

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKELERİ İÇİN
SCADA SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE BİR BÖLGE
UYGULAMASININ BİLGİSAYAR ORTAMINDA YAPILMASI**

**Atakan YÜCEL
(Elektrik Öğretmeni, Bsc)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
ELEKTRİK EĞİTİMİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Yrd.Doç.Dr. Reşit ERÇETİN**

İSTANBUL 2005

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKELERİ İÇİN
SCADA SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE BİR BÖLGE
UYGULAMASININ BİLGİSAYAR ORTAMINDA YAPILMASI**

**Atakan YÜCEL
(Elektrik Öğretmeni)
(141101220020090)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
ELEKTRİK EĞİTİMİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Yrd.Doç.Dr. Reşit ERÇETİN**

İSTANBUL 2005

TEŐEKKÜR

Bu çalıŐmaların yapılmasında yardımlarını esirgemeyen başta tez danıŐmanım Yrd.Doç.Dr. Reşit ERÇETİN, Öğr.Gör.Dr. Bülent ORAL' a ve Siemens Tic.A.Ő. Elektrik Mühendisi Mete TAŞPINAR' a teŐekkür ederim.

Eylül, 2005

Atakan YÜCEL

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
KISALTMALAR	ix
ŞEKİL LİSTESİ	x
BÖLÜM I. GİRİŞ	01
BÖLÜM II SCADA SİSTEMLERİ	03
II.1. GENEL TANIMLAMALAR	03
II.2. SCADA KONTROL KADEMELERİ	03
II.2.1. Kaynak Yönetimi	03
II.2.2. İşletme Yönetimi	04
II.2.3. Süreç Denetimi	04
II.2.4. İşletme Kontrolü	04
II.3. SCADA GENEL YAPISI	05
II.4. SCADA TEMEL ELEMANLARI	06
II.4.1. Algılayıcı ve Kontrol Elemanları	06
II.4.2. Veri Toplama ve Denetim Kontrolü	06
II.4.3. Sinyal İşleme	07
II.4.4. Yazılım	07
II.5. GÖREVLERİ	07
II.5.1. Veri Toplama	08
II.5.2. Kontrol	08
II.5.3. Denetim ve Alarm	08
II.5.4. Verilerin Kaydı ve Saklanması	08
II.6. UYGULAMA ALANLARI	08
II.7. KONTROL MERKEZİ (MTU)	09
II.7.1. Kontrol Merkezinin Görevleri	10
II.7.2. Kontrol Merkezi Mimarisi	10
II.7.2.1. Kontrol Merkezi Sistem Bilgisayarı	11
II.7.2.2. Kontrol Merkezi Kullanıcı Arabirimi (HMI)	13
II.7.2.3. Kontrol Merkezinde Veri Toplama	13
II.7.2.4. Kontrol Merkezi Veri İletişim Network'ü	13

II.8. SCADA İLETİŞİM SİSTEMLERİ	14
II.8.1 İletişim Sisteminden Beklentiler	14
II.8.1.1 Güvenilirlik	14
II.8.1.2 Uygun Maliyet	14
II.8.1.3 İletişimin Hızı	15
II.8.1.4 İki Yönlü İletişim Özelliği	15
II.8.1.5 Arıza Durumlarında İletişim Yeteneği	15
II.8.1.6 İşletiminin ve Bakımının Kolay Olması	15
II.8.1.7 Mimariye Uygunluk	15
II.8.2 Kullanılan İletişim Sistemleri	15
II.8.2.1 Metalik Kablo Haberleşme Sistemleri	16
II.8.2.2 Power Line Carrier (PLC) Haberleşme Sistemleri.....	16
II.8.2.3 Radyo Haberleşme Sistemleri	17
II.8.2.4 Telefon Haberleşme Yöntemleri	18
II.8.2.5 Uydu Haberleşmesi	18
II.8.2.6 Fiber Optik Kablo Haberleşmesi	19
II.8.3 İletişim Protokolleri	20
II.8.3.1 İletişim Protokolünden Beklenenler	21
II.8.3.2 Protokol Türleri	21
II.9. UZAK UÇ BİRİM (RTU)	24
II.9.1 RTU' nun Görevleri	26
II.9.1.1 Bilgi Toplama ve Depolama	26
II.9.1.2 Kontrol	27
II.9.1.3 Gösterim	27
II.9.1.4 Arıza Yerinin Tespiti ve İzolasyonu	28
II.9.2 RTU Mimarisi	28
II.9.2.1 İletişim Ünitesi	28
II.9.2.2 Ana İşlemci Ünitesi	29
II.9.2.3 Giriş-Çıkış / İzolasyon Ünitesi	29
II.9.2.4 Kullanıcı Arabirim Ünitesi	30
II.9.2.5 Güç Kaynağı Ünitesi	30
II.9.2.6 Test Ünitesi	30
II.9.3. RTU'ların Ortam Koşulları ve Testleri	30
II.9.3.1 Arabirim Testleri	31
II.9.3.2 Ortam Testleri	33
II.9.3.3 Fonksiyonel Testler	33
BÖLÜM III. DAĞITIM OTOMASYONU	34
III.1 AMAÇ	34
III.1.1. Maliyet	34
III.1.1.1. İşletme Maliyetinde Azalmalar	35
III.1.1.2. Bakım Maliyetlerindeki Azalmalar	35
III.1.2. Teknik İhtiyaçlar	35
III.1.2.1 Veri İhtiyacı	35
III.1.2.2 Güvenilirlik	36
III.1.2.3. Dökümantasyon	36
III.1.2.4. Fonksiyonellik	36
III.2. DONANIM	36
III.3. GÖREVLERİ	38
III.3.1 Şalt Merkezi Otomasyon İşlevleri	38

III.3.2 Fider Otomasyon İşlevleri	38
III.3.3 Tüketici ile İlgili Otomasyon İşlevler	38
III.4. TRAF0 MERKEZİ ve FİDER OTOMASYONU	39
III.4.1. Trafo Merkezi Otomasyonu	39
III.4.2. Fider Otomasyonu	39
III.4.2.1. Fider Otomasyonunun İşlevleri	40
III.4.2.2 Fider Otomasyonu Donanımı	40
III.4.2.3 Fider Otomasyonu Kontrol Merkezi Yazılımı	41
III.5. DAĞITIM OTOMASYON CİHAZLARINDA ELEKTRİKSEL VE ÇEVRESEL ÖNLEMLER	41
III.5.1. İzolasyon Testi	42
III.5.1.1. Dielektrik Testi	42
III.5.1.2. Gerilim Darbe Testi	43
III.5.2 Elektromanyetik Uyumluluk Testi	43
III.5.3. Çevre Koşullarına Dayanıklılık Testi	43
III.6.DAĞITIM OTOMASYON SİSTEMİNİN YARARLARI	43

BÖLÜM IV. ÜLKEMİZDE DAĞITIM OTOMASYONU İLE

YAPILAN İLK ÇALIŞMALAR	45
IV.1. TUDOSİS	45
IV.2. SİSTEMİN İŞLEVLERİ	46
IV.2.1. Bilgi Toplama ve Gözlem	46
IV.2.2. Uzaktan Kontrol	47
IV.2.3. Arıza Sistemi	47
IV.2.3.1. Arızanın Algılanması ve Yerinin Tespiti	47
IV.2.3.2. Arıza Yerinin İzolasyonu	48
IV.2.3.3 Sisteme Yeniden Enerji Verilmesi	48
IV.3. SİSTEM TERMİNALLERİ	52
IV.3.1. Terminal Tipleri	52
IV.3.2 Ağ Donanımı	52
IV.3.2.1. Hat Başı Terminal- Dağıtım Trafo Terminal Ağ Donanımı.....	53
IV.3.2.2. İndirici Merkez Terminali – Hat Başı Terminali Ağ Donanımı	54
IV.3.2.3. Kontrol Merkezi Terminali – İndirici Merkez Terminali Ağ Donanımı.....	54
IV.4. MASTER PROJE İLETİŞİM SİSTEMİ ve PROTOKOLÜ	55
IV.4.1. Sistemdeki Mesaj Türleri	55
IV.4.1.1. Direkt- Adreslemeli Rotalı Mesajlar	55
IV.4.1.2. Direkt- Adreslemeli Rotasız Mesajlar	56
IV.4.1.3. Broadcast Mesajları	56
IV.4.2 İletişim Fonksiyonları	56
IV.4.3. Fiber Optik İletişim	57
IV.5. BÖLGE KONTROL MERKEZİ	57
IV.5.1. Bölge Kontrol Merkezi Donanımı	57
IV.5.2. Bölge Kontrol Merkezi Yazılımı	57
IV.6. T - RTU (TUDOSİS- RTU)	58
IV.6.1. T-RTU Donanımı	58
IV.6.1.1 Ana İşlemci Kartı	59

IV.6.1.2. Sayısal G/Ç Kartı	60
IV.6.1.3. İzole G/Ç Kartı	60
IV.6.1.4. İzole RS-232 ve RS-485 Seri İletişim Arabirim Kartları.....	60
IV.6.1.5 Fiber Optik İletişim Kartı.....	61
IV.6.1.6 Arıza Akım Algılama Kartı	61
IV.6.1.7. T-RTU Güç Kaynağı	61
IV.6.1.8. T-RTU Yardımcı Aksesuar	61
IV.6.2. T-RTU Çeşitleri	61
IV.6.2.1. Kontrol Merkezi Terminali T-RTU'su	61
IV.6.2.2. İndirici Merkez Terminali T-RTU'su	62
IV.6.2.3 Hat Başı Terminali T- RTU'su	62
IV.6.2.4. Dağıtım Trafo Terminali T-RTU'su	62
IV.6.3. T-RTU Yazılım Donanımı	62
IV.6.3.1. T-RTU Ana İşlemci Yazılımı	62
IV.6.3.2 T-RTU İletişim İşlemcisi Yazılımı	64
IV.7. SİSTEMİN COĞRAFİ ALANA UYGULANMASI	64
IV.7.1. Sisteme Dağıtım Trafo Terminali İlave Edilmesi	64
IV.7.2. Sisteme Hat Başı Terminali İlave Edilmesi	65
IV.7.3. Sistemde Fider Konfigürasyon Değişikliği	65

BÖLÜM: V. WINCC SCADA OTOMASYON

SİSTEMİ	66
V.1 GENEL YAPISI	66
V.2. WINCC ANA FONKSİYON MODÜLLERİ	67
V.2.1 WinCC Control Center	67
V.2.1.1 Proje Yaratmak	68
V.2.2. WinCC Graphics Designer	70
V.2.2.1. Proses Resimleme Öncesinde Yapılması Gereken İşlevler.....	71
V.2.2.2. Graphics Desingner Menüleri	71
V.2.2.3 Oluşturulan Proses Resim Objelerinin Dinamik Yapılması	74
V.2.3. Alarm Logging	75
V.2.3.1. Mesaj Sistemi	75
V.2.3.2.Mesaj Blokları	76
V.2.3.3 Message Line Format (Mesaj Satırı Formatı)	76
V.2.3.4. Message Window Template (Mesaj Penceresi)	77
V.2.3.5. Mesaj Sınıfları	77
V.2.3.6. Mesaj Grupları	77
V.2.3.7. Arşivler	78
V.2.3.8 Raporlar	78
V.2.4. Tag Logging	78
V.2.4.1. Toplanan Verilerin Arşivlenmesi	79
V.2.4.2. Trend Window Template	79
V.2.4.3. Table Window Template	80
V.2.5.Report Designer	80
V.2.6 Global Scripts	81
V.2.6.1. Proje Fonksiyonları	81
V.2.6.2. Standart Fonksiyonlar	82

V.2.6.3. Intern Fonksiyonlar	82
V.2.6.4. Aksiyonlar	82
V.2.7. Text Library	82
V.2.8. User Administrator	83
V.3 WinCC UYGULAMA ALANLARI	83
V.3.1. Devlet Hava Meydanları İşletmesi'nin WinCC ile Otomasyonu	83
BÖLÜM VI. UYGULAMA	87
VI.1. UYGULAMA AŞAMALARI	87
VI.1.1 Projenin İsimlendirilmesi	87
VI.1.2. Projenin Resimlendirilmesi	90
VI.1.3 Internal Tag'ların Atanması	90
VI.1.4 Simülasyonun Çalıştırılması	90
BÖLÜM VII. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	98
KAYNAKLAR	100

ÖZET

ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKELERİ İÇİN SCADA SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE BİR BÖLGE UYGULAMASININ BİLGİSAYAR ORTAMINDA YAPILMASI

Enerji dağıtım sistemlerinin yönetim otomasyonu tasarımı, hızla gelişen bilgisayar teknolojisi sayesinde önemli aşamalar kaydetmiştir. Enerji Dağıtım Sistemleri otomasyonu, “Supervisory Control and Data Acquisition” (SCADA) yazılımı altyapısı ile güvenilir ve düşük maliyette tasarlanmıştır.

SCADA sistemleri, izleme, kontrol ve veri toplama işlevlerini gerçekleştirebilme özelliğine sahiptir. Geniş bir coğrafi alana yayılmış olan Elektrik Dağıtım Şebekeleri, SCADA sistemi işlevleri sayesinde uzak uç birimlerdeki veri toplama ve kontrol işlevlerini gerçekleştirerek, tüketiciye daha kaliteli elektrik enerjisi sunmaktadır. Elektrik Dağıtım Şebekeleri Otomasyonunun sağlamış olduğu en önemli işlev ise fider otomasyonudur. Sistemde oluşabilecek arızalarda, arıza yerinin tespit edilmesi ve izolasyonunu kapsayan fider otomasyonu, 34.5kV’luk gerilim hatları üzerinden uygulanmaktadır. Ülkemizde bu konu ile ilgili ilk uygulama TÜBİTAK tarafından tasarlanan “Master Proje”dir.

Bu çalışmada, öncelikle SCADA sisteminin temel yapısı ile SCADA sisteminin Elektrik Dağıtım Şebekelerine uygulanması incelenmiştir. Yapılan çalışmada, uygulama olarak “Elektrik Dağıtım Merkezlerinin” uzaktan izlenmesi ve kontrol edilmesini amaçlayan örnek bir simülasyon projesi tasarlanmıştır. Siemens firması tarafından geliştirilen Windows NT tabanlı WinCC 5.1 SCADA programı ile yapılan uygulamada fider otomasyonu temel alınmıştır. Sistem çalışır durumda iken oluşabilecek arıza yerinin tespit edilmesi ve sisteme yeniden enerji verilmesi simülasyon programı üzerinde gösterilmiştir. Ayrıca bu çalışma da Ülkemizde Dağıtım Otomasyonu ile ilgili ilk uygulama olan “Master Proje” ye ve WinCC SCADA yazılımının kullanımına da yer verilmiştir.

Eylül 2005

Atakan YÜCEL

ABSTRACT

THE STUDY OF SCADA SYSTEMS FOR ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK AND THE APPLICATION OF AN AREA ON THE COMPUTER

The design of the management automation of the electricity distribution systems have been developed paraleley to the development in computer technology. The Automation of Energy Distribution Systems are designed in secure and low cost with the assistance of “Supervisory Control and Data Acquisition” (SCADA).

SCADA systems, have the capacity of realizing the following, controlling and data collecting processes. The Electricity Distribution Systems covering a large geographic area, can give beter quality of electricity energy to the consumer by data collecting and controlling of the SCADA system’s extrem points. The most important result of the Automation of the Electricity Distribution Network is fider automation. The fider automation, by mean of finding any kind of failure in the system and izolating it, is applied over nets having 34.5 KV tension. The first project in our country on that field is called Master Project and applied by TUBİTAK.

The first step of this study is the examination of the basic structure of the SCADA system nd the application of the SCADA system in the Electricity Distribution Networks. The application done here is an example of a simulation project aiming the examination from far of and the control of the Electricity Distribution Centers. In the application done by using WINCC 5.1 SCADA program of Windows NT is based over fider automation. Finding any kind of failure when the system is working and re-giving energy to the system was shown over the simulation program. The Master Project, which is the first Project in our country on that field and the usage of WinCC SCADA program is also a part of this study.

September 2005

Atakan Yücel

KISALTMALAR

SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition

RTU : Remote Terminal Unit

MTU : Master Terminal Unit

PLC : Power Line Carrier

ISO : International Standards Organization

OSI : Open Systems Interconnection

IEC : International Electrotechnical Commission

IEEE : International Electrical & Electronics Engineering

TCP/IP : Transmission Control Protocol / Internet Protocol

SWC : Surge Withstand Capability

T-RTU : TÜDOSİS Remote Terminal Unit

DTT : Dağıtım Trafo Terminali

HBT : Hat Başı Terminali

İMT : İndirici Merkez Terminali

ŞEKİL LİSTESİ

	SAYFA NO
Şekil II.1 Scada Sisteminin Genel Yapısı.....	6
Şekil IV.1 Arıza Öncesi Hat Görünümü.....	49
Şekil IV.2 Arıza Sonrası, Kesicinin Açılması.....	49
Şekil IV.3 İzolasyon ve Adım Anahtarlarının Açılması.....	49
Şekil IV.4 Kesicinin Kapatılması.....	50
Şekil IV.5 Adım Anahtarlarının Kapatılması.....	50
Şekil IV.6 Arızalı Bölge Dışındaki Yerlere Yeniden Enerji Verilmesi....	50
Şekil IV.7 Hat Başı Terminali – Dağıtım Trafo Terminali Ağ Donanımı...	53
Şekil IV.8 İndirici Merkez Terminali – Hat Başı Terminali Ağ Donanımı..	54
Şekil IV.9 Kontrol Merkezi Terminali – İndirici Merkez Terminali Ağ Donanımı.....	54
Şekil IV.10 T-RTU İç Yapısı.....	59
Şekil V.1 Sistemde Kullanılan Tag'lerin Seçimi.....	70
Şekil V.2 Graphics Designer Editörü Fonksiyonlarının Görünümü.....	74
Şekil V.3 Mesaj Blokları ve Mesaj Satır Formatları.....	76
Şekil V.4 Alarm Loging Editör Fonksiyonlarının Görünümü.....	77
Şekil V.5. Devlet Hava Meydanları İşletmesi Elektrik Dağıtım Otomasyonu Genel Görünümü.....	85
Şekil V.6. D.H.M.İ. Dağıtım Şebeke Otomasyonu Çıkış Görünümü.....	86
Şekil V.7. D.H.M.İ.Çıkış Barası Değerleri.....	87
Şekil VI.1 WinCC 5.1'in Çalıştırılması.....	88
Şekil VI.2 WinCC 5.1 Tek veya Çok Kullanıcılı Seçimi.....	88
Şekil VI.3 Projenin İsimlendirilmesi.....	89
Şekil VI.4 WinCC 5.1 Editörlerinin Görünümü.....	89
Şekil VI.5 Internal Tag Oluşturma.....	91
Şekil VI.6 Hat Başı Terminaline Tag Atama.....	91
Şekil VI.7 Tasarlanan Projenin Resimlendirilmesi.....	92

	SAYFA NO
Şekil VI.8 Projenin “Runtime” ile Simülasyon Modülüne Getirilmesi	93
Şekil VI.9 Hat Başı Terminallerine Enerji Verilmesi.....	94
Şekil VI.10 Hat Başı 1 Terminali ile Sistemin Tamamına Enerji Verilmesi.....	95
Şekil VI.11 Oluşan Arıza ile Sistemin Enerjisiz Kalması.....	96
Şekil VI.12 Arıza Yerinin Tespiti ve İzolasyonu ile Sisteme Enerji Verilmesi	97

BÖLÜM I. GİRİŞ

Son zamanlarda bilgisayar ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler üst düzey otomasyon sistemi tasarımını mümkün kılmıştır. Dünyanın bir teknoloji köyü haline geldiği 21. yüzyılda, işletmelerin uzaktan kontrol edilmesi ve buradaki bilgilerin toplanması kaçınılmazdır. Bu bağlamda Elektrik Dağıtım Şebekelerinin SCADA ile kontrolü ülkemizde ve bütün dünyada hayat geçirilmesi gereken en önemli projelerden biridir.

SCADA, sistem süreçleri için denetimli kontrol ve veri toplama işlevlerini gerçekleştirir. SCADA sistemi, kontrol edilmesi amaçlanan uzak işletmelerdeki verilerin, haberleşme ortamı ile kontrol merkezinde toplanması temel prensibi ile çalışır. Bu yüzden SCADA sistemi üç temel bileşenden oluşur. Bunlar; Kontrol Merkezi, RTU (uzak uç birim algılayıcısı) ve İletişim sistemidir. SCADA sistemleri Elektrik Dağıtım ve İletim Şebekeleri dışında, Demir-Çelik, Doğalgaz, Su arıtma ve toplama, Petro-Kimya v.b. birçok alanda kullanılmaktadır.

Günümüzde enerji sektörü, kontrolü, güvenliği ve maliyeti gibi konularda etkin kullanılabilmesi için büyük arayışlar ve gelişmeler içerisine girmiştir. Bu yüzden tasarlanan Dağıtım Otomasyon Sistemleri, geniş bir coğrafi alana yayılmış olan elektrik dağıtım şebekelerinin işletilmesi ve kumanda edilmesi ile tüketicilere daha kaliteli ve güvenilir elektrik enerjisi verilmesini sağlamaktadır.

Ülkemizde bu konu ile ilgili ilk çalışma Master Proje adı ile 1992 yılında TÜBİTAK-BİLTEN tarafından başlatılmıştır. Kaliteli bir enerjinin sürekliliğini sağlamak, yatırımları optimal bir şekilde planlamak ve kullanılan malzemelerin ömrünü uzatmak amacı ile geliştirilen Master Proje ekonomik kolay işletilebilir ve gelişime açık bir sistem olarak tasarlanmıştır. Bu proje kapsamında pilot bölge olarak İstanbul ili Avrupa Yakası seçilmiştir. Master Projenin en önemli işlevlerinden biri de fider otomasyonudur. Bu sayede Dağıtım Otomasyonunun kumanda, bilgi toplama ve gözlem işlevlerinin yanı sıra bir de arıza yerinin tespiti ve izole edilmesi işlevi gerçekleştirir.

SCADA sistemleri, üretici firmalar tarafından farklı işletim sistemlerinde tasarlanıp, üretilmektedirler. Program dili olarak C++ kullanılır. Kontrol Merkezi Bilgisayarları birden çok işletim sistemi ile iç içe çalışabilir özelliktedir. Bu çalışmada örnek uygulama yapacağımız WinCC SCADA programı Siemens firması tarafından üretilir ve Microsoft Windows işletim sistemi ile uyumlu çalışır.

II. SCADA SİSTEMLERİ

II.1. GENEL TANIMLAMALAR

SCADA, “Supervisory Control and Data Acquisition” nın kısaltmasıdır. SCADA, sistem süreçleri için denetimli kontrol ve veri toplama işlemlerini gerçekleştirir. Kapsamlı ve entegreli bir gözetleme ve veri tabanlı kontrol sistemi olan SCADA, bir tesis veya işletmeye ait tüm ekipmanların kontrolünden üretim planlamasına, çevre kontrol ünitelerinden yardımcı işletmelere kadar tüm birimlerin uyarıcılarla otomatik kontrolünü ve gözetlemesini sağlar. SCADA kontrol sistemleri, değişik işletmelerin tüm kontrol ihtiyaçlarının kademeli (katmanlı) olarak gerçekleştirilmesine olanak tanıyacak şekilde oluşturulurlar. [1]

SCADA sistemleri, bir veya daha fazla bilgisayarla birlikte, kontrol istasyonuna bağlı iletişim sistemleri aracılığı ile uzak uç birimlerin kumanda edilmesini, istenilen bir veya birden çok yerdeki verilerin toplanmasını ve kontrol edilmesini sağlar.

SCADA sistemleri endüstriyel yöntemlerin veri toplama ve yönetim kontrolü endüstrilerinde çok yaygın biçimde kullanılırlar. Şirketler bu standart işlemler koordinasyonunun kullanıcılarıdır ve bu sistemleri geliştiren IT teknolojileri ile kurulurlar.

SCADA sistemleri kademeli işleme özelliklerinden dolayı, kontrol işlemlerini kademeli olarak gerçekleştirir. Bu kademeler; kaynak yönetimi, işletme yönetimi, süreç denetimi ve işletme kontrolü olarak sıralanır.

II.2. SCADA KONTROL KADEMELERİ

II.2.1.Kaynak Yönetimi

İşletmenin üretimi için gerekli kaynakların planlandığı üretim ve hizmet politikalarını destekleyici kararların alındığı yönetim kademesidir. Bu kademe organizasyonun en tepe noktasıdır. Hizmet ve üretim yönetimi ile diğer birimler

arasındaki işbirliğini sağlar. SCADA kontrol sistemi yönetim kademesinde alt kademelerden gelen verileri değerlendirerek strateji geliştirir.

II.2.2.İşletme Yönetimi

Bu birim daha çok işletme müdürlüğünün görevlerini yürütür. İşletmedeki birimler arasındaki işbirliğini düzenler. Bir önceki seviyeden gelen stratejileri düzenleyerek bir üst birime aktarır.

II.2.3.Süreç Denetimi

Bu kademe izleme ve veri toplama fonksiyonlarına ek olarak tesisler ve makineler arası eş-zamanlık sağlar. Bu birim; merkezi kontrol ve kumanda odası ile bunların bünyelerindeki kontrol cihazlarını ve SCADA yazılımlarını içerir.

II.2.4.İşletme Kontrolü

En alt birim kademesidir. İşletmelerin fiziksel kontrollerinin yapıldığı birimdir. Bu birimde mekanik ve elektronik aygıtlar, bağlandıkları arabirim ile denetim komutlarının fonksiyonlarını oluştururlar. Elektronik algılayıcılar, denetim komutlarındaki dönüştürücüler yardımı ile tesisin çalışmasını sağlayan elektrik sinyalleri ve makine hareketlerini, arabirimlerinde toplar. Toplanan bu veriler elektriksel sembollerle SCADA sistemine aktarılır. SCADA sistemi algıladığı bu komutlarla istenilen bütün işlevleri gerçekleştirir. Tahrik motorları, vanalar, anahtarlar, lambalar, sıcaklık ve kuvvet ölçüm cihazlarının elektronik algılayıcıları, bu birimde toplanır. Vanaların açılıp-kapatılması, tahrik motorlarının çalıştırılıp durulması işlemleri gerçekleştirilir.

Modern bir kontrol sisteminin sağlanabilmesi için, fonksiyonel ve yapısal entegrasyona imkan verecek modüllerle, esnek bir kontrol sistemi tasarlanmalıdır. Fonksiyonel entegrasyonla tasarlanan bir sistem, kontrol edilecek işletmeye ait lojik denetim işlevlerini kapsamlı bir şekilde gerçekleştirir. Böylece bir işletmenin veya tesisin sürekli işleyişi uyumlu bir sistem özelliği kazanır.

Yapısal entegrasyon, sistemin mimari yapısını, yani çevre gözetleme birimlerinden operatör istasyonlarına, en küçük kontrol birimlerinden merkezi kontrol odasına kadar tüm sistemi, çevreleyen bir entegrasyondur.

İşletme tesislerinin; saha cihazları, elektronik kontrol üniteleri ve enstrümanlarının sürekli olarak kaydettikleri verilerin sistematik bir şekilde denetimlerinin sağlanabilmesi için, birçok bilgisayar ve operatör istasyonlarına

ihtiyaç duyulur. Bu yüzden işletme tesislerinde modern kontrol sistemlerinin sağlanabilmesi için güçlü bir SCADA yazılım programı kullanılmalıdır.

SCADA sistemlerinin uygulamada sağlaması gereken imkânlar şunlardır;

- Parametrelerin (sıcaklık, güç, basınç, dijital sinyaller, anahtarlar, motor durumları vb.) toplanması ve bilgisayardan izlenmesi
- Toplanan parametrelerle işletme takibinin ve arıza takibinin yapılması
- Toplanan veri parametrelerine ait alt üst limit değerleri ve operatörün alarm ile uyarılması
- P, I, D parametrelerinin girilebilmesi ve gözetlenebilmesi
- Toplanan verilerin kaydı ve saklanması
- Otomatik çalışan sistemin, SCADA monitörden izlenebilmesi ve gerekli manuel müdahalenin yapılması
- Periyodik raporların alınması ve istatistiksel proses kontrolünün yapılması

II.3. SCADA GENEL YAPISI

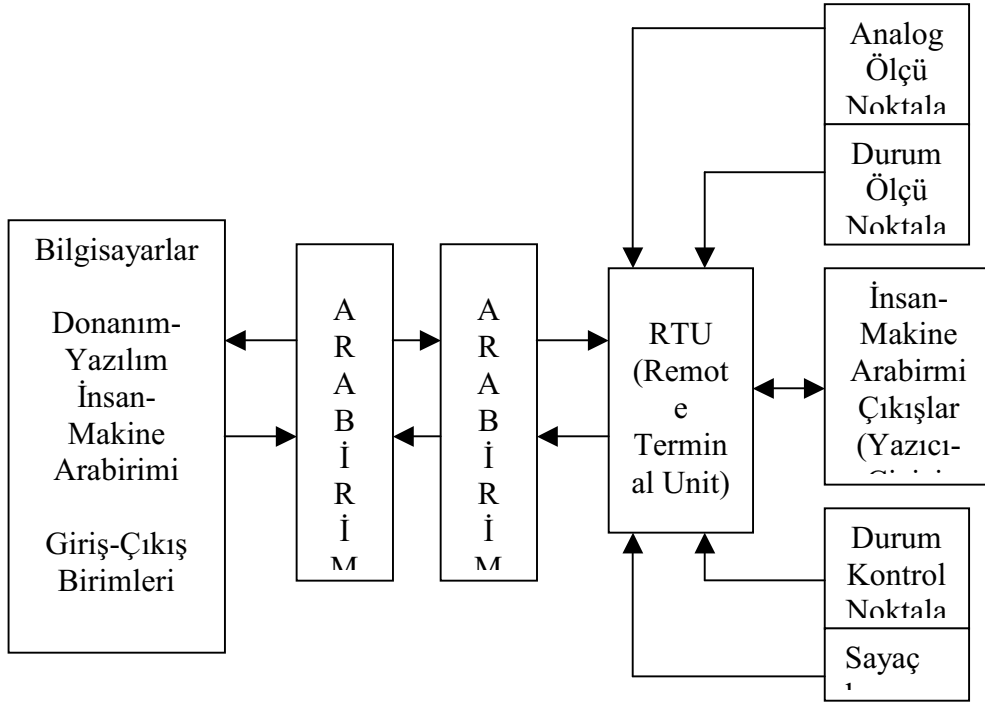
SCADA sistemleri birçok otomasyon sisteminin altyapısını oluştururlar. SCADA sistemleri genel yapıları itibarı ile bir fabrika otomasyonunu sağlayabildiği gibi çok geniş bir coğrafi alana yayılmış büyük işletmelerin otomasyonunu da sağlar. Sistemin büyük ya da küçük olması SCADA sisteminin genel yapısını ve ana bölümlerini değiştirmez.

SCADA sistemleri temel olarak üç ana bölümden oluşur. Bu bölümler;

- Kontrol Merkezi Birimi (MTU- Master Terminal Unit)
- İletişim Sistemi
- Uzak Uç Birim (RTU- Remote Terminal Unit)

SCADA sisteminin işleyişi, kontrol merkezi ve uzak birim arasındaki iletişim sistemi ile sağlanır. Şekil II.1’de kontrol merkezi ve uzak uç birimde kullanılan donanımlarla SCADA sisteminin temel yapısı gösterilmektedir.

Sistemde ki arabirim iletişim sistemidir. İletişim, kontrol merkezi ve uç birim arasındaki mesafeye göre farklı donanım sistemleri ile sağlanabilir.



KONTROL MERKEZİ İLETİŞİM SİSTEMİ UZAK UÇ BİRİM

Şekil II.1 Scada Sisteminin Genel Yapısı

II.4. SCADA TEMEL ELEMANLARI

Bilgisayar tabanlı bir SCADA sisteminin temel elemanlarını; algılayıcı ve kontrol elemanları, veri toplama ve donanım kontrolü, sinyal işleme ve bilgisayar yazılımı oluşturmaktadır.

II.4.1. Algılayıcı ve Kontrol Elemanları

Sıcaklık, basınç, güç, hız gibi fiziksel büyüklüklerin algılanarak bilgisayara aktarılması ve bu fiziksel büyüklüklerin analog bilgi ile elektriksel birimlere (voltaj, akım, frekans,vb. büyüklüklere) dönüşmelerini sağlayan elemanlardır. Algılanan ve çevrilen bu elektriksel büyüklükler ise SCADA sisteminin donanım parçası olan dijital-analog (D/A) çeviriciler yardımı ile analog bilgiyi dijital bilgiye dönüştürüp bilgisayara aktarılır.

II.4.2. Veri Toplama ve Denetim Kontrolü

SCADA sisteminde toplanan verilerin; kontrolü, değerlendirilmesi, monitörlerde gösterilmesi, bilgisayara kaydedilmesi ve arşivlenmesi işlemlerini

gerçekleştirir. Aynı zamanda, bilgisayarın taşıyıcı elemanlarına yerleştirilen kartlarla kontrol donanımını sağlar.

En önemli kontrol denetimlerinden birisi de PID kontrolüdür. Regüleli sistemlerde giriş, çalışma noktasını ve çıkış seviyesini belirler. Bu çıkış basınç, seviye, sıcaklık, vb olabilir bunlar açık- çevirim kontrolleridir. Ancak fiziksel büyüklüklerin birçoğu bu sistemle belirlenemeyebilir ve hata oluşturur. Bu hatalara karşı çıkıştan bir geri besleme alınarak kontrole gidilir ki bu kontrole PID kontrolü denir. Açılımı (P)oransal, (I) integral, (D) türevidir. Oransal kontrol ile istenilen çalışma noktası ve hata veren sistem çıkışı arasındaki fark alınarak, belli bir oran ile çarpılır. Üçü (P,I,D) bir arada kullanıldığında daha etkin bir sonuca ulaşılır. Her iki (analog, dijital) sistemde uygulanabilir.

II.4.3. Sinyal İşleme

Algılayıcı tarafından üretilen sinyallerin, çeviriciye girmeden önce sinyal kalitesinin artırılmasını sağlar. Sinyal kalitesinin artması için ölçeklendirme, lineerleştirme, filtreleme ve yükseltme gibi işlemler gerçekleştirir. En yaygını ise yükseltme yani genliği artırma işlemidir.

II.4.4. Yazılım

Doğru bir yazılım kullanıcının ve özellikle sistemin özelliklerine bağlı olarak seçilir. İyi bir SCADA yazılımı için; sistemin hızı, kolay tasarımı, alarm yöntemleri, hızlı grafik çizim araçları, veri toplama, arşivleme ve raporlama özellikleri önemli öğelerdir. SCADA sistemleri DOS, VMS ve UNIX ile ilişkili olarak kullanılırlardı. Son zamanlarda SCADA sistemleri NT altyapılı yazılımlarla piyasaya sunulmuşlardır.

II.5. GÖREVLERİ

SCADA sistemleri dört ana işlevi gerçekleştirir; [2]

- Veri Toplama
- Kontrol
- Denetim ve Alarm
- Verilerin Kaydı ve Saklanması

II.5.1. Veri Toplama

SCADA sistemlerinde ölçüm sonucu toplanan veri çeşitleri şunlardır;

- Analog ölçümler (akım, gerilim, aktif güç, reaktif güç, kademe değiştirici konumu, sargı sıcaklıkları)
- Enerji Ölçümleri (sayaç çıkışları)
- Durum ölçümleri (kesici ve ayırıcının açık-kapalı konumları, röle kontak konumları)

II.5.2. Kontrol

Cihazların tek tek kontrol edilmesi (kesici ve ayırıcıların uzaktan açılıp kapatılması, trafo kademe değiştirici kontrolü, regülatörlere kontrol işaretlerinin gönderilmesi gibi) işlevini gerçekleştirir.

II.5.3. Denetim ve Alarm

- Durum (açık-kapalı) denetimi
- Eşik ve limit değer (analog ölçüler) denetimi
- Trend denetimi
- Olayların sınıflandırılması, alarm ve rapor edilmesi

II.5.4 Verilerin Kaydı ve Saklanması

Veri toplama, denetim ve kontrol işlevlerinden elde edilen verilerin sınıflandırılması ve arşivlenmesi işlevini gerçekleştirir.

II.6. UYGULAMA ALANLARI

SCADA sistemi, birçok sistem yapısına altyapı oluşturmaktadır. Bunların başında da Enerji Dağıtım ve Enerji Yönetim Sistemleri gelir. Son zamanlarda SCADA ile elektrik dağıtım sistemlerinde, uzak uç birimlerde ki en ufak ayrıntıya hâkim olan yerel uygulamalar yapılmaktadır. SCADA sistemleri hataların teşhisi ve ayırt edilmesi ile bu servislerin onarılması, elektrik akımı veya gücünün artması ile ölçümlerin kontrol edilmesi, jeneratörlerin kontrol edilmesi, fider devre anahtarlar konfigürasyonun çizilmesi, voltaj kontrolünün yönetilmesi, sayaçlardaki değerlerin okunarak arşivlenmesi, otomatik jeneratör kontrolleri ile yanlışlıkların geri besleme ile düzeltilmesi, devre anahtarının hareket ettirilmesi, voltaj regülasyonlarının

izlenmesi, trafo sıcaklık sayaçlarının açılması ve benzeri birçok işlemin gerçekleşmesini sağlamaktadır. SCADA sisteminin Elektrik Dağıtım ve İletim Şebekeleri dışındaki diğer kullanım alanları ise şunlardır; [3]

- Demir- Çelik
- Doğalgaz
- Petrokimya
- Su Toplama, Arıtma ve Dağıtım
- Trafik ve Sinyalizasyon
- Akıllı Binalardır.

II.7. KONTROL MERKEZİ (MTU)

Master Terminal Unit (MTU), geniş bir coğrafi alana yayılmış tesislerin, bilgisayar donanımlı bir yapı ile uzaktan kumanda edildiği, izlendiği ve yönetildiği birim olarak tanımlanır. Kontrol merkezleri, kontrol edilecek tesisin merkezi bir yerine kurulur.

Entegre bir SCADA sisteminde kontrol merkezi odası; bilgisayar ağı, bilgisayar destekli paket uygulamaları, insan-makina iletişimi için bilgisayarlar, işletme fonksiyonlarını yerine getirecek yazılımlar, yazıcılar ve destek donanımları ile bunların ek ünitelerinden oluşur.

Kontrol Merkezi, sistemin güvenliğinden sorumludur. Kendisine yetki verilmediği sürece açma- kapama işlemlerini gerçekleştiremez. Sistemde oluşabilecek arızalar, sistem birimlerinin görevden çekilmesi veya sistem modelinde yapılacak değişiklikler durumunda ortaya çıkan sorunların çözümü için açma-kapama işlemlerini yapar ve bunları denetler.

Sistemde oluşabilecek arıza durumunda kontrol merkezi sorunu en kısa sürede gidermek zorundadır. Aksi takdirde sistemin devre dışı kalması ile stratejik planlamaya ve ileride oluşabilecek birçok arızaya sebebiyet verebilir.

Kontrol merkezinin bir başka işlevi ise verilerin toplanmasıdır. Toplanan verilerle istatistiklerin yapılabilmesi için, nicelik ve nitelik bakımından verilerin toplanması, ileride kullanmak üzere bu verilerin kayıtlara geçirilmesi, planlama ve bilgisayar donanımı gereksinimlerine uyarlanmış hesaplama yöntemlerin yapılması gerekmektedir.

SCADA sisteminde, geniş bir coğrafi alana yayılmış uzak uç birimlerin(RTU) koordineli çalışması, bu uzak uç birimlerden gelen bilgilerin yorumlanması ve kullanıcılara sunulması, ayrıca kullanıcıların isteklerinin uzak uç birimlere iletilerek merkezi kumandanın sağlanması işlevleri kontrol merkezince yerine getirilir.

SCADA sisteminin büyüklüğüne göre kontrol merkezi için bir alan seçilir. Bu kontrol merkezinden, tüm SCADA sistemi kumanda edilir, veriler toplanır, uygun bir veri tabanı ile veriler depolanır, gelen veri ve alarmlar sistem içindeki programlarla analiz edilir, veriler üzerinde işlem yapılır, yazılım programı vasıtası ile veriler görüntülenebilir ve yazıcıdan çıktıları alınabilir. Kontrol merkezleri sistem içerisinde bir tane olabileceği gibi sistemin büyüklüğüne göre, birkaç tane de olabilir ki bunlar Ana Kontrol Merkezinin altındaki Alt Kontrol Merkezleridir.

II.7.1. Kontrol Merkezinin Görevleri

Kontrol Merkezleri şu işlevleri yerine getirir; [4]

- Uzaktaki birimlerden verilerin toplanması
- Toplanan verilerin yazılım programları ile işlenerek ekrana ve yazıcıya gönderilmesi
- Sistemde kontrol edilen cihazlara kontrol komutu gönderilmesi
- Belli olaylar karşısında alarm üretilmesi ve gelen alarmların operatörlere en hızlı şekilde iletilmesi
- Meydana gelen olayların ve verilerin zaman sırasına göre kaydedilmesi
- Başka bilgisayar sistemleri ile iletişimde bulunabilmesi
- Birçok SCADA alt tabanlı (Enerji Dağıtım Sistemi, Enerji Yönetim Sistemi, vb.) sistem programını üst seviyede çalıştırabilmesi
- Yazıcı, çizici, haberleşme üniteleri gibi ek ünitelerin kontrol edilmesi

II.7.2. Kontrol Merkezi Mimarisi

Kontrol Merkezi şu bölümlerden oluşur; [4]

- Sistem Bilgisayarları
- Kullanıcı Arabirimleri, İnsan Makine Arabirimleri (HMI), operatör arabirimi
- Veri Toplama Giriş- Çıkış Birimleri (Font- End bilgisayarlar)
- Mimik Diyagram ya da Ekran projeksiyon sistemleri
- Yazıcılar ve Çiziciler

- Veri Toplama Birimleri
- Kesintisiz Güç Kaynağı
- Zaman Ayar Sistemi
- Veri İletişim Network'ü
- İzole, Yükseltilmiş tabanlı Kumanda Odası veya Odalar

II.7.2.1. Kontrol Merkezi Sistem Bilgisayarı

Kontrol merkezine bağlı bütün donanımın denetimini ve koordinasyonunu sağlayan birimlerdir. Bu işlevleri; giriş, çıkış, merkezi işlem birimi, bellek, bilgisayar işletim sistemi ve uygun yazılım programları vasıtası ile yerine getirmektedir.

1.a Giriş Birimi

Dış birimlerden merkezi işlem birimine verilerin gelmesini sağlar. Bu birimin kontrol ettiği üniteler şunlardır; [5]

- Klavye
- Grafıksel Giriş Üniteleri
- Haberleşme Üniteleri
- Depolama Üniteleri

Klavye: Yazıların girilmesi için kullanılır

Grafıksel Giriş Ünitesi: Mouse, Scanner, Digitizer gibi şekil ve benzeri şeylerin bilgisayara aktarılmasında kullanılır.

Haberleşme Ünitesi: Bilgisayarların diğer bilgisayarlarla iletişim kurmasını sağlar. Bu iletişim genellikle MODEM (telefon hatları) yada veri ağlarıyla (LAN, WAN gibi) sağlanır.

Depolama Ünitesi: Bilgisayarda çalışan programları veya depolama birimlerine gelen verileri kaydetmek için kullanılır. Sabit disk, manyetik teyp gibi cihazlar bu ünitenin birimleridir.

1.b. Çıkış Birimi

Sanal ortamdaki bilgilerin gerçek ortamdaki ünitelere aktarılmasını sağlar. Örneğin bilgisayardaki bir bilginin yazıcıya aktarılması işlemlerinde kullanılır. Çıkış birimine bağlı olan üniteler şunlardır; [5]

- Yazıcılar
- Çiziciler
- Depolama Birimleri

- Grafiksel Gösterim Birimleri

Yazıcılar: Rapor, alarm gibi bilgilerin kağıt üzerine aktarılmasını gerçekleştirir.

Depolama Birimleri: Verileri yedekleme ve depolama için kullanılır.

Grafiksel Gösterim Birimi: Bilgisayar içindeki verilerin ekran üzerinden kullanıcıya gösterilmesinde kullanılır. Bu ekranlar monitör, ekran projeksiyon makineleri ve mapbord'lardır.

1.c. Bellek

Verilerin depolandığı ve bilgisayarın çalışmasına yardımcı olan programların bulunduğu birimdir. Üç çeşit bellek vardır. Bunlar; RAM, ROM ve CACH'tir. Bilgisayar içerisindeki veriler birçok üniteye gitmektedir. Veri yolu üzerinden hafızaya erişimin bir ünite tarafından denetlenmesi gerekir ki bellek erişim denetleyicisi bu işlevi yerine getirir. [5]

1.d. Merkezi İşlem Birimi

Bilgisayar içerisindeki birimlerin koordineli çalışmasını, birimler arası veri transferini, veriler üzerinde aritmetiksel ve mantıksal işlemler yapılmasını sağlar. [5]

1.e. Kontrol Merkezi Bilgisayar İşletim Sistemi

Çalışan programların sistem içerisindeki denetimini, verilerin depolama yada yedekleme birimlerine transferini, ek ünitelere erişimini sağlar. Aynı zamanda bellek erişimini de denetler. Tek görev tek kullanıcı ve çok görev çok kullanıcı olmak üzere iki tip işletim sistemi vardır. İsimlerinden de anlaşılacağı üzere tek görev ve tek kullanıcı sistem tek bilgisayarın tek işletim programı ile çalışmasını sağlar. Çok görev ve çok kullanıcı işletim sistemi ise iletişim ağı tabanlı ile birden fazla programın çalışmasını sağlar. Burada, verileri ortak kullanılabilir olanağı vardır. Örneğin; UNIX ve POSIX işletim sistemlerinin birlikte kullanılması. [5]

1.f. Kontrol Merkezi Bilgisayar Yazılımı

Bu tip programlar karmaşık yazılım yapılarına sahiptirler. Yazılımları yıllar aldığı için, yazılımda kalite ve performans gibi nitelikler aranır. Yazılımın sürecinin en çok zaman alan kısmı ise analiz ve tasarımıdır. [5]

Kontrol Merkezi Bilgisayar yazılımlarının kalitesini belirleyen ve etkileyen etkenler şunlardır;

- Teknolojik değişimlere ve yeni isteklere karşı geliştirilebilir olması
- İstenilen bütün komutları eksiksiz yerine getirebilmesi

- Sisteme zarar verebilecek, istenmeyen durumların oluşmasına karşı koyabilmesi
- Başka yazılım ve donanımlarla uyumlu çalışabilmesi
- CPU, bellek, disk gibi kaynakları verimli kullanması, performansı yüksek olması
- Program dökümünün anlaşılabilir ve açık olması
- Programın farklı donanım elemanlarıyla da çalışabilmesi
- Öğrenme ve kullanma kolaylığına sahip olması
- Programın birbirinden bağımsız küçük modüllerden oluşması

II.7.2.2. Kontrol Merkezi Kullanıcı Arabirimi (HMI)

Operatörle sistem arasındaki bağlantıyı kuran birimdir. Kullanıcının program ayarlarına yardımcı olan arabirimdir. Monitör, klavye, mouse, yazıcı ve çiziciler bu arabirimde kullanılan cihazlardır. İşlevleri ise şunlardır;

- Programın kullanılması
- Alarm üretme ve uyarı seviyelerinin ayarlanması
- Güvenlik kontrolünün çeşitli şifreleme yöntemleri ile sağlanması
- Cihazların ekrandan izlenmesi ve kontrol edilmesi
- Bağlantı ağı bilgilerinin görüntülenmesi ve çeşitli Network analizlerinin sonuçlarının verilmesi
- Sistemdeki kart ve programların raporlanması

II.7.2.3. Kontrol Merkezinde Veri Toplama

Sistemdeki veri ve alarm bilgilerinin toplandığı, depolandığı ve yedeklendiği birimdir. Floppy diskler, sabit kafalı diskler, hareketli kafalı diskler, optik diskler, manyeto-optik diskler ve değiştirilebilen sabit diskler verilerin depolandığı bazı disklerdir. Verilerde oluşabilecek hata ve bozukluklara karşı yazılabilen optik diskler ve teyp üniteleri ile veriler yedeklenebilirler.

II.7.2.4. Kontrol Merkezi Veri İletişim Network'ü

Kontrol merkezinde bilgisayarlar arasındaki veri alışverişini, programlar arası paylaşımı ve çok sayıda fakat farklı özellikteki bilgisayarların büyük hızlarda veri iletişimde bulunmasını, yerel iletişim ağları (LAN) ile sağlar. Yerel iletişim ağları ile bilgisayarlar üç şekilde bağlanır. Bunlar; yıldız, ring ve düz veri yoludur.

II.8. SCADA İLETİŞİM SİSTEMLERİ

İletişim, bir bölgeden başka bir bölgeye, karşılıklı olarak veri veya haberlerin gönderilmesidir. Sistem temel olarak üç bileşenden oluşur;

- Veri veya haberleri iletişim ortamı üzerinden gönderebilmek için şekillendirilecek bir cihaz (Modem)
- İletişim yolu ve ortamı
- Alıcı uçta gönderilen veri veya haberin anlaşılması için ilk şekline çevirecek cihaz (Modem)

II.8.1. İletişim Sisteminden Beklentiler

SCADA sistemleri için iletişim sistemin en önemli etkenlerindedir. 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; [6]

- Güvenilirlik
- Uygun maliyet
- İletişimin hızı
- İki yönlü İletişim özelliği
- Arıza durumlarında iletişim yeteneği
- İşletim ve bakımının kolay olması
- Mimariye uygunluk

II.8.1.1. 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.

II.8.1.2. Uygun Maliyet

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

- Kurulum Maliyeti
- Bakım Maliyeti
- Uzun vadede(kira, sistemi genişletme, vs) getireceği maliyetler

II.8.1.3. İletişimin 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.

II.8.1.4. İki Yönlü İletişim Özelliği

Birçok 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 etme işlemi ise gerçekleştiremez.

II.8.1.5. Arıza Durumlarında İletişim Yeteneği

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

II.8.1.6. İşletiminin ve Bakımının Kolay Olması

İletişim hatları karmaşık yapıdaki sistemlerdir. Bu yüzden kullanıcı tarafından kullanılabilmesi için işletiminin ve bakımının kolay olması gerekmektedir.

II.8.1.7. 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.

II.8.2. Kullanılan İletişim Sistemleri

SCADA sistemlerinde kullanılabilecek iletişim sistemlerini şu şekilde sınıflandırabiliriz;

- Kiralanmış Hatlar (Telefon ve Kablolü Tv Hattı)
- Radyo Frekansları (Mikrodalga, Trunk Radyo, Uydu, vb.)
- Gerilim Hattını Kullananlar (PLC, riple control)
- Özel Hat Gerektirenler (Fiberoptik ve metalik kablo)

II.8.2.1. Metalik Kablo Haberleşme Sistemleri

İleri teknoloji gerektirmeyen, bilinen ve kullanılan bir tekniktir. Bu sistemin en büyük dezavantajı dış etkenlere yani elektromanyetik ve elektrostatik etkileşime açık olmasıdır. Bu kabloların sadece başlarda değil aralarda da iyi topraklanması gerekmektedir. Simplex, halfdublex ve fuldublex haberleşmelerin tümünü gerçekleştirir.

II.8.2.2. Power Line Carrier (PLC) 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 sinyalinin modüle ederek hata enjekte ederler, alıcı ise bilgiyi taşıyan frekansı hattan alır ve demodüle eder.

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

PLC iletişim sisteminin avantajları şunlardır;

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

PLC iletişim sisteminin dezavantajları ise şunlardır;

- Gerilim Hatlarındaki gürültülerden (şimşek çakması) etkilenmesi
- 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

II.8.2.3. Radyo Haberleşme Sistemleri

SCADA sisteminde en çok kullanılan Radyo haberleşme çeşitleri şunlardır;

- Noktadan noktaya mikrodalga haberleşme
- Çok adresli sistemler
- Trunk Radyolar
- Spread Spectrum Radyolar

3.a. Noktadan Noktaya Mikrodalga Haberleşme

Bu haberleşme türünde birbirini görebilecek şekilde kuleler kurulur ve bu kuleler üzerine yerleştirilen çanak antenlerle mikrodalga frekanslar beam haline getirilirler. 500 MHz üzerinde çalışan alıcı ve vericiler kullanılır. Mikrodalga radyolar hava şartlarından etkilendiği için, istasyon kulelerinde değişik frekanslarda birden fazla alıcı ve verici kullanmak gibi ek önlemler alınmıştır. [7]

3.b. Çok Adresli Sistemler (Multiple Address System)

Birden fazla uzaktaki bilginin toplanması işlevini temel alan SCADA uygulamaları için özel geliştirilmiş bir sistemdir. Uzak birimlerdeki antenler merkeze doğru çevrili olup bu yönde sinyal gönderip- alırlar. Merkezdeki anten ise her birime yayın yapabilme kapasitesine sahiptir. İki tip frekans kullanırlar. Birinci frekansı uzak birimlere komut gönderen merkez kullanır, ikinci frekansı ise komutu alan birimler cevap vermek amacı ile kullanırlar. [7]

3.c. Trunk Radyo

Bu radyolar bilgi ve ses haberleşmesini gerçekleştirebilen, telefon teknolojisine benzer özelliktedirler. Kontrol merkezi haberleşme linki kurar. Haberleşme bittiğinde ise link serbest kalır. Bu radyo ağının 5 ile 20 arasında kanalı vardır. [7]

3.d. Spread Spectrum Radyolar

Bu tip sistemlerde sisteme gönderilen bilgi geniş bir frekans bandına dağıtılır ve gürültü şeklinde kodlanır. Dört ayrı modülasyonu vardır. [7]

- Direct Sequence: Bilgi sinyali ile kodlanır.
- Frequency Hopping: Gürültü sinyali ile kodlanır.
- Time Hopping: Kodlanan bilgiyi var veya yok şeklinde gönderir.
- Pulsed FM: Birden çok frekansla bilgi kodlanır.

Radyo ile İletişim Sisteminin avantajları şunlardır;

- İletişim sistemi için yeterli band sağlaması

- Yüksek güvenilirlik sağlanması
- Özel yapılı bir sistem olduğu için sistemde oluşabilecek hatalardan dolayı iletişim sistemini engellememesi

Radyo ile İletişim Sisteminin dezavantajları ise şunlardır;

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

II.8.2.4. Telefon Haberleşme Yöntemleri

Veri alışverişini sağlamak üzere, 2Mbits/s hızında iletişim sağlayabilen yöntemlerdir. İki tip hat çeşidi vardır. Bunlardan birincisi her an kullanıma hazır olup kullanıcı için özel hazırlanan kiralanmış hatlardır. Diğerisi ise konuşma esnasında olduğu gibi arama gerektiren fakat hat meşgul iken iletişimi gerçekleştiremeyen otomatik aramalı (dial-up) hattır. [7]

Telefon ile haberleşmenin avantajları şunlardır;

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

Telefon ile haberleşmenin dezavantajları ise şunlardır;

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

II.8.2.5. Uydu Haberleşmesi

Son zamanlarda kullanılmaya başlanan bir yöntemdir. Yerden gönderilen sinyalleri alır, yükseltir ve frekanslarda karışıklık olmaması için frekans değiştirerek gönderilmesi istenilen noktaya iletir. SCADA sistemleri için yeterli band genişliğine (36MHz) sahip olması ve hızlı veri transferi gerçekleştirmesi bir iletişim sisteminden en çok istenen işlev olsa dahi yüksek maliyetleri bu sistemin kullanım alanını kısıtlamaktadır.

Uydu ile iletişim sisteminin avantajları şunlardır;

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

Uydu ile iletişimin dezavantajları ise şunlardır;

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

II.8.2.6. Fiber Optik Kablo Haberleşmesi

Fiber kablolarının elektrik sinyallerini ışığa dönüştürmesi prensibi ile iletişim sağlarlar. İletişim ortamı gönderici, alıcı ve fiber optik kablodan oluşur. Işık sinyali led yada laser diyot tarafından sağlanır. Alınan ışık sinyali alıcı tarafından elektrik sinyaline çevrilir.

6.a. Temel İletişim Elemanları

Temel iletişim elemanları şunlardır;

- Fiber optik ışık kaynağı (Led, Lazer Diyot)
- Fiber optik kablo
- Fiber optik ışık detektörü (Pın-Diyot, Foto Diyot)

6.b. Çalışma Prensibi

Fiber optik ışık kaynağı elektriksel sinyalleri, optik sinyallere dönüştürür. Optik sinyaller fiber optik kablo yardımı ile istenilen uzaklığa taşınır ve taşındıkları yerde fiber optik ışık dedektörü ile elektriksel sinyallere dönüştürülürler. Optik ışık kaynağı tarafından kabloya aktarılan ışık miktarı, ışığın silindir eksenineyle yaptığı açı ile orantılıdır. Çok modlu kablolarda ise aynı eksenden gelen modlar eş doğrultuda, belli bir açı ile gelen modlar, cam silindirin dış yüzeyinde meydana gelen tam yansımalar sayesinde iletilirler. Belli bir açıdan sonra ise (CLADDİNG bölgesi) iletim mümkün değildir.

6.c. Kablo Yapısı

En dışında koruyucu bir kılıf bulunur, içinde ise kırılma indisi artırılmış silindir şeklinde saf cam vardır. Işığın iletilebilmesi için koruyucu kılıf ile silindir cam arasına kırılma indisi daha küçük olan bir başka cam tabaka konulur.

6.d. Kablo Çeşitleri

Kırılma indisleri ve ışık modlar açısından farklılık gösterirler. [7]

- Single Mode: Tek ışık modunun iletimini sağlarlar. Işık kaynakları lazer yapısına uyumludur.
- Multimode: Birden çok modu lazer ve led ışık kaynağı ile iletebilirler
- Step-Index: Kırılma indisleri sabit olan fiberler
- Graded-Index: Kırılma indisi merkezde maksimum seviyede olan fiberler

Fiber optik kablo ile iletişimin avantajları şunlardır;

- Çok büyük sinyal band genişliğine sahip olması
- Elektromanyetik ve dış (yağmur, kar, yıldırım, vb) ortamlardan etkilenmemesi
- Lisans gerektirmemesi
- 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
- Kısa devre durumunda yangına sebep olmaması

Fiber optik kablo ile iletişimin dezavantajları ise şunlardır;

- Gereğinden fazla bükülmeleri yada iyi korunmadıkları sürece ömürlerini yitirmesi, sinyal iletişimini gerçekleştirememeleri
- Her 50 km'de bir tekrarlayıcı gerektirmeleri
- Özel verici, alıcı ve konektör gerektirmeleri
- Kısa mesafeli uygulamalarda ekonomik olmamaları
- Nükleer radyasyondan etkilenmeleri ve kullanılmaz hale gelmeleri

II.8.3. İletişim Protokolleri

Sistemler arası haberleşmenin yapılabilmesi için belirli bir standart değerler bütününe ihtiyaç duyulur. SCADA iletişimde kullanılan bu standart değerler bütünü iletişim protokolleri adı altında toparlanmıştır. Bu protokoller kontrol merkezi ve uç birimler arasındaki veri iletişimde kullanılırlar. 1980 yılında kullanılan ilk protokoller bit tabanlıydı ve veri iletişimi oldukça yavaştı. Şimdi ise çok daha hızlı olan bayt tabanlı protokoller kullanılmaktadır. Bayt protokolleri 10 bit

büyüklüğündedir. Bu bitlerden biri giriş, diğeri çıkış, geriye kalanlar ise veri bitleridir.

II.8.3.1. İletişim Protokolünden Beklenenler

- İletişim ortamından bağımsız olması
- ISO – OSI standartlarına uygun olması
- Bilinen ve yaygın kullanılan standartları içermesi
- Bayt tabanlı olması
- Geniş olarak veri nesnelere desteklemesi ve yüksek düzey fonksiyonları karşılayabilmesi
- Konfigürasyon yüklenmesinin değişken uzunluktaki mesajlar ile yüksek hızda olması
- Geniş adresleme yeteneğinin olması
- Tam tanımlı ve detaylı bilgi verebilmesi
- Test edilebilir olması
- Farklı alarm düzeylerinin tanımlanabilir olması
- Veri gönderirken azami hız sağlaması
- Hatasız veri iletişimi için kodlama yöntemi olması

II.8.3.2. Protokol Türleri

SCADA sistemlerinde geniş alanlara yayılmış birçok operatör istasyonunun birbirine bağlanması ve sisteme ait tüm veri transferlerinin yapılabilmesi için, yerel ağlar (LAN) ve geniş alanlı ağlar (WAN) iletişim ağları kullanılmaktadır. İletişim ağlarında kısa mesafeli alanlar için LAN (yerel ağlar), uzun mesafeli alanlar için WAN (geniş alan ağları) kullanılır. [8]

SCADA sistemleri, yaygın olarak Avrupa standartlar organizasyonu tarafından hazırlanan IEC iletişim protokollerinden yararlanmaktadırlar. Amerika'da bu standartlar IEEE tarafından yapılmaktadır. IEC iletişim protokolleri standartlarınca, kontrol merkezleri arası iletişim IEC 870.6 numaralı protokolle, uzak uç birimler ve kontrol merkezi arası iletişimler ise IEC 870.5 numaralı iletişim protokolü ile sağlanmaktadır. Protokol SCADA sisteminin en güvenilir olması gereken birimdir. İletişim ne kadar hızlı olursa olsun protokol iyi tasarlanmamışsa büyük tıkanıklıklar yaşanır. Aynı sistem iletişimler içerisinde birden çok protokol kullanılabilir. Ancak

kontrol merkezi ile irtibat kurulacak olan uç birim arasında aynı protokol kullanılmalıdır.

2.a OSI Referans Modeli

Ağ iletişimlerinde ISO (International Standards Organization) tarafından geliştirilen yedi katmanlı protokol OSI (Open Systems Interconnection) , SCADA sistemi ile aynı katman yapısına sahip olduğu için referans alınır. OSI katmanları ise şunlardır; [8]

1. Physical Layer (Fiziksel Katman): Hatasız bir iletişim sorumlusudur.
2. Data Link Layer (Veri Bağlantı Katmanı): Veri bloklarının hatasız bir şekilde üst seviyeye çıkarılmasını sağlar.
3. Network Layer (Ağ Kamani): Veri paketlerinin kaynaktan alıcıya gönderilmesini sağlar.
4. Transport Layer (İletişim Katmanı): Veri paketinin düzgün bir şekilde bir üst katmana geçirilmesinden sorumludur.
5. Session Layer (Bağlantı Katmanı): Kullanıcılar arası bağlantının kurulumu, yönetimi ve kontrolünden sorumludur.
6. Presentation Layer (Sunuş Katmanı): Haberleşme ağı ile veri standart uygulama yazılımı arasındaki birimdir.
7. Application Layer (Uygulama Katmanı): Haberleşme ağı ile kullanıcı uygulama yazılımı arasındaki birimdir.

Birçok kullanıcı tarafından kullanılan TCP/IP protokolünün OSI standartlarına uymaması kullanımını sınırlamaktadır.

2.b .MAC Protokolleri

Seçim, saklama ve çekişme gibi üç ayrı kategoride düzenlenir.

Selection (Seçim): Bu metotta hat üzerindeki terminallerden biri ana terminal olur ve diğer terminallere mesaj alıp- göndermekten sorumludur. Öncelik gerektiren hatlarda en genel kullanım metodudur.

Reservation (Saklama): Bu metot sürekli tıkanıklığın olduğu zamanlarda kullanılır. Zaman belli aralıklara bölünür ve gönderimde bulunmak istenilen terminal ilerdeki zaman parçalarını belli bir süre rezerve eder.

Contention (Çekişme): Hafif ve orta düzeydeki tıkanıklıklarda etkindirler. Sıra yöntemi kullanılmaksızın, bütün terminaller zaman almak için çekişirler. Ağır yük altında performansı düşer.

MAC protokolleri gelişmiş ağ teknolojilerinde yaygın olarak kullanılırlar. SCADA sisteminde en çok kullanılan MAC protokolleri ise şunlardır;

- Polling Protokolü
- Token Ring Protokolü
- Carrier Sense Multiply Access/Collision Detect (CSMA/CD) Protokolü
- Token Bus Protokolü

Polling Protokolü: İlk terminalden başlayarak, tek tek bütün terminalleri yoklayıp gönderilecek bir bilgi bulursa, terminale mesaj gönderme metoduyla çalışır. Sistemi soru-cevap şeklindedir. Her terminali sürekli yoklama sistemi ile çalıştığından zaman kaybı yaşanır. Bundan dolayı verimi düşüktür.

Token Ring Protokolü: Bu protokol iletişim mimarisinin halka biçiminde olduğu durumlarda kullanılır. Jeton (token) 24 bit'lik bir bilgi olup terminaller arası dolaşır. İki terminali aynı anda iletme geçiremezler. Bu yüzden veri aktarmak isteyen terminal jeton kendisine geçene kadar bekler.Yoğun tıkanıklıkta bile veriminin yüksek olması bu sistemin olumlu özelliğidir.

CSMA/CD Protokolü: Bir terminalin diğer terminalin ağ hattına bilgi bırakıp, bırakmadığını anlamak amacı ile hattı dinlemesi yöntemidir. Bu sistemin verimi yüksektir. Bu protokol metodunun en önemli dezavantajı ise mesajın gönderilme süresini kontrolsüz gerçekleştirmesi ile zaman belirlemenin mümkün olmamasıdır ki bu durum kullanımını kısıtlamaktadır.

Token Bus Protokolü: Metot olarak polling protokolü ile benzerlik gösterir. Bu protokolde düğümler kontrol merkezinden başlayan bir sıra düzlemi ile bütün uç birimleri dolaşarak kontrol merkezine ulaşır. Verimliliği yüksektir. Normal şartlarda iyi işleyen bir metottur. Oluşabilecek problemlerle mücadele gücü zayıftır. Mesajdaki bir hata, uç birimlerdeki bir arıza ya da sisteme yeni uç birimlerin dahil olmasında verimliliğini yitirebilir. Bu tip sorunların giderilebilmesi için contention (çekişme) tekniğini ile birlikte kullanılması gereklidir.

2.c. TCP/IP Protokolü

Bilgisayar ağlarını birbirine bağlamak amacı ile geliştirilen ve Dünyada en çok kullanılan protokol türüdür. İnternet üzerindeki “Transmission Control Protocol” ve “Internet Protocol” gibi iki önemli iletişim protokolü ile iletişim sağlanır.

TCP/IP protokolün özellikleri şunlardır; [3]

- Fiziksel ağ donanımından bağımsız olarak bir çok değişik ağ ile entegrasyon olanağı sağlaması
- Dünyanın her yerinde geçerli olan ortak bir adresleme yapısına sahip olması
- Standartlar kolayca ulaşılır ve bilgisayar donanımlarında geliştirilebilir özellikte olması

II.9. UZAK UÇ BİRİM (RTU)

Uzaktan izleme ve denetleme ünitesi anlamına gelen Remote Terminal Unit (RTU), bulunmuş olduğu merkezin sistem değişkenlerine ilişkin bilgileri toplayan, depolayan, kontrol eden, gerektiğinde bu bilgileri kontrol merkezine belli bir iletişim ortamı yolu ile gönderen ve kontrol merkezinden gelen komutları uygulayan bir SCADA birimidir.

SCADA sistemini, insan vücuduna benzetecek olursak RTU, duyu organlarına karşılık gelir. İnsan vücudunda nasıl bütün algılamalar duyu organları tarafından beyine aktarılıyor ve beyinden gelen komutlar uygulanıyorsa, SCADA sisteminde de bütün algılamalar RTU tarafından, kontrol merkezine gönderilir ve kontrol merkezinden gelen komutlar uygulanır.

RTU'lar, Analog- Dijital dönüştürücüler (ADC), Dijital-Analog dönüştürücüler (DAC), dijital giriş ve çıkışların olduğu, en fazla birkaç metre kare yer kaplayan ve 1.5- 2 metre yükseklikte olan özel tasarlanmış bilgisayarlardır. [9]

SCADA sistemi içerisinde, yerel ölçüm ve kumanda noktaları oluşturan RTU'lar birbirlerine bağlanabilen çeşitli cihazları, kesicileri, ayırıcıları kumanda edebilir. Ölçülmesi gereken akım, gerilim, aktif güç, reaktif güç, güç faktörü gibi değerler ölçülebilir. Ayrıca ayırıcı ve kesicinin açık-kapalı kontrol durumları yapılabilir. Merkezi kumanda ve izlemeyi sağlamak için RTU'lar, ölçüm sonuçları ile cihazın çalışma durumlarını (Kesici açık, Ayırıcı kapalı) merkeze ileterek merkezden gelen komutlar doğrultusunda bulunan (Kesici aç, Ayırıcı kapa) işlemleri yapar. Böylece merkezi denetim birimlerinin başında bulunan sistem operatörünün tüm ölçüm sonuçlarını görmesini ve gerekli komutları göndererek sistemin denetlenmesini sağlar. Fakat RTU'nun görevi sadece ölçüm yapmak ve komut uygulamak değil ölçüm sonuçlarının belirli sınırlar içerisinde olup olmadığını da denetleyerek aykırı yada alarm durumlarını da merkeze bildirmektir. [8]

RTU' ların üzerinden bilgi toplanabilmesi ve kumanda edilebilmesi için giriş, çıkış noktaları vardır. SCADA sisteminde kontrol merkezi sayısı bir veya birkaç olabilirken RTU sayısı yüzlerce olabilmektedir. Bu sebeple RTU' lar sistemin güvenilirliğinde, taşınabilirliğinde ve maliyetinde oldukça belirleyici birimlerdir. RTU' ların küçük boyutta olması ve kullanılacağı ortamın doğal şartlarına uygun üretilmesi gereklidir. Bir sistemin kumandası ve gözlenmesi için büyük cihazların kullanılması maliyeti ve taşınabilirliği olumsuz yönde etkiler.

RTU' lar ilk geliştirildikleri yıllarda SCADA sistemi içinde sadece bilgi alma işlevini gerçekleştirmişler. Geçen süre zarfında bilgisayar teknolojisinde birçok yenilikler yaşanırken RTU' lar yıllar boyu hiçbir yeniliğe uğramadan üretilmişleridir. Üretici ve kullanıcının birlikte tasarladığı ve ürettiği yeni RTU' lar yani mikroşemcili RTU' lar diğer RTU' lara oranla çok daha fazla işlevsel özelliklere sahiptirler. Günümüz RTU' ları ile Klasik RTU' ların işlevsel özellikleri karşılaştırılırsa şu sonuçlara ulaşılır. [10]

1. Klasik RTU' lar da bütün giriş-çıkış kabloları ortak bir noktada toplanır ve bilgiler bu noktadan alınır. Günümüz RTU' larında ise giriş ve çıkışlar, merkezi değildir. Giriş ve çıkış işlemi, trafo merkezi, kontrol ve gözlem noktalarına yakın yerlerde monte edilen mikroşemcili ve akıllı elektronik cihaz sistemi ile dağıtılmış konumdadır. Sistemin getirdiği faydalar şunlardır;

- Daha uzak noktalardan bilgi toplama ve denetleme olanağı
- Değişik yollardan yerel iletişim olanağı
- Maliyetin azalması
- Fiziksel şartlara göre kurulum olanağı

2. Günümüz RTU' ları güç kaynağını, giriş çıkış işlemini, mikroşemcili ve iletişim portunu yedekleme özelliğine sahiptir

3. Günümüz RTU' lar tali merkezindeki kontrol işlemleri ve gözlem amacıyla yerleştirilmiş dijital röleler, hata kaydediciler, sayısal sayaçlar ve buna benzer elektronik cihazlarla verileri çok daha işlevsel ve seri bir şekilde kaydedebilmektedir.

4. Günümüz RTU' ları çok sayıda port sayesinde birden fazla kontrol merkezi ile iletişimi farklı iletişim protokolleri kullanarak gerçekleştirebilmektedir. Bu da değişik protokol kullanan bilgisayar sistemleri ile iletişim olanağı sağlamaktadır.

5. Klasik RTU'lar tek bir haberleşme ortamını destekleyebilmekteydi. Günümüz RTU'ları ise birçok haberleşme ortamını destekleyebilmekte ve dolayısıyla sistemin güvenliğini arttırmaktadır.
6. Klasik RTU'lar topladıkları tüm verileri kontrol merkezlerine iletir ve bu verilerle ilgili bütün işlemler kontrol merkezinde yapılırdı. Günümüz RTU'ları ise topladığı verileri önışlemden geçirerek sadece anlamlı ve gerekli olanlarını kontrol merkezine gönderir. Böylece iletişim kanalları ve kontrol merkezinin iş yükü azaltılır.
7. Klasik RTU'lar sadece kontrol merkezi ile iletişim kurabilmekteydi. Günümüz RTU'ları ise kontrol merkezi dışında tali merkezlerde bulunan diğer RTU'larla da iletişim kurabilirler. Bu özellikleri ile de iletişim yükünü hafifletirler.

II.9.1. RTU' nun Görevleri

RTU'lar temel olarak iki ana işlevi gerçekleştirirler; bunlardan ilki bilgi toplama ve depolama diğeri ise kontrol veya kumandadır. RTU'lara daha kapsamlı çalışabilmeleri için iki görev daha yükletilmiştir. Bunlar; tali merkez seviyesinde gösterim ile arıza yerinin tespiti ve izolasyonudur.

II.9.1.1. Bilgi Toplama ve Depolama

RTU'nun yapması gereken en temel işlevdir ve bu işlevden ödün verilmesi söz konusu değildir. RTU hem bölge operatörü hem de bağlı bulunduğu kontrol merkezinin ihtiyacı olan bütün bilgileri toplar ve kendi hafızalarında saklar. Böylelikle otomasyonun ilk seviyesini gerçekleştirmiş olur. RTU'lar bilgi toplama işlevini kendilerine verilen periyodik aralıklarla gerçekleştirirler.

RTU'lar, analog bilgileri yani akım, gerilim, aktif güç, reaktif güç gibi değerleri sistemden ayrı durumdaki indirici trafo ve transduserler yardımıyla, gerekli duyulduğunda da çoklayıcılar yardımıyla toplar. Durum (açık- kapalı) değerlerini ise mekanik veya optik izolasyona sahip röleler yardımı ile toplar.

RTU topladığı bilgileri gerekirse kullanıcı tanımlı hale getirir yani bir önışlemden geçirir. Örneğin RTU topladığı analog bilgiyi (akım, gerilim, güç, vb) sayısal bilgiye çevirir ve RTU'da oluşturulmuş bir veritabanı sistemi yardımı ile alınan bilgiye ait sınır değerlerini karşılaştırır ve matematiksel bir hesaplamaya dönüştürür. Daha sonra bu bilginin kontrol merkezine gönderilmeye değer bir bilgi

olup olmadığını da ortaya çıkarır. Sürekli alınan değerlerin kontrol merkezine gönderilmesi iletişim hattının meşgul edilmesine sebep olur. Bu yüzden toplanan bilgilerde bir değişiklik olması durumunda kontrol merkezinin uyarılması daha mantıklıdır. Bu işleme Report-by-exception (ayıklamalı raporlama) denilir.

Önişlem yapıldıktan sonra bilgiler kontrol merkezine gönderilmek üzere sırasıyla arşivlenirler. SCADA sisteminde bilgilerin belirli zaman hassasiyetlerine göre rapor edilmesi işlevine Sequence-of- events- tagging (oluş sırasına göre kayıt anlamı) denir. Zaman hassasiyetleri analog değerler için 20 milisaniye iken durum değişiklikleri için çok daha kısa bir süre yani, 1 milisaniyedir. Böyle bir depolama işlevi sayesinde gün içinde hangi olayın, tam olarak, ne zaman ve kaç defa gerçekleştiği kontrol merkezi tarafından izlenebilmektedir. Bu özelliğin SCADA gibi gerçek zamanlı (real time) bir sistemde mutlaka bulunması gerekir.

RTU'lar bilgilerin toplanması ve gönderilmesini RS- 232 veya RS- 485 seri formatta çalışan cihazlarla yapmaktadır. Bu, SCADA fonksiyonelliğini arttırmamakta fakat sahadaki lokal veri transferini basitleştirmektedir. [11]

II.9.1.2. Kontrol

Bu işlev de RTU'nun sağlıklı ve titizce yapması gereken bir özelliktir. Uzaktan kumanda ile durum kontrollerini(açma-kapama) değiştirme işlevini gerçekleştirir. En önemli nokta bu işlemin herkes tarafından her zaman yapılamayacağıdır. Bunun için sistem güvenlik tedbirinin alınması gerekir. Bu güvenlik tedbirleri RTU ile kontrol merkezi arasında ki Select-before- operate adı verilen (işlem öncesi seçim) şifreleme işlemidir.

II.9.1.3 .Gösterim

RTU'nun sonradan işlevleri arasına giren bu özelliğin amacı RTU'nun bütün işlevlerinin yerine getirildiğine dair bölge operatörüne kanıt sunması veya kontrol merkezince uzak uç birimlerin izlenmesine onay verilmesidir. RTU aldığı bilgileri ve yapılan kumandaların sonuçlarını, sadece kontrol merkezine göndermek yerine kendi bünyesinde bulundurduğu sınırlı bir veritabanı donanımına sahip bir gösterim bilgisayarıyla da bilgilendirir. Bu yapıyı yazıcı ve çizici gibi cihazlarla genişletmek mümkündür.

II.9.1.4. Arıza Yerinin Tespiti ve İzolasyonu

Arıza yerinin tespiti ve izolasyonu, RTU'ların sistem için deki en önemli işlevidir. Bu işlevi yerine getirebilmek için RTU'nun kendi bünyesinde; Arıza Arabirim Modülü ve buna bağlı bulunan Arıza Akım Algılayıcı modülleri bulunmaktadır. Bu modüller aracılığı ile arızalar algılanır ve RTU'ya bildirilir. Arıza olduğu bilgisini alan RTU Arıza Arabiriminden bütün Arıza Algılayıcılarını sorgulamasını ister ve bunun için gerekli komutu verir. Arıza Arabirimi, Arıza Akım Algılayıcı modülleri ile haberleşerek arıza akımının geçtiği noktaları belirler ve RTU'ya gönderir. RTU bu bilgilerin ve kontrol merkezinden gelen komutların bilgisinde sistemin arızadan izole edilmesi için harekete geçer. RTU gerekli komutları Arıza Akım Algılama modüllerine gönderir ve arızalı bölgenin izolasyon işlevi tamamlanır.

RTU ile arıza yerinin tespiti ve izolasyonu işlemi 1-10 saniye arası bir zaman diliminde gerçekleştirilir. Oysa klasik yöntemlerle bu işlevin halledilmesi çok uzun süre alabilir. İşte RTU'nun bu özelliği sayesinde kullanıcıya çok önemli avantajlar sağlanmakta, arıza yerinin belirlenmesi ve izole edilmesi işlemleri kayıpsız ve ekonomik bir şekilde halledilmektedir.

II.9.2. RTU Mimarisi

RTU bahsedilen işlevleri yerine getirebilmek için toplam 6 ana bölümden oluşur. Bu bölümleri şöyle sıralayabiliriz; [3]

- İletişim Ünitesi
- Ana İşlemci Ünitesi
- Giriş-Çıkış / İzolasyon Ünitesi
- Kullanıcı Arabirim Ünitesi
- Güç Kaynağı Ünitesi
- Test Ünitesi

II.9.2.1. İletişim Ünitesi

Bu birim İletişim sistemleri ile RTU arasındaki haberleşmeyi sağlar. Bu haberleşme ortamları birden çok olabilir. Bu ortamlar üzerine kurulu iletişim standartları ve bunlara bağlı olarak geliştirilen iletişim protokollerince haberleşme yapılır. Kontrol merkezinden, iletişim sistemi protokolleri ile gelen bilgileri, ana işlemci ünitesine aktararak gerekli işlemleri başlatır. Bu işlemlerin sonunda da

cevapları aynı protokol standartlarına çevirerek iletişim sistemi üzerinden kontrol merkezine ulaştırır.

İyi bir iletişim ünitesinden beklenen özellikler şunlardır; [3]

- RTU'ların kanaldaki gürültülere karşı korunaklı olması için, ünite toprağının sinyali ile gelen iletişim sinyalinin farklı olması
- İletişim kanalında kullanılacak çeşitli haberleşme ortamlarının ve protokollerin desteklenmesi
- Kanal yapısının farklı RTU'larla ve kontrol merkezi ile iletişim için birden fazla olması
- İyi bir yazılım yapısı ile sinyalin hatalı gelebileceği olasılığını dikkate alarak fark edilir ölçüde düzeltme yapması, hata bulucu ve giderici özelliği olması
- Gürültü seviyesini devamlı kontrol eden bir donanım yapısının olması
- RTU, Transmit (mesajı yolla) konumundan belirli bir sürede Receive (mesajı al) konumuna geçmez ise RTU Anti-Streaming özelliği ile otomatikman kanaldan ayrılma özelliği olması

II.9.2.2. Ana İşlemci Ünitesi

RTU'nun beyni konumundadır, mikroişlemci tabanlı altyapı sistemine sahiptir. RTU'nun ulaşabildiği bütün noktalarla ilgili bilgilerin bulunduğu ve veritabanı yardımı ile bilgilerin saklandığı hafıza birimleri de ana işlemci ünitesinin içinde yer almaktadır.

Ana işlemci ünitesinin işlevleri şunlardır;

- Kontrol merkezinden belirli iletişim protokolleri ile iletişim ünitesine gelen ve bu üniteye tercüme edilen komutlara ve sorgulamalara cevap vermek
- Veritabanındaki mevcut bilgiler doğrultusunda olayları oluş sıralarına göre rapor etmek
- Giriş-Çıkış / İzolasyon Ünitesinden aldığı analog ve durum işaretleri ile alarm bilgilerini toplamak, filtre etmek ve gereksiz olanları elemek
- Kontrol işlemleri için gerekli sinyalleri aynı üniteye göndermek

II.9.2.3. Giriş-Çıkış / İzolasyon Ünitesi

RTU'ların çoğunda zaman Giriş-Çıkış ve izolasyon üniteleri iç içe geçmiş durumda ve beraber incelenmektedir. Bu birim RTU'nun tali merkezlerindeki

olumsuz çevre şartlarına karşı korunumu nu sağlar. Gerekli izolasyonlar ve tali merkezlerindeki analog ve durum değışiklikleri ile analog ve sayısal çıkışlar bu birim tarafından yapılır. RTU'larda izolasyon iki türdür. Bunlar; mekanik ve optik izolasyonlardır. Güvenlik açısından iki izolasyon türünün de bulunması gereklidir.

II.9.2.4. Kullanıcı Arabirim Ünitesi

Günümüz RTU'larında kullanılan bir birimdir. Yıllar önce tasarlanan sistemlerde RTU'ların istenilen bilgiyi sadece kontrol merkezine ulaştırılması isteniliyordu. Son zamanlarda, durum ve ölçüm bilgilerinden tali istasyonlarının da haberdar olması için istasyonlara, yerleştirilen bilgisayar ile yazıcı ve çizici gibi donanımların oluşturduğu bir birimdir.

II.9.2.5. Güç Kaynağı Ünitesi

RTU'nun bulunduğu merkezlerde hazır bulunan 48V veya 125V'luk DC kaynaklardır. Ayrıca istasyonda standartlar dahilinde de 250V AC ve 24V DC güç kaynakları yedekte kullanılmak üzere bekletilmektedir. Bu ünitenin sağlıklı çalışabilmesi için RTU toprağı ile bulunduğu istasyon toprağının birbirinden ayrı olması gerekmektedir. RTU'nun diğer bütün ünitelerini bu birim beslemektedir.

II.9.2.6. Test Ünitesi

SCADA sistemi RTU'nun kendisinden beklenen fonksiyonları yerine getirip getirmediğini bu ünite sayesinde gerçek zamanlı olarak izler. RTU'nun bütün üniteleri bu ünite sayesinde kontrol edilir ve gerektiğinde İletişim Ünitesinde olması gereken özelliklerden biri olan Anti-streaming sistemi ile, RTU'nun diğer RTU'ları etkilemeyecek biçimde iletişim kanalından izole edilmesi işlevini gerçekleştirir.

II.9.3. RTU'ların Ortam Koşulları ve Testleri

RTU'lar tali merkezlerde Dağıtım SCADA' sını amacı ile kullanılırken olumsuz ortam koşullarına maruz kalırlar. Bu cihazların olumsuz ortam koşullarına karşı önlem alabilmesi için bazı testlerden geçirilmeleri gerekir.

Bu testler şunlardır; [12]

- Arabirim Testleri
- Ortam Testleri
- Fonksiyonel Testler

II.9.3.1 Arabirim Testleri

Mekanik ve elektriksel testler olmak üzere iki ana başlık altında toplanabilir.

1.a. Mekanik Testler

İşçilik, materyal, boyutlar, üretim teknikleri gibi özelliklerin gözlenmesi ve eldeki çizimlerin karşılaştırması ile gerçekleşir.

1.b. Elektriksel Testler

Elektriksel arabirim üzerinden gerçekleştirilen testlerdir. Bunlar güç kaynağı testi ve büyük dalgalanmalara karşı dayanabilirlik (Surge Withstand Capability) testleridir.

Güç Kaynağı Testi: Cihazın güç girişlerinin, güç kaynağı için belirlenen gerilim sınırları içinde çalışıp- çalışmadığının test edilmesi yöntemidir.

Surge Withstand Capability (SWC): SCADA terimlerinde sıkça rastlanan test birimidir. Bu testin uygulanmasındaki amaç RTU cihazlarının elektromanyetik dalgalanmalara karşı korunumu nu sağlamaktır. Tali merkezlerde bulunan RTU'lar elektromanyetik dalgalanmalara karşı güçlü ekranlara sahip olmalarına rağmen anahtarlama cihazlarından gelen kablaj bu ekranı aşar ve RTU'nun dış dünya ile bağlantısını sağlayan analog giriş, sayısal giriş-çıkış, güç kaynağı girişi ve haberleşme giriş-çıkış kabloları aracılığı ile elektromanyetik dalga, cihazın içine girer. Bu sebeple RTU'ların dayanıklılığını sağlayan SWC standartları geliştirilmiştir. [12]

SWC testleri; herhangi iki kablo arasında (transverse) veya tüm kablolar ve toprak arasında (longitudinal) olmak üzere ikiye ayrılır. SWC testleri, IEEE (International Electrical & Elelectronics Engineering) ve IEC (International Electrotechnical Commission) standartları tarafından hazırlanan değişik yöntemler uygulanır.

SWC testi uygulanan RTU'nun, düzgün çalışması ve kalıcı hasarın olmaması beklenir. SWC testinden geçen RTU'ların tali merkezlerinde iyi çalışabilmesi için ortam koşullarının da uygun olması gerekir.

Elektromanyetik ve surge giriş dalgalarına karşı alınabilecek önlemler şunlardır; [12]

- Cihaz güçlü bir ekrana sahip olmalı
- Bütün giriş- çıkışlarda SWC filtresi bulunmalı

- Tali merkezinde tasarım ve kablaj cihaz girişlerindeki elektromanyetik girişim sinyalleri SWC standart değerleriyle sınırlandırılmalı
- Güç Kaynağı girişindeki hat filtresi kabul edilebilir düzeyde olmalı, DC/DC konvertör devreleri yeterli izolasyonu sağlamalı, güç kaynağı kabloları da ekranlanmalı ve topraklanmalı
- Kapasitif voltaj trafoları iyi ekranlanmalı ve topraklanmalı, sekonder girişler burulu kablolarla alınmalı
- Endüktif akım kesicileri, kapasitörler ve yeterli akım kapasiteli metal oksit varistörler aracılığı ile korunmalı
- Kısa süreli yüksek gerilim darbelerinde, özelliğini yitirmeyen tipte kondansör kullanılmalı
- Herhangi bir devrenin terminalleri arasındaki yüksek frekanslı ve yüksek gene sahip salınımlar ve transietler R-C alçak geçiren süzgeç ile bastırılmalı
- Gerekli yerlerde film tipli dirençlerin yerine yüksek kısa süreli gerilimlere dayanabilmelerinden dolayı tel sarımlı ve karbon özellikli dirençler kullanılmalı
- Kablo kanalları elektromanyetik girişim kaynaklarından mümkün olduğunca uzak olmalı ve çok gürültülü ortamlarda çift ekranlı kablaj kullanılmalı
- Giriş ve kontrol çıkış kabloları ekranlanmalı ve ekran her iki uça tali merkez toprağına topraklanmalı, hatta birden fazla düşük empedanslı topraklama kablosu kullanılmalı

AC Dielektrik Testi: Güç kaynağının nominal değerleri ölçülür. Kontrol amaçlı güç kaynağının nominal değerleri şöyle olmalıdır;

- 60 VAC ve daha az ise 500 VAC rms, 50 Hz'lik gerilim
- 60-600 VAC arası ise 1500 VAC rms'den az olmamak kaydı ile 1000 VAC rms / nominal değer iki katı gerilim, bir dakika boyunca uygulanarak test edilir.

DC Dielektrik Testi: Bu testin uygulandığı kısımlar güç kaynağı, status giriş (optik izolatör, röle, v.b.) ve kontrol çıkışlarıdır. Tali merkezindeki kontrol bataryasına bağlanacak cihazlara 1500V / nominal değer iki katı gerilim bir dakika boyunca uygulanarak test edilir.

II.9.3.2. Ortam Testleri

Sıcaklık, nem, toz, şok ve titreşim ile elektromanyetik giriş ve uyumluluk testlerine ortam testleri denir. [12]

Sıcaklık Testi: Cihazı belirli sıcaklık aralığında test etmek amacı ile ayrı sıcaklık değerlerinde çalıştırılarak bu değerlerdeki performansı test edilir. Kalibrasyon ve doğruluk kontrolleri sıcaklık aralıklarında yapılır. Sıcaklık alt ve üst limiti -40 ile 85 derece arasındadır.

Nem Testi: Sıcaklık testi ile birlikte uygulanır. Her sıcaklık kademesindeki nem aralığında denenmelidir.

Toz Testi: RTU'ların tozlanmalara karşı korunup korunmadığının incelenmesidir.

Elektromanyetik Girişim ve Uyumluluk: RTU'ların çevreye elektromanyetik dalgalanmalar yaymadığının ve aynı zamanda elektromanyetik girişimlerden etkilenmediğinin test edilmesidir.

Şok ve Titreşim Testi: RTU'ların şok ve titreşime tabi tutulduğunda performans değerlerinin ölçülmesi testidir.

II.9.3.3. Fonksiyonel Testler

İşletme veya saha ortamında uygulanan bir test yöntemidir. Amacı cihazdan beklenen fonksiyonların güvenilir bir şekilde yerine getirilmesini test etmektir. Bu fonksiyonlar kontrol noktalarının girişleri, analog girişler, haberleşme giriş-çıkışları, veri toplama ve alarm iletme performanslarıdır.

BÖLÜM III. DAĞITIM OTOMASYONU

III.1 AMAÇ

Bilgisayar ve iletişim teknolojisindeki son gelişmeler ve bunlarla ilgili cihazlardaki maliyet düşüşleri, elektrik dağıtım sistemlerinin otomasyonunu teknik ve ekonomik olarak yapılabilir hale getirmiştir. Dağıtım otomasyonu, şebekenin uzaktan izlenmesini, hızlı ve etkin bir şekilde kontrolünü sağladığından, sonuçta daha güvenilir, sürekli ve kaliteli elektrik enerjisi beslemesini mümkün kılmaktadır. Bu tür teknolojilerin ülkemizde dağıtım sistemlerinin işletilmesinde bir an önce uygulamaya geçmesi gerekli duruma gelmiştir. [13]

Geniş coğrafi alana yayılmış olan elektrik dağıtım şebekelerinin üst düzey tasarlanmış otomasyon sistemleri ile işletilmesi ve kumanda edilmesi daha kolay ve kaliteli bir hal alacağı gibi, tüketicilere de daha kaliteli ve güvenilir elektrik enerjisi verilmesini sağlayacaktır. Bu nedenle “Dağıtım Otomasyon Sistemleri” geliştirilmiştir.

Gelişmiş ülkelerde bu konu ile ilgili tasarım çalışmaları 1970’li yıllarda başladıysa da 1980 ve sonraki yıllarda geliştirilmeye ve uygulamaya başlandı. Ülkemizde ise bu konu ile ilgili ilk çalışma 1992 yılında başlatıldı.

Günümüzde enerji dağıtım sistemlerinin kontrolü, güvenliği ve maliyeti gibi konularda etkin kullanılabilmesi için enerji sektörü büyük arayışlar ve gelişmeler içerisindedir. Dağıtım sistemlerinin en çok gereksinim duyduğu özellikler; maliyet ve teknik ihtiyaçlardır.

III.1.1.Maliyet

Dağıtım Otomasyon Sistemlerinde, sistem maliyetinin azalması büyük önem taşımaktadır. Dağıtım Otomasyon Sistemleri birçok konuda sistem maliyetlerini azaltırken en önemli azalmalar İşletme ve Bakım maliyetlerinde gerçekleşir.

III.1.1.1.İşletme Maliyetinde Azalmalar

İşletme maliyetleri, sistemin ekonomik yapısını büyük oranda etkilemektedir. Dağıtım Otomasyon Sistemlerinin, işletme maliyetine sağlamış olduğu avantajlar şunlardır; [5]

- Sistem içerisindeki arızaların çok daha kısa sürede onarılmalarından dolayı ekonomik kayıpların azalması
- Sistemin uzaktan kumanda edilmesi ile personel sayısının azalması ve bununla maliyeti azaltması
- Sistem bilgisayarları sayesinde, karmaşık işlemlerin operatörden daha hızlı ve güvenilir yapılması
- Sistemdeki arıza sonrası yapılması gereken kontrollerin, otomasyon sistemi tarafından otomatik olarak yapılması

III.1.1.2. Bakım Maliyetlerindeki Azalmalar

Dağıtım Otomasyon Sistemleri sayesinde işletme maliyeti gibi bakım maliyetinde de azalmalar olacaktır. Bakım maliyetindeki azalmalar şunlardır; [5]

- Temel cihazların bakımındaki azalmalar ile maliyetin azalması
- Arıza ve onarımlarda azalmalar olması
- Koruma ve kontrol görevi olan elektronik cihazların bakımında azalmalar olması

III.1.2.Teknik İhtiyaçlar

Dağıtım istasyonlarına otomasyon sistemlerini kurmak ve daha ekonomik işletmek için fazlaca bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar; tüketici tipleri, yük tahminleri, enerji yönetimi gibi bilgilerdir. Tam olarak ne kadarlık bir veriye ihtiyaç duyulduğu ve bu bilgilerin ne kadar güvenilir olduğu bilinmelidir. Var olan istasyonların geliştirilebilmesi için aşağıdaki teknik ihtiyaçlara gerek vardır. [5]

III.1.2.1. Veri İhtiyacı

Dağıtımı gerçekleştirecek olan işletmenin gelişebilmesi için sistemdeki kaynaklardan kesin bilgiler alması ve bu bilgileri kontrol merkezine aktarması gerekir. Dağıtım Otomasyon Sistemlerinde; alarmlar, kesici durumu, watt, volt, amper değerleri gibi ölçümlerin aktarılması ile veri ihtiyacı karşılanmış olur.

III.1.2.2. Güvenilirlik

Dağıtım Otomasyon Sistemleri, güvenilirliğin artırılması için; Enerji şebekelerinde kontrollü bir bilgi akışı sağladıkları gibi sistemdeki arızaların daha hızlı bulunup onarılmasını da sağlarlar.

III.1.2.3. Dökümantasyon

Sistemdeki verilerin toplanması ile sistemin değerlendirilmesi ve raporlanması bilgisayarlar tarafından otomatik olarak yapılacaktır. Böylelikle sistem de yapılacak değişikliklerde dâhil olmak üzere, verilerin sürekli güncellenebilmesi sağlanmaktadır.

III.1.2.4. Fonksiyonellik

Dağıtım Otomasyon Sistemleri genişleyebilme esnekliğine sahip sistemlerdir. Kontrol sistemi mevcut fonksiyonlarının yanı sıra yeni fonksiyonlar eklenmesine de izin verir.

III.2. DONANIM

Dağıtım Otomasyon donanımının işlevi; iletişimi, haberleşme ağı ile kapalı veya açık çevrim şeklinde sağlamak, kontrolü, dağıtım istasyonları, fiderler ve tüketici bölgelerindeki cihazlara uygulamak ve yapılan işlemlerin görüntülenmesini sağlamaktır.

Dağıtım Otomasyon donanımının işlevleri kontrol merkezince yürütülür. Kullanılacak olan bilgisayar ve elektronik cihazlar sistemin büyüklüğü ve kontrol edilecek eleman sayısına göre belirlenir. Sistemin büyüklüğüne göre tek veya çok merkezli kontrol sağlanır. Sistemin geniş bir coğrafi alana yayılması ve kontrol edilecek eleman sayısının artması tek merkezli kontrolü karmaşık ve yüksek maliyetli bir yapı haline dönüştüreceği için bu tür sistemlerde çok merkezli kontrol tasarlanır. Dağıtım Otomasyon Sistemleri sonraki gelişmelere de adapte olabilecek şekilde tasarlanmalıdırlar.

Dağıtım Otomasyon Sistemlerinin enerji dağıtım sırasında yoğun bilgi akışı olur. Bu bilgiler bilgisayarlarca kaydedilir ve daha sonra analiz edilir. Bu yüzden bilgisayar seçimi çok önemlidir. Dağıtım Otomasyon Sistemlerinde dört tür bilgisayar kullanılır.[5]

Mainframe Bilgisayarlar: Kontrol merkezinde ana bilgisayar olarak kullanılır. Çok kullanıcıli işletim sistemi içerirler. Veri işleme hızları çok yüksek kapasitededir.

Mini Bilgisayarlar: Ara bilgisayarlardır. Kontrol merkezlerinde ana bilgisayara bilgi aktarma, ek ünitelerin kontrolünü sağlama ve sistemin genel performansını artırma amacı ile kullanılırlar.

Süper Mini Bilgisayarlar: Mini bilgisayarlara oranla kontrol sistemi ile donatıldıkları için ana bilgisayar olarak ta kullanılabilirler.

Kişisel Bilgisayarlar: RTU ve elektronik cihazların haberleşme ve ek ünitelerinin kontrolünde, kontrol merkezinde alarm ve raporların alınmasında, analiz istatistiklerinin yapılmasında kullanılırlar.

Dağıtım Otomasyon sisteminde bilgisayarlar dışında kullanılan donanım elemanları ve teçhizatları; Dağıtım İstasyonları, Fiderler ve Tüketici için olmak üzere üç ayrı grupta toplanırlar.

Dağıtım İstasyonu gerekli teçhizatları şunlardır;

- Transformatör
- Kaydediciler
- Elektronik Röleler
- Yedek Güç Kaynağı
- Sayaçlar
- Kondanstörler
- Gerilim Regülatörleri
- Fider kesicileri, ayırıcıları ve recloserler

Dağıtım fideri gerekli teçhizatı şunlardır;

- Transformatörler
- Hat kesici ve ayırıcıları
- Sensörler
- Gerilim ve akım trafoları
- Sayaçlar
- Transdüserler
- Arıza Göstergeleri
- Seksiyonerler
- Güç faktörünü iyileştiren kondanstörler

Tüketici gerekli teçhizatı şunlardır;

- Sayaçlar
- Bina Bağlantıları

III.3. GÖREVLERİ

Dağıtım sistemlerindeki otomasyon işlevleri şu ana başlık altında toplanır.

- Şalt Merkezi Otomasyon İşlevleri
- Fider Otomasyonu İşlevleri
- Tüketici ile İlgili Otomasyon İşlevleri

III.3.1. Şalt Merkezi Otomasyon İşlevleri

1. Kesicilerin, kademe değiştiricilerin ve şönt kapasitörlerin uzaktan kumanda edilmesi
2. Kesici, transformatör ve şönt kapasitör verilerinin toplanması
3. Arıza yerinin tespiti ve hattan ayrılması
4. Enerjinin yeniden sağlanması
5. Şalt merkezi reaktif güç kontrolünün yapılması

III.3.2. Fider Otomasyon İşlevleri

1. Kesicilerin, hat tekrar kapayıcılarının (recloser), yük ayırıcılarının, şönt kapasitörlerin ve gerilim regülâtörlerinin uzaktan kumanda edilmesi.
2. Kesiciler, hat kaplayıcıları, yük ve adi ayırıcılar (section ve disconnecting switches), şönt kapasitörler, gerilim regülâtörü ve arıza indükatörleri verilerinin toplanması
3. Arıza yerinin tespiti ve hattan ayrılması
4. Enerjinin yeniden sağlanması
5. Fider reaktif güç kontrolünün yapılması
6. Fider besleme düzeninde değişimler yapılması

III.3.3. Tüketici ile İlgili Otomasyon İşlevler

1. Otomatik sayaç okuma
2. Yük yönetimi
3. Enerji sayaçlarının uzaktan programlanabilmesi
4. Tüketici isteklerinin otomatik analizi

5. Sistemde istenmeyen müdahalelerin algılanabilmesi

Bu işlemlerden hangilerinin gerekli (öncelikli) olduğu, teknik ve ekonomik açılardan yapılabilirlikleri, mevcut sistem altyapı ve uygulamalara bağlıdır. Ekonomik değerlendirmelerde, aday işlemlerin yararları belirlenerek, o işlemin maliyeti ile karşılaştırılırlar. Bu noktada göz önüne alınması gereken konu da, dağıtım otomasyonunun sağlayacağı faydalardan bir kısmı para cinsinden somuta indirgenemeyeceğidir. Bu yararları örnek olarak servis güvenilirliğinin artması tüketici şikâyetlerinin azalması, can güvenliğinin artması, planlama amaçlı bilgilerin daha çok ve doğru elde edilmesi, elektrik kurumunun halk nezdindeki görünümünün düzelmesi gösterilebilir. Diğer taraftan, işletme ve bakım giderlerinin azalması, enerji satış hâsılatlarının artması ve yatırımların ertelenmesi gibi yararlar bu analizde somut olarak değerlendirilebilir. [13]

III.4. TRAFİ MERKEZİ VE FİDER OTOMASYONU

III.4.1. Trafo Merkezi Otomasyonu

RTU aracılığı ile trafo merkezinden toplanan bilgiler kontrol merkezine gönderilirler. Kontrol merkezleri buradaki bilgilerin toplanması, uzaktan kumanda edilmesi ve görüntülenmesini sağlayabilir Trafo merkezi otomasyon katmanı, bu merkezde bulunan kesici, ayırıcı, tekrar kapayıcı, kademe değiştirici, kapasitör bankı ve role durum bilgileri ile bara gerilimi, trafo aktif ve reaktif güçleri, trafo sıcaklığı gibi teçhizatların, bilgilerinin toplanmasını kapsar.

III.4.2. Fider Otomasyonu

Arıza yerinin bulunması, enerjili yerin izole edilmesi, yeniden enerji verilmesi, fider anahtarlama, trafo merkezi aktif ve reaktif güç denetimi otomatik tekrar kapama ve trafo yükü dengeleme görevleri fider otomasyonu kapsamına girer.

Fider Otomasyonu tıpkı Dağıtım sistemlerinde olduğu gibi hiyerarşik bir düzen içinde çalışır. Bir şehir merkezinin elektrik dağıtım sisteminden örnek verecek olursak Ana Kontrol Merkezleri, İşletme ve Bakım Müdürlüğünün yetki ve sorumluluk alanında bulunur. Şehir merkezi değişik coğrafi bölgelere ayrılır. Her bölge birbirinden bağımsız olarak sisteme entegre edilecek şekilde tasarlanır ve bölge kontrol merkezleri ana kontrol merkezinin alt kontrol birimi olarak kurulur. Bölge kontrol merkezleri, kendisine ayrılan coğrafi düzen içerisindeki trafo

merkezleri ve hat bağlantılarındaki bilgileri toplar, kumanda eder, arızaları algılar, izole eder ve görüntüler.

III.4.2.1. Fider Otomasyonunun İşlevleri

Fider otomasyonu genel olarak üç ana işleve sahiptir. Bunlar:

- Bilgi Toplama ve Gözlem
- Uzaktan Kontrol
- Arıza Algılama ve İzolasyonu

1.a. Bilgi Toplama ve Gözlem

Orta gerilim dağıtım şebekesinde yer alan bütün teçhizatların durum bilgilerinin kontrol merkezine aktarılması işlevidir. Bu bilgiler:

- Dağıtım trafo merkezleri ile indirici merkezlerden ve fider çıkışlarından anahtarlama elemanlarının açık-kapalı bilgisi
- Dağıtım trafo merkezlerinde alçak gerilim termik röle durum bilgisi
- Dağıtım trafosu alçak gerilim sigortalarının durum bilgisi
- İndirici merkez ve fider çıkışlarından kesici, toprak ve faz rölelerinin tetiklendiği bilgisi,
- İndirici merkezlerdeki trafoların gerilim, akım, güç bilgileri ve kademe durumları ile sıcaklık rölesi durum bilgisi, fider akım bilgisi ve bara gerilim bilgileri, vb.

1.b. Uzaktan Kontrol

Kontrol merkezindeki operatör tarafından kesici, ayırıcı, yük ayırıcısı ve benzeri elemanların açma- kapama işlemlerinin uzaktan gerçekleştirilmesidir.

1.c. Arıza Algılama ve İzolasyonu

Fiderlerin herhangi bir yerinde meydana gelen toprak, faz ve bara arızalarının algılanması ve bu arızanın sisteme tekrar enerji verildiğinde hiçbir sorun oluşturmayacak şekilde izole edilmesi işlevidir. Arızanın algılanması ve izole edilmesi işlemlerini fider otomasyon sistemi, yeniden enerji verilmesi işlevi ise kontrol merkezi operatörü tarafından gerçekleştirilir.

III.4.2.2. Fider Otomasyonu Donanımı

Dağıtım trafo merkezleri ve indirici merkezleri, fider başlarına konacak cihazlar şunlardır;

- Akıllı elektronik cihazlar
- Sayısal giriş-çıkışlar
- Fiber optik kablo
- Arıza akım algılayıcıları
- Güç kaynağı
- Hafıza kartı

Kontrol merkezi donanım cihazları ise şunlardır;

- Çok işlem yapabilme özelliğine sahip bir bilgisayar
- Yazıcı ve yedekleme ünitesi
- Güç kaynağı

III.4.2.3. Fider Otomasyonu Kontrol Merkezi Yazılımı

Kontrol merkezi yazılımında olması gereken işlevler şunlardır;

- Dağıtım şebekelerinin görüntülenebilmesi
- Ana bilgisayardan kontrol işlemlerinin yapılması
- Sistemde oluşan değişikliklerin gözlenmesi
- Ana bilgisayardan veri gönderilmesi
- Alarmların geliş sıralarına göre işlemesi
- Verilerin saklanması, yedeklenmesi ve raporlanması

III.5. DAĞITIM OTOMASYON CİHAZLARINDA ELEKTRİKSEL VE ÇEVRESEL ÖNLEMLER

Elektrik santralleri ve trafo merkezlerindeki son derece olumsuz elektromanyetik ortamlara rağmen, güç sistemlerindeki otomasyon uygulamaları hızla artmakta, çok hassas elektronik ve sayısal ölçü, kontrol ve koruma cihazları güç sistemine geri dönüşü olmayan bir şekilde girmektedir. Bu cihazların en doğru ve güvenilir biçimde çalışmaları ise özellikle arıza ve kısıtlılık olduğu zamanlarda istenir. Bu da cihazları en çok etkileyecek elektromanyetik şartların olduğu zamanlardır. Bir şalt sahasındaki elektrik ve manyetik alanlar yerine(hangi cihazın yanında ölçüm yapılıyorsa) ve işletme durumuna (normal, arızalı açma ve kapamalar, vs.) göre çok yüksek değerler alabilir. Güç sistemi tasarımcılarının görevi özellikle topraklama sistemleri, atmosferik deşarjlara karşı korumalar, inşa yapısı, metal boru ve kanallar, kablo tespitleri, kontrol ve sekonder (akım ve gerilim trafoları)

kabloların yerleştirilmesi ve ekranlanması gibi özelliklerdir. Bu özellikler yapısal konuları en uygun (ekonomik) bir şekilde kullanarak bir alan değerlerinin ölçü kontrol ve koruma cihazlarına kabul edebilecek seviyeye ulaşmalarını sağlar. Bu kabul edilebilir değerleri de standartlar belirlemektedir. Bu standartlar aynı zamanda elektronik cihaz tasarımcılarının tasarımlarında uymaları gereken asgari şartları da göstermektedir. Dolayısı ile bu standartların çok iyi bilinmesi, yeniliklerin takip edilmesi ve bu konularda çalışma yapan uluslar arası komisyonlarda ülkemizdeki bu konunun uzmanlarının da bulundurulması çok önemlidir. [14]

Dağıtım Otomasyon Sistemlerinde uygulanan testler şunlardır:

- İzolasyon Testi
- Elektromanyetik Uyumluluk Testi
- Çevre Koşullarına Dayanıklılık Testi

III.5.1. İzolasyon Testi

Bu testler giriş- çıkış terminalleri ile şase arasında uygulanır. Amaç cihazın yüksek gerilimlere maruz kalmaması için cihaz girişlerindeki izolasyon seviyesinin yeterliliğini ve izolasyon materyallerinin dielektrik dayanıklılıklarının ölçülmesidir. Bu konuda alınması gereken önlemler şunlardır:

- Nem, asit buharı gibi faktörlerden cihazın etkilenmemesi ve izolasyonun bozulmaması için koruyucu plastik sprey atılır
- Uygun yerlere izolasyon için koruyucu film konulmalıdır
- Devreler izolasyonun sağlanması için birbirinden uzak olmalı. Bu uzaklıklar standart değerlerinde tanımlandığı gibi olmalıdır.
- Cihazın kutusu boyanmalıdır. Bu boya yalıtkan ve çevre şartlarında dökülmeyen özellikte olmalıdır.

İki tür izolasyon testi uygulanır. Bunlar; dielektrik testi ve gerilim darbe testleridir.

III.5.1.1. Dielektrik Testi

Bu test AC ve DC gerilim uygulanarak yapılabilmektedir. Bu sistemde cihaza en az 2kV rms lik bir AC gerilim standartlara uygun olarak bir dakika boyunca 50-60 Hz'lik bir frekans uygulanarak test edilir. DC gerilim uygulamasında AC gerilimin rms değerinin 1.4 katı uygulanmalıdır.

III.5.1.2. Gerilim Darbe Testi

Bu test yıldırıma benzeyen bir dalga şeklinin standartlara uyumlu olarak uygulanması şeklindedir. Standartlarca dalga cephe süresi 1.2µs, sırt yarılama süresi 50µs ve dalga tepe değeri 5kV'tur.

III.5.2. Elektromanyetik Uyumluluk Testi

Elektriksel şok dayanıklılık testleri olarak ta adlandırılabilir. Beş tür elektromanyetik test uygulanır. Bunlar:

- 1MHz Yüksek Frekans Girişim Testi
- Yüksek Frekanslı Hızlı Geçişli Gerilim Etki Testi
- Elektromanyetik Alan Etki Testi
- Elektrostatik Boşalma Testi
- Radyo Giriş Ölçümü

III.5.3. Çevre Koşullarına Dayanıklılık Testi

İklimsel koşul ve mekanik testler çevre koşullarına dayanıklılık testlerini içerir. Bu testler üretici ile müşteri arasındaki anlaşmaya bağlı olarak yapılan testlerdir. Farklı türde sekiz test çeşidi vardır. Bu testler;

- Soğuğa karşı dayanıklılık
- Kuru ısıcağa karşı dayanıklılık
- Yaş sıcaklığa karşı dayanıklılık
- Mekanik darbelere karşı dayanıklılık
- Titreşime karşı dayanıklılık
- Yayla çalışan darbe deneyi
- Kızaran tel deneyi
- Muhafaza sağlanan koruma derecelerinin sınıflandırılması standartları

III.6.DAĞITIM OTOMASYON SİSTEMİNİN YARARLARI

Bu sistemlerde gözle görülebilen en büyük özellik fider otomasyonu tarafında arızalı hattın izole edilip, hattın gerisine enerji verilmesidir. Sistemin sağladığı diğer kazançlar ise şunlardır;

- Sistemden sağlıklı bilgi ve istatistiklerin toplanması
- Verilerin analizleri sonucu kayıp ve işletme masraflarının azalması

- Kurulu güç kullanım kapasitesini arttırarak yatırımların ertelenmesi
- Teçhizat ve personel güvenliğinin artması
- Röle koordinasyonunun daha hassas yapılması ile enerji sürekliliğinin arttırılması
- Primer (kesici, ayırıcı, v.b.) teçhizat kapasitelerinin doğru seçilmesi
- Dijital koruma röle ayarlarının uzaktan değiştirilebilmesi
- Fider ayırma işlemlerinin daha kolay yapılması
- Tüketici güvenilirliğinin artması
- Planlama ve mühendislikle ilgili gerekli verilere ulaşabilme
- Acil durumlarda operatörün üst düzey verilere ulaşabilmesi

BÖLÜM IV. ÜLKEMİZDE DAĞITIM OTOMASYONUyla YAPILAN İLK ÇALIŞMA

Ülkemizde bu konu ile ilgili ilk çalışmalar 1992 yılında “TÜBİTAK-BİLTEN” tarafından başlatılmıştır. Sistem 154/34.5 kV ana indirici merkezlerdeki analog ölçümleri, kontrolü ve gözetlemeyi, 34.5kV fiderlerindeki arızaların algılanması, otomatik olarak izole edilmesi ve sisteme yeniden enerji verilmesi işlevlerini kapsayacak şekilde tasarlanmıştır.

Dağıtım otomasyonu için öngörülen bu özelliklerin yürütülmesi işlevini, “TÜBİTAK” Dağıtım Otomasyon Sistemi (TÜDOSİS) gerçekleştirir.

IV.1. TÜDOSİS

İstanbul Avrupa Yakasındaki elektrik iletim ve dağıtım sistemlerine acil önlemler getirmek, gelecek ile ilgili planlar yapmak ve bunların kriterlerini belirlemek 2010 yılı ve sonrasına yönelik çalışmaları yürütmek amacı ile “Tübitak Bilgi Teknolojileri ve Elektrik Araştırma Enstitüsü” tarafından “Master” proje çalışması başlatılmıştır.1992 ve 1994 yılları arasında, enerji arıza kalitesini ve yüksekliğini en üst düzeyde tutmak amacı ile, ekonomik, kolay işletilebilir ve gelişime açık, bir sistem tasarlandı. Bu sistem sayesinde, kullanılan teçhizatın ekonomik ömrü uzatılabilir ve yatırımlar en uygun bir şekilde planlanabilirdi.

Dağıtım Otomasyonunun şehir şebekelerine uygulanabilmeleri için büyük şehirlerde 10.5kV olan orta gerilim seviyesinin 34.5kV seviyesine çekilmeleri gerekmektedir. Bunun sebebi de 10.5kV seviyesindeki bir orta gerilim otomasyonunun, işletme zorlukları ve maliyet artışlarına neden olmasıdır. 34.5kV seviyesindeki bir fiderden beslenen müşteri sayısı 10.5kV seviyesine göre 3 kat fazladır. Olası bir arıza durumunda bu arızadan etkilenecek müşteri sayısı 3 kat fazladır. Fider otomasyonu sayesinde bu arızanın giderilmesi işlemi çok kısa bir süre alması arızadan etkilenen müşteri sayısının çokluğuna tercih edilir bir durumdur.

Ülkemizde enerji dağıtım sistemlerinde meydana gelecek arızalar hala deneme-yanılma yöntemi kullanılarak bulunurlar. Oysa bu yöntemle arızanın tespiti saatlerce sürebiliyor. Fakat fider otomasyonu sayesinde arızanın tespiti ve izole edilmesi işlemi bir-iki dakikalık bir süreçtir. Böylece Elektrik Dağıtım Şebekelerindeki arızaların giderilmesi minimum bir sürece indirileceğinden şehir dağıtım şebekelerinin otomasyonunda, fider otomasyonuna gereksinim duyulur.

İşte “TÜDOSİS’in” amacı, öncelikle fider otomasyon sisteminin fonksiyonlarını sağlamak, bunu gerçekleştirirken de sistemin uzaktan kontrol edilmesi ve gözlenmesine olanak verecek SCADA sisteminin altyapısını oluşturmak ve bu sayede indirici merkezlerden gerilim, akım, güç kademe gibi bilgilerin toparlanmasını sağlamaktır.

IV.2. SİSTEMİN İŞLEVLERİ

Master proje üç temel işlevi gerçekleştirebilecek düzeyde tasarlanmıştır. Bu işlevler şunlardır;

- Bilgi toplama ve gözlem
- Uzaktan kontrol
- Arızanın algılanması, yerinin bulunması, izolasyonu ve yeniden enerji verilmesi

IV.2.1. Bilgi Toplama ve Gözlem

Sistem terminallerinde rastlanan herhangi bir durum değişikliği veya operatör tarafından sistem terminallerine durum sorgusu sorulduğunda, terminaldeki bilgilerin kontrol merkezine iletilmesi işlevidir.

Sistem terminallerinden, yük ayırıcılarının açık-kapalı konumu, trafonun alçak gerilim tarafındaki termik röle durum bilgisi, en fazla 12 adet alçak gerilim fiderinin sigorta durum bilgisi, en fazla 2 adet aydınlatma kontaktörünün açık-kapalı konumu, termometre ve bucholz röle bilgileri, indirici merkezlerindeki fider çıkışlarından da kesici konumları, toprak, faz rölelerinin durum bilgileri toparlanıp kontrol merkezine aktarılır. Operatör bu bilgileri gözlemleyebilir.

Bir diğer bilgi toplama fonksiyonu ise voltaj, akım, güç, sıcaklık v.b. analog bilgilerin Tüdosis tarafından geliştirilen RTU'ların (T-RTU) seri portuna bağlı cihazlarca ölçülürler.

T-RTU'lar periyodik olarak sistem üzerinden topladığı analog ölçüm bilgilerinde önemli değişiklikler olması durumunda, bu değişiklikleri üst birimlere aktarırlar. T-RTU'lar analog bilgileri güç ölçerler sayesinde toparlarlar. RTU'lara birden çok güç ölçer bağlanabilmektedir. Her güç ölçer RTU üzerinde bir adrese sahip olup bu adresler RTU 'un EEPROM'unda toplanmıştır. T-RTU ile güç ölçerler arasındaki iletişimi RS- 485 protokolü sağlamaktadır.

IV.2.2. Uzaktan Kontrol

Kontrol merkezi operatörü tarafından durum bilgileri gözlenmekte olan kesici, ayırıcı, yük ayırıcısı gibi elemanların durum(açık-kapalı) değişikliklerinin uzaktan kumanda edilmesidir.

Operatör kontrol merkezi monitöründen bir teçhizatı seçtiğinde bunun üzerinde durum değişikliği yapabilmesi için elemana komut, ancak sahadaki bu seçme işleminin sonucu ilgili terminal cihazı tarafından iş istasyonuna geri bildirildikten sonra verilebilir ve komut kontrol cihazına ulaşır. Bu durumda açma- kapama işlevi gerçekleştirilebilir. Bu işleve donanımsal adresleme denir. Bu işlev ile kullanıcının hata yapma olasılığı minimuma indirgenmiştir. Açma- kapama işlemlerinin daha hızlı yapılabilmesi için doğrudan kumanda yöntemi de kullanılabilir.

IV.2.3. Arıza Sistemi

Bu sistem 34.5kV fiderlerin her hangi bir yerinde, baralarda oluşacak toprak-faz arızası veya dağıtım transformatör merkezi ya da dağıtım kablolarında oluşabilecek arızaların algılanması ile yerinin tespit edilmesi, arızalı bölgenin izole edilmesi ve sorunsuz bir şekilde tekrar enerji verilmesi işlevlerini kapsar. Sistemi üç ana hat üzerine kuruludur. Bu ana hatlardan ilki arızanın algılanması ve yerinin tespit edilmesi, ikincisi arızanın izole edilmesi üçüncüsü ise sisteme yeniden enerji verilmesidir.

IV.2.3.1. Arızanın Algılanması ve Yerinin Tespiti

Arıza algılamaları iki türlü gerçekleşir. Birincisi hat başlarındaki kesicilerin arıza sırasında atması ve bu durumda T-RTU, kesici, toprak-faz rölelerindeki durum değişikliğini arıza varlığı olarak algılamasıdır. Diğer algılama türü ise hat başlarında kesicilerin olmadığı konumlardır. Buradaki arızalar 34.5kV kabloları üzerine yerleştirilmiş akım trafoları aracılığı ile elektronik kart tarafından algılanır. T-RTU

mikroişlemcisi, elektronik kartın sayısal bilgilerini periyodik olarak sorgular ve bu sorgulamalarda arıza akımı geçtiğine dair bir bilgi alması ile sistemde arıza olduğu algılanır.

Her iki yöntemle sistemde arıza olduğu algılanır ve arızanın yerinin bulunması için işlemler başlatılır. Öncelikle hat başı terminali, komşu hat başı terminaline arıza geçip geçmediğini sorar, gelen yanıt arızaya geçtiği ise arızanın yerinin belirlenmesi işlevi komşu hat başı terminaline bırakılır. Fakat gelen yanıt geçmediği yönünde ise kendi dağıtım trafo terminallerini sorgular. Sorgudan gelen cevabın arıza içermesi durumunda bölge iş istasyonuna bildirir. Oluşabilecek bir başka durum ise hat başı terminalinin sorusuna komşu hat başı terminalinin cevap vermemesi ile izolasyona geçemeyeceğinden, bu durumu arıza algılayıcısı olarak iş istasyonuna bildirmesidir. Oluşabilecek bir diğer durum hat başı terminaline bağlı baralarda meydana gelebilecek arızalardır. Bu arızalar baraların bağlı bulunduğu hat başı terminalleri tarafından algılanırlar.

IV.2.3.2. Arıza Yerinin İzolasyonu

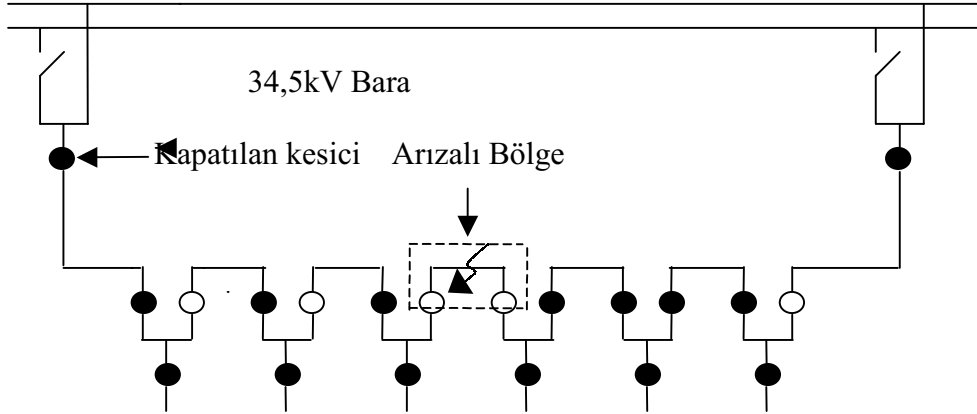
Arıza yeri tespit edildikten sonra, arızalı bölgede bulunan hat başı terminalleri, dağıtım trafo terminallerine gerekli anahtarların açılması komutunu göndererek, anahtarlar açılır ve bu konum değişiklikleri üst birimlere bildirilir. Eğer arıza hat başı terminallerine bağlı baralarda ise hat başı anahtarları kendisi açar. İzolasyonu tamamlayan hat başı terminali, iş istasyonuna bilgi verir.

IV.2.3.3. Sisteme Yeniden Enerji Verilmesi

Bu işlem arıza yeri tespit edilip gerekli izolasyon işlemi yapıldıktan sonra enerjisiz kalan bölgelere yeniden enerji verilmesidir. Bu işlemin gerçekleşmesini kademeli olarak inceleyecek olursak;

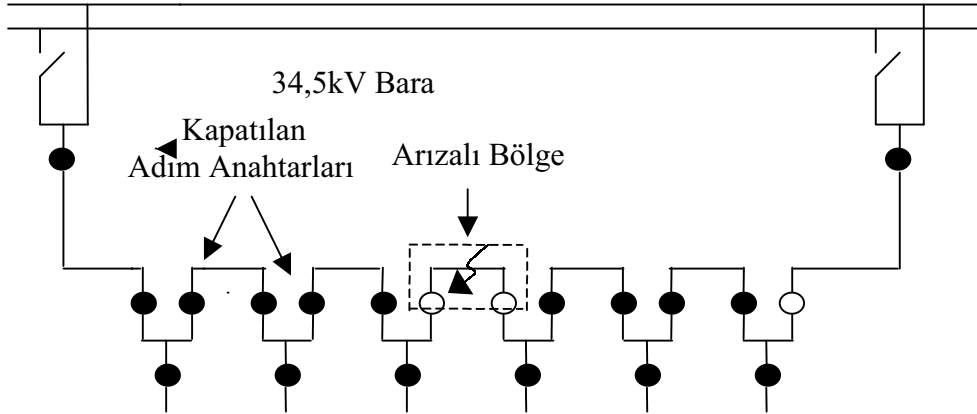
- Şekil IV.1 'de, 34.5 kV'luk gerilim hattı üzerinden beslenen iki Hat Başı Terminali ile bu Hat Başı Terminalleri arasına bağlanmış Dağıtım Trafo Terminallerinin bağlantı şeması verilmiştir.

- Arıza algılanmasında otomatik olarak atmış olan kesici kapatılır.



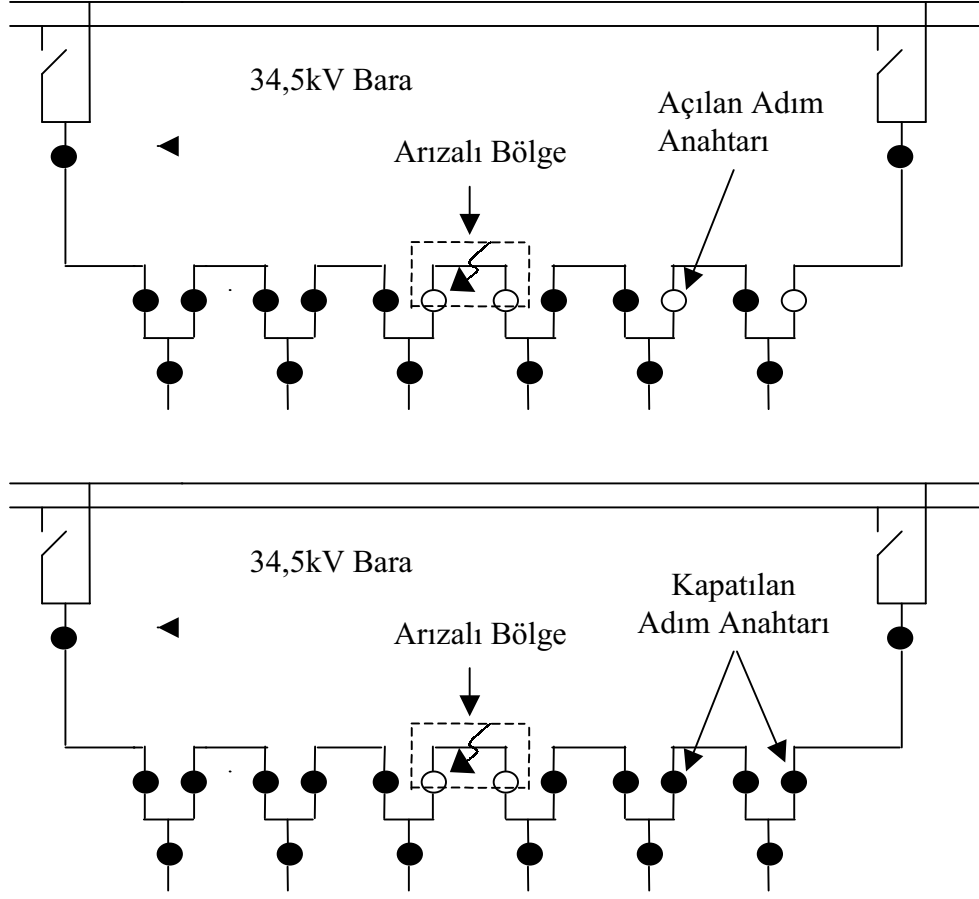
Şekil IV.4 Kesicinin Kapatılması

- Kesici kapatıldıktan sonra, devreye tekrar enerji verilebilmesi için sıra ile açılan adım anahtarları yine sıra ile belli bir zaman aralığında kapatılır.



Şekil IV.5 Adım Anahtarlarının Kapatılması

- Sistemde atan kesici tarafındaki işlemler bitirildikten sonra, normalde enerjisiz kalan tarafın aktif hale geçirilmesi işlemine geçilir. Bunun için öncelikli olarak arıza bölgesine en yakın adım anahtarı açılır ve belirli zaman aralıkları ile teker- teker kapatılarak yeniden enerji verme işlemi sona erer.



Şekil IV.6 Arızalı Bölge Dışındaki Yerlere Yeniden Enerji Verilmesi

Arıza yerinin tespit edilmesi ve izolasyonun yapılmasından sonra yapılan enerji verme işlevi üç ayrı metotla, T-MMI yazılım arabirimi kullanılarak gerçekleştirilir. T-MMI yazılım birimin ana menüsündeki enerji verme metotları şunlardır:

- El ile Enerji Verme
- Yarı Otomatik Enerji Verme
- Tam Otomatik Enerji Verme

El ile Enerji Verme: Arıza yeri tespit edildikten sonra sadece izolasyon yapılır. Geriye kalan işlemler servis operatörünce kademeli olarak gerçekleştirilir.

Yarı Otomatik Enerji Verme: Bu metotta ise arızalı bölge izolasyon işlemi gerçekleştirildikten sonra, otomatik olarak atan kesici tarafa otomatik olarak enerji verilir. Diğer kısma enerji verilmesi ise servis operatörü tarafından gerçekleştirilir.

Tam Otomatik Enerji Verme: Otomatik olarak atan kesici ile diğer bölgeye enerji verilmesi, yani arızalı bölge dışında sistemin tamamına enerji verme işleminin otomatik olarak gerçekleşmesidir.

IV.3. SİSTEM TERMİNALLERİ

IV.3.1. Terminal Tipleri

Sistem terminalleri dört ayrı grupta toplanır.

Kontrol Merkez Terminalleri: Kontrol Merkezi ile İndirici Merkez trafoaları arasındaki veri alışverişini sağlayan terminallerdir.

İndirici Merkez Terminalleri: Kontrol Merkezi Terminalleri ile hat başı terminalleri arasındaki veri alışverişini sağlayan ve indirici merkezlerinde bulunan terminallerdir.

Hat Başı Terminalleri: Kontrol Merkezi tarafından verilen komutları yerine getiren, fider çıkışıındaki donanımların oluştuğu merkezlerde durum bilgilerini toparlayan ve fider üzerinde bulunan dağıtım trafo terminalleri ile indirici merkez terminalleri arasındaki veri alışverişini sağlayan terminallerdir. Aynı zamanda bu terminaller kendi bölgesindeki fiderler üzerinde oluşabilecek elektriksel arızaların yerinin bulunması ve izole edilmesi işlevini de gerçekleştirir. Hat Başı Terminalleri, fider üzerindeki dallanma noktalarına ve indirici merkez hat başlarına konulan cihazlardır.

Dağıtım Trafo Terminalleri: Dağıtım trafo merkezlerine yerleştirilirler. Bu merkezlerdeki bilgileri toplarlar ve hat başı terminallerine iletirler. Aynı zamanda hat başı terminallerinden gelen komutları gerçekleştirirler.

IV.3.2. Ağ Donanımı

Sistemin hiyerarşik yapısı, coğrafi olarak dağıtılmış uzak uç terminaller ile bunları denetleyen bölge kontrol merkezi ve bölge kontrol merkezlerini denetleyen ana kontrol merkezinden oluşmaktadır. Sistem ağ donanımını belirleyen faktörler şunlardır:

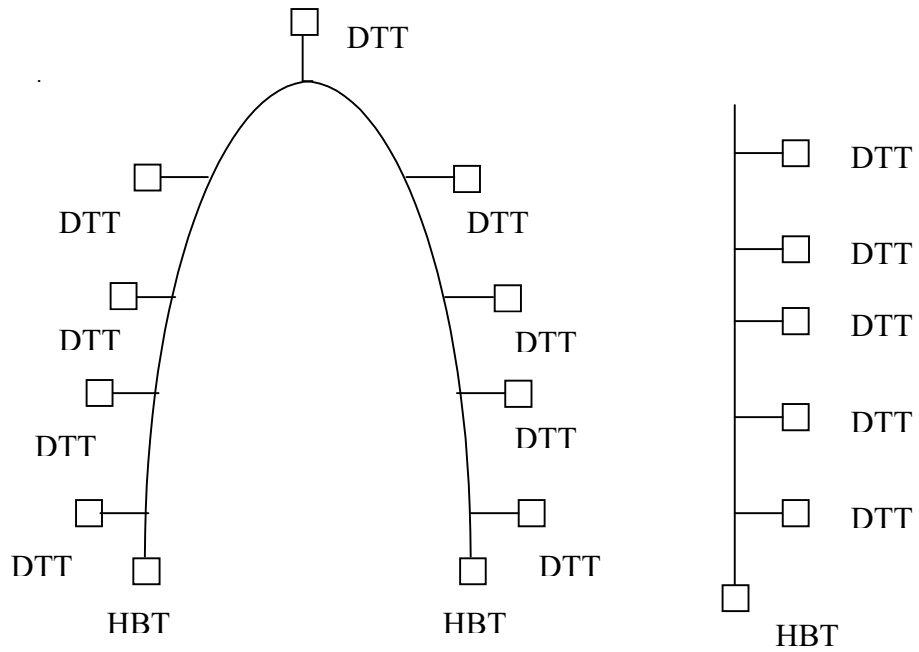
- İki uzak uç terminal(T-RTU) arasına en çok 64 adet alt seviye uzak uç terminal bağlanabilir. Yani Hat başı terminalleri arasına 64 adet dağıtım trafo terminali yerleştirilmelidir.
- Giderek büyüyen şehirlerde orta gerilim dağıtım trafo merkezlerinin kurulması gerekir.
- Büyük şehirlerde çok karmaşık bir yapıya sahip olan orta gerilim dağıtım sisteminde, indirici merkezler arası, iki anahtarlama istasyonu arası, indirici merkez ile anahtarlama istasyonu arası ve sadece bir taraftan beslenebilen fider yapılarının olması gereklidir.

Sistemde üç tip ağ donanımı vardır. Bunlar:

- Hat Başı Terminal – Dağıtım Trafo Terminal Ağı
- İndirici Merkez Terminali – Hat Başı Terminal Ağı
- Kontrol Merkezi Terminal – İndirici Merkez Trafo Ağı

IV.3.2.1. Hat Başı Terminal- Dağıtım Trafo Terminal Ağı Donanımı

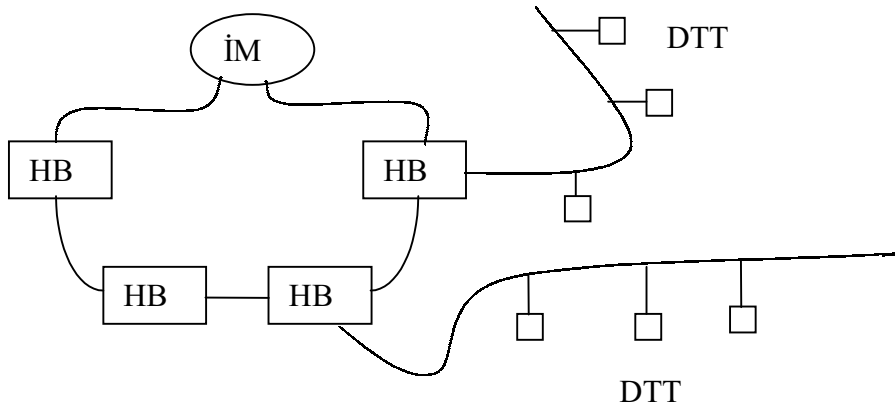
İki hat başı terminali arasındaki dağıtım trafo terminallerinin toplandığı ağ yapısıdır. Dağıtım trafo terminalleri, dağıtım trafo merkezindeki kesici, yük, ayırıcı durum bilgisi ile trafo ve arıza akım bilgisini topladığı gibi akıllı elektronik cihazlar bağlanarak sayaç okuma, yük yönetimi v.b işlevleri gerçekleştirebilme özelliğine sahiptirler. Hat başı terminalleri ise ağ donanımınca bütün dağıtım trafo merkezlerindeki verileri toparlayarak bir üst seviyeye yani indirici merkez trafolarına aktarılması işlevini gerçekleştirir. Arıza yerinin bulunması ve izolasyonunun sağlanması, hat başı terminallerinin durum sorguları, dağıtım trafo merkezlerinde meydana gelen durum değişiklik mesajları, bu ağ donanımının kapsamındadır. Her ağ arası uzaklık 300- 2000 metre arasında değişmektedir.



Şekil IV.7 Hat Başı Terminali – Dağıtım Trafo Terminali Ağı Donanımı

IV.3.2.2. İndirici Merkez Terminali – Hat Başı Terminali Ağ Donanımı

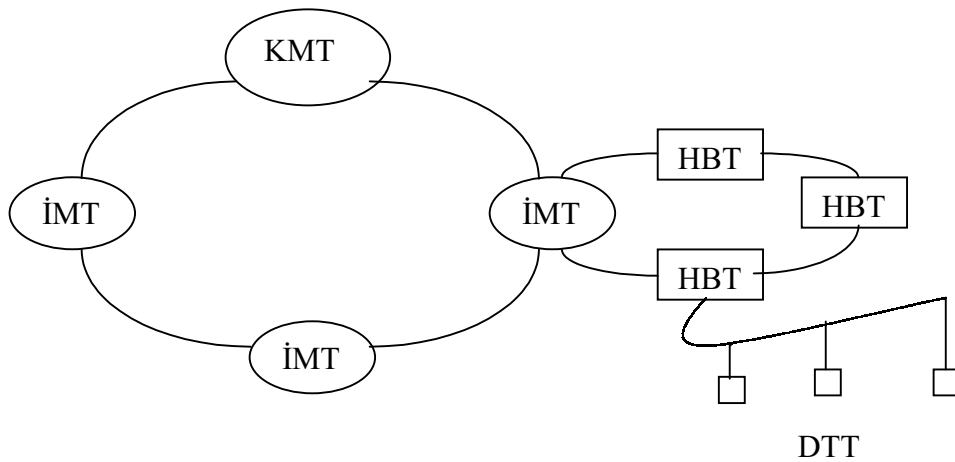
Hat başı terminalleri üzerinde bir döngü kuran indirici merkez terminalleri ağ donanımını oluştururlar. Bu ağ donanımı; hat başı terminallerinin dağıtım trafo terminallerinde topladıkları verileri İndirici Merkezlerden uzak noktada bulunan İndirici Merkez Terminallerine ulaştırılması ve İndirici Merkez Terminallerinin de topladıkları verileri Kontrol Merkez Terminaline gönderilmesi işlevini sağlar. Bu ağ donanımında terminaller arası mesafe 50 metre civarındır.



Şekil IV.8 İndirici Merkez Terminali – Hat Başı Terminali Donanım Ağı

IV.3.2.3. Kontrol Merkezi Terminali – İndirici Merkez Terminali Ağ Donanımı

İş istasyonuna bağlı kontrol merkezi terminali etrafında toparlanan indirici merkez terminallerinin oluşturduğu bir ağ donanımdır. Alt düzey ağ donanımlarında verilerin toplandığı ve filtrelenerek iletildiği en üst düzey ağ donanımdır.



Şekil IV.9 Kontrol Merkezi Terminali – İndirici Merkez Terminali Ağ Donanımı

IV.4. MASTER PROJE İLETİŞİM SİSTEMİ VE PROTOKOLÜ

Bu sistemin iletişim standardı Avrupa ülkeleri tarafından kullanılan IEC 870-5 (International Electrotechnical Commission) ve OSI'nın 7 katmanından 3 katmanını kullanan EPA (Enhanced Performance Architecture) protokol mimarisi temel alınmaktadır. OSI'nin fiziksel katmanı (Physical Layer), link katmanı (Data Link Layer) ve uygulama katmanı (Application Layer) bu protokolda kullanılan katmanlardır. Bu iletişim sisteminin sağladığı özellikler şunlardır;

- Bilinen standartlara uygun olması
- Kontrol merkezinden, akıllı elektronik cihazlara kadar bütün cihazlar arası veri alışverişini düzenleyebilmesi
- Sorgulu ve sorgusuz mesaj tipini desteklenmesi
- Alarm öncelik seviyelerini bulundurması

Tüdosis ağ donanımı özel bir şirkete ait DNP3.0 (Dağıtık Ağ Protokolü) iletişim protokolünü kullanmaktadır. Bu protokoldeki mesaj formatları ve anlamları şunlardır;

- STA (Start): Mesaj başlangıcıdır. (2byte)
- DES (Destination): Mesajın ulaşacağı cihazın adresidir.(2byte)
- USR (User Data): Kullanıcıya ait bilgileri üst katmanda biriktiren byte dizisidir. En fazla 255 byte biriktirme özelliğine sahiptir.
- LEN (Length): User Data uzunluğudur. (1byte)
- CTR (Control): Mesajların bölgesel ya da genel, sorgu veya cevaplarının direk adreslenmesini ve mesaj bloğu kontrollerini sağlar. (1byte)
- SRC (Source): Mesajı üreten yada en son gönderen cihazın adresidir.(2byte)
- CRC (Cyclic Redundancy Check): Mesaj hata detektörüdür.

IV.4.1. Sistemdeki Mesaj Türleri

Sistemin farklı yapılanması gereği farklı mesaj türlerine ihtiyaç duyulmuştur.

IV.4.1.1. Direkt- Adreslemeli Rotalı Mesajlar

Hat başı terminali, indirici merkez terminali ve kontrol merkezi terminali arasındaki veri alışverişlerini içeren mesaj türüdür. Operatör komutları, RTU'ların

direk sorgulamasına yönelik komutlar, sorgusuz gelen durum değişiklikleri bu mesaj türüne aittir.

IV.4.1.2. Direkt- Adreslemeli Rotasız Mesajlar

Dağıtım trafo terminali, hat başı terminali ve indirici merkez terminalleri arasındaki veri alışverişlerini içeren mesaj türüdür. Mesajın istenen yere ulaştığına dair onay mesajı ile arıza akım sorgu ve cevapları bu mesaj türüne aittir.

IV.4.1.3. Broadcast Mesajları

Her ağ donanımında, birden çok RTU'ların alması gereken bilgiler bu mesaj yolu ile iletilir. Kontrol merkezlerinden diğer terminallere giden komutlar da bu mesaj türü ile iletilir.

IV.4.2. İletişim Fonksiyonları

Sistemde kullanılan önemli iletişim fonksiyonları şunlardır:

- READ: Verilerin terminalden okunması
- WRITE: Verilerin yeni değerlerinin yazılması
- RESPONSE: Komut ya da sorguya verilen cevap
- ALIVE: Dağıtım trafo terminallerinin sorgulamaya verdiği cevap
- DEAD OR ALIVE: dağıtım trafo terminallerinin hat başı terminalleri tarafından açık- kapalı durum bilgilerinin sorgulanması
- OPERATE: Seçilen eleman üzerinde işlem yapılabilmesi
- UNSOLICITED RESPONSE: Sorgusuz durum değişikliği bilgisi
- FAULT FOUND: Arıza yerinin bulunması ve kontrol merkezine bildirilmesi
- FAULT NOT FOUND: Arıza yerinin bulunamadığının kontrol merkezine bildirim
- FAULT DETECTED: Hat başı terminalinin arıza akımının kendi üzerinden geçtiğini kontrol merkezine bildirim
- REFRESH: Kontrol merkezi operatörü tarafından dağıtım trafo terminallerinin bilgilerinin yenilenmesi amacı ile hat başı terminalleri ve dağıtım trafo terminallerinin sorgulanma emrinin verilmesi

IV.4.3. Fiber Optik İletişim

Bu sistemin iletişimi, yeraltında yüksek yoğunluklu polietilen tüp içine döşenmiş fiber optik kablo ile sağlanmaktadır. Fiber optik kablolar, veri iletişimini sağlıklı gerçekleştirmeleri, elektro manyetik girişim, toprak ve darbe girişiminden etkilenmemelerinden dolayı tercih edilirler. Bu kabloların döşenmesi sırasında konu ile ilgili eğitim görmüş uzman bir ekibe ihtiyaç vardır. İlk yatırım masrafı yüksek olmasına rağmen ek maliyet getirmemeleri bir başka tercih ediliş nedenidir.

IV.5. BÖLGE KONTROL MERKEZİ

Coğrafi koşullar göz önüne alınarak dağıtım şebekesi değişik bölgelere ayrılmış ve bu bölgelerin her birinde ana indirici merkeze(154/34.5kV) kontrol merkezi kurulmuştur. Bu kontrol merkezlerinde elektrik şebeke elemanlarına bağlı veri toplama donanımı ve bunu sağlayan iletişim ağ donanımı bulunmaktadır. Bu kontrol merkezleri iletişim ağı sayesinde uzak uç birimlerden topladığı verileri iş istasyonuna gönderme ve iş istasyonundaki operatör komutlarını uzak uç birimlere iletme işlevini gerçekleştirir. Kontrol merkezleri, uç birimi kontrol merkez terminallerine fiber optik kablo ile bağlıdır.

IV.5.1. Bölge Kontrol Merkezi Donanımı

Kontrol merkezi donanımını veri iletişim cihazları, iş istasyonları, projeksiyon makinesi, yazıcı, çizici ve yedekleme ünitesi oluşturur. Sisteme görüntü ve veri giriş kapasiteli X protokolü de eklenebilir. Bu X protokolü iş istasyonu sayesinde ağ üzerinden diğer terminallere görüntü verebilen yapıdadır.

IV.5.2. Bölge Kontrol Merkezi Yazılımı

Sistemin geliştirilmesinde program dili olarak C++ kullanılmıştır. Bunun sebebi sistemin birçok alt yazılımdan oluşmasına rağmen, kolay entegre edilebilir, geliştirilebilir ve işletim sistemi ile uyum içerisinde kolay kullanılabilir bir program dili olmasıdır. Sistemde işletim sistemi olarak POSIX uyumlu UNIX System - V taban kullanılmıştır. Dağıtım otomasyon sistemi için uygun görülen programlardan biri olan UNIX işletim sistemi, C++ program dili ile de uyum içerisinde çalışmaktadır. Grafik kullanıcı arabirimi için; X-Windows tabanlı Open Lock pencere yöneticisi geliştirilmiştir. Kontrol Merkezi yaklaşık 200,000 satır C++ kodu

ve 200 nesne sınıfından oluşmaktadır. Sistemin çeşitli yerlerinde kullanılan küme veya gruplama gibi kapsayıcı sınıflar için Tools.h++ yazılımından yararlanılmıştır.

Bölge kontrol merkezi yazılımda süreçler arası iletişim TCP/IP ile sağlanmaktadır. TCP/IP iletişimi OSI standartlarına uymamaktadır. Fakat süreçlerin iş istasyonu üzerinde çalışma zorunluluğu olmadığından farklı standartlarla iletişim sağlanabilir.

Yazılımda Türkçe desteği bulunmaktadır. İstendiği takdirde başka dillere çevrilebilmektedir. Sistem çok kullanıcılidir. Böylece operatör kendi bilgi ve yeteneklerine uygun erişim seviyelerini ayarlayarak, sistemi daha güvenilir hale getirebilir.

IV.6. T - RTU (TÛDOSİS- RTU)

TÛDOSİS RTU'lar, TÛDOSİS Dağıtım Otomasyonu için özel olarak, ileri teknoloji kullanılarak tasarlanmış cihazlardır. Diğer RTU'lara göre en belirgin farkı fider hattı üzerinde meydana gelen arızanın; algılanması, yerinin tespit edilmesi ve izole edilmesi işlevini gerçekleştirir. T-RTU'lar bu özelliklerini 34.5kV'a dönüştürülmüş orta gerilim şebekelerinde gerçekleştirebilirler. Klasik yöntemle arıza yerinin tespiti ortalama bir-kaç saat alırken, aynı işlevi T-RTU'lar bir dakikadan az bir süreçte gerçekleştirirler. T-RTU'ların önemli bir başka özelliği ise monte edildikleri yerlerde, olası elektrik kesintilere karşın ortalama dört saat daha çalışabilmeleridir. T-RTU'lar bu özelliklerini güç kaynağında bulunan akü yardımı ile gerçekleştirirken, cihazın oldukça düşük güç sarfiyatı da bu kadar uzun süre dayanabilmesine yardımcı olan bir başka etkidir.

IV.6.1. T-RTU Donanımı

T-RTU donanımında kullanılan parçalar şunardır:

- Ana İşlemci kartı, Sayısal G/Ç kartı, İzole G/Ç kartları
- İzole RS-232 ve RS-485 seri iletişim arabirim kartları
- Fiber optik iletişim kartı
- Arıza Akım algılama kartı
- T-RTU güç kaynağı ve yardımcı aksesuarlar



Şekil IV.10. T-RTU İç Yapısı

IV.6.1.1 Ana İşlemci Kartı

Bu kart T-RTU'ların gözlem, kumanda ve iletişim merkezidir. Ana işlemci kartı iki bloktan oluşur. Birinci blok üzerinde EEPROM, EPROM, RAM ve bunlara yardımcı olan diğer çipler bulunur. Diğer blokta ise iletişim işlemcileri ve DPRAM(Çift portlu RAM) bulunur. Ana işlemci kartının en önemli birimi Intel-80C188EB modeli mikroişlemcidir. Bu mikro işlemci T-RTU'nun kontrolünü sağlar. EPROM çipi ise yazılımı kalıcı olarak saklar. EEPROM çipinde ise adresler, ağ donanımları, ilgili merkezdeki ölçülecek değerler, kumanda edilecek ve gözlenecek cihazların bilgileri saklanır. Ayrıca EPROM içinde bulunan iletişim işlemcisi PIC'ler (Programmable Integrated Chip) vardır. Her bir ana işlemci kartında dört adet PIC bulunur. Ayrıca ana işlemci kartı üzerinde değişik renkte ledler bulunur. Kırmızı led PIC'e mesaj geldiğinde, yeşil led ise PIC mesaj gönderdiğinde yanmaktadır. Diğer ledler ise PIC'in çalışır durumda olup olmadığını ve fiber hattında mesaj çıkışı olup olmadığını gösterir.

Ana işlemci kartının işlevleri ise şunlardır:

- Arızayı algılar ve izolasyonu gerçekleştirir

- Teçhizatların durum değişikliklerini algılar ve iş istasyonuna bildirir.
- RS-485 izole seri iletişim arabirim kartı yardımı ile analog değerleri okur, değerlerdeki ani değişimleri üst birimlere bildirir.
- Gözlem, kumanda ve ölçüm işlevlerini hafızada saklar
- Protokole uygun mesaj oluşturur.

IV.6.1.2. Sayısal G/Ç Kartı

Ana işlemci kartından gelen veriler doğrultusunda İzole G/Ç kartı üzerindeki giriş ve çıkış arası adresleme işlevini gerçekleştirir. Bu kartın giriş ve çıkış portları İzole G/Ç kartına bağlantılı üretilirler. Beslemesi +5V olan bu kartın güç sarfiyatı 5mW civarındadır.

IV.6.1.3. İzole G/Ç Kartı

Bu kart Sayısal G/Ç kartından gelen giriş-çıkış sinyallerinin, T-RTU toprağından izole olarak taşınması işlevini gerçekleştirir. İzolasyon işlemi, kumanda tarafında röleler, gözlem tarafında ise optokuplör yardımı ile gerçekleşir. İzolasyon seviyeleri ise röle için 4kVrms, optokuplör için 2.5kVrms'dir. T-RTU toprağı tarafından +12V ile beslenir. Giriş- çıkış kısmı için enerjiyi Sayısal G/Ç'lerden yassı kablo aracılığı ile +5V ve bu kartın üzerinde bulunan rölelerin kontakları için kumanda gözlem kaynağından +24V enerjiyi alır. Kart bekleme durumunda iken güç sarf etmez. Röleler çekildiğı anda her bir röle başına 942mW güç çeker.

IV.6.1.4. İzole RS-232 ve RS-485 Seri İletişim Arabirim Kartları

RS-232 seri iletişim kartı, Ana işlemci kartı ile T-RTU'ya dışarıdan bağlanacak bir bilgisayar arasında, T-RTU güç kaynağı toprak seviyesinden izole seri iletişim sinyalleri için arabirim sağlama işlevini gerçekleştirir. Kart güç kaynağı tarafından değişik gerilim kademelerinde +5V veya +12V ile beslenir.

RS-485 seri iletişim kartı ise, Ana işlemci kartı ile T-RTU'ya dışarıdan bağlanacak akıllı elektronik cihazlar arasında T-RTU güç kaynağı, toprak seviyesinden izole seri iletişim sinyalleri için arabirim sağlama işlevini gerçekleştirir. Bu kartın gerçekleştirdiğı bir başka önemli işlev ise bağı bulunduğı merkezdeki analog (akım, voltaj, aktif-reaktif güç, v.b.) ölçümleri gözleyebilmesidir. Bu işlevi güç ölçer aracılığı ile gerçekleştirir. Bu kartta güç kaynağı tarafından değişik gerilim kademelerinde +5V veya +12V ile beslenir.

IV.6.1.5 Fiber Optik İletişim Kartı

Fiber optik iletişim ortamı ile T-RTU cihazı arasındaki bu arabirimin iki versiyonu bulunmaktadır. Bu kartın işlevi elektrik sinyallerinin ışık sinyallerine, ışık sinyallerinin ise elektrik sinyallerine dönüşümünü sağlamasıdır.

IV.6.1.6 Arıza Akım Algılama Kartı

Bu kart, dağıtım trafo merkezlerinde, merkeze giren ve çıkan yeraltı enerji kabloları üzerindeki olası arıza akımlarını, OG hücreleri içindeki kabloların her fazına yerleştirilen akım trafoları yardımı ile algılama işlevini gerçekleştirir. +5V ve +12V ile beslenir.

IV.6.1.7. T-RTU Güç Kaynağı

İçinde bulundurduğu kuru akü sayesinde enerji kesilmelerine karşın T-RTU'yu dört saat kesintisiz çalıştırabilme özelliğine sahiptir. Güç kaynağı içinde bulunan akü sızdırmaz kurşun asitten olup 12V 3Ah gücündedir.

IV.6.1.8. T-RTU Yardımcı Aksesuar

T-RTU'lar monte edilecekleri yerler ile dış dünya arasındaki bağlantılarda yardımcı aksesuarlar kullanılmaktadır. Bu aksesuarlar; bağlantı kutusu, volt kumanda gözlem kaynağı, alçak gerilim pano kutusu, güç ölçer, fiber optik terminasyon kutusu ve toroid arıza akım trafolarıdır.

IV.6.2. T-RTU Çeşitleri

T-RTU'lar dağıtım trafo terminalleri, hat başı terminalleri, indirici merkez terminalleri ve kontrol merkez terminallerinde kullanılırlar. Kullanıldıkları terminallerdeki farklı ağ yapılarına göre değişik çeşitlere ayrılırlar. Ortak işlevleri olduğu gibi kullanıldıkları yerlerde de özel işlevleri gerçekleştirirler.

IV.6.2.1. Kontrol Merkezi Terminali T-RTU'su

Burada ki T-RTU'lar iş istasyonuna açılış mesajı yollama, alt seviyedeki indirici merkez terminali T-RTU'ları ve iş istasyonundan gelen bütün mesajları değerlendirip gerekli tepkiyi verme işlevini yerine getirir. Bu tip T-RTU donanımını; ana işlem kartı, sayısal G/Ç kartı, izole G/Ç kartı, İzole RS-232 ve RS-485 seri iletişim arabirim kartları, fiber optik iletişim kartı (2 adet), T-RTU güç kaynağı ve bağlantı kutusu oluşturur.

IV.6.2.2. İndirici Merkez Terminali T-RTU'su

Buradaki T-RTU işlevi, iş istasyonuna açılış mesajı yollama, alt seviyedeki hat başı terminali ve üst seviyedeki kontrol merkezi terminalinden gelen bütün mesajları değerlendirip gerekli tepkiyi vermektir. Bu tip T-RTU donanımı, kontrol merkezi terminali T-RTU donanımı ile aynıdır.

IV.6.2.3 Hat Başı Terminali T-RTU'su

Buradaki T-RTU işlevi, dağıtım trafo terminallerinden gelen bilgilere uygun rota bilgisi ekleyerek indirici merkez trafolarına iletmek ve buradan gelen komutları protokole uygun hale getirerek, dağıtım trafo terminallerine aktarmaktır. Arıza algılama ve izolasyonunu da dağıtım trafo terminalleri yardımı ile hat başı terminalleri ve buna bağlı T-RTU'lar sağlar. Bu tip T-RTU donanımı ise; ana işlem kartı, sayısal G/Ç kart ı(en az 1, en çok 2), izole G/Ç kartı (en az 1, en çok 5 adet), İzole RS-232 ve RS-485 seri iletişim arabirim kartları, fiber optik iletişim kartı(en az bir, en çok 2 adet), arıza akım algılama kartı(indirici merkezlerdeki, hat başı terminallerinde bulunmaz), T-RTU güç kaynağı, 24 Volt kumanda gözlem kaynağı, Alçak gerilim panosundan oluşur.

IV.6.2.4. Dağıtım Trafo Terminali T-RTU'su

Gözlem ve üst birimlerden gelen kumanda işlevlerini gerçekleştirir. Güç ölçerler ile iletişim kurarak ölçümleri okur ve iş istasyonuna bildirir. Arıza akım algılama kartı sayesinde de giriş ve çıkışlardaki arıza akımını sorgulayarak algılar ve hat başı terminallerine bildirir. Bu tip T-RTU donanımı hat başı terminali T-RTU donanımı ile aynıdır. Tek farklılık daha fazla izole G/Ç kartı bulundurmasıdır.

IV.6.3. T-RTU Yazılım Donanımı

IV.6.3.1. T-RTU Ana İşlemci Yazılımı

T-RTU'larda mesaj iletimi dışındaki bütün fonksiyonları ana işlemci yerine getirmektedir. Bu fonksiyonların yerine getirilmesi için, C ve TURBO ASSEMBLER programlama dilleri kullanılmaktadır. Ana işlemci yazılımının gerçekleştirdiği işlevleri iki ayırabiliriz. Bunlar ortak işlevler ve hat başı terminali, indirici merkez terminali ve kontrol merkezi terminaline özel işlevlerdir.

Tüm T-RTU yazılımlarının gerçekleştirdikleri ortak işlevler şunlardır:

- Açılış mesajı gönderme

- Güç ölçerler yardımı ile ölçümlerdeki değişkenleri üst birimlere bildirme
 - Kendine bağlı bütün nesnelere ilk durum bilgisi ve durum değişikliklerini üst birimlere bildirme
 - Üst birimlerce, iletişim işlemcisine gönderilen mesajları işleme koyma
- T-RTU'ların iletişim işlemcisine, üst seviyeden gelebilecek mesaj tipleri

şunlardır:

- OKU: bu komut alındığında T-RTU istenilen elemanın durum bilgisini okur ve komutu aldığı üst birime gönderir
- SEÇ: İşlem yapmak için nesne seçme komutudur
- RESET: T-RTU'nun üzerindeki bilgileri sildiği komuttur.
- DOĞRUDAN OPERASYON: T-RTU, SEÇ komutu ile seçtiği nesne üzerinde doğrudan işlem yapar. (Aç- Kapa)
- DURUM TAZELEME: T-RTU bu komutu aldığı anda kendisine bağlı bütün nesnelere durum bilgileri üst birimlere gönderir.

T-RTU'ların, hat başı terminalleri, indirici merkez terminalleri ve kontrol merkezi terminalleri için gerçekleştirdiği özel işlevler şunlardır:

- Hat başı terminali, indirici merkez terminali ve kontrol merkezi terminalleri bir alt seviyelerindeki T-RTU'ları sorgulaması ve hat başı terminallerinin komşu hat başı terminallerini sorgulaması
- Başka T-RTU'larla periyodik link kontrolü
- Hat başı terminali T-RTU'larının arıza yerini algılaması ve izole etmesi
- Hat başı terminali ve indirici merkez terminali bir döngü içinde ise o döngünün periyodik testi

T-RTU'ların bu sistem içerisinde periyodik olarak gerçekleştirdikleri işlevler ise şunlardır:

- Ortalama iki saniyede bir nesne durumlarını sorgular ve değişiklik varsa üst birime bildirir.
- Dağıtım trafo terminali dışındaki T-RTU'lar on dakikada bir komşu T-RTU'larla olan bağlantıları kontrol eder
- Güç ölçer yardımı ile her dakika durum değişiklikleri kontrol edilir. Değişiklikler belli bir süreyi aşarsa üst komuta bildirilir.
- Ortalama her 100 milisaniyede bir yeni mesaj alınıp alınmadığını kontrol eder.

IV.6.3.2. T-RTU İletişim İşlemcisi Yazılımı

Ana işlemci kartına enerji verildiğinde ilk verilen komut RESET komutudur. Bu komutu sonrası, ana işlemci ile karşılıklı iletişime geçen PIC iletişime hazır olduğunu bildirir. Daha sonra T-RTU tipini öğrenmek isteyen PIC DPRAM'in belirli bir adresinden T-RTU'nun adresini okur ve iletişim için ana işlemciden gelecek ilk komutu bekler ve belirli mesaj fonksiyonları ile iletişimin akışını sağlar. T-RTU iletişim işlemcisinin işlevleri ise şunlardır:

- T-RTU'nun aldığı mesajın doğruluğunun kontrol edilmesi
- Doğru olan mesajların ana işlemciye bildirilmesi
- Ana işlemciden alınmış mesajların, protokole göre şekillendirilmesi ve ilgili birime gönderilmesi

IV.7. SİSTEMİN COĞRAFİ ALANA UYGULANMASI

Öncelikle dağıtım trafo merkezlerine; bağlantı kutusu, alternatif gerilim pano kutusu, arıza akım trafoları, kesici, yük ayırıcısı, termik röle, aydınlatma kontaktörleri, alternatif gerilim fider sigortaları, buchloz, termometre uyarı ve açma kontakları, güç kaynağı(24V), ve arıza akım algılama ile gözlem ve kumanda bağlantıları yapılır. Daha sonra fiber optik terminasyon kutusunun montajı ve fiber optik kablo kontaktörlemesi yapılır. Böylelikle bütün kumanda ve gözlem bağlantısı tamamlanarak, bağlantıların ön testi yapılır ve trafo koruması devreye alınır. Dağıtım trafo merkezinde en son işlem T-RTU'ların montajı ile son bulur.

İndirici merkezlerde ise, fider kesicinin toprak ve faz röleleri ile kumanda ve gözlem bağlantılarını gerçekleştirip, ön testten geçirmek için, hat başlarına bağlantı kutusu ve kumanda gözlem güç kaynağı montajı yapılır. Daha sonra hat başı terminali, indirici merkez terminali ve kontrol merkezi terminallerinin montajları ile fiber optik bağlantıları yapılır. En son aşama olarak gerekli entegrasyon ve testler yapılarak sistem kurulumu gerçekleştirilir.

IV.7.1. Sisteme Dağıtım Trafo Terminali İlave Edilmesi

İki hat başı terminali arasına dağıtım trafo terminali eklemek için, öncelikle cihaza bir adres verilmelidir. Verilen bu adreste diğer adresler göz önünde bulundurulur, karışıklığa sebebiyet vermeyecek şekilde adreslenir. Daha sonra ilave terminalin cihaz ve ağ özelliklerini kapsayan EEPROM dosyası oluşturulur. Dağıtım

trafo terminalinin ekleneceği iki hat bağı terminalinin, EEPROM dosyaları üzerinde eklenecek terminalin adreslenmesi değiğikliği yapılarak iğlem sonlandırılır.

IV.7.2. Sisteme Hat Bağı Terminali İlave Edilmesi

İndirici merkez terminali dđngüsüne yeni bir hat bağı terminali eklemek için, dağıtım trafo terminali eklenmesindeki iğlemlerin benzerleri yapılır. Öncelikle hat bağı terminaline bir adres verilir. Daha sonra bu terminal için bir EEPROM dosyası açılır ve son olarak terminalin ekleneceği dđngüdeki indirici merkez terminalinin EEPROM dosyası değiğtirilerek ek terminal eklentili yeni bir EEPROM dosyası oluşturulur.

IV.7.3. Sistemde Fider Konfigürasyon Değiğikliği

Sistem kurulduktan sonra belirli değiğikliklerin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Örnek verecek olursak iki hat bağı terminali arasındaki dağıtım trafo terminallerinin buldukları fiderden koparılarak, indirici merkez dđngüsünde bağka hat bağı terminalleri arasına eklenmeleridir. Bu iğlemi gerçekleştirmek için, dağıtım trafo terminallerinde bir değiğiklik yapma gerekliliği yoktur. Sadece koparıldıkları ve bağlanacakları hat bağı terminallerinin EEPROM dosyalarının değiğtirilmesi yeterlidir.

BÖLÜM V. WINCC SCADA OTOMASYON SİSTEMİ

V.1 GENEL YAPISI

WinCC, Siemens firması tarafından geliştirilen, otomasyonu gerçekleştirilen proseslerin kolaylıkla görüntülenmesini ve kumanda edilmesi sağlayan bir izleme-kumanda sistemidir. WinCC sistemleri altyapısı ve hazırlanışı itibarı ile Microsoft'un standart işletim sistemleri olan Win95, WinNT ve Win2000 ortamında çalışır.

Endüstriyel uygulamalarda son derece güvenli ve hızlı olması kullanımını yaygınlaştırmıştır. WinCC otomasyon sisteminin başlıca kullanım alanları şunlardır;

- Doğal Gaz ve Petrol Boru Hatları
- Demir- Çelik Endüstrisi
- Elektrik Üretim, İletim ve Dağıtım Tesisleri
- Su Toplama, Arıtma ve Dağıtım Tesisleri
- Petrokimya Endüstrisidir.

Windows'un diğer uygulamaları ile veri giriş ve çıkışlarını DDE, ODBC, OLE, SQL aracılığı ile sağlar. WinCC bir yada daha fazla server kullanımını destekler

WinCC başlıca fonksiyonları ;

- Her türlü prosesi resimlemeye yarayan grafik arabirimi
- Ekranda gösterilecek mesajları hazırlama, mesaj verme ve verilen mesajları arşivleme
- Sahadan alınan değerleri raporlama ve arşivleme
- C programcıları için opsiyonel ODK(Open Developer Kit)
- WinCC tüm uygulama modüllerinde kullanılabilen programlama arabirimi, verilere ve fonksiyonlara erişim
- Microsoft programları gibi standart arabirim kullanma

WinCC otorizasyon (authorizasyon) disketleri sistemdeki yazılımın korunumunu sağlamaktadır. Otorizasyon disketi içinde, satın alınan her WinCC modülü için ayrı bir lisans numarası vardır.

V.2. WINCC ANA FONKSİYON MODÜLLERİ

1. WinCC Control Center: WinCC sisteminin kumanda edildiği yerdir. Sistem içerisindeki editörlere ve modüllere ulaşım buradan sağlanır.
2. WinCC Graphics Designer: Prosesin grafiksel görüntülerinin hazırlanması ve proses bağlantılarının yapılması için kullanılır.
3. Alarm Logging: WinCC mesaj sistemidir. Prosesle ait mesajların; hazırlanması, ekranda gösterilmesi, teyidi ve arşivlenmesi için kullanılır.
4. Tag Logging: Bu editör, PLC aracılığı ile ölçülen değerlerin WinCC sisteminde grafik ve tablolar halinde gösterilmesi işlemlerinde kullanılır. Ölçülen değerler arşivlenir ve rapor edilir.
5. Report Designer: Bu editör raporlama işlevini gerçekleştirir. Güncel yada arşivlenmiş proses değerlerinin ve mesajlarının raporlanması için kullanılır.
6. Global Scripts: Bu editör, C aksiyonlarının yazılımı ya da var olan standart fonksiyonların projedeki ihtiyaç durumlarına göre yeniden düzenlenmesi için kullanılır.
7. Text Library: Mesaj sisteminde birden fazla dilde yapılandırmayı sağlamak üzere kullanılır. Sistemde sınırlı sayıda dile yer verilmiştir. Henüz Türkçe dili sisteminde yapılandırılmamıştır.
8. User Administrator: Sistemi kullanacak olan operatörlerin yetkilendirilmesi için kullanılır. Her bir kullanıcıya sisteme giriş adı ve şifresi verilir. Bu sayede kullanıcıların sadece kendi yetki seviyelerinde işlem yapmaları mümkün kılınmıştır.

V.2.1 WinCC Control Center

Sistemin ana kontrol fonksiyonudur. WinCC sisteminde bütün fonksiyonlara ulaşım buradan sağlanır. Control Center'ın ana işlevleri; genel proje yönetimi (yeni bir proje yaratmak, isimlendirmek, saklamak, taşımak, kopyalamak, v.b.), runtime ve konfigürasyon arasındaki geçişler, proses taglerinin yaratılması, gruplandırılması, bilgisayar ve proje özelliklerinin belirlenmesi ve projelendirilmiş prosesin simülatör yardımı ile test edilmesidir.

Control Center’da herhangi bir proje yaratabilmek için uzantısı mcp (master control program) olan dosyalar kullanılır.

V.2.1.1 Proje Yaratmak

Sistem çalışır vaziyette iken file menüsünden “New” seçildiğinde ekrana bir pencere gelir. Bu pencere sistemin tek ya da çok kullanıcıli çalışmasında seçim yapılmasını ister. Uygun olan proses seçildikten sonra “OK” tuşuna basılır. Bu işlem yapıldıktan sonra yeni bir pencere açılır ve bu pencerede oluşturulan dosyaya isim verilmesi istenir. Dosya adlandırıldıktan sonra mcp uzantısı alır ve otomatik olarak WinCC projects adı verilen bir klasörün içine atılır.

WinCC projesinde prosese ait bütün tagler, resimler, mesajlar, arşivler Control Center’da entegre edilir.

Proje isimlendirildikten sonra, proje alt kapsamında dört ana modül yer alır. Bunlar Computer, Tag Managment, Data Types ve Editör modülleridir.

1.a Computer Modülü

Bu modül üzerinden dört ayrı modüle ulaşılır. Bunlar; General Information, Startup, Prameters ve Graphics- Runtime modülleridir. General Information, bilgisayarın ismini, server yada client bilgisayarı olduğunu bildiren modüldür. Startup modülü, projelendirme kısmından run-time’a geçildiğinde, hangi WinCC editörlerinin aktive edileceği belirtilir. Örneğin Alarm Logging aktive edildiğinde otomatik olarak Text Library editörü de aktif olacaktır. Graphics- Runtime ise run-time geçildiğinde ilk ekrana gelecek olan resim ve resim formatını belirleyen modüldür.

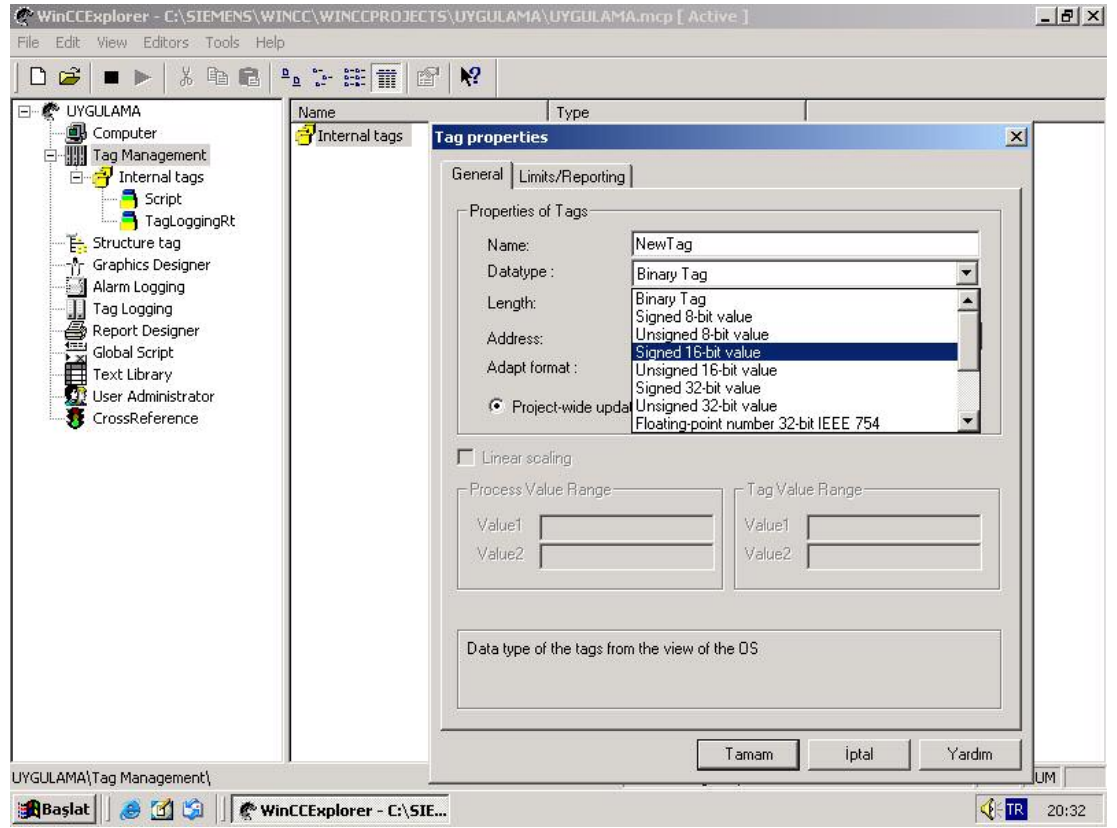
1.b. Tag Managment Modülü

WinCC siteminde iki türlü tag vardır. Bunlar; Internal ve External taglerdir. Prosesle doğrudan ilgisi olmayan yerel değişkenlere Internal Tag’ler denir. Doğrudan prosesle değişkeni olan tagler ise External Taglerdir. External Tagler, sahadaki değerlerin okunmasına ya da sahaya değer yollanmasına yardımcı olurlar. Tagler, Tag Managment klasöründe toplanırlar. Bu klasörün içinde proseslerde kullanılacak taglerin isimleri ve data tipleri yer alır.

Tagler, projelerde karışıklık yaratmamak için Windows’un klasör mantığı çerçevesinde gruplanırlar. Bunun için öncelikle Tag Group oluşturulur ve tagler ilgili grubun içine atılır.

1.c. WinCC Sisteminde Kullanılan Data Türleri

- Binary Tag: Yalnızca iki komutu bulunan değişkenler için kullanılan data türüdür. Bunlar; var-yok, çalışıyor-çalışmıyor gibi komutlardır.
- Unsigned 8-bit Value: 1 byte uzunluğunda işaretli sayılara karşılık gelen değişkenler için kullanılan data türüdür.
- Unsigned 16-bit Value: 2 byte uzunluğunda işaretli sayılara karşılık gelen değişkenler için kullanılan data türüdür.
- Unsigned 32-bit Value: 3 byte uzunluğunda işaretli sayılara karşılık gelen değişkenler için kullanılan data türüdür.
- Signed 8-bit Value: 1 byte uzunluğundaki işaretli sayılara karşılık gelen değişkenler için kullanılan data türüdür.
- Signed 16-bit Value: 2 byte uzunluğundaki işaretli sayılara karşılık gelen değişkenler için kullanılan data türüdür.
- Signed 32-bit Value: 3 byte uzunluğundaki işaretli sayılara karşılık gelen değişkenler için kullanılan data türüdür.
- Floating-Point Number 32-Bit IEEE 754: 4 byte uzunluğundaki virgüllü sayılara karşılık gelen değişkenler için kullanılan data türüdür.
- Floating-Point Number 64-Bit IEEE 754: 8 byte uzunluğundaki virgüllü sayılara karşılık gelen değişkenler için kullanılan data türüdür.
- Tex Tag 8-bit Character Set: 1 byte uzunluğundaki karakter setleri için kullanılan data türüdür.
- Tex Tag 16-bit Character Set: 2 byte uzunluğundaki karakter setleri için kullanılan data türüdür.
- Raw Data Type: Bu tarz bir data türü için sınırlama söz konusu değildir. Böyle bir tag oluşturduğunda “Tag Properties” penceresinde “Lenght” bölümü in aktif konuma geçer.
- Structure Types: Proje oluştururken ihtiyaca bağlı olarak kendi data tipimizi bu tür bir data sayesinde yaratabiliriz. Tag’in, internal ya da external olduğunu, tür dönüşümünü, hangi türe dönüştürülebileceğini bu pencereden öğrenmek mümkündür.
- Text Reference: Text Library editöründe hazırlanmış bir satıra işaret eden internal tagler için kullanılan data türüdür.



Şekil V.1 Sistemde Kullanılan Tag'lerin Seçimi

V.2.2. WinCC Graphics Designer

WinCC sisteminde oluşturulan grafik ekranları, otomasyonu gerçekleştirilen prosesleri ve prosese ait bütün elemanları göstermek üzere düzenlenir. PLC'lere sinyal gönderilip, alınabilir. Bu işlem statik ve dinamik elemanlardan oluşan ekranlar aracılığı ile yapılır.

Graphics Designer kullanılarak, grafik ekranları oluşturulabilir. Aynı zamanda bu editör Microsoft Windows çizim programının bütün karakteristik özelliklerini taşır. Birden fazla resmi aynı anda yapılandırabilir. Oluşturulan resimlerin büyüklüğü, ekran çözünürlüğüne bağlı olarak değiştirilebilir. Aynı zamanda bu editörde objelerin clipboard'a kopyalanıp tekrar tekrar kullanımı mümkündür. Prosesten alınan değerleri ya da durumları gösteren bütün elemanlar dinamiktir. Bunlar dijital değerler, bar grafikleri, dinamik tekstler ve benzeri elemanlardır. Görüntü ve formlarında duruma bağlı değişiklikler görülmeyen statik elemanlardır.

Aynı zamanda Graphics Designer editörü aksiyon konfigürasyonunda, statik ve dinamik bütün objelerin renginde, boyutlarında, pozisyonunda değişiklik yapılabilmesini sağlamaktadır.

Graphics Designer editöründe dijital değerler, output sahası olarak tanımlandığında; prosten alınan rakamları gösterir. Input sahası olarak tanımlandığında ise resim üzerinden doğrudan set değer değişimi sağlar.

V.2.2.1. Proses Resimleme Öncesinde Yapılması Gereken İşlemler

Graphics Designer editöründe resimleme işlemine geçmeden önce yapılması gereken hazırlıklar şunlardır:

- Data alışverişi için sürücü ve PLC'lerin belirlenmesi
- PLC haberleşmesi için I/O sayısı belirlenmesi
- Prosesin grafik ekranlarına bölünmesi
- Her ekranda tanımlanacak statik ve dinamik objelerin belirlenmesi
- Dinamik objelerin bağlanacakları proses değişkenleri belirlenmesi, oluşabilecek bir karışıklığa karşı önlem almak amacı ile isimlendirilmesi ve gruplandırılması
- Kullanılacak fonksiyon tuşları belirlenmesi
- Resim isimlerinin kolay erişim için belirlenmesi
- Son hazırlık olarak, proses niteliği ve kullanıcı isteğine de bağlı olarak ekranın bölümlendirilmesi

V.2.2.2. Graphics Designer Menüleri

2.a. Dynamic Wizard (Input/Output)

Bu menü, objelerin dinamik yapılanmasında ve atanmasında sistemin standart fonksiyonlarını kullanan modüldür. Yalnızca fonksiyon tanımlanır. Diğer bütün işlemler wizard tarafından bir C aksiyonu yazılarak gerçekleştirilir. Özellikle ekran üzerinde fonksiyon tuşlarının tanımlanmasında büyük kolaylık sağlar.

Dynamic Wizardın resim ile ilgili fonksiyonları şunlardır;

- Ekrandaki resmi değiştirebilme özelliği
- Operatörü yol göstermek amacı ile pencere açma özelliği
- WinCC sistemi için pop-up pencere açma özelliği
- Sistemde oluşacak hatalara karşı hata mesaj penceresi açma özelliği

Dynamic Wizardın standart dinamikleri şunlardır;

- Objeleri ekran üzerinde hareket ettirebilmesi
- Herhangi bir WORD programından başka bir WORD programına değer kopyalayabilmesi

- Objelerin özelliklerini dinamikleştirebilmesi
- Bitleri set/reset edebilmesi

Dynamic Wizard sistem fonksiyonlarının sağladığı özellikler şunlardır;

- WinCC den başka bir programa geçebilme
- WinCC'den otomatik olarak çıkabilme
- Windows veya run-time modundan çıkabilme
- Run-Time yazıcıdan çıkış alabilme

Dynamic Wizardın bir diğer önemli fonksiyonu ise arşiv fonksiyonlarıdır. Kullanıcıların sahip oldukları yeni arşiv objeleri oluşturabilmek için “WinCC User Archive” opsiyonu kullanılır.

2.b. Object Palette

Graphics Designer editöründen seçilen bu menüde, obje seçme işlevi gerçekleştirilir. Seçilmek istenilen objenin üzerine gelinir ve sol mouse tuşuna basılır. Daha sonra resim üzerine getirilerek istenilen noktaya yerleştirilir. Bu menüde üç türlü obje vardır. Bunlar; standart obje, smart obje ve Windows objeleridir.

Standart Object: Grafik objelerinden çizgi, dikdörtgen, daire gibi standart tekstten oluşan objelerdir.

Smart Object : Smart obje türleri şunlardır:

- Application Window: Bu obje, Graphics Designer veya WinCC dışında yapılandırılan mesaj pencereleri, trend pencereleri uygulamalarının run-time'de ekran üzerinde gösterileceği yeri belirler.
- Picture Window: Bu obje, başka bir ekran referans gösterildiği zaman kullanılır. Mesela bir projede on adet dağıtım trafosu görülebilir. Ancak bunların hepsinin özelliklerini bir seferde görmek mümkün olmayabilir. Ancak teker teker trafoların üzeri kliklendiğinde açılan pencerelerle özellikler görülür.
- OLE Controls: Windows'a ait bazı objelerin kullanılmasını sağlar.
- OLE Element: WinCC dışındaki programlardan alınan ve sisteme entegre edilen objelerdir. Video görüntüsü, ses kaydı bunlar OLE Element yardımı ile sisteme entegre edilir.
- I/O Field: Giriş, çıkış ya da I/O sahası olarak kullanılabilen objelerdir

- Bar Grafiği: Prosesten alınan değerlerin, analog formda gösterilmesini sağlayan objedir.
- Graphics Object: Uzantısı, .wmf, .emf, .bmp olan dosyaların WinCC'ye taşınmasın da kullanılan objedir.
- Status Display: : Uzantısı, .wmf, .emf, .bmp olan dosyaların grafiklerinden dinamik görüntüler yaratmak için kullanılan objedir.

Windows Object: Windows obje türleri şunlardır;

- Buton: Bu obje proses olaylarına müdahale etmek üzere kullanılır. Bir diğer obje türü Round Buton la aynı işlevi gerçekleştirir.
- Check Box: Birden fazla seçeneğin bir arada bulunduğu işlemlerde kullanılan objedir.
- Option Group: Check Box objesine benzer bir objedir. Ancak işlem yapılacak olan seçeneklerden sadece birinin seçilmesinde kullanılır.
- Slider: Bu obje prosteki analog değerlerde ayarlama yapmak için lineer regülatör olarak kullanılır.

2.c. Alignmet Palette

Grafik elemanlarının belirli bir düzen içerisinde yapılandırılmasına yardımcı olur. Ekran üzerindeki birden fazla objenin seçilmesi ile aktif hale geçer. Objelerin sağa veya sola yaslama, dikey veya yatay ortalama gibi fonksiyon tuşlarına sahiptir.

2.d. Zoom Palette

Grafik ekranının, tasarım modunda büyütülmesi veya küçültülmesi işlevini gerçekleştiren menüdür.

2.e Standart Toolbar ve Font Palette

Bu menü Windows'un sabit fonksiyonları ile tekstler için font ve renk ayarlarını içerir.

2.f. Style Palette

Bu menü oluşturulan objelerin görsel özelliklerinin değiştirilmesi için kullanılır. Örneğin düz bir çizginin noktalı yapılması veya kalınlığının değiştirilmesi gibi işlemler yapılır.

2.g. Color Palette

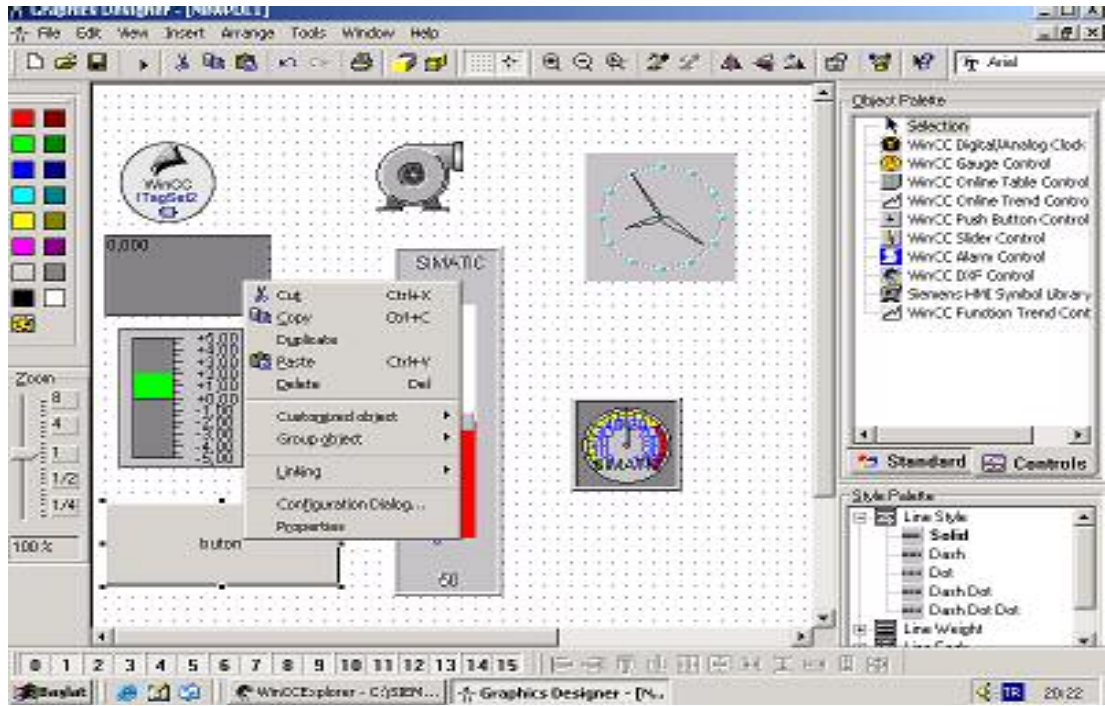
Bu menü hazırlanan proseslerin renklendirilmesi işlevlerinde kullanılır. Birçok renk seçeneğine sahiptir.

2.h. Layer Bar

İstenilen tabakanın aktif hale gelmesini sağlayan menüdür Bu menü hazırlanan proses resmini 15 ayrı tabakaya ayrılmasını ve objelerin pop-up pencerelerinin birbiri üzerinde hangi düzende gösterileceğinin rahatlıkla ayarlanmasını sağlar.

2.1. Status Bar

Ekran üzerinde mouse'un bulunduğu koordinat, klavyede hangi kliklerin açık olduğunu bildiren durum gösterge menüsüdür.



Şekil V.2. Graphics Designer Editörü Fonksiyonlarının Görünümü

V.2.2.3 Oluşturulan Proses Resim Objelerinin Dinamik Yapılması

Graphics Designer'de oluşturulan bir resim objelerinin, dinamik hale getirilmesi için 6 adet modül vardır.

3.a Configuration Dialog(Input/Output)

Proses resmindeki bir obje doğrudan bir tag'e bağlanacaksa, datalar ekrandan belirli bir koşul olmaksızın gönderilecek yada alınacaksa bu modül kullanılır. Bir bar grafiğinin çizilmesi ve bir tag'e bağlanması bu modülün kullanımı ile gerçekleşir.

3.b. Tag Connection (Output)

Bu modül, tag'ler birebir ekranda gösterilmesi ile internal ve external tag'lerin direkt olarak bağlantısında kullanılır.

3.c. Dynamic Dialog (Output)

Bu modül, prosten alınan değerlerin belirli limitlerinde farklı aksiyonlar tanımlanmasına olanak sağlar. Prosesin belirli bir bölümündeki sıcaklık, basınç, debi gibi değerleri alıp bu değerlerin ekranda gösterilen farklı alanlarında değişiklikler yapılmasına olanak verir.

3.d. Direct Connection (Input)

Bu modül, objelerin bütün özelliklerinin gösterilmesini sağlar. Bunlar, ekranda gösterilip gösterilmeyeceği, renkleri, pozisyonları gibi özelliklerdir. Objeler birbirilerine ve tag'lere burada bağlanır.

3.e. ANSI C Fonksiyonları

Bu modül, C dilinde yazılmış fonksiyonlarla objeleri dinamik hale getirmek için kullanılır. Bu işlevi gerçekleştiren bütün modüllerin yaptığı işlemler WinCC'nin C programı ile gerçekleştirilir.

3.f. Pop-up Pencerelelerinin Hazırlanması

Bu modül, grafik ekranları hazırlanırken, operatöre yol gösterme yada ayrıntılı bilgi verme amaçlı pencereler oluşturmak için kullanılırlar.

V.2.3. Alarm Logging

V.2.3.1. Mesaj Sistemi

WinCC sisteminde bu editör, mesajlar için kullanılır. İletişim yolu ile alınan sinyaller, çalışma durumları, hatalar, alarmlar mesaj formatında ekranda gösterilirler. Tüm bu mesajlar arşivlenir, rapor edilir ve operatör tarafından alınır. Bu sebeple mesajlar, mesaj sınıfları oluşturularak yapılandırılır.

Bu menüye ulaşım, Control Center üzerinden sağlanır. Mesajlar ekran üzerindeki mesaj pencerelerinde tablolar halinde gösterilir. Alarm Logging editöründe 3 adet yardımcı program yapılandırmayı kolaylaştırır.

Message Wizard: Baştan sona bir mesaj yapılandırılmasını gerçekleştirmeye yardım eder. File menüsünden çalıştırılır. Bu türde hazırlanan mesajlar üzerinde sonradan değişiklikler yapılabilir.

Interconnection Wizard: Bu yardımcı program, tag bağlantılarını gerçekleştirmek üzere kullanılır. Messages menüsünden çalıştırılır.

Message Window Wizard: Bu program, mesaj penceresinin yapılandırılması için kullanılır. "Message Window Template" editöründen çalıştırılır.

V.2.3.2.Mesaj Blokları

WinCC sisteminde mesajların özelliklerine göre toplandığı birimdir. 3 tür mesaj bloğu vardır. Bunlar; sistem blokları, kullanıcı text blokları ve proses değeri bloklarıdır.

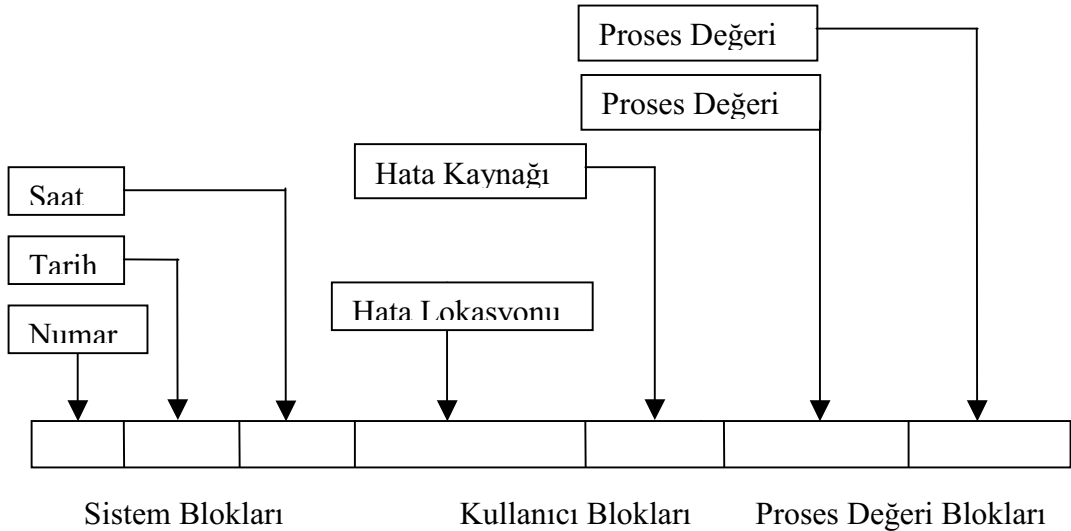
Sistem Blokları: Bu tür bloklar sisteme ait saat, tarih gibi bilgileri bloklar. WinCC sisteminde 17 adet sistem bloğu vardır. Sistem blokları belirlendikten sonra özellikleri Properties penceresinden değiştirilebilir.

Kullanıcı Text Blokları: Mesajlarla ilgili açıklamaların yerleştirileceği bloklardır. WinCC sisteminde 10 adet kullanıcı text bloğu vardır. Blokların içeriğine göre isimlendirilmesi ve uzunluklarının belirlenmesi gerekir.

Proses Değeri Blokları: Sahadan alınan tag değerlerinin toplandığı bloklardır. Maksimum 10 adet mesajı bloklar. Oluşturulan proses bloğuna ait özellikler Properties penceresinden değiştirilir.

V.2.3.3 Message Line Format (Mesaj Satırı Formatı)

Bu sistemde birden fazla mesaj formatı hazırlanır. Haberleşme sistemi ile ekrana gelen alarmlar gösterileceği sayfanın özelliğine göre, ayrıntılı bilgi içeren satır formatları ile birlikte, yalnızca alarm geldiğini görmemizi sağlayacak ayrıntısız formatlar oluşturur.



Şekil V.3 Mesaj Blokları ve Mesaj Satır Formatları

V.2.3.4. Message Window Template (Mesaj Penceresi)

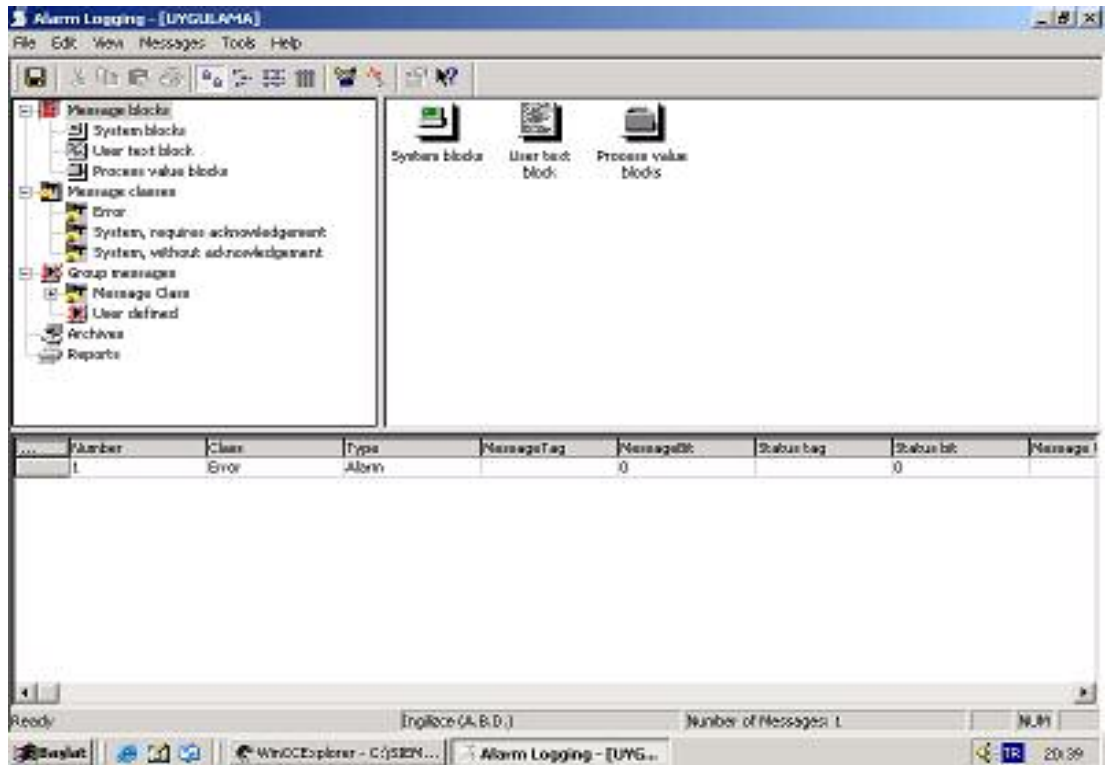
Mesaj penceresine ait özelliklerin belirlendiği mesaj modülüdür. Bu modüle bir başka ulaşım yolu “Message Window Wizard” yardımcı programıdır. Pencere formatına verilen isim, seçilen mesaj satırı, parametreler ile status bar ve tool bar fonksiyonlarından hangisinin aktif olacağı bu modül yardımı ile değiştirilebilir mesaj penceresi özellikleridir.

V.2.3.5. Mesaj Sınıfları

WinCC mesaj sistemi, 16 mesaj sınıfı ve her bir mesaj sınıfının içinde 16 mesaj tipinden oluşur. Bu bölümler “Message Classes” diye isimlendirilir. “Message Classes’te” sistemin kendi mesajları ve kullanıcının hazırladığı mesaj sınıfları vardır. Bu iki mesaj sınıfı arasında geçiş sağlanabilir. Mesajların silinmesi, ekrana gelip-gitmesi, ekrana geliş formatları “Message Classes” tarafından sağlanır.

V.2.3.6. Mesaj Grupları

Karmaşık yapıdaki sistemlerde mesajlar yapılandırılmayacak kadar yoğunluk sağlarlar. Bu modül 16 mesaj sınıfına uyacak şekilde, otomatik olarak gruplandırma yapar. Bir sınıfa ya da o sınıfa ait bir mesaj türünü tanımladığımızda, otomatik olarak gruba dâhil eder. Bunun dışında kullanıcı da grup tanımlayabilir.



Şekil V.4. Alarm Logging Editör Fonksiyonlarının Görünümü

V.2.3.7. Arşivler

Mesajların yapılandırılarak arşivlenmesi özelliğini taşır. Sistemin iki tür arşivleme özelliği vardır;

Short-term archive: Sürekli yapılan kısa dönem arşivlemeleridir. Arşivin yapılıp yapılmayacağı tamamen kullanıcı tarafından belirlenir. Kullanıcı hangi mesaj bloklarını isterse onları arşivleyebilir.

Sequence archive: Uzun dönem arşivlemelerdir. Arşivin yapılıp yapılmayacağı ya da hangi mesaj bloklarına uygulanacağı kullanıcı tarafından belirlenen bu arşivlemede, ek olarak zaman sınırlaması söz konusudur.

V.2.3.8 Raporlar

Raporlamayı gerçekleştirmek için Reports modülü üzerinden sağ mouse tuşu ile pop-up menüsü açılır. Bu menüden “Add/Remove...” seçilirse “Assigning Report Parameters” penceresi açılır. Buradan iki tür raporlama seçmek mümkündür. Bunlar; “Message Sequence Report Active” ve “Archive Report Active” raporlama çeşitleridir.

V.2.4. Tag Logging

Bu editör, proseten verileri alan, ekranda grafikler veya tablolar halinde göstermek üzere düzenleyen ve arşivleyen fonksiyonları içerir. İki önemli birimden oluşur. Bunlar; Tag Logging Konfigürasyon Sistemi(TLCS) ve Tag Logging On-Line Sistemidir (TLRT).

Arşivleme ve ekranda gösterim için gerekli özellikler ile sahadan alınan veriler, Tag Logging Konfigürasyon Sistemi aracılığıyla bağlanır. Sahadan alınan değerlerin hangi işlemlerden geçirileceği ve ekranda hangi formatta gösterileceği de bu birim tarafından belirlenir. Sistemin sahadan aldığı verileri, konfigürasyon sisteminde hazırlanan özelliklere göre değerlendirip, ekranda gösterilmesini ise Tag Logging On-Line Sistemi sağlar.

WinCC içinde Tag Logging fonksiyonlarının işlevleri şunlardır:

- Sistem için gerekli dokümanları sağlamak
- Prosesleri en doğru ve anlaşılır biçimde ekrana taşımak
- Sistemin optimizasyonunu sağlamak
- Sistemin üretim kalitesini arttırmak
- Gecikme sürelerini en aza indirmek

V.2.4.1. Toplanan Verilerin Arşivlenmesi

Sahadan alınan değerler şu matematiksel işlemlerden geçirilir:

- Toplama
- Ortalama
- Maksimum değeri belirleme
- Minimum değeri belirleme
- Diğer fonksiyonel işlemler

Sahadan alınan değerlerle, zamana bağlı olarak 3 farklı arşivleme yapılabilir;

1.a Acyclic

Bu tip arşivlemede belirli bir dönem söz konusu değildir. Herhangi bir olay oluşumunda arşivleme başlar ve o anki sistem değerleri arşivlenir. Tag Logging değişimi, Tag değerinin belirli bir limite ulaşması, tarih ve saatten bağımsız olarak gelişen olaylar, arşivlemenin başlamasını sağlayacak örnek olaylardır.

1.b. Cyclic- Selective

Bu tip arşivlemede bir olay oluşumu ile arşivleme başlar ve belirlenen başka bir olay oluşumu ile arşivleme son bulur. Tag değerinin değişmesi, tarih ve saat kaydı, Tag değerinin belirli bir limite ulaşması ve ekran üzerinde bir objeye ya da butona kliklenmesi gibi olayları gerçekleştirebilen arşivleme türüdür.

1.c. Cyclic-Continuous

Bu tip arşivleme sistem run-time'a geçtiği an başlar ve sistem kapatılana kadar devam eder. Herhangi bir olayın başlangıcı ya da son bulması arşivlemeyi etkilemez.

V.2.4.2. Trend Window Template

Sistemde kısa veya uzun dönem arşivlemeden alınan değerlerin ekranda trend eğriler halinde gösterimi mümkündür. Bunun için Graphics Designer editöründe proses resmi üzerinde bir application window oluşturulur. Oluşturulan bu pencere Tag Logging editörüne bağlanır. Prosesten alınan değerlerin eğriler halinde, belirli bir formatta ekrana yansıtılması trend window template modülünde belirlenir. Aynı zamanda hangi tag'den eğri alınacağı, X ve Y koordinatlarının ne şekilde kullanılacağı, verilerin hangi formatta ekrana yansıtılacağı yine bu modülle belirlenir.

V.2.4.3. Table Window Template

Sistemde kısa veya uzun süreli toplanan arşivlerin ve bunlardan alınan değerlerin ekranda bir tablo üzerinde gösterimini sağlayan fonksiyondur. Trend Window Templatede olduğu gibi Graphics Designer editöründe proses resmi üzerinde bir application window oluşturulur ve bu pencere Tag Logging editörüne bağlanır. Prosesten alınan değerlerin tablolar halinde ne tür bir formatta ekrana yansıtılacağı, table window template modülü ile belirlenir. Bu tablo modülü üzerinde verilerin hangi arşivden alınacağı ve tablonun isimlendirilmesi işlemleri yer alır.

V.2.5. Report Designer

WinCC sisteminde rapor hazırlamak ve raporları istenilen zamanda istenilen formatta bastırmak için kullanılan temel editörlerdendir. Rapor hazırlamak için belirli bir rapor formatı oluşturmak gereklidir. Rapor formatı oluşturulurken sayfa ve satır formatları kullanılır. Bu editörde data çıkışı için dinamik değerler kullanılır. Kullanılacak dinamik objeler, ilgili uygulamalarla bağlantı içinde olmalıdır. Raporlanacak datalar uygulamaya göre farklılık gösterir.

Raporlanacak olan dinamik objeler o an sahip oldukları değerlerle raporda görünürken. Statik objeler ve sistem objeleri hazırlanan formata göre raporlama içinde gösterilebilir veya gösterilemeyebilirler.

Sistemin desteklediği raporlama türleri şunlardır:

- Operatör kontrolü altında raporlama
- Zaman kontrollü raporlama
- Raporu sadece ekranda gösterme
- Raporları önceden seçilen yazıcıdan çıktı alma
- E.m.f. formatında dosya raporu yazdırma

Sistemde özelliklere göre değişik raporlama çeşitleri vardır.

Message Sequence Report: Sisteme gelen bütün mesajların raporlanması amacı ile kullanılır. Bu raporlama sistemi iki türdür; Birincisi sayfalar halinde, diğeri ise satırlar halinde raporlamadır.

Message Archive Report (Short-Term Archive): Kısa dönem arşivlerden alınan mesajların raporlanması amacı ile kullanılır. Mesaj penceresindeki print message, shortterm archive report butonu ile aktif hale getirilir.

Message Archive Report (Sequence Archive): Uzun dönem arşivlerden alınan mesajların raporlanması amacı ile kullanılır. Mesaj penceresindeki print message, sequence archive report butonuna basılarak aktif hale getirilir.

Measured Value Report (Trend): Prosesten alınan değerlerin arşivlenmesi amacı ile kullanılan raporlama türüdür. Bu raporlama türü sayfa formatı ve print job formatı barındırmaktadır. Run-time uygulama penceresi üzerinden all jobs seçeneği işaretlenerek çalıştırılabilir.

Measured Value Report (Tablolar): Prosesten alınan değerlerin arşivlenmesi ile tablolar halinde raporlanması amacı ile kullanılır. Bu raporlama türü de sayfa ve print job formatını barındırmaktadır. Run-time uygulama penceresi üzerinden all jobs seçeneği işaretlenerek çalıştırılabilir.

V.2.6 Global Scripts

Bu editör, WinCC sistemi içerisinde C aksiyon ve fonksiyonlarının genel ismidir. Obje bağlantılı genel C aksiyonunda kullanılan Global Scripts temaları şunlardır:

- Proje Fonksiyonları
- Standart Fonksiyonlar
- Intern Fonksiyonlar
- Aksiyonlar

V.2.6.1. Proje Fonksiyonları

Bu modül, WinCC kullanıcısının programladığı ve değiştirdiği fonksiyonları kapsadığı gibi yeni proje fonksiyonlarının yaratılmasını da sağlar. Hazırlanan fonksiyonlar, yalnızca içinde bulunulan proje için geçerlidir. Bu modül, arşiv yada grafik objelerinin dinamik hale getirilmesi işlevini de gerçekleştirir. Bu proje fonksiyonunun oluşturulması için yapılması gereken işlemler şunlardır:

- Hazırlanan fonksiyon formüle edilir
- Fonksiyon hakkında bilgi eklenir
- Fonksiyon derlenir
- Hazırlanan fonksiyona işlevine uygun isim verilerek kaydedilir.
- Gerekliği takdirde başlık dosyası oluşturulur.

V.2.6.2. Standart Fonksiyonlar

WinCC sistemi içerisinde var olan fonksiyonlardır. Kullanıcı tarafından her projede kullanılabilir. Bir diğer tanımlama ile var olan standart fonksiyonların değiştirilerek projede kullanılmasıdır. Bu fonksiyonun projede kullanılabilmesi için yapılması gereken işlemler Proje Fonksiyonlarında yapılan işlemlerle aynıdır.

V.2.6.3. Intern Fonksiyonlar

WinCC sistemi içerisinde var olan fonksiyonlardır. Tüm projeler için kullanılabilir. Bu fonksiyonu, Standart fonksiyondan farklı kılan yönü ise üzerinde değişiklik yapılamayan fonksiyonlar olmasıdır. Intern Fonksiyonlar, C kütüphanesine ait aksiyonlar ile WinCC arşiv ve grafik objelerini dinamik hale getirmek için kullanılan fonksiyonları da içerir. Intern fonksiyon içerisinde yer alan modüller şunlardır:

- Graphics: WinCC objelerine ait özellikler ile ilgili fonksiyonları içerir.
- Allocate: Dinamik hafıza yönetimi için kullanılan fonksiyonları içerir.
- Tag: Tag'leri okumak ve değer yazmak için kullanılır.
- C_bib: C kütüphanesinin standart fonksiyonlarını içerir
- WinCC Components: WinCC sistemindeki Alarm Logging ve Tag Logging editörlerinin fonksiyonlarını içerir.

V.2.6.4. Aksiyonlar

Sistem içerisinde bulunan projede geçerli aksiyonları tanımlar. WinCC sisteminde herhangi bir objeye bağlı olmaksızın, ekrandan bağımsız olarak arka planda devamlı çalışılması istenen fonksiyonları içerir. Bu fonksiyonlar Actions modülü içerisinde uzantısı pas olan dosyalardır. Pas uzantısının açılımı ise "Project-wide Action System'dir".

V.2.7. Text Library

WinCC sisteminde birden çok lisan kullanımını sağlayan editördür. Özellikle çok uluslu şirketlerde; alarm, mesaj ve ekran üzerindeki bilgilere birden çok lisanda erişim sağlanmalıdır. Options menüsünden "Add language" seçildiği takdirde "Select Language" penceresi açılır. Bu pencereden kullanılmak istenilen lisan yada lisanslar seçilir ve WinCC sistemi tarafından seçilen lisan kabul edilir.

V.2.8. User Administrator

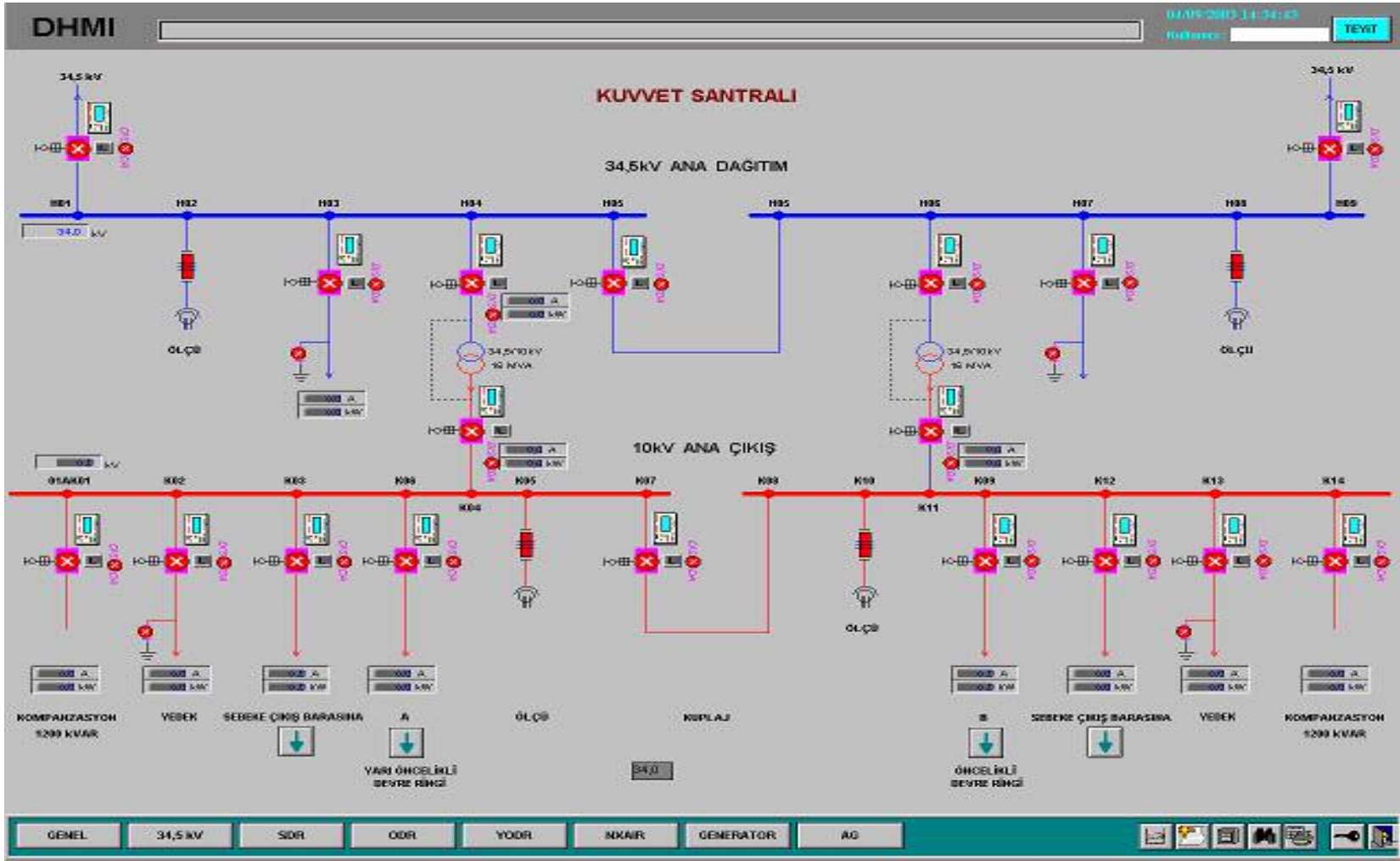
WinCC sisteminde kullanıcılara belirli ölçüde yetki vermek için kullanılan editördür. Birden fazla client'ın bir arada bulunduğu sistemlerde, şifreler kullanarak operatörü yetkilendirir. Bu editörde yeni kullanıcı veya grup ismi eklemek mümkündür. Bunun için Add User komutu seçilir. Bu komut yeni eklenecek kullanıcının hangi isim ve şifre ile sisteme dâhil olacağını "Establish New User" penceresi ile sorgular. Bu pencerede kullanıcı adı (Login), şifre (password) ve yine şifre (Verify password) girilmesi istenir. Böylelikle sistem güvenliğinin yeni kullanıcı adı ile şifrelenmesi sağlanır.

V.3 WINCC UYGULAMA ALANLARI

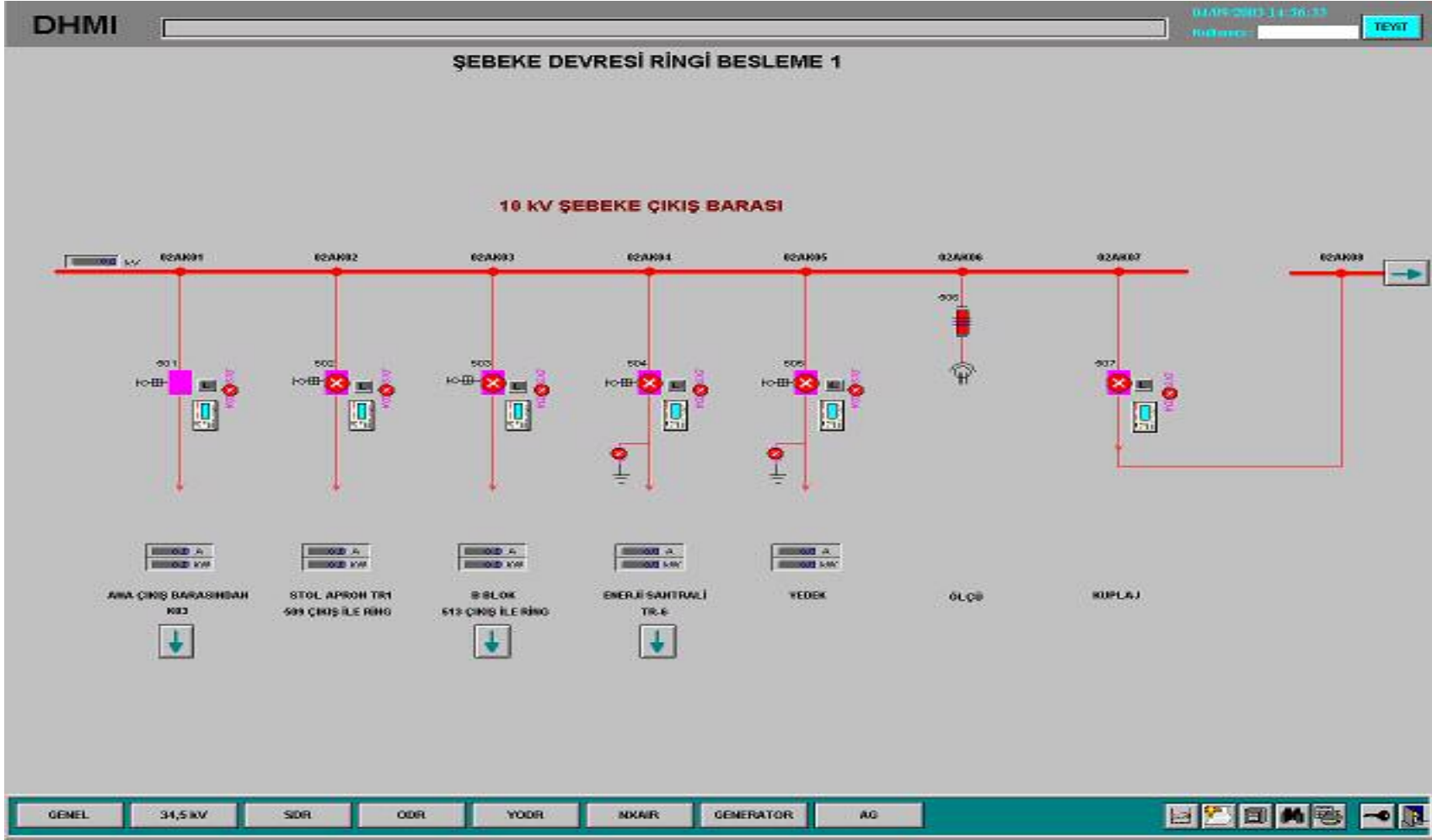
WinCC SCADA yazılımı, Elektrik dağıtım ve iletim Şebekeleri başta olmak üzere, doğalgaz, demir-çelik sanayi, fabrika ve büyük alan aydınlatmalarının otomasyonunda kullanılır. WinCC SCADA programı ile yapılan en önemli projeler Kayseri ve Civarı Elektrik Dağıtım Şebekelerinin Otomasyonu, Gaziantep Organize Sanayi Bölgesinin Elektrik Dağıtım Otomasyonu ile İstanbul Devlet Hava Meydanları İşletmesinin Elektrik Dağıtım Otomasyonudur. Kayseri ve Civarı Elektrik Dağıtım Şebekelerinin Otomasyonunda son zamanlarda yapılan değişikliklerle WinCC SCADA programı yerine bir üst modeli olan PowerCC SCADA programının kullanımına geçilmiştir.

V.3.1. Devlet Hava Meydanları İşletmesi'nin WinCC ile Otomasyonu

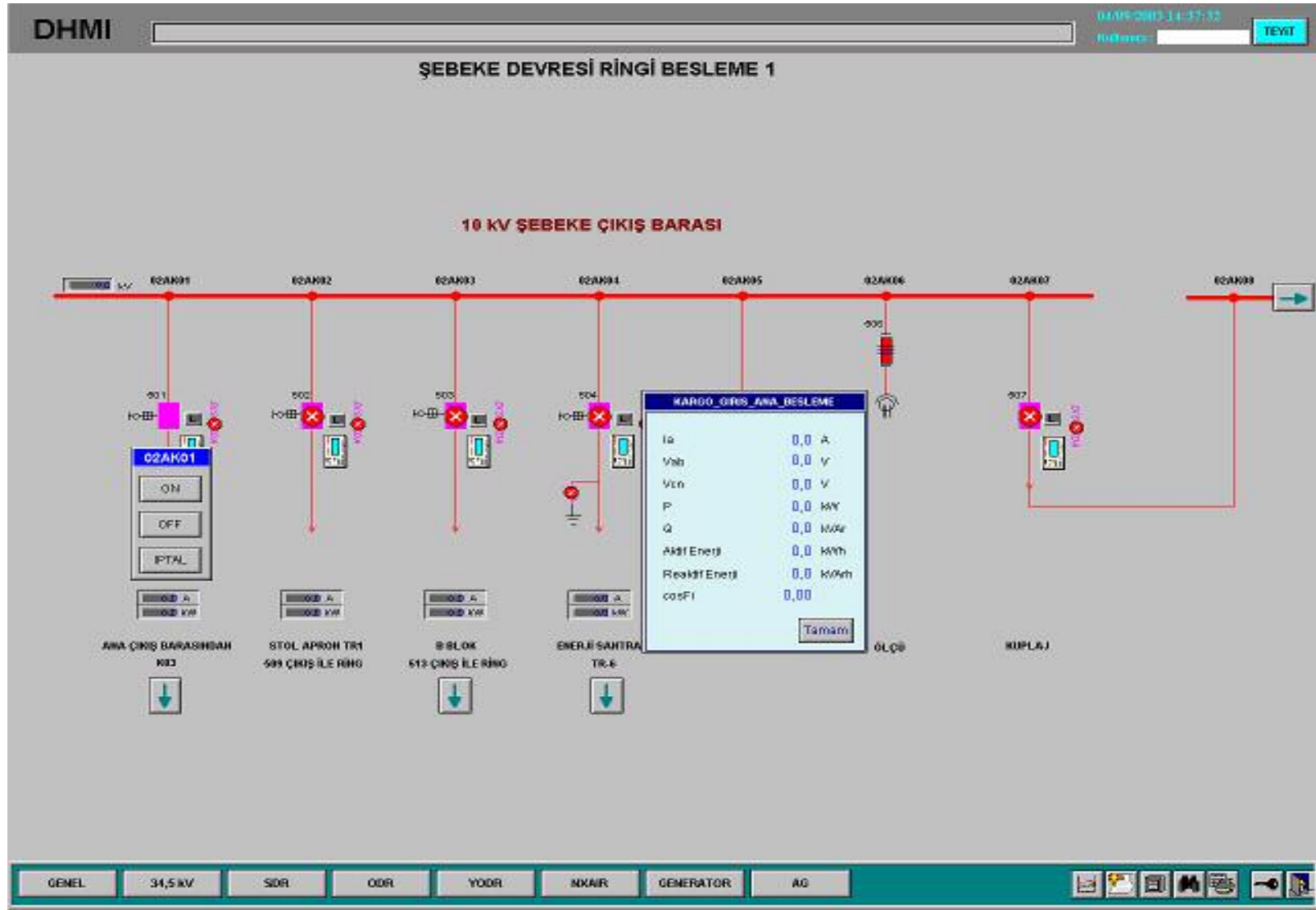
Devlet Hava Meydanlarının İstanbul Yeşilköy'deki İşletmesinin, Elektrik Dağıtım otomasyonu, diğer sistemlerde olduğu gibi orta gerilim Fider otomasyonu ile WinCC SCADA yazılımı üzerinden yapılmaktadır. Fider otomasyonunun sağlanabilmesi için indirici trafo terminalleri ile gerilim kademesinin 34.5 kV'a indirilmesi gerekmektedir. Bu uygulamada, 34.5 kV'luk hat başı terminalleri ile kumanda edilen sisteminin kuvvet santrali ve şebeke ring devresinin otomasyon görünümü şekillerle gösterilmiştir.



ŞEKİL V.5. Devlet Hava Meydanları İşletmesi Elektrik Dağıtım Otomasyonu Genel Görünümü



Şekil V.6. D.H.M.İ. Dağıtım Şebeke Otomasyonu Çıkış Görünümü



Şekil V.7. D.H.M.İ.Çıkış Barası Değerleri

VI. UYGULAMA

WinCC 5.1 SCADA programının temel yapısı incelendikten sonra, Elektrik Dağıtım şebekelerine uygulanmasını gösteren bir proje tasarlanmıştır. Tasarlanan projenin yerine getirmesi gereken işlevler şunlardır;

- Hat Başı Terminalleri, Dağıtım Trafo Merkezleri ve bu merkezlerin beslediği Trafo Terminali gerilim değerlerinin sürekli izlenebilmesi
- Sistemin ve dağıtım hatlarının sürekli izlenebilmesi
- Arıza oluşması durumunda, arıza yerinin tespiti ve izole edilmesi ile sisteme yeniden enerji verilmesi

VI.1. UYGULAMA AŞAMALARI

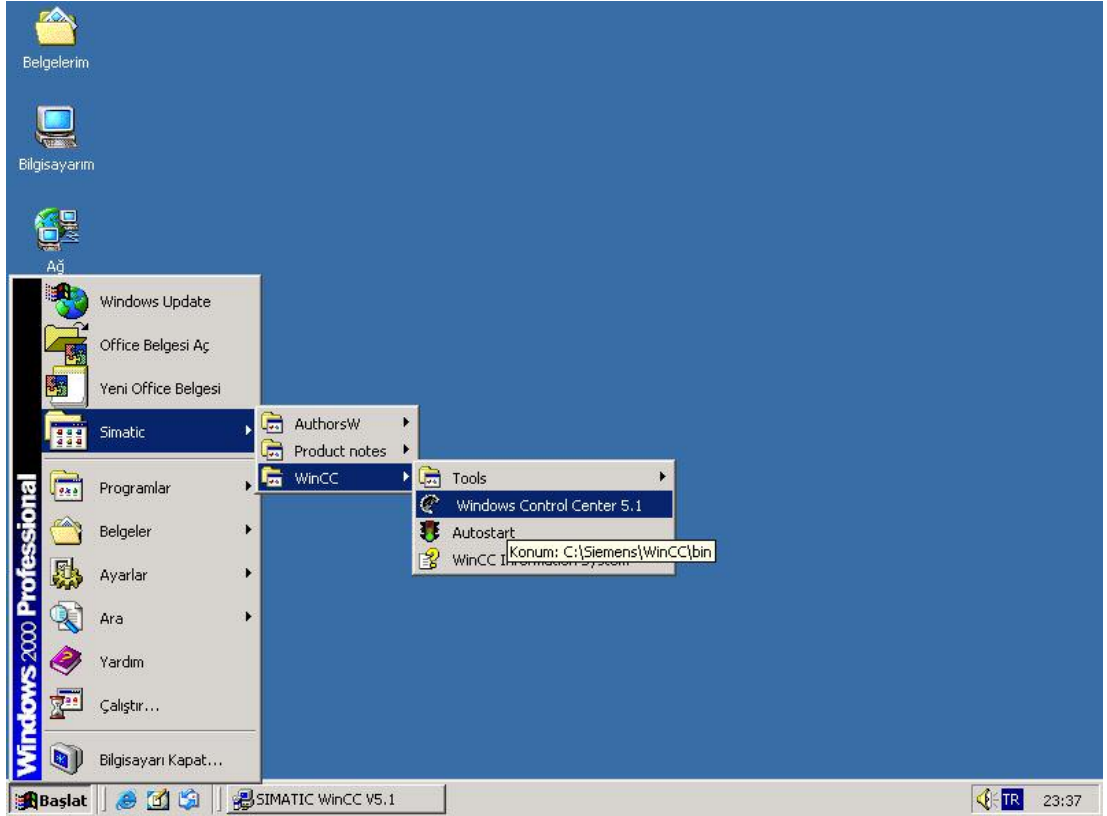
WinCC 5.1 programı Microsoft Windows 2000 programı ve bu programın açıklarını kapatan Service Pack 2 programları yardımı ile çalışır. WinCC 5.1 program CD'si içeriğinde bulunan Install SIMATIC WinCC seçilerek program demosu bilgisayara aktarılır. Bu işlem tamamlandıktan sonra Bilgisayarın Başlat menüsü modüllerinden Simatic \longrightarrow WinCC \longrightarrow Windows Control Center 5.1 seçilir ve program çalıştırılır. (Şekil VI.1).

VI.1.1 Projenin İsimlendirilmesi

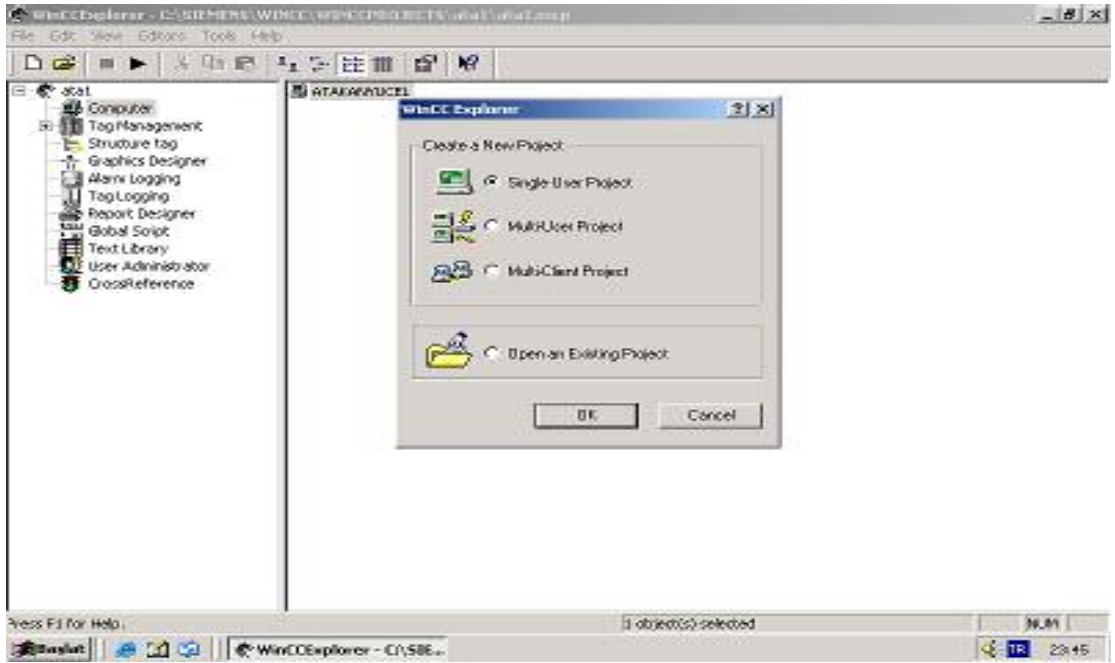
Bu işlem yapıldıktan sonra açılan ilk pencerede (Şekil VI.2), WinCC'de tasarlanmak istenilen projenin tek ya da çok kullanıcı olma seçimi yapılır.

Proje kullanıcı seçimi yapıldıktan sonra ilk açılan pencereden projenin isimlendirilmesi istenir (Şekil VI.3).

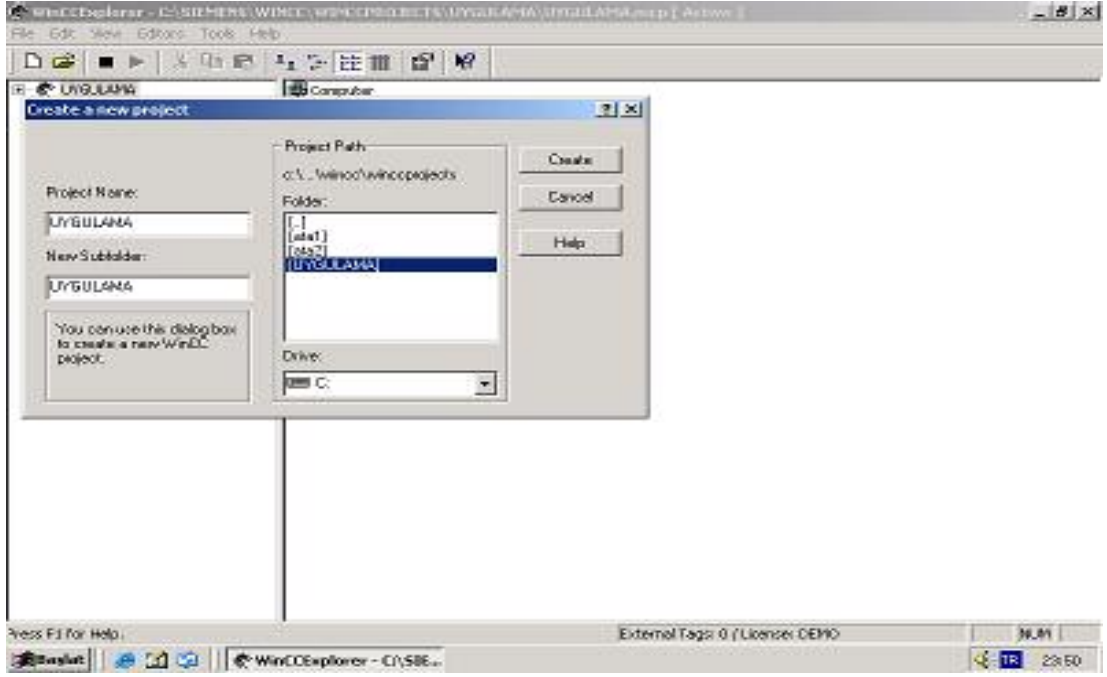
Projeye "Uygulama" adı verilmiştir.



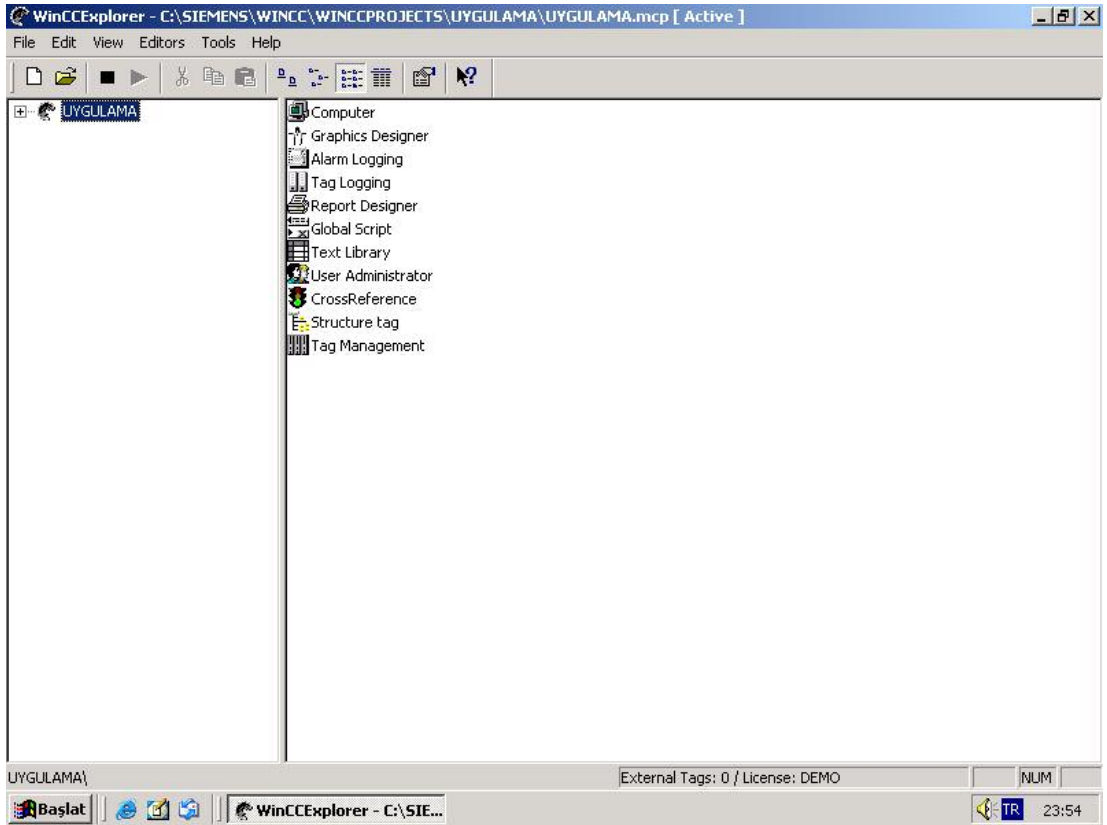
Şekil VI.1. WinCC 5.1'in Çalıştırılması



Şekil VI.2. WinCC 5.1 Tek veya Çok Kullanımlı Seçimi



Şekil VI.3. Projenin İsmlendirilmesi



Şekil VI.4. WinCC 5.1 Editörlerinin Görünümü

VI.1.2. Projenin Resimlendirilmesi

Proje isimlendirildikten sonra, WinCC 5.1 ana sayfasından Graphics Designer editörü üzerine mouse sağ tuşu ile basılır ve New Graphics işaretlenerek boş bir resim sayfası açılır. Daha önce tasarlanan projeye göre, bir indirici merkez trafosunun beslediği iki hat başı terminali ile bu hat başı terminali arasında kalan dağıtım merkezleri ve fider otomasyonunu sağlanması için herhangi bir dağıtım merkezine bağlı dağıtım trafolarının çizimi yapılacaktır.

WinCC 5.1 Graphics Designer Editörünün “Object Palette” menüsünden seçilen objelerle resimleme yapılır. Tasarlanan projenin resimlendirilmesinde, Object Palette menüsünden seçilen objeler şunlardır;

- Hat Başı Terminalleri, Dağıtım Merkezleri ve Dağıtım Trafoları için, Standart Objelerden “Rectangle”
- Enerji Taşıma Hatları için, Standart Objelerden “Line”
- İndirici trafolar için, Standart Objeden “Circle”
- Kontrol anahtarları için, Windows Objelerinden “Buton”
- Gerilimölçerler için, Smart Objelerinden “I/Q Field”

Resimlendirme işlemi Şekil VI.7’deki gibi objeler yardımı ile çizildikten sonra tag atama işlemi başlatılır.

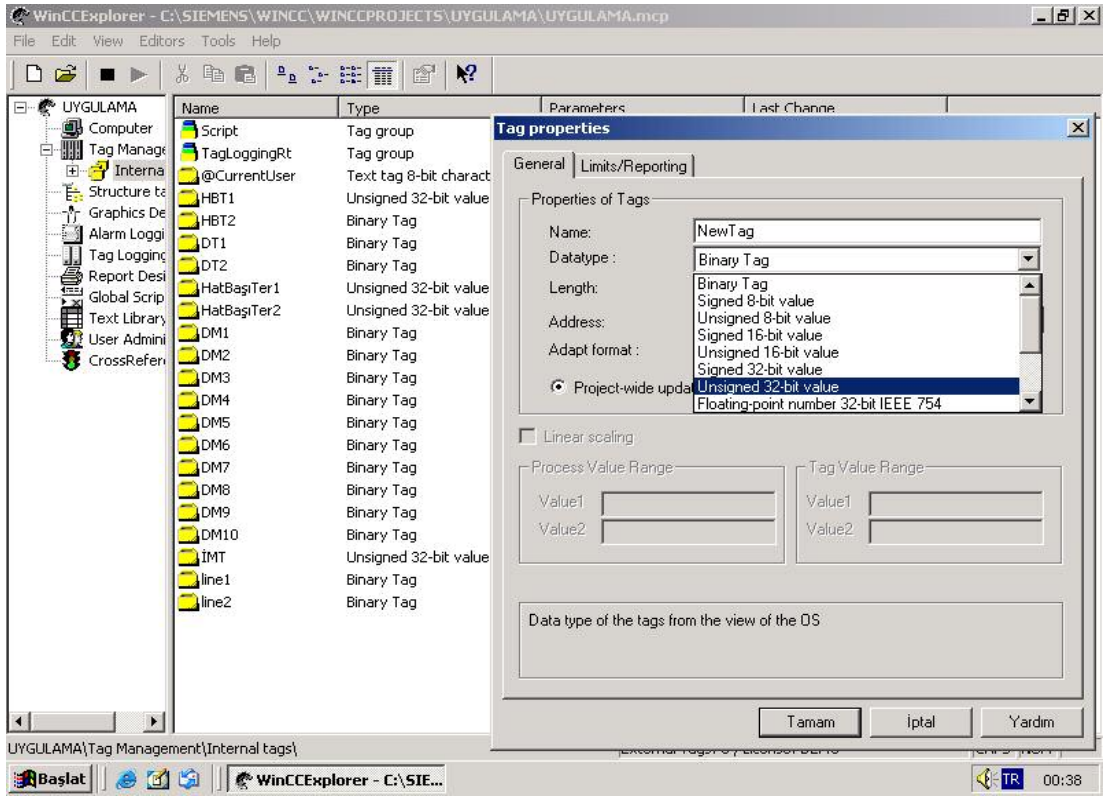
VI.1.3 Internal Tag’ların Atanması

Resimlendirme işlemi bittikten sonra Tag Management Editöründen Internal Tags menüsü seçilir. Internal Tag üzerinden mouse sağ tuşu ile New Tag’dan yeni tag atanır. Tag atamak istediğimiz obje sadece durum değişikliği gösterecekse Binary Tag, sayısal işlemlerde kullanılacaksa kullanım büyüklüğüne ve işaretlerine göre signed veya unsigned 8-16-32 byte seçilir. Objenin ismine göre seçilen tag’lere isim verilir (Şekil VI.5.Internal Tag Oluşturma).

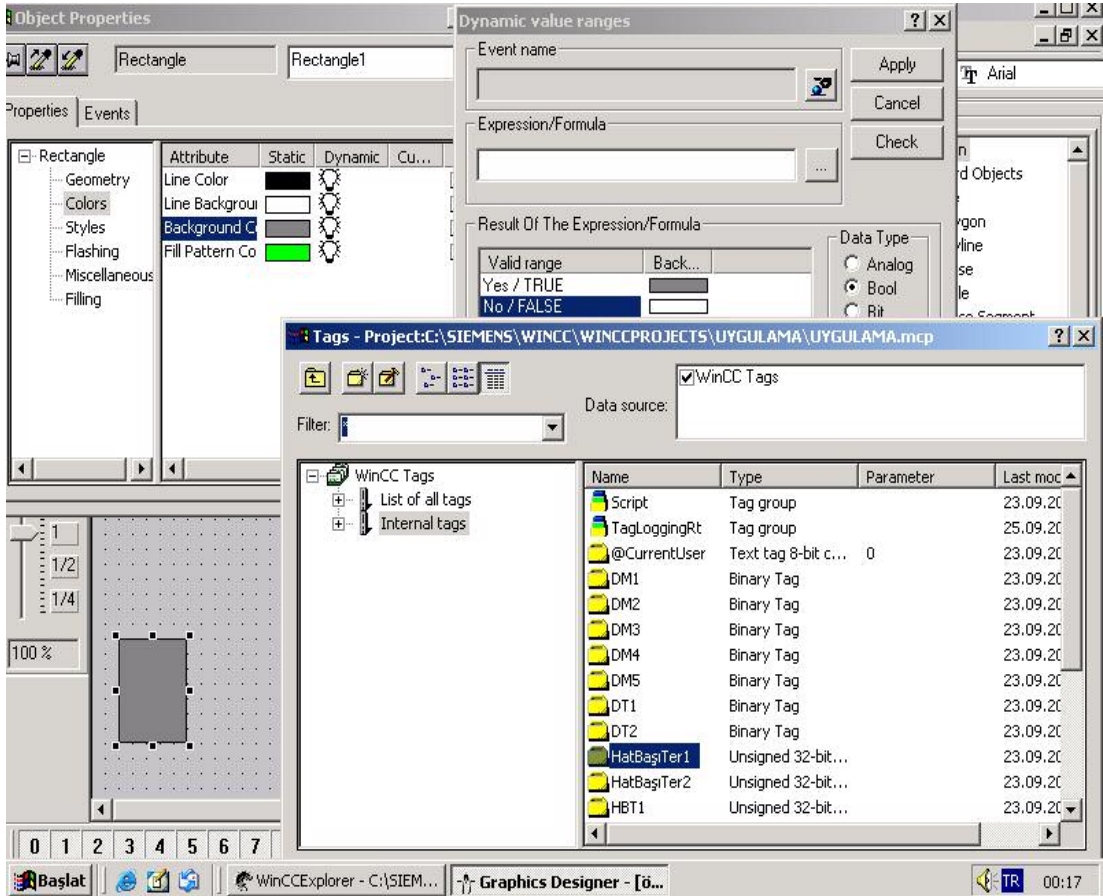
Kullanılmak istenilen tag’lere isim ve “datatype” atamaları yapıldıktan sonra, tekrar Graphics Designer editörü aktif hale getirilerek Şekil VI.6’daki gibi obje üzerindeki “properties” menüsünün yardımı ile tag’ler atanır.

VI.1.4 Simülasyonun Çalıştırılması

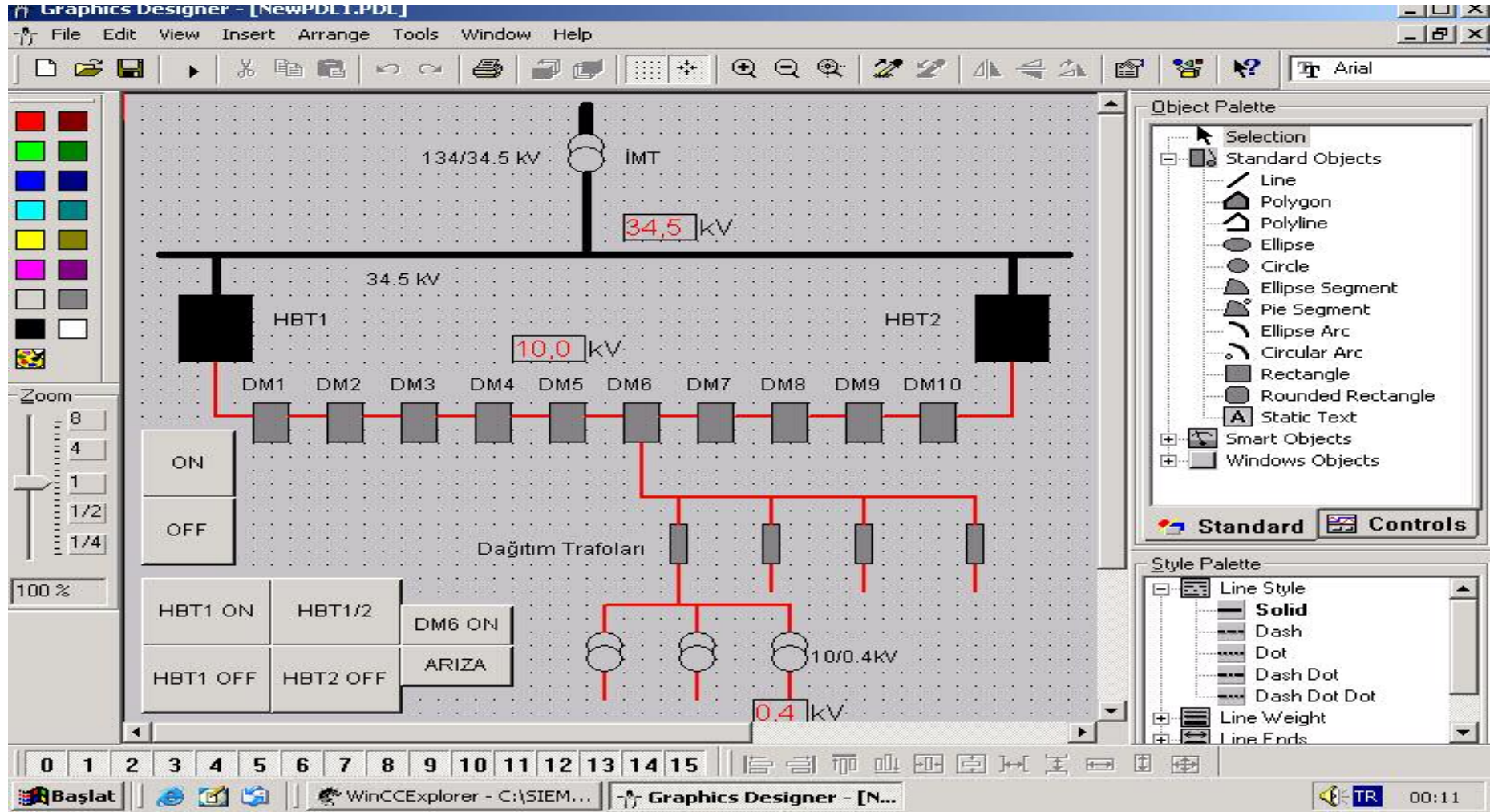
Objelere gerekli tag ataması yapıldıktan sonra, Graphics Designer editörü menüsünden “Runtime” modülü aktif hale getirilerek tasarlanan proje simülasyonu çalıştırılır.



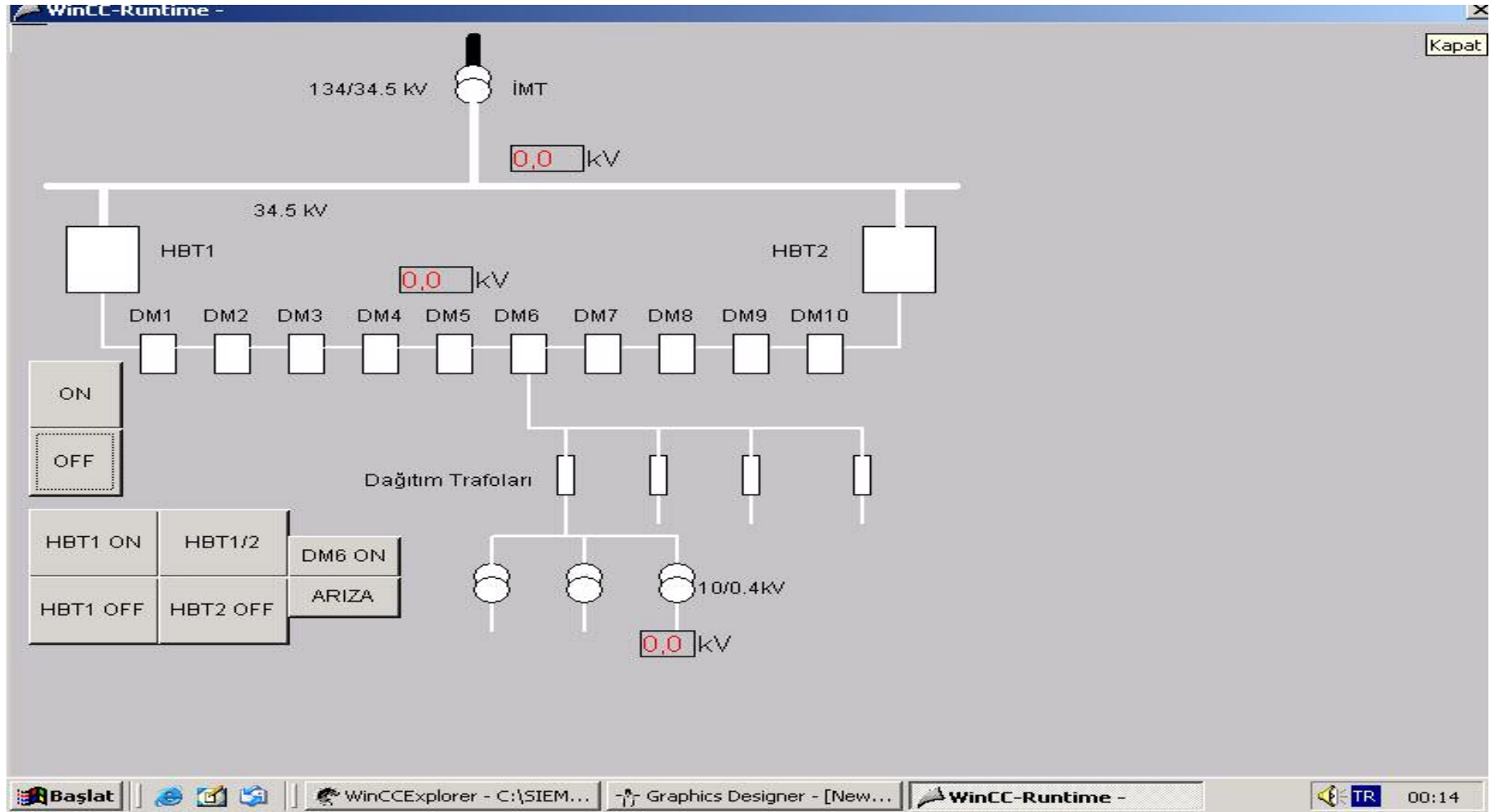
Şekil VI.5. Internal Tag Oluşturma



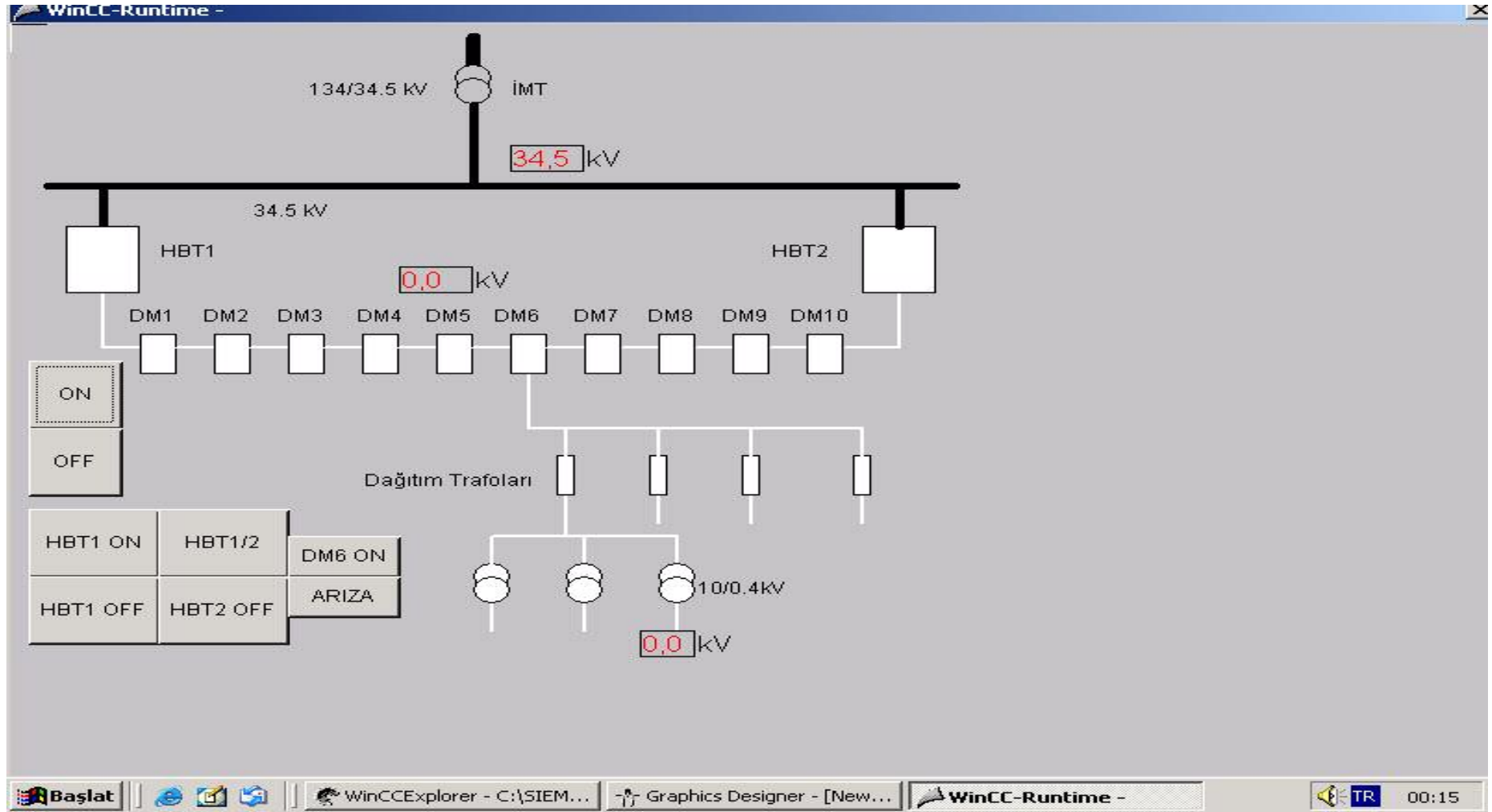
Şekil VI.6. Hat Başlı Terminaline Tag Atama



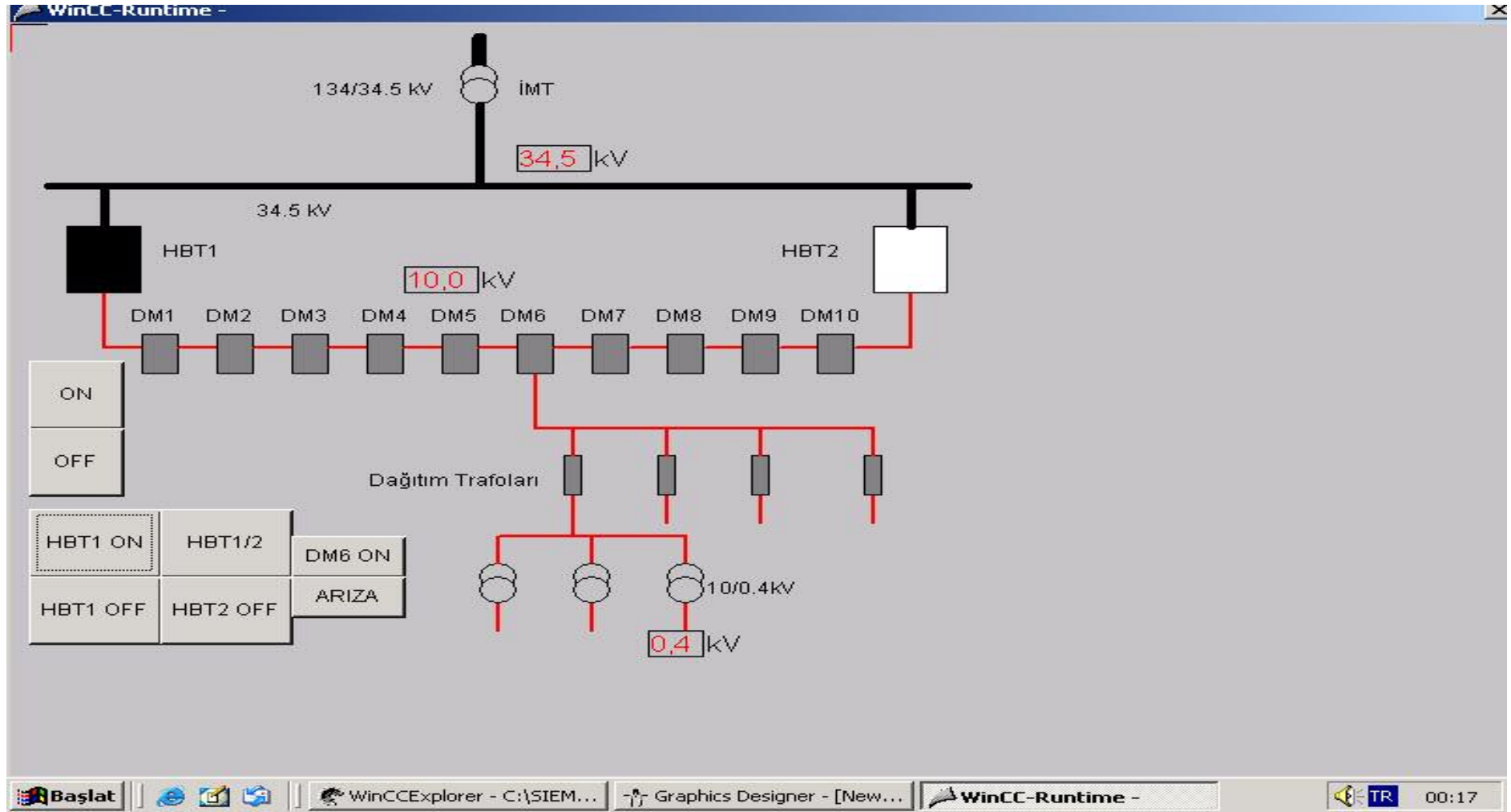
Şekil VI.7. Tasarlanan Projenin Resimlendirilmesi



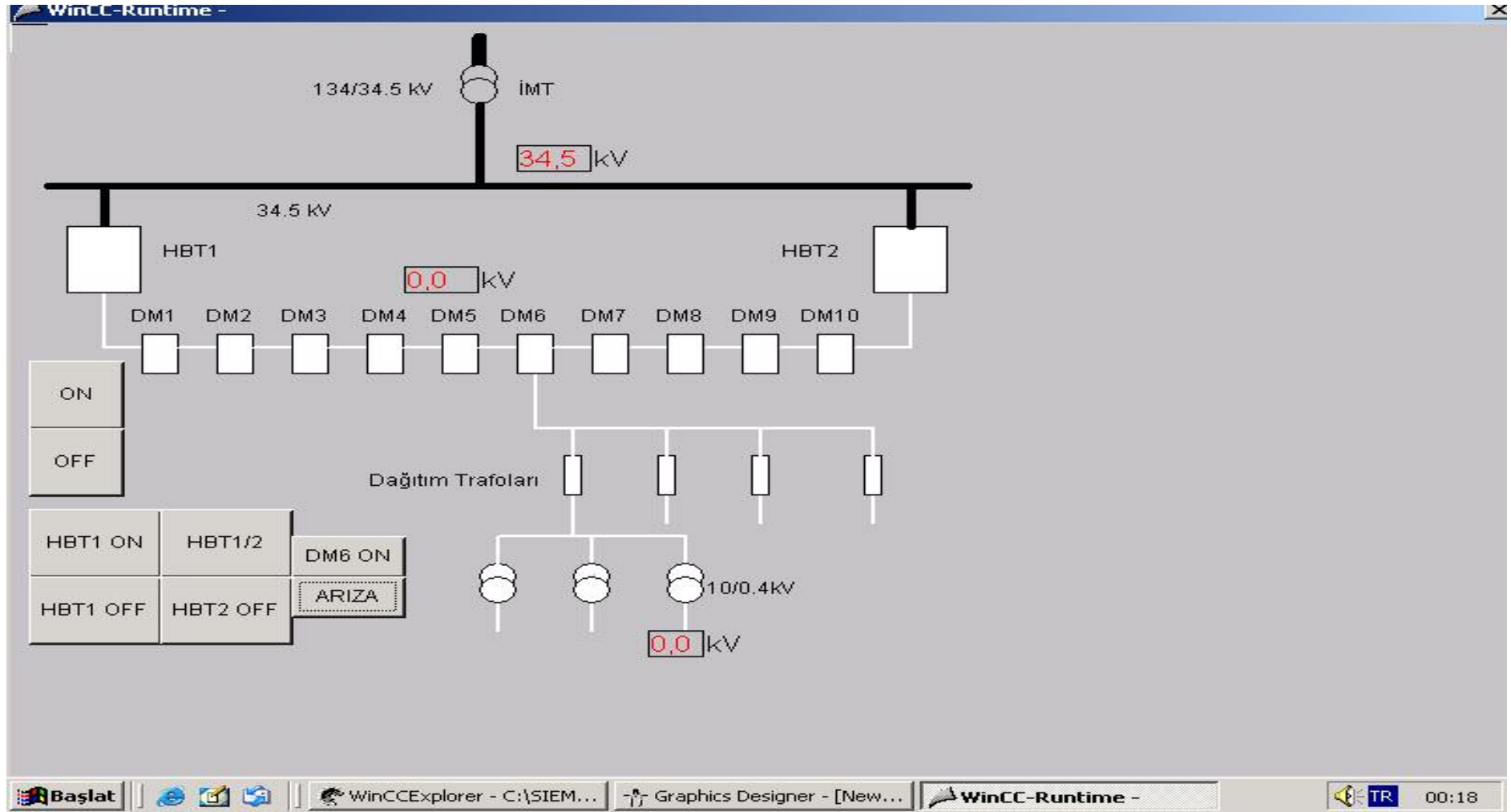
Şekil VI.8. Projenin “Runtime” ile Simülasyon Modülüne Getirilmesi



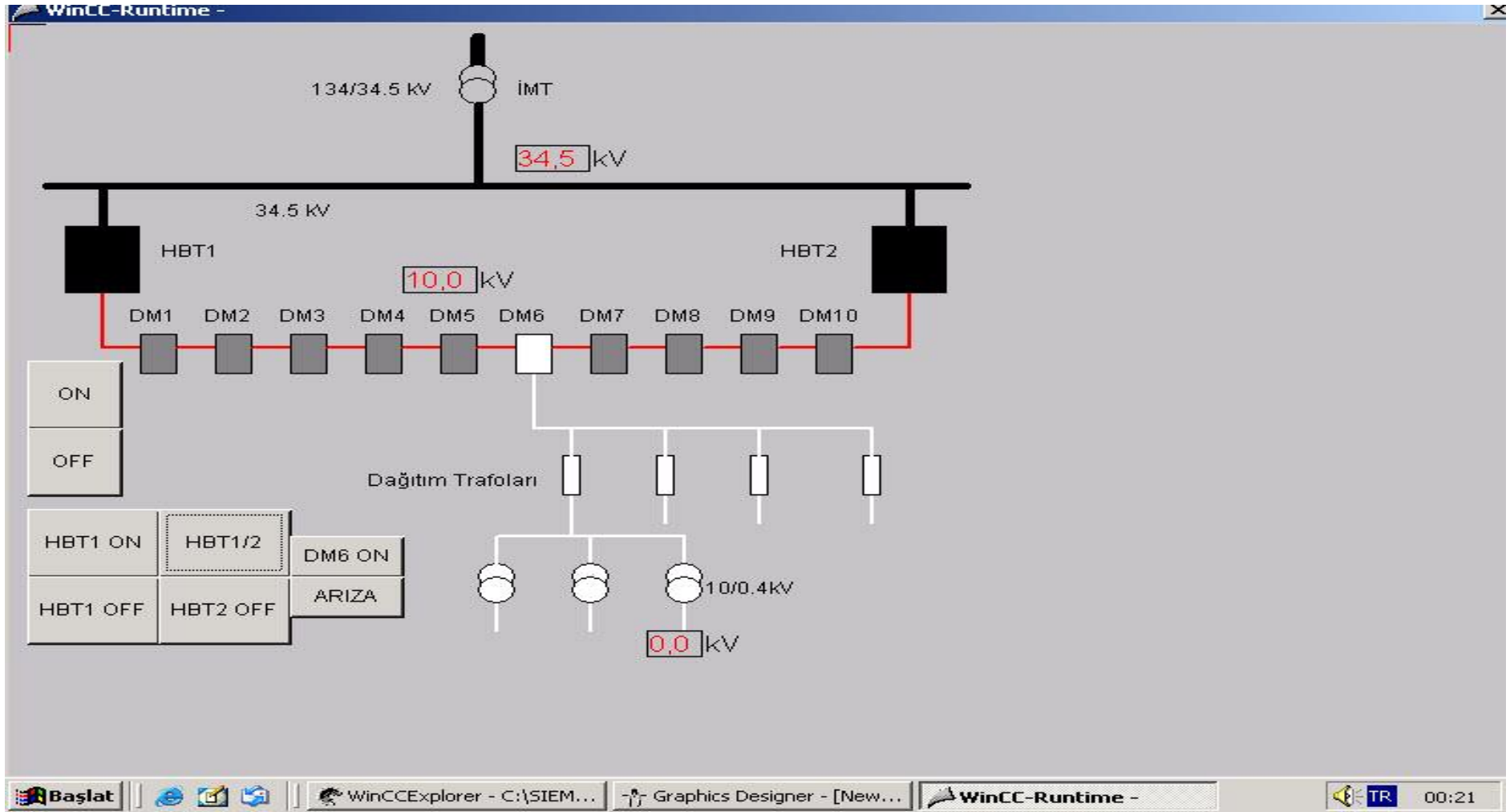
VI.9 Hat Başı Terminallerine Enerji Verilmesi



Şekil VI.10 Hat Başı 1 Terminali ile Sistemin Tamamına Enerji Verilmesi



Şekil VI.11. Oluşan Arıza ile Sistemin Enerjisiz Kalması



Şekil VI.12. Arıza Yerinin Tespiti ve İzolasyonu ile Sisteme Enerji Verilmesi

VII. SONUÇ ve ÖNERİLER

Teknolojinin, bilgi ve iletişim çağı üzerindeki etkisinin giderek artması, enerji sistemlerinin izlenmesinde ve kumanda edilmesinde bilgisayar sistemlerinin payı sürekli arttırmaktadır. Sürekli gelişen teknoloji karşısında, Dağıtım Otomasyonunun temel yapısına ve işlevsel özelliklerine yeni gelişmeler ekleniyor. Bu yenilikler, daha çok yazılım ve iletişim sistemleri alanındaki gelişmelerdir.

Elektrik Dağıtım Şebekelerinin otomasyonunda, alt yapı yazılımı olarak SCADA sistemlerinin kullanılmasının yararları şunlardır;

- Sistemden sağlıklı bilgi ve istatistiklerin toplanması
- Verilerin analizi sonucu, kayıpların ve işletme masraflarının azaltılması
- Teçhizat ve şahıs güvenliğinin artması
- Röle koordinasyonunun daha hassas yapılmasını sağlayarak enerji sürekliliğinin artması
- Sistemin uzaktan kumanda edilmesi ile personel sayısının azalması ve buna bağlı olarak maliyetin azalması

Elektrik Dağıtım Şebekelerinde oluşabilecek arıza durumunda, arıza yerinin tespit edilmesi ve onarılması bir kaç saat gibi büyük bir süre kaybına yol açar. Arıza yerinin tespit edilmesi ve izolasyonu için geliştirilen fider otomasyonu, dağıtım otomasyonunun en büyük işlevsel özelliğidir. Fider otomasyonu sayesinde, arıza yerinin bulunması ve izolasyonu birkaç dakika gibi kısa bir süre zarfında gerçekleşir.

Dağıtım Şebekelerinin Otomasyonunun sağlanmasında, kontrol merkezleri birden çok işletim sistemini bir arada kullanabilirler. SCADA sistemleri ilk geliştirildikleri yıllarda işletim sistemi olarak UNIX işletim sistemini kullanmıştır. Bu yüzden SCADA sistemlerinde Windows işletim sistemine oranla daha yaygın kullanılırlar. UNIX işletim sisteminin, Windows işletim sistemine oranla kullanıcıya daha esnek kullanım payı bırakması tercih nedeni sayılabilir. Fakat her alanda sürekli artış gösteren SCADA kullanımı ile UNIX işletim sistemini kullanabilen

operatörlerin bulunamaması, üretici firmaları özellikle kullanıcı istekleri doğrultusunda, Windows işletim sistemi kullanmaya itmiştir.

SCADA sistemlerinde en çok yeniliğin yaşandığı sektörlerden biride iletişim sistemleridir. Ülkemizde, dağıtım otomasyonu iletişimde fiber optik kablolar en yaygın kullanım alanına sahiptirler. Özel hat çekilmesi maliyet gerektirse de, hattın sadece sistem için kullanılması iletişimde yaşanabilecek aksaklıkları ortadan kaldırmaktadır. Son zamanlarda bir çok ülkede kullanımını arttıran bir diğer iletişim türü ise uydudan haberleşme yöntemidir. Bu sistemin, fiber optik kablo iletişimine oranla en büyük özelliği, her istasyona kontrol merkezi ile direkt iletişim kurma imkânı sağlamasıdır. Ülkemizde kullanılan hat frekanslarındaki kirliliklerin iletişimde sürekli aksaklıklara neden olması ve sistemin yüksek maliyet gerektirmesi uydudan iletişimi kısıtlayan faktörlerdir.

Ülkemizde, Elektrik Dağıtım Şebekelerinin, WinCC SCADA programı ile otomasyonu konusunda yapılan önemli çalışmalardan biri de Kayseri ve Civarı Elektrik Dağıtım Sistemlerinin Otomasyonudur. Fakat sistemin son derece büyük olmasından dolayı WinCC SCADA programı, veri alışverişini yeterince hızlı ve güvenilir bir şekilde sağlayamadı. Bu yüzden sistemin, son zamanlarda yine Siemens firması tarafından tasarlanan PowerCC SCADA programı ile değiştirilme çalışmalarına başlandı. PowerCC SCADA programı özellikle Elektrik Dağıtım Şebekeleri gibi veri alışverişi yüksek sistemler için tasarlanmıştır. WinCC SCADA programına oranla daha fazla veri alışverişini hızlı ve güvenilir bir şekilde sağlayabilmektedir. WinCC SCADA programı ile yapılan örnek uygulamaya, PLC ve RTU gibi SCADA teçhizatları ilave edildiği takdirde küçük yerleşim bölgesinin Elektrik Dağıtım Şebekeleri otomasyonu rahatlıkla sağlanabilir. Sistem, Dağıtım Şebekelerinde oluşabilecek arıza durumunda, kontrol merkezi operatörü tarafından, arıza yerinin tespit edilmesi ile arızalı bölgenin izolasyonu ve sisteme yeniden enerji verilmesi işlemlerini birkaç dakikada gerçekleştirilebilecek şekilde tasarlanmıştır.

Elektrik Dağıtım Şebekelerinin SCADA ile kontrolü ülkemizde ve bütün Dünyada hayat geçirilmesi gereken en önemli projelerden biridir. İlk etapta kurulum maliyetleri yüksek görünse de, sürekli oluşan arızalar nedeni ile satılmayan enerji ve teçhizatla sürekli oluşan arıza bakım maliyeti fizibilitesi SCADA ile kontrolün çok daha ekonomik olduğunu gösterir. Kısa bir süre içerisinde, Ülkemizde bütün Elektrik Dağıtım Şebekelerinin SCADA ile otomasyonu sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Dannels, A. ; Salter, W. : “What Is SCADA”, *International Conferance on Accelerator and Large Experimental Physics Control System*, Trieste / İtalya, **(1999)**. 339-343
- [2] Türelı, A. : “ Denetimli Kontrol ve Veri Toplama Sistemi”, *Elektrik Dağıtım Sistemlerinde SCADA Seminer Notu*, Konya **(1993)**.
- [3] Küçüksarı, S. : “Elektrik Tesislerinde SCADA Sistemleri için TCP/IP Tabanlı Uç Birim Uygulanması”, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, **(2002)**.79-90
- [4] Berçin, N. : “ SCADA Sistemlerinin İncelenmesi ve O. G. Dağıtım Sistemlerine Uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, **(1997)**.
- [5] Avarbek, E. : “Dağıtım Otomasyon Sistemleri”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, **(2002)**. 11-59
- [6] İçtihadı, A. R. ; Yaren, M. F. ; Ülkü, A. : “Dağıtım Otomasyonun Sistem Terminalleri Arası Ağ Mimarisi ve İletişim Protokolü”, *Elektrik Mühendisliği Ulusal Kongresi*, Bursa**(1995)**. 89-92
- [7] Abat, N. : “Haberleşme Ortamları”, *Elektrik Dağıtım Sistemlerinde SCADA Seminer Notu*, Konya **(1993)**. 85-88
- [8] Saydam, M. : “O. G. Dağıtım Sistemlerinin SCADA’ya Uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi ,Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, **(2001)**. 66-77
- [9] Landman, R. J. : “Standart Handbook for Electrical Engineers”, President,H&L Instruments, Senior Member IEEE, San Francisco, **(1993)**. 4-14
- [10] İçtihadı, A. R. ; “Klasik ve Modern RTU’ların Karşılaştırılması”, *Elektrik Dağıtım Sistemlerinde SCADA Seminer Notu*, Konya **(1993)**.
- [11] Boyer, S: “SCADA Supervisory Control And Data Acquisitioni”, North Caroline , **(1993)**. 59-135
- [12] Büyüksemerci, A. : “RTU Ortam koşulları ve Testler”, *Elektrik Dağıtım Sistemlerinde SCADA Seminer Notu*, Konya, **(1993)**.

- [13] TÜBİTAK : “İstanbul İli Avrupa Yakası Elektrik İletim ve Dağıtım Sistemi Master Planlaması ve Dağıtım Otomasyonu” , Ankara**(1995)**. 78-85
- [14] Çiftçi, H. ; Türel, A. : “Dağıtım Otomasyonu Cihazlarında Elektriksel ve Çevre Koşulları Standartları Önlemler ve Testler”, *Elektrik Mühendisliği Ulusal Kongresi*, Bursa **(1995)**. 89-92
- [15] TUDOSİS : “ Master Proje Sistemi Tanıtım Kitabı” ,İstanbul, **(1999)**.
- [16] Siemens Ticaret A.Ş. : “WinCC 5.1 SCADA Programı Kullanım Kitabı”, İstanbul, **(2000)**.
- [17] Taşpınar, M. : Kişisel Görüşme (Siemens Ticaret A.Ş.) **(2004)**.
- [18] Altın, M. : Kişisel Görüşme (TÜBİTAK) **(2005)**.

ÖZGEÇMİŞ

Atakan YÜCEL 1980 yılında Siirt'te doğdu. İlk Okulu Siirt'te, Orta Okulu Adıyaman'ın Kahta ilçesinde tamamladıktan sonra. İstanbul, Tuzla Endüstri Meslek Lisesi Elektrik Bölümüne kayıt oldu. 1997 yılında Tuzla Endüstri Meslek Lisesinden mezun oldu ve bir yıl sonra Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Öğretmenliği Bölümünü kazandı. 2002 yılında Teknik Eğitim Fakültesinden mezun oldu ve aynı yıl Marmara Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Elektrik Eğitimi bölümünde Yüksek Lisans Eğitimine başladı. 2002 yılında Marmara Üniversitesi Öğrenci Konseyi Başkanlığı, 2003 yılında ise Türkiye Üniversiteleri Öğrenci Konseyleri Eş Başkanlığı görevlerine seçildi.

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KABUL VE ONAY BELGESİ

**ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKELERİ İÇİN SCADA SİSTEMLERİNİN
İNCELENMESİ VE BİR BÖLGE UYGULAMASININ BİLGİSAYAR
ORTAMINDA YAPILMASI**

Atakan YÜCEL'in Elektrik Dağıtım Şebekeleri İçin SCADA Sistemlerinin İncelenmesi ve Bir Bölge Uygulamasının Bilgisayar Ortamında Yapılması isimli Lisansüstü tez çalışması, M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 03/10/2005 tarih ve 2005/24-64 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı YÜKSEK LİSANS Tezi olarak Kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Reşit ERÇETİN

(Marmara Üniversitesi)

Üye : Doç.Dr. Fevzi BABA

(Marmara Üniversitesi)

Üye : Yrd.Doç.Dr. Nazmi EKREN

(Marmara Üniversitesi)

Tezin Savunulduğu Tarih : 24/10/2005

ONAY

M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 31.10.2005 tarih ve 2005/27-11 sayılı kararı ile Atakan YÜCEL' in Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı Y.Lisans (MSc.) derecesi alması onanmıştır.

Prof. Dr. Adnan AYDIN

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

