

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**1500 KVA GÜCÜNDE 6.3 KV. ÇIKIŞ GERİLİMLİ GENERATÖR GRUBU VE
YÜKSEK GERİLİM KESİCİLERİNİN PLC-SCADA İLE UZAKTAN İZLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik-Elektronik Müh. Nilay KUL

TEMMUZ 2009

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**1500 KVA GÜCÜNDE 6.3 KV. ÇIKIŞ GERİLİMLİ JENERATÖR GRUBU VE
YÜKSEK GERİLİM KESİCİLERİNİN PLC-SCADA İLE UZAKTAN İZLENMESİ**

Elektrik-Elektronik Müh. Nilay KUL

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Elektrik Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 11.06.2009
Tezin Savunma Tarihi : 13.07.2009**

**Tezin Danışmanı : Prof. Dr. A. Sefa AKPINAR
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Rıfat YAZICI
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. H. İbrahim OKUMUŞ**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2009

ÖNSÖZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde geçen öğrenciliğim süresince ve bu tez çalışmam boyunca bana değerli yorum ve önerileri ile katkıda bulunan saygıdeğer hocam Prof.Dr.A.Sefa AKPINAR'a teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan, desteğini esirgemeyen ve tezimde uygulama alanı sağlayan çok değerli eşim Hakan KUL'a ve manevi desteklerinden dolayı sevgili aileme, ayrıca Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyelerine ve diğer personellerine teşekkür ederim.

Nilay KUL
Trabzon 2009

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
SEMBOLLER DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. SCADA Sistemleri.....	1
1.3. SCADA Sisteminin Yapısı	2
1.4. SCADA Kontrol Kademeleri.....	3
1.4.1. İşletme Kaynak Yönetim Katmanı.....	4
1.4.2. İşletme Yönetim Katmanı	4
1.4.3. Süreç Denetim Katmanı.....	4
1.4.4. İşletme Kontrol Katmanı	4
1.5. SCADA Sisteminden Beklenenler.....	5
1.6. SCADA Sisteminin İşlevleri.....	5
1.6.1. İzleme İşlevleri	5
1.6.2. Kontrol İşlevleri.....	6
1.6.3. Veri Toplama İşlevleri.....	6
1.6.4. Verilerin Kaydı ve Saklanması	6
1.7. SCADA Sisteminin Uygulama Alanları	6
1.8. SCADA İşletim Yazılımı	7
1.8.1. Sürücü ve Etiket Bağlantıları (Tag Editör)	7
1.8.2. Depolama Birimi.....	8
1.8.3. Raporlama Birimi	8
1.8.4. Alarm Birimi	8
1.8.5. Grafik Canlandırma Birimi.....	8
1.9. SCADA Sisteminin Kontrol Elemanları.....	9
1.9.1. Kontrol Merkezi (MTU,Master Terminal Unit)	9

1.9.1.1.	Kontrol Merkezinin Görevleri	10
1.9.2.	Uzak Uç Birim (RTU, Remote Terminal Unit)	10
1.9.2.1.	RTU'nun Yapısı	10
1.9.2.2.	RTU'nun Sistem İçerisindeki Yeri	13
1.9.2.3.	RTU'nun Görevleri	14
1.9.3.	Programlanabilir Lojik Kontrolör (PLC, Programmable Logic Controller)..	15
1.9.3.1.	PLC'lerin Temel İlkeleri ve Birimleri	17
1.9.4.	RTU ve PLC'nin Karşılaştırması	19
1.10.	İletişim Sistemi	19
1.10.1.	İletişim Ortamı	21
1.10.1.1.	Power Line Carrier (PLCs) Haberleşme Sistemleri	21
1.10.1.2.	Kiralanmış Hatlar	22
1.10.1.3.	Radyo Frekansında İletişim	23
1.10.1.4.	Uydu İletişimi	24
1.10.1.5.	Özel İletişim	25
1.10.2.	İletişim Sisteminden Beklentiler	26
1.10.3.	Veri Haberleşme Teknikleri	27
1.10.3.1.	Paralel Veri İletimi	28
1.10.3.2.	Seri Veri İletimi	28
1.10.3.2.1.	Asenkron Veri İletimi	29
1.10.3.2.2.	Senkron Veri İletimi	29
1.10.3.2.3.	Senkron ile Asenkron Veri İletiminin Karşılaştırılması	29
1.10.4.	Modülasyon	30
1.10.5.	Modemler	31
1.10.6.	Topolojiye Göre Ağ Bağlantılarının Sınıflandırılması	31
1.10.6.1.	Yıldız Tipindeki Bağlantı	31
1.10.6.2.	Hiyerarşik Bağlantı	32
1.10.6.3.	Örgü Tipindeki Bağlantı	32
1.10.6.4.	Bus Tipindeki Bağlantı	33
1.10.6.5.	Halka Tipindeki Bağlantı	34
1.10.6.6.	Kısmen Yıldız Bus Tipindeki Bağlantı	34
1.10.6.7.	Kısmen Hiyerarşik Bus Tipindeki Bağlantı	35
1.10.7.	Bağlantı Türleri	36

1.10.7.1.	Yerel Alan Ağları (LAN,Local Area Network).....	36
1.10.7.2.	Geniş Alan Ağları (WAN, Wide Area Network).....	37
1.10.7.3.	Metropolitan Bölge Ağ Bağlantıları (MAN, Metropolitan Area Network)...	37
1.10.8.	Seri Arabirimler	38
1.10.8.1.	RS-232 Arabirimi	38
1.10.8.2.	RS-485 Arabirimi	39
1.10.8.3.	RS-232/RS-485 Dönüştürücüsü.....	39
1.10.9.	SCADA Sistemlerindeki İletişim Protokolleri	40
1.10.9.1.	OSI (Open System Interconnection) Referans Modeli	42
1.10.9.2.	Endüstriyel Haberleşme Protokolleri.....	43
1.10.9.2.1.	Dağıtılmış Ağ Protokolleri (DNP 3.0).....	43
1.10.9.2.2.	Modbus Protokolü.....	43
1.10.9.2.3.	Profibus Protokolü	44
1.10.9.2.4.	CAN-bus Protokolü	44
1.10.9.2.5.	Devicenet Protokolü	45
1.10.9.2.6.	Foundation Fieldbus Protokolü.....	45
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR VE İRDELEME.....	46
2.1.	2X1500 kVA 6.3 kV Generatör Grubu Otomasyonu	47
2.1.1.	Ana PLC (Master PLC)	49
2.1.2.	Yardımcı PLC (Slave PLC).....	50
2.1.3.	GCP31 Generatör Kontrol Ünitesi.....	52
2.1.4.	LS4 Kesici Kontrol Ünitesi.....	54
2.1.5.	GW-4 Haberleşme Ünitesi.....	55
2.1.6.	PM500 Enerji Analizatörü	55
2.1.7.	6” Operatör Diyalog Paneli.....	56
2.1.8.	12” Opetatör Diyalog Paneli.....	57
2.1.9.	Sistem Çalışma Türleri	58
2.1.9.1.	Manuel Çalışma	59
2.1.9.2.	Otomatik Çalışma	59
2.1.9.3.	Arıza Yedekli	59
2.1.9.4.	Güç Yedekli	60
2.1.9.5.	Koşulsuz Senkronize.....	60
2.1.9.6.	Yükte Test.....	61

2.1.9.7.	Boşta Test	61
2.2.	Generatör Kontrol Panoları.....	61
2.2.1.	Grup Kontrol Panosu	62
2.2.2.	Senkronizasyon Panosu	65
2.3.	Tasarlanan SCADA Yazılımı	70
2.3.1.	Vijeo Citect SCADA Tasarım Yazılımı	70
2.3.2.	2x1500 kVA 6.3 kV Çıkış Gerilimli Generatör Grubu SCADA Projesi.....	73
2.3.2.1.	SCADA Ana Sayfası	74
2.3.2.2.	Trend Sayfası	78
2.3.2.3.	Alarm Sayfası	81
3.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	83
4.	KAYNAKLAR	
	ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Son yıllarda SCADA ile gerçekleştirilen izleme ve kontrol sistemleri popüler olmaya başlamıştır. SCADA sistemleri elektrik enerjisi üretimi, iletimi ve dağıtımında, fabrikalardaki üretim süreçlerinde, su, petrol ve doğalgaz dağıtımı gibi bir çok endüstriyel sistemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni SCADA sistemlerinin tüm süreçlerin izlenmesini tek bir merkezde toplayabilmesi ve kayıt altına alabilmesi, zaman ve iş gücünden tasarruf sağlamasıdır. Bu çalışmada generatör ve yüksek gerilim kesicilerinden oluşan örnek bir sistemin otomasyonu incelenmiş olup bu otomasyon sistemi için örnek bir uzaktan izleme SCADA yazılımı geliştirilmiştir.

Birinci bölümde SCADA teknolojisi incelenmiş, SCADA sistemlerini oluşturan kontrol birimlerinin temel elemanları blok olarak ele alınmış, haberleşme yöntemleri, haberleşme için gerekli teknikler, standartlar ve haberleşme protokolleri üzerinde ayrıntılı şekilde durulmuştur.

İkinci bölümde iki adet 1500 kVA gücünde 6.3 kV çıkış gerilimi olan dizel motorlu generatör grubu ve bu gruba ait yüksek gerilim kesicilerinin otomasyon sistemi detaylı olarak incelenmiş, bu sistemi oluşturan elemanlar hakkında ayrıntılı bilgi verilmiş ve bu otomasyon sistemi için örnek olarak gerçekleştirilen uzaktan izleme SCADA yazılımı tanıtılmıştır.

Anahtar Kelimeler: SCADA Sistemleri, Otomasyon Sistemleri, PLC, Elektrik Enerjisi

SUMMARY

Remote Monitoring With PLC-SCADA Of The Generator Group Has 1500 KVA Power, and 6.3 KV Output Voltage, and Its H.V. Breakers

In recent years, monitoring and control systems realized with SCADA has been gaining popularity. SCADA systems are commonly used in industrial systems as electricity energy generation, transmission and distribution, production processes in factories, water, petroleum and gas distribution. The reason is that SCADA has capability of collecting monitor and records of all the processes in one center, saving time and manpower. In this study, the automation of a system including generator and high voltage breakers is examined and a remote monitoring SCADA software is developed.

In chapter one, SCADA technologies are examined, the fundamental components of the control units of SCADA systems are mainly taken up as blocks, and it is detailly emphasized on SCADA communication methods, required techniques, standards and communication protocols.

In chapter two, an automation system including two generator group with diesel engine has 1500 kVA power and 6.3 kV output voltage and the high voltage breakers belongs to this generator group is examined in detail, comprehensive information is given about the components of the system, and an example remote monitoring SCADA software developed for this automation system is introduced.

Key Words: SCADA Systems, Automation Systems, PLC, Electricity Energy

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. SCADA Sisteminin yapısının genel görünüşü.....	3
Şekil 1.2. SCADA Sisteminin kontrol kademeleri.....	3
Şekil 1.3. SCADA İşletim yazılımının temel bileşenleri	7
Şekil 1.4. RTU'nun veri organizasyonu.....	11
Şekil 1.5. RTU'nun prensip şeması.....	12
Şekil 1.6. Modüler olmayan RTU'nun yapısı	13
Şekil 1.7. PLC'nin yapısı	16
Şekil 1.8. PLC iç yapısı ve program işleme akış şeması.....	17
Şekil 1.9. İletişim sisteminin elemanları	20
Şekil 1.10. Yıldız tipinde bağlantı.....	31
Şekil 1.11. Hiyerarşik bağlantı.....	32
Şekil 1.12. Örgü tipindeki bağlantı	33
Şekil 1.13. Bus tipindeki bağlantı	33
Şekil 1.15. Halka(ring) tipindeki bağlantı.....	34
Şekil 1.16. Kısmen yıldız bus tipindeki bağlantı	35
Şekil 1.17. Kısmen hiyerarşik bus tipindeki bağlantı.....	35
Şekil 1.18. RS-232 ile iki nokta arası bağlantı.....	38
Şekil 1.19. RS-232 ile RS-485 dönüştürücü kullanımı	40
Şekil 1.20. SCADA bileşenlerinin genel haberleşme şeması.....	41
Şekil 1.21. OSI referans modeli	42
Şekil 2.1. 2x1500 KVA generatör grubu.....	46
Şekil 2.2. Generatör grubunun tekhat şeması.....	47
Şekil 2.3. Otomasyon sistemi blok diyagramı.....	48
Şekil 2.4. Master PLC	49
Şekil 2.5. Slave PLC	50
Şekil 2.6. Generatör kontrol cihazı, LS4, GW4, Master PLC bağlantı şeması	51
Şekil 2.7. GCP-31 Generatör kontrol ünitesi	52
Şekil 2.8. LS4 Kesici kontrol cihazı.....	54
Şekil 2.9. GW4 Canbus/Modbus dönüştürücü	55

Şekil 2.10. PM500 enerji analizatörü ön görünüşü	56
Şekil 2.11. PM500 akım ve gerilim bağlantı şeması.....	56
Şekil 2.12. 6” dokunmatik operatör diyalog paneli.....	57
Şekil 2.13. 12” dokunmatik operatör diyalog paneli.....	58
Şekil 2.14. Generatör otomasyon panoları	61
Şekil 2.15. Grup kumanda panosu	62
Şekil 2.16. Grup kumanda panosu ön görünüş şeması.....	63
Şekil 2.17. Senkronizasyon panosu.....	65
Şekil 2.18. Senkronizasyon panosu ön görünüş şeması.....	67
Şekil 2.19. Citect Explorer sayfası	71
Şekil 2.20. Citect proje editörü sayfası	72
Şekil 2.21. Citect grafik editörü sayfası	72
Şekil 2.22. Citect runtime sayfası	73
Şekil 2.23. Şebeke enerjisi varken SCADA ana sayfası görünümü.....	74
Şekil 2.24. Şebeke enerjisinin kesildiği andaki SCADA ana sayfası görünümü	75
Şekil 2.25. Grup1’in çalıştığı andaki SCADA ana sayfası görünümü	76
Şekil 2.26. Grup1’in acil barayı beslediği SCADA ana sayfası görünümü	76
Şekil 2.27. Şebeke enerji varken SCADA ana sayfası.....	77
Şekil 2.28. Şebeke ve generatör senkron çalışırken SCADA ana sayfası.....	77
Şekil 2.29. Şebeke trafosunun yükü tam olarak üzerine aldığı SCADA sayfası	78
Şekil 2.30. Trend sayfası	79
Şekil 2.31. Tek trendin olduğu trend sayfası.....	80
Şekil 2.32. Trend istatistik sayfası	80
Şekil 2.33. Şebekeden çekilen güç trendin büyütülmüş hali.....	81
Şekil 2.34. Alarm sayfası	82

SEMBOLLER DİZİNİ

BUS	Veri Yolu
CPU	Merkezi İşlem Birimi
DNP	Dağıtılmış Ağ Protokolü
EIA	Elektronik Endüstri Birliği
HMI	İnsan Makine Arabirimi
IEC	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
IED	Akıllı Elektronik Devreler
IEEE	Elektrik Elektronik Mühendisler Enstitüsü
I/O	Giriş/Çıkış
LAN	Yerel Alan Ağları
MAN	Metropolitan Bölge Ağları
MTU	Merkez Terminal Birimi
OSI	Açık Sistem Bağlantısı
PLC	Programlanabilir Mantık Kontrolör
PLCs	Enerji Hatları Üzerinden Haberleşme
RTU	Uzak Terminal Birimi
SCADA	Denetimsel Kontrol ve Veri Toplama
TCP/IP	Transfer Kontrol Protokolü/İnternet Protokolü
WAN	Geniş Alan Ağları

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bilgisayar ve iletişim teknolojisindeki son gelişmeler ve bunlarla ilgili maliyet düşüşleri elektrik dağıtım sistemi otomasyonunu teknik ekonomik olarak yapılabilir hale getirmiştir. Dağıtım otomasyonu, şebekenin uzaktan izlenmesi hızlı ve etkin bir şekilde kontrolü sağlandığından daha güvenli ve kaliteli enerji beslemesi sağlamaktadır [2].

Ülkemizde daha hızlı bir gelişme sağlanabilmesi için; bugünkü sosyal ve ekonomik yaşamın en başta gelen temel gereksinimlerinden olan enerji ihtiyacının tam zamanında ve ucuz karşılanması ve en önemlisi mevcut enerjinin en tasarruflu şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır [2,13].

Oluşabilecek riskleri ve kayıpları asgariye indirmek ve enerji sarfiyatını en optimum seviyede tutmak için en etkili yol; elektrik enerjisinin üretildiği, iletildiği, dağıtıldığı ve tüketildiği tüm elektrik tesislerinde, dağıtım ve iletim sisteminin kontrol altında tutulduğu ve en uygun senaryoya göre kumanda edildiği enerji parametrelerinin izlenip sistemin takip altına alındığı otomasyon sistemleri kurmaktır [2,14].

Elektrik şebekelerinde ilk otomasyon uygulamaları, iletim sistemlerinin uzaktan gözlenmesi ve denetlenmesi amacı ile kurulan SCADA sistemleridir. Olumsuzlukların en aza indirgenmesi kontrol, denetleme, arızaya müdahale gibi işlemlerin düzenli, hatasız ve seri bir şekilde yapılması SCADA gibi gerçek zamanlı sistemlerle gerçekleştirilmektedir [2,6].

İçinde bulunduğumuz bilgi ve teknoloji çağının bir ürünü olan ve artık birçok sektörde vazgeçilmez unsur haline gelen SCADA sistemi, güvenilirliğini ve fonksiyonelliğini ispatlamış, günümüzde çok daha yaygın hale gelmiş ve teknolojik açıdan büyük mesafeler kat etmiştir [6].

1.2. SCADA Sistemleri

SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition kelimelerinin ilk harflerinden oluşmuştur. Türkçeye Denetimli Kontrol ve Veri Toplama Sistemi olarak çevrilir. SCADA sistemi geniş bir alana yayılmış cihazların bir merkezden bilgisayar aracılığıyla denetlenmesini, izlenmesini, önceden tasarlanmış bir mantık içerisinde işletilmesini ve geçmiş zaman birimine ait verilerin saklanması sağlayan sistemlere verilen genel addır.

Kısacası SCADA sistemi, İzleme, Danışma, Kontrol ve Veri Toplama işlevlerini yerine getirir [4].

Kapsamlı ve entegre veri tabanlı bir kontrol ve gözetleme sistemi olan SCADA kontrol sistemi sayesinde, bir tesise veya işletmeye ait tüm ekipmanların kontrolünden üretim planlamasına, çevre kontrol ünitelerinden yardımcı işletmelere kadar tüm birimlerin otomatik kontrolü ve gözetimi de sağlanabilir. SCADA değişik işletmelerin tüm kontrol ihtiyaçlarının kademeli olarak gerçekleştirilmesine imkan tanır [11].

SCADA Sistemi, 1980'lerden bu yana sahadan veri toplama ve sahadaki aktüatörleri denetlemek amacıyla kullanılan ve özünde "Alarm tabanlı görüntüleme ve denetleme" bulunduran sistemdir. SCADA sistemleri denilenice unutulmaması gereken en önemli özellik, felsefesinden dolayı saha ile sistem arasındaki veri alışverişinin genellikle 100 ms'nin üzerinde olduğudur. Bu sebepten dolayı SCADA sistemleri Real-time zaman sabitinin 100 ms'nin üzerinde olan prosesler (süreçler) için kullanılmaktadır. 100 ms'nin altında proses görüntüleme ve denetleme işlemleri için DCS sistemleri tercih edilmelidir [17].

SCADA sisteminin yapısı basitçe incelendiğinde SCADA sistemde; yazılımının kurulu olduğu sunucu, sahadaki aktüatörleri denetlemek ve sensörlerden bilgi almak için PLC veya RTU, sahada bulunan sensörler ile aktüatörler ve son olarak da saha ile PLC/RTU ve PLC ile sunucu arasındaki haberleşme ve denetim için kartlar ile kablolar bulunmaktadır. Bu haberleşme, kablo ve kartları kurulan SCADA sisteminin ihtiyaçlarına göre ve haberleşme ortamlarına bağlı olarak değişmektedir. Unutulmamalıdır ki sahadaki kurduğumuz sistemde cihazlar birbiriyle haberleşecektir. Bu sebepten, sistem bileşenleri uyum içinde olmalıdır.

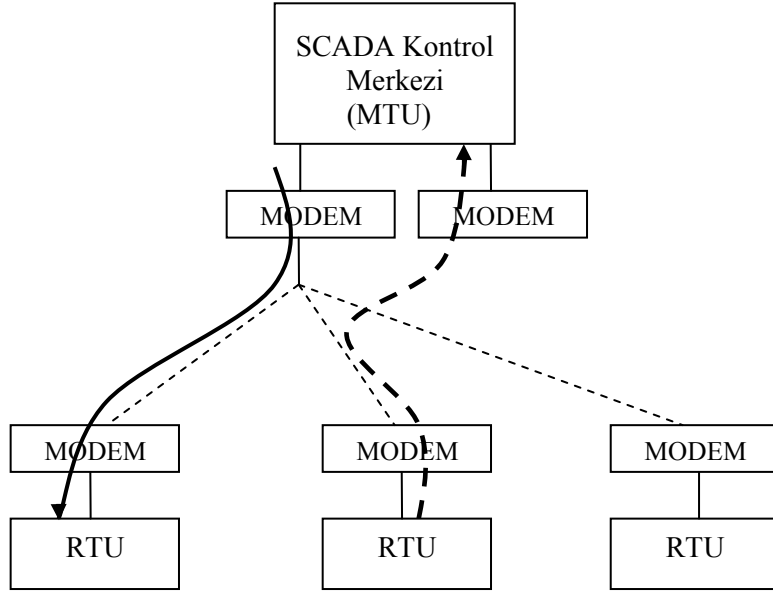
1.3. SCADA Sisteminin Yapısı

SCADA esas olarak üç bölümden oluşur;

1. Uzak Uç Birim(RTU veya PLC) : Veri toplama ve kontrol uç birilerini oluşturan sistemlerdir.
2. İletişim Sistemi (Communication System) : Bir bölgeden başka bir bölgeye karşılıklı olarak veri veya haberin gönderilmesini sağlayan sistemlerdir.

3. Kontrol Merkezi Sistemi (MTU) : Geniş bir coğrafi alana yayılmış tesislerin, bilgisayar esaslı bir yapıyla uzaktan kontrol edildiği izlendiği ve yönetildiği yer olarak tanımlanabilir.

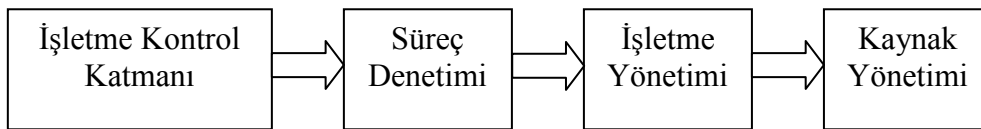
Şekil 1.1’de bir SCADA Sisteminin basit bir genel görünüşü verilmektedir.



Şekil 1.1. SCADA Sisteminin yapısının genel görünüşü [2]

1.4. SCADA Kontrol Kademeleri

SCADA Sistemleri kademeli işleme özelliklerinden dolayı, kontrol işlemlerini kademeli olarak gerçekleştirir. SCADA dört katmandan meydana gelmektedir ve şekil 1.2’de entegre SCADA katmanları görülmektedir [4,16].



Şekil 1.2. SCADA Sisteminin kontrol kademeleri

Bu katmanlar;

- 1- Kaynak Yönetim Katmanı,

- 2- İşletme Kaynak Yönetim Katmanı,
- 3- Süreç Denetim Katmanı,
- 4- İşletme Kontrol Katmanıdır.

1.4.1. İşletme Kaynak Yönetim Katmanı

İşletmenin üretimi için gerekli kaynakların planlandığı bu katmanda üretim ve hizmet politikalarını destekleyecek kararlar alınır ve uygulanır. Hizmet ve üretim yönetimi departmanları ile diğer departmanlar arasındaki işbirliği gerçekleştirilir. Burada “İşletme Kaynakları Planlaması” (ERP- Enterprise Resource Planning) yazılımları bu düzeydeki yönetim fonksiyonlarını desteklemek amacıyla kullanılır. Entegre bir SCADA kontrol sisteminin bu katmanında en alt katmandan gelen veriler değerlendirilerek işletmelerin stratejileri geliştirilir, politikalar saptanır ve işletme ile ilgili önemli kararlar alınır.

1.4.2. İşletme Yönetim Katmanı

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

1.4.3. Süreç Denetim Katmanı

Bu katmanında izleme ve veri toplama fonksiyonlarının gerçekleştirilmesiyle tesisler ve makineler arası eşzamanlılık sağlanması amaçlanır. Genellikle bu katman, merkezi kontrol odası bünyesinde kontrol cihazları ve SCADA yazılımları içerir.

1.4.4. İşletme Kontrol Katmanı

İşletmelerin fiziksel kontrollerinin yapıldığı katman olarak tanımlanabilir. Burada, mekanik ve elektronik aygıtlar arabirimlerle bağlanarak işletme fonksiyonlarını yürütürler. Denetim komutları bu düzeyde tesisin çalışmasını sağlayan elektriksel işaretlere sinyallere ve makine hareketlerine dönüşür. Bu dönüşümler elektronik algılayıcılar

aracılığıyla toplanır. Toplanan veriler elektrik işaretlerine çevrilerek SCADA sistemine aktarılır. Tahrik motorları, vanalar, lambalar, hız ölçü cihazları, yaklaşım dedektörleri, sıcaklık, kuvvet ve moment elektronik algılayıcıları burada bulunur. SCADA sisteminden verilen komutlar, bu katmanda, elektrik işaretlerine çevrilerek, gerçek dünyada istenen vanaların açılması, ısıtıcıların çalıştırılıp-durdurulması gibi hareketlerin oluşması sağlanır.

1.5. SCADA Sisteminden Beklenenler

- Sisteme ait elektriksel ve endüstriyel parametrelerin PC'den izlenebilmesi
- Set edilen değerler için alarm alabilme
- İstenen değerlerin talep edilen periyotlar ile kaydedilmesi
- Grafik Trend izleme
- Trendleri tarih ve zamana göre kaydetme imkanı
- Enerji tasarrufuna imkan sağlayan veri tabanı
- Ürün bazına indirgenebilen enerji maliyeti
- Elektrik sarfiyatının faturalandırılması
- Tek bir merkezden dükkan, ofis, grup ve bina bazında yük kontrolü
- Öncelik seçimli yük atma ve yük alma
- Arıza takibi
- Sistemdeki her noktaya PC'den kumanda imkanı [12,14]

1.6. SCADA Sisteminin İşlevleri

SCADA sisteminin fonksiyonları 4 grupta toplanmaktadır [2,4]. Bunlar;

1. İzleme İşlevleri,
2. Kontrol İşlevleri,
3. Veri Toplama,
4. Verilerin kaydı ve saklanması.

1.6.1. İzleme İşlevleri

- Durum denetimi (açık-kapalı)

- Eşik ve limit değerler denetimi (analog ölçümler)
- Olay ve alarmların rapor edilmesi, gruplandırılması, sınıflandırılması
- Trend denetimi

1.6.2 Kontrol İşlevleri

- Kontrol edilecek cihazların tek tek kontrolü (ayırıcı ve kesicilerin uzaktan açılıp kapatılması, trafo değiştirici kontrolü vb.)
- Regülatörlere veya rölelere kontrol işaretleri gönderilmesi

1.6.3. Veri Toplama İşlevleri

- Analog ölçümler (akım, gerilim, aktif ve reaktif güçler, yağ ve sargı sıcaklıkları, kademe değiştirici konumu, vb.)
- Durum ölçüleri (kesici ve ayırıcıların açık-kapalı konumları, röle kontak konumları vb.)
- Enerji ölçümleri (sayaç çıkışlarından alınan birim enerji işaretlerinin sayılması)

1.6.4. Verilerin Kaydı ve Saklanması

- Denetlemeli kontrol ve veri toplama işlevlerinden elde edilen veriler isteğe bağlı aralıklarla ve istenen şekillerde kaydedilerek istenen sürelerde saklanır.

1.7. SCADA Sisteminin Uygulama Alanları

SCADA Sistemlerinin birçok uygulama alanları vardır. Başlıca uygulama alanları;

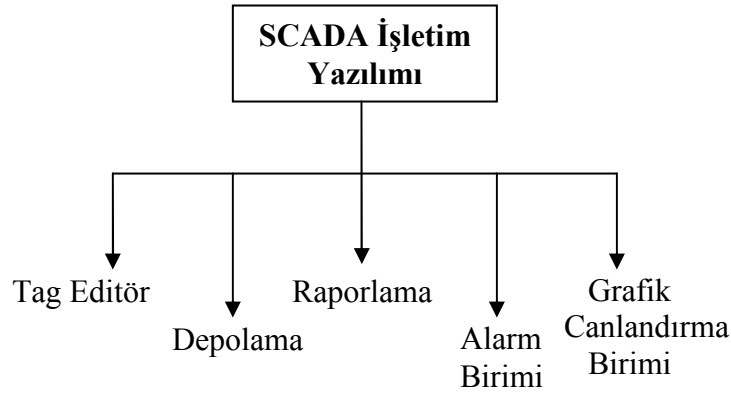
- Kimya Endüstrisi
- Doğalgaz ve Petrol Hatları
- Petrokimya Endüstrisi
- Demir Çelik Endüstrisi
- Elektrik Üretim ve İletim Sistemleri
- Elektrik Dağıtım Tesisleri

- Su Toplama, Arıtma ve Dağıtım Tesisleri
- Hava Kirliliği Kontrolü
- Çimento Endüstrisi
- Otomotiv Endüstrisi
- Trafik Kontrolü
- Gıda Endüstrisi
- Bina Otomasyonu
- Proses Tesisleri olarak sıralanabilir [16].

1.8. SCADA İşletim Yazılımı

Bu bileşen diğer 5 bileşeni denetleyen çekirdek yapıyı oluşturmaktadır. Yani SCADA yazılımları işletim üzerinde bir platform oluşturmaktadır. SCADA yazılım bileşenleri ise SCADA işletim yazılımı tarafından denetlenir. SCADA işletim yazılımının temel görevleri [17];

- Bileşenler arası koordinasyon
- Sistem tasarımcısı tarafından belirlenen mantıksal işlemleri gerçekleştirmektir.



Şekil 1.3. SCADA İşletim yazılımının temel bileşenleri

1.8.1. Sürücü ve Etiket Bağlantıları (Tag Editör)

Bu bileşen SCADA sunucu ile dış dünya cihazları (PLC, RTU, Sensör ve Aktuatör) arasındaki bağlantıları sağlayabilecek olan çeşitli protokolleri içerir. Yani bu bileşen şehrin

etrafındaki su kaynaklarını şehre bağlayan sarnıçlara benzer. Aynı zamanda mantıksal denetim işlevlerini gerçekleştirmek amacıyla kullanılan iç bağlantı etiketleri de bu bileşenin görevidir.

1.8.2. Depolama Birimi

Bu birim adından da anlaşılacağı üzere SCADA sistemi tarafından denetlenen veya görüntülenen sistemle ilgili önemli bilgilerin depolama işlevlerinin gerçekleştirildiği birimdir.

1.8.3. Raporlama Birimi

Raporlama birimi, sistem hakkında çeşitli bilgilerin istenildiğinde veya periyodik olarak yazıcıdan çıktı olarak alınabilmesini sağlar. Bu birimde alınacak olan raporların tasarımı yapılabilir.

1.8.4. Alarm Birimi

Sistemde meydana gelebilecek arıza veya tehlike durumlarının tanımlanarak belirli alarm seviyelerinde sistem yetkililerine bildirilmek üzere çeşitli ayarların gerçekleştirildiği birimdir. Alarm durumlarının mantıksal ayarlamaları bu birimde gerçekleştirilmesine rağmen alarm sayfalarının görüntülenmesi için gerçekleştirilen sayfa tasarımları “Grafik Tasarım” biriminde gerçekleştirilebilir.

1.8.5. Grafik Canlandırma Birimi

SCADA sistemlerinde amaç, uzman ve yardımcı personelin çeşitli grafik canlandırmalar ile sistem hakkında çeşitli bilgilerin aktarılmasına dayanmaktadır. Bu grafik canlandırmalarda, alarm durumları, sistemden alınan çeşitli değerler ve sistemi çalışmasını ifade etmek için çeşitli canlandırmalar bu bölümde hazırlanmaktadır.

1.9. SCADA Sisteminin Kontrol Birimleri

1.9.1. Kontrol Merkezi (MTU, Master Terminal Unit)

Kontrol Merkezi geniş bir coğrafi alana yayılmış tesislerin, bilgisayar esaslı bir yapıyla uzaktan kontrol edildiği, izlendiği ve yönetildiği yer olarak tanımlanabilir. Kontrol merkezleri genelde SCADA sistemlerinin ve kontrol edilecek tesislerin merkezi bir yerine kurulur. Bu durum SCADA sisteminin haberleşme performansı açısından önemlidir. Kontrol merkezi sistem içinde bir noktada olabileceği gibi birden fazla da olabilir. Hatta çok büyük sistemlerde ana kontrol merkezi altında ana kontrol merkezleri de bulunur [2].

Kontrol Merkezi, yüklerin izlenmesinden sorumludur ve bunların kabul edilebilir sınırlar içinde kalması için ya uygun otomatik cihazları devreye almak suretiyle ya da işletme programını değiştirmek suretiyle önlemleri almak zorundadır [6].

İstatistiklerin yapılması; nicelik ve nitelik bakımından verilerin toplanmasını, ileride kullanılmak üzere bu verilerin kayıtlara geçirilmesini, planlama ve bilgisayar donanımını gereksinimlere uyarlanmış hesaplama yöntemlerini kullanmayı gerektirmektedir.

SCADA sisteminde geniş bir alana yayılmış RTU'ların koordineli çalışması, RTU'lardan gelen bilgilerin yorumlanması, kullanıcılara sunulması ayrıca kullanıcıların istatistiklerini RTU'lara ileterek merkezi kumandanın sağlanması işlevlerini SCADA Sisteminde Kontrol Merkezi yerine getirir.

Merkezi bilgisayar; RTU'lardan periyodik olarak gelen verileri, sistem üzerinden alınan ikazları, istenilen bilgileri düzenli olarak saklar. Merkezi yazılım bilgisayar vasıtası ile RTU'lardan ve sistemin diğer elemanlarından toplanan bilgiler gerek duyulan hallerde her türlü raporlar çıktı olarak kullanıcının istemine sunulur. Merkezi sistemin denetlenen sistemin akış diyagramının ekran üzerinde görüntülenmesi sağlanır. Dolayısıyla operatör tüm sistemi ekran üzerinde gözlemleyerek sistem takibi yapabilir. Sistemin çalışması açısından RTU'lardan gelen alarm ve arıza uyarıları çok önemli olduğundan merkezi yazılım bu duruları görsel ve sesli olarak operatöre bildirir [14].

Merkezi Sistem birimi; yöneticilerin işletme operatörlerini, bakım elemanlarını ve tüm işletim sistemini gerçek zamanlı görsel olarak izleyebildikleri fiziksel çevredir.

Kontrol merkezi, merkezi bilgisayarlardan başka bir çok kişiye çalışma imkanı vererek operatörlerin sistemi takip ve kontrol etmesi sağlayan bilgisayar terminalleri, kesici, ayırıcı, motor gibi dinamik işletme noktasının sürekli gözlenmesini sağlayan

bilgisayar ekranları ve dev ekranlar ile işletmeye ve sisteme ait tüm durumların raporlanmasında kullanılan yazıcılardan oluşur.

1.9.1.1. Kontrol Merkezinin Görevleri

Bir SCADA Sisteminde yer alan Kontrol Merkezinin (MTU) görevleri aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır [2].

1. Uzak Uç Birimlerinden (RTU'lar) verilerin toplanması
2. Toplanmış verilerin yazılım programları ile işlenerek ekrana ve yazıcıya gönderilmesi
3. Sistemde kontrol edilecek cihazlara kontrol komutu gönderilmesi
4. Belli olaylar karşısında alarm üretme ve gelen alarmları en hızlı şekilde operatöre iletme
5. Meydana gelen olay ve alarmları zaman sırasına göre kaydetme
6. Başka bilgisayar sistemleri ile iletişimde olma
7. Dağıtım yönetim sistemi ve gerektiğinde enerji yönetim sistemleri gibi üst seviye uygulama programlarını çalıştırma
8. Yazıcı, çizici, iletişim birimleri gibi ek birimlerin kontrolü

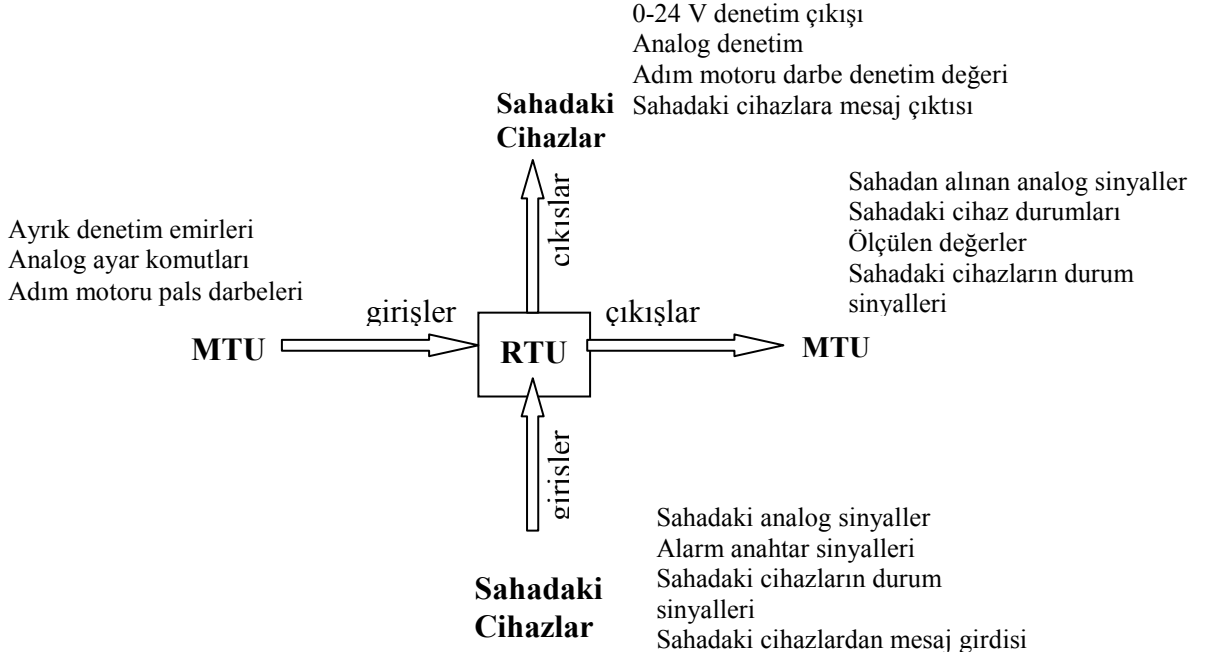
1.9.2. Uzak Uç Birim (RTU, Remote Terminal Unit)

1.9.2.1. RTU'nun Yapısı

Bilgi toplama ve denetleme görevini üstenen birime RTU diyoruz. RTU, bulunduğu merkezin sistem değişkenlerine ilişkin bilgileri toplayan, depolayan gerektiğinde bu bilgileri kontrol merkezine belirli bir iletişim ortamı ile gönderen, kontrol merkezinden gelen komutları uygulayan bir SCADA birimidir [4].

SCADA Sistemi içerisinde yerel ölçüm ve kumanda noktaları oluşturan RTU'lar birbirlerine bağlanabilen çeşitli cihazlara, kesicilere, ayırıcılara kumanda edebilir. Ölçülmesi gereken akım, gerilim, aktif/reaktif/görünür güç ve güç faktörü gibi değerleri ölçülebilir. Ayrıca kesici, ayırıcı durumlarını (açık/kapalı) kontrol edebilme imkanı sağlar. RTU yardımıyla merkezi kumanda ve izlemeyi sağlayabilmek için RTU'lar tüm ölçüm sonuçları ile cihazın çalışma durumlarını (kesici: açık, ayırıcı: kapalı) merkeze ileterek

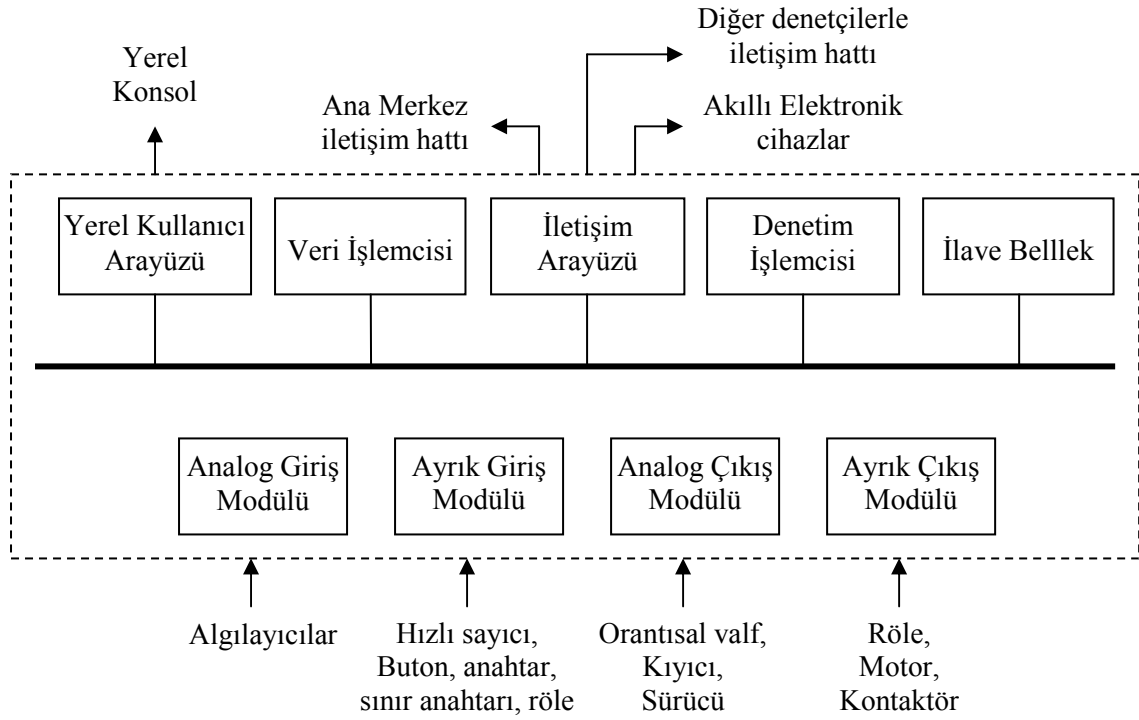
merkezden gelen komutlar doğrultusunda (kesici aç, ayırıcı kapa) işlemlerini yaparlar. Böylece merkezi denetim birimlerinin başında bulunan sistem operatörünün tüm ölçüm sonuçlarını görmesini ve gerekli komutları göndererek sistemin denetlenmesini sağlarlar. RTU'lar ölçüm yapmak ve komutları uygulamak görevlerinin yanı sıra ölçülen değerlerin belirli sınırlar içerisinde olup olmadığını da denetleyerek aykırı veya alarm durumlarını merkeze bildirirler. RTU'nun sahadan aldığı ve sahaya gönderdiği veriler ile MTU'dan aldığı ve MTU'ya gönderdiği veriler aşağıdaki Şekil 1.4'de gösterilmektedir [17].



Şekil 1.4. RTU'nun veri organizasyonu

RTU, MTU'dan aldığı veriyi sahadaki cihazların anlayabileceği analog veya ayrık sinyallere dönüştürür. MTU tarafından denetlenmek istenen sahadaki cihaza gerekli emirler RTU vasıtasıyla iletilir. Bununla beraber RTU, sahadaki cihazlardan (algılayıcı, anahtar, röle vb.) alıp analog veya ayrık veriyi MTU'ya iletilmesi işlevini de yapar.

Şekil 1.5'de bir RTU'nun prensip şeması gösterilmiştir [17].



Şekil 1.5. RTU'nun prensip şeması

Genel olarak RTU dokuz farklı kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar kısaca aşağıda tanımlanmıştır.

Yerel Kullanıcı Arayüzü: İsteğe bağlı olarak RTU'ya ilave edilir. Bu modül ile, RTU'nun yanına giden bir operatör yerel bir konsol sayesinde RTU'da bulunan programa kolayca müdahale edip değiştirebilir ya da anlık değerleri gözleyebilir.

Veri İşlemcisi: RTU'ya gelen verileri ya da RTU'nun veri depolama bölümündeki verileri denetim işlemcisinde gönderen işlemcidir.

İletişim Arayüzü: İletişim arayüzü ile MTU ile iletişim kurulur. Bunun dışında isteğe bağlı olarak diğer denetim birimleri ve IED ile iletişim kurabilme yeteneğine sahiptir.

Denetim İşlemcisi: RTU'ya yüklenen programa göre gerekli denetim işlemlerini gerçekleştiren kısımdır. RTU'nun hızını belirleyen kısımdır.

İlave Bellek: İsteğe bağlı olarak ilave edilebilir bir kısım olup, RTU'nun ölçümleri veya hesapladığı bazı veriler isteğe bağlı olarak bu kısımda tutulur.

Analog Giriş Modülü: RTU'nun dışardan analog sinyalleri alabilmesi için kullanılan modüldür. Dışardan ölçülen analog sinyaller genellikle kullanılan algılayıcıya

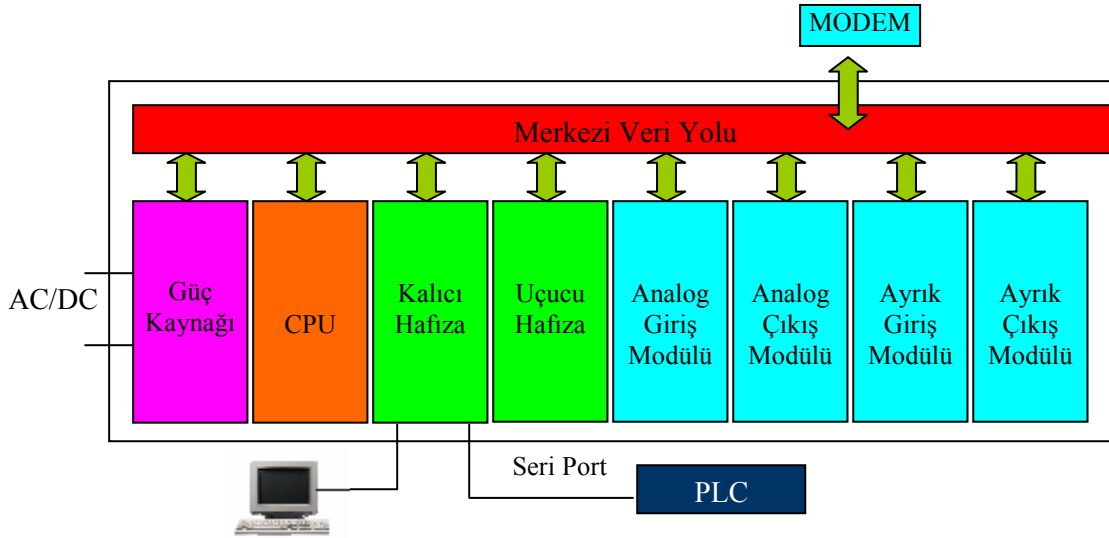
bağlıdır ve 0-20 mV, 0-20 mA, ± 5 V ve ± 10 V en çok kullanılan algılayıcı çıkış değerleridir.

Ayrık Giriş Modülü: RTU'nun dışardan ayrık sinyalleri alabilmesi için kullanılan modüldür. Cihazlardan var/yok (ON/OFF) sinyallerini RTU'nun alabilmesi için kullanılan modüldür.

Analog Çıkış Modülü: RTU'daki denetim programının ürettiği değerlere bağlı olarak dışarıdaki analog değer tabanlı cihazları denetlemek için kullanılan modüldür. Analog çıkış modülünün ürettiği sinyaller genellikle kullanılan cihazlara bağlıdır ve 0-20 mV, 0-20 mA, ± 5 V ve ± 10 V en çok kullanılan değerlerdir.

Ayrık Çıkış Modülü: RTU'daki denetim programının ürettiği ON/OFF sinyallerine bağlı olarak dış dünyadaki röle, motor, kontaktör ve bunun gibi birçok cihazı denetlemek için kullanılan modüldür.

1.9.2.2. RTU'nun Sistem İçerisindeki Yeri



Şekil 1.6. Modüler olmayan RTU'nun yapısı [17]

RTU'nun fiziksel olarak üzerinden bilgi toplayabileceği, gerektiğinde kumanda edebileceği giriş ve çıkış noktaları vardır.

Bir SCADA sisteminde bir veya birkaç kontrol merkezi olabilirken aynı sistemde RTU sayısı yüzlerce olabilmektedir. Bu nedenle RTU'lar sistemin taşınabilirliği, güvenilirliği ve özellikle maliyeti gibi önemli öğelerinin doğrudan belirleyicisi olmaktadır.

RTU'ların küçük boyutta olması ve kullanılacak bölgelerin doğal koşullarına dayanabilecek şekilde üretilmesi çok önemlidir.

Yapısal olarak iki tip RTU vardır:

1. Modüler Olmayan RTU (Single board RTU): Modüler olmayan RTU yekparedir. Aynı gövdede sabit ayrık giriş ve çıkışları, analog giriş ve çıkışları vardır. Bu tiplerin kapasiteleri genişletilemez. Şekil 1.6'da modüler olmayan RTU görülmektedir.

2. Modüler RTU: Bir iskelet yapıya sahiptir. Bu yapıya ayrık giriş ve çıkışlar, analog giriş ve çıkışlar talebe göre ilave edilebilir. Bu tiplerin yapılarından dolayı kapasiteleri genişletilebilir. Genelde RTU, 11 ile 47 arası entegre I/O birimi, 32 adeta kadar entegre PID denetleyicisi ve 4 adet entegre iletişim arayüzü ile birlikte üretilmektedir. İstenildiğinde bu özellikler ilave modüller ile arttırılabilir.

1.9.2.3. RTU'nun Görevleri

RTU-Bilgi Toplama ve Denetleme Biriminin görevleri aşağıda sıralanmaktadır [2].

1. Bilgi toplamak ve depolamak
2. Kontrol etmek ve gerekli kumandaları gerçekleştirmek
3. İzleme (Monitoring)
4. Arıza yeri tespiti ve izolasyonu

Bilgileri toplamak ve depolamak ile gerekli kumandaları gerçekleştirmek RTU'nun en önemli iki görevi olup, değişmeyen temel özelliğidir. Bir RTU'nun kontrol fonksiyonları kısıtlı olabilir ama bu iki özelliğinden taviz verilemez. RTU'nun yukarıdaki iki görevinin birleştirilmesi ile oluşan bir diğer görevi daha vardır. Bu da arıza tespiti ve izolasyondur [4,14].

Bilgi Toplama ve Depolama: RTU'lar tali merkezlerde, analog değerler, akım ve durum bilgileri ile sayaç değerlerini toplar. Toplanan bu bilgileri kendi üzerlerindeki hafızalarında saklarlar. Bu bilgiler, MTU RTU'ya sorgulanıncaya kadar veya ayarlanan belli süreler için saklanır. Bilgi toplama işini kendilerine verilen periyodik aralıklarla veya ayarladıkları değerden sapmalar olduğunda yeni değerleri kaydetmek şeklinde yerine getirirler.

RTU bağlı bulunduğu bölümden analog değerleri, alarm ve durum bilgilerini alır. Böylece bağlı oldukları bölümün ve ait oldukları ana merkezin ihtiyacı olan tüm bilgileri

toplayarak otomasyonun ilk aşamasını gerçekleştirir. Bu verileri kendi hafızasında kontrol merkezi sorgulayıcaya kadar ya da ayarlanan belirli periyotlar içinde saklar. Elektrik tesislerinde akım, gerilim, aktif ve reaktif güç gibi değerler sistemden izole durumdaki ölçüm trafoları ve/veya transduserler yardımıyla alınır. Durum değerleri ise mekanik ve /veya optik izolasyonla alınabilir. RTU'lar bilgilerin depolanması ve gönderilmesini RS-232 veya RS-485 seri formatta çalışan cihazlarla yapmaktadır. Bilgi alındıktan ve gerekliyse işlendikten sonra ya o anda kontrol merkezine gönderilir ya da daha sonra sorgulanmak üzere depolanır. Depolanan bilgiler oluş sırasına göre kaydedilir. Bu işlem durum değerleri için 1 ms, analog değerler için 20 ms'de yapılabilmektedir. Böylece bu depolama işlemiyle bir gün içinde hangi olayın ne zaman ve kaç defa gerçekleştiği kontrol merkezi tarafından rahatlıkla izlenip rapor edilebilmektedir [17].

Kontrol ve Kumanda: Elektrik tesislerinde uzaktan kumandalı olarak bir kesiciyi veya bir ayırıcıyı açmak kapatmak gibi kumandalar RTU tarafından gerçekleştirilir.

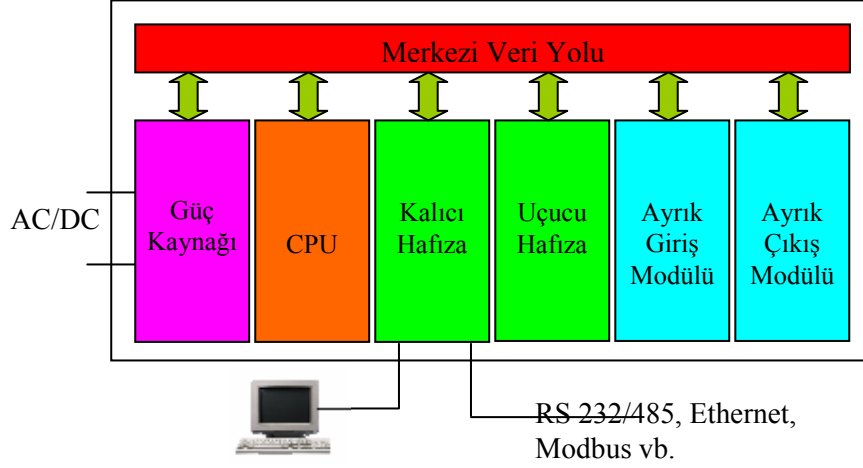
İzleme (Monitoring): RTU'nun yukarıda belirtilen görevlerin doğru şekilde yerine getirilip getirilmediği denetler. Belirtilen görevlerin doğru şekilde yerine getirilip getirilmediğini de ilgili bölge operatörüne görüntü olarak sunar.

Arıza Yerinin Tespiti ve İzolasyonu: Bu görevi yerine getirmek için RTU kendi bünyesinde Arıza Arabirimi Modülü ve buna bağlı olarak Arıza Akımı Algılayıcı Modülleri bulundurmaktadır. Bu modüller vasıtasıyla arızalar algılanmakta ve RTU'ya bildirilmektedir. RTU Arıza Arabiriminden tüm Arıza Algılayıcıların sorgulanması için gerekli komutlar verilir. Arabirim, Arıza Akımı Algılayıcı Modülleri ile haberleşerek arıza akımının geçtiği noktaları öğrenir ve RTU'ya gönderir. RTU bu bilgiler ve MTU'dan gelen komutlar ışığında sistemin arızalı bölgesinin izole edilmesi için harekete geçerek gerekli komutları Arıza Akımı Algılama Modüllerine gönderir ve arıza izolasyonu tamamlanmış olur.

1.9.3. Programlanabilir Lojik Kontrolör(PLC, Programmable Logic Controller)

PLC "Programlanabilir Lojik Kontrolör" İngilizce kelimelerinin baş harflerinin PLC alınarak kısaltılması ile oluşur. Genel olarak PLC, endüstri alanında kullanılmak üzere tasarlanmış, dijital prensiplere göre yazılan fonksiyonu gerçekleyen, bir sistemi ya da sistem gruplarını, giriş çıkış kartları ile denetleyen, içinde barındırdığı zamanlama, sayma, saklama ve aritmetik işlem fonksiyonları ile genel kontrol sağlayan elektronik bir cihazdır.

Başka bir ifadeyle, Programlanabilir Mantık Denetleyici olarak dilimize çevrilen PLC, saha seviyesinde bulunan sensörlerden, diğer cihazlardan ve dahili birimlerden aldığı verileri önceden yüklenen mantık programı kapsamında değerlendirerek, aktüatörleri denetleyen cihazlardır. Şekil 1.7’de bir PLC’nin yapısı gösterilmektedir.

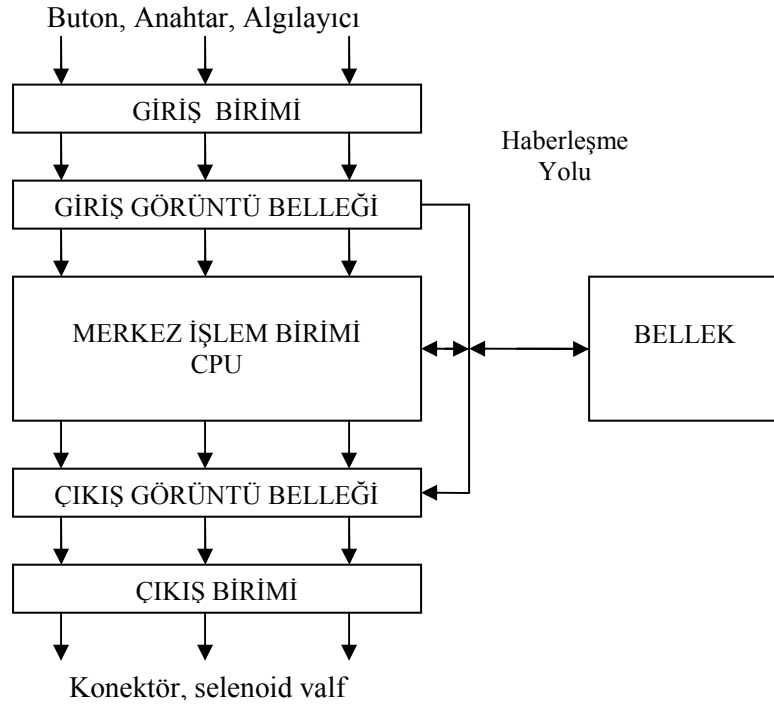


Şekil 1.7. PLC'nin yapısı [17]

PLC sistemi sahada meydana gelen fiziksel olayları, değişimleri ve hareketleri çeşitli ölçüm cihazları (sensör gibi) ile belirleyerek, gelen bilgileri yazılan kullanıcı programına göre bir değerlendirmeye tabi tutar. Mantıksal işlemler sonucu ortaya çıkan sonuçları da kumanda ettiği elemanlar aracılığıyla (aktüatörler) sahaya yansıtır: Sahadan gelen bilgiler ortamda meydana gelen aksiyonların elektriksel sinyallere dönüşmüş halidir. Bu bilgiler analog ya da dijital olabilir. Bu sinyaller bir transduserden, bir kontaköre yardımcı kontağından gelebilir. Gelen bilgi analog ise, gelen değer belli bir aralığı için, dijital ise sinyalin olması ya da olmamasına göre sorgulama yapılabilir. Bu hissetme olayları giriş kartları ile, müdahale olayları da çıkış kartları ile yapılır [1,13,15].

PLC'ler modüler ve kompakt yapıda olmak üzere iki tipte üretilmektedirler. Kompakt PLC'ler küçük otomasyon sistemlerinde kullanılırken, modüler PLC'ler büyük çaplı otomasyon sistemlerinde veya küçük çaplı fakat özel işlemler gerektiren otomasyon sistemlerinde kullanılmaktadırlar [3,7].

1.9.3.1. PLC'lerin Temel İlkeleri ve Birimleri



Şekil 1.8. PLC iç yapısı ve program işleme akış şeması

PLC'ler endüstriyel otomasyon devrelerinde doğrudan kullanıma uygun özel giriş ve çıkış birimleriyle donatılmıştır. Bu cihazlara basınç, seviye, sıcaklık algılayıcıları ve buton gibi iki değerli lojik işaret tanıyan elemanlar; kontaktör, selenoid valf gibi kumanda devrelerinin sürücü elemanları doğrudan bağlanabilir. Bir PLC; bir mikrobilgisayar (mikroişlemci, bellek, I/O arabirimi) veya kontrolör, giriş ve çıkış birimleri, besleme güç kaynağı gibi temel kısımlardan oluşur. Ayrıca programı yedeklemek ve başka bir PLC'ye aktarmak için EPROM birimi, I/O sayısını arttırmak için genişleme birimi, enerji kesilmeleri durumlarında PLC'yi besleyen yedek güç kaynağı ve seri haberleşme arabirimi gibi birimler de bulunur. Bellek olarak; salt okunur bellek (ROM) ve rasgele erişimli bellek (RAM) kullanılır. İşletim sistemi ve PLC'ye ilişkin değiştirilmeyen veriler, salt okunur bellekte; veriler, kullanıcı programı ve I/O işaret durumları rasgele erişimli bellekte tutulur. I/O işaret durumlarının tutulduğu özel bellek alanı I/O görüntü belleği olarak adlandırılır. I/O arabirimi, bir I/O birimi üzerinden kumanda elemanlarına bağlanır. Şekil 1.8'de PLC'nin iç yapısı ve program işleme akış şeması verilmiştir [2,3,13,16].

Giriş Görüntü Belleği: Programın yürütülmesi süresince giriş birimindeki işaret durumlarının (var-yok) saklandığı özel bir bellek alanıdır. Her çevrimin başlangıcında giriş birimindeki değerler yeniden alınır ve bu değerler bir çevrim süresince değişmez.

Çıkış Görüntü Belleği: Kontrol programının yürütülmesi süresince hesaplanan değerlerin saklandığı özel bir bellek alanıdır. Kullanıcı programının yürütülmesi tamamlandığında giriş birimine transfer edilir ve bir sonraki işleme kadar bu değerler tutulur.

Giriş Birimi: Kontrol edilen sistemle ilgili algılama ve kumada elemanlarından gelen elektriksel işaretleri lojik gerilim seviyelerine dönüştüren birimlerdir. Kontrol edilen sisteme ilişkin basınç, seviye, sıcaklık algılayıcıları, butonlar ve sınır anahtarları gibi elemanlardan gelen iki değerli işaretler (0 veya 1) giriş birimi üzerinden alınır. Gerilim seviyesi değerleri 24 V, 48 V, 100-120 V, 200-240 V doğru veya alternatif akım olabilir.

Çıkış Birimi: Kontrol edilen sistemdeki; kontaktör, röle, selenoid valf gibi kumanda elemanlarını sürmeye uygun donanımda olan birimdir. Bunlar; röle, triyak ya da tranzistor çıkışlı olabilirler. Özellikle çalışma sırasında çok sayıda yüksek hızlı açma kapama gerektiren durumlarda ve doğru akımda transistorlu, alternatif akımda triyaklı olan çıkışları kullanılır. PLC üzerindeki çıkışlardan büyük akımlar çekilemez. Örneğin kontak çıkışlı devreler 6 A mertebesinde triyak ve transistor çıkışlı devreler 1 A ya da 2 A mertebesinde yüklenebilir.

Merkezi İşlem Birimi (CPU): Kontrol komutlarının yorumlanmasını, yürütülmesini ve veri saklama işlemleri için ve bu işlemler için gerekli olan aritmetik, mantık ve denetim işlerini içeren birimdir. Giriş birimi yardımıyla kontrol edilen sistemden gelen veriler mikroişlemciye gelir ve bu veriler program belleğindeki programa göre işlendikten sonra çıkış verilerini kontrol edilen sisteme çıkış birimi üzerinden gönderirler.

Merkezi işlemi kontrol kararlarını mikroişlemci içerisindeki register üzerinden verir. Verilen kararlar çıkış arabirimine aktarılırken merkezi işlem birimi bu kararları program belleğinde bulunan programa bağlı olarak alacak ve programın yürütülmesi ile ilgili gerekli çıkış arabirimlerini uyaracaktır.

1.9.4. RTU ve PLC'nin Karşılaştırılması

SCADA ile izlenen ve kontrol edilen tesislere veya ekipmanlara bağlı saha araçları SCADA işlevlerini gerçekleştirmek için uzak istasyonlara bağlanmıştır. Ayrıca uzak istasyonlar ekipmanlardan verileri toplayarak merkez SCADA sistemine göndermektedir.

Uzak istasyonlar iki modelden oluşmaktadır. Bunlar RTU veya PLC ünitelerinden biri olabilir. Tek bir ana karttan veya modüler bir üniteden oluşmaktadır [1,15,16].

Uzak terminal ünitesi (Remote Terminal Unit) sağlam, dayanıklı ve iyi radyo link ara yüzü olan bilgisayar ünitesidir. Bağlantının aha zor sağlandığı durumlarda kullanılır. RTU'nun bir sakıncaları programlamanın zor olmasından ileri gelir ama gelişen teknolojik yenilikler bu ünitelerin daha kolayca programlanabilmesi için olanak sağlamaktadır [7,16].

Programlanabilen mantık bilgisayarları (Programmable Logic Controller) küçük endüstriyel bilgisayarlardır ve daha çok fabrikalarda ve benzer uygulamalarda kullanılır. PLC'nin SCADA sistemlerinde tercih sebepleri programlanabilme kolaylığıdır. Ama ilk PLC'lerin radyo iletişimi için gerekli seri uçları (port) bulunmamaktaydı. Günümüzde PLC üniteleri kapsamlı iletişim protokollerine sahip olup geniş çapta popüler protokolleri desteklemektedir. SCADA uygulamalarında RTU'nun ve PLC'nin birleşimlerini görmek olasıdır [14].

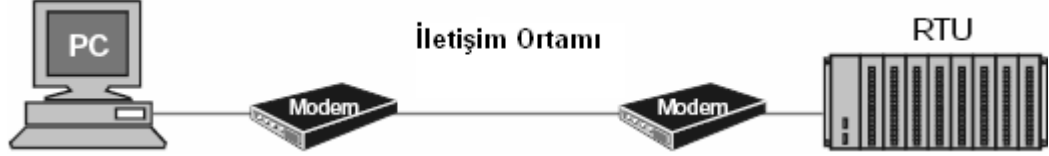
1.10. İletişim Sistemi

İletişim, bir bölgeden başka bir bölgeye karşılıklı olarak veri veya haberin gönderilmesi işlemidir. SCADA sisteminde sistemin işlemesi için iletişim hayati öneme sahiptir. İletişim kanallarının veri elde edilebilmesi ve kontrollündeki hızı önemli ölçüde SCADA sistemini etkilemektedir. Buna bağlı olarak Kontrol Merkezindeki kullanıcı arabirimi ve uygulama yazılımları da etkilenir. Kontrol Merkezinde ve RTU'larla ulaşılan önemli teknik gelişmelerin faydalı olabilmesi için, iletişiminde aynı oranda gelişim göstermesi gerekmektedir. Yoksa büyük hızda ve miktarda toplanan verilerin hızla iletilmemesi halinde bir anlamı yoktur. SCADA Sisteminin en yüksek başarı düzeyi ile uygulaması iletişim sistemine bağlıdır [2,8,11,].

En basit bir SCADA sistemi, bir kontrol merkezi (MTU), bir bilgi toplama ve denetim biriminden oluşur. Bu basit sistemin bütünlenmesi için MTU ve RTU'nun birbiri ile haberleşmesi, dolayısıyla iletişim sistemi ile donatılmış olması gerekmektedir.

Bu sistem temel olarak üç bileşenden oluşur:

- İletişim yolu ve ortamı
- Veriyi iletişim ortamı üzerinde gönderebilmek için şekillendirebilecek cihaz (Veri İletişim Cihazı)
- İletişim Sağlayan Cihazlar (MTU, RTU)



Şekil 1.9. İletişim sisteminin elemanları

Sistemde RTU'lar ile merkezi birleştiren ve köprü görevi yapan haberleşme yapısının verimi çok önemlidir. SCADA Sistemleri için seçilmiş olan haberleşme yapısı ve yöntemleri, bazı parametrelere bağlıdır. Bu yüzden SCADA sistem donanımları farklı haberleşme yöntemleri ile uyumlu çalışmalıdır.

SCADA Sistemleri kullanılarak uygulama yazılımı geliştirmek için protokollerin ve veri tabanı yapısının tanımlanması gerekmektedir. İletişim protokolleri, SCADA'nın işletmedeki bilgi omurgası olma görevini yapması için birbirleri ile iletişim kurması gereken birimlerin haberleşmesini sağlamaktadır [8].

RTU'ların, MTU ve diğer RTU'lar ile haberleşebilmesi için entegre iletişim arayüzleri bulunmaktadır. Bu arayüzleri kiralık hatlar, dial-up modem, radyo verici sistemleri, fiber optik hatlar, uygun iletişim sistemlerini ve Modbus, Profibus, Fiedlbus ve diğer birçok protokolü haberleşme amaçlı olarak kullanır. RTU'da bulunan arayüzleri, her biri farklı iletişim ortamlarını ve tekniklerini kullanabilmek için ayrı ayrı ayarlanabilir. Örneğin; bir numaralı arayüzler MTU ile haberleşme amacıyla dial-up modem ile haberleşmeye ayarlanabilirken, iki numaralı arayüzleri RTU'nun bulunduğu ortamda bir denetim işlemi gerçekleştirilen IED ile haberleşmek için Modbus protokolüne ayarlanabilir.

SCADA haberleşme mimarisi aşağıda belirtilen etkenlere göre belirlenmektedir;

- Sistemde kullanılacak RTU'ların sayısı
- RTU'ya bağlı birimler ve bu birimlere ulaşım hızı

- RTU'ların yerleşimi
- Elde bulunan haberleşme kolaylıkları
- Ulaşılabilecek haberleşme teknikleri ve kolaylıkları

1.10.1. İletişim Ortamı

SCADA Sistemlerinde kullanılabilecek birçok iletişim ortamı vardır. Aşağıda bu iletişim ortamları sıralanmaktadır [2,6,11].

- Gerilim hatları(PLC)
- Özel Hat Gerektirenler (Fiberoptik ve metalik kablo)
- Kiralanmış Hatlar (Telefon Hatları ve Kablolü TV Hatları)
- Radyo Frekansında İletişim (Mikrodalgalar, Trunk Radyo, Uydu vb.)

1.10.1.1. Power Line Carrier (PLCs) Haberleşme Sistemleri

Gerilim hatları üzerinden haberleşmeyi sağlayan bir tekniktir. Metalik ve fiberoptik kablo yöntemleri gibi ayrı bir haberleşme hattı gerektirmediğinden tercih edilebilir bir sistemdir. Bu sistem için kullanılan cihazlar kapling elemanları ile gerilim hatlarına bağlanırlar. Bilgi sinyalini modüle ederek hata enjekte ederler, alıcı ise bilgiyi taşıyan frekans hattı alır ve demodüle eder.

Yüksek ve alçak gerilimli olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Yüksek gerilim (>38kV) hattında kullanılan PLCs'ler yüksek veri hızı sağlayabilirler. Bunu band aralığından yararlanarak taşıyıcı frekansları (50-500 kHz) kullanırlar. Alçak gerilim hattında (<380 kV) kullanılan PLCs'ler 5 ile 20 kHz arası frekansları taşıyabildikleri için ancak 300 bound/s hızında haberleşme ortamı yakalayabilirler. Bu hız birçok SCADA sistemi için yetersizdir.

PLCs iletişim sisteminin üstünlükleri:

- Haberleşme ortamında tam denetim ve kontrolü sağlama
- Özel durumlarda haberleşme için kullanılabilecek tek ortam olma özelliği taşıması
- Lisans gerektirmemesi
- Uzun zamandan (1920'den) beri kullanılan bir yöntemdir.

PLCs iletişim sisteminin sakıncaları:

- Gerilim hatlarındaki gürültülerden etkilenmemesi
- Bandlarının sınırlı olmasından dolayı sonraki aşamalarda sistemin gelişimini engellemesi
- Kesicinin açılması ve kapatılmasında oluşabilecek empedans değişikliklerinden etkilenmesi
- Dış etkenlerin enerji hatları üzerinde yaratacağı empedans değişiklikleri ile bilgi sinyallerinin zayıflaması

1.10.1.2. Kiralanmış Hatlar

PTT veri haberleşmesini sağlamak üzere 2 Mbit/s hızına kadar kiralık hat sağlayabilmektedir. Otomatik aramalı (dial-up) ve kullanıcıya tahsis edilmiş kiralık hatlar olmak üzere telefon hatlarında iki yöntem kullanılır. Otomatik aramalı telefon hattında, haberleşme öncesi telefon konuşmasında olduğu gibi arama yapmak gerekir. Bu hatta santral meşgul olduğunda veri iletişimi yapılamaz, bu sebeple tercih edilmez. Kiralık hatlar ise, kullanıcıya özel ayrıldıklarından her an kullanıma hazırdırlar ama her zaman güvenilir olmayabilirler.

Bu hatların bakım ve onarımları hattı sağlayan kuruluş tarafından yapıldığından arızaların giderilmesi uzun sürebilir. Sınırlı sayıda kiralık hattın oluştuğu yerlerde hat sayısı arttırılamayabilir. Ayrıca ilk yatırımın maliyeti azdır. Ancak hat kiralama ücretleri, uzun süre kiralanacak hatlarda ekonomik olmayabilir.

Telefon ile haberleşmenin üstünlükleri:

- Lisans gerektirmemesi
- Birden çok hat kiralama olasılığı olması
- Yatırım masrafının düşük olması

Telefon ile haberleşmenin sakıncaları:

- Arızanın onarılmasının zaman alması
- Kiralama ücreti yüksek olması ve iletişim maliyetinde zaman içerisinde artış olabilmesi
- Bazı yerlerde hat sayısı arttırmanın mümkün olmaması

1.10.1.3. Radyo Frekansında İletişim

Radyolu sistemler, özellikle çok adresli sistemler ve spread-spectrum radyolar (928-952 MHz) haberleşme için yeterli bant sunmanın yanı sıra dağıtım sistemindeki arızalardan etkilenmedikleri için güvenilir bir iletişim ortamı sağlarlar. Ancak radyo iletişimde frekans lisansı zorunludur. Geniş bir alana yayılan dağıtım otomasyonu sistemi için farklı bölgelerde değişik frekans kullanmak ve bunun sonucunda özellikle İstanbul gibi büyük şehirlerde çok miktarda frekans tahsisi zorunlu olabilecek bir kısım yerlerde ise frekans bulmak büyük sorun olacaktır [2].

Bunun yanı sıra 150-170 MHz bandında çalışan radyo sistemlerinde arazi ve binalar antenlerin birbirlerini görmesini engellemekte ve sinyal kalitesini bozmaktadır. Bu durumlarda ek maliyet getiren tekrarlayıcıları kullanmak gerekmekte, kimi zaman tekrarlayıcı istasyon anteni yüksekliklerini artırmak da sorunu çözmeye yetmemekte, tekrarlayıcı sayısını çoğaltmak zorunlu olmakta, bu da maliyeti daha artırmaktadır.

Örneğin, bir merkez ile çok sayıda RTU'nun haberleştiği 150-170 MHz ve 450-470 MHz bandındaki radyo sistemlerinde, bir RTU'nun veri iletişimi süresinde ve sıklığındaki kısıtlamalar çok fazla fider ve dağıtım transformatör merkezi kapsayan dağıtım otomasyon sisteminde büyük sakıncalar olmaktadır. Antenlerin birbirini görmesi gerekmeyen VHF telsizlerde ise sağlanan bant dardır ve veri iletişimi çoğu zaman güvenli olmayabilir.

SCADA sisteminde en çok kullanılan Radyo haberleşme çeşitleri şunlardır:

- Noktadan noktaya mikrodalga haberleşme
- Çok adresli sistemler (Multiple Address System)
- Trunk Radyolar
- Spread Spectrum Radyolar

Noktadan Noktaya Mikrodalga İletişimi: Bu teknikte birbirini gören kuleler inşa edilir. Kulelerin üzerinde mikrodalgayı "beam" haline getirmek için çanak antenler takılır. 500 MHz'in üzerinde çalışan verici ve alıcılar kullanılır. Haberleşme noktadan noktaya olduğu gibi ek yatırımlarla noktadan çok noktaya yapılabilir. Mikrodalga radyolar hava şartlarından etkilendiği için, istasyon kulelerinde değişik frekanslarda birden fazla alıcı ve verici kullanmak gibi ek önlemler alınmıştır.

Çok Adresli Sistemler: Özellikle SCADA uygulamaları için geliştirilmiş bir sistemdir. Birden fazla uzak birimden bilgi toplanması işlevi temel alınarak geliştirilmiştir. Bu yüzden merkezdeki bir anten her tarafa yayın yapabilir. Uzak birimlerin antenleri ise

merkeze doğru çevrilidir; bu yönde sinyal gönderir ve alırlar. Bu tip bir haberleşme ortamı için iki frekans gerekir. Birinci frekansı merkez kullanır. Adres kullanarak uzak birimlere komutlarını gönderir. Mesajı alan birim cevabını ikinci frekanstan verir. Birimler cevap vermek için bu kanalı sırayla 5 ms'lik zaman dilimleri halinde kullanır. Çok adresli sistemlerde 928 MHz ve 952 MHz'lik sinyaller kullanılır.

Trunk Radyolar: Bu radyolar bilgi ve ses haberleşmesini gerçekleştirebilen, telefon teknolojisine benzer bir yapıya sahiptirler. Telefonda olduğu gibi iki birim haberleşmek istediğinde, “Trunk Kontrol Merkezi” bir haberleşme linki kurar. Haberleşme bittiğinde link serbest bırakılır. Tipik bir trunk radyo ağı ile 5-20 arasında kanal kullanılır. Bu haberleşme kullanıldığında haberleşecek birimler gruplar haline getirilir ve her bir grubun kullandığı bir frekans vardır.

Spread Spectrum Radyolar: İlk olarak askeri amaçlar için geliştirilmiştir. Geliştirilme amacı gönderilen ve alınan mesajların başkaları tarafından alınmasını engellemektir. Spectrum, bir sinyalin frekans ekseninde gösterilmesidir. Bir spread spectrum sistemde bilgi geniş bir frekans bandına dağıtılır. Sinyal geniş bir banda dağıldığı için diğer alıcı radyolar tarafından gürültü gibi algılanır. Belli bir gürültü yok etme metodu olduğu için bunu almazlar.

Radyo ile iletişim sisteminin üstünlükleri:

- İletişim sistemi için yeterli band sağlaması
- Yüksek güvenilirlik sağlaması
- Özel yapılı bir sistem olduğu için sistemde oluşabilecek hatalardan dolayı iletişim sistemini engellememesi

Radyo ile iletişim sisteminin sakıncaları;

- Maliyetin yüksek olması
- Lisans gerektirmemesi
- Mikrodalga haberleşmede kuleler arası ağaçlandırmanın ve yapılaşmanın çanak antenler arası haberleşmeyi etkilemesi

1.10.1.4. Uydu İletişimi

Son yıllarda SCADA uygulamalarında uydu haberleşmesi de kullanılmaya başlanmıştır. Uydu yerden gönderilen sinyali alır, yükseltir, kendisine gönderilen frekansla karışmasını engellemek için frekansı değiştirir ve başka bir noktaya gönderir. Yeterli band

genişliği sağlayan ve arıza yapma oranı düşük olan uydu haberleşmesi, dağıtım otomasyonu için tercih edilebilecek bir iletişim ortamı olmasına rağmen maliyeti çok yüksektir. Uydu göndermek veya var olan uydulardan kanal kiralamak ve yeryüzü terminalleri kurmak çok pahalıdır.

Uydu ile iletişim sisteminin üstünlükleri:

- Arıza ve hata yapma olasılığı düşük olması
- Yeterli band genişliğine sahip olması

Uydu ile iletişiminin sakıncaları:

- Uydu göndermenin yüksek maliyetli bir sistem olması
- Haberleşmelerde yarım saniyelik gecikmeler olması
- Uydu ile haberleşmeyi sağlayabilmek için yeryüzünde büyük terminallere ihtiyaç olması

1.10.1.5. Özel İletişim

Metalik Kablo: Çok bilinen ve kullanılan bir tekniktir. İleri teknoloji gerektirmez. Simplex ve Half Dublex iletişimlerin tümüne olanak sağlar. En büyük sakıncaları elektromanyetik ve elektrostatik etkileşime açık değildir. Bu durum tabii ki sinyalin elektriksel olarak iletilmesinden kaynaklanmaktadır. Gürültüden etkilenmeyi en aza indirmek için ekranlı twisted pair tip kablolar kullanılabilir. Bu kabloların iyi topraklanması gerekir. Sadece başlarda topraklama yetmez belli aralıklarla topraklanmalıdır.

Fiber Optik Kablo: Fiber optik kablolarla iletişim ortamı gönderici, alıcı ve fiber optik kablodan oluşur. Gönderici elektrik sinyalini ışık haline çevirerek kabloya iletir. Bu iş LED (Light Emitting Diode) veya laser diyot aracılığı ile yapılır. Işık fiber optik kablodan iletdikten sonra alıcı tarafından tekrar elektriksel sinyale çevrilir. Küçük lazerler veya ışık yayan diyotlar lifler üzerinden dijital mesajın 0 ve 1'lerine karşılık gelen ışık darbeleri gönderir. İletişimde ışık kullanıldığı için hız ve güvenilirlik artmaktadır. Elektriksel sinyaller ışığa dönüştürülerek fiber kablo üzerinden iletildiğinden veri iletişim açısından elektromanyetik girişimden, darbeden ve toprak problemlerinden etkilenmeyen, çok güvenilir ortam sağlanır. Geniş bant aralığı sağlamasından dolayı çok yüksek veri hızlarına çıkmak mümkündür.

Yapı olarak en dışında koruyucu bir kılıf bulunur, içinde ise kırılma indisi arttırılmış silindirik şekilde saf cam vardır. Işığın iletilebilmesi için koruyucu kılıf ile silindirik cam arasında kırılma indisi daha düşük olan bir cam tabaka koyulur.

Fiber kablo ile iletişiminin üstünlükleri:

- Çok geniş sinyal band genişliğine sahip olması
- Elektromanyetik ve dış ortamlardan etkilenmez
- Lisans gerektirmez
- Fiziksel boyutlarının küçük ve hafif olması
- Veri iletimini modülasyona bağlı kalmaksızın çok hızlı gerçekleştirmesi, hiçbir iletişim sisteminin bu kadar hızlı iletim sağlayamaması
- Yan yana olan kablolarda sinyal karışımının mümkün olmaması
- Kolayca araya girip dinlenememesi
- Kablolar arasında iletişim (cross talk) olmaz
- Çok düşük ve frekansla değişmeyen sinyal zayıflaması
- Tekrarlayıcılar arasında yüksek mesafe
- Metalik olmadığından topraklama probleminin olmaması
- Kısa devre durumunda yangına sebep olmaması
- Düşük tesis ve çalıştırma maliyeti

Fiber optik kablo ile iletişiminin sakıncaları :

- Özel verici ve alıcılar gerektirir
- Özel konektörler gerektirir. Bu konektörlerin takılması için eğitim görmüş insanlara ihtiyaç vardır.
- Kısa mesafeli uygulamalarda ekonomik değil
- İyi korunmadıkları ya da gerektiğinden fazla büküldükleri takdirde kolayca kırılabilirler. Nükleer partiküller dozaja bağlı olarak fiberi koyulaştırır ve zayıflamasını artırarak kullanılmaz hale getirir.

1.10.2. İletişim Sisteminden Beklentiler

SCADA sistemleri için iletişim sistemi en önemli etkenlerdendir. İyi bir iletişim ağı ile verilerin toplanması ve hızlı kontrolleri sistemin işlevsel gücünü artırır. MTU ve RTU'lardaki işlemler ne kadar hızlı olursa olsun sistemin hızı tamamen iletişim sisteminin

yani haberleşme ortamının hızına bağlıdır. İyi bir iletişim sisteminde olması gereken özellikler şunlardır[8]:

Güvenilirlik: Haberleşme ortamı dış koşullardan doğabilecek etkilere rağmen haberleşmeyi sürdürebilir olmalıdır. Bu dış koşullar çevresel etkenler, yağmur, kar, rüzgar, yıldırım olabileceği gibi elektromanyetik ve elektrostatik etkileşimler de olabilir.

Uygun Maliyet: Yüksek yapı maliyetlere sahip oldukları için, maliyet hesaplarında şu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır;

1. Kurulum maliyeti
2. Bakım maliyeti
3. Uzun vadede (kira, sistemi genişletme vb.) getireceği maliyetler

İletişim Hızı: İletişim sistemi bir band genişlik limitine sahiptir. İletişim sistemlerinin hızlı çalışabilmesi için bu band genişliği, kurulum ve sonraki aşamalar için veri transferini karşılayabilecek kapasitede olmalıdır.

İki Yönlü İletişim Özelliği: Bir çok otomasyon sistemi iki yönlü haberleşmeye ihtiyaç duyar. Örnek olarak, arızalı bölgenin izole edilmesi ve bakımının yapılması için iletişim sisteminin bu özellikte olması gerekir. Tek yönlü bir iletişim özelliğinde hata dedektörü sadece arızayı algılayarak kontrol merkezine sinyal gönderir. İzole etmek işlemini ise gerçekleştiremez.

Arıza Durumlarında İletişim Yeteneği: Sistemde meydana gelebilecek arızalarda, enerjisi kesilmiş arızalı bölge ile iletişim kurmak güçtür. Bu yüzden uzak bölgelerle iletişim kurabilmek için güç kaynakları bulundurulması gerekir.

İşletimin ve Bakımının Kolay Olması: İletişim hatları karmaşık yapıdaki sistemlerdir. Bu yüzden kullanıcı tarafından kullanılabilmesi için işletiminin ve bakımının kolay olması gerekmektedir.

Mimariye Uygunluk: Bazı sistemler birden çok kontrol merkezi içerirler. İletişim sistemi gerekli olan bütün verileri toplama ve iletme görevini üstlenir. Sistemlerin fiziksel yapılarına ve iletişim sisteminin özelliğine bağlı olarak çeşitli veri akış mimarileri geliştirebilir olma özelliği taşınmalıdır.

1.10.3. Veri Haberleşme Teknikleri

Bir noktadan diğer bir noktaya dijital veya binary bilgilerin iletilmesi işlemine veri iletimi denir. Veri iletim sistemleri, bilgisayar-bilgisayar ve bilgisayar-terminal arasında

veri iletimini sağlar. Dijital veya binary hale dönüştürülebilen ses, görüntü gibi analog bilgilerin iletilmesi de veri iletimi ile gerçekleştirilir. Dijital tekniklerin verimliliği yüksek, maliyetleri oldukça düşüktür. Bu nedenle dijital veri iletim sistemleri oldukça kullanışlıdır.

Dijital sinyaller, her biri bir voltaj seviyesiyle tanımlanan ve birbirinden farklı iki durumdan oluşan binary pals'lerdir. Bu palsler iki seviye arasında değişir. Bu seviyelerden birisi binary 0 veya low diğeri binary 1 veya high olarak tanımlanır. Binary bilgilerin bir yerden başka bir yere transferinde iki temel yöntem kullanılır. Bunlar seri ve paralel iletimdir [2].

1.10.3.1. Paralel Veri İletimi

Dijital olarak kodlanmış bilginin, tüm bitleri aynı anda transfer ediliyorsa buna paralel veri iletimi denir. Verinin alıcıya gönderilmesi sırasında verinin her biti için ayrı bir hat kullanılır. Paralel veri iletimi çok kablolu bir hattın kullanımını gerektirir. Veri iletiminde kullanılan portlardaki kabloların pahalı olmasından dolayı da paralel veri iletimi kısa mesafelerde tercih edilir. Binary bilgi taşıyan çoklu paralel hatlara data bus denir.

Paralel veri iletiminde bir karakterin tüm bitleri aynı anda iletildiği için start-stop bitlerine ihtiyaç yoktur. Dolayısıyla doğruluğu daha yüksektir ve bilginin tüm bitlerinin aynı anda iletimi sebebiyle çok hızlıdır.

1.10.3.2. Seri Veri İletimi

Seri veri iletimi, bir veri içindeki bitlerin aynı hat üzerinden ard arda gönderilmesidir. Bitlerden ilk önce gönderilen LSB, en son gönderilen MSB'dir. Her bit belli bir zaman aralığında gönderilir.

Bir linkteki veri akışının kontrolü için gerekli sinyallerden biri saat (clock) sinyali veya zamanlama referansıdır. Hem gönderen hem de alan cihaz bir bitin ne zaman gönderileceğine ya da alınacağına karar verirken bir saat sinyali kullanırlar. Senkron ve asenkron olmak üzere iki çeşit seri veri gönderme formatı vardır. Her biri, saatleri farklı şekilde kullanır. Senkron haberleşmede, biranda bir veri bloğu (karakter dizisi)aktarımı yapılırken, asenkron haberleşmede biranda sadece bir byte iletilir.

1.10.3.2.1 Asenkron Veri İletimi

Asenkron iletimlerde linkte saat hattı olmaz. Çünkü her uç kendi sinyalini sunmaktadır. Ancak, uçların saat frekanslarında anlaşmaları ve saatlerin de uyumlu olmaları gerekir. İletilen her byte'ta saatleri eşlemek üzere bir Start biti ve iletimin bittiğini bildirmek üzere bir veya daha fazla Stop biti bulunur. Verici terminalden gelen başlama bit'i alıcı terminalinde byte bilgisini örneklenmesini kontrol eden saati çalıştırır. Bitiş sinyali de durdurur.

Asenkron yöntemde, her gönderilecek karakter, başlama ve bitme bitlerinin arasına yerleştirilir. Bu işlem (framing) olarak adlandırılır. Başlama biti her zaman bir bittir, fakat bitme biti bir veya iki bittir. Bir seri veri haberleşmesinde, iletilen verinin dışında fazladan bitler bir fazladan zaman ve yük oluşturur.

PC'lerdeki RS-232 portlar, modemlerle ve diğer cihazlarla iletişimde asenkron formatları kullanır. Çoğu RS-485 linklerde de asenkron iletişim kullanılır [1].

1.10.3.2.2. Senkron Veri İletimi

Başlama ve bitiş bitleri kullanılmaz ve alıcı terminaldeki saat devamlı çalışır, aynı anda veri alışverişi gerçekleştirilir. Alıcının iletilen veri ile senkron olması için veri akışı ile senkronize saat işareti iletilir. Sorunsuz olarak çok uzun mesajlar fazla sayıda veri iletişimi sağlanır. Senkronizasyon kurmak uzun zaman aldığından kısa mesajlar için sakıncalıdır.

1.10.3.2.3. Senkron ile Asenkron Veri İletiminin Karşılaştırılması

Üstünlükler

- Asenkron
 - 1- ASCII terminaller ve data girişleri için elverişlidir,
 - 2- Min. donanımla uygulanır.
 - 3- Bit hataları çabucak gösterilebilir. Örneğin hatalı karakterlerin görüntülenmesi.
 - 4- Düşük hızda iletim daha az hatalar ifade eder
 - 5- Elektromanyetik teletayp için elverişlidir

- Senkron
 - 1- Yüksek hızda iletim
 - 2- Maksimum throughput söz konusudur
 - 3- Düşük overhead söz konusudur
 - 4- Hata bulma metodu aşırı derecede güvenilirdir.

Sakıncalar

- Asenkron
 - 1- Yavaş ve verimsizdir
 - 2- Start ve stop bitlerinden dolayı yüksek overhead söz konusudur
- Senkron
 - 1- Pahalı bir uygulamadır
 - 2- Haberleşme protokolleri uygun olmalıdır
 - 3- Eğer tek bit hatası oluşursa giriş bloklarının yeniden iletilmesi gerekebilir
 - 4- Elektromekanik teletayp ile kullanılmaz

1.10.4. Modülasyon

Gönderilecek bilgi işareti, elimizdeki iletim kanalında verimli bir iletme uygun bir biçime sokulmalıdır. Bu işlem modülasyon olarak adlandırılır. Genellikle eldeki iletim ortamına uygun olan bir taşıyıcı dalga vardır. Modülasyon işlemi taşıyıcı dalganın çeşitli parametrelerini bilgi işaretine bağlı olarak düzenli bir biçimde değiştirmektir.

Alım sırasında ise, bilgi işaretini yeniden elde etmek için demodülasyon denilen bir işleme gerek vardır. Modülasyon işleminin yararlı olabilmesi için, karşı yönünün de olması gerekir. Bir başka deyişle, modüle edilmiş işareten demodülasyon işlemi yoluyla bilgi işaretini aslına yakın bir biçimde geri elde edebilmeliyiz. Modülasyon; ses veya resim bilgisinin bir yerden başka bir yere iletilmesinde kullanılan tekniktir. Radyo dalgalarının sabit bir frekans ve genlikte olanlarına taşıyıcı dalga denir [12,14].

Temelde 3 tür modülasyon vardır:

1. Frekans kaydırmalı modülasyon: Veri sinyalinin 0 ve 1 değerleri için farklı frekanslarda sinyaller kullanılan modülasyondur.

2. Faz modülasyonu: Veri sinyalinin 0 ve 1 değerleri için farklı fazlardaki sinyallerin kullanıldığı modülasyondur. Kablonun iletim band genişliği kanallara ayrılırken daha verimli kullanılabilir.
3. Genlik modülasyonu: Veri sinyalinin 0 ve 1 değeri için farklı genliğe sahip sinyallerin kullanıldığı modülasyondur.

Modülasyonda 3 tür kanal vardır:

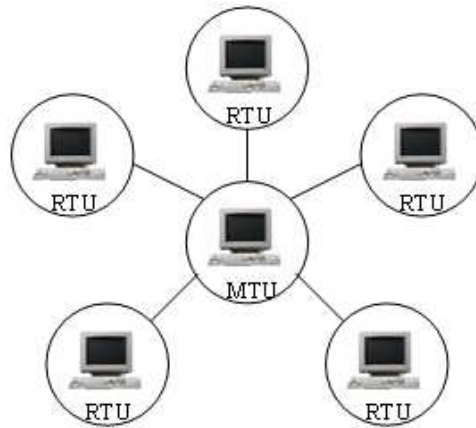
1. Simplex bağlantı:Veri iletiminin yalnız bir yönde olduğu bağlantıdır.
2. Half-duplex bağlantı:iletim her 2 yönde mümkündür, fakat bir anda tek bir yönde iletim olabilir.Yani aynı anda 2 taraf kullanamaz.Harf duplex bağlantıda her 2 tarafta bir modülatör ve bir demodülatör bulunmalıdır.
3. Full-duplex bağlantı:Veri iletimi aynı anda her 2 yönde olabilir.Bu bağlantı türünde aynı anda birden fazla veri iletişimi sağlanabilmektedir.

1.10.5. Modemler

Modemin sayısal şebekedeki fonksiyonu, bilgisayar ve diğer veri terminalleri aletlerinden gelen veri sinyallerini modüle ederek iletim ortamına vermektir. Aynı şekilde modüle edilerek iletim ortamına verilmiş olan demodülasyon işlemine tabi tutarak modülasyondan önceki haline dönüştürmektir [14].

1.10.6. Topolojiye Göre Ağ Bağlantılarının Sınıflandırılması

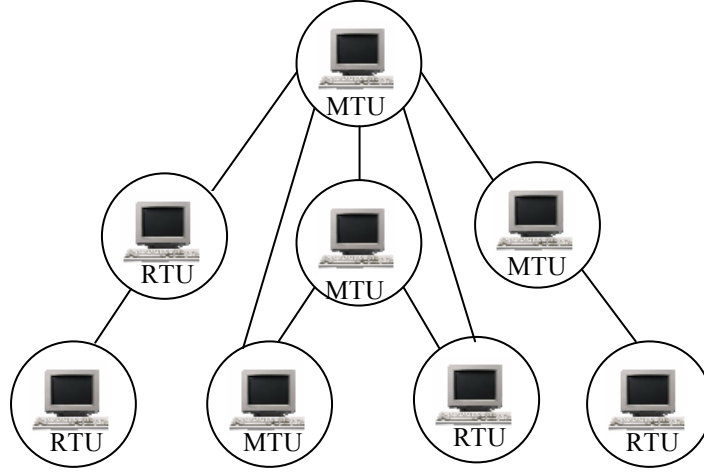
1.10.6.1. Yıldız Tipindeki Bağlantılar



Şekil 1.10. Yıldız tipinde bağlantı

Bu ağ yapısında depolama ve yönlendirme tek kontrol merkezi tarafından yapılır. Her RTU için ayrı kablolama yapıldığından ekonomik olmayabilir. Ayrıca kontrol merkezi herhangi bir şekilde arızalandığında tüm sistem durur. Sistemdeki her şeyden kontrol merkezi sorumlu olduğu için tek hata merkezi kontrol merkezidir. Bu sebepten dolayı arızaların tespiti ve giderilmesi daha kolaydır. kontrol merkezi ile herhangi bir RTU arasındaki bağlantının kopması durumunda diğer RTU'ların çalışmaları etkilenmeyeceği için güvenilirdir. Bu bağlantı tipine örnek şekil 1.10'da verilmiştir.

1.10.6.2. Hiyerarşik Bağlantılar



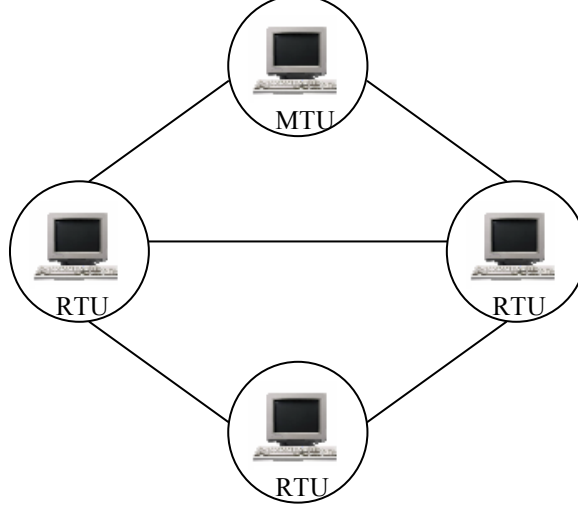
Şekil 1.11. Hiyerarşik bağlantı

Bu tip bağlantıda hiyerarşik bir yapı söz konusudur. Farklı seviyelerde yerel kontrol merkezleri bulunmaktadır. Her yerel nokta bir üst seviyedeki yerel kontrol merkezine bağlıdır. Çok fazla sayıda RTU bulunan büyük ve yaygın sistemlerin haberleşmesinde kullanılır. Denetleme işlemlerinin tek bir merkezden yapılması her RTU'ya ayrı hattın çekilmesini gerektirir. Bu işlem maliyetini arttıracığı için bazı kararların yerel kontrol merkezlerinden verilmesi ana kontrol merkezinin ve haberleşme hattının yükünü hafifletecektir. Bu bağlantı tipine örnek şekil 1.11'da verilmiştir.

1.10.6.3. Örgü Tipindeki Bağlantı

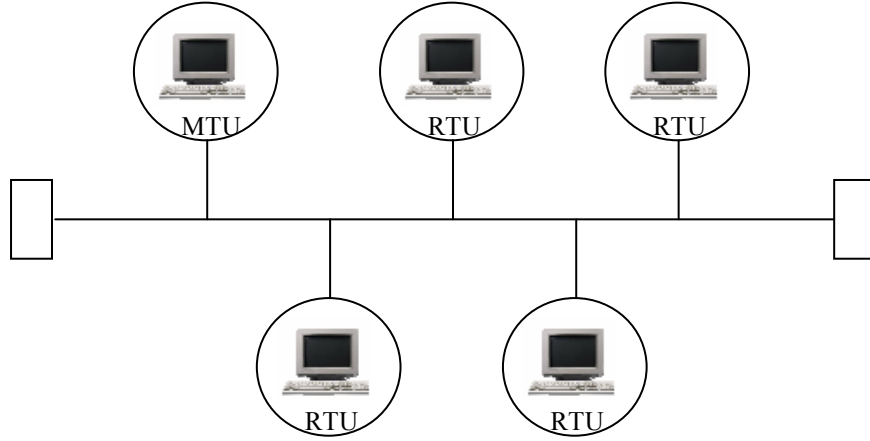
Farklı seviyelerdeki kontrol merkezleri arasındaki hatlar haricinde şekil 1.12'deki gibi öbekli biçim iletişim yapısına benzer bir yapıya sahiptir. Ancak bir birim birden fazla

yere bağılı olduğu için ek hatlar maliyeti arttırmaktadır. Fakat herhangi bir merkeze olan bağlantı birden çok yol üzerinden yapılabileceğinden aradaki herhangi bir bağlantının kopması o merkeze olan iletişimin tamamen kopmasına neden olmamaktadır.



Şekil 1.12. Örgü tipindeki bağlantı

1.10.6.4. Bus Tipindeki Bağlantı



Şekil 1.13. Bus tipindeki bağlantı

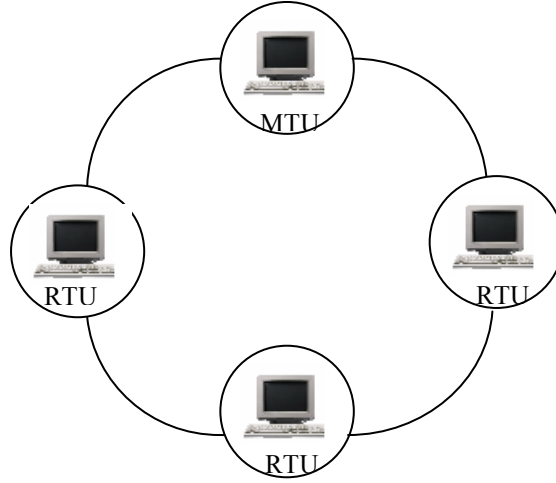
SCADA sistemlerinde en çok kullanılan haberleşme yapısıdır. Bütün sistem tek bir haberleşme hattını kullanır. Her birimi hatta bağlayan bağlantı noktalarında veri sinyallerinde kayıplar oluşur. Bunun için bağlanacak olan RTU sayısı sınırlıdır.

Ayrıca bütün sistem tek hat üzerinde olduğu için arıza tespiti zor olmaktadır. Arızanın tespiti için tüm birimlerin tek tek kontrol edilmesi gerekir. Hat dışında

herhangi bir RTU'yu ortak hatta bağlayan hatta meydana gelebilecek bir arızada sadece o RTU devre dışı kalır. Bunun için sistemin tamamen durması söz konusu değildir. Çok noktalı bus iletişim yapısı normal şartlar altında oldukça güvenilir ve hızlı bir haberleşme sağlar. Bu bağlantı tipine örnek şekil 1.13'da verilmiştir.

1.10.6.5. Halka Tipindeki Bağlantı

Şekil 1.15'de de gösterildiği gibi Kontrol merkezi ve RTU'ların halka şeklinde bağlandığı ağıdır. Halka üzerindeki bir birime sinyal geldiğinde o birim sinyalin adresini kontrol eder eğer kendi adresi değilse sinyali halkadaki diğer birime yönlendirir. Diğer bağlantılara göre üstünlükleri veri sinyal her birimde tekrarlandığı için sinyalin zayıflaması söz konusu değildir. Sinyalin her birimde hata kontrolü yapıldığı için hata arama yayılmış olur. Bu tip ağlar yıldız biçimli ağlara göre daha güvenilirdir. Ağ bir noktadan koptuğunda haberleşme diğer taraftan devam eder.



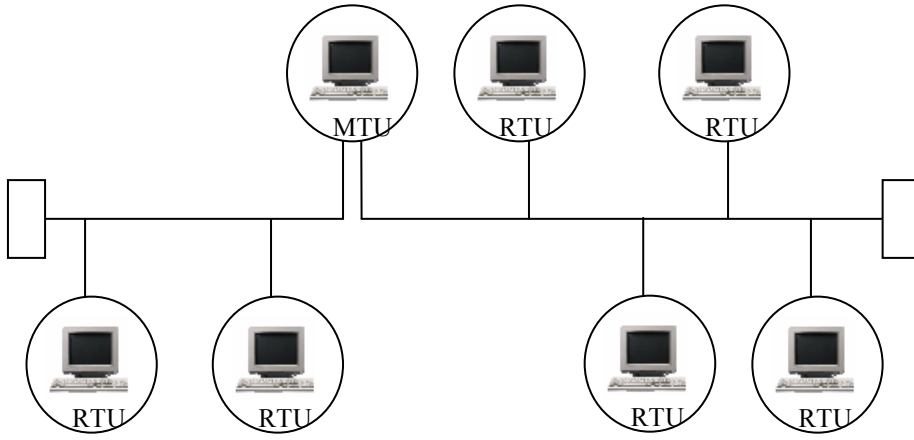
Şekil 1.15. Halka(ring) tipindeki bağlantı

1.10.6.6. Kısmen Yıldız Bus Tipindeki Bağlantılar

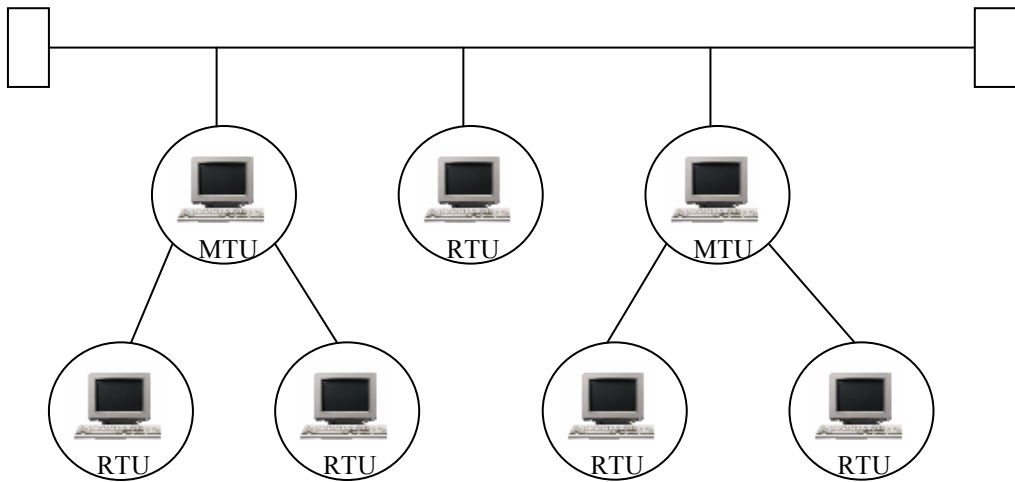
Yıldız ve bus iletişim yollarının karışık olarak kullanıldığı bu yapı SCADA sistemlerinde kullanılmaktadır. Kontrol merkezine ortak hat üzerinden bağlanamayacak kadar uzak mesafede bulunan RTU'lar ayrı bir haberleşme hattı ile kontrol merkezine bağlanırlar. Bu bağlantı tipine örnek şekil 1.16'da verilmiştir.

1.10.6.7. Kısmen Hiyerarşik Bus Tipindeki Bağlantılar

SCADA sistemlerinde en esnek ve gelişmeye açık bağlantıdır. Öbekli ve bus iletişim yolu yapısının birlikte kullanıldığı yapıda bazı kararların yerel kontrol merkezi tarafından verilmesi iletişim yolunun veri trafiğini önemli ölçüde azaltacaktır. Kısmen hiyerarşik bus tipindeki yapı bütün haberleşme yapıları içinde en pahalı ve en hacimli olanıdır. Çok sayıda birimin olduğu ve büyük alana yayılmış SCADA sistemlerinin haberleşmesinde kullanılır. Bu bağlantı tipine örnek şekil 1.17’de verilmiştir.



Şekil 1.16. Kısmen yıldız bus tipindeki bağlantı



Şekil 1.17. Kısmen hiyerarşik bus tipindeki bağlantı

1.10.7. Bağlantı Türleri

Bağlantı türleri, fiziksel bağlantı biçimine ve ağ bileşenlerinin coğrafi konumuna göre LAN(Local Area Network), WAN (Wide Area Network) ve MAN (Metropolitan Area Network) olarak sınırlandırılırlar [18].

1.10.7.1. Yerel Alan Ağları (LAN, Local Area Network)

SCADA sistemlerinde ana terminal ile yerel terminal birimleri aynı bina veya fabrika alan içerisinde kuruluyorsa bu durumda iletişim bağlantısı yerel alan ağı şeklini alır.

LAN ile çok hızlı olmayan düşük maliyetli sistemler, bir veya daha fazla sayıdaki hızlı sisteme bağlanarak sistemin maliyeti önemli ölçüde azaltılabilir. Ayrıca üretim ve dağıtım otomasyonu sistemlerinde, iletişimin ağlar ile yapılması sistemler arasında uyumlu çalışmayı dolayısıyla verimin artmasını sağlar.

LAN'ı karakterize eden özelliklerden biri, ağa bağlı her terminal, diğer tüm bağlı donanım aletlerinin girişte aynı yeteneğe sahip olmasıdır. Yıldız ve hiyerarşik topolojiler aslında teknik olarak LAN sistemleri için uygun değildir, Çünkü terminallerin eşit bağlantısı yoktur. Oysa bus ve halka topolojiler, LAN sistemlerinde sıkça kullanılmaktadır.

LAN sistemlerinde haberleşme iki türdür. İhtiyaca veya ağın durumuna göre analog veya dijital sinyaller kullanılır.

1. Baseband: Dijital sinyallerin kullanıldığı sisteme besaband transmisyon adı verilir. Bu teknikte transmisyon aracına sinyalleri doğrudan verir ve tek sinyal için giriş band genişliği kullanılır. Bu transmisyon 1 Mbps ve daha yüksek hızlarda oluşur.

2. Broadband: Bu transmisyon tekniğinde sinyaller analog biçimde gönderilir. Bazı uygulamalarda frekans bölücü multipleks kullanılarak, kablo band genişliği gerekli sayıda kanala bölünerek haberleşme sağlanır.

Analog ve dijital transmisyonlar arasındaki fark, devrede nasıl bir band genişliği kullanıldığına bağlıdır. Kapasite veya araç gerekli değildir. Broadband transmisyonu üstünlüklerinden en önemlisi birçok haberleşmenin “simutane” yapılabilmesidir. Broadband sistem, her türlü trafik için ayrı hat çekilmeksizin veri ses ve televizyon gibi

çok amaçlı kullanılabilir. Bugün için LAN sistemlerinin bir çoğunda baseband transmisyon kullanılmaktadır.

LAN sistemlerinin sağladığı üstünlüklerden en önemlisi, sistem içindeki elemanların ortak kullanılmasını sağlar. Örneğin; yazıcılar ve depolama üniteleri gibi. Her birim diğer birime ağ vasıtasıyla bağlı olduğu için bir birimden diğer birime bilgi çok kolay bir şekilde aktarılabilir.

LAN üzerindeki herhangi bir birim istasyon arızalanması durumunda diğer istasyonlar onun yükünü paylaşarak prosessin devamlılığına sağlarlar. Biranda sadece bir transmisyon taşınabildiğine göre, baseband'ın işletildiği yüksek hız kullanılarak baseband teknikleri her bir transmisyonu çok çabuk gerçekleştirir.

1.10.7.2. Geniş Alan Ağları (WAN, Wide Area Network)

Yerel alan ağı bir fabrika ortamı ile sınırlıdır. WAN ise birbirinden çok uzak olan sistemleri birbirine bağlar. Birimler birbirinden coğrafi olarak yayılmış uzak mesafelerde bulunuyorsa bu durumda iletişim bağlantısı bu ağ türüne dönüşür.

WAN ve LAN, SCADA kontrol sistemlerinde geniş bir alana yayılmış birden fazla operatör istasyonunun birbirine bağlanması ve işletmeye ait tüm verilerin transfer edilmesi için kullanılır. Bu ağlar sayesinde her terminal ünitesine sistemin kaynakları açık hale getirilmektedir. Kontrol Sisteminde herhangi bir terminal birimi başka bir bilgisayarın yazıcısından çıkış alabilir ve herhangi bir birimin bilgisayarı diğer birimdeki bilgisayarın ana belleğinde mevcut olan bir dosyayı bulup kopyalama işleminin gerçekleştirebilir.

1.10.7.3. Metropolitan Alan Ağları (MAN, Metropolitan Area Network)

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Enstitüsü (IEEE : The Institute of Electrical and Electronic Engineers) 802.6 standardı olarak bilinen metropolitan bölge ağı (MAN : Metropolitan Area Network) üzerindeki deneme çalışmalarını aktif olarak yürütmektedir. Bu ağda amaç, birkaç kilometreyi geçen mesafelerde LAN sisteminin nasıl kurulacağıdır. 5-50 km mesafeler için kurulan bu sistemde veri, ses ve televizyon

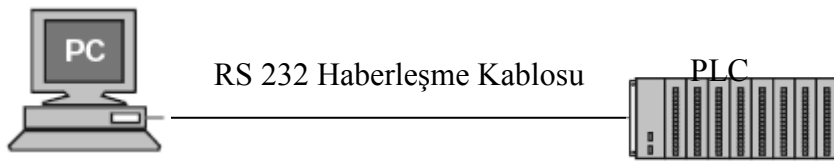
haberleşmeleri sağlanmaktadır. MAN sisteminde koaksiyel veya fiber optik kablo kullanılmaktadır. Bu tür ağların veri iletim kapasitesi oldukça yüksek olup bu ağlar kontrol ve izleme işlemlerinden ziyade yüksek hızlı veri aktarımı için daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

1.10.8. Seri Arabirimler

Endüstriyel uygulamalarda kullanılan birçok cihaz , bilgisayarlara veya birbirlerine bağlanabilmek için EIA standartları olan RS-232 , RS-422 ve RS-485 kullanmaktadır (her üçü için RS – XXX notasyonu kullanılacaktır). Bu spesifikasyonlar hakkındaki yaygın yanlış anlama bunların birer yazılım protokolü değil sadece elektriksel özellikleri belirler.

1.10.8.1. RS-232 Arabirimi

RS-232 IBM uyumlu PC'lerde bulunan seri bağlantıdır. Birçok amaçla kullanılmaktadır, tere, printer veya modem bağlantısı için kullanıldığı gibi endüstriyel ekipmanlar için de kullanılırlar. Hat sürücüleri ve kablolardaki iyileştirmeler nedeniyle çoğu zaman verilen hız ve uzaklık sınırlarının ötesinde performans sergilemektedir. RS-232 PC ve seri portu ile cihaz arasında noktadan noktaya (point to point) bağlantı ile sınırlıdır. Sadece iki nokta arasında haberleşmeyi sağlar [1] .



Şekil 1.18. RS-232 ile iki nokta arası bağlantı

RS-232 'de haberleşme full-dublex'tir. Aynı anda çift yönlü haberleşme imkanı sağlamaktadır. Her bir yönde yapılan haberleşme imkanı sağlamaktadır . Her bir yönde yapılan haberleşme için bir kablo, iletim hattı ve alıcı hattı ayrıca toprak kablosu da gerekmektedir.

75 m'den az uzunluklar için maksimum 19.2 K baud haberleşme hızı elde edilirken 900 m'ye kadar mesafe gerektiren uygulamalarda 900 baud hızına kadar erişilebilmektedir. Bu mesafelerden daha yukarı uygulamalar için RS-232 kullanılamamakta olup farklı bir arabirim kullanılması gerekmektedir.

1.10.8.2. RS-485 Arabirimi

RS-485 (EIA RS –485 standardı) , RS-422 standardı üzerine geliştirilmiştir. Bunun en belirgin özelliği olarak RS-485 ' in elektriksel özellikleri RS-422 ile hemen hemen aynı olmasına rağmen, tek bir RS-485 kapısına bağlı alıcı sayısının 10 dan 32 ye çıkarılmış olmasıdır. Ayrıca maksimum yük altında yeterli sinyal seviyelerini tutturabilmek için elektriksel karakteristikleri ve kontrol işaretleri tanımlanmıştır. RS – 485 kapısına bağlı bir ağ oluşturma imkanı vermektedir.

Üstün gürültü bağışıklığı ve çevresel elemanların sayısındaki artış RS-485 seri bağlantısının birçok dağınık cihazın ağ aracılığı ile PC 'ye veya veri toplama kontrol görevi üstlenmiş başka birimlere, HMI (Human Machine Interface) bağlantısı ile endüstriyel uygulamaların gözdesi haline gelmiştir.

RS-485'i kullanacak yazılım protokolü bu standart tam verimli olarak kullanılabilmesi için çoklu birim adreslemeyi ve ortak yol (BUS) kullanımını desteklemektedir .

RS-485 her hat için birden fazla verici ve birden fazla alıcıyı desteklemektedir

Haberleşme half duplex veya full duplex olabilir. Her yön için iki kablo ve toprak hattı kullanılır. Bu bir çok half duplex haberleşme için 3 kablo yeterli olduğu anlamına gelir. Full duplex için 5 kablo gereklidir.

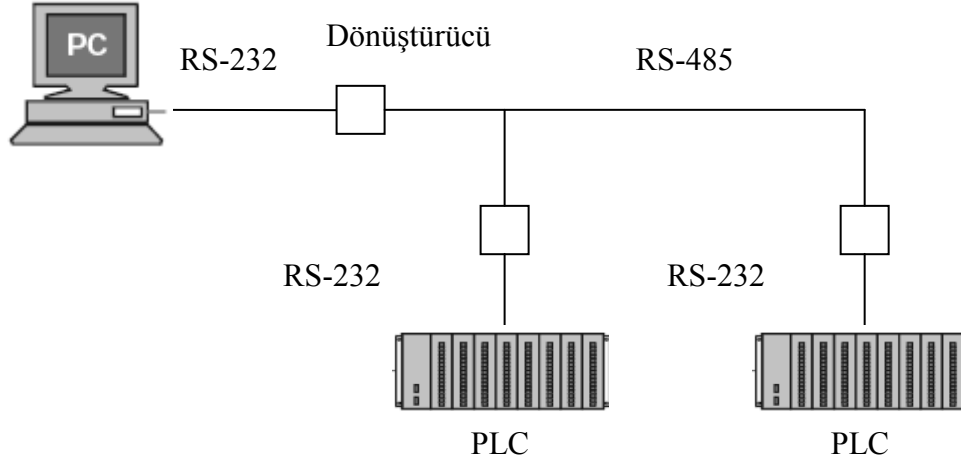
Ağa bağlanan ilk ve son cihazlarda yönlendirme ve sonlandırma bulunur

Burada dikkat edilecek nokta ağdaki hangi cihazın ne zaman verici konumunda olacağıdır. Bu özellik herhangi bir cihazın belirlenen zamanda veri iletimi sağlar. S-422 'de cihazların sadece bir tanesi duplex diğerleri simplex haberleşir.

1.10.8.3. RS-232 / RS-485 Dönüşümü

RS232-RS485 dönüştürücü kullanımı çok yaygın olarak kullanılmaktadır. RS-485 kullanılmak istendiğinde bunun için bilgisayara RS485/422 kart takılmak zorundadır. Bu

dönüştürücü sayesinde böyle bir zorunluluk ortadan kalkmaktadır. Yukarıda açıklanan sebeplerle RS-485 RS-232 'ye tercih edilmektedir. En önemlisi RS-485 birçok alıcı cihazın aynı kapı üzerinden sürebilmeleridir [14].



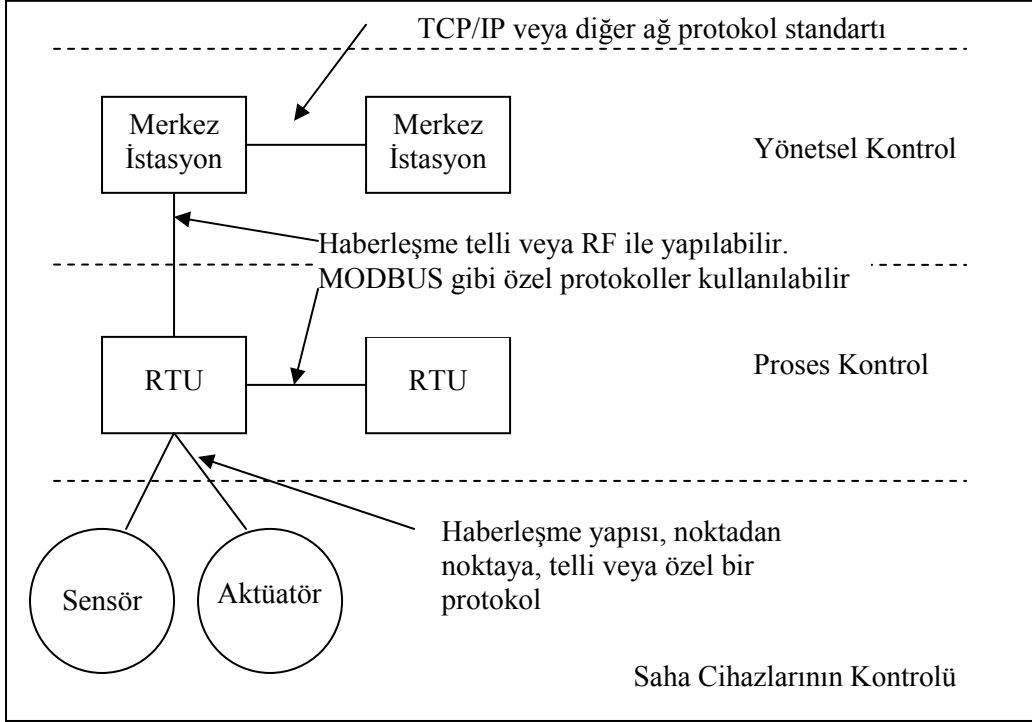
Şekil 1.19. RS-232 ile RS-485 dönüştürücü kullanımı

1.10.9. SCADA Sistemlerindeki İletişim Protokolleri

SCADA sistemi içerisinde iletişim yollarına dağıtılmış kontrol sistem öğeleri ve uzak terminal birimlerinin haberleşmeleri belirli standart ve iletişim protokolleri sayesinde gerçekleşir. Veri iletişim protokolleri kontrol merkezleri arasında, kontrol merkezi ile RTU'lar arasında ve RTU'ların birbirleri arasında yapılan iletişimin binary veri veya mesaj yapısını belirleyen kurallar setidir. İletişimde farklı protokoller kullanılabilir. Kullanılacak birden fazla RTU'yla, RTU'ların birden fazla MTU ile haberleşmesi mümkündür. Ayrıca bu portların aynı iletişim protokolünü kullanması şart değildir. İki porttan, iki farklı iletişim protokolü kullanılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, birbiri ile iletişim kuracak bir MTU ile RTU arasında aynı protokolün kullanılmasını zorunlu olmasıdır [10,14].

İyi bir iletişim protokolü, gönderilen mesajların alıcıya tam ve doğru olarak ulaştığını garanti edebilmeli, fiziksel ortamdaki gürültülerden mesajları tekrar göndererek istenilen işlevi tekrar sağlayabilmelidir. Katmansız protokoller, noktadan noktaya veya

noktadan birkaç noktaya iletişimde kullanılmaya uygundur. Ayrıca özel bir ortam için geliştirilmişlerdir. Hata tespiti yoktur, tüm fonksiyonlar tek bir yazılım ve donanımla yapılmaya çalışılmıştır. Bunlar bir iletişim protokolü için sakıncalardır. Katmanlı protokoller yukarıda belirtilen sakıncaları gidermektedir. Bu protokollerde uygulama yazılımlarına teknik sınırlama ya da iletişim açısından dolayı sınırlamalar gelmez. SCADA bileşenleri arasında genel bir haberleşme şeması şekil 1.20’de gösterilmektedir [11].



Şekil 1.20. SCADA bileşenlerinin genel haberleşme şeması [11]

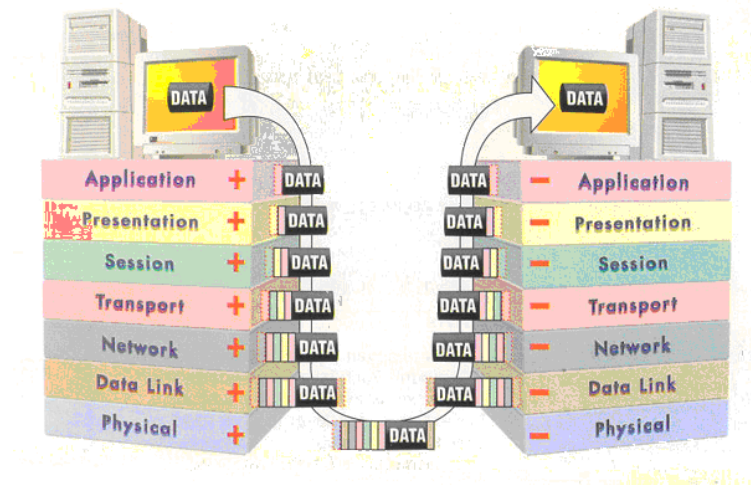
Bir SCADA iletişim protokolünden beklenenler şunlardır;

- İletişim ortamından bağımsız olmalıdır. Bütün ortamlarda çalışabilmelidir.
- Yüksek düzey fonksiyonları karşılayabilmeli, konfigürasyon değişken mesajları ve yüksek hızdaki iletişimi sağlayabilmelidir.
- Firma bağımlı olmamalıdır.
- Tanınmış temel standartları içermelidir.
- ISO-OSI standartlarına uymalıdır.
- Asenkron bayt tabanlı olmalıdır.
- Geniş olarak veri nesnelere desteklemelidir.

- Hatasız veri iletimi için kodlama tekniklerini içermelidir.
- Veri gönderirken, azami hız ve kodlama sağlanmalıdır.
- Geniş adresleme yeteneği olmalıdır.
- Farklı alarm düzeyleri tanımlanabilmelidir.
- Sisteme ait konfigürasyonlar aşağı ve yukarı gönderilebilmelidir.
- Tam tanımlı ve detaylı bilgi verebilmelidir. Sistem test edilebilmelidir.

1.10.9.1. OSI (Open System Interconnection) Referans Modeli

ISO komiteleri, ağ iletişimini bir standarda oturtmak için OSI (Open System Interconnection) modeli denilen bir standart geliştirilmiştir. Model ağları yedi katmanda incelenmektedir. OSI modeli, protokoller arasındaki uyumluluğu ve farklı ağlar arasındaki geçişi kolaylıkla sağlar. Bu yüzden birçok kullanıcı ISO/OSI modelini kullanmak istemektedir. TCP/IP protokolü OSI standartlarına uymamaktadır fakat bir standart haline gelmiştir. OSI, yedi katmanlı olup katmanları ise şunlardır [2,11,14,18]:



Şekil 1.21. OSI referans modeli

- 1- Fiziksel Katman (Physical Layer): Veri iletimi ortamı düzeyinde verilerin elektrik sinyalleri olarak iletimini sağlar.
- 2- Veri Bağlantı Katmanı (Data Link Layer): Veri bloklarının hatasız bir şekilde üste seviyeye çıkarılmasını sağlar.

- 3- Ağ katmanı (Network Layer): Veri paketlerinin kaynaktan alıcıya gönderilmesini sağlar.
- 4- İletişim Katmanı (Transport Layer): Veri paketinin düzgün bir şekilde üst katmana geçirilmesinden sorumludur.
- 5- Bağlantı Katmanı (Session Layer): Kullanıcılar arası bağlantının kurulu, yönetimi kontrolünden sorumludur.
- 6- Sunuş Katmanı (Presentation Layer): Haberleşme ağı ile veri standart uygulama yazılımı arasındaki birimdir.
- 7- Uygulama Katmanı (Application Layer): Haberleşme ağı ile kullanıcı uygulama yazılımı arasındaki birimdir.

1.10.9.2. Endüstriyel Haberleşme Protokolleri

Bir çok standart kuruluşun (IEEE, IEC vs.) çeşitli amaçlar, uygulamalar ve ortamlar için getirdiği/önerdiği iletişim protokol setleri OSI referans modelinin özüne uygundur. SCADA sistemlerinde kullanılan bazı temel protokoller aşağıda özetlenmiştir [10,11,14].

1.10.9.2.1. Dağıtılmış Ağ Protokolü (DNP 3.0)

Dağıtılmış ağ protokolü DNP daha çok elektriksel ve kamuya ait endüstrilerde kullanılan bir veri edinim protokolüdür. Özel olarak SCADA kontrol sistemleri için açık, birlikte işlerlik özelliğine sahip ve basit bir protokol olarak tasarlanmıştır. Bilgi almak ve göndermek için master /slave yoklamayı, ayrıca aynı sistemde alt slave'ler de kullanır. Fiziksel katman genelde RS-232 standardına uygun olarak tasarlanmıştır ancak RS-422, RS-485 gibi diğer fiziksel standartları ve hatta fiber optik haberleşmesini bile desteklemektedir [9].

1.10.9.2.2. Modbus Protokolü

Modbus, orijinal olarak Gould-Modicon tarafından PLC haberleşmesi için patentli bir protokol olarak geliştirilmiştir. Modbus, günümüzde binlerce satıcı tarafından kullanılan açık bir protokoldür. Temel olarak, yerel seri bağlantılarda kullanılır ve telemetri protokolü olarak kullanılması uygun değildir. Modbus çevrimli yoklama

metodunu kullanan basit bir master /slave protokolüdür. OSI referans modelinin 1., 2. ve 7. katmanlarına uygulanır. Modbus protokolünde hiçbir ara yüz tanımlanmamıştır, bu nedenle kullanıcı RS-232, RS422 veya RS-485 ara yüzlerinden herhangi birini seçebilir. Modbus'da bir master ve 247 taneye kadar slave cihazı destekler. Sadece master bir işlem başlatır. Modbus master ve slave cihazlar arasında mesaj iletimi için bir paket oluşturur. Mesajdaki bilgi, alıcının adresi, alıcının ne yapması gerektiği, işlemi gerçekleştirmek için gerekli olan veri ve bir hata kontrol bilgisinden oluşmaktadır. Slave cihaz mesajları okur ve hiçbir hata yoksa görevi gerçekleştirir ve master cihaza bir cevap paketi gönderir. Cevap paketi slave adresi, gerçekleştirilen işlem, işlemin sonucu ve hata kontrol bilgisinden oluşur [9,10].

1.10.9.2.3. Profibus Protokolü

Profibus geniş kapsamlı üretim ve proses otomasyonu için tasarlanmış üreticiden bağımsız açık saha bus standardıdır. Üretici bağımsız oluşu ve açıklığı uluslararası standartlar olan En 50170, EN 50254 ve IEC 61158 üzerine kurulmuştur. 650'ye yakın üyesi bulunan ve birçok araştırma enstitüsü tarafından desteklenen Profibus, farklı üreticilerin cihazları arasında haberleşme sağlayan ve bunu yaparken herhangi özel bir arabirime ihtiyacı olmayan bir veri yolu olmakla birlikte, yüksek hızlı kritik uygulamalar veya kompleks haberleşme işlemleri gibi kullanım alanlarında yaygın olarak uygulanan bir veriyolu sistemidir.

1.10.9.2.4. CAN-bus Protokolü (Controller Area Network-Bus Protocol)

Bosch firması tarafından geliştirilen (seri) veri yolu sistemi olan Controller Area Network veri yolu sistemi, özellikle otomotiv sektörüne yönelik akıllı network sensör ve aktuatörler için tasarlanmış ve kısa bir zamanda bu çalışmalarda standart hale gelmiştir. Multi-Master yani bütün CAN noktalarının data iletebildiği ve birkaçını da eş zamanlı olarak istekte bulunabildiği veri yolu sistemi olan CAN hiçbir abone ya da kullanıcı için herhangi bir adreslemeye sahip olmamakla birlikte öncelikli mesajın iletilmesi şeklinde veri iletir. Bu veri iletişim protokolü en sık Otomotiv ve Medikal endüstrisinde kullanım alanı bulmaktadır.

1.10.9.2.5 Devicenet Protokolü

Allen-Bradley tarafından geliştirilen Akıllı sensör ve aktüatorler için tasarlanmış endüstriyel network yapısı olan DEVICENET "Open DeviceNet Vendors Association " adı verilen üretici bağımsız bir kuruluş tarafından günümüzde gelişimini sürdürmektedir. DEVICENET ile limit switch, fotoelektrik sensör, barkod okuyucu ve motor starterleri gibi düşük seviyeli aygıtlara bağlanılabilir ve PC veya PLC gibi daha üst seviyeli aygıtlarla haberleşme sağlanabilir.

1.10.9.2.6. Foundation Fieldbus Protokolü

Özellikle dağıtılmış proses kontrol uygulamaları için dizayn edilen Fieldbus Foundation (organizasyon) olarak dünyadaki otomasyon sistemlerinde yaklaşık %80 'lik bir pazara sahip olan 140 şirketin bir araya gelmesi ile oluşmuştur. Teknolojisi fiziksel katman, haberleşme çatısı ve kullanıcı katmanından meydana gelmektedir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR VE İRDELEME

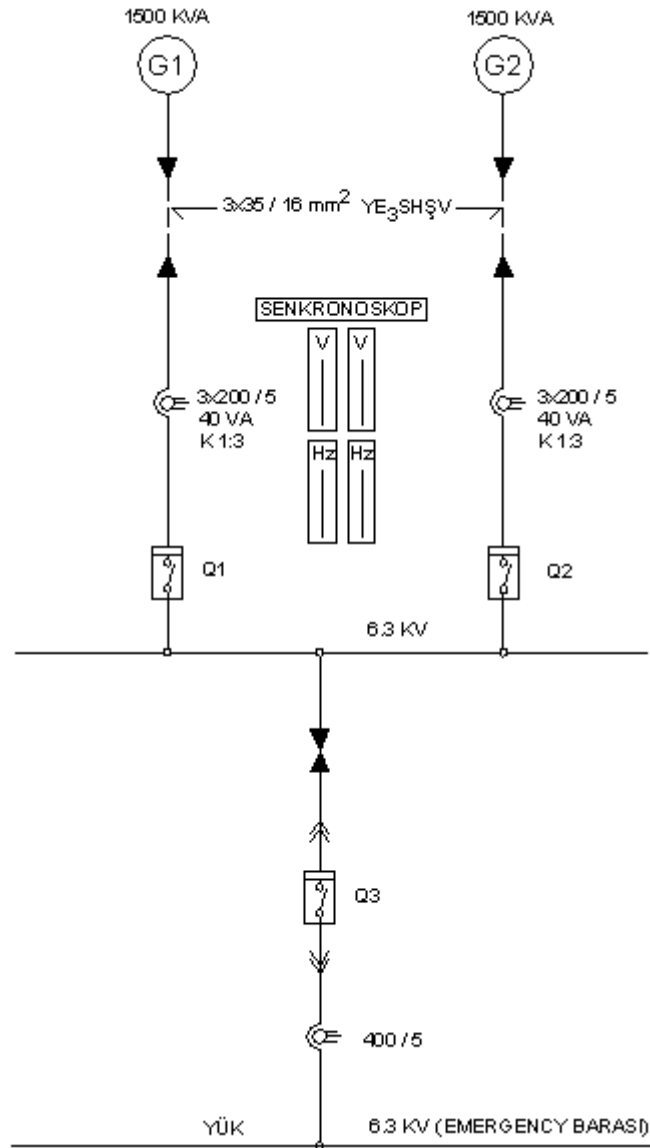
Bu tez çalışması kapsamında 1500 kVA gücünde iki adet MTU marka Dizel Motorlu 6.3 kV alternatör çıkış gerilimine sahip generatör sisteminin otomasyonu incelenmiş olup, bu generatör grubunun uzaktan izlenmesi için SCADA yazılımı gerçekleştirilmiştir.. 2x1500 KVA generatör grubu Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. 2x1500 KVA generatör grubu

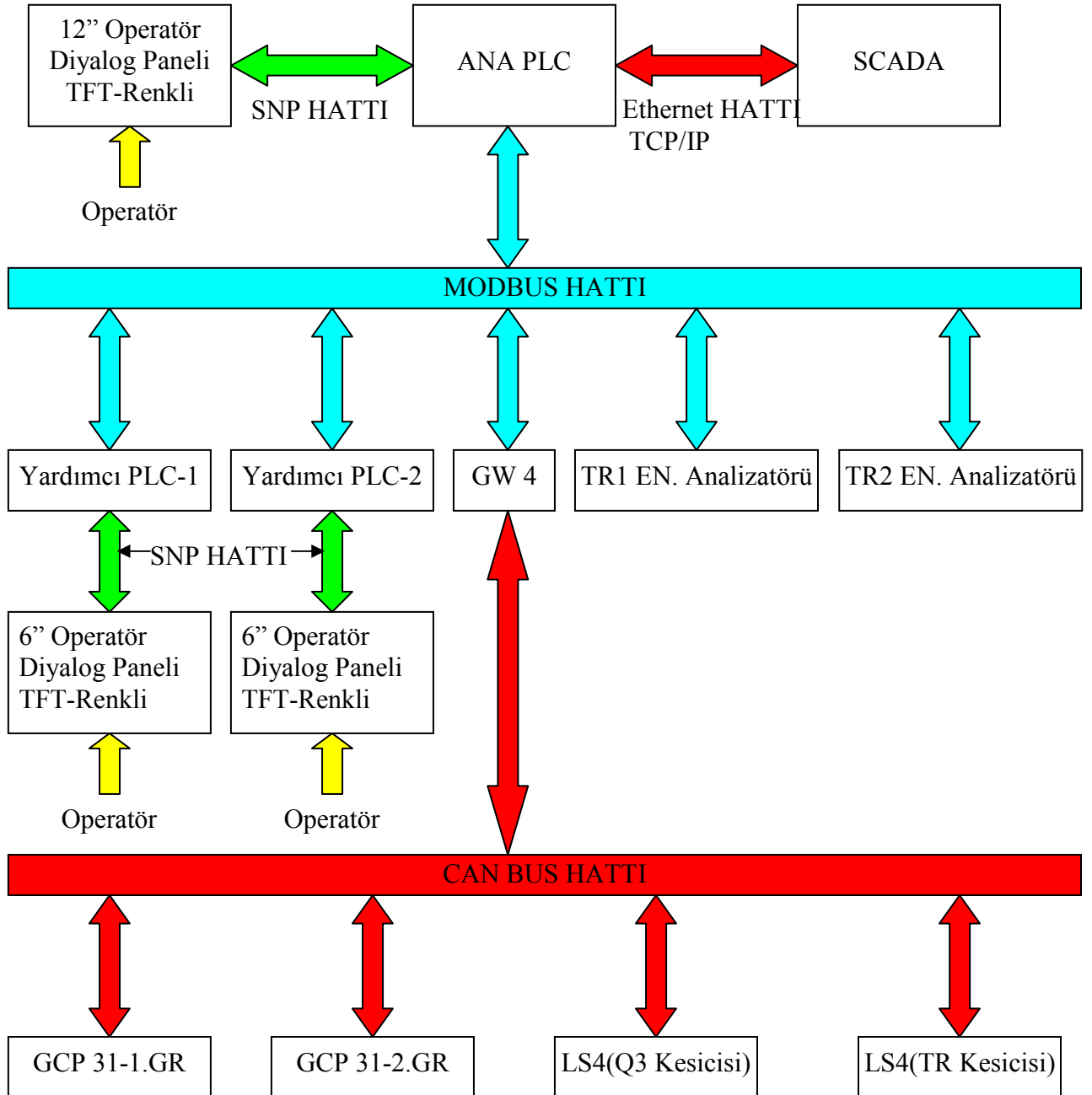
2.1. 2X1500 kVA 6.3 kV Generatör Grubu Otomasyonu

2X1500 kVA 6.3 kV alternatörlü generatör grubu sistemi 1500 KVA gücünde 6.3 kV çıkış gerilimi olan kendi arasında ve şebeke ile otomatik senkronize olan iki adet generatörden oluşmaktadır. Alternatörde üretilen 6.3 kV'luk gerilim şekil 2.2'de verilen tekhat şemasında da görüldüğü gibi Q1, Q2 ve Q3 kesicileri üzerinden 6.3 kV'luk yük barasını beslemektedir. Q1, Q2 ve Q3 kesicileri SF6 gazlı metal-clad hücreli kesicilerdir.



Şekil 2.2. Generatör grubunun tekhat şeması

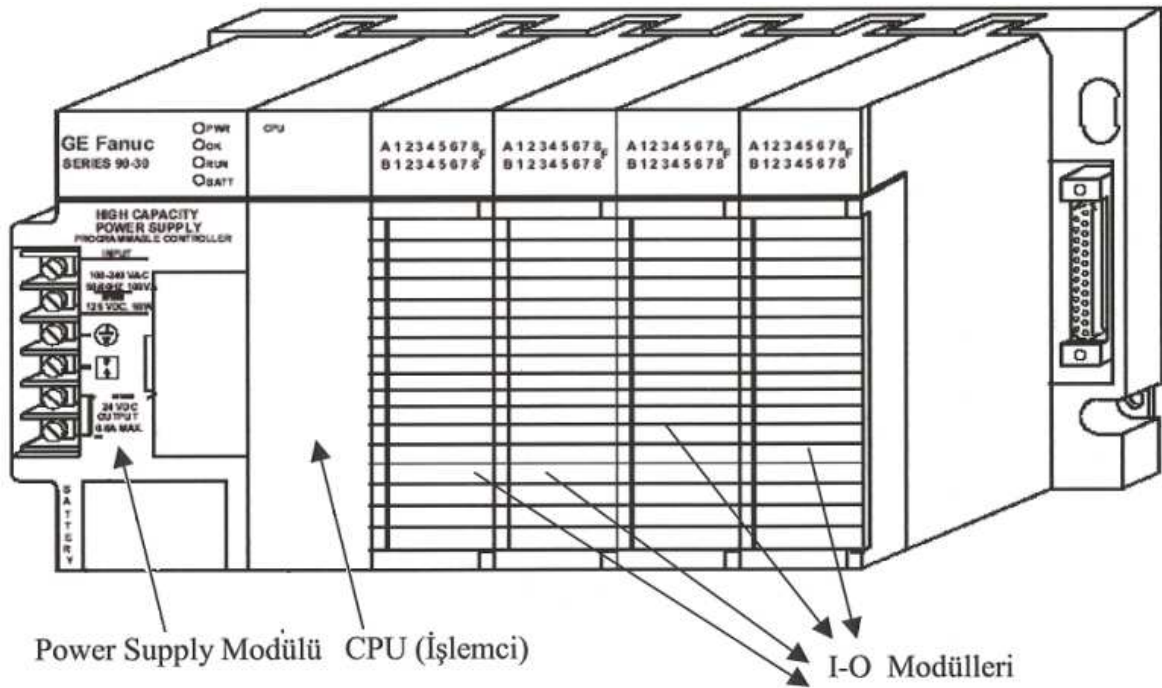
2X1500 kVA generatör grubu otomasyonunun blok diyagramı Şekil 2.3'de verilmiştir. Sistem otomasyonu Ana PLC, Yardımcı PLC'ler, operatör diyalog panelleri, generatör kontrol üniteleri, senkron kontrol cihazları, enerji analizatörleri ve uzaktan izleme SCADA sistemlerinden oluşmaktadır.



Şekil 2.3. Otomasyon sistemi blok diyagramı

2.1.1. Ana PLC (Master PLC)

Sistemde kullanılan Ana PLC Ge-Fanuc marka 9030 serisi PLC'dir. Ana PLC'nin görevi seçilen sistem çalışma türüne göre sistemi otomatikte çalıştırmak, kesici kumandalarını gerçekleştirmek, arıza oluştuğunda gerekli işlemleri ve emniyet tedbirlerini yerine getirmek, diğer cihazlarla haberleşme ağını kurarak gerekli bilgileri okumak veya yazmak ve yük atma lojiğini oluşturmaktır.



Şekil 2.4. Ana PLC

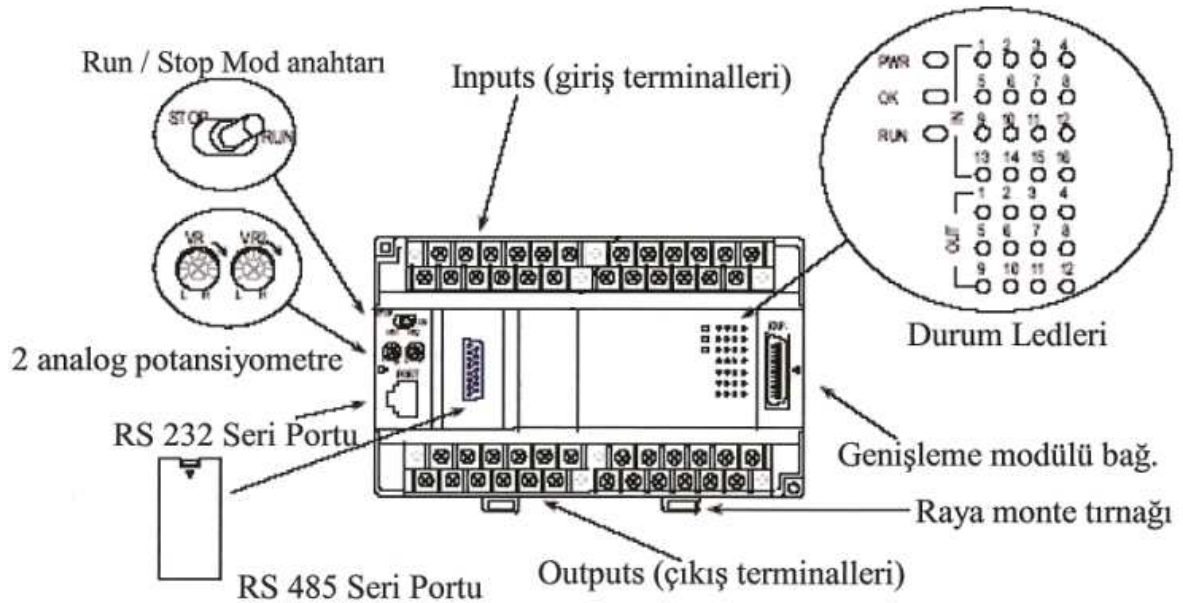
Power Supply Modülü: Power Supply (Besleme) modülünün işlevi CPU ve diğer modüllerin enerjisini sağlamaktır. Bu modül 24 V'luk DC gerilim üretmektedir ve 50 W'lık çıkış gücü sağlamaktadır.

CPU (İşlemci) Modülü: CPU (İşlemci) modülü PLC'nin içerisindeki programın işlenmesini sağlamaktadır. Üzerinde PLC'nin çalışma modlarını (run, stop) gösteren işaret ledleri, Master Panel ile haberleşmeyi sağlayan SNP portu, RS232 portu ve SCADA ile PLC'nin haberleşmesini sağlayan Ethernet portu bulunmaktadır.

Giriş Çıkış (I/O) Modülleri: Bu modüller 2 adet sayısal giriş modülü, 1 adet sayısal çıkış modülü, 1 adet analog giriş modülü ve modbus haberleşme modüllerinden oluşmaktadır.

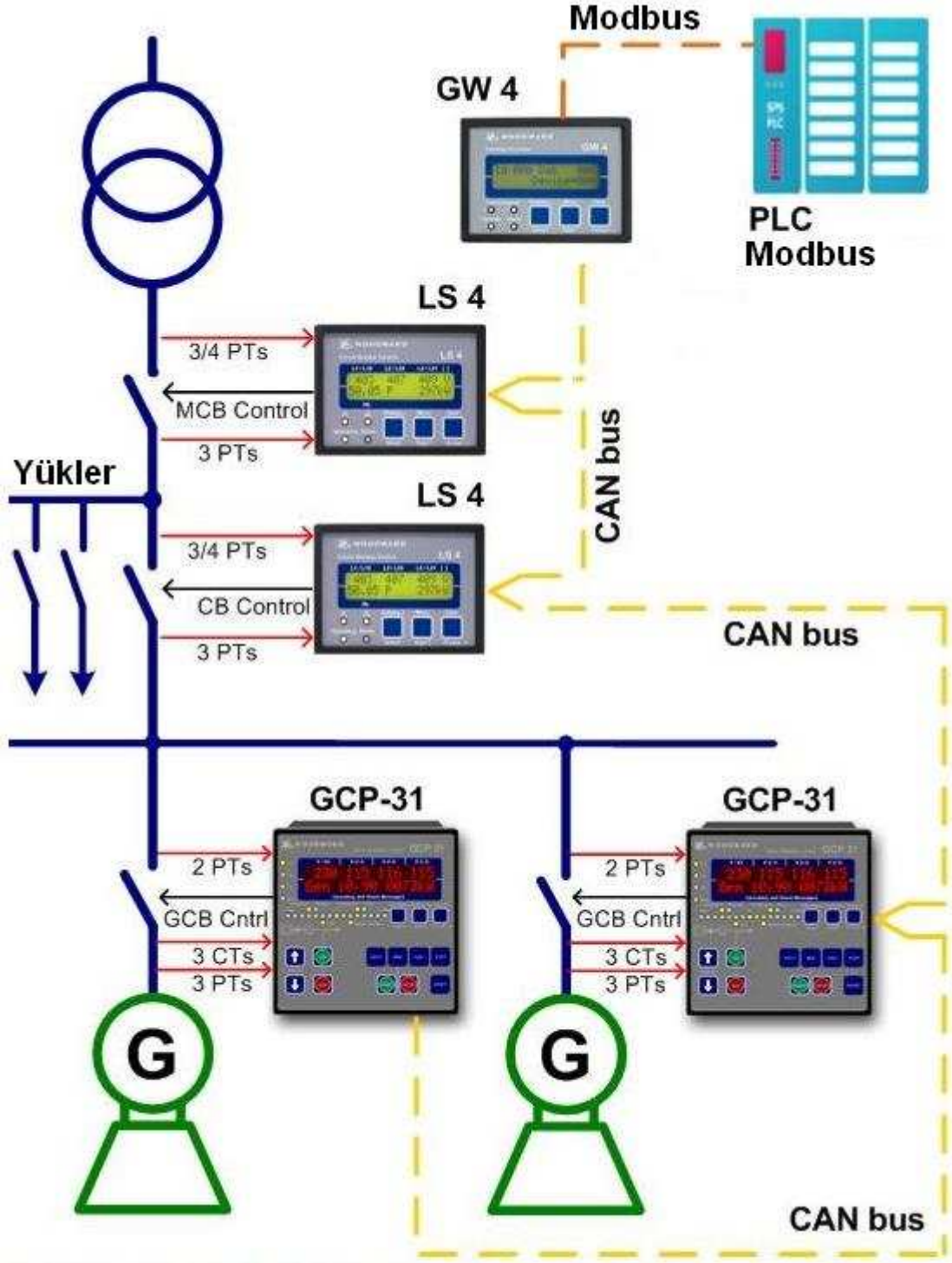
2.1.2. Yardımcı PLC (Slave PLC)

Sistemde her bir generatör için 1 adet olmak üzere toplam 2 adet Ge-Fanuc marka Versamax serisi mikro PLC kullanılmıştır. Yardımcı PLC'nin görevi grup arızalarını takip etmek ve grupların otomatik ve manuel konumlarına ve hava ve elektrik start konumlarına göre gerekli işlemleri yapmaktır. Yardımcı PLC'ler (grup 1 ve grup2) sürekli olarak modbus haberleşme kanalı ile Ana PLC ile haberleşirler. Ayrıca bu PLC'ler gruplara ait 6'lık rekli operatör diyalog panellerini de yönetirler.



Şekil 2.5 Yardımcı PLC

Yardımcı PLC üzerinde Ana PLC üzerinde olduğu gibi power supply modülü haberleşme portları, CPU modülü, giriş çıkış modülleri ve PLC'nin çalışma durumunu (run, stop modu) ve giriş çıkış portlarının durumunu gösteren ledler bulunmaktadır.

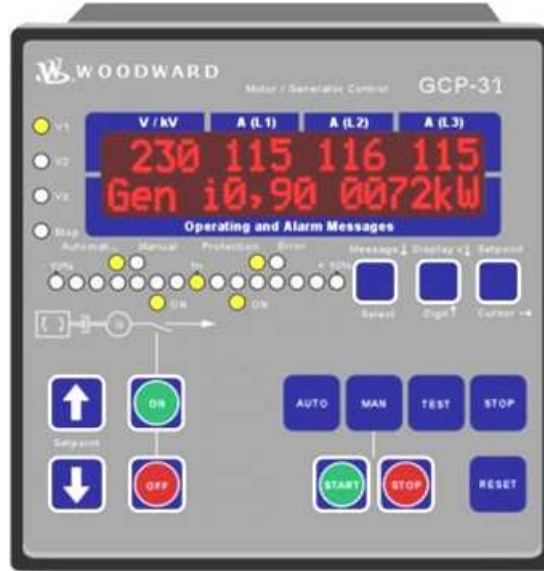


Şekil 2.6. Generatör kontrol cihazı (GCP-31), LS4, GW4, Ana PLC bağlantı şeması

Generatör kontrol cihazı (GCP 31), kesici kontrol cihazı (LS4), Canbus/Modbus dönüştürücü cihazı (GW4) ve Ana PLC cihazlarının birbirleri ile ve generatörlerle bağlantısı şekil 2.6'da verilmiştir. Bu cihazların yapısı ve görevleri aşağıda açıklanmıştır.

2.1.3. GCP 31 Generatör Kontrol Ünitesi

GCP-31 Generatör kontrol ünitesi grubun otomatik olarak veya manuel olarak çalıştırılması, durdurulması, test amaçlı çalıştırılmasını sağlayan, çekilen akımları, sahip olduğu çıkış gerilimlerini, güç faktörünü, frekansı, çekilen gücü vs. değerleri gösteren ve grup ile ilgili bütün arızaları gözleyen, grup kesicisini açtırıp kapattırın, üzerindeki senkronoskop ile senkron anını gösteren be bünyesindeki senkron kontrol rölesi ile doğru zamanda senkronizasyon işlemini yapan, aktif, reaktif yük paylaşımı yapabilen çok fonksiyonlu kontrol birimidir. Birden fazla GCP-31 cihazı kullanıldığı zaman bu cihazlar kendi aralarında haberleşebilmeleri için CAN bus haberleşme protokolünü kullanırlar. Farklı haberleşme protokolleri için protokol dönüştürücü cihazlar kullanılmaktadır.



Şekil 2.7. GCP-31 Generatör kontrol ünitesi

GCP-31'in dört farklı çalışma modu vardır. Bu modlar şu şekilde sıralanabilir;

Otomatik Çalışma Modu: Generatör ve generatör çıkış şalteri (Q1 veya Q2) otomatik olarak Ana PLC tarafından kontrol edilir. Şebeke enerjisi kesildiğinde Ana PLC Canbus hattı üzerinden gönderdiği komutla generatörü çalıştırır ve generatör çıkış kesicisini otomatik olarak kapattırır.

Manuel Çalışma Modu: GCP-31 cihazın üzerindeki manuel butonuna basılarak generatörün çalışması manuel moda alınır ve generatörün kontrolü kullanıcıya bırakılır. Kullanıcı cihaz üzerindeki butonları kullanarak generatörü start/stop edebilir, generatör çıkış kesicisini açıp kapatabilmektedir. Start butonuna basılmasıyla, başlama ve yakıt selenoid valf röleleri aktif edilir. Generatör hızı daha önceden belirlenen değere (bizim projemizde 1500 dev/dak) geldiğinde başlama rölesinin enerjisi kesilir fakat yakıt rölesi enerjili kalır. Stop butonuna basılmasıyla, yakıt rölesi enerjisiz bırakılır.

Test Çalışma Modu: Generatör test butonuna basılınca generatör çalışmaya başlar motor nominal dönme hızına (1500 dev/dak) ulaşır, alternatör çıkış gerilimi 6300 V ve 50 Hz olur ve generatör boşa çalışır. Bu modun amacı generatörün günlük kontrolü yapılırken şebeke enerjisinde kesinti oluşturmadan generatörü test etmektir.

Stop Çalışma Modu: Generatör manuel modda çalıştırılırken stop butonuna basılmasıyla, generatör yükü azaltılır, ölçülen yük nominal generatör aktif gücünün %5 ine ulaştığında generatör çıkış kesicisi açılır. Daha önceden ayarlanmış 120 saniyelik soğutma süresinden sonra yakıt rölesinin enerjisi kesilerek generatör susturulur.

GCP-31 Generatör kontrol cihazının gerçekleştirdiği işlemler şunlardır;

Senkronizasyon: Cihaz generatörleri hem şebekeyle paralel, hemde ada moduna çalışırken kontrol edebilir. Cihaz generatör şebeke ile paralel çalışırken aktif güç ve güç faktörünü, ada modunda çalışırken ise frekans ve gerilimi ayarlanan değerlerde tutmaya çalışır. Bu kontrolleri generatör, governor ve gerilim regülatörüne gönderdiği 0-10 Volt DC analog sinyallerle gerçekleştirir. Senkronizasyonun temeli, iki enerji kaynağının ortaklaşa yükleri beslemesidir. Ortak çalışmanın gerekli 4 koşulu vardır:

- Çıkış efektif gerilimlerinin eşit olması,
- Faz sıralarının aynı olması,
- Faz açılarının aynı olması,
- Frekanslarının yaklaşık aynı olması.

Senkrona giren generatör, yük olarak devreye girmemesi için frekansı, çalışan kaynak frekansından biraz yüksek olmalıdır.

Ada Modunda Çalışma: Generatör ada modunda yükü besleyen tek kaynaktır. Önceden ayarlanan frekans ve gerilim değerlerine ulaşabilmek için governor ve AVR ünitelerine gerekli sinyalleri gönderir. Uygun değerleri gördüğünde çıkış kesicisini kapayarak yükü üzerine alır.

Diğer Generatörle Paralel Çalışma: Şebeke yok iken iki Generatör devreye girip paralel çalışacaksa öncelikle öncelik sırası 1 olarak ayarlanmış generatör devreye girer, frekans ve gerilimini gerekli şekilde ayarladıktan sonra çıkış kesicisini kapayarak yükü üzerine alır diğer generatörde kendini devreye giren generatöre göre ayarlar. Senkron durumuna geldiklerinde diğer generatörde çıkış kesicisini kapatarak yükün yarısını üzerine alır.

Şebeke İle Paralel Çalışma: GCP yetki ucu PLC tarafından enerjilendiğinde şebeke var ve kesicisi kapalı ise CAN bus aracılığıyla LS4' lerle iletişime geçerek anlık şebeke değerlerini elde eder ve generatör kontrollerini bu değerleri referans alarak gerçekleştirir. Yukarıda sayılan 4 koşul gerçekleştiğinde çıkış kesicisini kapatarak yükü üzerine alır. Frekans ve gerilim sürekli sabit kaldığından governor ve AVR referans noktasını değiştirerek aktif güç ve güç faktörü ayarı yapar.

2.1.4. LS4 Kesici Kontrol Ünitesi

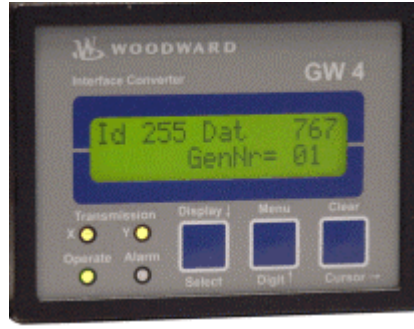
Generatör otomasyon sisteminde bu cihazdan iki adet kullanılmıştır. Bir tanesi generatör çıkış kesicisi için ve diğeri şebeke kesicisi için kullanılmıştır. Bağlı olduğu kesicilerine dair her türlü kapama ve arıza durumlarında açma işlemlerini yaptıran ve şebeke kesicisi ile senkron olarak çıkış kesicisini kapattıran, aynı zamanda şebeke ile yumuşak yük aktarımını sağlayan cihazdır. Üzerindeki ekrandan ortak generatör ve yük barası voltajını, kesiciden geçen akımı, gücü, güç faktörünü ve frekansı okumak mümkündür. Senkronizasyon için CAN bus protokolü aracılığı ile ayar değerlerini ve anlık ölçülen değerleri GCP-31 cihazına göndermektedir.



Şekil 2.8. LS4 Kesici kontrol cihazı

2.1.5. GW-4 Haberleşme Ünitesi

GCP-31 cihazları ve LS4 cihazları CANbus haberleşme protokolünü kullanmakta, generatör otomasyon sisteminde kullanılan diğer cihazlar ise Modbus haberleşme protokolünü kullanmaktadır. GW4 haberleşme cihazı CANbus protokolünü Modbus protokolüne dönüştürerek GCP-31 ve LS4 cihazlarının Ana PLC ve diğer cihazlarla haberleşmesini sağlamaktadır.



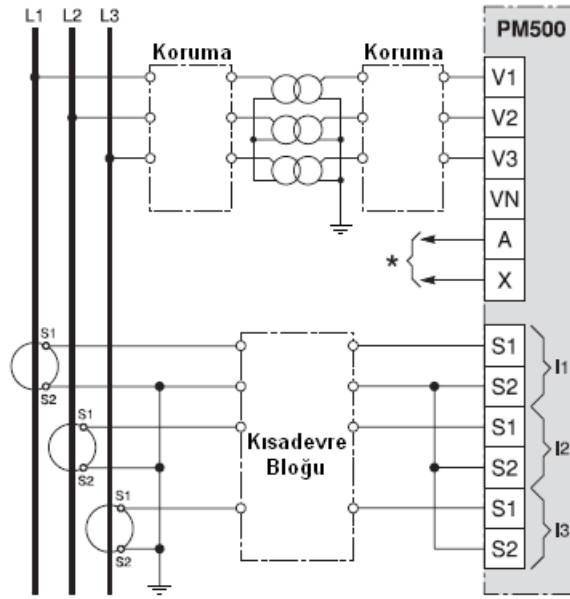
Şekil 2.9. GW4 Canbus/Modbus dönüştürücü

2.1.6. PM500 Enerji Analizatörü

Merlin Gerin firması tarafından üretilen PM500 enerji analizatörü TR trafo çıkış kesicisinden gelen sinyalleri işlemektedir. TR çıkış kesicisinde bulunan 300/5 dönüştürme oranı olan akım transformatörlerinden gelen akım uçları ile yine TR trafo çıkış kesicisinin ölçü hücresinde bulunan 6.3 kV/100 V'luk gerilim transformatörlerinden gelen gerilim uçları PM500'ün şekil 2.11'de görüldüğü gibi akım ve gerilim uçlarına uygulanmaktadır. PM500 bu akım ve gerilim bilgilerini ekranda göstermekte olup, ayrıca bu bilgilerden şebeke trafosundan çekilen toplam aktif gücü, reaktif gücü, görünür gücü, her bir fazın ayrı ayrı aktif, reaktif ve görünür güçlerini, her bir fazın ayrı ayrı akımlarını, toplam harmonik distorsiyonu, şebeke trafosundan çekilen toplam enerjiyi hesaplayarak ekranda göstermekte ve kaydetmektedir.



Şekil 2.10. PM500 enerji analizatörü ön görünüşü

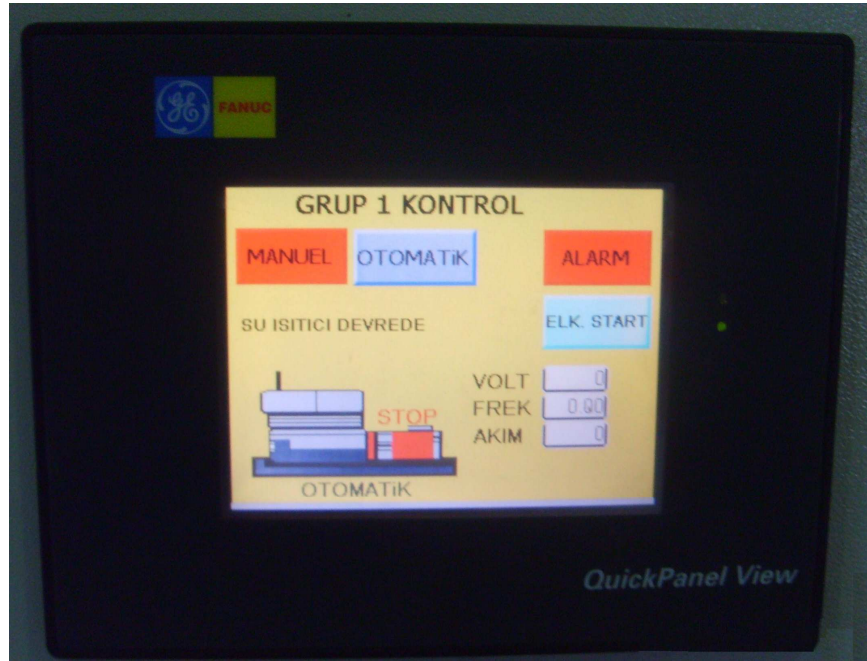


Şekil 2.11. PM500 akım ve gerilim bağlantı şeması

2.1.7. 6" Operatör Diyalog Paneli

6"lik operatör paneli tamamen dokunmatik olup üzerinde fabrika ayarı olarak Windows.CE işletim sistemi yüklüdür. Bu işletim sistemi üzerine Ge-Fanuc firmasına ait özel bir tasarım program ile tasarlanan kullanıcı arayüzü yüklenmektedir. Kullanıcı bu ekrandan generatöre ait çalışma ayar bilgilerini girmektedir. Bu çalışma ayar bilgileri şekil 2.12.'de de görüldüğü gibi generatörün manuel modamdı yoksa otomatik moddamı olduğu,

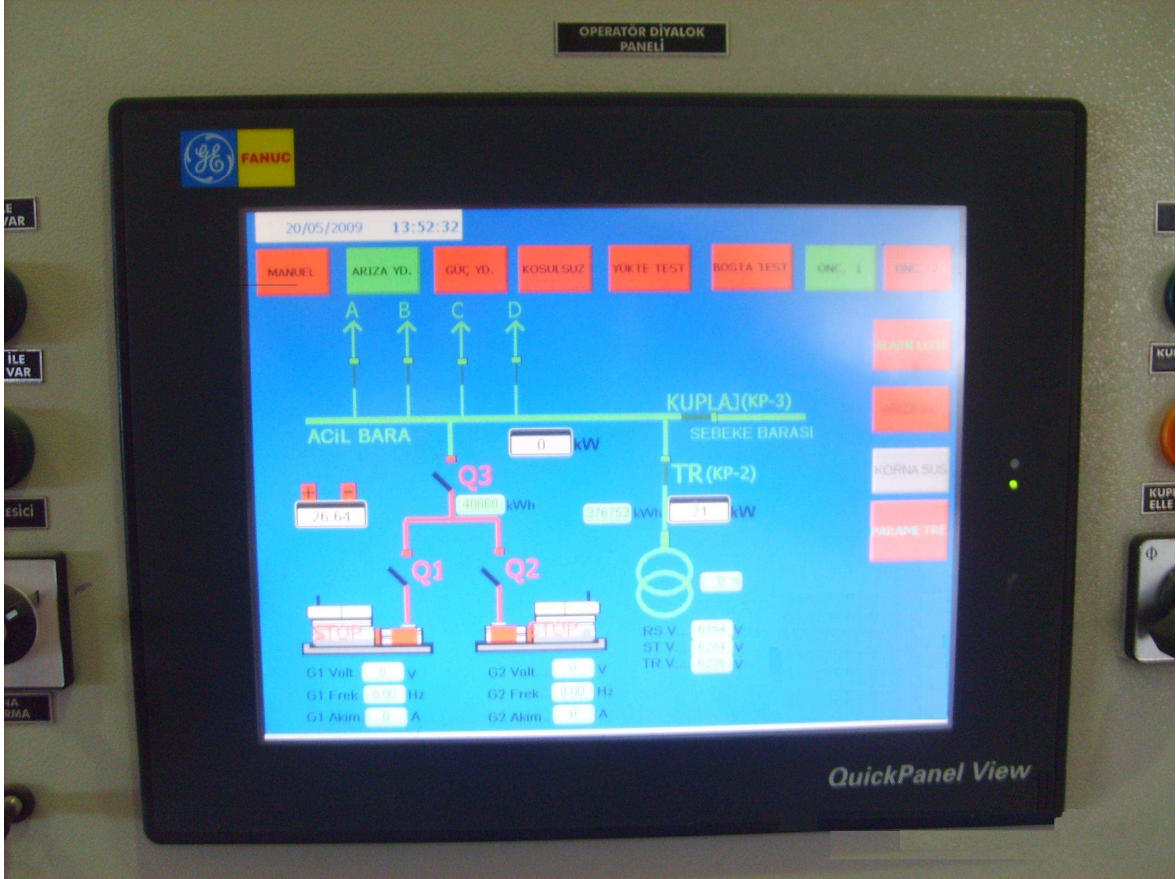
generatör motoru çalışırken hava kompresörü ilemi çalıştırılacağı yoksa marş dinamosu yardımcılamı (elektrik start) çalıştırılacağı gibi bilgilerdir. Ayrıca generatör çalışırken generatörün ürettiği gerilim, frekans ve generatörden çekilen akım bu ekran üzerinden kullanıcıya gösterilmektedir. Bu ekran Yardımcı PLC ile haberleşerek üzerinde kullanıcının seçmiş olduğu generatör ayar bilgilerini generatör kontrol cihazı GCP-31'e iletmektedir.



Şekil 2.12. 6” dokunmatik operatör diyalog paneli

2.1.8. 12” Operatör Diyalog Paneli

12” lik master operatör diyalog paneli dokunmatik ve renkli ekrana sahiptir. İçerisinde Windows CE fabrika ayarı olarak yüklüdür. Bu işletim sistemi üzerine Ge-Fanuc firmasına ait özel bir tasarım program ile tasarlanan kullanıcı arayüzü yüklenmektedir. Panel üzerinden operatör tüm sistem kontrollerini gerçekleştirebilmektedir. Operatör istediği işlevi yerine getirebilmek için panel ekranında ilgili kısımlara dokunması yeterlidir.



Şekil 2.13. 12” dokunmatik operatör diyalok paneli

Operatör diyalok paneli üzerinde sistem tek hat şeması, sistem türü seçim butonları, alarm butonu, arıza silme, korna susturma butonları ve şebeke trafosu ve generatörlerin akım, gerilim, frekans, güç ve enerjileri gösterilmektedir. Sol üst köşede tarih ve saat bulunmaktadır. Tek hat üzerinde her zaman aktif olan ve enerji altında olan baralar yeşil renkte pasif ve enerji bulunmayan baralar ise kırmızı renktedir. Operatör bu panel üzerinden istediği butona dokunarak generatörler ile ilgili ayarları seçebilmektedir. En önemli ayarlar sistem çalışma türü seçim ayarlarıdır. Sistem çalışma türü seçim ayarları manuel, otomatik, arıza yedekli, güç yedekli, koşulsuz senkron, boşta test, yükte test ve grupların öncelik sırası gibi ayarlardır. Bu ayarlar bir sonraki bölümde detaylı anlatılmıştır.

2.1.9. Sistem Çalışma Türleri

Bu bölümde sistem çalışma türlerinin işlevleri incelenecektir. Sistem çalışma türlerini Ana PLC yönetmektedir. Sistem çalışma türleri şu şekilde özetlenebilir;

2.1.9.1. Manuel Çalışma

Sistem kesici kapalıyken veya sistem kesici açılarak sisteme ilk enerji verildiğinde sistem manuel çalışmadadır. Manuel modda arıza ihbarları dışındaki girişler dikkate alınmaz ve kesiciler kumanda edilmez. Şebeke enerjisi kesildiği zaman manuel çalışmada gruplar otomatik olarak çalışmayacaktır. Master Panel üzerinden manuel mod seçili iken grup kontrol panelleri de manuel moda geçer ve master panelden otomatik mod seçilmediği sürece grup panelleri otomatikçe geçmez.

2.1.9.2. Otomatik Çalışma

Arıza yedekli öncelik 1 veya 2, güç yedekli öncelik 1 veya 2, koşulsuz senkron, yükte test ve boшта test modları otomatik çalışma tipleridir. Otomatik çalışmada şebeke enerjisi kesildiğinde veya nominal değerlerin dışına çıktığında gruplar otomatik olarak çalışma türüne göre çalışır ve acil barayı besler. Sistem master panel üzerinden yukarıdaki çalışma türlerinden birine alındığı zaman sistem otomatikçe alınmış olur. Bu aşamadan sonra grup panelleri üzerinden de aksi istenmiyorsa otomatikçe alınmalıdır. Otomatik çalışmada şebeke enerjisi kesildiğinde TR ve Kuplaj kesicisi açtırılır, seçilen çalışma türüne göre grup ya da gruplar çalışır ve acil barayı besler. Şebeke enerjisi geri geldiğinde şebeke kararlılık süresi sonunda şebeke ile otomatik senkron olunur, yük yumuşak ve ayarlanabilir bir süre şebekeye aktarılır. Yük aktarıldıktan sonra Q3 kesicisi açtırılır ve gruplar soğutma süresinden sonra susturulur.

2.1.9.3. Arıza Yedekli

Bu çalışma modunda şebeke enerjisi kesildiği zaman veya yükte test seçildiğinde öncelikli olan grup çalışarak acil barayı besler. Her zaman tek grup çalışır. Gruplardan herhangi biri arızalanırsa sağlam ve otomatikte olan diğer grup sistemi besler. Grubun arızası giderilip arıza resetlenince bu grup diğer grupla senkron olur ve öncelikli grup olduğu için yükü tekrar üzerine alır. Bu modda güç kontrolü yapılmamaktadır. Bu nedenle mevcut yükün tek grup tarafından beslenebileceğinden emin olunduktan sonra bu modda

sistem bırakılmalıdır. Bu modda öncelikli grup manuel olursa sistem diğer grup tarafından beslenecektir.

2.1.9.4. Güç Yedekli

Bu çalışma modunda şebeke enerjisi kesildiği zaman her iki grupta çalışır. Daha sonra eğer mevcut yük, yük min sınırından fazla ise iki grup senkron olarak çalışmaya devam eder. Mevcut yük yük min sınırından aşağıya düşerse belli bir süre sonra önceliksiz grup devre dışı kalır ve acil bara tek grup tarafından beslenir. Bu durumdayken sistem yük max sınırını geçerse diğer grup çalışır, senkron olur ve yükü beraber beslerler. Yük analizi her zaman iki grup çalışıp senkron olduktan sonra başlar. Yük max seviyesinden fazla iken gruplardan biri arıza yaparsa yük atma çıkışı verilir ve mevcut yük, yük max sınırından aşağı inene kadar yük atılır. Grup arızası giderilip resetlenince grup çalışan grup ile senkron olur yük atmada atılan yükler geri alınır ve yükler beslenir. Bu modda amaç acil barayı gerektiği kadar grupla beslemektir. Yükün yük max sınırına kadar ulaşma ihtimali varsa bu modda sistem bırakılmalıdır.

2.1.9.5. Koşulsuz Senkronize

Bu çalışma modunda şebeke enerjisi kesildiği zaman her iki grup çalışır kendi aralarında senkron olur ve acil barayı ikisi beraber besler. Güç analizi yapılmaz. Koşulsuz olarak sürekli iki grup senkron çalışır. Bu modda öncelikli grup kavramı yoktur. Gruplardan herhangi biri arıza yaparsa sağlam olan diğer grupla sistem beslenir ancak yük atma verilir. Eğer gruplardan biri arızalı ya da manüel bu mod seçili iken şebeke enerjisi kesilirse gruplar start almayacaktır. Bu modda diğer modlardan farklı olarak Q3 generatör barası çıkış kesicisi iki grup kendi aralarında senkron olduktan sonra kapatılacaktır. Dolayısı ile baraların enerjilenmesi iki grubun kendi arasında senkron olma süresi kadar gecikecektir. Bu nedenle bu mod sadece yükün her zaman iki grup gücü kadar veya yakın değerlerde olduğunda seçilmelidir.

2.1.9.6. Yükte Test

Bu çalışma modun master panel üzerinden seçildiğinde o anki seçili olan çalışma türüne göre grup veya gruplar çalışır, Kuplaj kesicisi açtırılır ve şebeke ile senkron olurlar, şebekeden yük yumuşak geçişle gruplara aktarılır, daha sonra TR kesicisi açtırılır. Yükte test bitir butonuna basılana kadar bu durumda beklenir, yani yük gruplardan beslenir.

2.1.9.7. Boşta Test

Bu çalışma modu seçildiğinde gruplar aynı anda çalışır, kendi aralarında senkron olurlar, bu şekilde test sona erene kadar beklerler. Bu modda gruplar yük almaz. Bu modda iken eğer şebeke enerjisi kesilirse sistem grupları test seçiminden önceki çalışma moduna göre normal olarak yüke sokar ve acil barayı besler.

2.2. Generatör Kontrol Panoları

2x1500 kVA 6.3 kV çıkış gerilimi üreten dizel motorlu generatör grubunun kontrol ve otomasyonu için şekil 2.14'de gösterilen Grup1 kumanda panosu, Grup 2 kumanda panosu, Senkronizasyon panosu ve yardımcı panodan oluşan 4 adet otomasyon panosu kullanılmaktadır.



Şekil 2.14. Generatör otomasyon panoları

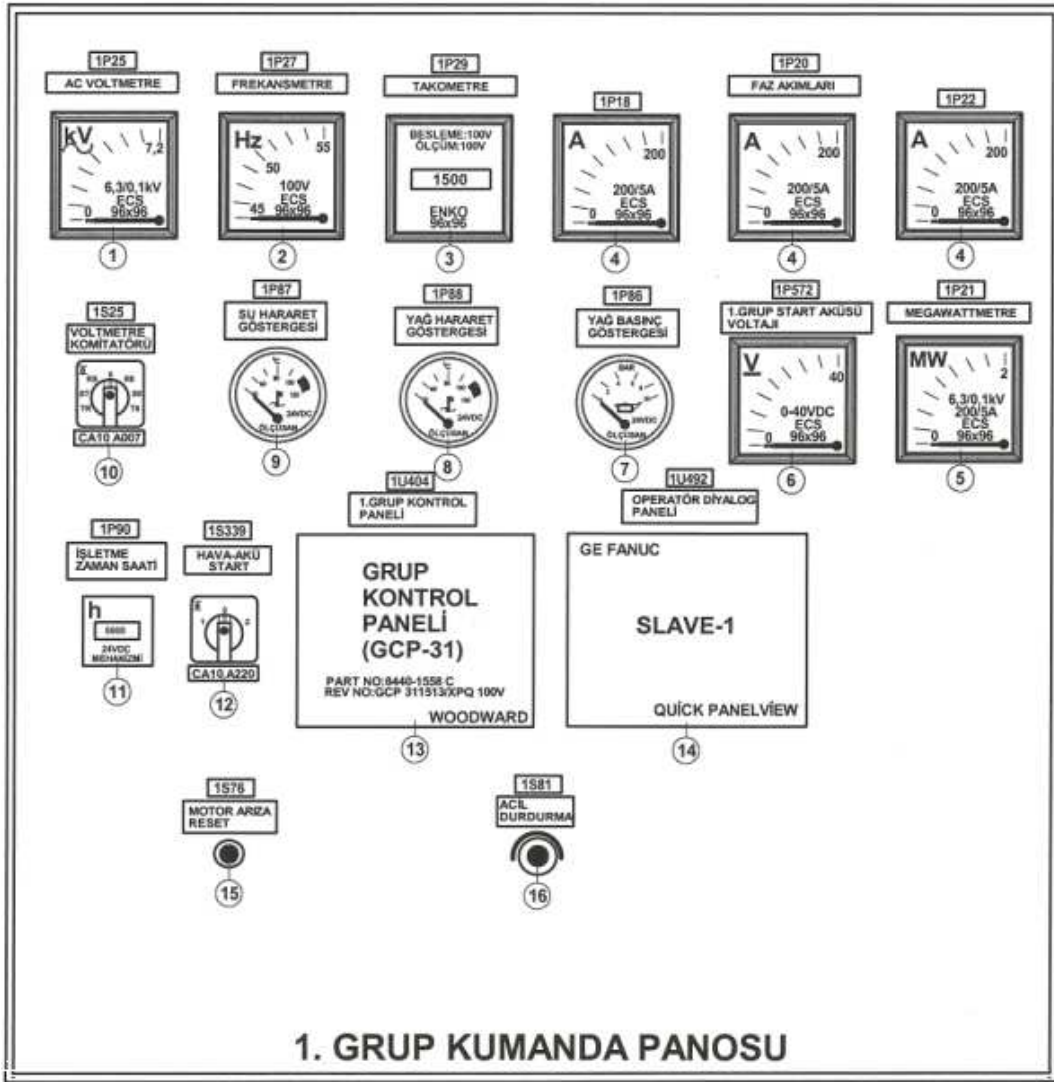
2.2.1. Grup Kontrol Panosu

Grup 1 ve Grup2 generatörlerinin kontrol panoları aynı özelliktedir. Bu panolar generatörlerin kontrolü için gerekli otomasyon cihazlarını içeren panolardır. Şekil 2.15’de grup kumanda panosunun önden görünüşü verilmiştir. Şekil 2.16’de ise grup kumanda panosunun önden görünüş ve cihaz yerleşimi çizim halinde verilmiş olup şekil devamında pano detayındaki cihazların görevleri detaylı olarak açıklanmıştır.



Şekil 2.15. Grup kumanda panosu

Ac Voltmetre: Grubun çalıştığı anda ürettiği voltajı gösterir. 10 numaralı voltmetre komütatörü vasıtası ile faz arası ve faz-nötr voltajını görmek mümkündür. Grubun kesicisine monte edilen 6300/100 V yüksek gerilim trafolarından aldığı sinyallere göre 100 V hissettiği anda skalasında 6300 V gösterecek şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 2.16. Grup kumanda panosu ön görünüş şeması

Frekansmetre: Grubun çalıştığı anda sahip olduğu frekans değerini gösterir. 100 V hissettiği anda skalasında 50 Hz gösterecek şekilde ayarlanmıştır.

Takometre: Grubun çalıştığı anda dakikadaki devir sayısını gösterir. Besleme ve ölçüm voltajları 100 V olup grup 6300 V ürettiğinde 1500 devir/dak hızında dönmektedir.

Ampermetre: Grubun devrede olduğu ve yükü beslediği anda gruptan çekilen akımları her bir faz için ayrı ayrı gösterir. Grup kesicisine monte edilen 200/5 A yüksek gerilim akım trafosundan aldığı sinyallere göre çekilen akımı gösterir.

Megawattmetre: Grubun devrede olduğu ve yükü beslediği anda gruptan çekilen aktif gücü gösterir. Cihaza grup kesicisinde bulunan 6300/100 V gerilim ve 200/5 A akım trafolarından gelen sinyaller uygulanır.

DC Voltmetre: Grup start akülerinin sahip olduğu DC voltajı gösterir. Start akülerinin şarj işlemini ise yardımcı pano üzerinden yapılır.

Yağ Basınç Göstergesi: Grubun çalıştığı anda motordaki yağın basıncını bar olarak gösterir. Motorun yağ basınç devresine konulan yağ basınç müşirinden aldığı sinyallere göre değer gösterir.

Yağ Hararet Göstergesi: Grubun çalıştığı anda motordaki yağın sıcaklığını derece olarak gösterir. Motorun yağ devresine konulan hararet müşirinden aldığı sinyallere göre değer gösterir.

Su Hararet Göstergesi: Grubun çalıştığı anda motordaki blok suyu hararetini derece olarak gösterir. Motorun su devresine konulan su hararet müşirinden aldığı sinyale göre değer gösterir.

Voltmetre Komütatörü: Grubun çalıştığı anda grubun ürettiği faz-faz ve faz-nötr voltajını voltmetreden göstermek için kullanılır.

İşletme Zaman Saati: Grubun toplam olarak çalışmış olduğu süreyi gösterir. Cihazın girişin motor her çalıştığında 24 V kontrol sinyali uygulanarak değerinin bir artması sağlanır.

Hava-Akü Start Seçici: Grubun manuel çalışmada hava ile mi? yoksa aküler vasıtası ile mi start almasını seçmeye yarayan pako şalterdir. Bu seçim otomatik çalışmada PLC üzerinden ayarlanmaktadır.

Grup Kontrol Paneli: Grubun otomatik olarak veya manuel olarak çalıştırılması, durdurulması, test amaçlı çalıştırılmasını sağlayan, çekilen akımları, sahip olduğu çıkış gerilimlerini, güç faktörünü, frekans, çekilen gücü vs. değerleri gösteren ve grup ile ilgili bütün arızaları gözleyen, grup kesicisini açtırıp kapattıran, üzerindeki senkronoskop ile senkron anını gösteren be bünyesindeki senkron kontrol rölesi ile doğru zamanda senkronizasyon işlemini yapan, aktif, reaktif yük paylaşımı yapabilen çok fonksiyonlu kontrol birimidir.

Operatör Diyalog Paneli: Grup ile ilgili bütün bilgileri barındıran ve grup arızalarını kullanıcıya bildiren, grup parametreleri üzerinden dokunmatik olarak yapılabilen bir kullanıcı arayüz birimidir. Operatör bu diyalog paneli üzerinden generatöre ait her türlü ayarlı yapabilmektedir.

Motor Arıza Reset: Generatör gruplarında alternatöre dönem hareketi MTU marka dizel motor ile sağlanmaktadır. MTU motorlar tamamen elektronik kontrollüdür ve bütün

işlemleri üzerindeki MDEC denilen elektronik cihaz ile yapmaktadır. Bu cihaz ile dışarıdan motora ilgili sinyallerin gönderileceği bir arayüz mevcuttur. Bu arayüz üzerinde dört dijital bir ekran mevcuttur ve motor ile ilgili her türlü arıza bu ekranda kodlu olarak kullanıcıya bildirilmektedir. Motorda bir arıza olduğunda bu ekrana bakılarak arıza hakkında bilgi alınır ve arıza giderildikten sonra motor arıza butonu ile arıza resetlenir. Eğer arıza resetlenmez ise generatör motoru çalıştırılmaz.

Acil Durdurma Butonu: Acil durumlarda grubun kesicisini açtıran ve grubu soğutmasız olarak durdurmak için kullanılan butondur.

2.2.2. Senkronizasyon Panosu

Grupların birbiri arasında ve şebeke ile senkronizasyonu için gerekli olan cihazların ve Ana PLC'nin üzerinde bulunduğu ana panodur. Şekil 2.17'da senkronizasyon panosunun önden görünüşü verilmiştir. Şekil 2.18'de ise senkronizasyon panosunun önden görünüş ve cihaz yerleşimi çizim halinde verilmiş olup şekil devamında pano detayındaki cihazların görevleri detaylı olarak açıklanmıştır.



Şekil 2.17. Senkronizasyon panosu

TR-1 Enerji Analizörü: Sistemde mevcut bulunan trafo 1 den çekilen ayrı ayrı her faz akımını ve ortalama akımı, TR-1'in her fazının faz-faz ve faz- nötr voltajını, TR-1'in her fazının ayrı ayrı güç faktörünü ve her fazından çekilen ayrı ayrı aktif, reaktif ve görünür güçleri gösteren ve bünyesinde kaydeden cihazdır. TR-1 çıkışında bulunan ölçü hücresindeki akım ve gerilim trafolarından aldığı değerleri göstermektedir.

Senkronoskop: Manuel çalışmalarda 8 numaralı senkronoskop anahtarı 1 konumunda iken cihaza uygulanan ortak generatör barası voltajı ve kuplaj-2 voltaj sinyallerine göre senkron anını gösteren ve saat 12 durumuna geldiğinde çıkış veren cihazdır. 10 numaralı pako şalterin konumuna göre saat yönünde veya saat tersi yönünde üzerindeki ledleri yakarak işlem görür.

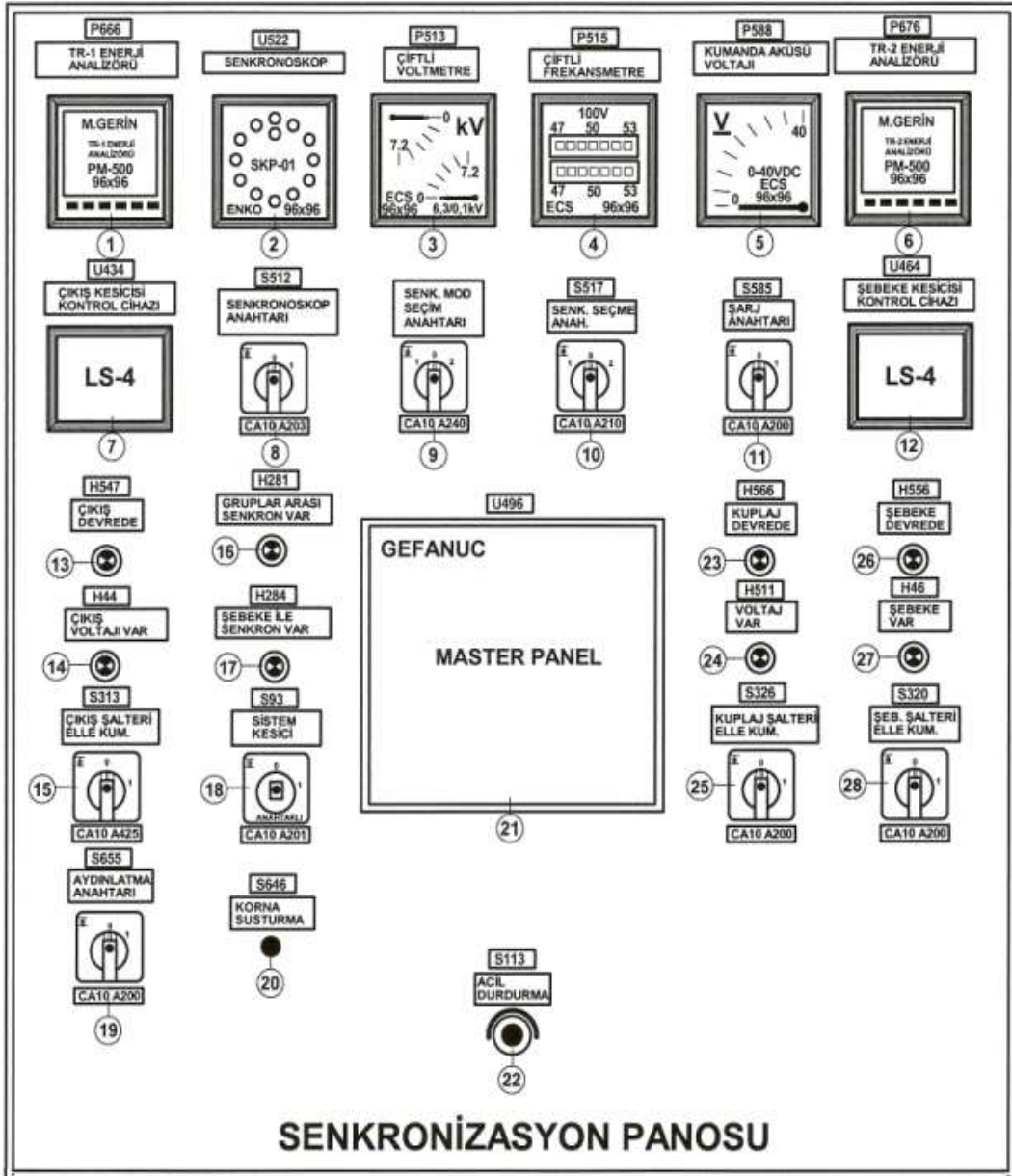
Çiftli Voltmetre: Manuel çalışmada 8 numaralı senkronoskop anahtarı 1 konumunda iken üst tarafındaki voltaj bölmesi yük barası voltajını gösterecek ve alt tarafındaki voltaj bölmesi ise 10 numaralı pako şalterin konumuna bağlı olarak ortak generatör barası voltajını veya kuplaj-2 voltajını gösterecek şekilde kullanılmıştır.

Çiftli Frekansmetre: Manuel çalışmada 8 numaralı senkronoskop anahtarı 1 konumunda iken üst tarafındaki frekans bölmesi yük barası frekansını gösterecek ve alt tarafındaki frekans bölmesi ise 10 numaralı pako şalterin konumuna bağlı olarak ortak generatör barası frekansını ve kuplaj-2 frekansını gösterecek şekilde kullanılmıştır.

DC Voltmetre: Sistemde motorlara ait start aküleri ayrı, panodaki cihazların çalışması için ise ayrı aküler kullanılmış olup, panodaki cihazların çalışmasını sağlayan akülere kumanda aküleri denmektedir. Bu cihaz, kumanda akülerinin sahip olduğu DC voltajını gösterir.

TR-2 Enerji Analizörü: Sistemde mevcut bulunan TR-2'den çekilen ayrı ayrı her faz akımını ve ortalama akımı, TR-2'nin her fazının voltajını ayrı ayrı faz-nötr ve faz arası olarak, TR-2'nin her fazının ayrı ayrı güç faktörlerini ve TR-2'nin her fazından çekilen ayrı ayrı aktif, reaktif ve görünür gücü gösteren ve bahsedilen değerlerin en yüksek değerlerini bünyesinde tutan cihazdır. TR-2'nin tarafında bulunan ölçü hücresindeki yüksek gerilim akım ve gerilim trafolarından aldığı sinyallere göre işlem yapmaktadır.

Çıkış Kesici Kontrol Cihazı: Bu cihaz çıkış kesicisine dair her türlü kapama ve arıza durumlarında açma işlemlerini yaptıran ve şebeke kesicisi ile senkron olarak çıkış kesicisini kapattıran, aynı zamanda şebeke ile yumuşak yük aktarımını sağlayan cihazdır. Üzerindeki ekrandan ortak generatör ve yük barası voltajını, çıkış kesicisinden geçen akımı, gücü, güç faktörünü ve frekansı okumak mümkündür.



Şekil 2.18. Senkronizasyon panosu ön görünüş şeması

Senkronoskop Anahtarı: Manuel çalışmada 1 konumunda iken 2, 3, 4 numaralı senkronoskop, çiftli voltmetre ve çiftli frekansmetrenin yukarıda anlatılan şekilde çalışmasını sağlayan pako şalterdir.

Senkron Mod Seçim Anahtarı: Senkron modu seçmek için kullanılan anahtardır.

Senkron Seçme Anahtarı: Bu pako şalterin 1 numaralı konumu ortak generatör barasını, 2 numaralı konumu ise TR-2 barasını temsil etmekte olup, çiftli voltmetre ve çiftli frekansmetrede üst bölmeler yük barasını temsil etmektedir. Yük barasında voltaj var ise

(şebeke devrede ise) ve 8 numaralı senkronoskop anahtarı 1 konumunda ise bu cihazların üst bölmelerinde şebeke voltajı ve frekansı bilgileri okunur, bu durumda bu pako şalteri 1 konumuna getirerek ortak generatör barasında voltaj var ise bu cihazların alt bölmelerinde de aynı zamanda ortak generatör barası voltajını ve frekansını görülebilir. Yük barasında voltaj var ise (generatörler devrede ise) ve 8 numaralı senkronoskop anahtarı 1 konumunda ise bu cihazların üst bölmelerinde ortak generatör barası voltajı ve frekansı bilgileri okunmaktadır, bu durumda bu pako şalteri 2 konumuna getirerek TR-2 barasında voltaj var ise bu cihazların alt bölmelerinde de aynı zamanda TR-2 barası voltajını ve frekansını görülebilmektedir.

Şarj Anahtarı: Kumanda akülerinin şarj işlemini gerçekleştirmek için bu anahtar kullanılmaktadır. Anahtar 1 konumunda iken şarj işlemi başlar ve şarj olduktan sonra redresörün tampon şarj yaptırmasını sağlar.

Kuplaj-2 Kesici kontrol Cihazı: Bu cihaz kuplaj-2 kesicisine dair her türlü kapama ve arıza durumlarında açma işlemlerini yaptıran ve çıkış kesicisi ile senkron olarak kuplaj-2 kesicisini kapattıran, aynı zamanda generatörler ile yumuşak yük aktarımını sağlayan cihazdır. Üzerindeki ekrandan kuplaj-2 ve yük barası voltajını, kuplaj-2 kesicisinden geçen akımı, gücü, güç faktörünü ve frekansı okumak mümkündür.

Çıkış Devrede Lambası: Çıkış kesicisi devrede olduğu zaman yanan sinyal lambasıdır. 24 V DC ile çalışmaktadır.

Çıkış Voltajı Var Lambası: Ortak generatör barasında voltaj mevcutsa yani generatörler devrede iken bu sinyal lambası yanmakta ve çıkış kesicisinin altında voltaj mevcut olduğunu göstermektedir.

Çıkış Kesicisi Elle Kumanda: Manuel çalışmalarda çıkış kesicisini kapattırıp açtıran pako şalterdir. Çıkış kesicisini manuel çalışmada devreye almak için ortak generatör barasında voltaj var ise bu anahtarı 1 ve daha sonra start yaptırılınca, bu komut çıkış kesicisi kontrol cihazı tarafından değerlendirilerek durum müsaitse bu cihaz çıkış vererek çıkış kesicisi kapattırılır. Bu pako şalter 0 konumuna alınarak çıkış kesicisi devreden çıkarttırılır.

Gruplar Arası Senkron Var Lambası: 1. ve 2. grup senkron çalıştıklarında yanan 24 V DC beslemeli sinyal lambasıdır.

Şebeke İle Senkron Var Lambası: Çıkış kesici ile kuplaj-2 kesicisi senkron çalıştıklarında yanan 24 V DC beslemeli sinyal lambasıdır.

Sistem Kesici: Bu anahtar sistem için çok önemli olması nedeni ile mekanik anahtarlı olarak imal edilmiştir. Bu anahtar sürekli 1 konumunda olmalıdır. Sistemdeki elektronik cihazların (PLC, Panel, GCP 31, LS-4 vb.) çalışması için gerekli besleme gerilimini kontrol etmektedir.

Aydınlatma Anahtarı: Bu anahtar 1,2 ve senkron panolarındaki aydınlatma lambalarının çalışmasını kontrol eder ve pano içindeki lambalar bu anahtar 1 konumunda ve pano kapısına yerleştirilmiş kapı kontaklarına bağlı olarak kapı açılıp kapatıldığında devreye girer ve çıkarlar.

Korna Susturma Anahtarı: Sistemde meydana gelecek bir arıza durumunda sistem kornası çalarak operatörü uyarır. Bu anahtar yardımıyla korna susturulur.

Master Panel: Sisteme dair tüm verileri kullanıcıya bildiren ve sistemle ilgili bütün parametrelerin dokunmatik olarak ayarlanmasını sağlayan 12 inch büyüklüğünde bir kullanıcı diyalog panelidir.

Acil Durdurma Butonu: Oluşabilecek herhangi bir arıza veya kaza durumunda sistemin komple durdurulması işlemini sağlamaktadır.

Kuplaj-3 Devrede Lambası: Kuplaj-3 kesicisi devrede olduğu zaman yanan 24 V DC besleme gerilimi ile çalışan sinyal lambasıdır.

Kuplaj-3 Voltajı Var Lambası: Kuplaj-3 barasında voltaj mevcut olduğunda kullanıcıyı uyaran 24 V DC besleme gerilimli lambadır.

Kuplaj-3 Kesicisi Elle Kumanda: Manuel çalışmada kuplaj-3 kesicisini açtırıp kapattırmak için kullanılan pako şalterdir.

Kuplaj-2 Devrede Lambası: Kuplaj-2 kesicisi devrede olduğu zaman yanan lambadır.

Kuplaj-2 Voltajı Var Lambası: Şebeke barasında voltaj mevcut olduğunda yanan lambadır ve kuplaj-2 kesicisinin altında voltaj olduğunu bildirmektedir.

Kuplaj-2 Kesicisi Elle Kumanda : Manuel çalışmada kuplaj-2 kesicisini kapattırıp açtıran pako şalterdir. Kuplaj-2 kesicisini manuel çalışmada devreye almak için şebeke barasında voltaj var ise bu anahtar 1 konumuna alınır. Verilen bu komut şebeke kesicisi kontrol cihazı tarafından değerlendirilerek durum uygunsa bu cihaz çıkış vererek kuplaj-2 kesicisini kapattırır.

2.3. Tasarlanan SCADA Yazılımı

Bu tez çalışmasında 2x1500 kVA gücünde 6.3 kV çıkış gerilimi üreten generatör grubu otomasyon sistemi için Vijeo Citect SCADA tasarım yazılımı kullanılarak uzaktan izleme (SCADA) programı geliştirilmiştir. Bu program yardımıyla yukarıda anlatılan master ve slave operatör diyalog paneli üzerinde bulunan fonksiyonların benzerleri SCADA programı üzerinde oluşturulmuş olup, tasarlanan SCADA programında master ve slave operatör diyalog panelleri üzerinde bulunmayan bir çok ölçüm değerine yer verilmiş.

SCADA programı yardımıyla generatör sistemini kullanan operatörler generatör ve şebeke durumlarını uzaktan gözleyebilmekte ve tesisin elektrik sisteminde oluşabilecek arızalara daha hızlı müdahale edebilmektedirler.

2.3.1. Vijeo Citect SCADA Tasarım Yazılımı

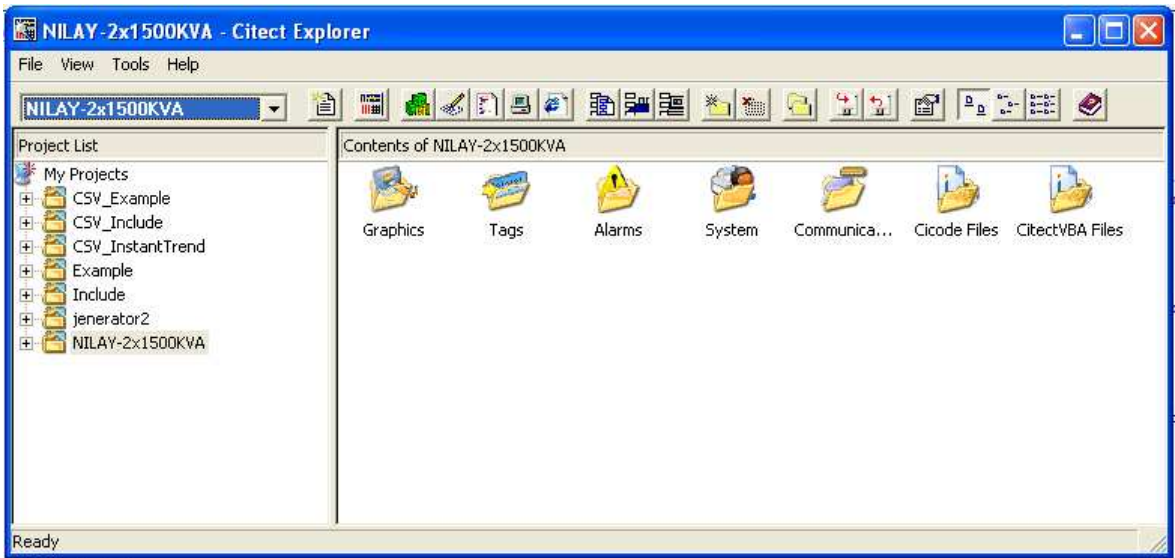
Vijeo Citect SCADA tasarım yazılımı Schneider Electric firmasına ait tasarım yazılımıdır. Bu yazılım sayesinde her türlü otomasyon sistemi için uzaktan izleme ve kontrol imkanı veren programlar tasarlanabilmektedir. Vijeo Citect tüm fabrika otomasyon ve modernizasyonlarında (Doğalgaz ,Şeker, OSB, Su Arıtma Tesisleri, Petrokimya, Çimento, Demir Çelik, Otomotiv vb.), enerji izleme otomasyonunda, bina ve mağaza otomasyonunda, ısıtma , soğutma ve iklimlendirme, seracılık, hayvancılık, tarım sanayinde, makina ve gıda sanayinde, fiziksel büyüklerin ölçülmesi, gösterilmesi, kontrolü, verilerin saklanması, iletilmesi ve raporlanmasında kullanılabilir. Vijeo Citect programının bazı özellikleri şunlardır;

- Program tasarımcısının oluşturacağı grafik, şekil ve animasyonlar ile bir sensörden yada cihazdan gelen dijital yada analog bilgilerin kullanıcıya görsel olarak gösterilmesi,
- Kullanıcıların grafiksel arayüzler kullanılarak kontrol edilen alandaki cihazlara kolayca erişim sağlanması,
- İzlenen ölçüm değerlerinin milisaniyeler kadar küçük zaman aralıklarında ölçülüp trend değişkenlerinde kaydedilebilmesi,
- Anlık ve kayıtlı ölçüm sonuçlarının raporlanabilmesi, üzerinde istatistiksel analiz yapılabilmesi.

Vijeo Citect yazılımı; Citect Explorer, Citect proje editörü (Citect Project Editor), Citect grafik editörü (Citect Graphic Builder), ve Citect Runtime olmak üzere dört farklı bölümden oluşmaktadır.

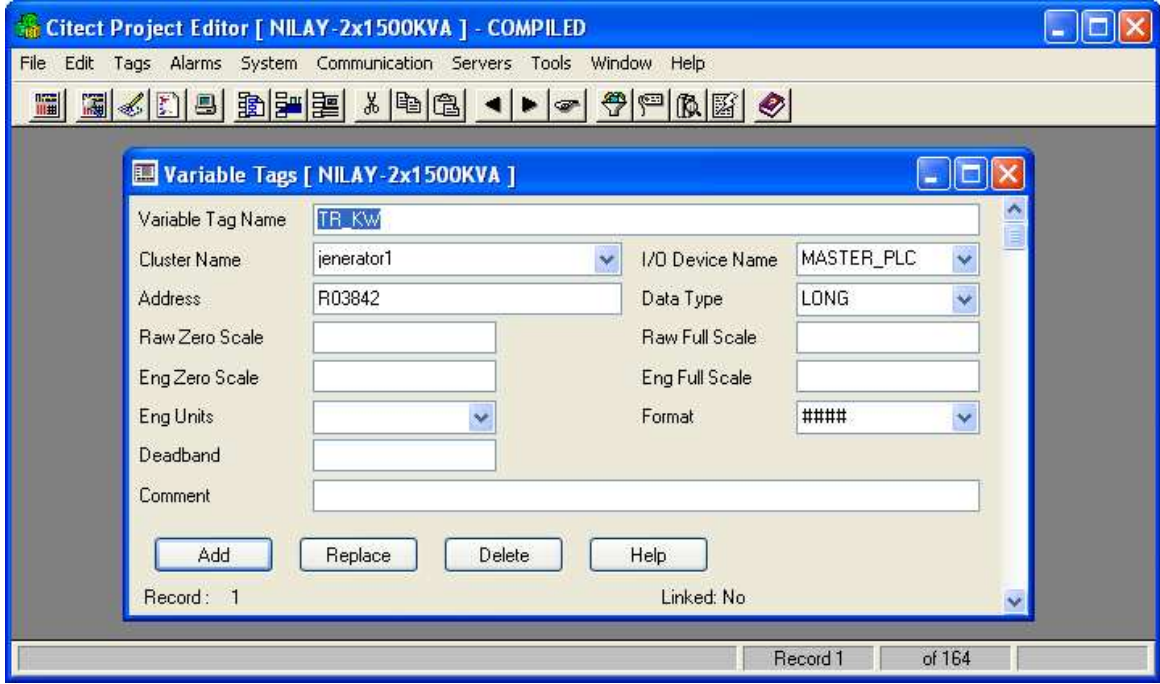
Citect Explorer: Vijeo Citect projelerinin yaratılması ve yönetilmesi için kullanılan bölümdür. Citect Explorer bütün projelerin liste halinde verir ve her bir projenin parçalarına erişim imkanı verir. Citect Explorer projelerin yeniden adlandırılması, yedeğinin alınması ve silinmesini sağlar. Şekil 2.19'da Citect Explorer sayfasının görünüşü verilmiştir.

Citect Proje Editörü: Citect proje editörü program ile tasarlanan projelerin etiketleri (tags), alarmları (alarms), sistem parametreleri, haberleşme parametreleri ve giriş çıkış aygıtlarının ayarları gibi parametrelerin oluşturulduğu ve yönetildiği bölümdür. Şekil 2.20'de Citect proje editörü sayfasının görünüşü verilmiştir.

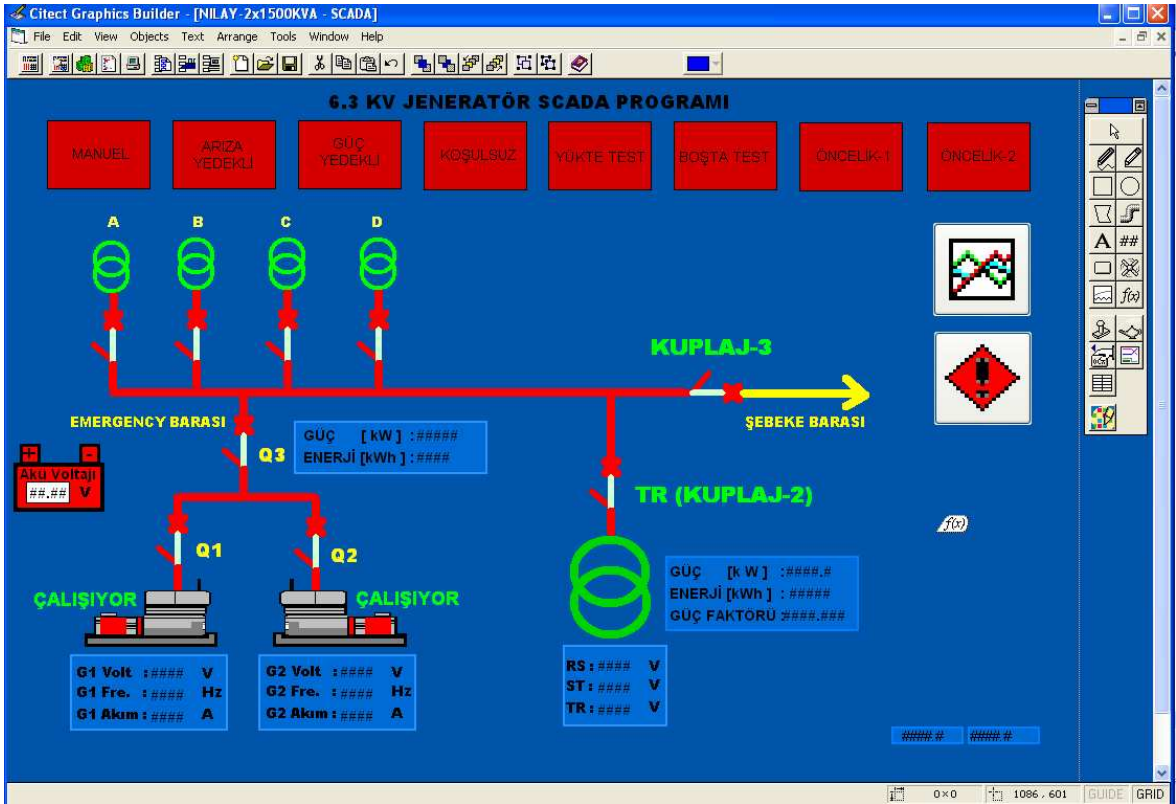


Şekil 2.19. Citect Explorer sayfası

Citect Grafik Editörü: Citect grafik editörü projelerin grafiksel sayfalarının tasarlanması için kullanılan bölümdür. Bu editörde grafik sayfalarının kolayca tasarlanması için şablonlar, grafik nesnelere, animasyonlar nesnelere ve semboller bulunmaktadır. Şekil 2.21'de Citect grafik editörü ve bu editörde tasarlanmış olan generatör SCADA ana sayfasının görünüşü verilmiştir.



Şekil 2.20. Citect proje editörü sayfası



Şekil 2.21. Citect grafik editörü sayfası

Citect Runtime: Citect runtime programı Citect ile tasarlanmış projelerin işlemci ve çalıştırılması için gerekli ayarların yapıldığı ve projeyi çalıştıran bölümdür. Şekil 2.22’de Citect runtime sayfasının görünüşü verilmiştir.



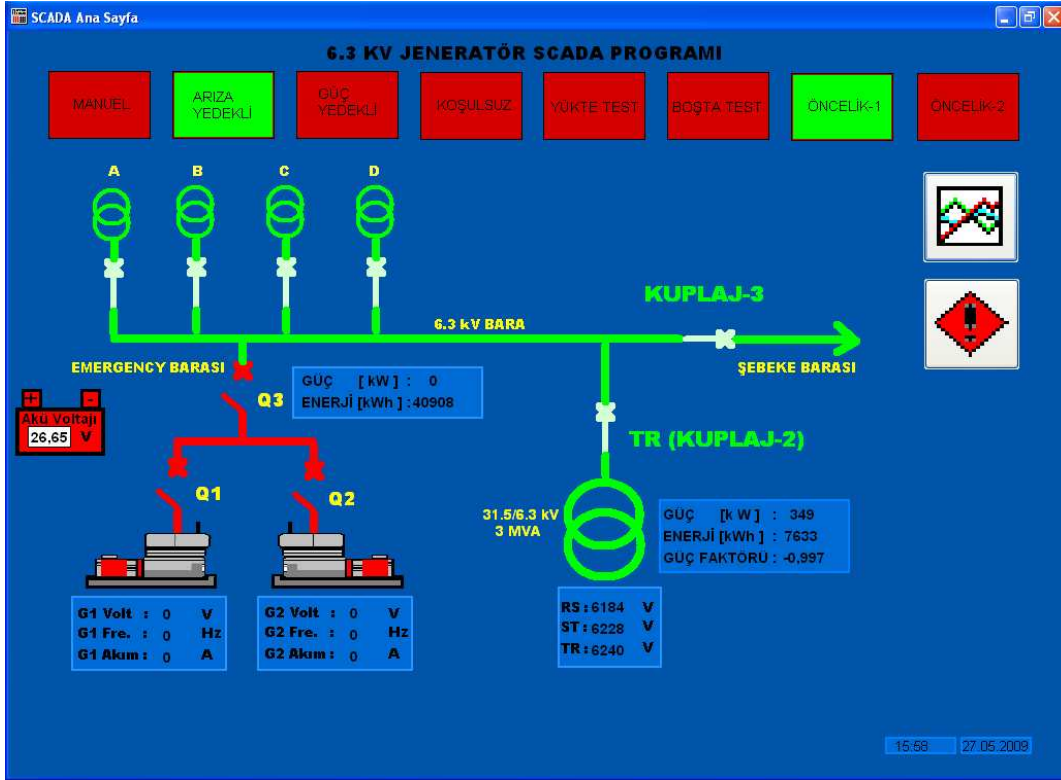
Şekil 2.22. Citect runtime sayfası

2.3.2. 2x1500 kVA 6.3 kV Çıkış Gerilimli Generatör Grubu SCADA Projesi

Bu tez çalışması kapsamında Vijeo Citect yazılımı kullanılarak 1500 kVA gücünde 6.3 kV çıkış gerilimi olan iki adet generatörden oluşan grubun mevcut otomasyon sisteminin uzaktan izlenmesi için SCADA programı geliştirilmiştir. SCADA yazılımı tekhat şemasının olduğu ana sayfa, ölçülen akım, gerilim, güç ve enerji gibi anlık değerlerin grafiksel olarak gösterildiği ve kaydedildiği trend sayfası, generatör sistemleri ile ilgili her türlü alarmların gözlendiği alarmlar sayfası, grupların parametrelerinin gözlendiği sayfalar ve şebeke giriş trafosunun anlık ölçüm sonuçlarının gözlendiği trafo sayfasından oluşmaktadır.

SCADA programı üzerinden generatör mahalline gitmeden generatörler, giriş şebeke trafosu, 6.3 kV’luk SF6 gazlı generatör çıkış ve şebeke kesicileri hakkında her türlü bilgiye ulaşılmaktadır. Geçmişe dönük olarak bütün trendlerin 10 haftalık kaydı tutulmaktadır.

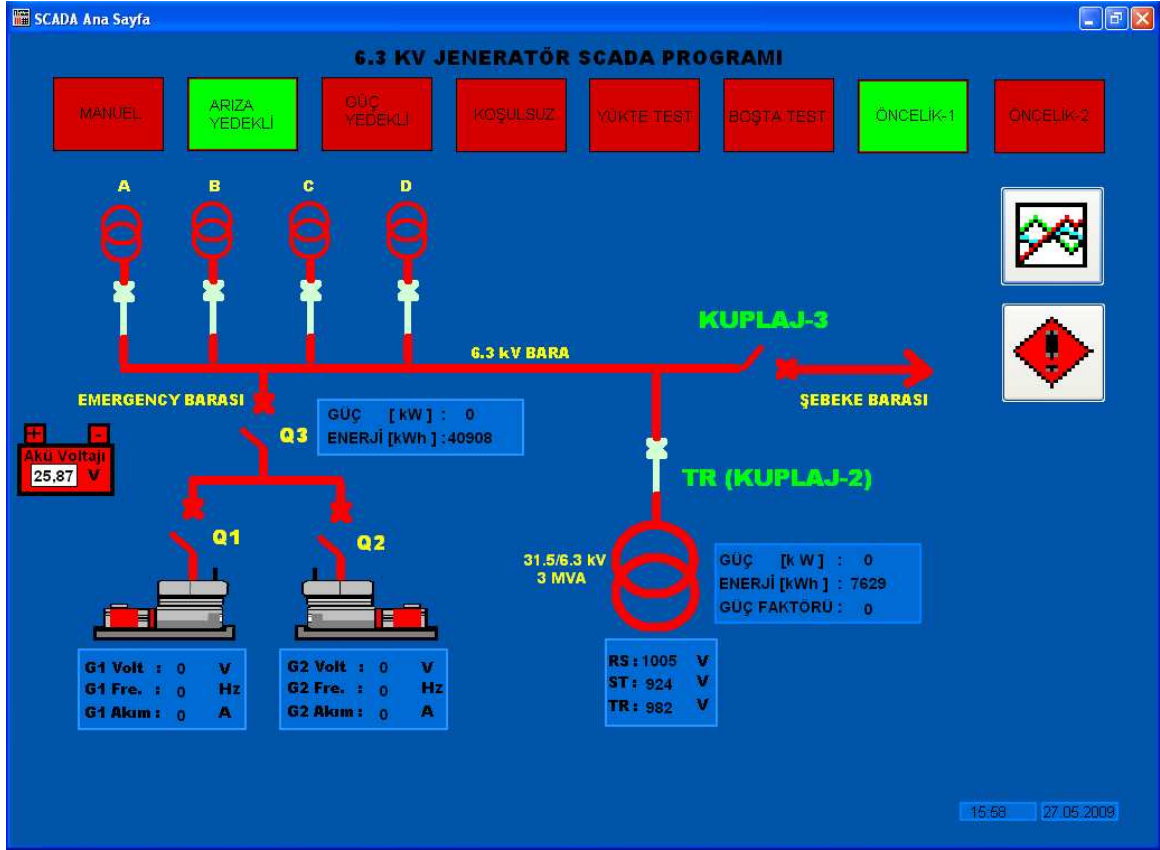
2.3.2.1. SCADA Ana Sayfası



Şekil 2.23. Şebeke enerjisi varken SCADA ana sayfası görünümü

Şekil 2.23’de şebeke trafosu devrede iken SCADA ana sayfasının görüntüsü verilmektedir. Bu sayfa üzerinde görüntülenen bilgiler şunlardır;

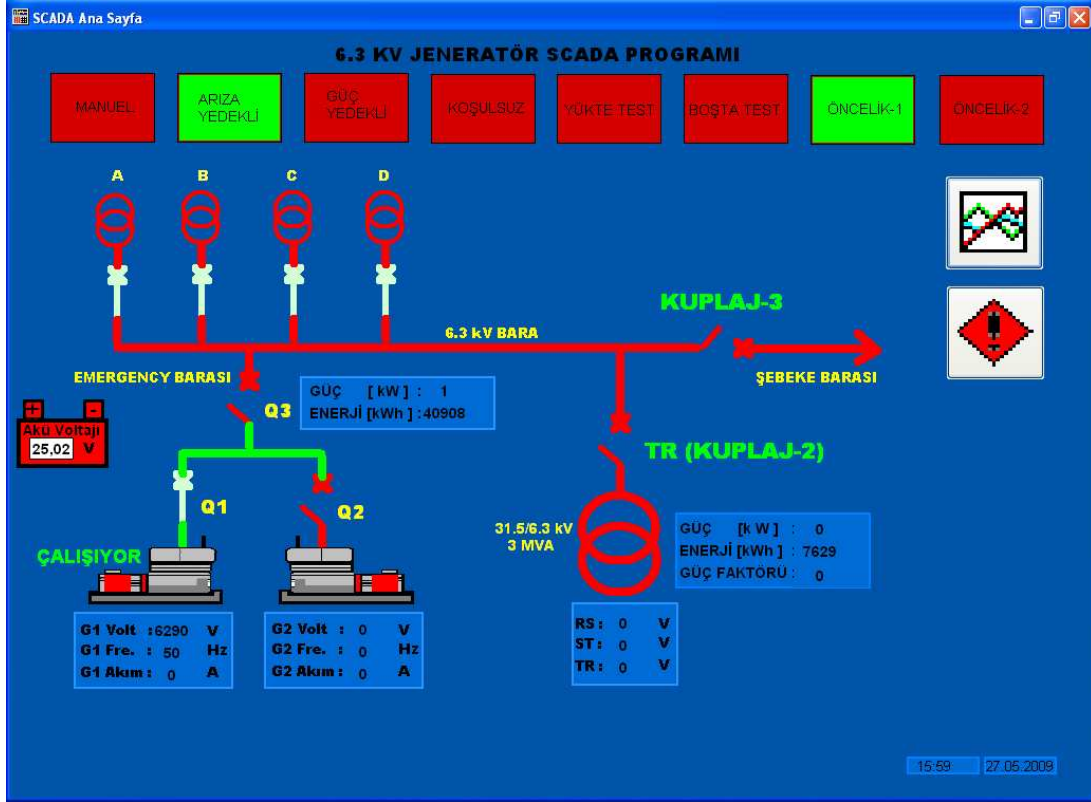
- 3 MVA gücünde 31.5 kV/6.3 kV’luk şebeke trafosundan çekilen enerji, anlık aktif güç, güç faktörü ve her bir fazın ayrı ayrı gerilimleri,
- İki adet 1500 kVA gücündeki çıkış gerilimi 6300 V olan generatörlerin çalışırken ki anlık akımı, gerilimi, frekansı, generatörlerin öncelik sırası ve çalışma modu (otomatik, arıza yedekli, güç yedekli v.b.)
- Şebeke trafosu çıkış kesicisi (TR), Kuplaj-3 kesicisi, generatör çıkış kesicileri (Q1, Q2, Q3) ve fider kesicileri (A, B, C, D)’nin açık-kapalı konumları,
- Enerji altındaki baralar ve kesici sembolleri yeşil renkte, enerjisiz baralar ve kesici sembolleri kırmızı renkte gösterilmektedir.
- Otomasyon panolarının kumanda gerilimi,
- Trend ve Alarm sayfalarına erişim için butonlar,
- Anlık tarih ve saat bilgisi görülebilmektedir.



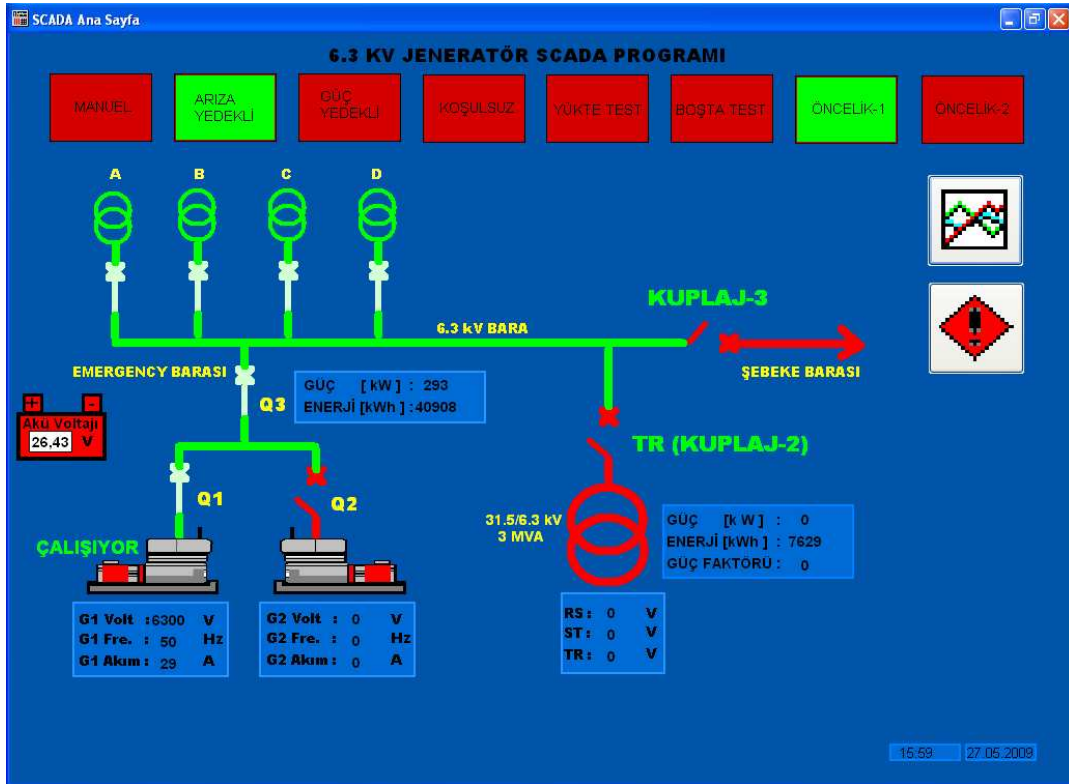
Şekil 2.24. Şebeke enerjisinin kesildiği andaki SCADA ana sayfası görünümü

Şekil 2.24’de şebeke enerjisi tam kesildiği andaki SCADA ekranının görünümü verilmektedir. Bu görüntüden de görüleceği gibi şebeke giriş trafosu gerilimi sıfıra doğru inmektedir. Kuplaj-3 kesicisi şebeke enerjisi gidince hemen açmıştır. Bütün baralar enerjisiz olduğundan kırmızı renge dönmüştür.

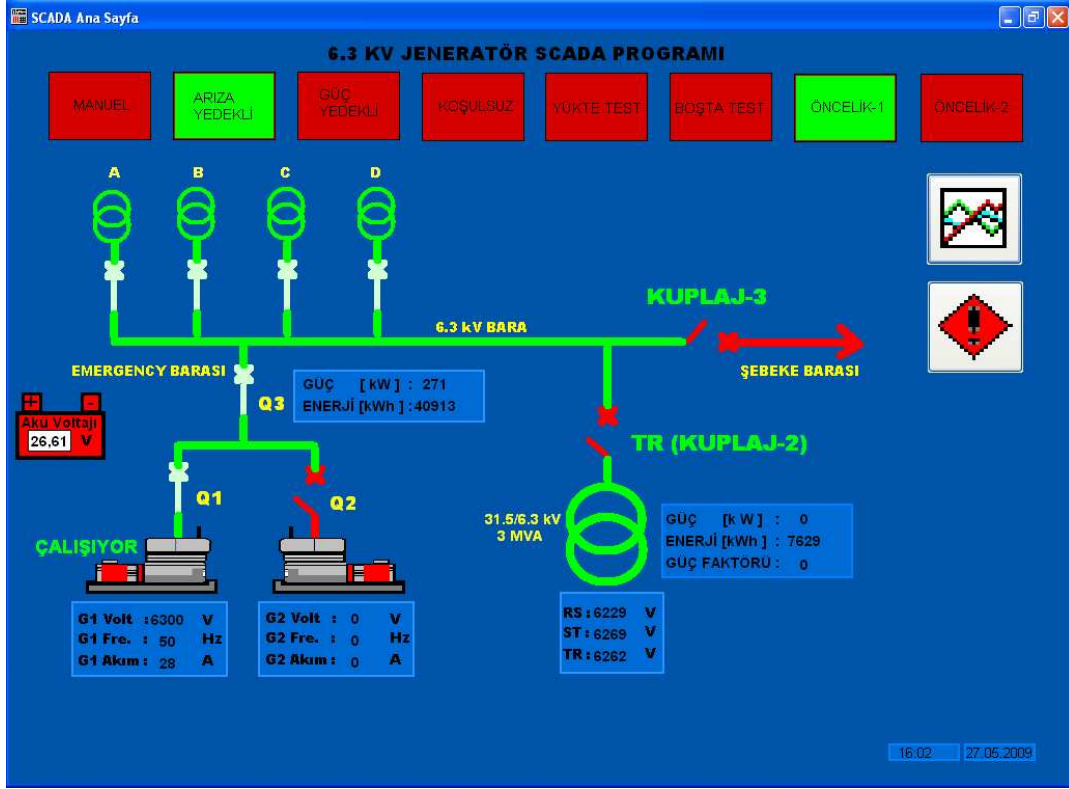
Şekil 2.25’de şebeke enerjisi kesildikten sonra grup1 generatörünün çalıştığı andaki SCADA ana sayfası görünümü verilmektedir. Grup 1 generatörüne ait Q1 çıkış kesicisi kapanmıştır. Generatörün gerilimi 6300 V’a, frekansı 50 Hz’e ve motor hızı 1500 dev/dak’ya yükselmekte, sistem bu değerlere ulaştığında Q3 çıkış kesicisi kapatılarak acil bara (emergency barası) beslenecektir. Şekil 1.25’de grup 1 generatörünün acil barayı beslediği andaki SCADA sayfası görüntüsü verilmektedir. Bu sayfada generatör barasından çekilen güç ve enerji görülebilmektedir.



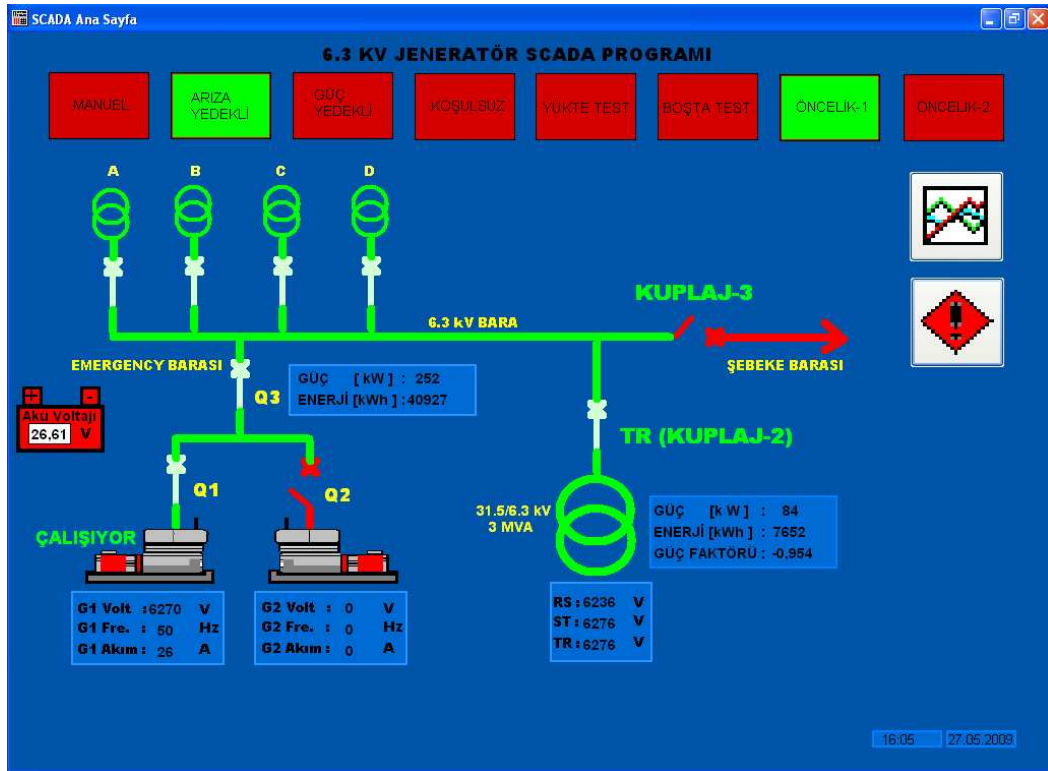
Şekil 2.25. Grup1'in çalıştığı andaki SCADA ana sayfası görünümü



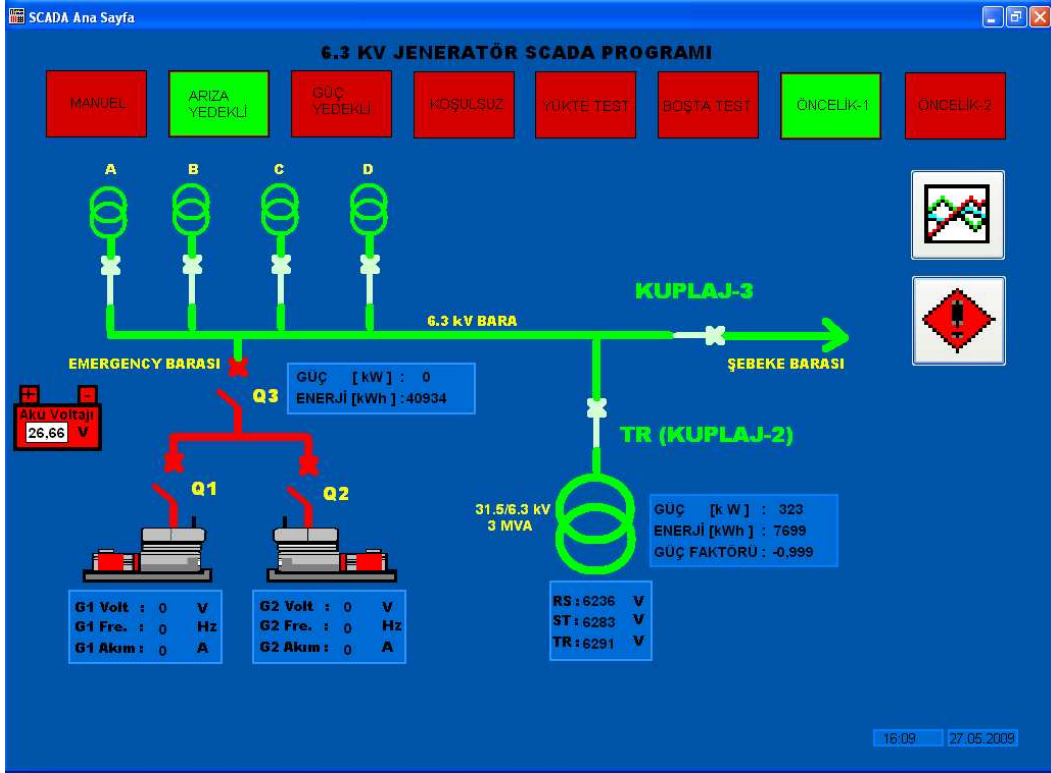
Şekil 2.26. Grup1'in acil barayı beslediği SCADA ana sayfası görünümü



Şekil 2.27. Şebeke enerjisi varken SCADA ana sayfası



Şekil 2.28. Şebeke ve generatör senkron çalışırken SCADA ana sayfası



Şekil 2.29. Şebeke trafosunun yükü tam olarak üzerine aldığı SCADA sayfası

Şekil 2.27’de şebeke enerjisi geldiği andaki SCADA sayfası görüntüsü verilmiştir. Şebeke enerjisi geldikten sonra trafo çıkış gerilimi generatör gerilimi ile senkron olmakta, trafo çıkış kesicisi kapanmakta ve trafo yükü yavaş yavaş üzerine almaktadır. Bu durum şekil 2.28’de verilmiştir. Şebeke trafosu yükü tam olarak üzerine aldıktan sonra kuplaj 3 kesicisi de kapatılır, Q1 ve Q3 kesicisi açılarak ve generatör devreden çıkarılır. Generatör devreden çıktıktan sonra 2 dakika soğumak için boşta çalışır ve kapanır.

2.3.2.2 Trend Sayfası

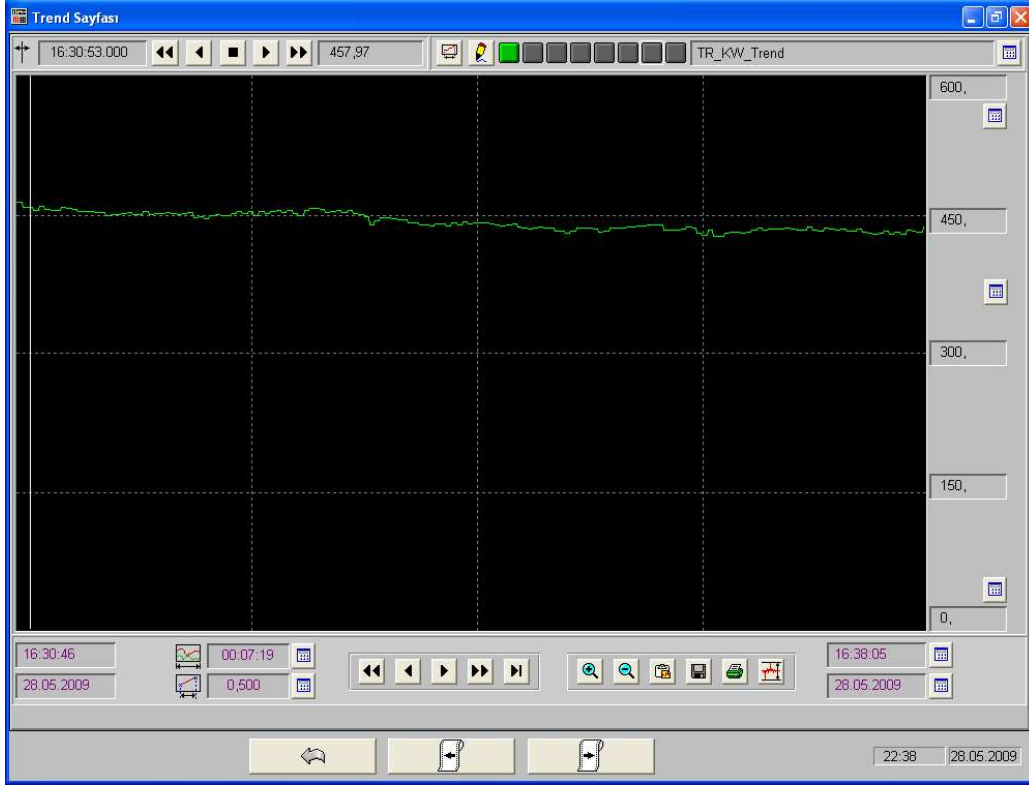
Şebeke trafosundan çekilen aktif güç, reaktif güç, faz arası şebeke gerilimleri (RS, ST, TR), şebekenin güç faktörü ve generatörlerden çekilen aktif gücün anlık bilgileri SCADA yazılımı tarafından 70 günlük geçmişe dönük olarak kayıt edilmektedir. Kayıtlı bu ölçüm değerleri şekil 2.30’da görüldüğü gibi trend sayfası üzerinde grafiksel olarak izlenebilmektedir. Şekil 2.30’da görüldüğü gibi bütün trendler tek sayfa üzerinde görülebildiği gibi şekil 2.31’de görüldüğü gibi trendlerin her biri trend sayfasında ayrı ayrı izlenebilmektedir.

Kaydedilmiş anlık değerler trend sayfasında zamana bağlı grafiksel olarak gösterilmektedir. Grafik olarak verilen anlık değerlerin üzerine tıklanđında imlecin üzerinde olduğu trendin genlik ve zamanı sol st köşede görülebilmektedir. Trend grafikleri büyütülerek Şekil 2.33’de olduğu gibi izlenebilmektedir. Bu büyütülmüş trend grafikleri üzerinde operatörler generatör ve Şebekeden llen değerler üzerinde detaylı inceleme yapabilmekte ve sistemde olan arızalar belirlenebilmektedir.

Trend sayfası üzerinden ekranda izlenen zaman dilimi aralığındaki trendlerin istatistiksel analizi sağ alt köşede bulunan analiz butonu tıklanarak yapılabilir. Bu buton tıklanđında Şekil 2.32’de grldğu gibi açılan trend istatistik sayfası üzerinde ekranda bulunan trend grafiklerinin minimum, maksimum, ortalama değerleri ve standart sapması verilmektedir. Ayrıca ekranda görülen trendlerin grafiksel görüntüleri yazıcıdan çıktısı alınarak raporlanabilir.



Şekil 2.30. Trend sayfası



Şekil 2.31. Tek trendin olduğu trend sayfası

Trend İstatistik Sayfası				
Trend Tag Name	Min.	Max.	Avg.	Stan.Sap.
TR_KW_Trend	441,95	481,95	454,55	8,88
TR_KVAR_Trend	-32,00	55,00	-12,34	21,03
TR_RS_V_Trend	6258,88	6310,94	6282,71	9,72
TR_ST_V_Trend	6302,84	6351,84	6324,66	10,35
TR_TR_V_Trend	6304,81	6356,00	6332,38	10,21

Şekil 2.32. Trend istatistik sayfası

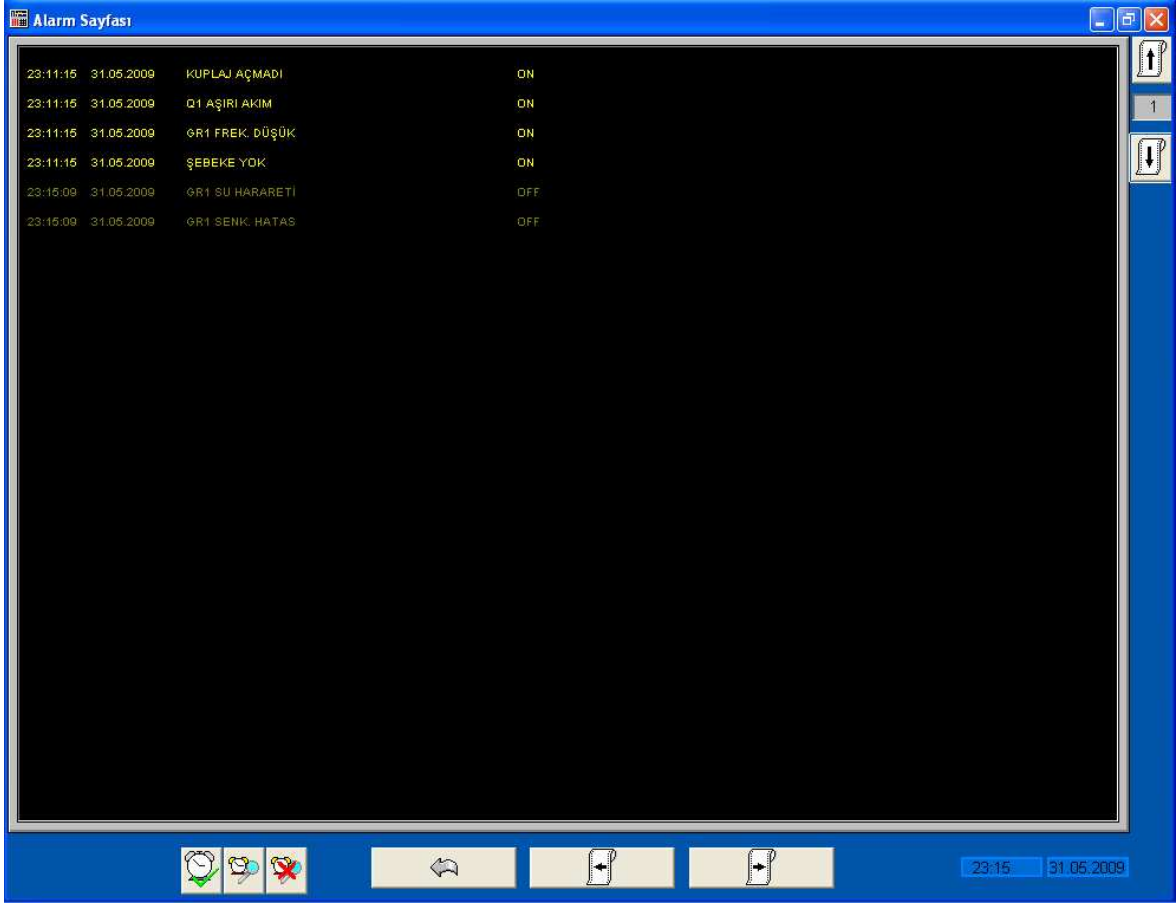


Şekil 2.33. Şebekeden çekilen güç trendin büyütülmüş hali

2.3.2.3. Alarm Sayfası

Alarm sayfası üzerinde generatör grubu, kesiciler ve şebeke ile ilgili her türlü arıza bilgisi alarm olarak tarih, saat ve alarm içeriği olarak kullanıcıya gösterilmektedir. Kullanıcı (operatör) alarm sayfası üzerinden aldığı bilgi doğrultusunda sisteme müdahale ederek hızlı bir şekilde arızayı giderebilmektedir. Bu projede toplam 77 adet farklı alarm çeşidi tanımlanmıştır, bu alarm çeşitlerine örnek Grup 1 frekansı düşük, Grup 1 voltaj düşük, Grup 1 su harareti, Q1 açmadı, Q3 kapamadı, Şebeke Bloke, Şebeke yok v.b gibi alarm çeşidi örnek verilebilir.

Şekil 2.34.'de üzerinde altı adet farklı alarmın olduğu alarm sayfası görülmektedir. Bu sayfa üzerinden kullanıcı alarmların içeriğini görebildiği gibi hangi alarmın aktif (on) hangi alarmın pasif (off) olduğunu, tarih ve saatini görebilmektedir. Kullanıcı pasif (off) olan alarmları onaylayarak ekrandan silebilmektedir. Kullanıcı aktif (on) olan alarmları onayladığında bu alarmlar silinmemekte sadece rengi değişmektedir, bu onaylanmış aktif alarmlar ortadan kalktığında yani pasif (off) olduğunda otomatik olarak ekrandan silinirler.



The screenshot shows a software interface for an alarm system. The window title is 'Alarm Sayfası'. The main area displays a list of alarm events. The interface includes a status bar at the bottom with the current time '23:15' and date '31.05.2009'. There are also navigation icons and a page number '1' on the right side.

Time	Date	Alarm Description	Status
23:11:15	31.05.2009	KUPLAJ AÇMADI	ON
23:11:15	31.05.2009	Q1 AŞIRI AKIM	ON
23:11:15	31.05.2009	ØR1 FREK. DÜŞÜK	ON
23:11:15	31.05.2009	ŞEBEKE YOK	ON
23:15:09	31.05.2009	ØR1 SU HARARETİ	OFF
23:15:09	31.05.2009	ØR1 SENK. HATAS	OFF

Şekil 2.34. Alarm sayfası

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Elektrik enerjisinin üretiminden tüketimine kadar kullanılan tüm sistemler teknolojik gelişmelere paralel olarak giderek büyümüş ve kompleks bir yapıya sahip olmuşlardır. Bu kompleks sistemlerin önceden olduğu gibi insan eliyle manuel olarak izlenmesi ve kontrol edilmesi neredeyse imkansız hale gelmiş olup bu tür sistemlerde oluşabilecek arızaların belirlenmesinde ve giderilmesinde güçlükler yaşanmış, bu arızaların zamanında hızlı bir şekilde giderilememesi sistemlerde telafisi mümkün olmayan sorunların yaşanmasına neden olmuştur. Günümüzde gelişmiş otomasyon sistemleri sayesinde çok karmaşık sistemler dahi tek bir bilgisayar üzerinden izlenebilmekte ve kontrol edilebilmektedir. Gelişmiş SCADA sistemleri sayesinde izlenen sistemlerle ilgili detaylı ölçüm sonuçları alınabilmekte, bu ölçüm sonuçları kaydedilebilmekte ve üzerinde detaylı analiz yapılabilmektedir.

Bu çalışmada SCADA sistemleri teorik olarak detaylı bir şekilde incelenmiş olup, 1500 kVA gücünde 6.3 kV çıkış gerilimine sahip 2 adet dizel generatörün otomasyon sistemi detaylı anlatılarak generatör grubu, 31.5/6.3 kV'luk şebeke trafosu ve generatör grubu ve şebekeye trafosuna ait yüksek gerilim kesicilerinin uzaktan izlenmesini sağlayan bir SCADA yazılımı geliştirilmiştir. Bu yazılım sayesinde operatörler generatör grubunun gerilimini, akımını, frekansını, şebeke trafosunun çıkış gerilimini, akımını, frekansını, trafodan çekilen aktif ve reaktif güçleri ayrı ayrı izleyebilmekte ve kayıt altına alabilmektedir. Ayrıca operatörler kayıtlı verilerden geçmişe dönük analiz yapabilmekte ve bu analizlerden sistem ile ilgili arıza tespiti yapabilmektedir. Bu yazılım sayesinde kayıtlı veriler yazılı rapor haline getirilebilmektedir.

Geliştirilen SCADA yazılımı ile bütün bu verilerin izlenebilmesi, kayıt altına alınabilmesi ve raporlanabilmesi sistemi kullanan operatörlere sistemin anlık izleme, arızaları hızlı bir şekilde tespit edip giderme ve iş gücü kazancı sağlamaktadır.

Sonuç olarak gelişmiş SCADA sistemlerinin kurulum maliyeti yüksek olmasına rağmen sisteme kazandırdığı özellikler, zaman ve iş gücü kazancı nedeni ile ülkemizdeki elektrik üretim ve dağıtım sistemlerinin SCADA ile otomasyonunun yapılması sağlanmalıdır.

4. KAYNAKLAR

1. Eryürek, Y., Abdi İbrahim İlaç Maslak Plaza Enerji Otomasyonu Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.
2. Çalışkan, N.O., Elektrik Dağıtım Sisteminin Bilgisayarla Programlanması ve Otomasyon, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
3. Alagöz, M., Trafo Merkezlerinin PLC Üzerinden Uzaktan Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2008.
4. Yücel, A., Elektrik Dağıtım Şebekeleri İçin SCADA Sistemlerinin İncelenmesi ve Bir Bölge Uygulamasının Bilgisayar Ortamında Yapılması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005.
5. Çilek, A., PLC ve SCADA İle Endüstriyel Otomasyon Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2005.
6. Özkan, S., Enerji Sektöründe SCADA Uygulamaları ve SCADA Otomasyonu Örnekleme, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.
7. Akarcan, B., Enerji Dağıtım Sistemlerinin Bilgisayar Destekli İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1999.
8. Karaçor, M., Cep telefonu Tabanlı Mobil SCADA Otomasyon Sistemi Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2004
9. Bailey, D. ve Wright, E., Practical SCADA For Industry, First Edition, Elsevier, Oxford, 2003.
10. Park, J. ve Mackay, S., Practical Electrical Network Automation and Communication Systems, Özyaşar, Ç., Bileşim Yayınevi, İstanbul, 2005.
11. Gündoğdu, S. ve Şahin, Ö., Su Dağıtım Sistemleri İçin SCADA Sistem Haberleşme Planlaması, Haberleşme Teknolojileri ve Uygulamaları Sempozyumu, Kasım 2007, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 121-126.
12. Koçak H., Enerji Dağıtım ve İzleme Otomasyon Sistemi, İzmir Otomasyon Sempozyumu, Ekim 2001, İzmir, Bildiriler Kitabı, 102-111.
13. Öcalan G., Koruma Rölesi Fonksiyonlarının PLC ve SCADA Kullanılarak Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2005.

- URL-14 <http://www.kontrolkalemi.com/forum/kontrolkalemi-coplugu/5786-scada-hakkinda-hersey-donanim-yazilim-tam.html>, Otomasyon Sistemleri, 01 Mayıs 2009.
- URL-15 <http://www.plcprogramlama.com>, PLC Programlama, Endüstriyel Otomasyon ve Proses Kontrol Sistemleri, 5 Mayıs 2009
- URL- 16 http://www.sc.com.tr/uploading/pdf/13_SCADA_PLC.pdf, SCADA ve PLC,12 Ocak 2009
- URL-17 http://www.emo.org.tr/ekler/8822633894235ea_ek.pdf, Otomasyon Sistemlerinin Bileşenleri, 7 Mayıs 2009
- URL-18 http://www.ehb.itu.edu.tr/~tbulca/TEL431/Deney_6.pdf, Haberleşme Protokolleri ve Haberleşme Ağları, 17 Şubat 2009.

ÖZGEÇMİŞ

Nilay KUL 1979 yılında Trabzon'un Araklı ilçesinde doğmuştur. Sırasıyla Merkez İlkokulu, Araklı Ortaokulu ve Araklı Lisesinden mezun olmuştur. 1997 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümüne başlamıştır, Temmuz 2002 tarihinde bu bölümden Elektrik-Elektronik Mühendisi unvanı ile mezun olmuştur.

Mezun olduktan sonra ilk olarak kendine ait mühendislik bürosunda iki yıl süre ile proje mühendisi olarak çalışmış, daha sonra Çoruh EDAŞ Trabzon İl Müdürlüğü Proje ve Tesis Müdürlüğünde Elektrik Mühendisi olarak sekiz ay çalışmış ve son olarak iki yıldır TEİAŞ 14. İletim Tesis ve İşletme Grup Müdürlüğü Tesis ve Kontrol Müdürlüğünde Elektrik Mühendisi olarak çalışmaktadır. İlgili alanlarında sensörler, transdüserler, yüksek gerilim iletim hatları, yüksek gerilim güç transformatörleri ve elektrik dağıtım sistemleri kontrol ve izleme otomasyon sistemleri bulunmaktadır. İyi seviyede İngilizce bilmekte olup evlidir.