapılabilir.
- Hiçbir hareketli yanı olmadığı için bakım gerekmez.
- Konvansiyonel kontrol tekniğine göre enerji bakımından daha tasarrufludur. Güç çıkışları transistörlü olduğu için, diğer kontaktörlü sisteme göre kontrol enerjisi tasarrufu yönünden de üstünlük sağlar.
- Kapladığı hacim yönünden yer ve malzeme tasarrufu sağlar.
- Her çalışma koşulu için dökümantasyon mümkündür. Programları saklama imkanı vardır.
- Bütün giriş ve çıkışlarda işaret seviyeleri ledlerle belirlendiğinden, bütün sinyallere hakim olma imkanı mevcuttur. Bu nedenle arıza anında büyük kolaylık sağlar.
- Üretilen küçük modellerle, en küçük kontrollerde bile ekonomik olmaya başlanmıştır.
- Programın elektrik tesisatından bağımsız olması, dolayısıyla kısmi işletmeye almaya da izin vermesi, en büyük avantaj sayılmalıdır.
- Projenin gerçekleştirilmesinde, aşamalar daha kısa olduğu için zamandan tasarruf sağlanır.
- Otomasyonda kullanılan program veya program parçaları bir tuşa basmakla kolayca kopya edilir.

4.8 Scada Sistemlerinde Şebeke Bilgisayarları

Şebeke bilgisayarları endüstriyel tesislerin, binaların enerji sistemlerinde ve şehir şebekelerinde hassas akım ve güç ölçümü için kullanılmaktadır (Şekil 4.9).

Ölçümler, faz akımları ve ortalama faz akımları, amper demand, nötr akımı, faz-nötr gerilimleri ve ortalama faz-nötr gerilimleri, faz-faz gerilimleri ve ortalama faz-faz gerilimi, kW-kVA-kVAr demand-kWh, güç faktörü ve maksimum kW demand olarak yapılır.

Endüstriyel ortamlarda kullanım için imal edilmiş olan bu cihazlar, mikroişlemci tabanlı bir teknolojiye sahiptir. Cihaz, gerçek zaman ve minimum-maksimum verileri toplar, ekranda gösterir ve iletir. Veriler, ölçüm cihazının ekranında veya, iletişim hattı ile diğer denetim bilgisayarlarında izlenebilir. Operatörler, sızdırmaz membranlı dokunmatik klavyeye basarak, ekranda görülecek verileri seçebilir veya ölçüm cihazının ve/veya rölenin konfigürasyonunu değiştirilebilir. Konfigürasyon şifre korumalı yapılabilir ve iletişim araçları ile de sağlanabilir.

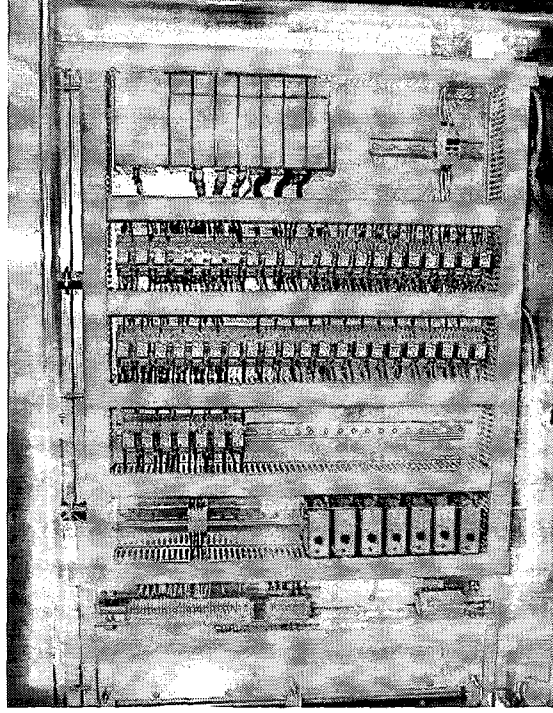


Şekil 4.9 Şebeke bilgisayarı, Kaynak: Siemens A.G., (1995), Simatic Applications

4.9 Elektrik Panoları

SCADA kontrol sisteminde, kontrol ve elektrik panoları alçak gerilim cihazları, kilitleme ve elektronik kontrol ünitelerinin yerleşimi için uygun bir şekilde tasarlanır ve standartlara uygun olarak panoların çoğu PLC ve güç kaynağı üniteler, kontaktörler, sigortalar, röleler, alçak gerilim ekipmanları ihtiva edecek şekilde tasarlanırlar (Şekil 4.10). İşletmenin kontrol sistemi için gerekli olan tüm kilitlemeler kontrol panolarının içine monte edilmektedir. Panolardaki tüm terminallere giren ve çıkan kablolar tek hat şemalarına göre etiketlenir. Kontrol sisteminin işlevine göre, manuel kontrol ve işletme kullanımı için panoların ön kapaklarının, butonlar ve göstergeler ihtiva etmesi gerekebilir.

Panolar, çevre koşullarına, montaj şartlarına, koruma standart ve ölçülerine uygun olarak çalışmaları için ısıtıcılar ve fanlar ile donatılmalıdır. Makina bazında, bir SCADA uygulamasıyla kontrol istenildiğinde, gelişen teknolojinin sağladığı yeniliklerden biri olan ve pano kapaklarına yerleştirilebilen monitörlerden faydalanabilmektedir.



Şekil 4.10 PLC panosu, Kaynak: İnternet, www.altavista.com, PLC panosu resimleri sayfası

4.10 Servis ve Programlama Üniteleri

Programlama araçları (denetleyicileri programlamak için kullanılan portatif bilgisayar), elektronik denetleyiciler için program girişlerini ve testlerini, hatta izlenmesini ve dökümantasyonunu izlemek için kullanılmaktadır. Programlama araçlarının özellikleri, aşağıdaki ana fonksiyonlardan meydana gelmektedir:

- Elektronik denetleyicilerin program giriş ve yazılımı
- Test etme ve hattı izleme
- Elektronik denetleyici programların ve veri tabanı elemanlarının grafik dökümantasyonu
- Elektronik denetleyici program ve veri tabanı arasındaki birer referans listesi
- Uygulama programı referans listesi
- Uygulama program kaynak kodu kullanımı, yazma ve yükleme

Elektronik denetleyicilerin uzaktan programlanması, test etme, dökümantasyon, elektronik denetleyicilerin program elemanlarını ilave veya iptal etme, elemanlar arasında bağlantıyı değiştirme gibi değişiklikleri normal işlemler sırasında yapılabilir. Bu işlemler aynı zamanda elektronik denetleyicilerin programını ve de işletmeyi durdurmadan canlı olarak da yapılabilir.

Programlama araçları, elektronik denetleyicilere işlemci kartı önünde tahsis edilmiş bir giriş vasıtasıyla bağlanmaktadır. Ayrıca uzaktan kumanda olarak başka elektronik denetleyiciler

sayesinde bağlantı sağlamak da mümkündür.

4.11 Dökümantasyon

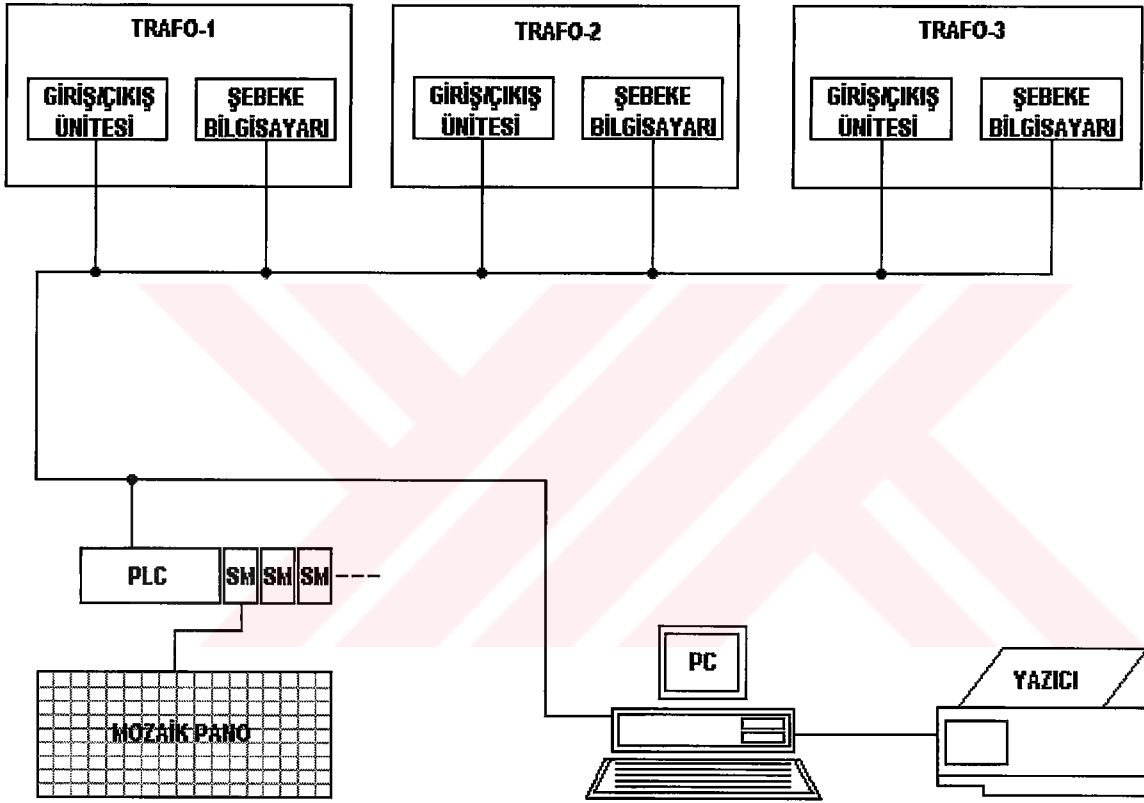
Kontrol sistemi, projesinin ve satış sonrası hizmetlerinin uygulanması, devreye alımı, bakımı ve genişletilmesi için gerekli olan tüm bilgileri ve teknik verileri içermelidir. Dosya adlandırma çevirileri, satın alma siparişinin verilmesinden sonra satıcının, onay için alıcı firma yönetimine sistem konfigürasyonu sırasında geliştirilen tüm veri ve programlar çeviricisi sunması gerekir. Bu, müşteri kodlarını ve grafik gösterimlerini ihtiva eder. Ancak, bunlarla sınırlı kalmaz. Satıcı, isim çeviricisini bu özelliklerin kapsamı dahilinde geliştirilen tüm dosyalar için kullanacaktır. Program dökümantasyonu satıcı tarafında yazılmış olan tüm yazılım programı ve müşteri kodları onay için alıcı firma yönetimine sunulacaktır. Bu kodların uygun bir tarzda dökümünden, gelecekteki modifikasyonlardan ve programa yapılabilecek ilavelerin uygulanmasından satıcı sorumludur.

Güncel tasarım dökümanları, satıcı, projenin çalışmaya başlamasından sonra bir komple tasarım döküman setinin, yapıldığı andaki veya güncelleştirilmiş halini sağlayacaktır. Dökümanlar, alıcı firma yönetimince anlaşılır bir şekilde çizilmiş olmalıdır ki, yönetim buna dayanarak orjinal kopyalardan gerekli değişiklikleri yapabilsin. Tasarım dökümanları, akım yolu şemaları, blok diyagramlarını sebep ve netice çizimlerini içermelidir.

5. PROJE

5.1 Projenin Kapsamı

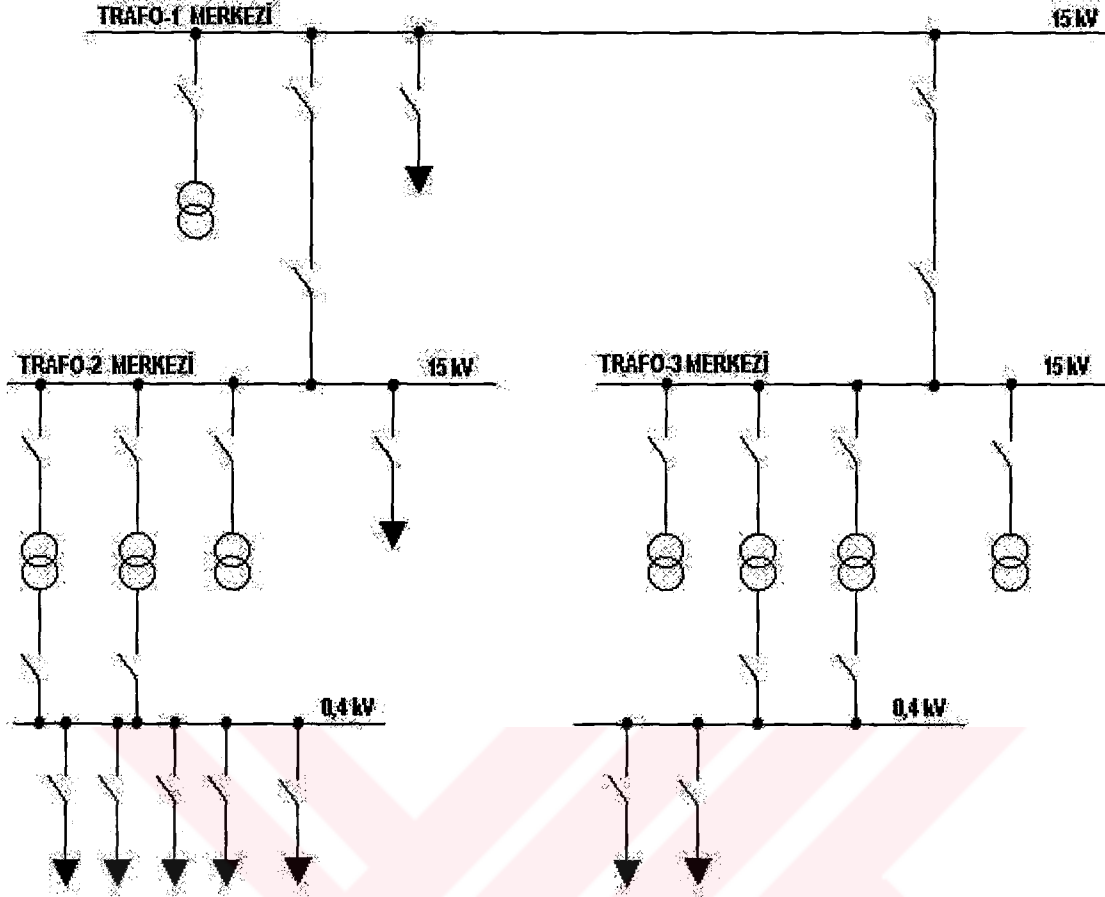
Aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere tesis, üç adet trafo merkezinden oluşmaktadır ve her bir trafo merkezinde orta gerilim ve alçak gerilim hücreleri bulunmaktadır. Projenin amacı Mozaik sistem ve SCADA sistemi kullanarak bu merkezleri izlemek ve de kumanda etmektir.



Şekil 5.1 Tesisin kumanda şeması

Orta gerilim hücreleri 15 kV'luk kapalı tiptedir ve bu şekilde daha emniyetli manevra yapılması sağlanmaktadır. Her bir trafo merkezinde yaklaşık 6 adet hücre bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi ölçü hücresi, diğer bir veya iki tanesi besleme hücresi, iki tanesi trafo çıkışı ve bir de genel hücre bulunmaktadır. Şekil 5.2'de tesisin tek hat şeması görülmektedir.

Alçak gerilim hücrelerindeki panolardan iki tanesi 15kV/0.4kV trafoların çıkışına bağlanmış olup, besleme görevini üstlenmiştir. Besleme panolarının dışında ise PLC panoları mevcuttur.



Şekil 5.2 Tek hat şeması

5.2 Trafo Merkezlerinde Kullanılan Cihazlar

5.2.1 Orta Gerilim Hücreleri Teçhizatı

Ölçü hücresi hariç merkezlerdeki her bir hücrede akıllı koruma röleleri mevcuttur. Bu röleler, aşırı akım koruma, kısa devre koruma, toprak kaçağı korumaları dışında bir çok ilave korumaya da sahiptirler. Ayrıca bu röleler, akım, gerilim, $\cos\phi$ ölçtükleri gibi, yönlü enerji ölçümü de yaparlar. Bu özelliklerine ilaveten, üzerlerinde mevcut olan haberleşme portu vasıtasıyla diğer rölelerle haberleşebilmekte, operatör merkezindeki bilgisayardan ölçüm değerleri, koruma fonksiyonları, son açma arızaları izlenebilmektedir.

Fakat bu rölelerin esas görevleri koruma işlevi olduğu için, ölçüm değerlerinde $\% \pm 2$ gibi bir hata payı mevcuttur. Bu hata payı, koruma fonksiyonları açısından $\% \pm 0.5$ gibidir. Bu yüzden rölelerin yanısıra ölçüm değerlerinin önem arz ettiği çıkışlara şebeke bilgisayarları da koymak gerekmektedir. Bu cihazlar daha hassas ölçüm yaparlar ve aynı zamanda veri portu sayesinde

bilgisayara bilgi gönderebilmektedir.

Orta gerilim hücrelerinde DC gerilim beslemeleri, akü-redresör grubundan alınmaktadır. Bunun başlıca sebebi, enerji kesintilerinde, sistem için hayati önem taşıyan koruma rölelerinin beslemelerinin bir müddet için akü grubundan desteklenmesinin sağlanmasıdır.

5.2.2 Alçak Gerilim Hücreleri Teçhizatı

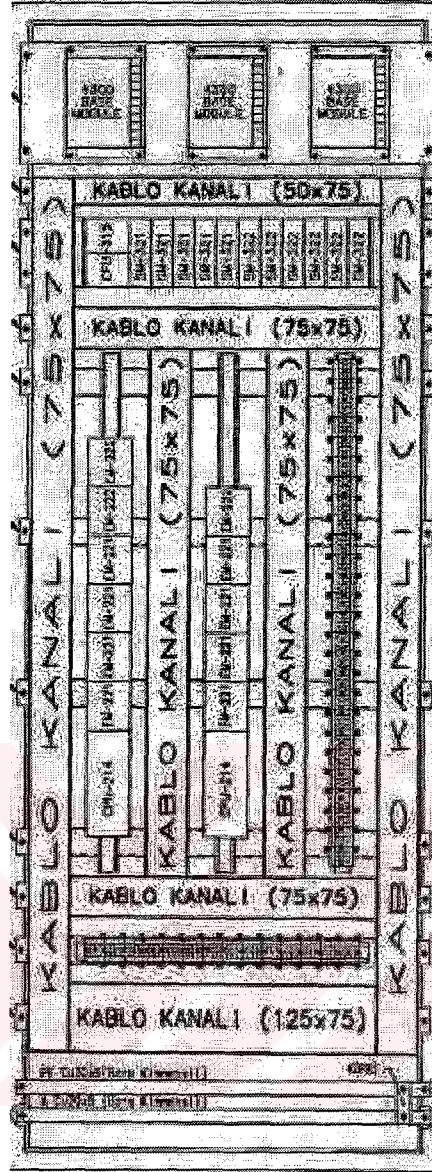
15/0.4 kV trafoların çıkışına isabet eden besleme girişlerinde yüksek akımlara dayanıklı şalterler kullanılmaktadır. Bu şalterler aynı zamanda uzaktan açma ve kapama yapmaya müsait cihazlardır.

Alçak gerilim hücrelerinde de, aynı orta gerilim hücrelerinde bahsedildiği gibi şebeke bilgisayarları yine önemli olan çıkışlara yerleştirilmiştir.

Alçak gerilim odalarında orta gerilim hücrelerindeki koruma rölelerinin beslemelerini sağlayan 220V/110V DC akü-redresör grubu bulunmaktadır.

PLC panoları (Şekil 5.3) ise şu ana malzemelerden oluşmaktadır :

- Giriş/çıkış üniteleri
- 220V/24V DC enerji kaynağı
- Otomatlar
- Yardımcı röleler
- Klemensler



Şekil 5.3 PLC panosu öngörünüş

Her bir alçak gerilim ve orta gerilim hücresinden çekilen sinyal kabloları, PLC panolarındaki klemenslere bağlanmaktadır ve her panonun akım yolu şeması bulunmaktadır. Klemens gruplarına yapılan bağlantılar, bu planlar dikkate alınarak yapılmaktadır. Bir ucuna sinyal kablosu bağlanmış olan klemensin diğer ucu pano içi kablaj ile giriş/çıkış ünitelerine ulaşmaktadır.

Giriş/çıkış üniteleri, üç ayrı bölümden oluşmaktadır. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

- Merkezde bulunan şalter pozisyonları ve ihbarların konumunu gösteren giriş üniteleri
- Şalterlere açma/kapama emirleri gönderilmesini sağlayan çıkış üniteleri
- Trafo merkezinin kumanda merkezine bilgi göndermesini sağlayan haberleşme kartı

Ayrıca PLC panolarının ön kapağında bir genel arıza butonu bulunmaktadır ve bu bir lambalı butondur. Bu butonun yanması, panoda herhangi bir otomatın attığını ya da 24V DC besleme geriliminin kesildiğini ifade eder. Sadece lamba değil, bir lambalı buton seçilmiştir çünkü eğer lamba atıksa bu ihbarı göremeyiz, bu yüzden butona muhtelif zamanlarda basarak lambanın arızalı olup olmadığını kontrol etmek mümkündür.

5.3 Trafo Merkezleri ile İrtibat

Her bir trafo merkezine dağıtılan giriş/çıkış üniteleri, projedeki kablaj masraflarını azalttığı gibi, kablo çekme zorluğunu da ortadan kaldırmaktadır çünkü trafo merkezlerinin arasındaki mesafe 400m ile 500m arasında değişmektedir. Bu merkezlerin kumanda merkezi ile irtibatlandırılacağını düşünürsek, bu mesafeler 1200m ile 1500m arasında değişecektir. Giriş/çıkış ünitelerinin olmadığı durumda, trafo merkezlerinden kumanda merkezine çekilecek kabloların metrajı bir hayli yüksek olacak ve aynı zamanda kablo çekimi oldukça zahmetli olacaktır. Bu sebepten dolayı masrafları ve işçiliği azaltmak için her bir merkeze giriş/çıkış üniteleri konulmakta, orta gerilim ve alçak gerilim hücrelerinden çekilen sinyal kabloları, trafo merkezlerindeki giriş/çıkış ünitelerinin bulunduğu PLC panolarına gitmektedir. PLC panolarındaki haberleşme kartı ile kumanda merkezindeki işlemci arasındaki bağlantı, merkezler arasında çekilen haberleşme kablosu vasıtasıyla sağlanmaktadır. Şekil 5.1'de haberleşme kablosu güzargahı görünmektedir. Trafo-3 merkezi giriş/çıkış ünitesi ve şebeke bilgisayarından çıkan haberleşme hattı, önce trafo-2 merkezine, daha sonra da trafo-1 merkezine tek kablo halinde ulaşmaktadır.

5.4 Kumanda Merkezi

Kumanda merkezinde bir adet PLC panosu ve mozaik pano mevcuttur. Veri hattı vasıtasıyla gelen bilgiler, buradaki merkezi işlem ünitelerinde derlenir ve ilgili yerlere çıkış verileri gönderir. Bu kapsamda PLC'nin üç adet görevi bulunmaktadır:

- Otomatik yük atma
- Bilgisayarda kurulmuş olan merkezi enerji izleme ve kumanda sistemine bilgi aktarımı
- Mozaik panoya bilgi taşımak

5.4.1 Otomatik Yük Atma

Yük atma sistemi merkezde bir panoda bulunan PLC cihazı tarafından otomatik olarak gerçekleştirilecektir. PLC sistemi, işlemci ile giriş ve çıkış kartlarından oluşmaktadır. PLC

sistemini beslemek üzere 220V AC / 24V DC veya 110V DC / 24V DC'lik güç kaynağı mevcuttur. Bu sayede tesiste bulunan kesintisiz 110V DC kumanda geriliminden veya 220V AC geriliminden PLC panosu beslenebilecektir. Sahadan gelecek dijital ve analog sinyaller mesafenin uygun olması kaydıyla normal sinyal kablolarıyla aktarılır. Bu mesafe ekranlı kablo kullanarak 800m'dir. Bu mesafeden daha uzak olan yerlerde haberleşme kartı ve kablosu kullanmak gerekmektedir. PLC'den sahaya gönderilecek sinyaller PLC panosunda bulunan yardımcı röleler üzerinden sağlanır. Sahadan alınacak güç değerleri 4-20mA'lık güç transdüserleri üzerinden sağlanacak olup bunlar sahada bulunan uygun panolara yerleştirilecektir. Yük şalterlerinin veya sistemlerinin transducerler yardımıyla gerçek değerlerinin programda kullanılması daha doğru güçlerde yük atılması için gereklidir. Böylece gereğinden fazla bir yük atma engellenmiş olur. Fakat maliyetleri artıran bir uygulama olduğundan dolayı sadece değişken güç çeken yüklerin bu şekilde izlenip daha stabil olan yüklere de ortalama sanal güç değerleri verilerek yapılacak olan bir uygulama daha verimli olacaktır.

5.4.1.1 Yük Atma Senaryosu

Yük atma sistemi güce bağımlı olarak yük atacaktır. TEDAŞ'tan çekilen ve türbinin ürettiği güç 4-20mA güç transdüserleri ile sürekli olarak PLC tarafından izlenecektir. Yük atmaya girecek şalterler veya sistemler de 4-20mA güç transdüserleri ile PLC tarafından izlenecektir. Bu tip uygulamalarda hız önemli olduğundan seçilecek işlemci bu değişken güç bilgilerini 150-200 ms içerisinde yenileyecektir.

Yük atma sistemi, türbinin TEDAŞ'la paralel olarak çalışması hallerinde pasif olarak çalışacak fakat türbinin ada moduna geçmesiyle beraber aktif hale gelecektir. PLC pasif halde çalışırken sürekli olarak TEDAŞ'tan çekilen gücü ölçecektir. Ada moduna geçtiğinde TEDAŞ'tan çekilen güç miktarı 1.1 emniyet payı ile çarpılarak bu kadarlık bir gücü tesisten atmak için sahaya 'yükleri at' sinyallerini gönderecektir. Bunun yanı sıra TEDAŞ'tan ayrıldığı anda PLC türbinin ürettiği gücü hafızasında tutarak bu değeri limit değer olarak kullanacaktır. Böylece yük atma için gereken limit değer sabit değil de değişken bir yapı halinde olacak ve tesiste oluşabilecek her durum için ayrı bir limit değer PLC belirleyecektir.

Yukarıda da izah edildiği üzere PLC, türbinin ada moduna geçmesiyle beraber belli bir emniyet payı ile TEDAŞ'tan çekilen güce denk bir gücü tesisten atmaktadır ve kendisine limit değer olarak TEDAŞ'tan ayrılmadan hemen önceki güç miktarını alır. Bu işlemleri takiben yeniden TEDAŞ'la paralel çalışma moduna geçilinceye kadar PLC aktif halde kalarak sürekli

olarak yük kontrolü yapar. Eğer türbinden çekilen güç PLC'nin belirlediği limit güce yaklaşmış ise PLC tekrar sahaya yükleri devreden çıkarmak için sinyaller yollayacaktır.

Yük şalterleri veya sistemleri belli bir sıra ile devre dışı edilirler. Bu sıra, ya ilk PLC programlanırken veya işletmecinin daha sonradan kendi istediği sıra ile girebileceği bir düzencele sağlanır. Yük atmaya girecek yük şalterlerinin veya sistemlerinin güç değerleri ya önceden tespit edilerek veya transdüserler yardımıyla o anki gerçek değerleriyle PLC içerisindeki programa dahil edilirler.

Tesisin çektiği güç, türbinin verebileceği güç miktarının altında kalıyorsa PLC otomatik olarak devre dışı ettiği yükleri devreye alabileceği gibi operatöre çeşitli uyarılar yaparak manuel olarak da yükler devreye alınabilir.

5.4.1.2 Yüklerin Otomatik Olarak Alınması

Otomatik yük almada atma gibi belli bir sıra ile sağlanır. Türbinin verebileceği limit güç miktarı tesisin çektiği güç miktarından büyükse yük alma aktif olur. Fakat bu kıyaslama tek başına yük almak için yeterli değildir. Yük alınmadan önce PLC alacağı yükün devre dışı edilmeden önceki gücünü, tesisin o anda çektiği güç miktarıyla toplayarak türbinin verebileceği limit güç değerini aşp aşmadığına bakar. Eğer böyle bir aşma yoksa yük devreye alınır. Aksi halde bu yük devreye alınmaz.

Bir sonraki yükün devreye alınması için yukarıda izah edilen aritmetik işlemler tekrarlanır. Tüm yükler devreye alındıktan sonra yük alma pasif durumda çalışmaya başlar.

PLC kendisinin devre dışı ettiği şalterleri hafızasında tutar ve şartlar uygun olduğunda sadece kendisinin devre dışı ettiği şalterleri devreye alır. Böylece tesiste operatör tarafından bilhassa devre dışı edilmiş yükler şartlar uygun olsa bile PLC tarafından kesinlikle devreye alınmaz.

5.4.1.3 Yüklerin PLC Kontrolünde Operatör Tarafından Devreye Alınması

Bu tip bir uygulamada yükleri devreye alma inisiyatifi operatördedir. PLC burada sahadan aldığı bilgilere dayanarak operatörü yönlendirir. Bu şekilde bir uygulama için WinPM yazılımının operatörün kullanacağı bilgisayarda kurulu olması gerekmektedir. Bu yazılım sayesinde hem operatör sahayı izleyip kumanda edebilmekte aynı zamanda PLC ile haberleşebilmektedir.

PLC yükleri devre dışı etmeden önce yükün çektiği gücü hafızasında tutar. Şartlar ilk yükü

almaya uygun olduğunda PLC operatöre bir ihbar gönderir. Operatör bu ihbara dayanarak ilgili yükü devreye alır. PLC ilk yükün devreye girmesiyle beraber bazı aritmetik işlemler yaparak ikinci yükün devreye alınıp alınmamasıyla ilgili şartları hesaplar. Şartlar uygunsa ikinci yük için ‘devreye alma müsait’ anlamında bir ihbarı operatöre gönderir. Eğer şartlar devreye alma için uygun değilse operatöre şartların uygun olmadığı ile ilgili bir alarm gönderir. Operatör bu alarma beraber PLC’nin göndereceği devreye alma müsait ihbarını bekler.

Yukarıda izah edilen sistemde operatör ve PLC sistemi birbiri ile uyum içerisinde çalışabilirler. Aynı zamanda PLC içersine yazılacak olan bir kilitlemeyle PLC “devreye alma müsait” ihbarı vermeden operatörün sahaya sinyal göndermesi engellenir ve istenmeyen durumların oluşması önlenir.

5.4.2 Merkezi Yazılıma Bilgi Gönderme

Sistemin tek hat şeması ve trafo merkezlerindeki çıkışların şemalarının bulunduğu resimler, bilgisayar ekranında bulunmaktadır. Şalter komutları, alarmlar bu resimlerde görünmektedir. Herhangi bir trafo merkezinde oluşan ihbar, sinyal kablolarından ilgili merkezdeki PLC panosuna gelir. Simatic panosunda bulunan giriş/çıkış üniteleri, verileri haberleşme hattı aracılığıyla merkezdeki işlem birimine gönderir. Bu işlemci, gelen verileri bilgisayarın haberleşme portu vasıtasıyla merkezi yazılıma aktarır. Bu veriler, bilgisayarda ya şalter pozisyonu ya da bir alarm kutucuğu olarak görünür.

Bilgisayardan açma ya da kapama yapmak istediğimizde, önceden yaratılmış olan açma-kapama kutucuğu fare yardımıyla tıklanarak işlem gerçekleştirilir. Bu kutucuklar, şalterin pozisyonuna göre renk değiştirirler. Aynı şekilde, herhangi bir alarmı gösteren kutucuklar da daha önceden kullanıcının arzu ettiği ve ayarladığı renge bürünür. Haberleşme sırası şöyledir :

1. Bilgisayardan açma/kapama emri verildi
2. İşlemci, komutun gönderileceği giriş-çıkış ünitesini seçti. (Her bir giriş/çıkış ünitesi, işlemci içindeki programda adreslenmiştir)
3. İlgili merkezdeki giriş/çıkış ünitesi, ilgili çıkışını “1” yaptı.
4. Bu çıkışa bağlı yardımcı röle enerjilendi, kontak konum değiştirdi.
5. İlgili şalterin açma ya da kapama bobini enerjilendi.
6. Şalter açtı ya da kapadı.

5.4.3 Raporlama

Merkezi işlem biriminden gelen bilgiler, bilgisayardaki enerji izleme yazılımı içerisinde işlenir. Şebeke analizörlerinden gelen bilgiler, gerçek-zamanlı olup, sürekli değişmektedirler. Uzak mesafedeki bir trafo çıkışından çekilen akım, oluşan gerilim ve bunun gibi elektriksel bilgiler bilgisayardan izlenebilir ve bu bilgiler kayıt altına alınabilir. Bu veriler istenilen tarih ve saatte kaydedilmeye başlanabilmekte ve son erdilebilmektedir. Böylelikle önemli tarihler arasında kayıt işlemi yapılabilir. Aylık veya günlük arşivleme seçenekleri de mevcuttur.

Şebeke analizörlerinin ölçmüş olduğu her türlü bilgi kayıt edilebilmektedir. Buna örnek olarak akım, gerilim, güç, güç faktörü ve frekans sayılabilir. Bu verileri saha sonra farklı dosya isimleri şeklinde kaydedip, istenilen tarihler arasında kaydedilmiş olan verilere ait grafiksel dökümler almak mümkündür. Yazılımın grafik oluşturma kısmının ayrı bir özelliği de iki farklı veriyi tek bir grafikte gösterip veriler arasında karşılaştırma yapabilmektir. Fabrikanın iki farklı noktasındaki çıkışlardan alınan güç bilgileri tek bir grafikte gösterilebiliyor olması buna bir örnektir.

Sahada oluşan bütün olaylar tarih ve zaman etiketli olarak kaydedilir. Bu kayıtlar, sahada oluşan olayların oluşum zamanına göre ya da oluşum merkezlerine göre sınıflandırılabilir. Oluşan bu dosyanın çıktısı merkezi kumanda odasında bulunan yazıcı vasıtasıyla alınabilir. Böylelikle kağıt dökümanı olarak da saklanması mümkün olmaktadır. Aynı şekilde her oluşan olayın kağıda dökülmesi istendiğinde, yazılımın bu özelliği sayesinde bu olaylar anında yazıcıya gönderilebilmektedir.

5.4.3.1 Alarm Oluşturmak

Her bir şalter pozisyonu, arıza ihbarları, değişik alarm seviyelerinde tanımlanabilmektedir. Sahadan gelen aşırı akım, toprak kaçağı ya da yüksek gerilim gibi önem arzeden ihbarlar, yüksek dereceli alarm olarak tanımlanmaktadır. Bunların yanında şalter pozisyonları ya da lokal ya da uzaktan kumanda gibi ihbarlar önem derecesi nispeten daha düşük olduğunu gösteren alarmlar şeklinde tanımlanabilmelidir. Sahada oluşan bir arıza, bilgisayar ekranına alarm kutucuğu olarak gelmektedir ve gelen ihbar, operatör tarafından onaylanmadıkça ekrandan kaybolmamaktadır. Aynı zamanda, bilgisayara gelen alarm, korna uyarısı şeklinde operatöre aktarıldığı gibi, oluşan arıza bilgisinin resmi, bilgisayar ekranında ön plana çıkarak görülebilmekte, faks yoluyla da daha önceden belirlenmiş bir numaraya iletilebilmektedir.

Bir şalterin pozisyonun değiştirilmesi ya da çekilen bir akımın, bir gerilimin belirli bir değerin üzerine çıkması veya inmesi, bilgisayara ihbar olarak gelmesi, tanımlanabilmelidir.

Alarm kısmı ile ilgili başka bir özellik de bir ihbar geldiğinde, başka bir çıkışa değer atanabilmesidir. Buna, bir çıkıştaki akım değerinin belirli bir değerin üstüne çıktığında bazı çıkışların devre dışı edilmesi örnek gösterilebilir.

5.4.3.2 Cihaz Listesi

Sistemdeki bütün cihazların bir arada gözüktüğü bir liste oluşturulabilmektedir. Bu cihaz listesinde, çıkışlara göre cihaz isimleri, cihaz adresleri ve cihaz tipleri yer almaktadır. İstenildiğinde, adres sırasına göre ya da cihaz tipine göre sıralandırılabilir. Cihaz listesinden ilgili cihazın ölçtüğü gerçek-zamanlı bilgilere ulaşılabilir, bu bilgilerin çıktısı alınabilmektedir.

Bu projede kullandığımız maliyeti önemli ölçüde etkileyen cihazlar şunlardır:

- 7 adet işlemci
- 38 adet giriş kartı
- 10 adet çıkış kartı
- 3 adet besleme ünitesi
- 50 adet yardımcı röle

5.4.4 SCADA Sisteminin Maliyeti

SCADA sistemi kullanılarak hazırlanmış olan bir enerji izleme projesinde bazı harcamaların göze alınması kaçınılmazdır. Bu harcamalar gerek insan gücü, gerek tasarım, gerek temin edilmesi gereken cihazları içermektedir. Bunlar aşağıdaki gibi açıklanabilmektedir.

5.4.4.1 Cihaz Temini

PLC

PLC'nin işlemcisi , dijital giriş kartları, dijital çıkış kartları ve besleme ünitesi satın alınmalıdır. Bir işlemci yaklaşık 200 \$ tutarındadır. Bunun dışında dijital giriş ve çıkışları ise ayrı ayrı her biri 50 ila 60 \$ civarındadır. Besleme üniteleri ise 100 \$'a satın alınabilmektedir. Projede 7 adet işlemci, 50 adet giriş ve çıkış kartı, 3 adet besleme ünitesi bulunduğu göre, basit bir hesaplama, PLC sistemi 3000 \$'a mal olur.

Şebeke bilgisayarları

Sistemde kritik ölçümler yapacak olan bu cihazlar temin edilmelidir. Bu cihazlar yaklaşık 2000 \$'a malolabilmektedir. Her bir trafo merkezinde 10 adet şebeke bilgisayarını olduğunu düşünürsek, bu elemanların maliyeti 20000 \$'ı bulur.

Yardımcı röleler

Vereceğimiz tüm komutların uygulanmasını sağlayacak olan kontakları içeren cihazlardır. Projede bunlardan 50 tane bulunduğunu düşenelim; bu durumda rölelerin maliyeti 350 \$ civarındadır.

Haberleşme kabloları

Haberleşme kabloları genelde 9 ya da 15 damarlı üretilmektedir. 10m ya da 50 m uzunluklarında sipariş edilebilmektedir. Bu kablolar 80 ile 120 \$ arasında damar sayısı ve de uzunluğuna göre değişmektedir. Toplam 1200 m kablo döşendiğine göre burada ortaya çıkan maliyet yaklaşık 4000 \$'ı bulabilir.

Merkezi kumanda yazılımı

Merkezi kumanda odasındaki bilgisayarda kurulmuş olan izleme ve kumanda yazılımıdır. Bu programa örnek olarak WinPM verilebilir. Bu sistem, proje kapsamına dahil edebildiğimiz eğitim dahil olmak üzere 5000 \$'dır.

Bilgisayar, yazıcı

Burada yazıcılardan biri lazer veya mürekkep püskürtmeli, diğeri ise nokta vuruculu olmalıdır. Nokta vuruculu yazıcı, ihbar ve alarm sinyallerini anında tek satır şeklinde bastırır ve kullanıcının arızayı anında yazılı olarak kaydetmesini ve de görmesini sağlar. Diğer yazıcı ise raporlama ve grafiksel çıktılar için kullanılmaktadır. Bilgisayar 1500 \$, nokta vuruculu yazıcı 350 \$ ve de mürekkep püskürtmeli yazıcı da 250 \$ tutmaktadır. Bu durumda bilgisayar düzeni için toplam yaklaşık 2000 \$ gözden çıkarılmalıdır.

Tüm bu maliyetleri topladığımızda cihazların temini 34350 \$ ya da yaklaşık 35000 \$'ı bulur.

5.4.4.2 Mühendislik

Teknik açıklamalar

Müşteri ile yetkili firma arasındaki karşılıklı fikir alışverişi.

Konfigürasyon

Tesiste kullanılacak olan cihazların ve kullanılması gereken panoların adetlerinin hesaplanıp bir malzeme listesinin oluşturulması.

Resimler

Proje mühendisleri ve teknik ressamaların bir ortak çalışma şeklinde tesisin akımyolu, tek hat şemaları, kablo listeleri, klemens planları ve pano etiket listelerinin hazırlanması.

Merkezi kumanda yazılımının (WinPM) konfigürasyonu

Bilgisayarın hazırlanması ve bu sisteme merkezi kumanda yazılımının kurulması.

Test

Tüm sistemin test edilmesi

Devreye alma

Sinyal testleri bittikten sonra daha önce belirlenmiş bir süre sonunda sistemin devreye alınması ve faaliyete geçirilmesi.

Tüm bu mühendislik hizmetleri bedeli, projeyi üstlenmiş olan firmaya bağlıdır ve bu yüzden belirli bir rakam vermek oldukça zordur. Fakat oluşturulan bu projeyi göze aldığımızda, tüm işler yaklaşık 2 ay sürecektir. Bu işte beş mühendis görevlendirilmiştir ve bu süre zarfında bir mühendisin her gün ortalama 5 saat, biraz fazla mesai ile haftada 40 saat çalıştığını düşünür ve de her mühendisin saat ücretinin 20 \$ gibi bir rakama tekabül edeceğini bilirsek, takriben 32000 \$'lık bir mühendislik hizmeti üretilmiş olacaktır.

5.4.4.3 Toplam Maliyet

Cihazlar satın alındığı ve proje tamamlandığı düşünüldüğünde, tüm bu hizmetler toplam 67000 \$'a malolmaktadır.

Devreye alma işlemleri tamamlandıktan sonra genelde firmalar bedava servis vermekte, sadece cihaz tamiri mümkün olmadığında, yenilenecek cihazlar için ücret talep edilebilmektedir.

5.4.5 Mozaik Panonun İşlevi

Mozaik pano, SCADA sisteminin bilgisayar ekranında yansımalarının elle tutulur bir maketi

olarak düşünülebilir. Merkezi yazılım yardımıyla yapılabilen tüm işlemler, mozaik pano üzerinden fare yerine elle pekala yapılabilir. Aradaki en büyük fark belki de SCADA sisteminin daha hassas değerlere ulaşabilmesidir.

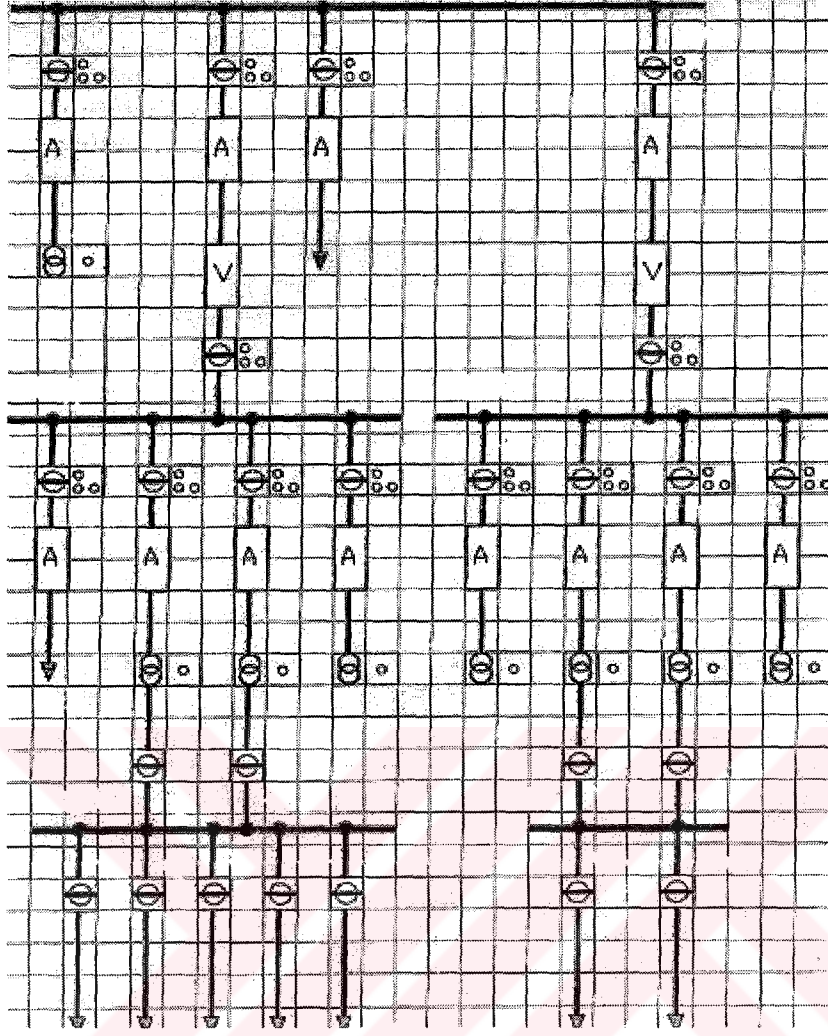
5.4.5.1 Mozaik Panoda İzleme ve Kumanda

İzleme tamamen gerçek-zamanlı sağlanabilmektedir. Fiderler ya da çıkışlar üzerine yerleştirilmiş olan ledli taşlar sayesinde, arızanın ya da genel anlamda bir ihbarın takibi oldukça kolaydır.

Trafo-1 merkezinin beslediği bir fider kesicisini devre dışı bırakmak istediğimizde, bu fider hattı üzerindeki şalteri açık konumuna getirmemiz yeterli olacaktır. Şalter konum değiştirdiği anda, gerekli röle enerjilenir ve PLC'ye sinyal gönderir. PLC bu durumda sahadaki kesiciye "aç" emrini verir ve kesici açar. Aynı şekilde bu işlemi SCADA sistemi yardımıyla yapmak istediğimizde fare yardımıyla kesicinin yanındaki "OFF" kutucuğunu işaretlememiz yeterli olacaktır. Daha evvel de belirtildiği gibi mozaik SCADA sisteminin üç boyutlu görüntüsünden başka bir şey değildir.

SCADA sisteminde, fiderler yanında gördüğümüz şebeke bilgisayarlarının göndermiş olduğu bilgileri bize yansıtan akım ve gerilim değer kutucuklarının mozaik sistemdeki yansımaları, basit ampermetreler ve de voltmetrelerdir ve bu cihazlar değerlerini ilgili trafolar üzerlerinden almaktadırlar. Yine tekrarlamamız gerektir ki basit bir ampermetre ya da voltmetreden aldığımız değerlerin hassaslığı hiç bir zaman bir şebeke bilgisayarının ekrana gönderdiği değer kadar hassas olamayacaktır.

Yine aynı şekilde mozaik tabloda bir trafo sembolünün yanındaki led yandığında bu trafoda bir arıza var demektir. Yalnız bu durumda arızanın türünü belirlemek için yine SCADA sistemine ihtiyacımız vardır. SCADA sistemi yoksa, operatör arızalı trafoyu elle devre dışı bırakır ve ilgili trafo merkezine arıza tespiti için bir teknisyen gönderir. Şalterlerin yanında 3'lü led göze çarpmaktadır. Bu ledler, devrede, devre dışı ve arıza durumlarını temsil etmektedir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 Mozaik Pano

5.4.5.2 Mozaik Pano Cihazları Temini

Boş Mozaik Taşları ve Kapakları

Renksiz ve şekilsiz boş alanları oluşturmamıza yaramaktadırlar. Projede bu taşlardan yedekler ile birlikte yaklaşık 1000 adet mevcuttur. Boş taşların tanesi 1 \$ tutmaktadır. Aynı zamanda bu taşların kapakları da satın alınmalıdır. Bu şekilde boş taşlar 2000 \$'a malolur.

Boyalı Kapaklar

400 adet sembollü taşımız bulunmaktadır. Bu boyalı kapakların adedi 1.5 \$'a satın alınabilmektedir. Bu durumda boyalı kapaklar 600 \$'a malolur.

Ampermetre ve Voltmetreler

Sistemde 16 adet voltmetre ve 3 adet voltmetre mevcuttur. Yedekleri de göze aldığımızda 18

adet ampermetre ve 4 adet voltmetre yeterli olacaktır. Fiyatları birbirine çok benzerdir ve 25 \$ civarındadır. Bu durumda voltmetreler ve amperetreler 550 \$'a malolmuştur.

Yardımcı röleler

35 adet yardımcı röle kullanılmıştır. 40 adet sipariş edildiğinde, adedi 7\$ olduğuna göre, röleler için 280 \$ ayırmak gerekmiştir.

Ledli ve Ledsiz şalterler

32 adet şalterimiz mevcuttur. Bunların tanesi 50 \$ olduğuna göre şalterlerimiz 1600 \$'a malolur.

5.4.5.3 Mühendislik

Yine SCADA sisteminde olduğu gibi; teknik açıklamalar, konfigürasyon, resimlerin hazırlanması, tüm sistemin testi ve en son devreye alma işlemleri sunulmaktadır. Fakat bu sistemde bir yazılım söz konusu olmadığından, mühendislik işi süresi doğal olarak daha azdır. Bu, takriben 50 saate denk düşerse, beş mühendis toplam 250 saat daha az çalışmıştır. Bu da mozaik sistemin 5000 \$ daha ucuz bir hizmetine ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla da mozaik sistem mühendislik bedeli 27000 \$'a karşılık gelir.

5.4.5.4 Mozaik Sistem Toplam Maliyeti

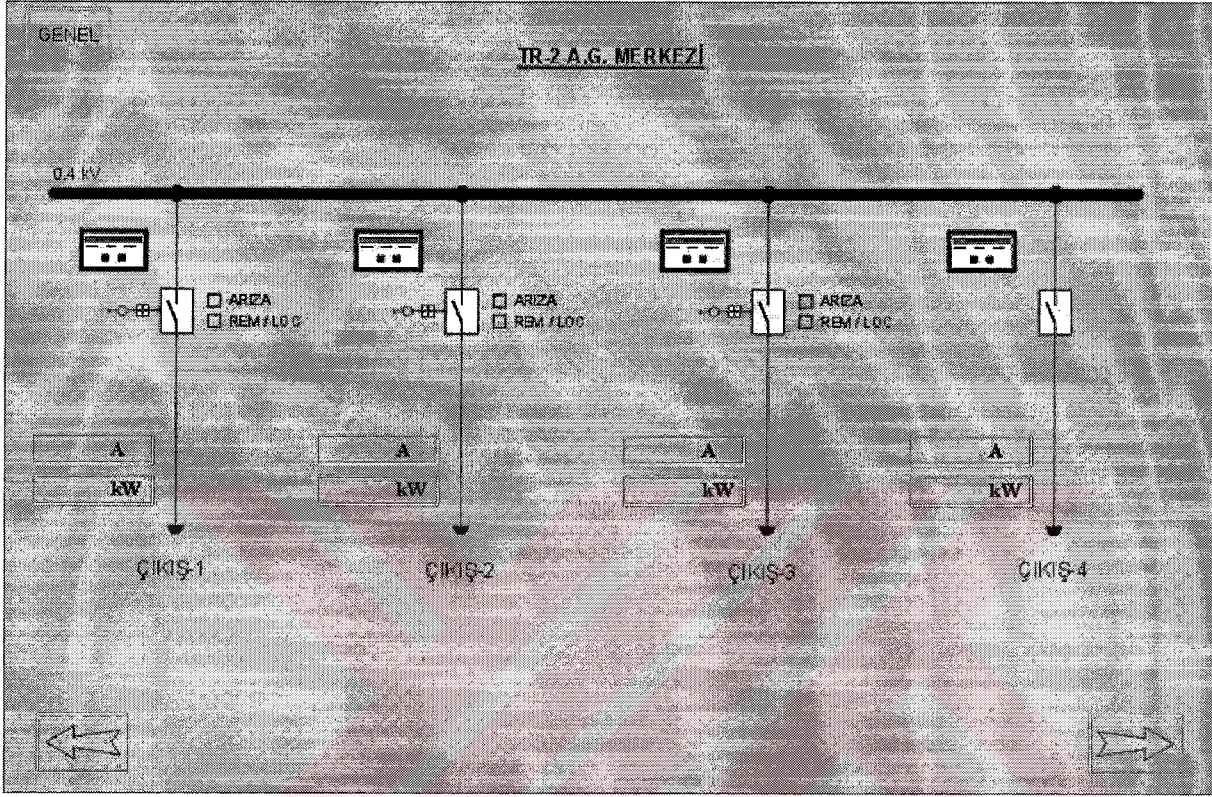
Cihaz temini ve de mühendislik hizmetleri toplandığında 32030 \$ gibi bir toplam maliyet karşılığında projemiz tamamlanmış olur.

5.5 Mozaik Panonun SCADA Sistemine Yansıması

Mozaik pano şemasında farklı baralar görünmektedir. Bu baralar ayrı ayrı trafo merkezlerini temsil etmektedirler. Bu trafo merkezlerindeki kesici pozisyonlarını, arızalarını yanlarındaki ledlerden tespit etmekte, akım ve gerilim değerlerini de ampermetre ve voltmetreler vasıtasıyla okumaktayız. Aynı veriler SCADA sisteminde aşağıdaki şekiller olarak yansır.

Genel olarak tüm sistemin prensip şeması Şekil 5.5'deki gibidir. Bu ekranda, istediğimiz trafo merkezinin ekranına geçmek istediğimizde, o trafo merkezinin adına tıklamamız yeterlidir.

Alçak gerilim hücrelerine ait şema ise Şekil 5.7’de gösterilmiştir. Yine orta gerilim tek hat şemasında olduğu gibi her fidere ait akım ve güç değerleri okunabilmektedir. Bunun yanında şebeke bilgisayarları sayesinde o fidere ait her türlü verinin izlenebilmesi de mümkündür (Şekil 5.9).



Şekil 5.7 Alçak gerilim hücresi

Register	Value
Amps Phase A	456
Amps Phase B	540
Amps Phase C	420
Amps Average	420
Amps Neutral	60
Volts Phase A	6831
Volts Phase B	6555
Volts Phase C	7245
Volts LN Average	6877
Volts Phase AB	11831
Volts Phase BC	11353
Volts Phase CA	12548
Volts LL Average	11910
kW Total	9984
kVA Total	16795
kvar Total	207
kW Demand	3146
Power Factor	Lead 95
Frequency	1028.6
kWh	31716520
kvarh	3157548
Amp Demand A	480
Amp Demand B	484
Amp Demand C	488
Amp Demand	484
Breaker Position	Closed

Şekil 5.8 Dijital röle anlık bilgi ekranı

Register	Value
Amps Phase A	3160
Amps Phase B	3211
Amps Phase C	3240
Amps Avg	3204
Volts Phase AB	483
Volts Phase BC	484
Volts Phase CA	485
Volts LL Avg	484
kW Total	1430
kVA Total	3185
kvar Total	59
kW Demand	1430
Power Factor	Lead 95.7
Frequency	60.0
kWh	28531858
Peak kW Demand	1603

Şekil 5.9 Şebeke bilgisayarı anlık bilgi ekranı

6. SONUÇLAR

Enerji tesislerin can damarları olan kumanda odaları vaz geçilmez sistemler olup kusursuz bir şekilde planlanmalı ve oluşturulmalıdır. Bu merkezlerde görev yapmakta olan operatörler çok önemli görevler üstlenmişlerdir ve işlerini en doğru biçimde yapabilmeleri için en son teknolojilerden faydalanmalıdır. SCADA teknikleri, bu kolaylığı ve de güvenilirliği fazlasıyla sağlamaktadırlar. Bunun yanında bu görevlilerin en emin ve de mümkün olduğunca garantili kumanda edebilmeleri ve de enerji akışını izleyebilmeleri şarttır. Burada, görsel bir tablo oluşturulmasını sağlayan ve de elle müdehaleye izin veren mozaik sistemler ile birlikte kurulmuş olan bir kumanda odasının hata yapma oranı oldukça düşüktür. Bu yüzden, firma yetkilileri böyle bir tesisin oluşturulmasında belli maliyetleri gözden çıkarmalıdır. Günümüz enerji tesisleri, barındırdıkları kumanda odalarındaki mevcut mozaik sistemlerin yanına SCADA sistemlerini de eklemektedirler. Sonradan ortaya çıkabilecek zorluklarla baş etmek zorunluluğu yerine tesisin kurulması aşamasında en son teknolojilere sahip SCADA sistemlerini edinmek mutlaka gerekmektedir. Bugün, elektrik sektöründe hizmet veren firmalar, bu sistemleri incelemekte, araştırmakta ve de geliştirmektedir. Bu araştırmalar takip edilmeli ve de kumanda sistemleri güncelleştirilmelidir. SCADA ve mozaik sistemleri bu yenilenmenin basit ve kısa sürede gerçekleştirilebildiği sistemlerdir.

Maliyet açısından bu iki sistemi karşılaştırdığımızda, bir hayli büyük bir fark göze çarpmaktadır. Mozaik sistem, SCADA sisteme göre yarı fiyata kurulabilmektedir. Bu durumda maliyete önem verildiğinde mozaik sistem, doğruluk ve de kullanım rahatlığı önemsendiğinde ise SCADA sistemini kullanmak yerinde olacaktır. Sonuçta, son teknolojilerin daha pahalı olması kaçınılmazdır.

Mozaik ve SCADA sistemlerinin avantajları ve dezavantajları Çizelge 6.1'de ayrıca belirtilmiştir.

Çizelge 6.1 Avantajları ve Dezavantajları

Özellik	Mozaik Sistem	SCADA
<i>Kurulması</i>	Zahmetlidir, uzun sürer, testi ve devreye alınması basittir.	Sadece PLC panosu ve yazılımdan ibarettir. Testi ve devreye alınması zordur.
<i>Taşıma</i>	Zahmetlidir. Parçalayıp tekrar monte etmek gerekir.	Sadece bilgisayar ve PLC panosu taşınır, basittir.
<i>Boyut</i>	Geniş bir odaya ihtiyaç vardır.	Çok küçük kumanda odalarına bile sığabilir.
<i>Kullanım Kolaylığı</i>	Oldukça basittir.	Eğitim gerektirir. Zordur.
<i>Operatör Sayısı</i>	Pano büyüdükçe operatör sayısı artar.	Tek bir operatör yeterli olabilir.
<i>Emniyet</i>	Çok emniyetlidir. Arıza olasılığı düşüktür.	Emniyetlidir. Fakat bilgisayar çökebilir. Bakım gerektirebilir.
<i>Yenileme</i>	Basittir fakat alanın yeterli olması gerekir.	Basittir fakat uzman gerektir. Yeni resimler çizilip eklenmesi gerekmektedir.
<i>Bilgi Saklama</i>	Bilgi saklanma olanağı sınırlıdır. Kaydediciler, kağıt şeride değerleri bir eğri şeklinde girer.	Sistem otomatik olarak bilgileri dosyalara kaydeder.
<i>Hız</i>	SCADA'ya göre daha yavaştır.	Oldukça hızlıdır
<i>Ölçüm Hassasiyeti</i>	Hassas değildir.	Çok hassastır.
<i>Uzaktan Kumanda</i>	Mümkün değildir.	Haberleşme imkanı olan cihazlarla mümkündür.
<i>Maliyet</i>	SCADA'ya göre ucuzdur.	Yazılım ve kullanılan cihazlar oldukça pahalıdır.
<i>İzleme</i>	Ebatlar büyüdüğünde izleme güçleşir.	Birkaç bölüm birden aynı ekranda izlenebilir.

KAYNAKLAR

Berger, H., (1992), Speicherprogrammierbare Steuerungen, Siemens-Aktiengesellschaft Verlag, Berlin.

Berger, H., (1996), Automatisieren mit Simatic S7-300, Publicis MCD Werbeagentur GmbH, Erlangen.

Beuerle, P., (1991), Kommunikation in der Automatisierungstechnik, Siemens-Aktiengesellschaft Verlag, Berlin.

Gissler, J., (1990), Vom Prozess zur Regelung, Siemens-Aktiengesellschaft Verlag, Berlin.

Haberl, G., (1990), Schalten Schützen Verteilen in Niederspannungsnetzen, Siemens-Aktiengesellschaft Verlag, Berlin.

Hosemann, G., (1988), Elektrische Energietechnik, Springer-Verlag, Berlin.

Schmelcher, T., (1982), Handbuch der Niederspannung, Siemens-Aktiengesellschaft Verlag, Berlin.

Seip, G., (1993), Elektrische Installationstechnik, Publicis MCD Werbeagentur GmbH, Erlangen.

Seip, G., (2000), Electrical Installations Handbook, John Wiley & Sons Chichester Publicis MCD Werbeagentur GmbH, Münih.

Siemens Energy and Automation Group, (1989), Control Room Equipment Mosaic-Tile Systems, Siemens-Aktiengesellschaft Verlag, Nürnberg.

Siemens A.G., (1995), Simatic Applications, Siemens-Aktiengesellschaft Verlag, Nuremberg.

Siemens Automation & Drives Group, (1999), Fieldbus Components, Siemens-Aktiengesellschaft Verlag, Münih.

Siemens Energy & Automation Group, (1999), WinPM Power Management and Control for Windows, Siemens-Aktiengesellschaft Verlag, Georgia.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	13.01.1975	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1984-1994	Avusturya Lisesi
Lisans	1994-1998	Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak. Elektrik Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1998-2001	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Müh. Anabilim Dalı

Çalıştığı kurum

1998-Devam ediyor SIEMENS San. ve Tic. A.Ş.

