

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR ORTA GERİLİM DAĞITIM SİSTEMİ MODELİNİN SCADA İLE
İZLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Aslı ÖZKARA**

Anabilim Dalı : Elektrik Mühendisliği

Programı : Elektrik Mühendisliği

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ayşen Demirören

Ekim 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR ORTA GERİLİM DAĞITIM SİSTEMİ MODELİNİN SCADA İLE
İZLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aslı Özkara

(504051001)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 Eylül 2009

Tezin Savunulduğu Tarih : 06 Ekim 2009

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ayşen DEMİRÖREN (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ömer USTA (İTÜ)
Prof. Dr. Coşkun SÖNMEZ

Ekim 2009

*Anneme ve kardeşıme,
Aramızdan zamansız bir şekilde ayrılan babama...*

ÖNSÖZ

Tez danışmanım Prof. Dr. Ayşen DEMİRÖREN ve Elektrik-Elektronik Fakültesi Dekan Yardımcısı Prof.Dr. Adnan Kaypmaz’a bu çalışma boyunca yapmış olduğu rehberlik ve her zaman sağlamış olduğu teşvik için teşekkür ederim.

Çalışma aşamalarında bana her türlü desteği sağlayan annem ve kardeşime fedakârlıkları için teşekkür ederim.

Bu çalışmayı iş hayatı ile beraber sürdürmeme olanak veren ve beni hep destekleyen ABB Güç Sistemleri bölümündeki müdürüm ve bölüm arkadaşlarıma da teşekkür ederim.

Ekim 2009

Aslı Özkara
(Elektrik Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Tezin organizasyonu	1
2. ELEKTRİK ENERJİSİ DAĞITIM SİSTEMLERİ.....	3
2.1 Elektrik Enerjisi Dağıtım Sistemlerinin Yapısı.....	3
2.1.1 Birincil dağıtım sistemleri.....	5
2.1.2 İkincil dağıtım sistemleri	6
2.2 Kapalı Halka İşletilen Orta Gerilim Dağıtım Sistemleri.....	6
2.3 Açık Halka İşletilen Orta Gerilim Dağıtım Sistemleri.....	8
3. SCADA SİSTEMLERİ	11
3.1 SCADA Sistemlerinin Yapısı.....	11
3.1.1 Saha cihazları	13
3.1.2 RTU.....	13
3.1.2.1 CPU	14
3.1.2.2 Analog giriş birimi	15
3.1.2.3 Sayaç veya akümülatör birimleri	15
3.1.2.4 Analog çıkış birimi	16
3.1.2.5 Sayısal giriş birimi	16
3.1.2.6 Sayısal çıkış birimi	16
3.1.2.7 Haberleşme arayüzü	16
3.1.2.8 Güç kaynağı	16
3.1.3 İletişim sistemi	17
3.1.4 Ana istasyon	17
3.1.5 İşletmeci istasyonu	19
3.1.5.1 Alarm	20
3.1.5.2 Eğilim	20
3.1.5.3 RTU arayüzü	20
3.1.5.4 Ölçülebilirlik	20
3.1.5.5 Bilgiye erişebilirlik	21
3.1.5.6 Ağ	21
3.1.5.7 Yedekli çalışma	21
3.1.5.8 Kullanıcı/sunucu dağılımlı işleme	21
3.2 Orta Gerilim Dağıtım Sistemlerinde SCADA Sistemleri	22

4. ORTA GERİLİM DAĞITIM SİSTEMİ MODELİNİN SCADA İLE İZLENMESİ	25
4.1 Pano Yapısı ve Kullanılan Elemanlar.....	25
4.2 RTU Konfigürasyonu	31
4.3 SCADA programı.....	34
4.3.1 Kapalı halka işletilen orta gerilim dağıtım sistemi.....	37
4.3.2 Açık halka işletilen orta gerilim dağıtım sistemi	41
4.3.3 Raporlama	43
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
5.1 Çalışmanın Uygulama Alanı	47
KAYNAKLAR.....	49
EKLER.....	51

KISALTMALAR

AMI	: Analogue Measurement Input
CPU	: Control Process Unit
I/O	: Input/Output (Giriş/Çıkış)
IED	: Intelligent Electronic Device (Akıllı Elektronik Cihaz)
RTU	: Remote Terminal Unit
SCADA	: Supervisory Control And Data Acquisition
SNTP	: Simple Network Time Protocol
SCO	: Single Command Output
SPI	: Single Point Input

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Tipik elektrik enerji şebekesi	4
Şekil 2.2 : Kapalı halka işletilen dağıtım sistemi	7
Şekil 2.3 : Açık halka işletilen dağıtım sistemi	9
Şekil 3.1 : Bir SCADA sisteminin yapısı.	12
Şekil 3.2 : RTU'nun yapısı [6].	14
Şekil 3.3 : Ana istasyon yapısı için alternatifler [6].	18
Şekil 3.4 : Bir alt istasyonun yapısı [6].	19
Şekil 3.5 : Dağıtım şebekesinde bir SCADA sisteminin yapısı.....	22
Şekil 4.1 : Gerçeklenen modelin tek hat şeması.	27
Şekil 4.2 : Gerçekleştirilen panonun önden görünümü.	29
Şekil 4.3 : Gerçekleştirilen panonun içi.....	30
Şekil 4.4 : RTU560G'nin yapısı [10].	32
Şekil 4.5 : MicroSCADA ile çizilen tek hat şeması	36
Şekil 4.6 : Kapalı halka işletmede birinci hatta kısa devre olma durumu	40
Şekil 4.7 : Açık halka işletmede kısa devre olma durumu	42
Şekil 4.8 : Gerçekleştirilen panonun içi.....	44
Şekil 4.9 : Raporlama ekranı.	46
Şekil A.1 : Açık halka işletim.....	52
Şekil A.2 : Açık halka işletimde dördüncü hatta arıza oluştuktan sonra arızanın ayıklanması durumu.	53

ORTA GERİLİM DAĞITIM SİSTEMLERİNDE AKILLI İZLEME SİSTEMLERİ VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

ÖZET

Bir ülkedeki kalkınma düzeyi arttıkça enerjiye olan ihtiyacı daha da artmaktadır. Elektrik enerjisi ise bu ihtiyacın en büyük paylarından birine sahiptir. Elektrik enerjisinin depolanma özelliği olmadığı ve kaynakların sınırlı olması sebebiyle elektrik enerjisinin verimli kullanılması büyük önem taşımaktadır. Endüstriyel sektör veya son tüketicilerin enerji kalitesizliği ve kesintilerinden dolayı oluşan maddi kayıpları teknolojinin enerjiye bağımlılığının artmasıyla birlikte büyük önem kazandı. Bu kayıpları en aza indirmek ise şebekenin izlenmesi, korunması ve kontrol edilmesi ile sağlanabilmektedir.

Teknoloji ilerledikçe koruma elemanlarının hassasiyeti, haberleşme sistemleri de gelişti. Artık mekanik röleler yerine elektronik röleler, haberleşme için bakır kablo yerine fiber optik kullanılmaya başlanmıştır. Böylelikle gerçek zamanlı izleme, kontrol ve korumada gelişim sağlanmış oldu.

İzleme sistemlerinin geliştirilmesiyle birlikte aynı anda daha büyük şebekelerin izlenmesi olanak kazandı ve izlenme dışında kontrol imkânı edinildi. İzleme programları gerçek zamanlı raporlar tuttu ve oluşan arızaların yeri ve zamanı kayıt altına alınabildi.

Bu tezde orta gerilim enerji dağıtım sistemlerinde kullanılan izleme sistemleri işlenerek, açık halka işletilen örnek bir orta gerilim dağıtım sisteminin 380V gerilim seviyesinde gerçeklemesi yapılarak, SCADA üzerinden izleme, kumanda ve raporlaması sağlanmıştır.

Öncelikle SCADA sistemleri tanıtılarak; orta gerilim dağıtım sistemlerinde uygulamaları anlatılmıştır. İlerleyen konularda açık halka ve kapalı halka işletim orta gerilim dağıtım sistemlerine değinilip, bu tezin amacı olarak gerçekleştirilen bir pano düzeneği vasıtasıyla öğrencilere yönelik ayrıntılı bir demonstrasyon hazırlanmıştır. Bir orta gerilim dağıtım sistemi 380V seviyesinde basite indirgenip bir pano düzeneği kurulmuştur. Bu pano'nun kumandası ABB RTU, izleme ve raporlaması ise ABB MicroSCADA programı ile sağlanacaktır. Bu düzenek İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü, Elektrik Tesisleri Laboratuvarı'nda yer almaktadır.

INTELLEAGENT MONITORING SYSTEMS IN MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION SYSTEMS AND MODELLING

SUMMARY

Increasing the level of development in a country means that the need for energy is increasing even more. Electrical energy share the biggest part of the energy requirement. Due to the electrical energy is not a storable feature and due to the limited resources it is important to use electricity efficiently. While technology has an increasing dependence on energy, the financial loss of Industrial sector or end consumer because of the unqualified energy and disruptions has gained great importance. Industrial and house consumers' losses because of blackouts and poor energy quality have become more and more important with increasing technology's dependence of energy. These losses can be minimised with protection, monitoring and controlling the energy.

As the technology progress, sensitivity of the protection elements and communication systems are developing. Now, instead of mechanical relays, electronic relays are used and for communications, fiber optic cables are being used instead of copper cable. Thus, real-time monitoring, control and protection has been progressed.

Development of monitoring systems make possible to monitor larger networks from one computer, besides controlling is obtained. Monitoring programs reports real-time, also the location and time of failure can be recorded.

In this thesis, monitoring systems in medium voltage distribution systems are studied. An open loop operated medium voltage distribution system sample has been implemented in 380V voltage level and protection and monitoring, control and reporting has been provided via SCADA system

First, SCADA systems are introduced and the applications in medium voltage distribution systems are described. In further issues, after open ring and ring operated medium voltage distribution systems are mentioned, as aimed in this thesis a panel mechanism implemented and demonstrated for students' use. A medium voltage distribution system is reduced to a simple mechanism in the voltage level of 380V and built a board for implementation. Control of this board is provided with ABB RTU, monitoring and reporting ABB MicroSCADA program. This mechanism is located in the Electrical Power Systems Laboratory of Istanbul Technical University, Electrical Engineering.

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

Bu tezde amaç, açık halka işletilen orta gerilim dağıtım sistemi otomasyonunun bir örneğinin öğrencilere gösterilmesi için bir panonun hazırlanması ve SCADA ile izleme, raporlama ve kumandasının sağlanmasıdır.

SCADA sistemleri ayrıntılı olarak anlatılıp, kullanılan yazılım ve elemanlar tanıtılacaktır. Son olarak orta gerilim dağıtım sistemi yapısının 380V gerilim seviyesinde basite indirgenerek gerçekleştirilen modelinin yapımı, kullanılan elemanlar ve yazılımlar tanıtılıp, bu sistemde yapılabilecek işlemler anlatılacaktır.

1.2 Tezin organizasyonu

Bu tez açık halka işletilen orta gerilim enerji dağıtım sistemlerinin yapısına ve bu sistemlerde kullanılan SCADA sistemlerine odaklanmaktadır.

İlk bölümde SCADA sistemi genel olarak anlatılarak, enerji sistemlerinde ve özellikle orta gerilim dağıtım sistemlerinde uygulamalarına ayrıntılı olarak değinilmiştir.

İkinci bölümde ise orta gerilim sistemlerinde açık halka ve kapalı halka işletim sistemleri anlatılmıştır.

En son bölümde ise orta gerilim açık halka dağıtım sistemi alçak gerilimde gerçekleştirilerek SCADA ile izlenebilmesi için yapılan pano, kullanılan elemanlar, kurulan yazılımlar ve süreçleri detaylı olarak anlatılmıştır.

2. ELEKTRİK ENERJİSİ DAĞITIM SİSTEMLERİ

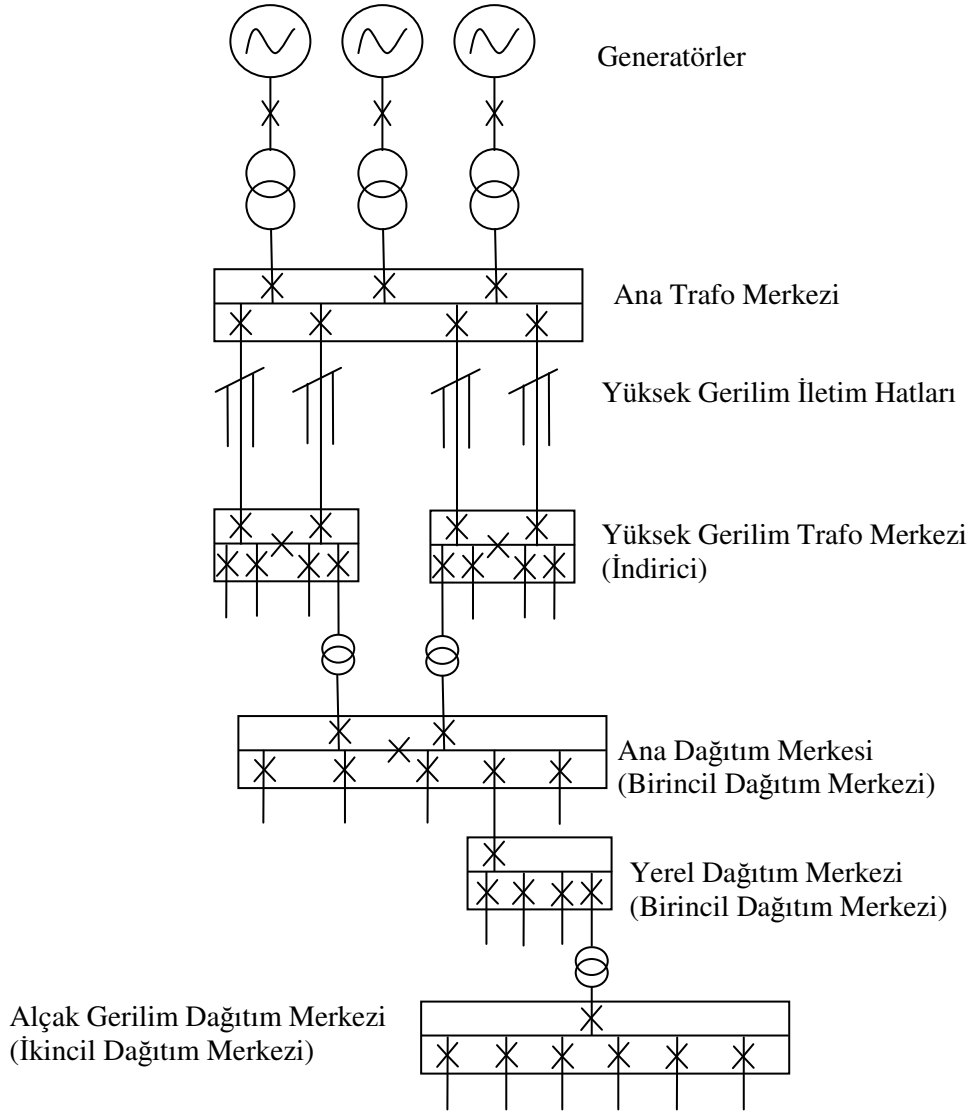
Elektrik enerjisi tüketiminin artmasıyla birlikte ve enerji kaynaklarının sınırlı olması sebebiyle, elektrik dağıtım sistemlerinin önemi de büyük ölçüde arttı. Dağıtım sistemlerinde enerjinin en düşük kayıpla tüketicilere ulaşması için çeşitli uygulamalar geliştirildi. Üretilen enerji öncelikle iletim sistemleri ile alt trafo merkezlerine iletildi, ardından dağıtım sistemleri ile tüketicilere ulaştırıldı.

Alt trafo merkezleri genellikle yüklerin çekildiği merkezlere yakın yerlerde bulunur. Çok fazla yükün çekildiği bölgelerde büyük şebekeler vardır. Orta veya düşük yük çekilen bölgelerde ise halka veya radyal dağıtım sistemleri vardır.

Tezin bu bölümünde öncelikle elektrik dağıtım sistemlerinin yapısı, sonrasında ise açık ve kapalı halka işletme sistemleri incelenecektir.

2.1 Elektrik Enerjisi Dağıtım Sistemlerinin Yapısı

Tipik bir elektrik dağıtım şebekesi birçok elektriki bileşenden oluşur ve elektrik hatları ile birbirine bağlanmıştır. Elektrik enerjisi, yüksek gerilim iletim hatları üzerinden dağıtım merkezlerine getirilip dağıtım şebekesine ulaştırılır. Bu enerji neticede daha düşük gerilim seviyesinde müşteriler ya da yükler tarafından kullanılır. Tipik bir elektrik şebekesi Şekil 1.1. de görülebilir [1].



Şekil 2.1 : Tipik elektrik enerji şebekesi

Elektrik iletimi genellikle yüksek veya çok yüksek gerilimde, 132-800kV seviyelerinde yapılır. Mega gerilim sistemleri hala geliştirilmekte olup ilk örnekleri Amerika’da uygulanmaktadır. Mesafe uzadıkça daha yüksek gerilimler ekonomik çözüm haline gelmektedir. İletim sistemleri genellikle dağıtım merkezlerinde son bulur. Dağıtım sistemlerinin bağlantıları ise, yerleşim merkezlerinde olduklarından yer altından ve daha kısa mesafelerde yapılır. Üç faz kablonun yalıtımı gerilimin kullanılmasını sınırlar, gerilimi düşürür ve orta gerilim seviyeleri için kısa mesafelerde daha ekonomiktir.

Ana orta gerilim dağıtım merkezleri genellikle farklı yüksek gerilim trafo merkezlerinden gelen iki ya da daha fazla girişten beslenir. Ana dağıtım merkezleri çoğunlukla sınırları açıkça belli olan bir dağıtım şebekesini besler. Örneğin, santral veya fabrika, ya da il/ilçe ağ beslemesi için kullanılabilir.

Alçak gerilim dağıtımı, kısa mesafelerde ve yerel bölgelerde kullanılabilir.

Tipik bir dağıtım şebekesi aşağıdaki cihazları kapsar:

- YG/OG güç transformatör(leri) (ikincil sargı)
- OG trafo merkezi ve şalt
- OG güç kabloları (terminaller dahil)
- OG/AG güç transformatör(leri) (birincil sargı)

Daha sonrasında, aydınlatma, daha küçük güç gerektiren uygulamalar, genellikle MCC(Motor Control Center-Motor Kontrol Merkezi) tarafından beslenen elektrik motorları vs. için Dağıtım gerilimi alçak gerilime çevrilir.

Gerilim seviyeleri uluslararası olarak aşağıdaki gibi betimlenmiştir:

Alçak Gerilim : 1000 V'a kadar

Orta gerilim : 1000 V ile 36kV arası

Yüksek gerilim : 36kV üzeri

Elektrik enerjisi üretimi ile ilgili standartlar ise iki ana başlıkta toplanmıştır :

Avrupa'da IEC standartları geçerlidir. Frekans 50Hz ve Alçak gerilim 230/400V'tur

Kuzey Amerika'da ise IEEE/ANSI standartlarına göre frekans 60Hz, alçak gerilim 110/190V'tur.

2.1.1 Birincil dağıtım sistemleri

Birincil dağıtım sistemleri yüksek gerilim trafo merkezdeki güç trafosunun ikincil sargısından başlar ve alçak gerilim dağıtım merkezindeki trafonun birincil sargısında biter. Birincil dağıtım sistemleri enerjinin dağıtımında görev alır ve tüketimi yoktur.

Elektrik dağıtımı havai hatlar (enerji nakil hatları) veya yeraltı kablolarıyla sağlanabilir. Bu durumda en ekonomik tasarım bir kaç faktöre göre yapılır. Yüksek Gerilim Enerji nakil hatları uzun mesafelerde yer altı kablolarından çok daha ucuzdur. Burada hava yalıtım malzemesi olarak kullanılır ve kazı işlerine gerek yoktur. Direkler, havai hatlarda maliyetin çok büyük bir kısmını oluşturur. Bu nedenle enerji nakil hatlarında bakır iletkenler yerine çelik iletken kullanılır; hem daha hafif hem de daha ucuzdur. Fakat bakırın kesitine düşen akım taşıma kapasitesi çeliğe göre daha fazladır.

Enerji nakil hatları tabiatları gereği yıldırımlara yatkındır. Bu hatlarda geçici dalgalanmalara, ani faz arası veya faz toprak atlamalarına yol açar. Hat yalıtkanları bu dalgalanmaları toprağa iletmek üzere tasarlanmıştır. Böylelikle en az arıza ve zararlı olay atlatılmış olur. Bu çok kısa sürede gerçekleşir ve ardından normal işleme geri dönülür. Bu tip durumlar için hat sayısı arttıkça tekrar kapama konfigürasyonları (yapılandırmaları) önem kazanmaktadır. Yeraltı kabloları ise genellikle endüstriyel güç dağıtımında kullanılır [1].

2.1.2 İkincil dağıtım sistemleri

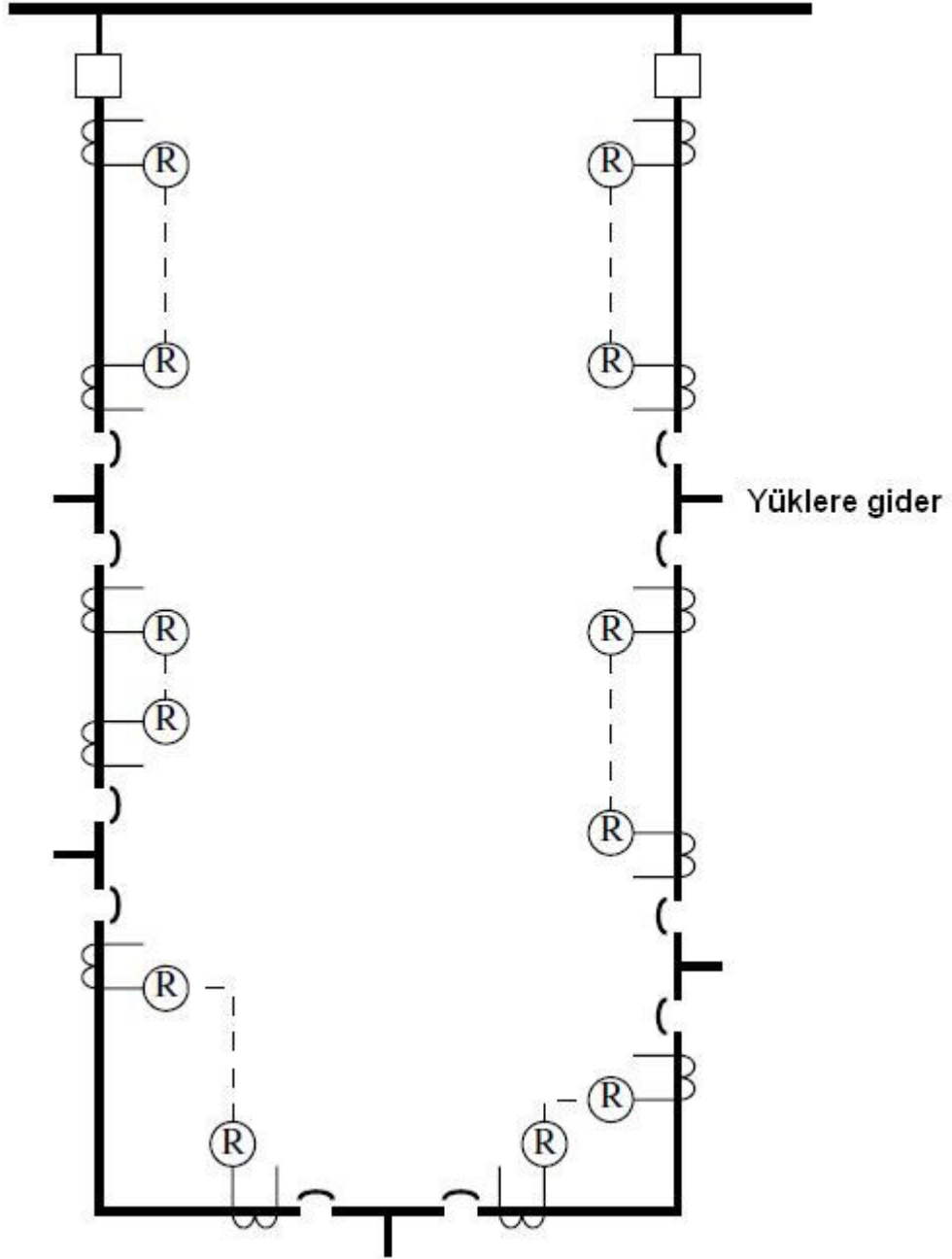
İkincil dağıtım sistemleri 1kV gerilim seviyesinden başlayarak daha düşük gerilim seviyelerinde devam eder. Bu seviyede dağıtım sistemine alçak gerilim dağıtım sistemi de denir ve genellikle son kullanıcıların kullanımına yöneliktir. Örneğin ev içi kullanım, endüstriyel kullanıcıların veya üreticilerin ikincil ihtiyaçları (aydınlatma, bilgi sistemleri..gibi). Alçak dağıtım sistemi son kullanıcılara üç faz ve bir toprak olarak 380V faz arası ve bir faz ve bir toprak olarak 220V faz-toprak gerilim seviyelerinde ulaşır. Buna göre, tüketim 4 iletken veya 2 iletken üzerinden yapılır.

Alçak gerilim dağıtım sistemlerinden yararlanabilmek için bir başka unsur ise bir aletin üretildiği frekans seviyesinde elektrik akımı çekmesidir. Avrupa'da ve Türkiye'de elektrik akım frekansı 50Hz olarak kabul edilip tüm cihazlar buna göre üretilmektedir. Amerika kıtasında ise elektrik enerjisi 60Hz ile üretilmiştir. Dolayısıyla son kullanıcılar 60Hz üzerinden elektrik tüketirler ve tüm cihazların üretimi buna göredir. Herhangi bir cihaz, üretildiği frekansa eşit frekanslı bir şebekeye bağlanmadıkça düzgün çalışmaz [1].

2.2 Kapalı Halka İşletilen Orta Gerilim Dağıtım Sistemleri

Az yükü olan bölgelerde birincil dağıtım sistemi radyal olarak kurulur. Bu sistem ekonomiktir ama tüketicilere düşük güvenilirlik sunar. Daha büyük şehirlerde, yük yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde, dağıtım merkezleri fiderler vasıtası (hava hat veya yer altı kablosu) ile birbirine bağlanır. Kesiciler fiderlerin her iki ucunda da kısa devrelere karşı koruma için yer alır. Yükler ise fiderlere sigortalar ile doğrudan bağlıdır.

Daha ekonomik bir çözüm ise fiderlerin iki bağımsız trafo merkezi tarafından beslendiği kapalı halka işletmedir. Burada trafo merkezleri yükü paylaşırlar. Kapalı halka işletme sistemin güvenilirliğini önemli ölçüde artırır, tüketicilerin enerji kesintisini azaltır. Fakat her iki trafo merkezinde gerilimde oluşabilecek farklılıklar, sistemde bir döngü akımı oluşturur [2,3].



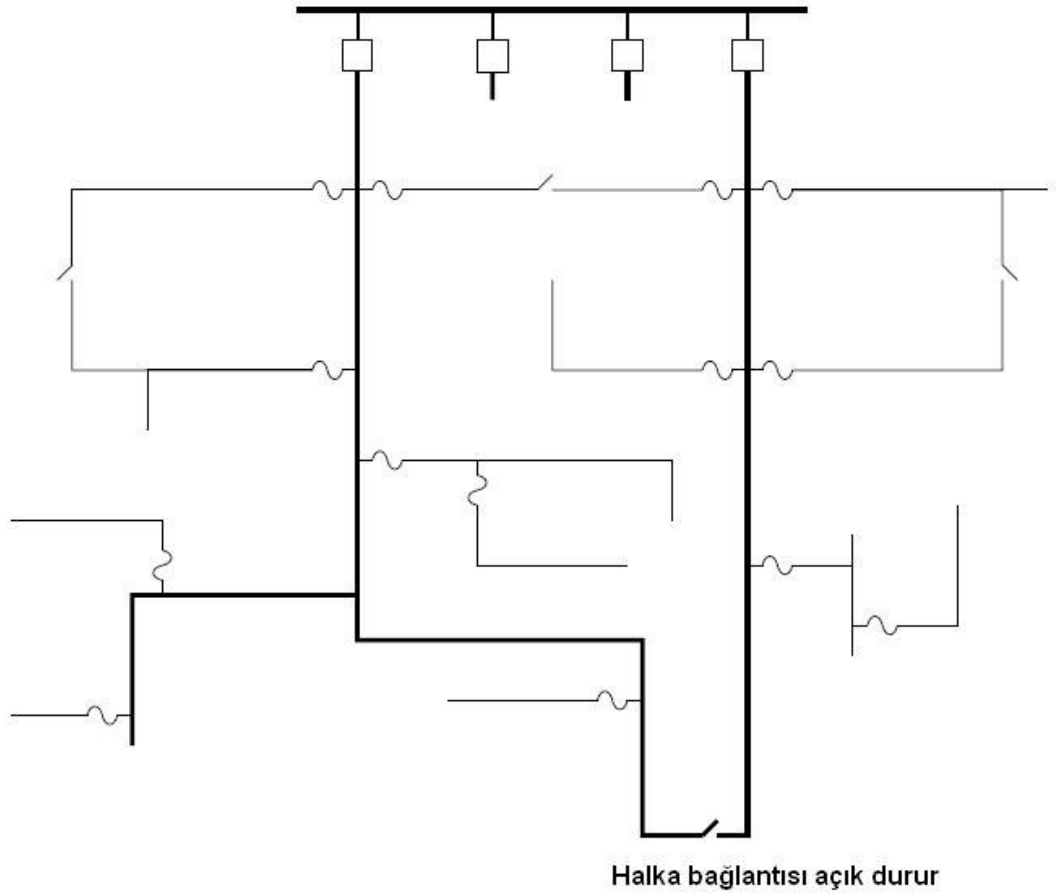
Şekil 2.2 : Kapalı halka işletilen dağıtım sistemi

Kapalı halka işletilen orta gerilim dağıtım sistemleri genellikle yüklerin kritik olduğu bölgeler de kullanılırlar, örneğin hastahanelerin olduğu bölgelerde. Bu sistemin prensibi tüketici trafosunun bulunduğu kısımların yeni bir dağıtım trafosu ile beslenmesidir (bkz. Şekil 2.2). Böylelikle bir dağıtım trafosunda kesinti olduğunda diğer dağıtım trafosundan yükleri beslenmeye devam eder [4]. Kapalı halka işletim sistemlerinde besleme ve fider hatlarında bulunan kesicilere bağlı akıllı cihazlar sayesinde arıza sistemden otomatik olarak ayrılır.

2.3 Açık Halka İşletilen Orta Gerilim Dağıtım Sistemleri

Sitemde oluşabilecek döngü akımlarını önlemek için ise açık halka işletilen dağıtım sistemleri kullanılabilir [2,3]. Açık halka işletmede dağıtım trafosu merkezlerinden sadece biri sistemi beslemektedir. Diğerleri beslemek için hazır bulunmaktadır. Bu sistemde hatlarda yüksek maliyetli kesiciler yerine ayırıcı kullanılır. Düşük maliyetli bir sistemden vaz geçerek hatların korumasından da vaz geçmiş olunur. Bu sistemde koruma trafo merkezlerinin sistemi beslediği kesiciler üzerinden yapılır.

Açık halka işletilen orta gerilim sistemlerinde halka bağlantısı normalde açık bırakıldığı için ani kesintilerde ve gerilim düşümlerinde çabuk müdahale edilemez. Arıza ayıklandıktan sonra kapalı halka olarak işletilir ve arıza giderildikten sonra tekrar açık halka işletmeye geri dönlür. Açık halka işletilen bir sistem için örnek şema, Şekil 2.3’de gösterilmiştir [4].



Şekil 2.3 : Açık halka işletilen dağıtım sistemi

Sistem üzerindeki arızalar beslemenin olduğu kesiciler üzerinden yapılır. Arıza olduğunda tek taraflı beslenen sistemin kapalı kesicisi açar ve sistem enerjisiz kalır. Bu durumda arızayı bulup sistemden ayırmak işletmecinin görevidir. Arıza sistemden ayrıldığında sistem iki taraflı beslenir. Arıza giderildiğinde ise sistem tek taraflı besleme, açık halka işletim durumuna geri döner.

3. SCADA SİSTEMLERİ

SCADA terimi Türkçe'ye "Danışmalı Kontrol ve Veri Toplama Sistemi" veya "Uzaktan Kontrol ve Gözleme Sistemi" olarak çevrilebilir. Bilgisayarlardan, haberleşme aletlerinden, algılayıcılardan veya diğer aygıtlardan oluşturulmuştur ve aynı zamanda denetlenip ve kontrol edilebilir [5].

Kesin ve gerçek zamanlı bilgi, sistemin işletim ve sürecinin optimizasyonu için gerekli elemanlardır. Bununla birlikte daha verimli, güvenilir ve en önemlisi güvenli işletim sağlanır. SCADA sistemleri ise kesin ve gerçek zamanlı bilgileri uzaktan ve uzak mesafeden RTU'lar aracılığıyla toplayarak, ana istasyonda bu bilgileri gösterir; gelen veriler değerlendirilerek, işletmelerin stratejileri geliştirilir, politikalar saptanır ve işletme ile ilgili önemli kararlar alınarak işletmecilerin uzaktan kumanda görevlerini, yerine getirmesini sağlar [6].

SCADA sistemi sayesinde izlenen sistem tek bir merkezden yönetilerek personel sayısının ve işletme giderlerinin azalmasını sağlar. İzlenen ve kaydedilen değerler sayesinde işletmenin kalitesini yükseltecek, verimliliğin artıracak stratejiler geliştirilir. Gerçek zamanlı izleme ve alarm fonksiyonu sayesinde ise arızalara zamanında müdahale edilerek güvenli işletmenin devamlılığını sağlar.

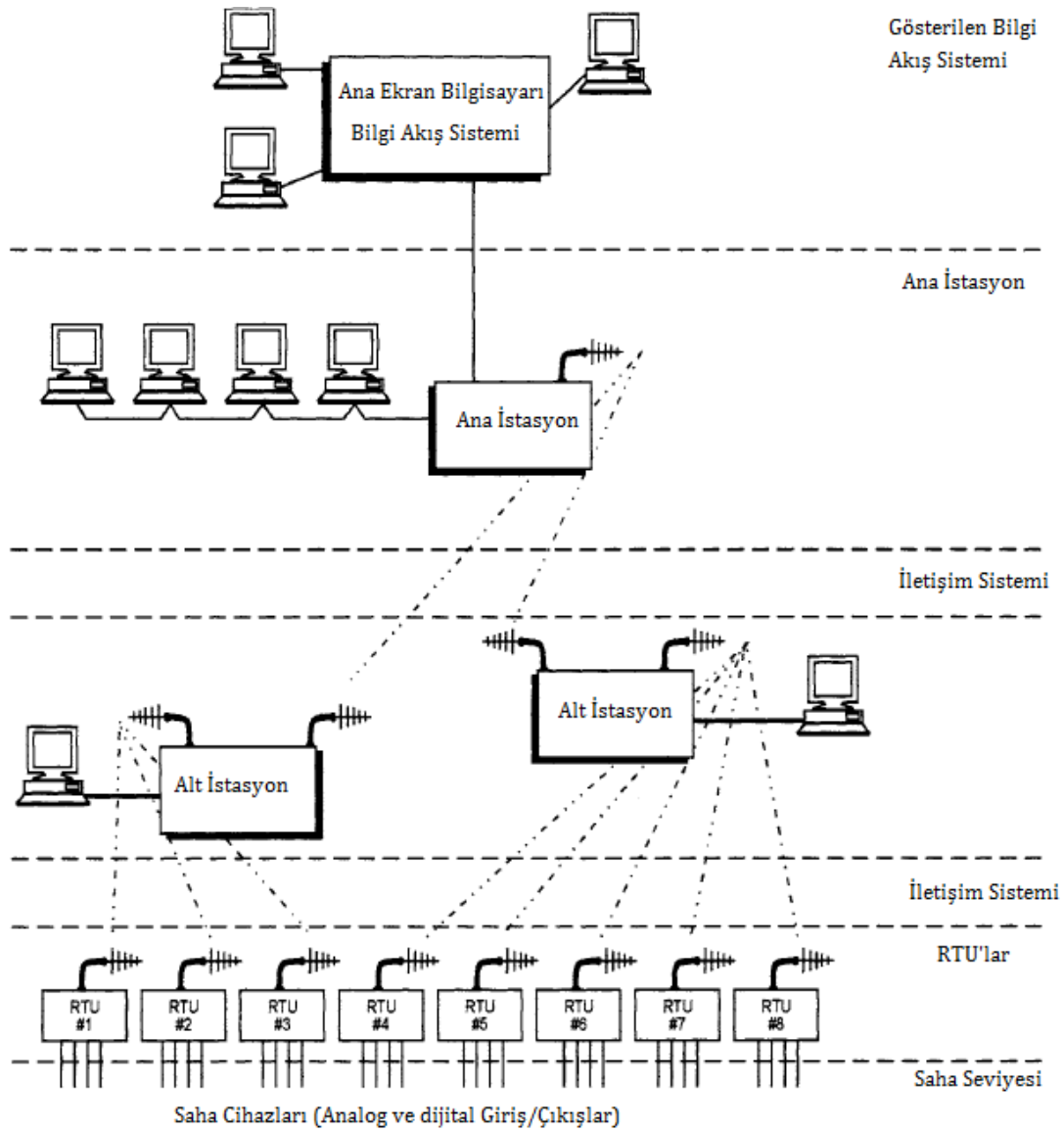
SCADA sistemleri, enerji üretim, doğalgaz üretim ve işleme tesislerinde, gaz, yağ, kimyasal madde ve su boru hatlarında pompaların, valflerin ve akış ölçüm ekipmanlarının işletilmesinde, kilometrelerce uzunluktaki elektrik iletim ve dağıtım hatlarının kontrolü ve ani yük değişimlerinin dengelenmesi gibi çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu tezde SCADA sistemlerinin orta gerilim dağıtım sistemlerinde kullanılması işlenecektir.

3.1 SCADA Sistemlerinin Yapısı

SCADA sistemini kısaca uzak mesafeli işletme olarak da tanımlayabiliriz. Burada kastedilen uzak mesafe kontrolün olduğu yer ile kontrol edilen yerin arasına doğrudan çekilen bir donanım ile haberleştirilemeyecek kadar uzak olmasıdır.

Bir SCADA sisteminin hiyerarşisi aşağıdaki gibidir:

- Saha seviyesindeki ölçüm ve kontrol cihazları
- Sahadaki bilgilerin toplandığı panolar ve RTU'lar
- İletişim sistemi
- Ana istasyon(lar)
- Ana ekran bilgisayarı



Şekil 3.1 : Bir SCADA sisteminin yapısı.

Uzak sahadaki bilgileri gerekli ölçüm cihazları ile bir panoda toplanır. Yine sahada yer alan RTU, uzaktan izlenecek merkez ile analog ve dijital sinyaller arasında bir arayüz oluşturur. İletişim sistemleri ana istasyon ile uzak mesafedeki sahalar arasında patika oluşturur. Bu iletişim sistemleri bakır kablo, fiber optik, radyo sinyalleri, telefon hattı, mikrodalga sinyalleri ve uydu ile gerçekleştirilebilir. Bu iletişim sistemlerinde en verimli ve en uygun bilgi akışını sağlamak için çeşitli protokoller kullanılır. Son olarak, ana veya alt istasyonlarda, çeşitli RTU'lar aracılığıyla toplanan bilgilerin işletmeci arayüzüyle görüntülenmesi ve uzak sahanın kumanda edilmesi sağlanır (bkz. Şekil3.1) [6].

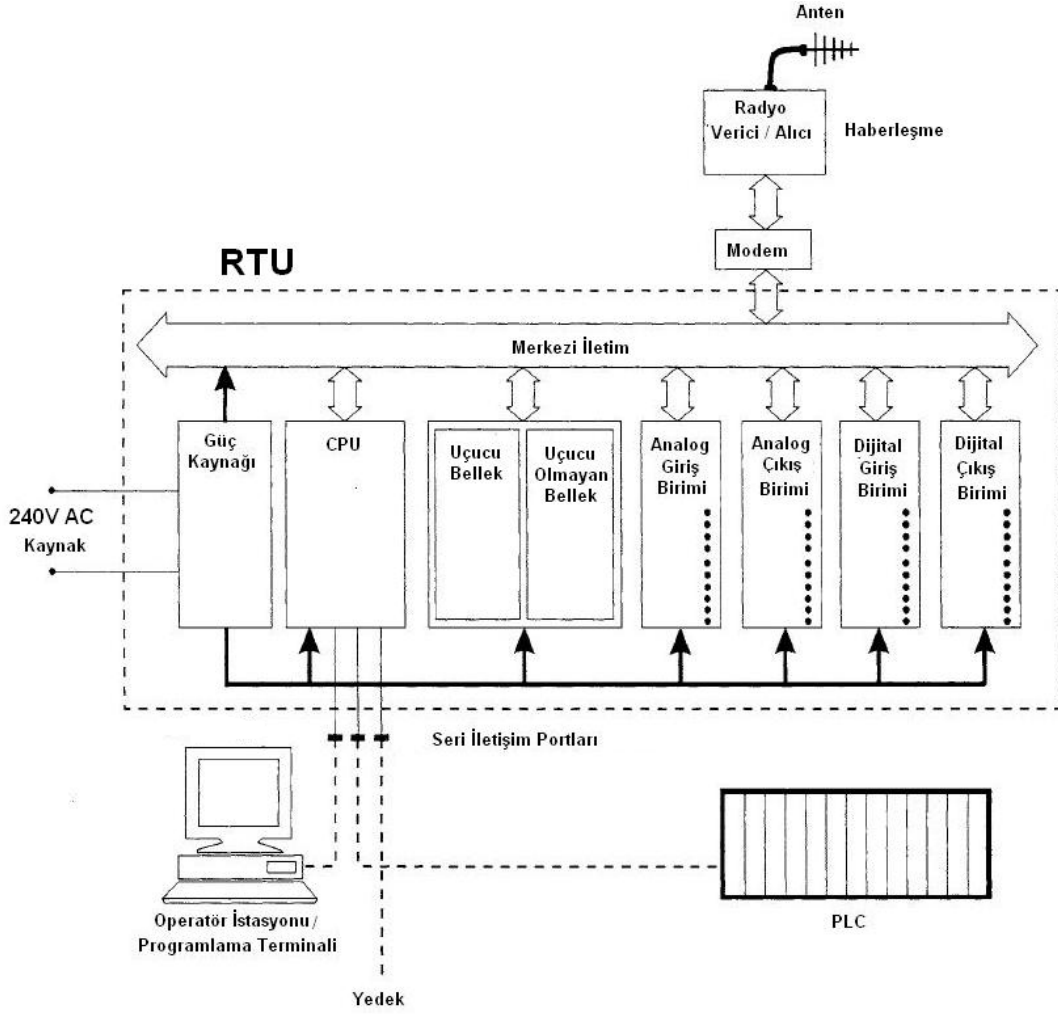
3.1.1 Saha cihazları

Saha cihazları, geniş çaplı kontrol, işletim planlama ve sistem performansı bilgilerini sağlamak üzere kurulan değişik ve/veya çok işlevli cihazlardır. Bu cihazlar sıradan analog veya sayısal çıkışlar olabileceği gibi belirli bir işlevi sağlayarak sistemin işlevini destekleyen, arızayı bulan ve bilgileri kaydeden akıllı cihazlar (IED) da olabilir [7].

3.1.2 RTU

RTU, microprosesörler ile çalışan bir bilgi toplama ve kontrol birimidir. Uzak bir sahadaki ekipmanların ana istasyondan izleme ve kontrolünü sağlar. Uzaktaki elemanlardan bilgi alarak, ana istasyondan sahaya bilgi gönderir. RTU'ların çift yönlü bilgi akışı ana istasyon dışında diğer RTU'lar ile de haberleşebilir. RTU'ların konfigürasyon ve kontrolü yerel olarak yapıldığı gibi ana istasyondan da konfigürasyon ve kontrol yapmak için farklı yazılımları olabilir.

RTU'lar bilgi akışını sağlayan analog ve dijital giriş ve çıkışı vardır. Küçük RTU'larda genellikle 10 ve 20 arasında analog ve dijital sinyal, orta büyüklüklerde ise 100 dijital ve 30 ile 40 arasında analog giriş bulunmaktadır. Daha fazla giriş veya çıkış içeren RTU'lar büyük olarak değerlendirilir [6].



Şekil 3.2 : RTU'nun yapısı [6].

Tipik bir RTU donanımı çeşitli birimlerden oluşur. Bunlar, kontrol işlemcisi (CPU) ve bütünleşik hafıza, analog giriş, analog çıkış, sayaç girişi, sayısal giriş, sayısal çıkış, iletişim arayüzü, enerji kaynağı, RTU rafı ve aksesuarlarıdır (bkz. Şekil3.2).

3.1.2.1 CPU

CPU'lar genellikle mikro işlemci bazlı (16 veya 32 bit) ve 256 kilobyte hafızaya sahiptir ve EPROM, RAM ve Flash/EEPROM olarak üçe tipte bulunurlar. Haberleşme portları (iki veya üç tanedir) tanımlama birimlerine ve işletme istasyonuna arayüz oluşturmak veya bir modem aracılığıyla ana istasyona bağlanmak için kullanılır.

Tanımlama LED'leri arıza ve CPU ve giriş/çıkış modülleri gibi tanımlama arızalarını gidermeyi basitleştirmek için kontrol biriminin üzerinde olur [8].

CPU’da bulunan diğ er bileşim ise takvimi olan gerçek zamanlı saattir. Gerçek zamanlı saatler olayların kesin zaman damgası için gereklidir.

3.1.2.2 Analog giriş birimi

Tipik analog giriş birimi 8 veya 16 analog girişten oluşur. Diğ er  zellikleri ise 8 veya 12 bit çözüm, 4-20mA (veya 0-20 mA veya $\pm 10V$ veya 0-10V) aralığında girişleri alabilme, 240 ile 1000 k Ω giriş direnci, 10 ile 30 mikrosaniye çevirme s uresidir.

Analog girişler, giriş çoklayıcı, giriş sinyal kuvvetlendirici, örnekleme ve tutucu devre, analog/sayısal dönüştürücü ve kart zamanlayıcısı olarak beş ana bileşimden oluşur.

Çoklayıcı bir kaç (genellikle altı) analog girişi  rnekleyerek her birini çıkışa yönlendirir. Bu  rneklemelemler çıkışa, analog/sayısal çevirici ile gider. Böylelikle her girişe ayrı bir çevirici koyulmaz ve maliyet düşürülmüş olur.

Çok düşük gerilimler sayısala çevrilirken, karttaki sayısal çeviricinin seviyesiyle eř değilse çıkışa iletildiklerinde bilgilerin doğruluğ  azalır. Sinyallerin karttaki çevirici seviyeleriyle eşleşebilmesi için sinyal kuvvetlendiriciye ihtiyaç duyulur.

 oğ  analog/sayısal çevirici, işlemleri sırasında giriş değ erlerini sabit tutmak için sabit zamana ihtiyaç duyar. Bunun için örnekleme ve tutucu devre cihazı kullanılır. Bu cihaz, giriş sinyalini çok hızlıca örneklemler ve çeviricinin çevirme zamanı boyunca tutar.

Analog/sayısal çevirici giriş kartının kalbidir. İşlevi, analog giriş gerilimini ölçmek ve çıkışa giriş gerilimine karşı düşen sayısal bir kod gönderir [8].

3.1.2.3 Sayaç veya akümülatör birimleri

 oğ  uygulamada,  rneğ n ölçüm panolarında, darbe giriş modülü gereklidir. Bu darbeler, kontak kapama sinyali veya darbe frekansı yeterince y kseke transistörlü röle sinylidir. Darbe sinyalleri normalde,  rneğ n g   darbe kaynağı yerine RTU’nun g   kaynağından sağlandığında, kuru kontaklır. Optik izolasyon harici gürültülerin etkilerini en aza indirmek için kullanılır. Bilgiyi diğ er yerlerdeki hafızalara taşımadan önce sayılan darbe sayıları düşünüldüğünde, akümülatörün büyüklüğü önem kazanır [8].

3.1.2.4 Analog çıkış birimi

Analog çıkış birimleri ise analog giriş kartı ile aynı yapıya sahip fakat tüm süreci tersten gerçekleştiren bir karttır [8].

3.1.2.5 Sayısal giriş birimi

Sayısal giriş birimleri sahadaki durum ve alarm sinyallerini göstermek için kullanılır. Çoğu sayısal giriş birimleri kart başına 8, 16 veya 32 giriş içerir. 240V AA veya 24V DA seviyesinde çalışır. Her giriş için durumu gösteren LED göstergesi ve tüm çıkışlar için optik yalıtım veya kuru röle kontağı vardır [8].

3.1.2.6 Sayısal çıkış birimi

Sayısal çıkış kartları ise çıkış sinyallerini uygun çıkış kanallarıyla iletir. Tipik sayısal çıkış birimi özellikleri, her kart için 8 sayısal çıkışı vardır ve 240V AA veya 24V DA (0,5A'den 2,0A'e) seviyesinde çıkış sinyali gönderir. Her çıkış için, durumu gösteren LED göstergesi ve optik yalıtım veya kuru röle kontağı vardır [8].

3.1.2.7 Haberleşme arayüzü

Modern RTU'ların farklı haberleşmeler için uygun olması beklenmektedir. Bu haberleşmelerden bazıları RS-232/RS-442/RS-485, Ethernet, telefon hatları/kiralık hatlar, mikrodalga/MUX, uydu, X.25 paket protokolleri, radyo VHF/UHF/900 MHz üzerinde radyo dalgalarıdır [8].

3.1.2.8 Güç kaynağı

RTU'ların çalışma seviyesi 50 Hz frekansta 110/240 V AA $\pm$ 10% gerilim veya 12/24/48 V DA $\pm$ 10% gerilimdir. Güç kaynağı için kullanılan pillerin kurşun asit veya Nikel Kadmiyum olması gerekir. Tipik uygulamalarda 20 saat bekleme süresi ve tamamen boş bir pil için 25°C'de 12 saat tekrar dolum süresi istenilen özelliklerdir. Pillerin içinde olduğu kabinler iç mekan uygulamaları için IP 52, dış mekan uygulamaları için ise IP 56 korumaya sahip olmalıdır [8].

3.1.3 İletişim sistemi

SCADA sistemlerinde RTU ile ana istasyonun veri elde etmede ve kontrol sırasında iletişimi için çeşitli iletişim araçları kullanılmaktadır. Bunlar, gerilim hatları, fiber optik, metalik kablolu özel hatlar, kiralık ve kablolu televizyon hatları, kablosuz haberleşme, mikrodalga ve uydu iletişimi, GSM ve GPRS iletişimi, web tabanlı kontrol sistemleri olarak sıralanabilir.

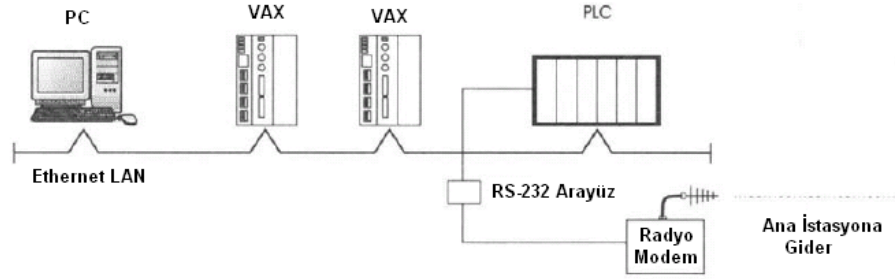
Büyük hızda ve miktarda toplanan verilerin hızlı iletilmemesi SCADA sisteminin başarısını önemli ölçüde etkiler. Sistemin etkilenmesiyle birlikte olarak kontrol merkezindeki arayüzler ve uygulama yazılımları da etkilenir. SCADA sisteminin başarılı olması için güvenilir, maliyeti düşük ve gerekli tüm fonksiyonlara sahip, her türlü ortamda çalışabilen bir iletişim sistemine sahip olması gerekir.

En uygun iletişim şekli seçildikten sonra, sistemin yapısına göre haberleşme mimarisi şekillendirilir. Haberleşme mimarisi belirlenirken, sistemde kullanılacak RTU'ların sayısı, RTU'ya bağlı birimler ve bu birimlerin hızı, RTU'ların yerleşimi, varolan haberleşme sistemleri, ulaşılabilecek haberleşme teknikleri ve araçları göz önünde bulundurulur [9].

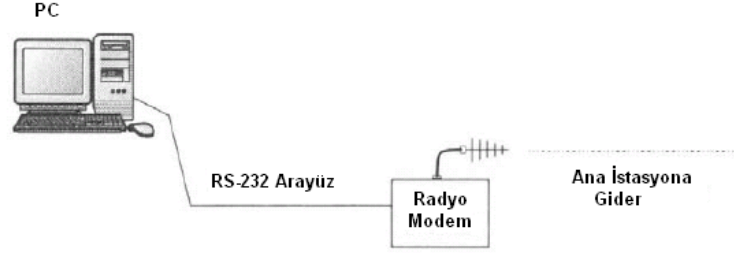
3.1.4 Ana istasyon

Ana istasyonun iki ana işlevi vardır. Saha bilgilerini RTU'lardan ve alt ana istasyonlardan periyodik olarak alır ve uzak cihazların kontrolünü işletmeci istasyonu vasıtasıyla kontrol eder [8]. Ana istasyonda yer alan arayüz sayesinde RTU'ların durumu gösterilerek, işletmeci kontrolü sağlanır. Burada RTU'lardan gelen tüm bilgiler kayıt altında tutulur ve tanımlanan alarm durumları gösterilir. Ana istasyona genellikle I/O birimleri doğrudan bağlanmaz fakat ana istasyona çok yakın yerlerde RTU'lar konumlanmış olabilir [6].

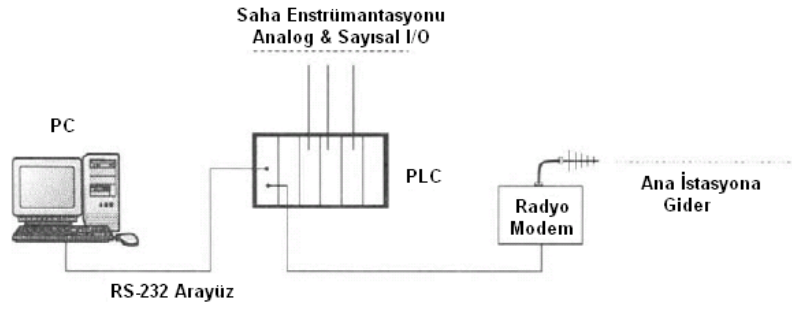
Alternatif 1



Alternatif 2



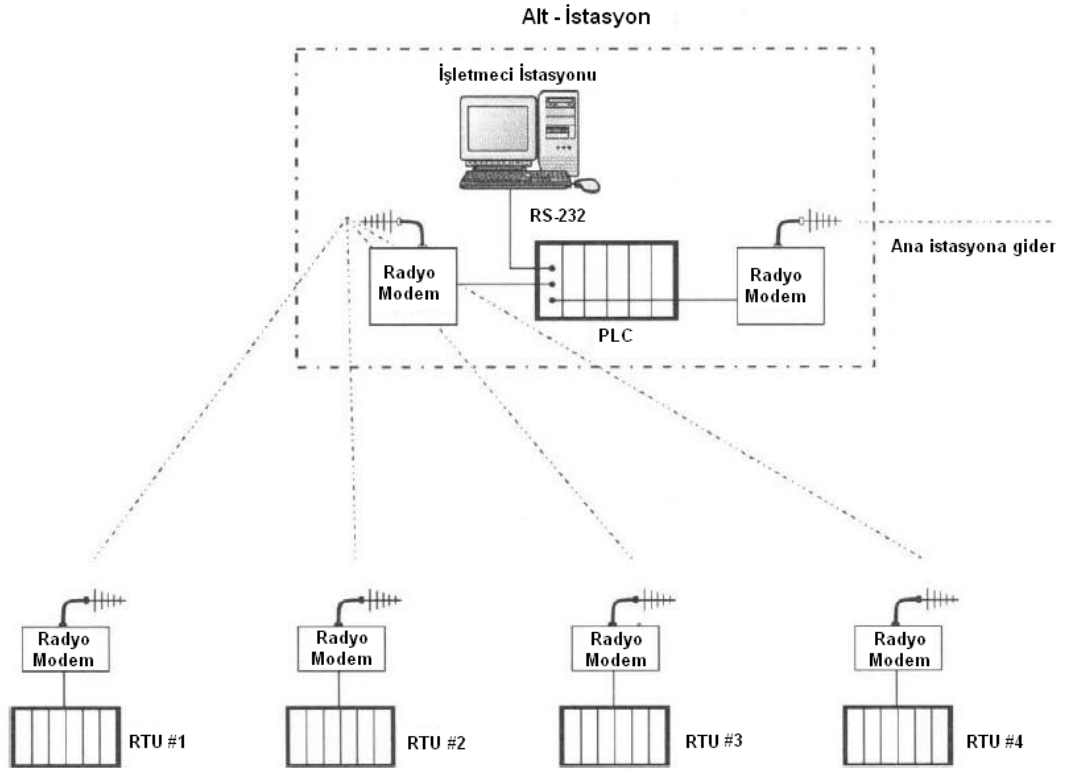
Alternatif 3



Şekil 3.3 : Ana istasyon yapısı için alternatifler [6].

Ana istasyon, bir ya da yerel ağ ile bağlanmış birçok işletmeci istasyonuyla modem aracılığı farklı haberleşmeler ile bağlanmış olabilir. Buradaki haberleşme radyo alıcı/vericileriyle olabildiği gibi, haberleşme kabloları ile de olabilir. Ana istasyon yapısının farklı kombinasyonları Şekil 3.3’de gösterilmiştir [8].

Belirli bölgelerdeki sahaların kontrol edilmesi gerektiğinde, alt istasyonlar kurulması gerekebilir. Alt istasyonlar bulundukları bölgelerden bilgi toplama, yerel işletmeci istasyonunda toplanan bilgileri kayıt altına alma ve gösterme, bilgiyi ana istasyona iletme ve ana istasyondan gelen komutları ilgili bölgedeki RTU’lara iletme işlevlerini gerçekleştirir (bkz. Şekil 3.4).



Şekil 3.4 : Bir alt istasyonun yapısı [6].

Bu istasyonlarda RTU konfigürasyonları, RTU'lara tüm giriş ve çıkışların tanıtılması, kontrol ve bilgi toplama programlarının yüklenmesi gibi iletişim kurulumları yapılır. İşletme sırasında alarmların ve olayların kayıtlarının tutulması, giriş ve çıkışların farklı RTU'lara bağlanması, RTU arızaları veya olası sorunlarda kesin tanı bilgileri sağlanması ve oluşabilecek arızaları öngörme işlemleri gerçekleştirilir.

3.1.5 İşletmecî istasyonu

SCADA sistemlerinin son seviyesi olan işletmecî istasyonu izlenen sistem ile işletmecî arasında bir arayüz oluşturur. Bu istasyonların işlevlerine bu bölümde kısaca değinilmiştir.

İstasyonda klavye, fare, ekran gibi kullanıcının hareketlerini ve izlemesi için çeşitli donanımlar yer alır. SCADA yazılımının özelliklerinden biri olan grafik gösterim ile müşteri tarafından kurulabilen, nesneye dayalı ve ikili eşlemlili grafikler elde edilir [6].

SCADA yazılımlarının kullanıcılara sağladığı kolaylıklar özellikleri kısaca anlatılmıştır.

3.1.5.1 Alarm

Alarmlar tüm kullanıcılar ile paylaşılır, biçim ve renkler kullanıcı tanımlı olarak tasarlanabilir. Alarmlar olayların tetiklediği arızalar veya acil durum uyarılarıdır. Bu alarmlar zaman damgalıdır ve alarmlar kronolojik olarak sıralanır. Alarm sayfaları ayrı pencerelerde gösterilebilir.

Alarmlar kontrol edilebilir, gösterilecek alarmlar seçilebilir, gerçek zamanlı alarm gösterimi kaldırılabilir ve eşik değerlerinde değişiklik yapılabilir. Her analog alarm için arıza noktası seçilebilir; sapmaları ve oranları incelenebilir.

Kayıtlı alarmları görebilir ve olaylar kaydedilir, raporları tutulabilir. Bu kayıtlarda işletmecilerin yorumları da kaydedilebilir [6].

3.1.5.2 Eğilim

Eğilim bilgileri SCADA ekranı üzerinde gerçek zamanlı olarak gösterilir. Bilgiler ve zaman kesin değerlerdir. Olayların eğilimleri izlenebilir.

Kısa ve uzun süreli eğilim seçimi mümkündür. Eğilimin değişimi gerçek zamanlıdır ve bu arada bilgi kaybı olmaz. Ölçekleme iki boyutlu yapılabilir, eğilimler ekranda ayrı pencerede veya birçok eğri aynı grafikte gösterilebilir. İstendiğinde eğilim grafikleri arka alanda çalıştırılabilir.

Eski tarihli eğilim bilgileri arşivlenir ve arşivlenmiş bilgiler geri elde edilebilir. Bilgiler, başka dosyalara aktarılıp bilgisayar ortamında yeniden açılabilir. Çıktı alındığında gerçek değerler gösterilir [6].

3.1.5.3 RTU arayüzü

RTU yazılımında uyumlu tüm yazılımlar yüklüdür, Dynamic Data Exchange (DDE) dinamik veri erişimi sürücülerini desteklenir. RTU arayüzü, kullanıcı komutlarına göre çalışır [6].

3.1.5.4 Ölçülebilirlik

Varolan cihazları değiştirmeden ek donanımlar eklenebilir. Bunların sınırı PLC'nin (RTU) giriş/çıkış sayısı ile sınırlıdır (genellikle 300 ile 40000 arasındadır) [6].

3.1.5.5 Bilgiye erişebilirlik

Herhangi bir ağ kullanıcısı bilgilere doğrudan ve gerçek zamanlı veya kayıtlı bilgi (excell gibi) olarak erişebilir. Tüm cihazların I/O noktalarında DDE uyumludur [6].

3.1.5.6 Ağ

SCADA, NetWare, LAN Manager, Windows for Workgroups, Windows NT gibi tüm NetBIOS uyumlu ağları destekler. SCADA arayüzü aynı zamanda bir çok haberleşme protokolünü de destekler.

Ağın her yerinden alarmları, eğilimleri görmek ve rapor almak mümkündür. Herhangi bir ağ konfigürasyonu yapılması gerekmez. Dosya sunucusuna gerek yoktur. Birçok kullanıcı tarafından kullanılabilir ve işletmeciler arasında tam haberleşme sağlanır [6].

3.1.5.7 Yedekli çalışma

SCADA sistemleri LAN bağlantısı için yedekli çalışma sağlarlar. Yedekli çalışmanın başlıca prensibi, haberleşmede herhangi bir kayıp olduğunda, otomatik olarak çalışan haberleşme yolu yedek haberleşme ile değişir ve kaybolan veriler kurtarılır. İstendiğinde yedekli çalışma sadece belirli donanımlar için uygulanabilir. Yedekli çalışma, birincil ve ikincil ekipmanların konfigürasyonlarını destekler. Akıllı yedekli çalışma ikincil ekipmanların yükleri işlemesine katkıda bulunur. Yedekli çalışma için tekrar bir konfigürasyon yapmaya gerek yoktur. Ana çalışma için yapılan konfigürasyon yedekli çalışma için de uygulanır. Yedekli çalışmada I/O cihazların bilgileri için ikizlenmiş disk kullanılır ve dosya sunucusu yedekli çalışır. Alarm sunucuları ve eğilim sunucuları da ikizlenmiştir [6].

3.1.5.8 Kullanıcı/sunucu dağılımlı işleme

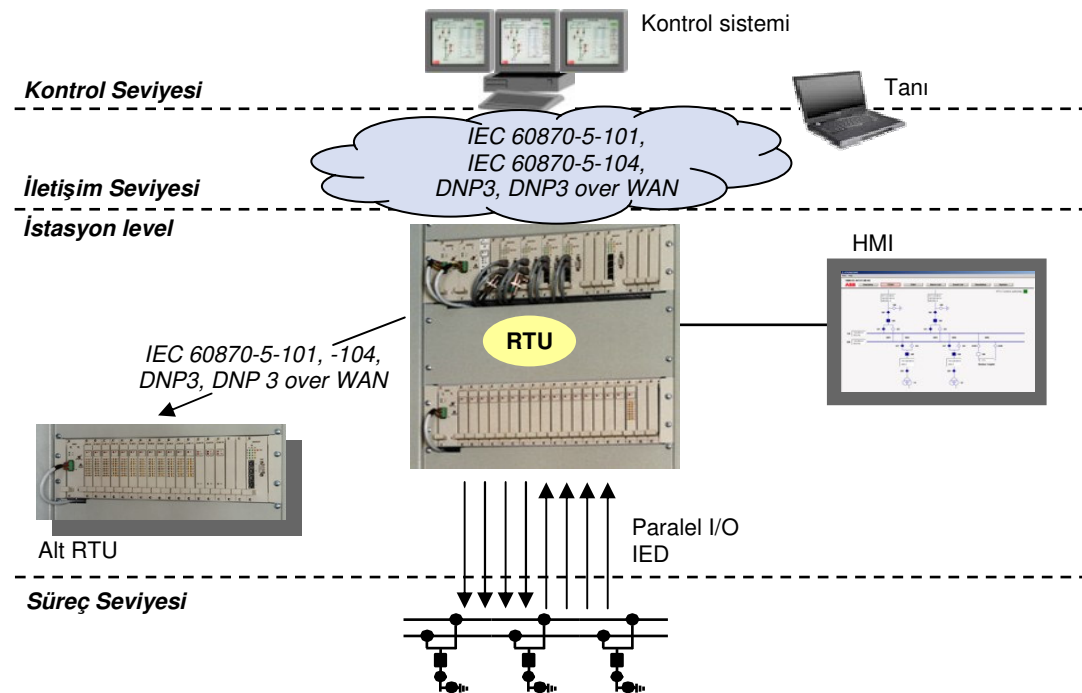
Kullanıcının projede yaptığı tüm güncelleştirmeler ve değişiklikler tüm ağa iletilir. SCADA'nın mimari tasarımı açıktır, görevler gerçek zamanlı ve çoklu, kullanıcı sunucusu tekrar konfigürasyona gerek duyulmadan yapılan tüm işlemleri destekler. Kullanıcı her düğümdeki etiketlere ve eğilim, alarm, rapor gibi her bilgiye ulaşabilir [6].

3.2 Orta Gerilim Dağıtım Sistemlerinde SCADA Sistemleri

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) artık en küçük birimlerde bile uzaktan izleme ve kontrol elemanlarının kontrolü için yaygın olarak kullanılmaktadır. Orta gerilim dağıtım sistemlerinde izlemenin sağlanabilmesi için SCADA sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Dağıtım otomasyonu ile şebekenin uzaktan izlenmesi, hızlı ve etkin bir şekilde kontrolü sağlanır. Sonucunda elektrik enerjisi daha güvenilir, sürekli ve kaliteli olarak dağıtım sistemine verilmiş olur. Sistem bilgileri arşivlenebilir ve istatistiksel raporlar ile en etkin ve ekonomik işletme yönetimi sağlanır [5].

Gözetleyici denetim ve veri toplama işlemlerini yapan SCADA sistemleri, kullanılan çeşitli araçlarla (RTU, PLC vb.) birlikte üretim kontrol ve takibi için gerekli olabilir. Bu alt yapının imkan verdiği ölçüde üretim kaynakları planlaması (MRPII) ve işletme kaynakları planlama (ERP) sistemleriyle gerekli bağlaşımlar kurularak ideal bir yapıya erişilebilir. SCADA yazılımları fabrika içi ile dışındaki ağlara bağlanarak şirketin bütün katmanlarının uyum içerisinde çalışmasına imkan verilmelidir. SCADA işletme özet olarak herkese, her zaman erişebilecekleri, gerçek zamanlı ve ayrıntılı bilgiyi sağlar. Günümüzde tüm tesis ve işletmeler SCADA sistemini kurmaya başlamışlardır; giderek de daha fazla ivme kazanacaktır [5].



Şekil 3.5 : Dağıtım şebekesinde bir SCADA sisteminin yapısı.

Dağıtım sistemlerinde SCADA kullanımı ile birçok fonksiyonundan yararlanılmış olur. Bilgi toplama fonksiyonu sayesinde, SCADA'ya bağlanabilecek cihaz sayısına göre, şebekenin ölçüm (akım, gerilim, frekans) ve durum bilgisini (kesici/ayırıcı açık/kapalı) ekrana taşır (bkz. Şekil 3.5). Danışmalı kontrol ile işletmeci kesici, yük ayırıcısı gibi cihazları uzaktan kontrol edebilir. Etiketleme ile cihaz kısıtlamaları tanımlanır, böylelikle yetkisiz kullanımlar önlenir. Seçilen zamanlarda (örneğin kısa devre anı) ölçümlerin (akım değerleri) eğilimleri ekranda gösterilir [3].

Uzaktan kumanda ve hızlı alarm alma ile merkezden müdahale ederek arızalara anında müdahale edilir, istenilen bölgeyi şebekeden ayrılır, alternatif hatları uzaktan devreye alarak elektrik kesintileri çok hızlı giderilir [5]. Sistemdeki acil durumlarda otomatik veya işletmecinin kontrolünde yük atma gerçekleştirilir.

Alarmlar sayesinde planlanmamış olaylar (aşırı akım, aşırı gerilim) ve istenmeyen işletim koşulları (sıcaklık artışı, frekans değişiklikleri) işletmeciye haber verilir [3]. Böylece arıza ön belirtilerini sürekli izleyen ve haber veren sistem özelliği sayesinde arızalar önceden önlenebilir. Daha az ve daha kısa süreli kesinti sağlanmış olur [5]. Alarmlar, durumun önemine, sorumluluk alanına ve/ya kronolojik olarak sıralanır. İşletmecinin komutları, alarmların ve istenen bilgilerin kayıtları tutulur [3]. SCADA sisteminin yaptığı bir başka raporlama örneği de tüketicilerden gelen telefon çağrılarının kayda alınması ile olur. Böylelikle arıza kayıtlarını inceleme ve değerlendirme imkanı sağlanmış olur [5].

4. ORTA GERİLİM DAĞITIM SİSTEMİ MODELİNİN SCADA İLE İZLENMESİ

Bu bölümde bir orta gerilim dağıtım şebekesi modelinin gerçekleştirilerek, SCADA ile izlenmesi anlatılacaktır. Öncelikle dağıtım şebekesini modelleyecek düzenek bir pano içerisinde oluşturulacak, sonrasında RTU ile kumandası ve SCADA programı ile izlenmesi sağlanacaktır.

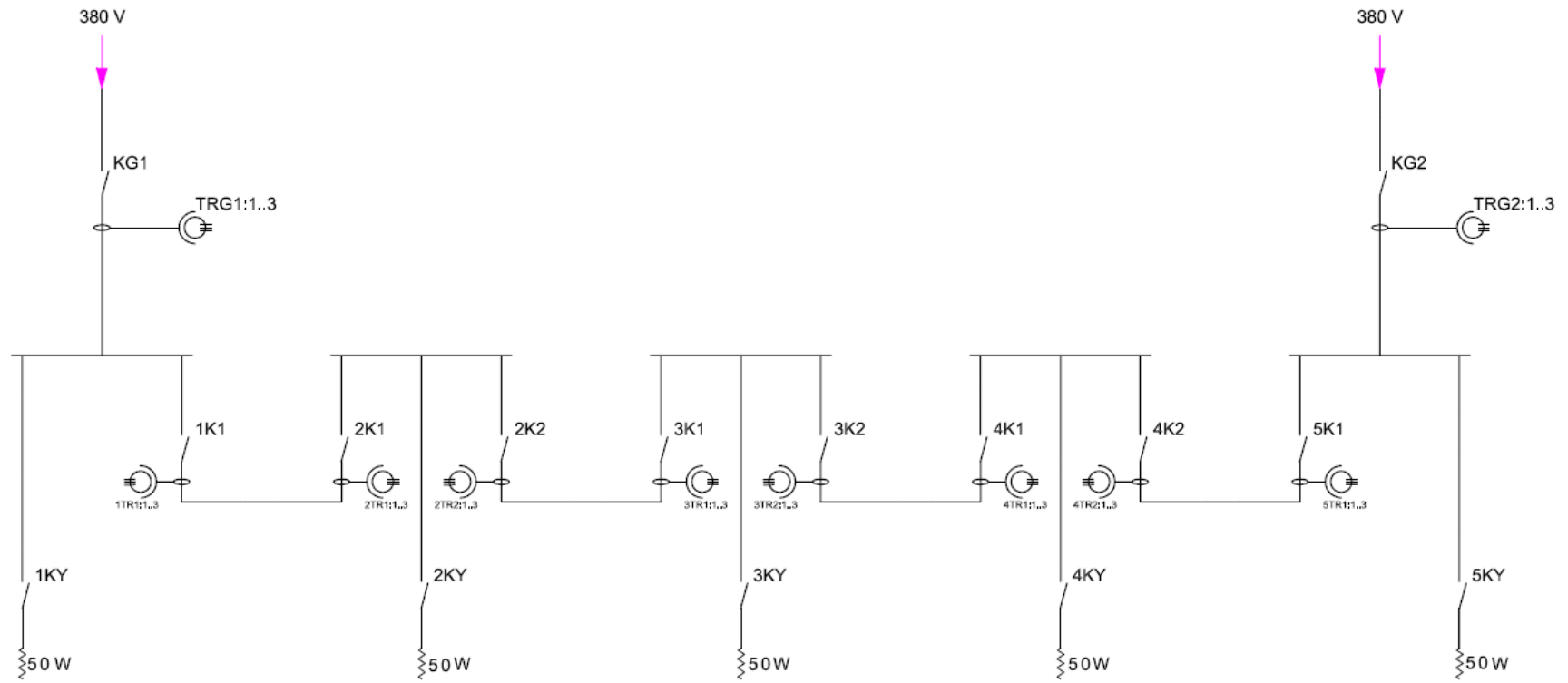
Alçak gerilimle çalışan bir pano ile açık ve kapalı halka çalışan orta gerilim dağıtım sisteminin modellenmesi düşünülmüştür. Bu modelde, gerçek bir orta gerilim dağıtım şebekesinde olan tüm elemanlar düşünülmemiş, sadece anahtarlama elemanlarının durum, yükler sayesinde hatlardan geçen akım değerlerinin izlenmesi ve anahtarlama elemanlarının kontrolü için bir düzenek sağlanmıştır.

4.1 Pano Yapısı ve Kullanılan Elemanlar

Gerçekleştirilen modelde bir orta gerilim dağıtım sisteminin ana bölümleri yer alacaktır. Bir orta gerilim dağıtım sisteminin ana dağıtım trafosunun sekonder uçlarından itibaren, dağıtım baralarında bulunan yerel dağıtım trafolarının birincil uçlarına kadar modellenecektir. Yerel dağıtım baralarından sonra çekilen güçler tekil bir yük olarak modellenecektir.

Orta gerilim dağıtım sistemi 34,5 kV olmasına rağmen, laboratuardaki çalışmalar için tezde modellemesi yapılacak dağıtım sistemi modelinin gerilimi şebeke gerilimi olan 380V'tur. Sistem, açık halka ve kapalı halka işletilecek şekilde modellenmiştir. Sistem iki yönlü beslenebilmektedir. Beslemelerde alçak gerilim kontaktörleri kullanılmıştır.

Açık halka işletimde hat giriş ve çıkışlarında ayırıcı, kapalı halka işletmede ise hat giriş ve çıkışlarında kesici kullanıldığını önceki bölümlerde anlatılmıştı. Alçak gerilim kontaktörleri, dağıtım sistemi içerisinde yer alan hat giriş ve çıkışlarındaki kapalı halka işletilen dağıtım sistemine göre kesici, açık halka işletilen dağıtım sistemine göre yük ayırıcılarını modellemek için de kullanılmıştır. Yükleri ayırmak için gerekli ayırıcı veya kesiciler ise yine bu kontaktörler ile modellenmiştir. Dağıtım şebekelerindeki havai hatları modellemek için bu düzenekte herhangi bir eleman kullanılmamıştır. Oluşturulan modelin tek hat şeması Şekil 4.1’de görüldüğü gibidir.



Şekil 4.1 : Gerçeklenen modelin tek hat şeması.

Kontaktörlerin açma ve kapamasını pano üzerinden yapmak için ve test amaçlı onbeşer adet yaylı kırmızı ve yeşil buton pano kapısının üzerine koyulmuştur. Panoyu uzaktan veya elle kumanda ayarına getirmek için ise bir adet mandal buton kullanılmıştır. Bu mandal buton “Manuel” yazısına getirildiğinde, anahtarların kumandası pano üzerindeki yaylı butonlardan yapılabilir, kontaktörler bu butonlarla açılıp kapanabilir. “Auto” yazısına getirildiğinde ise açıp kapama işlemleri SCADA programı üzerinden yapılabilir (bkz. Şekil 4.2).

Yerel tüketicileri modellemek için 50W ısıtıcı bağlanıp sistemden görebileceğimiz şekilde yük akması sağlanmıştır. Daha fazla yük akması için daha yüksek güçlü ısıtıcı bağlamak gerekir, bu da panonun aşırı ısınmasına neden olup düzeneğe zarar verdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle ısıtıcıların güçleri arttırılmamıştır. Yükleri sistemden ayırmak için önlerine yine alçak gerilim kontaktörleri bağlanmıştır. Tüm kontaktörlerin önüne ise RTU’dan açıp kapamalarda sistemin zarar görmemesi için yardımcı kontaktör kullanılmıştır.

Panoya, modelin kumandası için bir RTU koyulmuştur. RTU’nun bilgileri alabilmesi için kullanılan giriş/çıkış kartları, RTU’nun raylarına Şekil 4.3’de görüldüğü gibi dizilmiştir. RTU’nun sinyalleri iletmesi için iki adet 24V DA ve bir adet 48V DA güçkaynağı kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.3).

Hat üzerinden akan akımları görebilmek için hat giriş ve çıkışlarına akım trafoları yerleştirilmiştir. Panodaki akım trafolarından geçen akım bilgileri RTU’ya taşınmış, RTU ile MicroSCADA haberleştirilerek bu değerlerin izlenmesi mümkün olmuştur. Yine aynı şekilde kontaktörlerin durum bilgisi bilgisayar ekranına taşınarak, durum bilgisi görülür hale getirilip, kontaktörlerin açma/kapama yapılması mümkün kılınmıştır.



Şekil 4.2 : Gerçekleştirilen panonun önden görünümü.



Şekil 4.3 : Gerçekleştirilen panonun içi.

4.2 RTU Konfigürasyonu

Oluşturulacak gerçekleştirme için ABB ürünü olan RTU560G kullanılmıştır. Kullanılacak RTU'nun bağlantılarını ve genel yapısını anlamak için Şekil 4.4 incelenebilir. Konfigürasyonu yapılarak RTU'nun, bağlı olduğu donanımlar, yapılandırılmış sinyaller ve kullanılan protokollerden haberdar olması sağlanır.

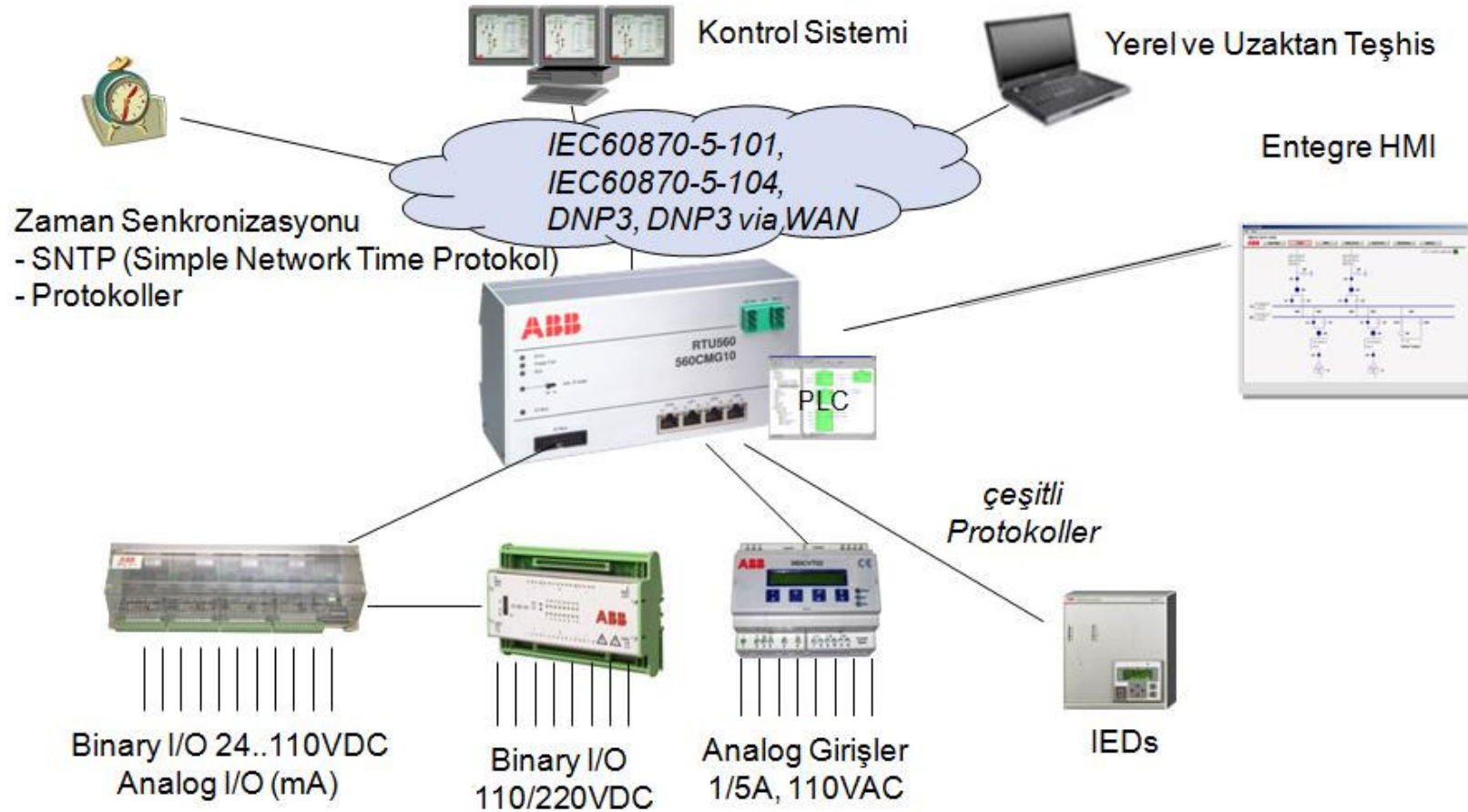
RTU560G burada, SCADA sisteminin bir parçası olarak görev yapar ve cihazların bulunduğu bölgede yer alır. Ana kontrol merkezi ve Kontrol/röle panoları için ara yüz oluşturur.

RTU560G, panodaki cihazlardan aldığı bilgileri toplar ve kontrol/koruma birimlerine gönderir. Kontrol/koruma birimlerinden gönderilen komutları ise sahadaki cihazlara iletir. İki yönlü haberleşmeyi sağlar [10].

Pano içinde RTU560G ve yardımcı elemanları raflar üzerine yerleştirilir. Temel raf birkaç yuvadan oluşur ve bu yuvalara kartlar yerleştirilir. Bu kartlar RTU560G'nin beynidir. RTU'ya giren veya çıkan bilgileri koordine eder. SLI (Serial Line Interface) kartlar RTU ve akıllı elektronik cihazlar arasında ara yüzdür. ETH (Ethernet) kartlar ise süreç olaylarını ve kontrol merkezi ile haberleşmeyi denetler.

Giriş/Çıkış modülleri sadece ETH kart ile haberleşir ve port A(COM A) veya B(COM A)'den bağlanır. Giriş modüllerinin görevi şebekedeki ekipmanın durumunu ana istasyona göndermektir. Örneğin, kesici durumunun açık bilgisini kontrol odasına iletir. Çıkış modüllerinin görevi ise kontrol merkezi aracılığıyla ekipmanın durumunu kontrol etmektir. Örneğin kesici durumunu kapat komutunu ilgili kesiciye gönderir ve kesici kapanır.

ABB RTU'larının tüm mühendislik sürecini kontrol eden araç RTU560'dur. Bu ara yüz sistem yapısını tanımlamak için 3 tane ağaç önerir. Bunlar, hat ve protokolleri şebekedeki veri yollarıyla göstermeyi sağlayan şebeke ağacı, sinyallerin konumu ve ismini tanımlamayı sağlayan sinyal ağacı, donanımların şebekedeki yerini ve yapısını göstermeyi sağlayan donanım ağacıdır. Böylelikle sistem tümüyle RTU'ya tanıtılmış olur.



Şekil 4.4 : RTU560G'nin yapısı [10].

RTU560 mühendisliği ve yapılandırması bir çok adımdan oluşur. Öncelikle arayüzde proje oluşturulur, yukarıda bahsedilen ağaç yapılar kurulur. Cihazların ve yerlerinin tanımlanması için parametre ve adresler belirlenir. Oluşabilecek arızalar ve bağlantı noktalarının kontrolü için olasılık kontrolü yapılır. En sonunda ise RTU dosyası oluşturulur ve konfigürasyon tamamlanmış olur.

RTU560 programını çalıştırdıktan sonra yeni bir proje başlatma seçildiğinde proje ile ilgili bilgiler girilir ve sinyal ağacını tamamlamak için çıkan ekranda kaç adet ana istasyon ve alt istasyon olacağı seçilir. Bu tezde 1 adet istasyon ve 5 adet fider kullanılacak olup daha sonra yapılacak eklemeler için adetler fazladan seçilmiştir.

Projenin yapısı tanımlandıktan sonra RTU'nun alacağı ve göndereceği sinyallerin tanımlanması için ağ ağacı sembolü tıklanır. Proje bu ekran üzerinde açılarak istasyon ve fiderler için gerekli sinyallerin tipi seçilir. SCO (Single Command Output) RTU'dan panodaki kontaktörlere gönderilecek komut (açma/kapama) bilgisini taşıyan sinyali temsil eder. SPI (Single Point Input) sinyal tipi panodaki kontaktörlerin durum (açık/kapalı) bilgisini RTU'ya taşır. AMI (Analogue Measurement Input) sinyal tipi akım trafolarından gelecek analog ölçü bilgilerini RTU'ya taşır. Bu projede 10 adet akım trafosu olduğundan, 10 adet analog girişi olacaktır. 15 adet kontaktör ise 15 adet sayısal giriş ve 15 adet sayısal çıkış demektir.

Tek bir istasyon altında 5 fider olacak şekilde ağaçlandırma yapılır. Her fiderin altına akım trafosu sayısı kadar AMI, kesici sayısı kadar SCO ve SPI sinyali tanımlanır.

Birinci fidere giriş kesicisi ve akım trafosu, girişle aynı baradaki yük kontaktörü, dağıtım hattı girişindeki kontaktör ve akım trafosu tanımlanmıştır. Buna göre, fider 1'de 2 adet analog giriş, 3 adet sayısal giriş ve 3 adet sayısal çıkış tanımlıdır. İkinci fiderde ise dağıtım hattı çıkışındaki kontaktör ve akım trafosu, ikinci yük kesicisi ve diğer dağıtım hattı girişi kontaktörü ve akım trafosu tanımlılır. Buna göre, fider 2'de 2 adet analog giriş, 3 adet sayısal giriş ve 3 adet sayısal çıkış tanımlıdır. Diğer tüm fiderlerdeki sayısal giriş/çıkış ve analog giriş sayıları aynıdır ve tanımlamalar fider 1 ve fider 2'deki tanımlamalar gibidir.

RTU560G ve kartların arasındaki haberleşme türü (DIN rail mounted) belirlenerek, sinyallerin alınacağı ve gönderileceği kartlar donanım ağacı ile tanımlanır. Hangi kartın hangi rayda olduğu ve kartların (analog giriş, sayısal giriş/çıkış) sinyal seçimi donanım ağacı ekranından yapılır.

Sonraki adımda RTU'nun pano ile haberleşme ayarları "Ethernet Interface:Line TDNP3 LAN/WAN" olarak tanımlanır.

RTU560'da yapılan son işlem ise projenin kaydedilmesidir.

RTU560G konfigürasyonunda son işlem ise sinyallerin test edilmesidir. Bunun için entegre arayüz programı kullanılır. Pano, RTU'ya giden sinyaller ve RTU'nun panoya gönderdiği komutlar bu program üzerinden kontrol edilir. Kontaktörlerin durum bilgileri, akım trafolarının değerleri ve RTU'dan gönderilen komutlar doğru şekilde düzenlene kadar test devam eder. Bu tezde panonun tüm testleri yapılarak MicroSCADA kullanımına uygun hale getirilmiştir.

4.3 SCADA programı

SCADA programları uzaktan olayları ve ölçümleri izleme ve kaydetme, hızlı uyarı alma ve müdahale, uzaktan kumanda imkanı sunarak, alternatif hatları uzaktan devreye alarak elektrik kesintilerini çok hızlı giderme ve arıza kayıtlarını inceleyerek değerlendirmeyi sağlar. Önceki bölümlerde SCADA'nın yapısı ve yararları anlatılmıştı. Bu tezin gerçekleştirilecek kısmında sistem ABB'nin MicroSCADA programı ile izlenip kontrol edilecektir. Bu program ile sahadaki birçok parametre sürekli denetim altında tutulur, kaçak akımlar, yalıtım, açma devreleri, kesicilerin elektriksel ve mekanik ömrü, röleler, akım trafoları ve gerilim trafolarından gelen bilgiler izlenerek kayıtları tutulabilir [11].

MicroSCADA, iletim ve dağıtım sistemlerinin birincil ve ikincil ekipmanların gerçek zamanlı izleme ve kontrolünü sağlar. İşletmede çalışan operatörlerin çalışma alanından, kolayca ve güvenli bir şekilde koruma ve kontrol IEDleri ile haberleşmesine yardımcı olur. Böylelikle, izlenen sistemde doğru kararları alma ve sisteme erişilebilirlik sağlanır. Bunun için doğru ve güvenilir bilgiye ihtiyaç vardır.

Uzaktan izleme yöntemi ile işletmede çalışan operatörlerin güvenliği de sağlanmış olur. Yük ayırıcıların ve kesicilerin açma/kapama işlemleri, bakımı ve oluşacak arızalar sırasında kontrol odasında bulunacağı için çalışanların zarar görmesi en aza indirgenmiş olur.

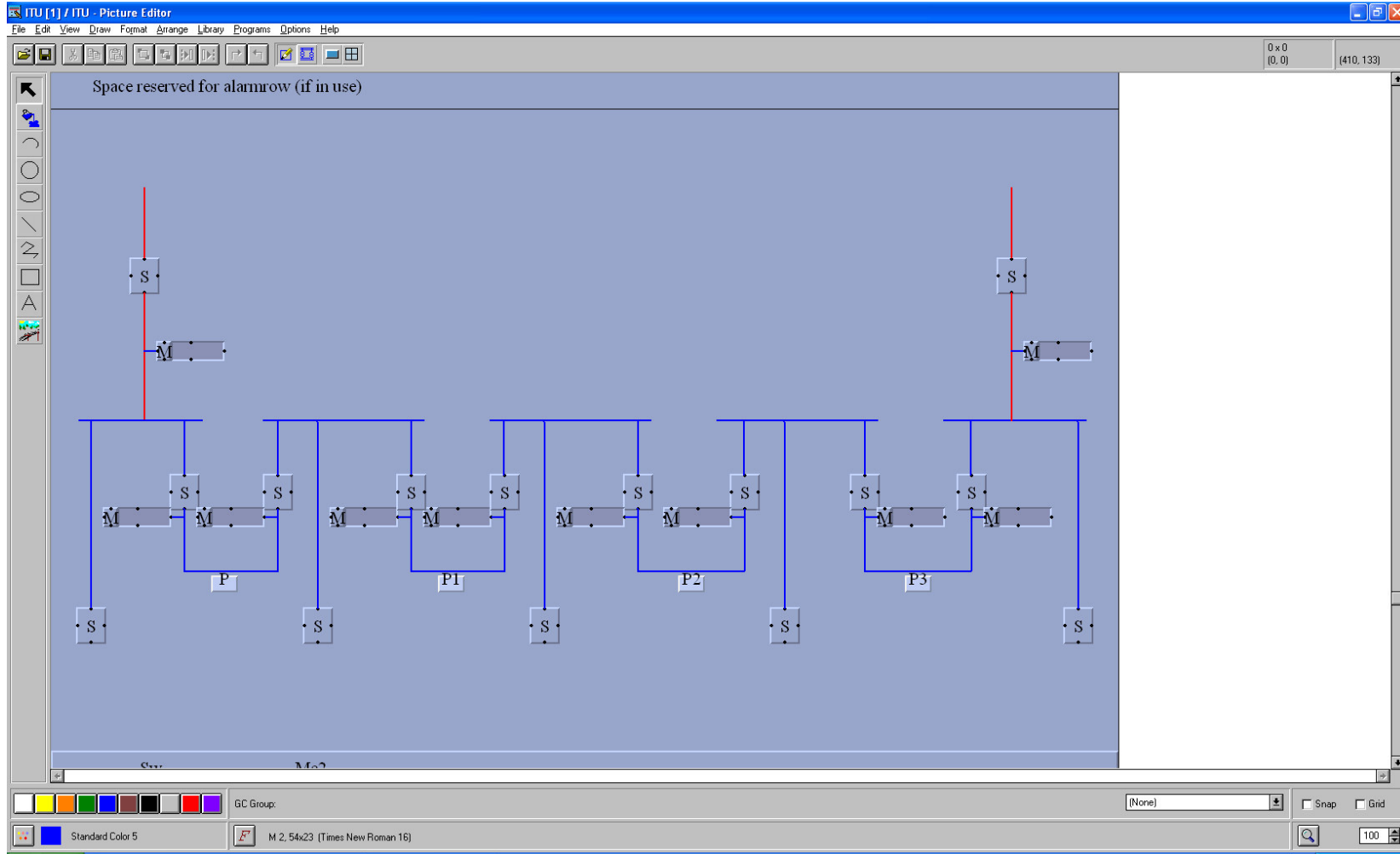
MicroSCADA, farklı kullanıcılara farklı erişim hakları tanıyabildiği için onaylanmamış hareketlerin oluşmasını önler. MicroSCADA, birincil ekipmanların aynı anda hareket etmesini engelleyerek, komutlar sırasında hangi ekipmanın nasıl davranacağını belirler. Ayrıca birincil ekipmanların zarar görmesini engellemek amacıyla bazı hareketleri sınırlayabilir.

MicroSCADA, “MicroSCADA Control Panel” programı ile başlatılır. Çıkan ekran ile MicroScada programı başlatılır ve çizilecek ekranın çözünürlük özelliği 1280x960 olarak seçilir. Kullanıcı adı “abb” olarak girildikten sonra çizim ekranı çıkar. Bu ekranda “Engineering” menüsünden “Tool Manager” seçilir ve çıkan ekranda çizim yapabilmek için “Picture Editor” seçilir. MicroSCADA’da çizilecek elemanlar için ilgili kütüphane seçilir (LIB500/Base with Visual SCIL header) ve çizim alanı ekrana gelir. Kullanılacak elemanlar bu kütüphaneden seçilir. Kontaktör için “Switching Device” seçeneğinden istenen anahtarlama gösterimi seçilir, RTU’dan gelecek sinyallerin isimleri tanıtılır ve ekrana yerleştirilir. Ölçü elemanı için ise “Measurement” seçeneği kullanılarak, RTU’dan gelecek sinyal tanıtılır ve simge ekrana yerleştirilir. Akım trafolarının ölçeceği değerler değerler, MicroSCADA ekranında ölçü elemanları tarafından gösterilecektir. Ölçü elemanlarının doğru değerleri göstermesi için RTU560G’de tanımlanan elemanlara bağlanır. Kontaktörlerin ve ölçü elemanlarının tanımlanmasından sonra hatlar oluşturularak şekil, Şekil 4.4’teki gibi tek hat tamamlanmış olur.

Hatlarda kısa devre arızalarının oluşması hali P, P1, P2 ve P3 ile isimlendirilen düğmelerle modellenecektir. Bu düğmelere basıldığında, düğmenin üstündeki hatta kısa devre olduğu varsayılarak, arızanın sistemden ayrılıp, işletmenin devamlılığı için gerekli konfigürasyon MicroSCADA ile programlanır.

Yapılan düzenekte arıza algılama programlanmadığı için arızanın önceden algılanması söz konusu değildir. Gerçek sistemlerde akım, gerilim ve frekans değerleri izlenerek arızanın olabileceği öngörülebilir.

Açık halka işletme ve kapalı halka işletme için farklı konfigürasyonlar tezin devamında incelenecektir.



Şekil 4.5 : MicroSCADA ile çizilen tek hat şeması

4.3.1 Kapalı halka işletilen orta gerilim dağıtım sistemi

Kapalı halka işletmelerde sistem her iki taraftan da beslenir. Kapalı halka işletmelerde hatlarda kesici kullanılarak, kontrol ve korumanın yapıldığı önceki bölümlerde anlatılmıştı. Burada yapılan düzeneğe göre KG1 ve KG2 kontaktörleri kapalıdır.

Sistemde bir kısa devre arıza olması durumunda izlenmesi gereken yol besleme kontaktörlerinin açması, arıza olan hattaki kontaktörlerin açarak arızayı sistemden ayırması ve besleme kontaktörlerinin yeniden kapanarak sistem enerjilendirilir. Böylelikle sistemde arıza olsa bile diğer yükler enerjisiz kalmaz.

Yapılan düzenek üzerinden anlatılmak istenirse, soldaki ilk hattın altındaki kısıadevre düğmesine basıldığında önce KG1 ve KG2 sırasıyla açacak, böylelikle sistemin enerjisi kesilecektir. Sonra 1K1 ve 2K1 açacak; böylelikle hat sistemden ayrılacaktır. Daha sonra tekrar KG1 ve KG2 sırasıyla kapanacak ve sistem enerjilenecektir. Bu işlem sonrasında arıza olan hat hariç tüm hatlar ve tüm yükler enerjilendirilmiş olur.

MicroSCADA programında bu arızalarda sistemin izlemesi gereken yol, P ile adlandırılan düğmeler üzerinde aşağıdaki gibi programlanmıştır.

Birinci hatta arıza alması durumu:

```
#IF KG1:POV110= =1 AND KG2:POV110= =1 #THEN #BLOCK
```

```
#SET KG1:POV13=0
```

```
#PAUSE 1
```

```
#SET KG2:POV13=0
```

```
#PAUSE 1
```

```
#SET 1K1:POV13=0
```

```
#PAUSE 1
```

```
#SET 2K1:POV13=0
```

```
#PAUSE 1
```

```
#SET KG1:POV13=1
```

#PAUSE 1

#SET KG2:POV13=1

#BLOCK_END

İkinci hatta arıza alması durumu:

#IF KG1:POV110= =1 AND KG2:POV110= =1 #THEN #BLOCK

#SET KG1:POV13=0

#PAUSE 1

#SET KG2:POV13=0

#PAUSE 1

#SET 2K2:POV13=0

#PAUSE 1

#SET 3K1:POV13=0

#PAUSE 1

#SET KG1:POV13=1

#PAUSE 1

#SET KG2:POV13=1

#BLOCK_END

Üçüncü hatta arıza alması durumu:

#IF KG1:POV110= =1 AND KG2:POV110= =1 #THEN #BLOCK

#SET KG1:POV13=0

#PAUSE 1

#SET KG2:POV13=0

#PAUSE 1

#SET 3K2:POV13=0

#PAUSE 1

#SET 4K1:POV13=0

#PAUSE 1

#SET KG1:POV13=1

#PAUSE 1

#SET KG2:POV13=1

#BLOCK_END

Dördüncü hatta arıza alması durumu:

#IF KG1:POV110= =1 AND KG2:POV110= =1 #THEN #BLOCK

#SET KG1:POV13=0

#PAUSE 1

#SET KG2:POV13=0

#PAUSE 1

#SET 4K2:POV13=0

#PAUSE 1

#SET 5K1:POV13=0

#PAUSE 1

#SET KG1:POV13=1

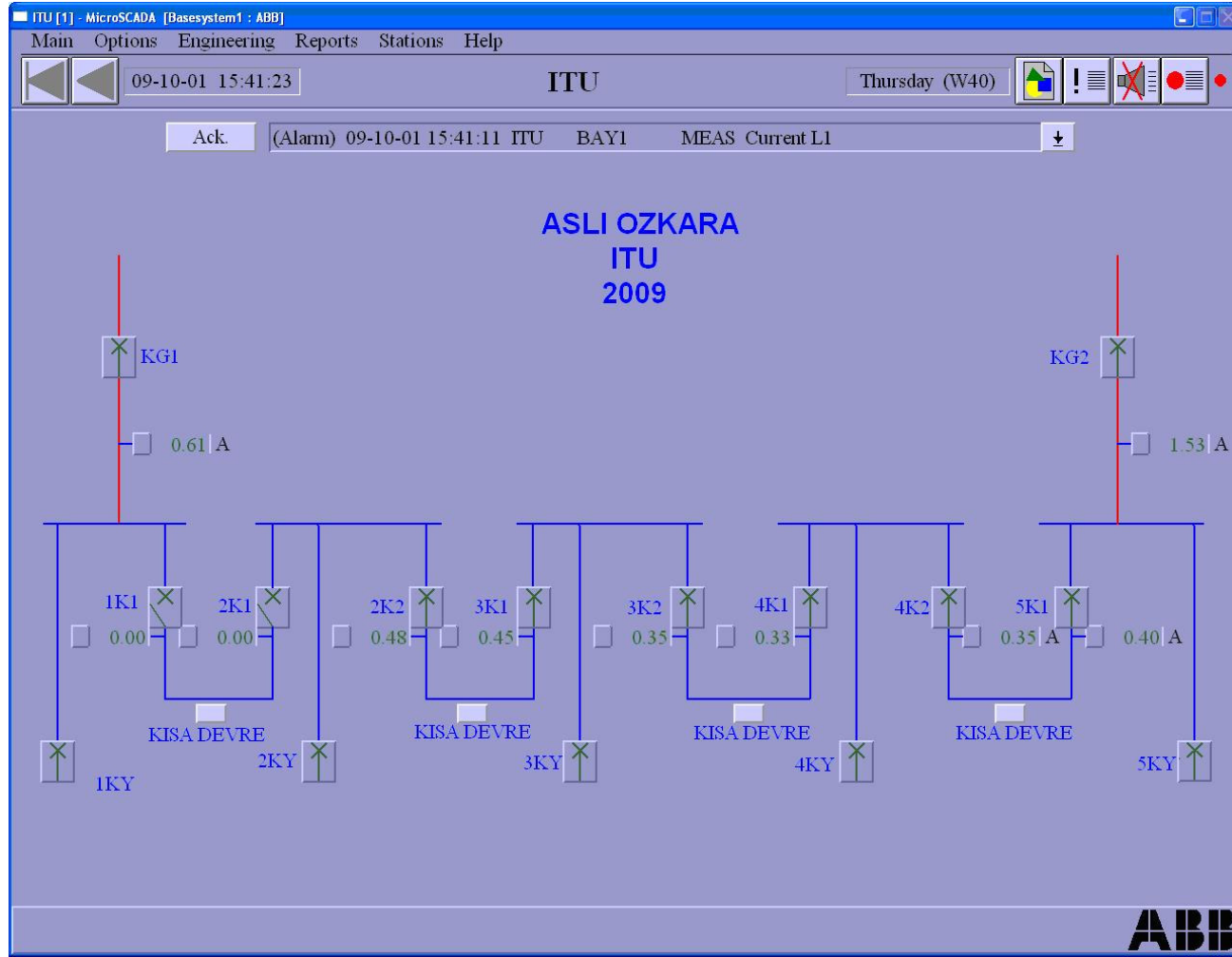
#PAUSE 1

#SET KG2:POV13=1

#BLOCK_END

Şekil 4.5’de birinci hatta kısa devre olduğu düşünülüp, kısa devre düğmesi basıldıktan sonra programın çalışıp, arızayı izole etme durumu gösterilmiştir.

Bu programa göre SCADA sistemi arızayı önceden algılayıp, arızayı ayıklamış ve sistemin çalışmasına devam etmesini sağlamıştır. İşletmeciye ise bir görev düşmemiştir. Yapılan düzenekte arıza algılama programlanmadığı için arızanın önceden algılanması söz konusu değildir. Gerçek sistemlerde akım, gerilim ve frekans değerleri izlenerek arızanın olabileceği öngörülebilir.



Şekil 4.6 : Kapalı halka işletmede birinci hatta kısa devre olma durumu

4.3.2 Açık halka işletilen orta gerilim dağıtım sistemi

Açık halka işletmelerde sistem tek taraftan beslenir. Açık halka işletmelerde sadece giriş beklemelerinde kesici kullanıldığı ve hatlarda ayırıcı kullanılarak, korumanın sadece beslemelerden, kontrolün ise hem hatlar hem de beslemeler üzerinde yapıldığı önceki bölümlerde anlatılmıştı. Burada yapılan düzeneğe göre KG1 kontaktörü kapalı ve KG2 kontaktörü açıktır. Sistemde bir kısa devre arıza olması durumunda izlenmesi gereken yol, KG1 ve besleme kontaktörünün açmasıdır. Bundan sonraki işlemler işletimcinin kontrolündedir. İşletmeci arıza olan hattaki ayırıcıları (kontaktörleri) (örneğin 1K1 ve 2K1) açarak arızayı sistemden ayırır ve besleme kesicilerini (kontaktörlerini) yeniden kapanayarak sistemi enerjilendirmelidir. Böylelikle sistemde arıza olsa bile diğer yükler enerjisiz kalmaz.

MicroSCADA programında bu arızalarda sistemin izlemesi gereken yol, P ile adlandırılan düğmeler üzerinde aşağıdaki gibi programlanmıştır.

Herhangi bir hatta arıza alması durumunda izlenen yollaraynıdır. Beslemelerin yönlerifarklı olabilir. Buna göre beslemenin KG1 kontaktörü üzerinden olması durumu aşağıdaki gibidir.

```
#IF KG1:POV110==1 AND KG2:POV110==0 #THEN #BLOCK
```

```
#SET KG1:POV13=0
```

```
#BLOCK_END
```

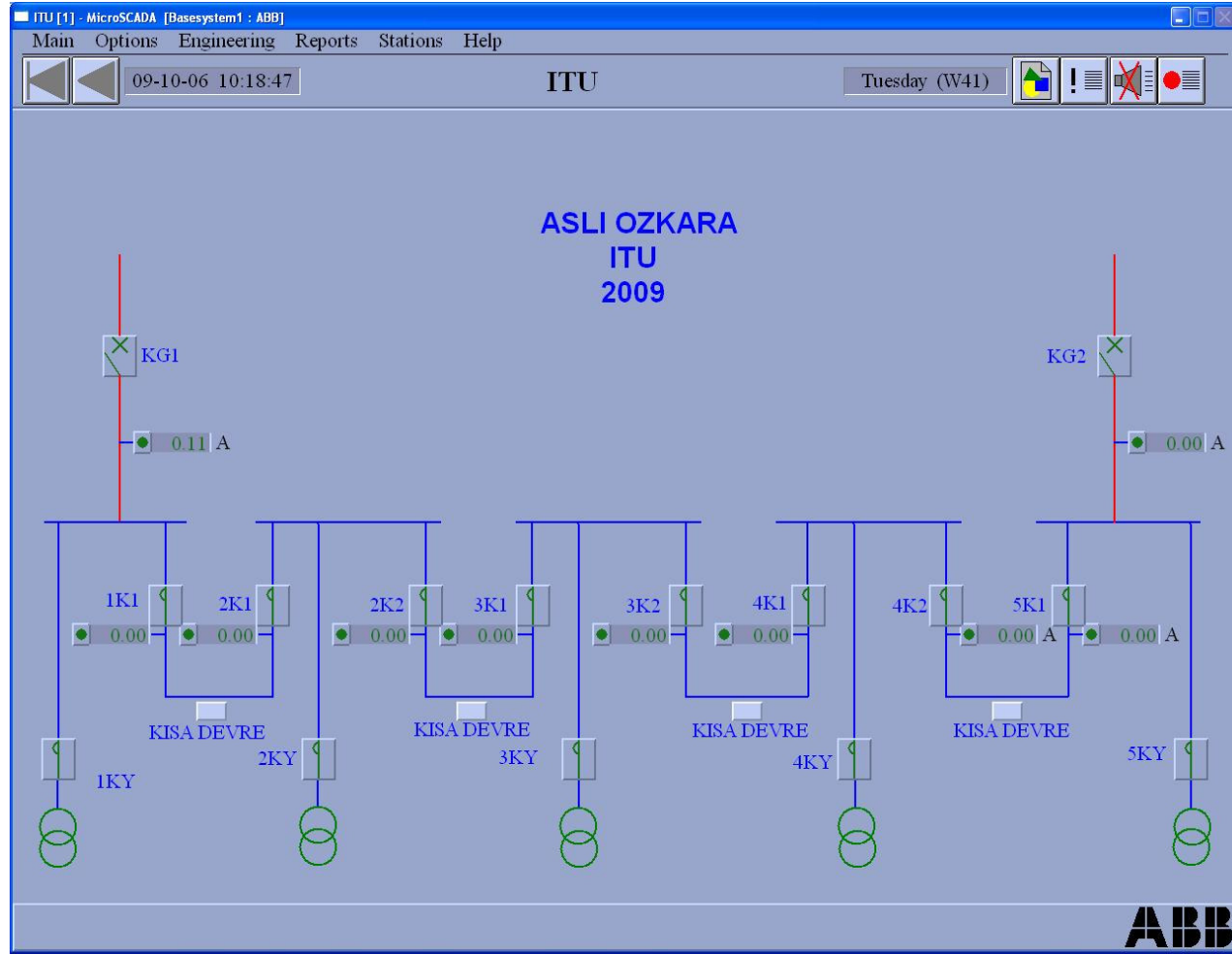
Beslemenin KG2 kontaktöründen olması durumunda izelenen yol aşağıdaki gibidir.

```
#IF KG1:POV110==0 AND KG2:POV110==1 #THEN #BLOCK
```

```
#SET KG2:POV13=0
```

```
#BLOCK_END
```

Şekil 4.7’de sistemde arıza olduğu varsayıldığında, programın çalışıp beslemeyi açtığı görülebilir.



Şekil 4.7 : Açık halka işletmede kısa devre olma durumu

Bu program çalıştıktan sonra sisteme enerji gitmez. İşletmeci ise arızanın yerini tespit ederek, arızayı sistemden izole etmelidir. Arızanın dördüncü hatta olduğunu varsayalım. Buna göre işletmeci bu hattı sistemden ayırmak için giriş ve çıkış ayırıcılarını açmalıdır. 4K2 ve 5K1 ayırıcılarının üzerine sırasıyla basarak aç konutu verilir ve 4K2 ve 5K1 kontaktörleri açar. Arıza ayıklandığı için artık sistem enerjilendirilebilir. İşletmeci ekran üzerinden KG1 ve KG2 kesicilerine sırasıyla kapa komutu verdikten sonra sistem enerjilendirilmiş olur. Şekil 4.7’de bu işlemlerin yapılmış hali görülebilir.

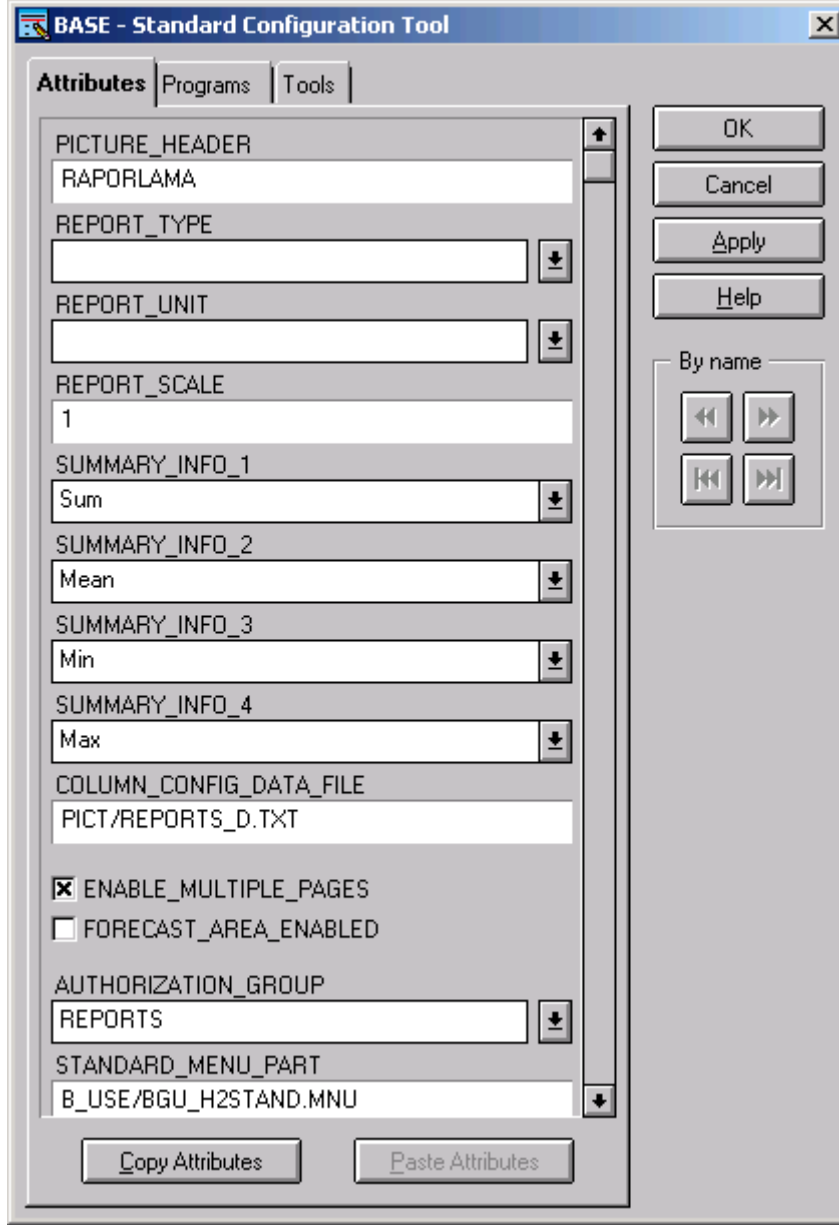
4.3.3 Raporlama

Tezin önceki bölümlerinde anlatıldığı gibi SCADA sistemlerinin bir diğer işlevi, raporlama yapabilmesidir. MicroSCADA programında da bu işlevden yararlanılabilir. SCADA sisteminin kullanıcı ekranında görünümü çizilen ekrandan (Picture Editor) daha önce seçilen kütüphaneye girilir. Buradan raporlamanın türü seçilir. Bu tezde 3 dakikalık aralarla raporlama alınmıştır.

Raporlama sayfasının ismi, sayfada görülecek değerler seçilir (bkz. Şekil 4.8). Bu tez için raporlama sayfasının adı “Raporlama”, raporlanacak değerlerin ölçeği 1 olarak girilmiş; aynı zamanda raporlama sayfasında ortalama, minimum ve maximum değerlerin de gösterilmesi istenmiştir.

Sistemin açık halka işletildiğini düşünerek geçen akımları ekran üzerinden inceleyelim (bkz. Şekil A.1). Dördüncü hatta kısa devre olduğunu varsayarak hattın altındaki kısa devre düğmesine bastıktan sonra KG1 açar ve sistem enerjisiz kalır. İşletmecinin yapacağı arızayı sistemden ayırma işinden sonra, Şekil A.2’deki ekran gözlenir. Yine ekrandan sistemde akan akımlar gözükmemektedir.

Raporları gözlemek için MicroSCADA programının ekranından Reports menüsü seçilerek, saatlik raporlar seçilir. Şekil 4.9’de ekrana gelen rapor üçer dakikalık aralıklarla sistemdeki tüm akım trafolarından akan akımları göstermektedir. En altta yer alan satırlarda ise raporlama sırasında akan akımların ortalama, minimum ve maksimum değerlerini göstermektedir.

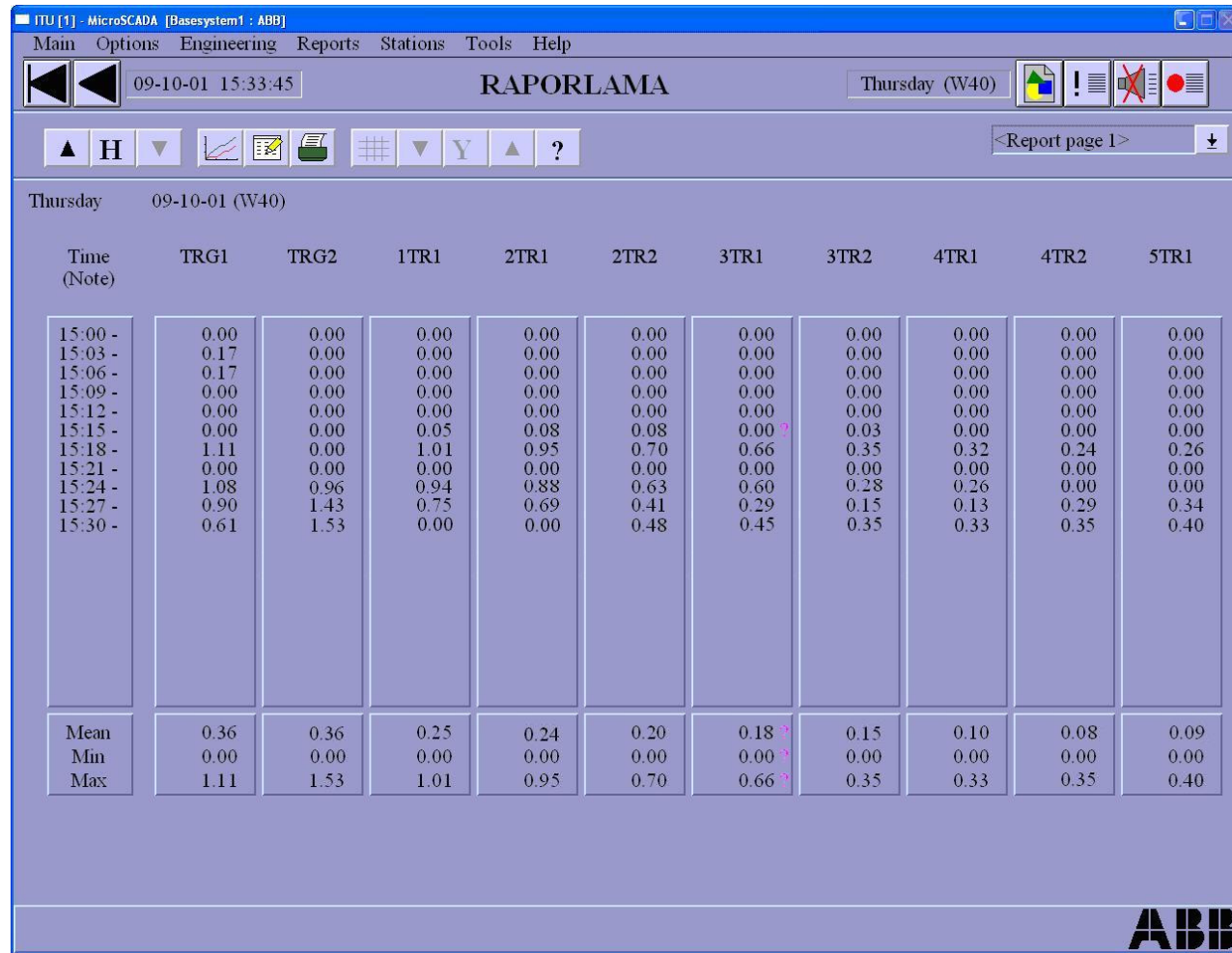


Şekil 4.8 : Gerçekleştirilen panonun içi.

Buradaki akım trafolarının isimleri Şekil 4.1'deki tek hat şemasıyla aynıdır. Örneğin, TRG1 soldaki besleme kesicisinin (KG1) arkasındaki akım trafosunu, TRG2 sağdaki besleme kesicisinin (KG2) arkasındaki akım trafosunu, 1TR1 soldan birinci hattın önündeki akım trafosunu, 2TR1 yine soldan birinci hattın sonundaki akım trafosunu simgelemektedir.

Saat 15:18 satırına baktığımızda, açık halka işletim sırasında akım trafolarından akan akımlar görülmektedir. Buradaki akan akımlar Şekil A.1'deki açık halka çalışmanın olduğu akımlarla aynı değerdedir. Dördüncü hattaki kısa devre düğmesine basıldıktan ve KG1 açıldıktan sonraki durum saat 15:21 periyodunda görülür. Dördüncü hat sistemden ayıklandığı için 4TR2 ve 5TR1 akım trafolarından akan akımın değeri sıfırdır. İşletmecinin yapacağı arızayı sistemden ayırma işinden sonraki akım değerleri 15:24 periyodundaki satırda görülür.

Daha fazla akım değeri görebilmek için aynı işlem kapalı halka çalışma için de uygulanabilir. Kapalı halka çalışma için tüm kesicilere kapalı komutu verilir. Bu durum 15:27 periyodunda izlenir. Birinci hatta kısa devre olduğunu varsaymak için hattın altındaki kısa devre düğmesine basılır. Kapalı devre çalışmada hatlardaki kesicilerin herbirinde akıllı cihazlar olduğu varsayıldığı için arıza otomatik olarak sistemden ayrılır. Periyot 15:30'da birinci hattın sistemden ayrıldığı görülmektedir. 1TR1 ve 2TR1 birinci hattın giriş ve çıkışında yer alan akım trafolarıdır ve MicroSCADA'daki arıza programından sonra önlerinde bulunan kesiciler açtıkları için raporlama ekranında akan akımın değeri sıfır gözükmemektedir.



Şekil 4.9 : Raporlama ekranı.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde en küçük işletmelerde bile akıllı izleme sistemleri kullanılmaktadır. Böylelikle oluşan arızalara anında müdahale ve geçmişte oluşan arızaların raporlanması mümkün olur. Tüm enerji sektörünü etkileyen dağıtım sistemlerinde ise akıllı izleme sistemlerinin kullanılması kaçınılmazdır.

Bu tezde amaçlanan bir orta gerilim dağıtım şebekesinin öğrencilerin deney yapabileceği şekilde alçak gerilimde modellenerek uygun bir pano tasarımı ile laboratuvara verilmek üzere gerçekleştirilmesidir. Bu pano ile modellenen açık ve kapalı halka işletim sistemlerinin anahtarlamalarının SCADA ile izlenmesi ve kontrol edilmesi mümkün kılınmıştır.

5.1 Çalışmanın Uygulama Alanı

Akıllı izleme sistemleri trafo merkezlerinde, endüstriyel sistemlerde, iletim/dağıtım şebekelerinde kullanılabilir. Böylelikle sistemin yapısı tek bir ekran üzerinden operatör tarafından takip edilerek izlemesi ve kumandası sağlanır. Sistemde koruma elemanı var ise haberleşerek sistemi korur ve izole eder.

Tezin çalışma konusu olan Elektrik Tesisleri Laboratuvarında bulunan, bir orta gerilim sisteminin modellendiği ve SCADA ile izlendiği pano ile bir dağıtım sisteminde oluşacak arızaların nasıl izlendiği, raporlandığı ve sistemin nasıl kumanda edildiği görülebilir. İleri uygulamalarda ise, değiştirilebilir yükler kullanılarak akım değerlerinde değişiklik yapıp, SCADA sisteminde değişik programlamalar yazılabilir. Açık veya kapalı halka çalıştırılan sistemin yapısı değiştirilerek farklı konfigürasyonlar kurulabilir.

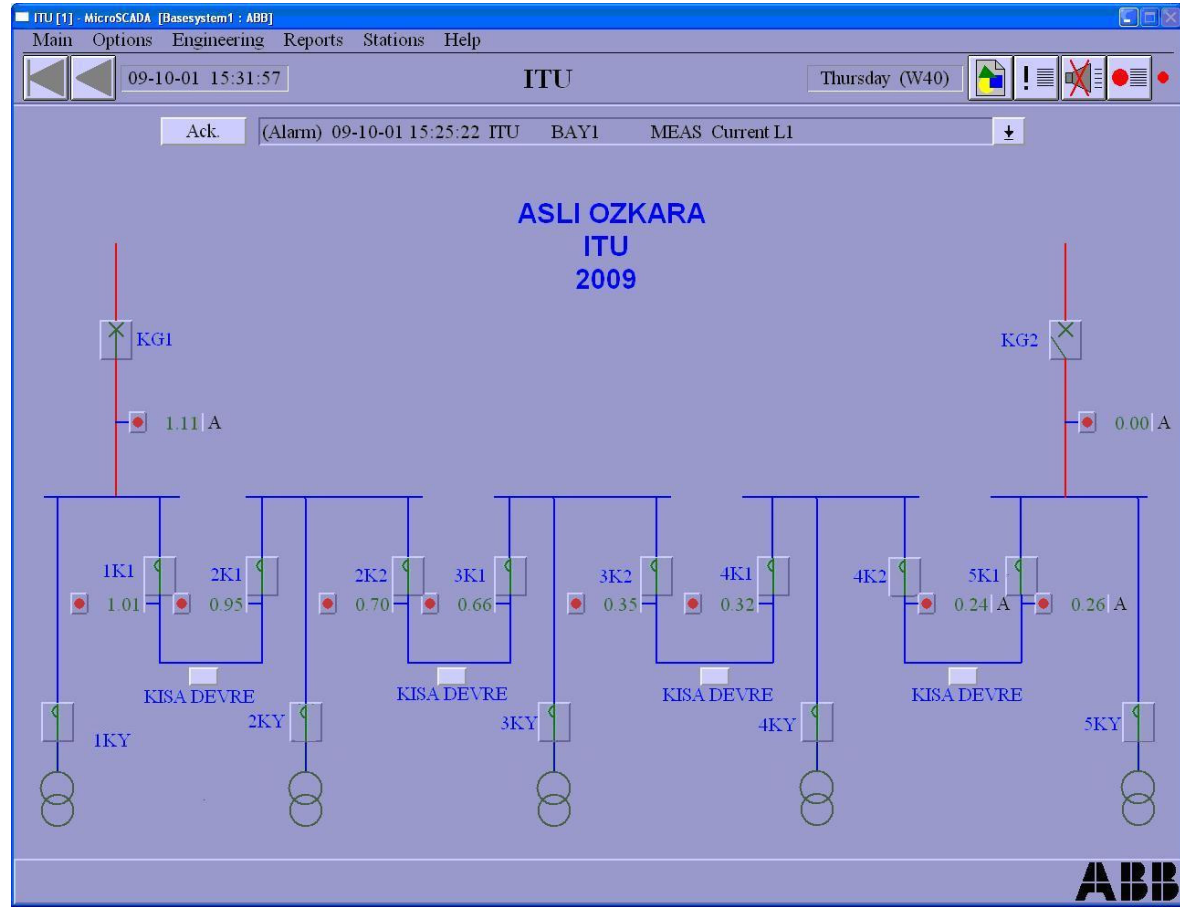
KAYNAKLAR

- [1] **de Kock, J., C. Strauss**, *Practicle Power Distribution System for Industry*. Oxford: Elsevier Linacre House, 2004, 0-7506-6396-0.
- [2] **Willis, Lee H.**, *Power Distribution Planning Reference Book*. U.S.A: Marcel Dekker Inc., 2004.
- [3] **Clarke, G., D. Reynders**, *The Electrical Engineering Hand Book, Systems, Controls, Embeded Systems, Energy, and Machines*. 3rd ed., California: CRC Press, 2006.
- [4] **Short, T.A.**, *Electric Power Distribution Hand Book*. California: CRC Press LLC, 2004.
- [5] **İNAN, A.**, *SCADA Nedir?*, [Ziyaret tarihi: 4 Ağustos 2009]. http://www.yildiz.edu.tr/~inan/Scada_Nedir.htm.
- [6] **Bailey, D., E. Wright**, *Practical SCADA for Industry*, IDC Technologies, Great Britain., 2003
- [7] **Dorfarke, R.C.**, *Systems, Controls, Embeded Systems, Energy, and Machines*, California: CRC Press, 2006.
- [8] **Clarke, G., D. Reynders**, *Practical Modern SCADA Protocols for Industry*, IDC Technologies, Great Britain, 2004.
- [9] **Gündoğdu, S., Ö. Şahin**, *Su Dağıtım Sistemi için SCADA Sistem Haberleşmesi Planlaması*, [Ziyaret tarihi: 10 Ağustos 2009]. http://www.habtekus.yildiz.edu.tr/2007/cd/bildiriler/haberlesme_uygulamaları/25.pdf.
- [10] **ABB**, *Remote Terminal Unit - RTU560G*, 1467 09 E, 2009.
- [11] **ABB**, *MicroSCADA Pro for Substation Automation*, 1MRS 756064, 2006.

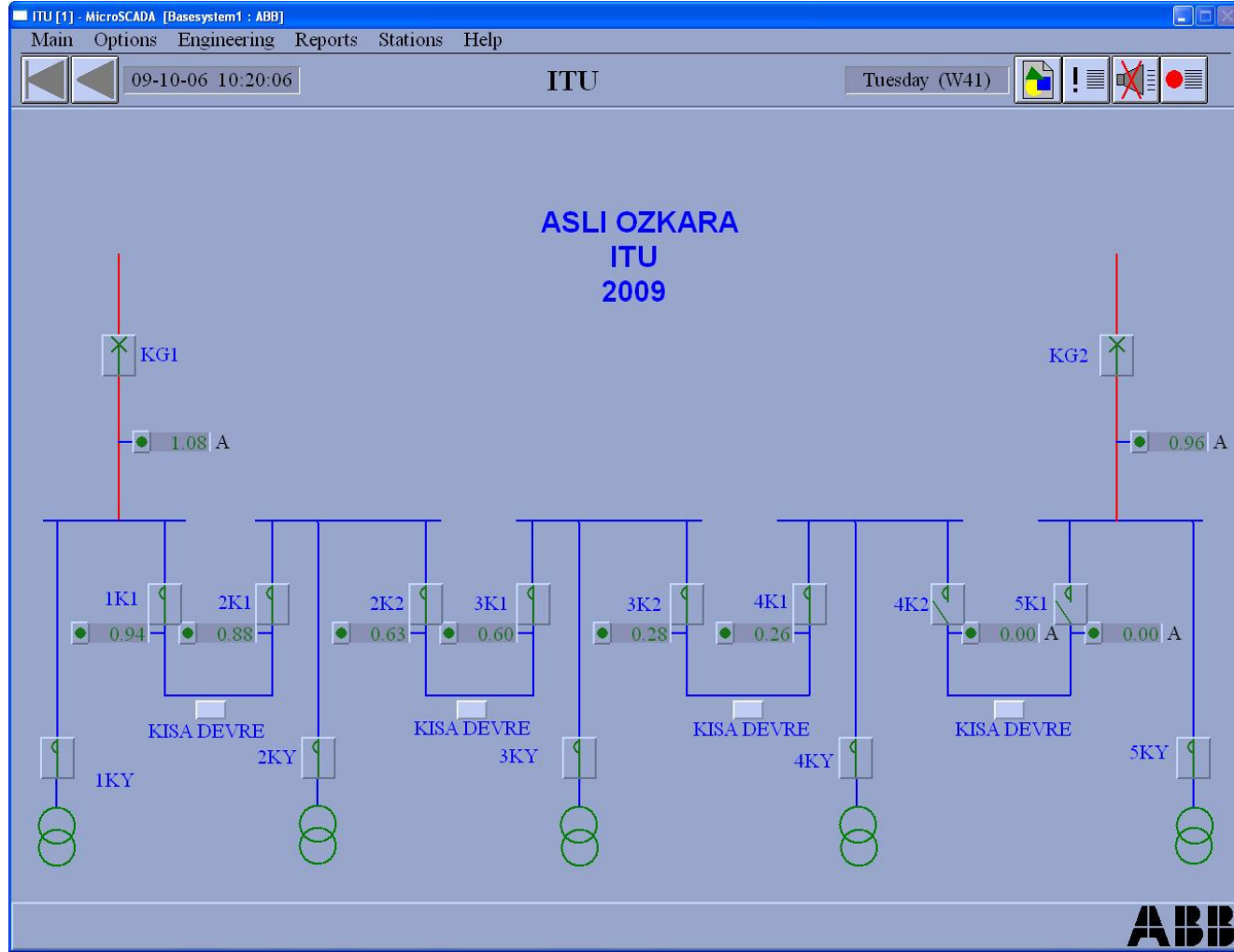
EKLER

EK A.1 : MicroSCADA program ekranları

EK A.1



Şekil A.1 : Açık halka işletim



Şekil A.2 : Açık halka işletimde dördüncü hatta arıza oluşuktan sonra arızanın ayıklanması durumu.

ÖZGEÇMİŞ

Aslı ÖZKARA, 1982 yılında İstanbul'da doğdu. Ortaokulu bitirdikten sonra liseyi Özel Doğu Fen Lisesi'nde okudu. 2000 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği programına başladı ve 2005 yılında bu bölümden mezun oldu. Aynı sene, İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği yüksek lisans bölümünde eğitimine devam etti. 2006 yılında çalışmaya başladığı Arçelik A.Ş.'den bir sene sonra ayrılarak ABB Sanayi A.Ş.'de Güç Sistemleri Bölümü'nde çalışmaya başladı ve halen çalışmaya devam etmektedir.