T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞAL GAZ SCADA OTOMASYON UYGULAMALARINDA ANA KONTROL MERKEZİ İLE HABERLEŞMEYİ SAĞLAYAN SCADA – OTOMASYON SİSTEMLERİNİN; CİCODE SCADA VE PLC PROGRAMLARINDAKİ MEVCUT PARAMETRELER YARDIMI İLE BİLGİSAYAR DESTEKLİ YENİ ARAYÜZLER OLUŞTURULMASI

GÖKMEN SALĞAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAHRAMANMARAŞ
OCAK-2010

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞAL GAZ SCADA OTOMASYON UYGULAMALARINDA ANA KONTROL MERKEZİ İLE HABERLEŞMEYİ SAĞLAYAN SCADA – OTOMASYON SİSTEMLERİNİN; CİCODE SCADA VE PLC PROGRAMLARINDAKİ MEVCUT PARAMETRELER YARDIMI İLE BİLGİSAYAR DESTEKLİ YENİ ARAYÜZLER OLUŞTURULMASI

DANIŞMAN: Prof. Dr. M. Kemal KIYMIK

GÖKMEN SALĞAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAHRAMANMARAŞ
Ocak-2010

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞAL GAZ SCADA OTOMASYON UYGULAMALARINDA ANA KONTROL MERKEZİ İLE HABERLEŞMEYİ SAĞLAYAN SCADA – OTOMASYON SİSTEMLERİNİN; CİCODE SCADA VE PLC PROGRAMLARINDAKİ MEVCUT PARAMETRELER YARDIMI İLE BİLGİSAYAR DESTEKLİ YENİ ARAYÜZLER OLUŞTURULMASI

GÖKMEN SALĞAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kod No:

Bu Tez 23/01/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.

Prof. Dr. M. KEMAL KIYMIK	**Prof. Dr. H.RIZA ÖZÇALIK**	**Yrd.Doç.Dr. MUHARREM İMAL**
Danışman	**Üye**	**Üye**

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyeleri olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Süleyman TOLUN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, izelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER I
ÖZET VI
ABSTRACT VII
ÖNSÖZ VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ IX
ŞEKİLLER DİZİNİ X
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ XII
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
3. MATERYAL METOD 4
3.1. Otomasyon Sistemleri 4
3.1.1. Günümüzde Otomasyon 4
3.1.2. Endüstriyel Otomasyon 6
3.1.3. PC Tabanlı Veri Toplama Ve Kontrol Sistemleri 9
3.1.4. Citect Scada PC 10
3.1.5. Statıon Values (İstasyon Değerleri) 13
3.1.6. Meter Run (Çalışma Penceresi) 14
3.1.7. Calibratıon (Kalibrasyon) 15
3.1.8. Station Calibration (İstasyon Kalibrasyonu) 15
3.1.9. Aga Calculation Calibration (Aga Hesaplama Kalibrasyonu) 15
3.1.10. Gas Cromotograph(Gaz Kromotograf) 16
3.1.11. Remote (Uzaktan) 16
3.1.12. Auto (Otomatik) 16
3.1.13. Report (Rapor) 17
3.1.14. Hourly (Saatlik) 18
3.1.15. Daily (Günlük) 18
3.1.16. Fc Daily Meter-1 (Fc Günlük Ölçüm-1) 18
3.1.17. Fc Daıly Meter-2 (Fc Günlük Ölçüm-2) 18
3.1.18. Plc Daily Meter-1 (Plc Günlük Ölçüm-1) 19
3.1.19. Plc Daily Meter-2 (Plc Günlük Ölçüm-2) 19
3.1.20. Station Daily (İstasyon Değerleri) 19
3.1.21. Fuel Line Daily (Günlük Yakıt Hattı) 19
3.1.22. Report Dialog Form (Rapor Diyalog Formu) 19
3.1.23. Report Tool (Rapor Araçları) 19
3.1.24. Unfinished (Tamamlanmamış) 20
3.2. RMS – A İstasyonu Programlarının Yüklenmesi 21
3.2.1. Citect (Scada Pc) 21
3.3. Scada Sisteminin Genel Yapısı 30
3.3.1. Scada'nın Tanımı 30
3.3.1.1. Danışma Ve Kontrol İşlevleri 31
3.3.1.2. Uzaklık Kavramı Danışmalı Kontrol Sistemi 31
3.3.2. İşletme Yönetimi Ve Scada Sistemi 31
3.3.3. İşletme Kaynak Yönetim Katmanı 32
3.3.3.1. İşletme Yönetim Katmanı 32
3.3.3.2. Süreç Denetim Katmanı 32
3.3.3.3. İşletme Kontrol Katmanı 32

3.3.4. Scada Sisteminin İşlevleri 32
3.3.4.1. Scada Sisteminin Yapısı 33
3.3.4.2. Scada Sisteminin Uygulama Alanları 34
3.3.4.3. Scada Sisteminin Fonsiyonları 35
3.3.4.4. İzleme İşlevleri 35
3.3.4.5. Kontrol İşlevleri 35
3.3.4.6. Veri Toplama 35
3.3.4.7. Verilerin Kaydı Ve Saklanması 35
3.3.5. Scada Sisteminin Kontrol Birimleri.....35
3.3.5.1. Kontrol Merkezi (Mtu) Tanımı.....35
3.3.5.2. Bilgisayar Terminalleri.....37
3.3.5.3. Bilgisayar Ekranları.....37
3.3.5.4. Yazıcılar 37
3.3.5.5. Ana Terminal Birimi'nin Görevleri.....37
3.3.5.6. Trend Ekranı 38
3.3.5.7. Kontrol Merkezi Mimarisi.....39
3.3.6. Sistem Bilgisayarları 39
3.3.6.1. Giriş Birimi 39
3.3.6.2. Klavye 39
3.3.6.3. Haberleşme Birimleri.....39
3.3.6.4. Depolama Birimleri.....40
3.3.6.5. Çıkış Birimi.....40
3.3.6.6. Yazıcılar 40
3.3.6.7. Depolamam Birimleri.....40
3.3.6.8. Grafiksel Giriş Birimi 40
3.3.6.9. Bellek 40
3.3.6.10. Merkezi İşlem Birimi 40
3.3.7. Bilgisayar İşletim Sistemi 41
3.3.7.1. Kontrol Merkezi Bilgisayarı Yazılım Programları 41
3.4. Bilgisayar Yazılım Programlarının Yazılım Kalitesi.....42
3.4.1. Geliştirilebilirlik 43
3.4.2. Doğruluk 43
3.4.3. Anormal Durumlara Karşı Koyabilme 43
3.4.4. Uyumluluk 43
3.4.5. Yeniden Kullanılabilir Olması 43
3.4.6. Verimlilik 43
3.4.7. Taşınabilir Olma.....43
3.4.8. Doğrulanabilirlik.....43
3.4.9. Modüler Olma.....43
3.4.10. Okunabilir Olma 44
3.4.11. Yazılım Sistemini Oluşturan Parçalar.....44
3.4.12. Veri Toplama Sistemi 45
3.4.13. Veri Tabanı Ve Veri Tabanı Yönetimi 45
3.4.14. Kullanıcı Arabirimi.....46
3.4.14.1. Yerel Giriş – Çıkış 46
3.4.14.2. Rapor Çıkarma, Sebep Gösterme.....46
3.4.14.3. Uygulama Programları 47
3.4.14.4. Konfigürasyon Araçları.....47

3.4.15. Donanım Yönetim Programları 47
3.4.15.1. İşletim Sistemi 47
3.4.15.2. Network Sistemi 47
3.4.15.3. Pencere Sistemi 47
3.4.16. Kurma Ve Yerleştirme Programları.....48
3.4.17. Eğitim, Test Ve Simülasyon Programları 48
3.4.18. Kontrol Merkezi Kullanıcı Arabirimi 48
3.4.19. Kullanıcı Arabirimi 48
3.4.20. Karakter Grafik Yapı 48
3.4.21. Gerçek Grafik Yapı 48
3.4.22. Kullanıcı Arabiriminde Bulunan Cihazlar 49
3.4.22.1. Monitörler 49
3.4.22.2. Klavyeler 49
3.4.22.3. Fonksiyonel Klavyeler.....49
3.4.22.4. Fare 49
3.4.22.5. Yazıcı Ve Çiziciler 49
3.4.23. Kullanıcı Arabirimi İşlevleri 49
3.4.23.1. Kontrol Merkezi Giriş – Çıkış Birimleri 50
3.4.23.2. Yazıcı Denetleyicisi 50
3.4.23.3. Haberleşme Denetleyicisi 50
3.4.23.4. Kullanıcı Arabirimi Denetleyicisi 50
3.4.23.5. RTU Denetleyicisi 50
3.4.23.6. SCSI Denetleyicisi 50
3.4.23.7. Ses Denetleyicisi 51
3.4.24. Kontrol Merkezi Veri Depolama Birimleri.....51
3.4.24.1. Hareketli Kafalı Diskler.....51
3.4.24.2. Sabit Kafalı Diskler 51
3.4.24.3. Floppy Diskler.....51
3.4.25. Değiştirilebilen Sabit Diskler.....51
3.4.25.1. Optik Diskler.....51
3.4.25.2. Manyeto Optik Diskler.....52
3.4.26. Kontrol Merkezi Yedekleme Birimleri.....52
3.4.26.1. Teyp Ünitesi 52
3.4.26.2. V8 Teyp Ünitesi.....52
3.4.26.3. Yazılabilen Optik Diskler 52
3.4.26.4. Kontrol Merkezi Veri İletişim Ağı.....52
3.5. Kontrol Merkezi Mimik Diyagram Yada Ekran Projeksiyon Sistemleri 52
3.5.1. Kontrol Merkezi Kesintisiz Güç Kaynağı 53
3.5.2. Uzaktan Bilgi Toplama Ve Denetleme Birimi Remote Terminal Unit.....54

3.5.3. RTU' nun Sistem İçerisindeki Yeri....55
3.5.3.1. RTU' nun Görevleri....56
3.5.3.2. Bilgi Toplama Ve Depolama....56
3.5.4. Kontrol Ve Kumanda....57
3.5.5. İzleme (Monitoring)....57
3.5.6. Arıza Yerini Tespit Ve İzolasyonu....58
3.5.7. RTU' nun Ana Bölümleri....58
3.5.8. İletişim Ünitesi....58
3.5.9. Merkezi İşlem Birimi (Cpu – Central Processor Unit)....59
3.5.10. Giriş – Çıkış / İzolasyon Ünitesi....59
3.5.11. Kullanıcı Arabirim Ünitesi....59
3.5.12. Test Ünitesi....60
3.5.13. Güç Kaynağı Ünitesi....60
3.6. İletişim Sistemi....60
3.6.1. Tanımı....60
3.6.2. İletişim Sisteminin Görevleri....61
3.6.3. İletişim Sisteminin Elemanları....61
3.6.3.1.Veri Haberleşme Teknikleri....61
3.6.3.2. Asenkron Veri Haberleşmesi....62
3.6.3.3. Senkron Veri Haberleşmesi....62
3.6.4. Modülasyon....62
3.6.4.1. Simplex Bağlantı....62
3.6.4.2. Half-Dublex Bağlantı....62
3.6.4.3. Full-Dublex Bağlantı....63
3.6.5. Modemler....63
3.6.5.1. Çoklama....63
3.6.5.2. Hiyerarşik Bağlantılar....64
3.6.5.3. Örgü Tipindeki Bağlantı....64
3.6.5.4. Bus Tipindeki Bağlantı....65
3.6.5.5. Halka Tipindeki Bağlantı....65
3.6.5.6. Hibrit Bağlantılar....66
3.6.6. İletişim Mimarisi....67
3.6.7. Bağlantı Türleri....67
3.6.7.1. Yerel Ağlar (Lan)....67
3.6.7.2. Geniş Alan Ağları (Wan)....68
3.6.7.3. Metropolitan Bölge Ağ Bağlantıları(Man)....68
3.6.8. Scada Sistemlerindeki İletişim Protokolleri....68
3.6.8.1. Osı Referans Modeli....69
3.6.8.2. Mac Protokolleri....69
3.6.8.3. Selection (Seçim)....69
3.6.8.4. Polling Protokolü....70
3.6.8.5. Token Ring Protokolü....70
3.6.8.6. Csma/Cd Protokolü....70
3.6.8.7.Token Bus Protokolü....71
3.6.8.8. Scada İletişim Protokolünden Beklenenler....71
3.7. Endüstriyel Haberleşme Protokoller....72
3.7.1. Genel Tanımlar....72
3.7.2. Sensör-Aktüatör Veri Yolu....72

3.7.3. Fieldbus 73
3.7.4. Profibus 75
3.7.5. İnterbus 77
3.7.6. Ethernet 77
3.7.7. İletişim Ortamları....79
3.7.7.1. Gerilim Hatları 79
3.7.7. İletişim Ortamları....80
3.7.7.1. Gerilim Hatları 80
3.7.9. Özel Hatlarda İletişim....81
3.7.9.1. Metalik Kablo 81
3.7.9.2. Fiber Optik Kablo 81
3.8. Scada Sistemi Ve İgdaş Uygulaması 83
3.8.1. Scada Sistemi 84
3.8.1.1. Scada Sisteminin Faydaları 84
3.8.1.2. Scada Sisteminin Uygulama Alanları 84
3.8.2. Scada Sisteminin Temel Bölümleri 84
3.8.3. Scada Merkezi....84
3.8.3.1. RTU (Remote Terminal Unit) 85
3.8.3.2. RTU Bölümleri....85
3.8.3.3. Haberleşme Sistemleri....86
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 88
4.1. Doğal Gaz Uygulaması....88
4.1.1. Emniyet....88
4.1.2. Sürekli Gözlem....88
4.1.3. Şebekenin Uygun Koşullarda Çalışmasını Temin Etmek....88
4.1.4. Ekiplerin Yönlendirilmesi Ve Bakım Politikalarının Belirlenmesi 88
4.1.5. Kriz Yönetimi....88
4.1.6. Eldeki Gaz Stokunun Belirlenmesi 88
4.1.7. İstatistiki Çalışma Yapma İmkanı 89
4.1.7.1. Sistemli Çalışma....89
4.1.8. Şebekeye Bir Bütün Olarak Bakabilme İmkanı 89
4.1.9. İGDAŞ – RMS İstasyonları 90
4.1.9.1. Kokulandırma Ünitesi 90
4.1.9.2. Bölge Regülatörleri 90
4.1.9.3. Müşteri Regülatörleri 90
4.1.9.4. Katodik Koruma Sistemi 90
4.1.9.5. Vana Odaları....90
4.1.9.6. Toplam Kontrol Noktası Sayısı 90
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 93
5.1. Scada Sisteminin Yeni Arayüzler Yardımıyla Yapılandırlması 93
5.2. Sonuç....98
KAYNAKLAR....99
EKLER 101
ÖZGEÇMİŞ 127

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞAL GAZ SCADA OTOMASYON UYGULAMALARINDA ANA KONTROL MERKEZİ İLE HABERLEŞMEYİ SAĞLAYAN SCADA – OTOMASYON SİSTEMLERİNİN; CİCODE SCADA VE PLC PROGRAMLARINDAKİ MEVCUT PARAMETRELER YARDIMI İLE BİLGİSAYAR DESTEKLİ YENİ ARAYÜZLER OLUŞTURULMASI

GÖKMEN SALĞAR

DANIŞMAN: Prof. M. Kemal KIYMIK

Yıl: 2010 Sayfa: 127

Jüri: Prof. Dr. M.Kemal KIYMIK
: Prof. Dr. Hasan Rıza ÖZÇALIK
: Yrd. Doç. Dr.Muharrem İMAL

Günümüz koşullarında geniş bir uygulama alanı olan SCADA sistemi şebekenin işletilmesini son derece emniyetli ve verimli bir şekilde desteklerken, bakımını da optimize ederek kolaylaştırır. Sistemin temel fonksiyonu, çelik hat üzerinde kurulmuş olan istasyonları gözlemek, tüm verileri anında Ana Kontrol Merkezi'ne iletmektir. Bu sayede, çok sayıda istasyon Ana Kontrol Merkezinden gözlenmekte ve istenmeyen durumlar karşısında kısa zamanda etkin önlemler alınarak, yerinde müdahaleler gerçekleştirilmektedir. Ancak SCADA sisteminde kullanılan menülerin anlaşılabilir olmamasından dolayı etkin ve verimli kullanılamadığı ve istenmeyen durumlar karşısında kısa zamanda etkin önlemler alınamadığı, yerinde müdahaleler gerçekleştirilemediği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada doğal gaz sektöründe mevcut SCADA uygulamalarında ortaya çıkan problemler ele alınarak örnek bir proje gerçekleştirilmiştir. Doğal gaz SCADA sistemi ayrıntılı incelenmiş ve gerekli düzenlemeler yapılarak SCADA sistemlerinin daha anlaşılabilir olması sağlanmıştır. Sonuç olarak, iyi bir donanım gerçekten iyi seçilmiş ve tasarlanmış yazılımlarla birleştirildiğinde hem verim olarak yüksek hem de maliyet olarak düşük sistemler ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimler: SCADA, Otomasyon, Gaz, Enerji

T.C.
UNIVERSITY OF KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING

ABSTRACT

MSc THESIS

NATURAL GAS SCADA AUTOMATION APPLICATIONS WITH THE MAIN CONTROL CENTER PROVIDES COMMUNICATIONS TO THE SCADA - AUTOMATION SYSTEMS; CICODE SCADA AND PLC IN PROGRAM ASSISTANCE AVAILABLE PARAMETERS İNTERFACE CREATION WITH NEW COMPUTER AIDED

GÖKMEN SALĞAR

SUPERVISOR: Prof. M. Kemal KIYMIK

Year: 2010 Pages: 127

Jury: Prof. Dr. M.Kemal KIYMIK
: Prof. Dr. Hasan Rıza ÖZÇALIK
: Yrd. Doç. Dr.Muharrem İMAL

Scada systems that have wide application, ensure safe and efficient support for the network while facilitating maintenance by optimization. Basic function of the system is to monitor the stations which are installed on steel lines and transmit data to master control system. This enables great numbers of stations to be monitored and undesirable cases could be avoided by suitable intervention. Unfortunately there are many cases where Scada systems have non-user friendly menus that cannot be used efficiently and effectively which hinders suitable precautions and intervention in case of undersirable cases.

This model study approached current problems that natural gas sector encounter in Scada applications. Scada systems utilized in the natural gas sector have been thoroughly studied and necessary improvements have been made for user-friendliness. In conclusion it is clear that a desirable hardware integrated with felicitous and suitably developed software ensure economic and efficient systems.

Key Words: SCADA, Automation, Gas, Energy

ÖNSÖZ

Günümüzde enerji otomasyon uygulamalarında sıkça kullanılan SCADA sistemleri geçmiş yıllarda kısıtlı kullanım alanlarına sahiplerdi. Ancak son yıllarda gelişen teknoloji sayesinde SCADA sistemleri enerji otomasyon uygulamalarının vazgeçilmez ürünü olarak yerini almıştır.

Bu çalışmada doğal gaz sektöründe kullanılan SCADA sistemlerinde ortaya çıkan problemler ele alınarak çözümler üretilmiştir. Doğal gaz SCADA sistemi ayrıntılı incelenmiş ve gerekli düzenlemeler yapılarak SCADA sistemlerinin daha anlaşılabilir ve kolay kullanılabilir olması sağlanmıştır.

Öğrenim hayatım boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi desteklerini hiç bir zaman benden esirgemeyen çok sevdiğim aileme ve eşime teşekkürü bir borç bilirim.

OCAK 2010 **GÖKMEN SALĞAR**
KAHRAMANMARAŞ

TABLOLAR DİZİNİ

SAYFA

Tablo 4.1. İGDAŞ Doğal Gaz Boru Hattına Ait Tablo 91

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Teknolojide Devrim 4
Şekil 3.2. Endüstriyel Kontrol Süreçleri.....7
Şekil 3.3. Login(Giriş) 11
Şekil 3.4. Main Mimic(Ana Menü).....12
Şekil 3.5. Start(başlama)butonu ile açılan pencere 13
Şekil 3.6. Station Values(İstasyon Değerleri) Penceresi.....14
Şekil 3.7. Meter Run(Çalışma Penceresi).....14
Şekil 3.8. Station Calibration(İstasyon Kalibrasyon Penceresi) 15
Şekil 3.9. Aga Calculation Calibration(Aga Hesaplama Kalibrasyon Penceresi) ...16
Şekil 3.10. Gas Cromotograph Values(Gaz kromotograf Değerler Penceresi).....17
Şekil 3.11. Report(Rapor Penceresi).....18
Şekil 3.12. Raporlar.....20
Şekil 3.13. Alarm Penceresi 21
Şekil 3.14. Kurulum Penceresi 22
Şekil 3.15. Kurulum Penceresi 22
Şekil 3.16. Kurulum Penceresi 23
Şekil 3.17. Kurulum Penceresi 23
Şekil 3.18. Kurulum Penceresi 24
Şekil 3.19. Kurulum Penceresi 24
Şekil 3.20. Kurulum Penceresi 25
Şekil 3.21. Kurulum Penceresi 25
Şekil 3.22. Kurulum Penceresi 26
Şekil 3.23. Kurulum Penceresi 26
Şekil 3.24. Kurulum Penceresi 27
Şekil 3.25. Kurulum Penceresi 27
Şekil 3.26 Kurulum penceresi.....28
Şekil 3.27. Kurulum Penceresi 28
Şekil 3.28. Kurulum Penceresi 29
Şekil 3.29. Kurulum Penceresi 29
Şekil 3.30. SCADA Sisteminin Genel Yapısı.....34
Şekil 3.31. Örnek Bir Fabrika İletişim Sistemi.....60
Şekil 3.32. İletişim Sisteminin Temel Elemanları 61
Şekil 3.33. Yıldız Tipindeki Bağlantı 63
Şekil 3.34. Hiyerarşik Bağlantı 64
Şekil 3.35. Örgü Tipindeki Bağlantı 64
Şekil 3.36. Bus Tipindeki Bağlantı.....65
Şekil 3.37. Halka(Ring) Tipindeki Bağlantı 65
Şekil 3.38. Kısmen Yıldız Bus Tipindeki Bağlantı.....66
Şekil 3.39. Öbekli ve Bus İletişim Yolu.....66
Şekil 3.40.Genel Profibus Yapısı 75
Şekil 3.41. Ethernet Ağ.....78
Şekil 3.42. SCADA Sistemi.....85
Şekil 3.43. RTU Panosu.....86
Şekil 3.44. Telli Haberleşme 86
Şekil 3.45. Telsiz Haberleşme 87

Şekil 5.1. Citect Explorer Dosyası 93
Şekil 5.2. Citect Graphics Builder Dosyası.....94
Şekil 5.3. Hourly Report(Saatlik Raporlama) Sayfası 94
Şekil 5.4. Daily Report(Günlük Raporlama)Sayfası 95
Şekil 5.5. Station Report(İstasyon Rapor) Sayfası 96
Şekil 5.6.Stations Values (İstasyon Değerleri) Sayfası 96
Şekil 5.7. Gaz kromotograf Sayfası.....97
Şekil 5.8. Main Mimic(Ana Menü) Sayfası 97

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

mA	**: Mili amper (Akım ölçüsü)**
V	**: Volt (Gerilim ölçüsü)**
m^3	**: Hacim ölçüsü**
Cal	**: Kalori (Enerji ölçüsü)**
Bar	**: Basınç ölçüsü**
RTU	**: Uzak kontrol ünitesi**
LAN	**: Yerel ağ**
WAN	**: Geniş ağ**
SCADA	**: Yönetsel denetim ve veri toplama**
FC	**: Elektronik doğalgaz ölçüm cihazı**
GC	**: Gaz analiz cihazı**
PLC	**: Programlanabilir lojik kontrolör**
GIS	**: Coğrafi bilgi sistemi**
MİS	**: Yönetim bilgi sistemi**
IED	**: Akıllı elektronik cihaz**

1. GİRİŞ

Buhar gücünün keşfi ile mekanik sistemlerin programlandığı şekilde hareket etmesini ve hataların düzeltilmesini sağlayan denetim kavramı gelişmeye başlamıştır. Elektriğin keşfinden önce, "tümüyle mekanik" denetim sistemleri kullanılmıştır. Basit bir örnek olarak James Watt'ın 1769 yılında kullandığı "uçantop denetleyicisi" gösterilebilir. "Motor hızlandıkça merkezkaç kuvvetiyle açılan topa bağlı bir kolun, mekanik manivelalarla motora giren buharı kısması ve böylece hızın sabit tutulmasını sağlayan geri besleme sistemleri gösterilebilir. Bu alanda oldukça gelişme sağlanmış, çok karmaşık makineler yapılmış ve bir anlamda "Mekanik Bilgisayar" diyebileceğimiz tümüyle mekanik hesaplama ve kontrol sistemleri geliştirilmiştir. Daha sonra elektriğin keşfi ile elektriksel sistemler ve bunların denetimi gelişmiş; mekanik sistemlerin denetim fonksiyonunun dahi elektriksel platformda yapılması sağlanarak çok daha karmaşık sistemlerin denetlenmesi mümkün olabilmiştir. Elektronik devrelerin kullanılması sonucunda basitleşen kontrol uygulamaları, daha fazla teorik çalışmaların yapılmasını sağlanmış, matematiksel kontrol kuramı gelişmiştir. Batı dünyasında frekans domeninde büyük gelişmeler yapılmış, Bode, Nyquist gibi önemli kontrol kuramı teorisyenleri yetişmiştir. İkinci Dünya savası sırasında bilhassa pilotsuz uçakların, atış kontrol sistemlerinin, radar anten kontrol sistemlerinin ön plana çıkması ile otomatik kontrolün önemi iyice öne çıkmıştır.

Savaş öncesinde matematiksel model katsayılarının deneme yanılma ile bulunması genel uygulama iken, örneğin bir pilotsuz uçağın deneme yanılma ile geliştirilmesi çok sayıda uçak kaybına neden olacağından, matematiksel modelin teorik olarak doğru saptanmasının önemi artmış ve kontrol kuramı matematiksel olarak gelişerek temel bir bilim disiplini haline gelmiştir. İkinci dünya savaşı sonrasında da frekans domeni teknikleri gelişmeye devam etmiş, karmaşık frekans "s değişkeni" yaklaşımı ve Laplace değişkeni yöntemi kullanılmış, sistem kararlılığını test eden Kök Yer Eğrisi yaklaşımı geliştirilmiştir. Daha sonra sanayileşmenin hızlanması ve buna karşılık isçi haklarının önem kazanması ile "isçiye daha fazla olanak verirken, maliyeti en aza indirmek" yolu aranmış; fabrikalarda en az işgücünü gerektiren robotlarla ve otomasyonla üretim ön sırayı almıştır. 1980′lerde bilgisayarların gelişmesi ve küçülmesi ile her alanda bilgisayar kullanımı, karmaşık hesaplamaların derhal yapılabilmesini olanaklı kılmıştır. Böylece gerektiğinde kendi hatalarını düzelten "gürbüz denetim sistemleri" teorisi ve uygulaması geliştirilmiştir. 1990′lardan itibaren uzay gemilerinden robot denetimine, en ince detayda çalışma gerektiren hassas üretimlerde, insan elinin giremeyeceği boyutta üretim ve islem sahalarında (tıpta vücudu açmadan artroskopik operasyonlarda), genlerin denetiminde en yeni teknolojik yeniliklerle, otomatik kontrol kavramlarının doğrudan uygulanmadığı alan kalmamıştır.

Supervisory Control and Data Acquisition kelimelerinin kısaltması olarak kullanılan SCADA, endüstriyel otomasyon kavramları arasına girmiş ve çok sık olarak gündeme gelmeye başlamıştır. 1980'li yıllarda çeşitli diller altında yazılan ve sadece uygulamaya yönelik ilk örneklerinden sonra DOS altında çalışan genel amaçlı programlar ve daha sonra (1990) nesneye yönelik ve Windows altında çalışan SCADA yazılımları kullanılmaya başlanmıştır. Programların nesneye yönelik olmaları (object oriented) ve Windows altında çalışması yazılıma ve kullanıma büyük rahatlık getirmiştir. Esnek ve açık yapıları sayesinde uygulamaları yeni ihtiyaçlara göre geliştirmek ve bilgisayar ağları

oluşturarak merkezi denetim ve izleme fonksiyonlarını gerçekleştirmek mümkün olmaktadır. Kapsamlı ve entegre bir Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi (Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)) kontrol sistemi sayesinde, bir tesise veya işletmeye ait tüm ekipmanların kontrolünden üretim planlamasına, çevre kontrol ünitelerinden yardımcı işletmelere kadar tüm birimlerin otomatik kontrolü ve gözlenmesi sağlanabilir. Anlık olay ve alarmları saklayarak geçmişte meydana gelen olayları da tekrar günün tarihinde ve saatinde gözleyebilmemize olanak sağlayan geniş kapsamlı mükemmel bir sistemdir. (*Çiftçibaşı T, EMO DERGİ, 410, EYLÜL 2001*)

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

BOTAŞ (2000), Sistemin temel fonksiyonu, çelik hat üzerinde kurulmuş olan istasyonları (Doğal gaz basınç düşürme istasyonları) gözlemlemek, tüm değişimleri ve istenmeyen kritik değerleri anında Ana Kontrol Merkezi'ne iletmektir. Bu veri iletişimi normal PTT hatları, özel data hatları, uydu sistemleri, radyo linkler ve İnternet aracılığı ile gerçekleştirilebilir. Bu sayede, çok sayıda istasyon Ana Kontrol Merkezinden gözlenmekte ve istenmeyen durumlar karşısında kısa zamanda etkin önlemler alınarak, yerinde müdahaleler gerçekleştirilmektedir. SCADA sistemi bu oluşumuyla, Doğalgaz Şebekelerindeki işletme maliyetlerini büyük ölçüde azaltmakta ve oluşabilecek riskleri ortadan kaldırmaktadır. Doğal gaz basınç düşürme istasyonlarında Scada Otomasyon sistemleri etkin bir biçimde uygulanmıştır.

Citect Scada (2003), Tüm fabrika otomasyon ve modernizasyonlarında (Doğalgaz, Şeker, OSB, Su, Arıtma Tesisleri, Petrokimya, Çimento, Demir-Çelik, Otomotiv vb.), Enerji izleme otomasyonunda, Bina ve mağaza otomasyonunda, Isıtma, Soğutma ve iklimlendirme, Seracılık, Hayvancılık, Tarım sanayinde, Makine ve Gıda Sanayinde, fiziksel büyüklerin ölçülmesi, gösterilmesi, kontrolü, verilerin saklanması, iletilmesi ve raporlanmasında Kullanılmıştır. Tek merkez olmasının yanı sıra, kolay kurulumu sayesinde mühendislik zamanının azaltılması, bakım ve servis kolaylığı sağlaması, sistemlerin genişlemesine uygun altyapının olması, uygulamada karşılaşılan zorluklar ve belirsizliklerin ortadan kalkması gibi avantajları da sağlaması amacıyla Scada Otomasyon sistemlerinde uygulanmıştır.

Bailey (2005), Supervisory Control and Data Acqusition-SCADA sistemlerinin, endüstriyel fabrikalarda makinaların ve büyük ekipmanların kontrol ve takibinde mühendislik yaklaşımı ile nasıl uygulandığını ve Fabrika mühendisliğinde, imalat, telekomünikasyon, su dağıtım ve atık kontrol sistemlerinde, enerji üretim ve dağıtım, sıvı ve gaz yakıt rafinesi ve dağıtım sistemleri ile ulaştırma sistemlerinde Veri edinimi ve Kontrol'ün önemini ve gerekliliğine, ilgili kaynak kitapta detaylarıyla açıklanmıştır. SCADA işletim istasyonlarıyla bağlantılı olarak yazılım, donanım ve iletişim sistemlerini de kapsayan SCADA sistemlerinin çözümleme, tanımlama, tasarlama ve hata ayıklama prosesleri hakkında detaylı çalışmalar mevcuttur.

Wright (2006), piyasalardaki kullanılan kablosuz ağ özelliklerini; endüstriyel otomasyonda kullanılan kablosuz ağ teknolojisini; kablosuz iletişim ve radyo iletişiminin temellerini; ofis ya da imalathanede kendi kablosuz LAN'ınızı nasıl oluşturacağını; farklı kablosuz ağ teknolojileri arasındaki avantajlar ve dezavantajları; IEEE 802.15 yada IEEE 802.11 gibi bluetooth vb gibi standartları; MMDS ve LMDS gibi değişik WAN teknolojilerini ve nasıl uygulandığını; ağlar üzerinde etkin güvenlik önlemlerini; frekans dağılımlarının nasıl yapılması gerektiğini; WLAN tatbikinin yapılması için bir alan araştırmasının nasıl yapılması gerektiğini ve bu alanda kullanılan temel terminolojiyle ilgili çalışmaları açıklıyor.

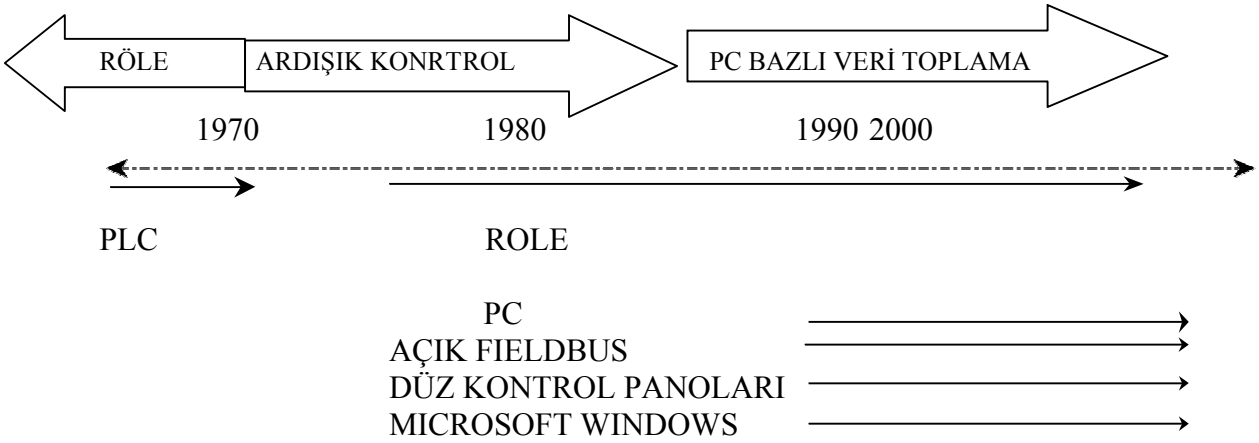
3. MATERYAL METOD

3.1. Otomasyon Sistemleri

3.1.1. Günümüzde Otomasyon

Üretimin, çalışanların sayısı ve performansıyla paralel olduğu, ne kadar çok işçi çalışırsa o kadar çok üretim mantığıyla yürüyen ama kalite sorunu bir türlü çözülemeyen sistemlerin ardından günümüzde otomasyon sistemlerine geçilmiştir.

Teknolojide Evrim



Şekil 3.1. Teknolojide Devrim

Otomasyon sistemlerine geçişin ilk yıllarında, çözüm arayışları röleli sistemleri ve elektronik kartları çok hızlı bir değişim süreci içinde yerlerini PLC'lere bırakmaya zorladı. Bu değişim süreci sonucunda otomasyon sistemlerinin tek bir çatı altında toplanmasıyla farklı prosesler için tek tip çözüm ihtiyacı ve kartlı sistemlerin yetersizliği ortaya çıktı. Çünkü her makine için o makineye özgü bir kart yapılması gerekiyordu. PLC'lerle bu sorunun çözülmesinin yanında aynı işlevi gerçekleştiren PC tabanlı çözüm alternatifleri karşısında, endüstriyel ortamlardaki saha güvenilirliği konusunda da gelişme sağlanmış oldu.

Günümüz teknolojisinin gelişim hızı içinde PLC sistemleri,endüstriyel ortamlarda (tozlu, nemli, parazitik, aşırı sıcak-soğuk farkı) güvenli bir çalışma ortamı sağlamaktadır.Günümüzde,üretimdeki kısa aralıklı kesintilerin bilen üreticilere yeterince pahalıya mal olması,mevcut personel ile daha çok iş yapabilme imkanı otomasyon sisteminin kendisini amorti etmesinde rol oynayan önemli bir faktördür. Bu çerçevede günümüz PLC sistemleri sayesinde enerji altında yedekli çalışabilme özelliği ve arızalı modül özelliği sağlanmaktadır. Arızalı modül,otomatik olarak hafızasındaki sensör durumu, motor konumu gibi bilgileri daha önceden konfigüre edilmiş modüle aktarmakta ve üretim yedek üretimle kaldığı yerden aksamasız olarak devam edebilmektedir. Arızalı modül yenilendiğinde yedek veya ana ünite konumunda görevine devam etmektedir. Özellikle petrokimya gibi kritik proseslerde bu özellik büyük önem kazanmaktadır.

Artık tek çözümün bir çok alanda uygulanabilmesi zorunluluğu kendini hissettirmektedir. Her uygulama için farklı bir sisteme ihtiyaç duyulmaması, zaman ve masraftan tasarruf sağlar. Bu ihtiyaçları sağlayacak esnek ve modüler bir mimariye ihtiyaç vardır. Bu mimari içinde farklı boyutlarda modüler yapıya (örneğin; 2,3,4,10,16'lık slotlara) ihtiyaç duyulur. Böylece PLC sahaya dağılabilir.

Bu dağılım üç farklı şekilde sağlanabilir:

1. Uzak mesafeler ve hızlı veri iletişimi söz konusu olduğunda RIO,(remote giriş/çıkış, koaksiyel kablo ile 4km'ye veya fiberoptik kablo ile 12km'ye kadar sahaya dağıtılır,giriş/çıkış birimleri bir güç kaynağı ve RIO modülü ile desteklenir.

2. Daha kısa mesafeler ve daha yavaş veri iletimi söz konusu ise DIO,(distrubited giriş/çıkış, burulmuş iki telli kablo ile 1.5km'ye veya fiberoptik kablo ile 10km'ye kadar sahaya dağıtır, güç kaynağı ve DIO modülü tek ünite halindedir,bu ünitenin yanında doğrudan giriş/çıkış modülleri yer alır)

3. Daha basit çözüm arayışlarını TIO'lar (Terminal giriş/çıkış,güç kaynağı,giriş/çıkışlar ve TIO tek modül halindedir,bu modül aracılığı ile doğrudan sahaya dağıtılır.) karşılar.

RIO ve DIO çözümlerinde ağ bağlantıları istenirse birbirinden bağımsız iki ayrı kablo ile yapılarak, herhangi bir kablonun kopması durumunda sistemin çalışma düzeni etkilenmeden,durumu belirtir bir arıza sinyali ile kullanıcı uyarılır.Aynı sistem içinde bu üç seçeneğinde kullanılabilmesi mimariye geniş bir esneklik sağlamasının yanında oluşturulan ağa istenilen noktalardan operatör panelleri,motor sürücüleri, SCADA sistemlerine bağlanabilir.Ayrıca bu ağa haberleşme modülleri üzerinden çıkabilmenin yanında CPU üzerinden de yapılabilmesi maliyeti düşürür, esnekliği arttırır.

Günümüz şartlarında bir otomasyon sisteminin yalnızca kuruluş pratikliği yeterli değildir; çünkü kuruluş aşamasında gösterdiği pratikliğin işletim bakım ve yeni sistemlerin eklenebilmesinde de gösterebilmelidir. Örneğin; arıza tespit aşamasında hata PLC tarafından tespit edilmemişse tüm sistemin baştan aşağı kontrol edilmesi söz konusudur. Basit bir arıza için üretimin saatlerce durması bunun yanında arıza tespiti için yapılan stresli çalışmalar içten bile değildir. Bunların haricinde tespit edilen bir arızanın bulunduğu modülü değiştirmek, tüm işletmenin durdurulmasını gerektirmenin yanı sıra sizi neredeyse kuruluş aşamasına geri döndürür. Modern PLC'lerde rehberiniz yine modüllerinizdir. Her modülün üzerinde kendi işlevine ait bilgiler ve hata uyarıları bulunmaktadır.

Tabi sadece arızanın bulunması da yeterli değildir, bu arızanın giderilmesi sırasındaki hız ve pratiklik de çok önemlidir. Bu konuda modüler yapı ve "hot swap" özelliği ortaya çıkmaktadır. Modüler yapısı içerisinde fiziksel adresleme yapılmaması; daha açık bir ifadeyle kullanılan modülün kontrolünde olan giriş ve çıkışların modül üzerindeki anahtarlarla değil yazılım içerisinde konfigüre edilmesi istenilen her modülün istenilen her slota takılmasına izin verir. Böylece değişmesi gereken bir modül ambalajından çıktığı şekilde kullanıma alınabilir. Bu modül yapacağı görevi yazılımla belirttiği şekilde üstlenecektir. O an için yeni modülün temin edilememesi durumunda ise

üretimde daha az kritik olan aynı tip bir modül sökülerek bozuk modülün yerine takılabilir.

Eğer sistemin kuruluş aşamasında aynı tip modüllerin kullanılmasına özen gösterilmişse yedeklemede de kolaylık sağlanmış olur. Hot swap özelliği ise; modüllerin enerji altında sökülüp takılabilmesine olanak sağlar Böylece arızalı modülün işletmenin durdurulmasına gerek kalmadan arızanın bulunduğu bölgede çok kısa süreli bir kesinti ile değiştirilebilmesine imkan tanır. Bu kesintinin süresi arızalı modülün değiştirilebilmesi için geçen süre ile yani modülün fiziksel bağlantısı ile orantılıdır.

Modüllerin doğrudan birbirine bağlantılı olduğu durumlarda o modülü sökmek için diğer modüllerinde sökülmesinin gerekmesi, durumu daha da karmaşıklaştırır. Modüllerin "backplane" vasıtası ile bağlanması her birinin tek tek birbirinden bağımsız olarak değiştirilebilmesine olanak tanır. Modüler yapının getirdiği bir diğer avantajda arızalı modül değişirken üzerindeki saha bağlantıların tek tek sökülmesine gerek kalmamasıdır. Saha sensörlerinin bağlandığı terminal bloğu tek parça halinde sökülerek yeni modüle takılabilmektedir.Donanım fonksiyonlarında aranan bir başka özellikte; uygulama alanlarına yönelik akıllı modüllerdir.

PLC'lerle sistemde gerekli kontrolleri yapabilmek için bir yazılıma ve programlama diline ihtiyaç vardır. Yazılım ve programlama dillerinin çeşitliliği,bunların genel tanımlarında tek bir çatı altında toplanması gereksinimi ile IEC standartlarının oluşmasını zorunlu kılmıştır.bu standartlar dahilinde bazı semboller ve fonksiyonlar tanımlanmıştır.(Örneğin; girişler I, çıkışlar O harfi ile belirtilip başında % sembolü ile ifade edilecektir.) Böylece kullanıcı IEC standartlarını uyumlu dillerde yabancılık çekmeyecektir. Bu standardizasyona uyumlu farklı programlama dillerinin bir yazılım paketi içersinde bulunması kullanıcıya esneklik sağlayacaktır. bu farklı programlama dillerinin aynı yazılım paketi içersinde beraberce kullanılabilir olması ortaklaşa yapılan programlarda her programcı kendi tercih ettiği dili veya bir programcı her programlama dilinin getirdiği avantajları kullanacak şekilde programı oluşturabilir.

Bu tür yazılımlarda hata bulmada değişken aramada kullanılmayan değişkenlerin tespitinde kolaylık sağlaya arma fonksiyonlarına ihtiyaç duyulur.bunun yanında işletim sırasında kullanıcıya yetkisi paralelinde programa müdahale imkanı şifre koruması ile verilerek bakımla yükümlü personelin programa zarar vermesinin önüne geçilir ve işletim güvenirliliği arttırılır.

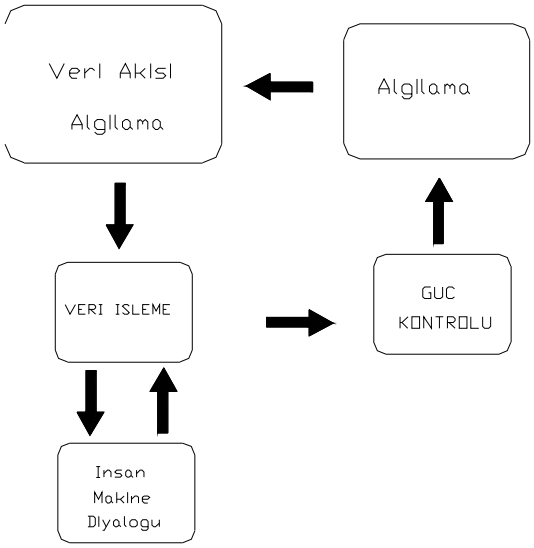
3.1.2. Endüstriyel Otomasyon

Endüstriyel otomasyon; teknik proseslerin gerçekleşmesinde insanın bizzat otomatik üretim yapma görevini, otomatik üretim ve bunu kontrol etme görevine dönüştüren bir kavram değişimidir.

Kontrol; endüstriyel otomasyon cihaz ve sistemleri kullanarak otomatik çalışmayı genellikle üretim için koordine etme ve yönlendirme anlamında kullanılmaktadır. Diğer bir tanımla kontrol: işletmeyle sonuç arasındaki bağıntıyı kurarken işletme için gerekli gözlemleri yapma, tanımlanmış müdahaleleri uygulama ve tasarlanan 'denetleme'

mekanizmalarını, ayrıca işletme için ilgili sonuçları sınıflandırarak bildirme olanağı anlamına gelir.

Teknik prosesler, en genel şekilde enerji üretiminden başlayarak tüm genel diğer endüstrilerdeki üretimler ve endüstrilerde kullanılan makinelerin ve proseslerin çalışma şekilleridir.



Şekil 3.2. Endüstriyel Kontrol Süreçleri

Otomasyon üretilen ürüne bağlı değildir. Otomasyon, işletmeyi ve süreci ilgilendiren bir yapıdır. Bu yüzden otomasyon açısından işletmede hazırlanan ürünün çok büyük bir önemi yoktur. Önemli olan, elde edilen ürünün cinsi ne olursa olsun işletmenin iyi kontrol edilmesidir. Ancak düzenli kontrol edilen bir işletme kaliteli ve rekabet edebilir ürün ve hizmet üretebilir.

Rekabetin fiyat ve kalite bazında birbirine ters orantılı olarak sürekli arttığı günümüzde üretim sürecinin sürekli denetimi ön görülen sapmaların bu süreç içinde her an ihbarı düzeltici adımların anlık olarak yapılması çok önemlidir.

Üretim sürecinin tüm bilgilerinin toplanıyor olması, gerekli görüldüğü yerde basılı rapor ve Tabloler halinde alınması, üretim sürecinin bir sonraki aşaması içinde geçerlidir. Özellikle endüstri sektöründe, otomasyon; endüstriyel tesislerin üretim sürecinin kontrol veya yardımcı işletmelerin kontrolü üzerinde odaklanır. Yeni teknolojiye dayanan kontrol sistemleri uygulandığı işletmelerde gerekli müdahaleyi sağlarken kontrol edilen kısımla ilgili tüm verilere erişme imkanı da vermektedir.

Otomasyonun bir kavramı olan kontrol mekanizması, günümüzde neredeyse işletmeler için sınırsız uygulama imkanları sunmaya başladı. İşletmede uygulanan otomasyon işletmeyi kontrol eden elektromekanik, elektronik devrelere veya yalnızca bilgisayar aracılığıyla sürekli elde edilen verilere dayanarak, neyin ne kadar yapıldığını yada yapılmadığını sınıflandırarak görme olanağı getirdi.

Otomasyonun temel kavramlarından biriside metafiziktir. Bu kavramın temel var sayımı otomasyon için gerekli (birazda hayal gücüne dayalı) tasarımın ve çözüm kolaylığının arkasında uygulanmış ve zaman içinde denenerek geçerlilik kazanmış temel bir şablonun var oluşudur. Teknolojinin buradaki hedefi en iyi işletme koşullarını sağlayarak en fazla çeşitte ürün veya hizmetin en uygun maliyetle üretilmesine ortam hazırlamaktadır. Otomasyon sistemiyle kontrol edilen bir işletmenin en belirgin sonucu verimliliğin artması ve kaliteli ürün veya hizmetin gerçekleşmesinde kolaylığın elde edilmesidir. Bu iki önemli parametrenin yansımasıyla kuşkusuz karlılığın artmasıdır.

Günümüzde modern otomatik kontrol sistemlerinin ana faydaları şunlardır:

- Veri iletiminde kolaylıklar (dijital bilgi)
- Güvenlik kontrolü (alarmlar hakkında sürekli bilgi)
- Hızlı işlem
- Yüksek kalitede üretim

Otomatik kontrol sistemlerinin önemli özellikleri ise:

- Malzeme akışının kontrolü (giriş/çıkış dahili hareketler)
- Seviye ve sıcaklık kontrolü
- Malzeme hakkında veri iletimi
- Giriş ve çıkış malzeme akışlarının karşılaştırılması
- Motor, anlık yükler, çalışma süreleri ve bakım ile ilgili bilgilerin kayıtları
- İşlemlerin istatistiği ve raporları
- Dahili dağıtım için doğru hatların bulunması
- Günlük, haftalık ve aylık olarak hazırlanan raporların sıkışık durumlarda yükleme ve boşaltma prosedürlerini kolaylaştırması
- Seçilmiş olan ekipmanlar endüstriyel kontrol sistemlerinin standardını sağlar ve işlem yaparken de çok sayıda uyarılara aynı anda cevap verir. Böylece pek çok cevabın pekçok kullanıcı tarafından izlenmesi sağlanır. Bu çok amaçlı çok kullanıcılı ortamlar için gerçek zamanlı işletim sistemleri kullanılır

Günümüzde gerçek zamanlı sistemler: yazılım ve donanım sistemleri olarak iki sınıfa ayrılabilirler. Bu iki sınıf arasındaki fark zamanlama koşullarına verilen önemde yatar. Yazılıma dayalı gerçek zamanlı sistemlerde teslim süreleri daha gevşektir. Bu sistemlerin oldukça hızlı çalışması istenir. Ancak gecikmeler çoğu zaman ufak sorunlar yaratmaktan öteye gitmez.Donanıma dayalı gerçek zamanlı sistemlerde ise zamanlama koşulları kritik önem taşır. Proses kontrolü sistemlerin çoğu bu sınıftadır. Gerçek zamanlı bir sistemi temelde kontrol eden sistem ve kontrol edilen sistem olarak ikiye ayırabiliriz.Kontrol eden sistem: bir bilgisayarla onu denetlediği sisteme bağlayan ara yüzden oluşur.Kontrol edilen sistem ise: fiziksel bir sistemdir ve istenildiği kadar karmaşık olabilir.kontrol edilen sistem, kontrol eden sistemin fiziksel çevresini oluşturur. Kontrol eden sistem çevreye ilişkin olarak bir dizi sensörden ve /veya insan ara yüzünden meydana gelen enformasyon sayesinde fiziksel çevresiyle etkileşir ve bir dizi aktüatör sayesinde fiziksel evreyi etkiler. Gerçek zamanlı sistemlerin en önemli özelliği önceden kestirilebilirlikleridir. (BEYAZIT H, 2007)

3.1.3. PC Tabanlı Veri Toplama Ve Kontrol Sistemleri

Son yıllarda, endüstriyel PC giriş/çıkış ara birimlerinin giderek daha güvenli,hassas ve ucuz olması sebebiyle, veri toplama, ekranlama, kontrol ve test gibi endüstriyel ve laboratuar uygulamalarındaki yaygınlığı günden güne artmaktadır.

PC'lerin gücünün giderek artması, hesaplama gücü, hızı, ekranlama ve göze hitabı, kullanıcı dostu olması gibi özelliklerinden dolayı kontrol sistemlerinde kullanım kolaylığı ve esneklik sağlamaktadır. PC tabanlı bir kontrol sistemi aşağıdaki kısımlardan oluşur:

- Fiziksel sistemler
- Transdüserler ve kontrol elemanları
- Sinyal işleme
- Veri toplama ve kontrol donanımı
- Bilgisayar yazılımı

Fiziksel Sistemler : Bir DAC sistemi, gerçek dünya üzerinde karşılaşılan olayları (sıcaklık,hız,basınç,seviye vb.) bilgisayara aktarır, burada oluşan sanal ortamda gerekli işlemleri yürüttükten sonra bu kez tersi işlemle fiziksel sistemlere müdahale eder.Burada transdüserler fiziksel olayları; ki hepsi ilişkiseldir, (analog) elektriksel bilgiye dönüştürür ve bilgisayara aktarır.Fiziksel sistemlerdeki var-yok şeklindeki olaylar (belli bir noktada cismin olması veya olmaması) ise A/D dönüştürücü gerekmeksizin kolayca bilgisayara aktarılabilirler. Bilgisayarlar benzer şekilde sayısal ve analog çıkışlar üreterek fiziksel sistemleri kontrol eder.

Transdüserler ve Kontrol Elemanları: Transdüserler, sıcaklık, basınç uzunluk hız pozisyon gibi fiziksel bilgileri voltaj, akım, frekans, pulse gibi elektriksel sinyallere dönüştürür. (Örneğin; termokupl ve RTD elemanları sıcaklık ölçmede çok yaygın kullanılan elemanlardır.)Kontrol elemanları fiziksel sistemleri harekete geçiren elemanlar olup proses kontrolü sağlarlar.(pnömatik hidrolik vanalar vb.)

Sinyal işleme: Sinyal işleme elemanları, transdüser tarafından üretilen sinyallerin A/D dönüştürücüye girmeden önce kalitelerini arttırmaya yarar. Sinyali skalalandırmada, lineerleştirmede, filtreleme yükseltme gibi işlemlerin hepsi bu amaca yöneliktir.PC tabanlı sistemlerde en yaygın olanı yükseltmedir. (Genliği attırma) Çünkü filtreleme,lineerleştirme gibi işlemler yazılım ile kolayca çözülebilmektedir ki bu da PC kullanmanın en avantajlı yönlerinden birisidir.

Veri toplama ve kontrol donanımı: DAC donanımı, genelde üzerinde aşağıda sıralanan üniteleri bulunduran ve PC'nin bas'ına yerleştirilen kartlardır. Denilebilir ki DAC kartları temelde ayıran en büyük özellik üzerinde CPU bulunup bulunmamasıdır. CPU, DRAM ve buna bağlı işletim sistemi dışında aşağıdaki tüm özellikler genelde tüm DAC kartlarında standarttır.

Bu donanımlar:
- CPU
- İşletim sistemi (CPU var ise)
- Analog giriş/çıkış (A/D ve D/A)

- Dijital giriş/çıkış
- Sayıcı ve zamanlayıcı ünitesi
- Programlanabilir yükselteç
- Bellek
- Tampon bellek

Operatör-Makine arası veri transferi:Temel otomasyon sistemlerinin özelliklerinden biridir. Operatörün makine veya sistemler ile uzmanlık gerekmeksizin iletişim kurabilmesini sağlar ki bu geniş saha uygulamalarında kullanıcıların veya teknisyenleri iş akşını max da tutabilmesini sağlar.bu özellik kullanıcının yada diğer adıyla operatörün çalıştığı sistemden belli kriterleri alabilmesini ve bunu karşılığında değerlendirmelerini makine ya aktarılmasını sağlar.

Veri analizi ve depolanması: Genelde verilerin saha içerisinde bulunan cihazlardan özel durumlarda veya periyodik olarak toplanması gerekir.Bunun amacı hem olabilecek aksiliklere anında müdahale edilmesini hem de toplanan verilerin daha sonra analiz edilerek özel raporların oluşturulabilmesini sağlamaktır. Bu sayede kullanılan saha cihazlarının verimlilik raporlarını çıkarmakta mümkündür. Kullanılan kontrol cihazının bilgisayar olması aynı zamanda sistemin herhangi ofis bilgisayarı gibi a ğ ortamına dahil edilmesini sağlar ki bu da ağ sistemlerinin kullanılabilmesi anlamına gelir.

Anlamlı formatlarda veri sunuşu: Otomasyon sistemleri, çeşitli ana bölümler ve bunun altındaki alt bölümlerden oluşmaktadır. Bu bölümlerden operatöre ulaştırılan bilgiler kullanıcı veya kontrol uzmanı için her zaman bir anlam ifade etmeyebilir. Örneğin; Sensörden gelen 5v'luk sinyal veya 10mA'lik bir değer kullanıcın bunu ne yönde algılaması gerektiğini belirtmez. Fakat kritik sıcaklık değeri 40 C olarak bilinen bir sistemin ekranında beliren 50 C sıcaklık değeri kullanıcının müdahale etmesi gerektiğini gösteren bir uyarı olacaktır. Bu ve bunun gibi proses çıkışı hakkında kullanıcın istediği şekilde (grafiksel veri,listelenmiş veri,uyarı ve alarm mesajları ve vb.) anlamlı formatlarda veri sunuşu önemli bir kriterdir.

Operatörün prosesi kontrol imkanı: Operatörün sahadan gerekli bilgileri aldıktan sonra sistem konfigürasyonu sayesinde cihazlara anında müdahale edebilmesini sağlayan bir özelliktir. Kullanıcı, manuel yapması istenen sistemler için (arıza, bakım, hata mesajları vb.) sistemden durumu algılayıp bunun için gerekli prosedürü yerine getirebilecektir.

Bağımsız proses kontrolü: Proseslerin herhangi bir yardımcı veya gözetimciye ihtiyaç duyulmaksızın tümüyle bağımsız bir şekilde yürütülebilmesi, işletmelerde iş akış zamanı maliyeti açısından pozitif bir özelliktir. Bu yanında iş ortamı veya niteliği nedeniyle insan kontrolünün mümkün olmadığı ortamlarda veri toplama ve kontrol işlemlerinin tamamen otomatik olarak yapılabilmesi, otomasyon sistemlerinin en önemli özelliklerinden biri olup firmaların verimliliklerini büyük bir oranda artırmaktadır. (DİNÇER G,2002)

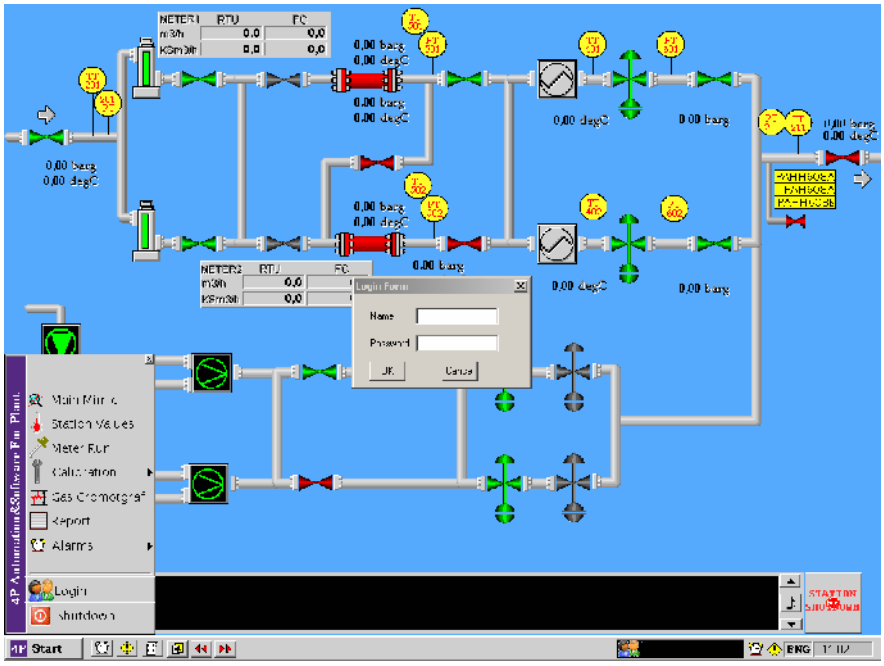
3.1.4. Citect Scada PC

Citect scada, windows xp veya 2000 işletim sisteminde çalışan bir paket programdır. Bu program bilgisayar açıldığında masaüstünde bulunan RMS adlı kısayol üzerinde çift

tıklayarak veya Toolbars üzerinde bulunan Start – Programs Citect – RMS iconları sırasıyla seçilerek çalıştırılabilir.

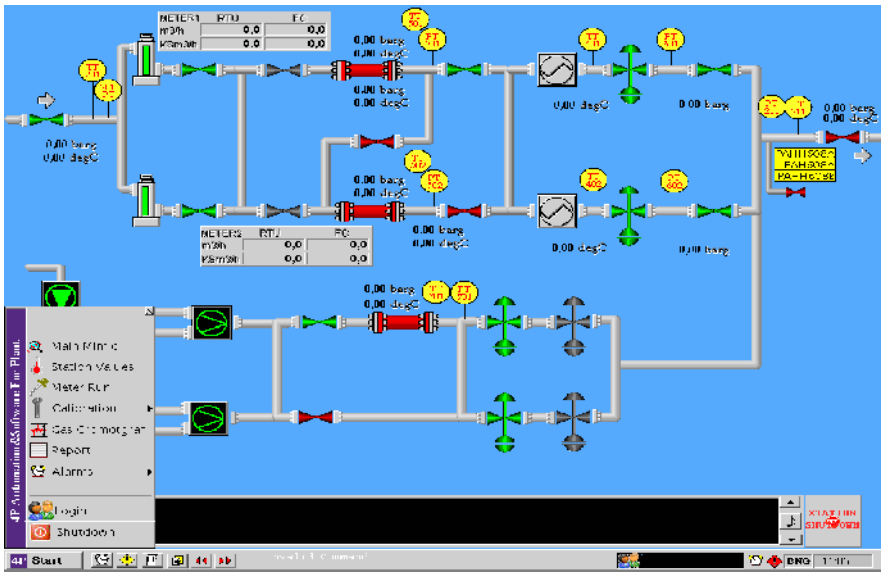
Citect RMS programı çalıştırıldığında ekrana ilk olarak ana sayfa gelmektedir. Ana sayfada sahadaki vanaların durumunu, transmitterlerin değerlerini, gaz akış durumunu, alarm durumlarını görebiliriz.

Programı çalıştıran kişiye ait bir password var ise Toolbars üzerinde bulunan Start – Login iconları seçilerek (şekil-3.1) adı ve passwordu girilir. Programa password ile bağlanan kullanıcı program içerisindeki değerlerde değişiklik yapabilme ve kontrol edebilme yetkisine sahiptir. Girildiğinde ekranın sağ altında kullanıcı ismi yazacaktır.



Şekil 3.3. Login(Giriş)

Programı çalıştıran kişiye ait bir password yok ise programdan istasyondaki gaz akışını izleyip değerleri takip edebilir fakat program içerisindeki değerlerde bir değişiklik yapamaz. Programda sahadaki vanaların durumunu, transmitterlerin değerlerini, gaz akış durumunu, ısıtıcıların ve filtrelerin durumlarını, tüm ölçüm ve alarm durumlarını ayrıntılı olarak görebiliriz.

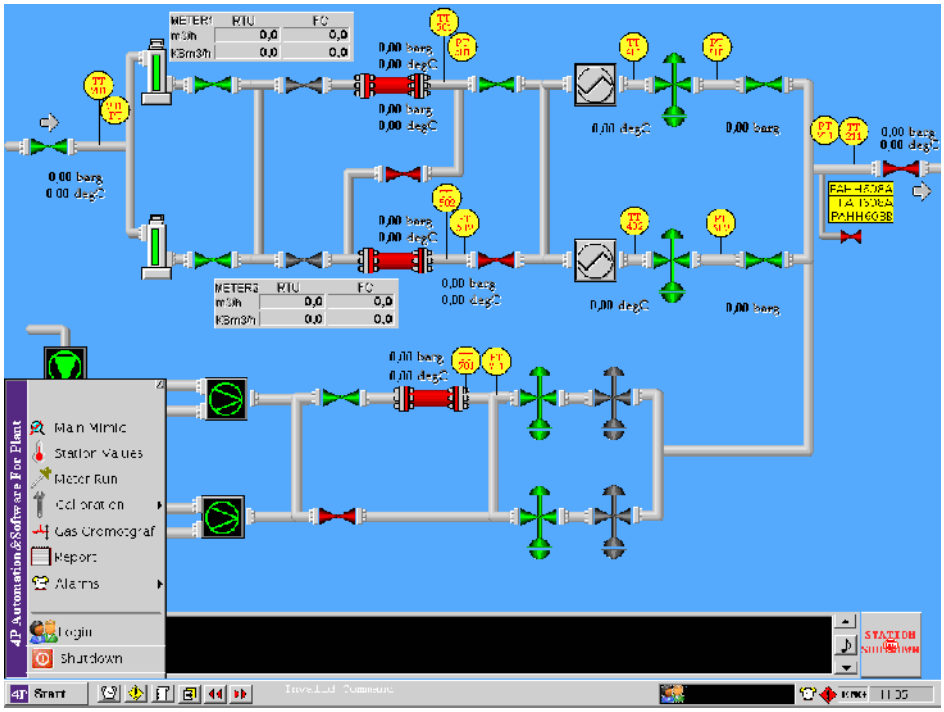


Şekil 3.4. Main Mimic(Ana Menü)

Şekil de scada ana sayfası görülmektedir. Ekranda gazın istasyona girişinden çıkışına dek tüm hareketleri izlenmekte ve vanaların durumu, ölçüm sonuçları sürekli olarak güncellenmektedir. Vanaların rengi konumlarını vermekte ve vana yeşil ise açık, kırmızı ise kapalı, sarı ise ara durumu ifade etmektedir.

İstasyondan gelen alarm bilgileri de anlık olarak ekranın altında alarm penceresine yazmakta ve daha önceki alarm bilgilerine alarm penceresinin yanında bulunan yön butonlarıyla ulaşılabilmektedir. Yön butonları arasında bulunan nota işaretli buton ise alarm reset ve çalan kornayı susturmak amaçlı kullanılır. Ekranın sağ alt köşesindeki STOP butonu ise istasyon shut down butonudur. Programın çalışması esnasında sağ alt köşede bulunan üzerinde ENG veya TRK yazan buton ise dil seçimi içindir. Üzerinde tıklandığında Türkçe ve İngilizce olmak üzere 2 seçenek sunulmaktadır.

Scada ekranında ekranın altında bulunan araç çubuğu üzerindeki Start butonuna basıldığında ekrana yeni bir pencere çıkmaktadır. Bu pencere yardımıyla ana sayfaya, istasyon değerlerine, meter run değerlerine, kalibrasyon ayarlarına, gaz kromotograf cihazının ölçüm değerlerine, raporlara ve alarm listesine direk olarak ulaşabilmekteyiz.

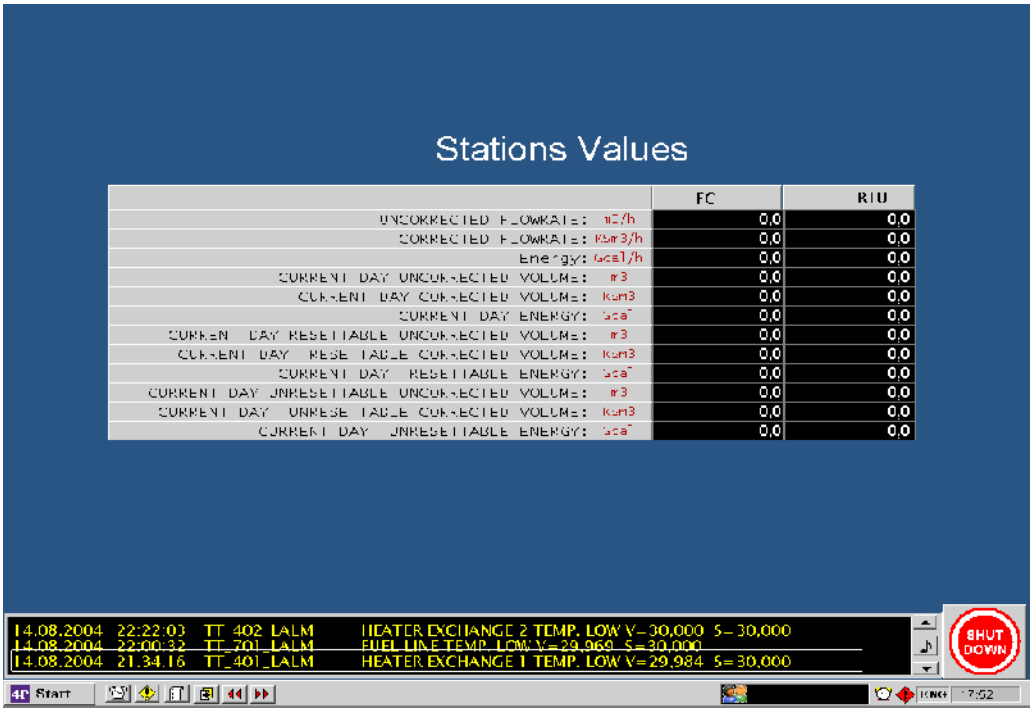


Şekil 3.5. Start(başlama)butonu ile açılan pencere

3.1.5. Statıon Values (İstasyon Değerleri)

Station Values iconu Tıklandığında Şekil-3.6. ekrana gelmektedir. Bu tabloda ise Flow computer ve RTU ‘dan gelen günlük ve saatlik ölçüm sonuçları, ölçüm sonuçlarının düzeltilmiş (faturalama esnasındaki şartlar altında) sonuçları gözlenmektedir.

Saatlik ve günlük olarak istasyondan geçen gaz miktarını, enerjisini ve düzeltilmiş (faturalama esnasındaki şartlar altında) enerjisini ve miktarını vermektedir. Aynı zamanda istasyonun devreye alımından bu güne kadar istasyondan geçen toplam gaz miktarını da görebilmekteyiz.



Şekil 3.6. Station Values(İstasyon Değerleri) Penceresi

3.1.6. Meter Run (Çalışma Penceresi)

Meter run iconuna tıklandığında Şekil-3.7 ekrana gelmektedir. Station Values iconunun yaptığı işi her bir hat için ayrı ayrı (hat başına gaz miktarı, enerjisi ve faturalama esnasındaki şartlar altında miktar ve enerjisini) hesaplama sonuçlarını vermektedir.

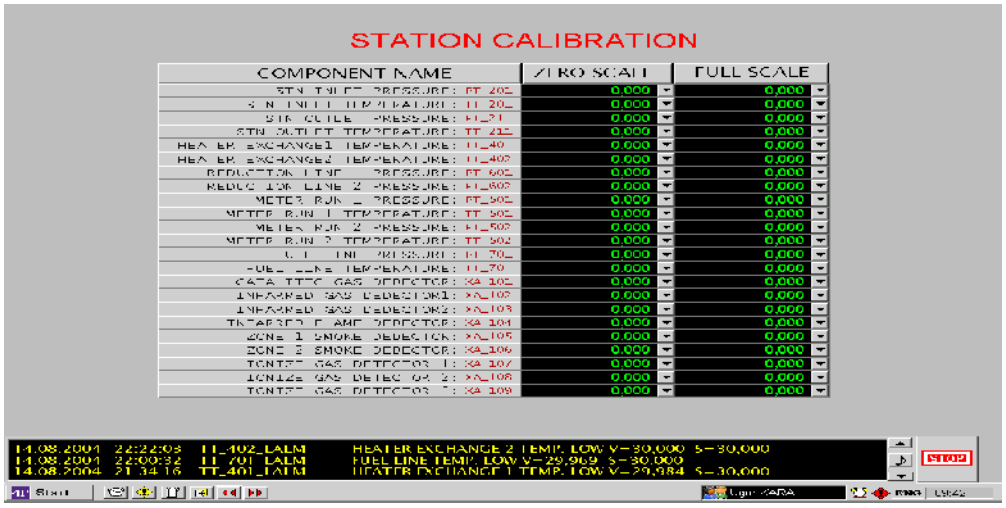
Şekil 3.7. Meter Run(Çalışma Penceresi)

3.1.7. Calibratıon (Kalibrasyon)

Calibration iconuna tıklandığında yeni bir pençere açılmakta ve bu pençerede bulunan 2 seçenekten Station tıklandığında station calibration (Şekil-3.8) sayfası, Aga tıklandığında aga calculation calibration (şekil-3.9) sayfası ekrana gelmektedir.

3.1.8. Station Calibration (İstasyon Kalibrasyonu)

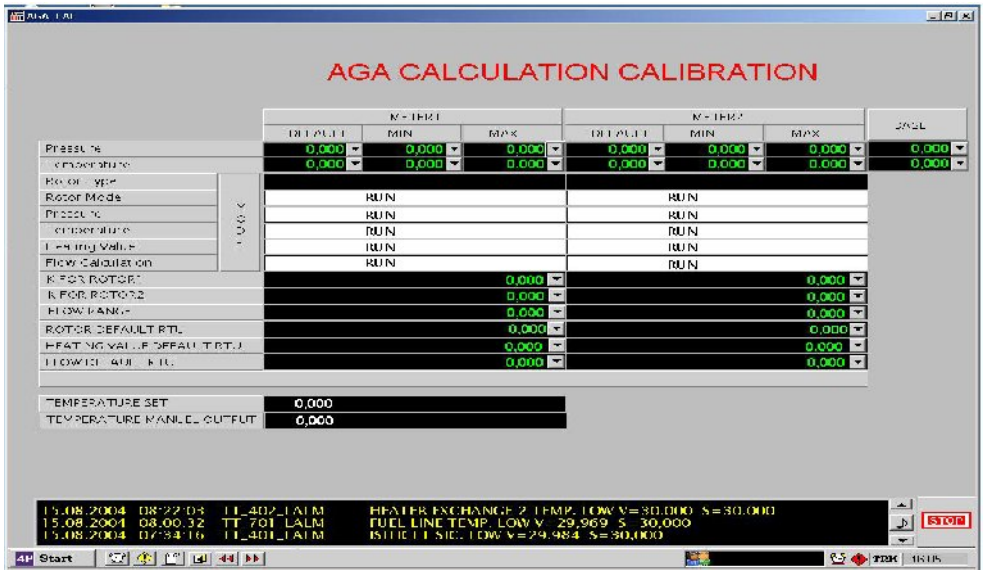
Station calibration sayfasında sahada bulunan transmitterlere ve dedektörlere ait scala değerleri girilecektir. Örneğin 4-20 mA scalalı bir transmitter için Zero Scale kısmına 4, Full Scale kısmına ise 20 girilecektir. Station calibration sayfasına operatörden başkası girip değişiklik yapamaz



Şekil 3.8. Station Calibration(İstasyon Kalibrasyon Penceresi)

3.1.9. Aga Calculation Calibration (Aga Hesaplama Kalibrasyonu)

Aga Calculation Calibration sayfasında aga hesabında kullanılan değerlerin ölçüm sonuçlarında elde edilen değerlermi, manuel olarak girilmiş olan değerlerimi olacağı tercih edilir. Bu tercih sonucunda manuel değerler kullanılacak ise default sütununu girilmiş değerler, ölçüm sonuçları kullanılacak ise min ve max sütunlarına girilen değerler göz önünde tutularak ölçüm sonuçları kullanılır. Mın ve max sütunları ile basınç ve sıcaklık değerlerine ait limitler girilebilir. Aga hesabı esnasında RTU ya gelen basnıç ve sıcaklık değerlerinden birinin değeri belirlenen limitin dışına çıktığı taktirde default sütununa manuel olarak girilen değer hesapta kullanılır.



Şekil 3.9. Aga Calculation Calibration(Aga Hesaplama Kalibrasyon Penceresi)

3.1.10. Gas Cromotograph(Gaz Kromotograf)

Gas cromotograf iconuna tıklandığında Şekil-3.10 ekrana gelmektedir. Bu ekranda AGA8 hesabında kullanılan gaz bileşenlerinin oranları ve AGA7 hesabında kullanılan düzeltilmemiş akış değerleri görülmektedir. AGA8 hesabında kullanılan oranlar istasyondan manuel olarak girilen değerler, Ankaradan manuel olarak girilen değerler veya gas cromotografının ölçtüğü değerler olabilir. Kullanılan mod seçildiğinde o moda ait oranlar Online sütununa aktarılır. Hangi moda ait oranların kullanılacağını ekranda sol alt köşede GC Operation Mode kısmından seçebiliriz. MANUEL: Operatörün manuel olarak girdiği değerler kullanılır.

3.1.11. Remote (Uzaktan)

Ana SCADA merkezinden girilen değerler kullanılır.

3.1.12. Auto (Otomatik)

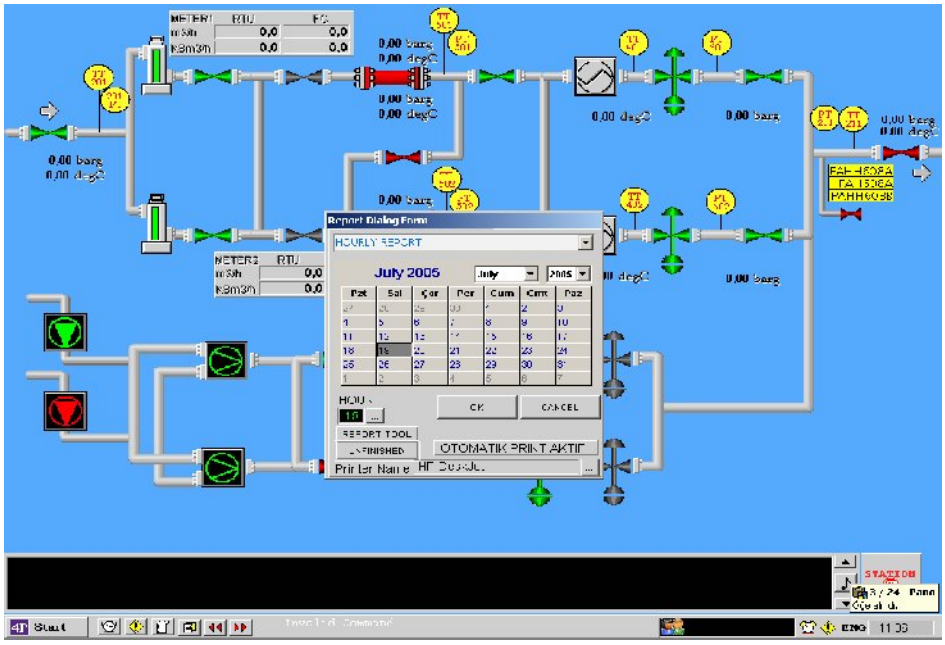
Gaz kromotograf'ın ölçtüğü oranlar kullanılır.

Şekil 3.10. Gas Cromotograph Values(Gaz kromotograf Değerler Penceresi)

Örneğin "Remote" seçildiğinde Ankaradan girilen oranlar online kısmına aktarılır ve AGA8 hesabında kullanılır. Açılan pençerenin aşağı kısmındaki Density at base Spec. gravity at base değerleri ise AGA8 hesabı ile elde edilen AGA7 hesabının ihtiyaç duyduğu düzeltilmemiş (faturalama esnasındaki şartlar altında) akış değerleridir.

3.1.13. Report (Rapor)

Report iconuna tıklandığında Şekil-3.11 ekrana gelmektedir. Burada istasyondan belirli saat ve tarihlerde alınan ölçüm sonuçları rapor haline getirilerek raporları ekrandan inceleyebilme ve döküman alabilme imkanı sağlamaktadır. Ekrana gelen pençereden Hourly hariç diğer raporlardan istediğimizi tarihini belirterek alabiliyoruz. Hourly tipi rapor saatlik olduğu için bu raporu istediğimizde saat ve tarih belirtmemiz gerekmektedir.



Şekil 3.11. Report(Rapor Penceresi)

Saat ve Tarihi belirttikten sonra Çoklu rapor kısmından seçilen raporlara ait detay bilgiler aşağıdadır.

3.1.14. Hourly (Saatlik)

Hourly tipi seçildiğinde Gas Cromotografı Values ve Meter Run (Şekil-3.11) da görülen ölçüm ve hesap sonuçlarının istenilen saatteki akış ağırlıklı saatlik ortalama değerleri görülmektedir.

3.1.15. Daily (Günlük)

Daily tipi seçildiğinde Gas Cromotografı Values ve Meter Run (Şekil-3.11) da görülen ölçüm ve hesap sonuçlarının istenilen tarihteki akış ağırlıklı günlük ortalama değerleri görülmektedir.

3.1.16. Fc Daily Meter-1 (Fc Günlük Ölçüm-1)

Görüntüsü Meter Run (Şekil-3.11) da görülen Meter Run1'e ait sonuçlardan Flow Computer sütununda bulunanların istenilen tarihte, 1'er saatlik peryotlarla yazdırıldığı rapordur.

3.1.17. Fc Daıly Meter-2 (Fc Günlük Ölçüm-2)

Görüntüsü Meter Run (Şekil-3.11) da görülen Meter Run2'ye ait sonuçlardan Flow Computer sütununda bulunanların istenilen tarihte, 1'er saatlik peryotlarla yazdırıldığı rapordur.

3.1.18. Plc Daily Meter-1 (Plc Günlük Ölçüm-1)

Plc daily meter-1 Görüntüsü Meter Run (Şekil-3.11) da görülen Meter Run1'e ait sonuçlardan RTU sütünunda bulunanların istenilen tarihte, 1'er saatlik peryotlarla yazdırıldığı rapordur.

3.1.19. Plc Daily Meter-2 (Plc Günlük Ölçüm-2)

Plc daily meter-2 Görüntüsü Meter Run (Şekil-3.11) da görülen Meter Run2'e ait sonuçlardan RTU sütünunda bulunanların istenilen tarihte, 1'er saatlik peryotlarla yazdırıldığı rapordur.

3.1.20. Station Daily (İstasyon Değerleri)

Station daily Görüntüsü seçildiğinde giriş ve çıkış hattı üzerinden ölçülen basınç ve sıcaklık değerleri, Gas Cromotograph'nın modu yani AGA hesabı esnasında kullanılan değerlerin hangi moddan alındığı ve atmosfer basıncı 1'er saatlik peryotlarla verilmektedir. Ayrıca gün içerisinde gelen alarmlar kodlanarak Alarms sütunlarına yazılmaktadır.

3.1.21. Fuel Line Daily (Günlük Yakıt Hattı)

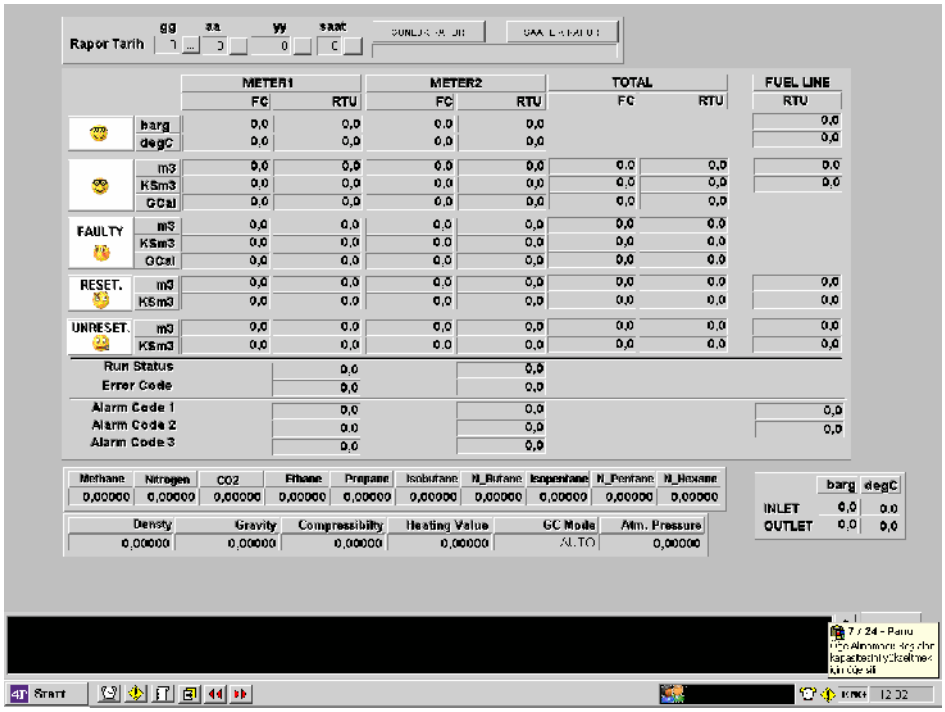
Görüntüsü Meter Run (Şekil-3.11) da görülen Fuel line sütünundaki sonuçların istenilen tarihte, 1'er saatlik peryotlarla yazdırıldığı rapordur.

3.1.22. Report Dialog Form (Rapor Diyalog Formu)

Penceresinde REPORT TOOL ve UNFISINHED butonları bulunmaktadır. Bu butonlar;

3.1.23. Report Tool (Rapor Araçları)

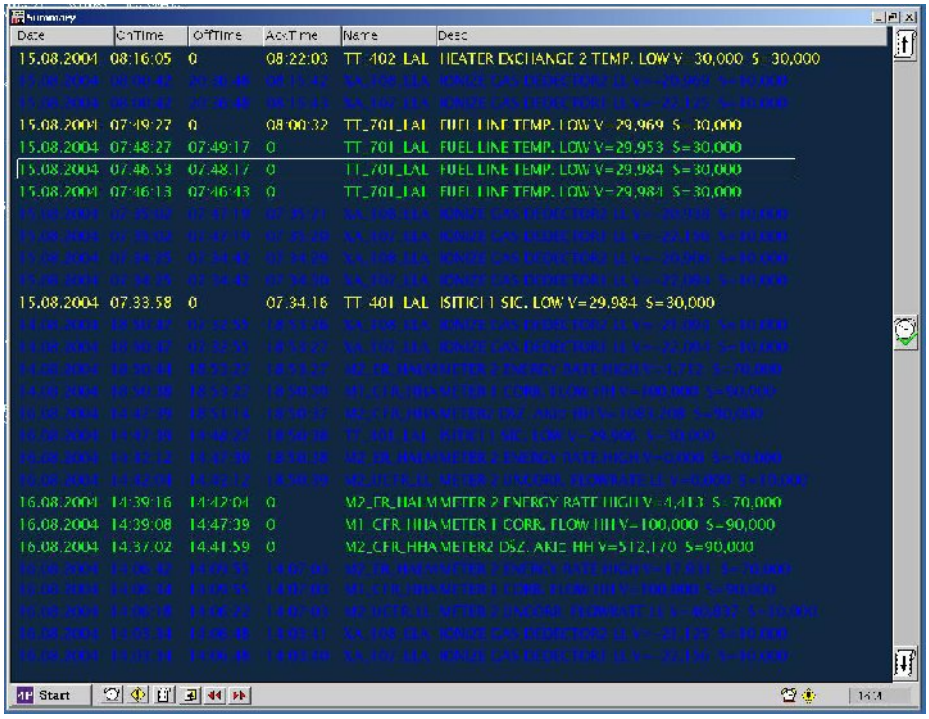
Günlük rapor seçiminde son 24 saate ait, aylık rapor seçiminde ise son 1 aya ait ölçüm değerlerini ekranda görmemizi sağlar. Report tool butonuna basıldığında aşağıdaki tablo ekrana gelmektedir.



Şekil 3.12. Raporlar

3.1.24. Unfinished (Tamamlanmamış)

Gün ortasında o güne ait geriye dönük rapor almayı sağlamaktadır. **ALARMS** iconuna tıklandığında Şekil-22 ekrana gelmektedir. Ekranda istasyondan alınan alarm bilgisinin hangi tarihte, saatte ve hangi malzemeden geldiğini, ayrıca alarm sinyaline sebep olan durumun fark edilip edilmediği,fark edildiği halde giderilip giderilmediği gibi her türlü detay izlenebilmektedir. Ekranda 15.08.2004 tarihinde 7:46:53/7:48:17 saatleri arası TT_701_LAL taglı malzemeden sıcaklığın min. 30 derece olması gerekirden 29 dereceye düştüğüne dair bir alarm gelmiştir. Aynı zamanda alarmın yeşil renkte olması da alarm durumu operatör tarafından fark edilmesine rağmen olumsuz durum ortadan kaldırılmamış anlamına gelmektedir.



Şekil 3.13. Alarm Penceresi

Alarm sayfasındaki her renge ait farklı bir ifade söz konusudur. Bunlar;

KIRMIZI :(Unacknowledged on alarm) Alarm durumu bilgilendirilmemiş yani operatör alarmdan haberdar değil ve alarma sebep olan durum devam ediyor demektir.

SARI :(Unacknowledged off alarm) Alarm durumu bilgilendirilmemiş yani operatör alarmdan haberdar değil fakat alarma sebep olan durum zaman içerisinde kendiliğinden sonlanmış anlamına gelmektedir.

YEŞİL :(Acknowledged on alarm) Alarm durumu bilgilendirilmiş yani operatör alarm durumundan haberdar fakat alarma sebep olan durum devam ediyor anlamına gelmektedir.

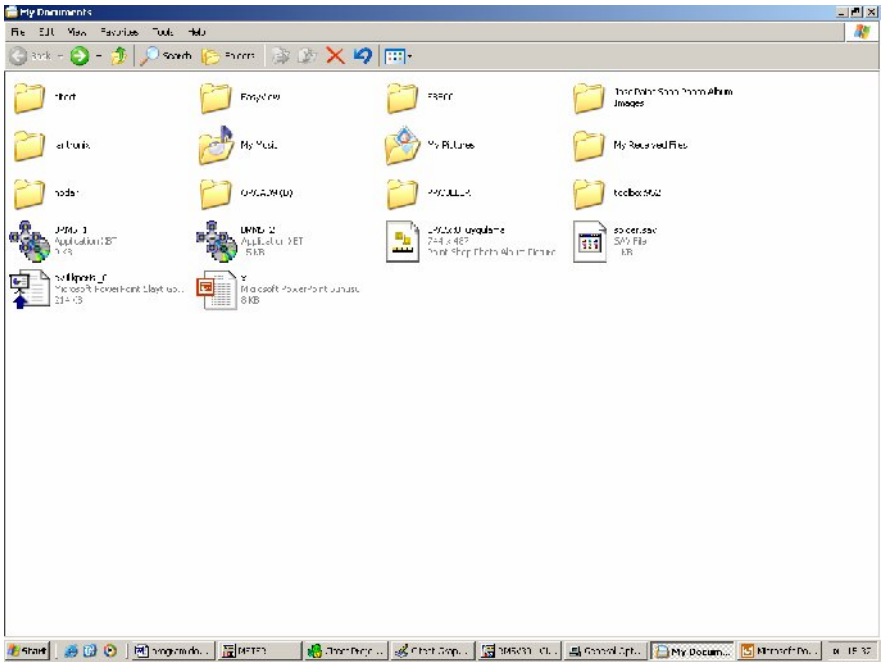
MAVİ :(Acknowledged off alram) Alarm durumu bilgilendirilmiş yani operatör alarm durumundan haberdar ve alarma sebep olan durum giderilmiş anlamına gelmektedir.

3.2. RMS – A İstasyonu Programlarının Yüklenmesi

Bütün programların kurulumları şekillerle analıtılmıştır. (Anonim, 4P Otomasyon, 90-104, 2003).

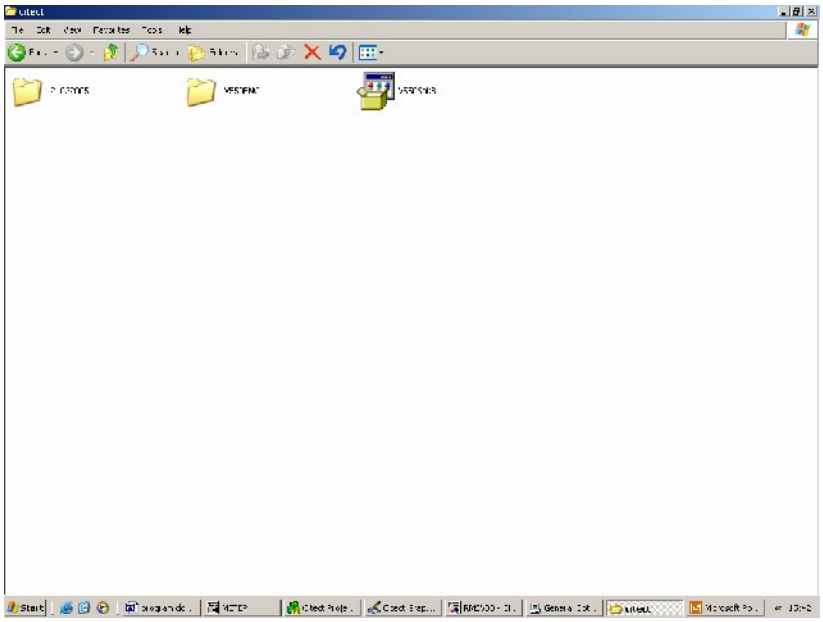
3.2.1. Citect (Scada Pc)

Bilgisayarın local disk olan **C:** den **Citect** klasörü seçilir



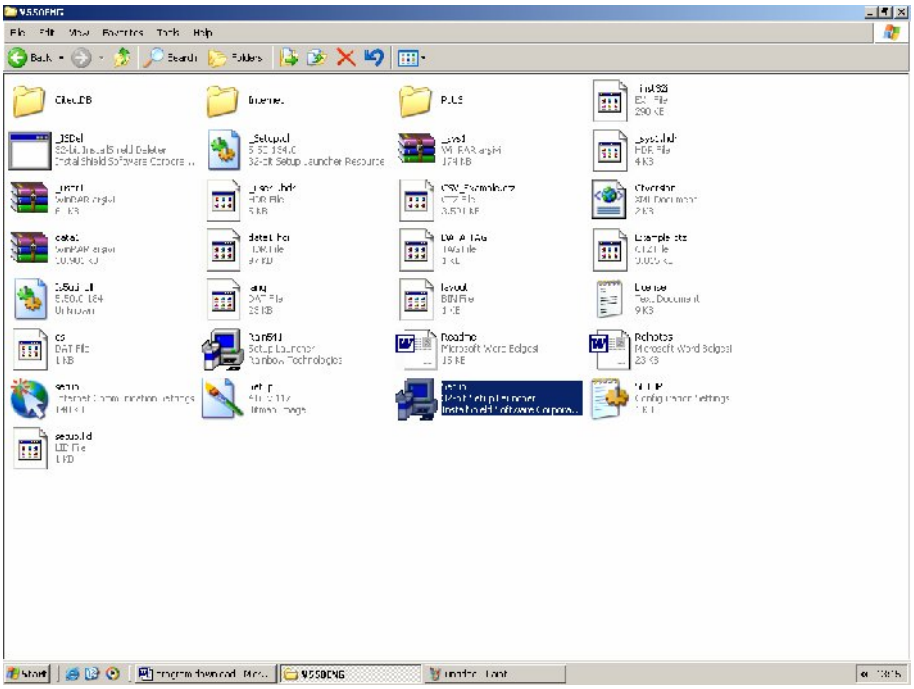
Şekil 3.14. Kurulum Penceresi

2.Seçilen klasör tıklanarak Citect dizinine girilir. Buradaki V550ENG klasörü tıklanır,



Şekil 3.15. Kurulum Penceresi

3.Açılan pencereden setup dosyası seçilip tıklanır.

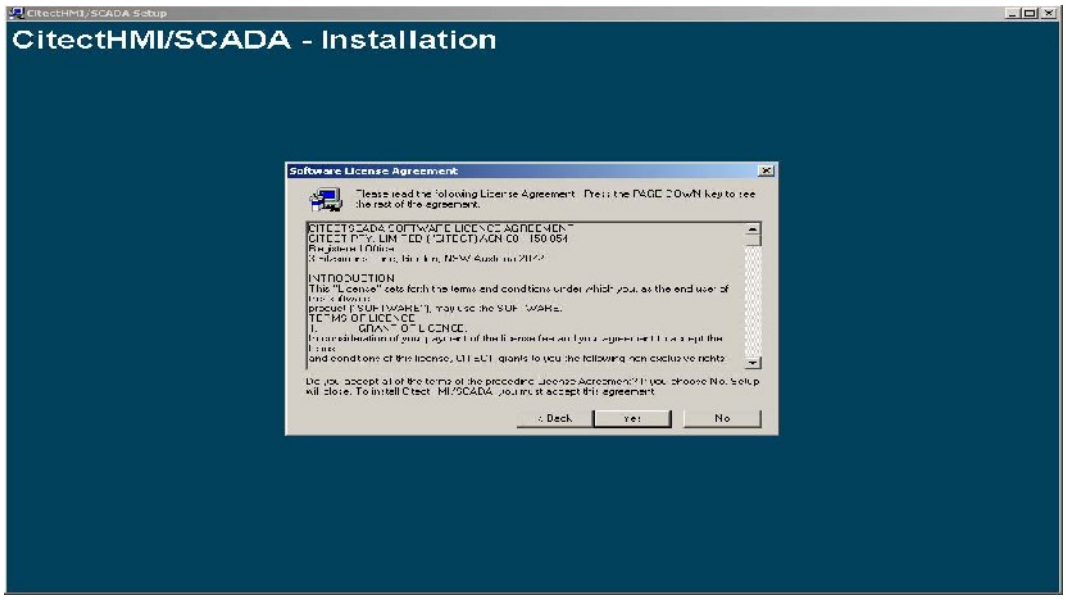


Şekil 3.16. Kurulum Penceresi

4.CitectHMI/SCADA installation kurulmaya başlar.Şekildeki ekranda next tıklanır,

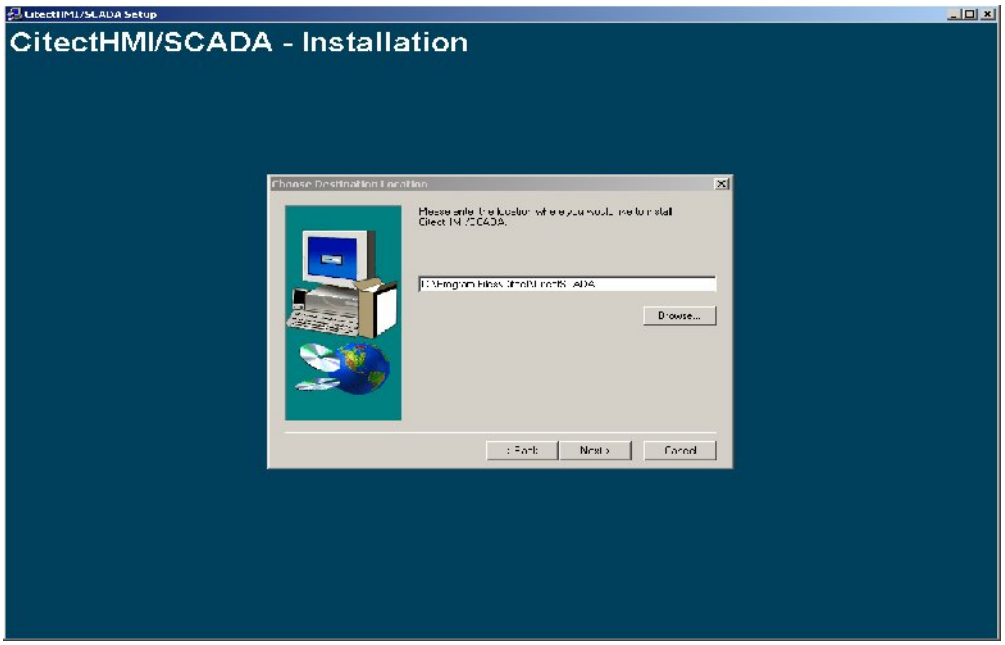
Şekil 3.17. Kurulum Penceresi

5.Açılan sayfada Yes tıklanır ,



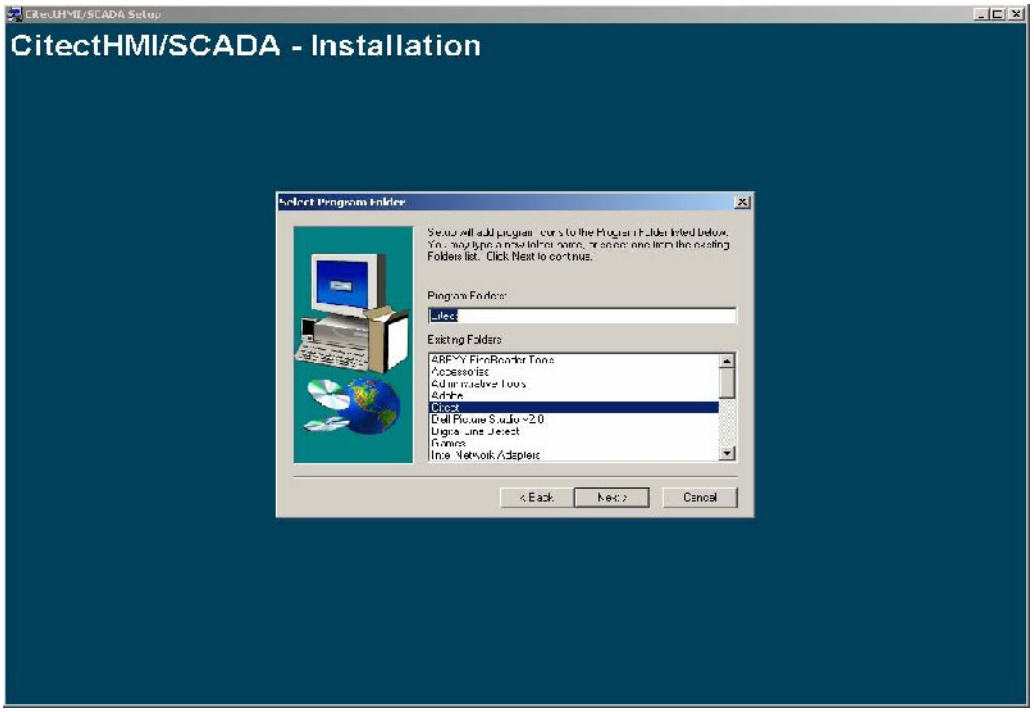
Şekil 3.18. Kurulum Penceresi

6. Next tıklanır

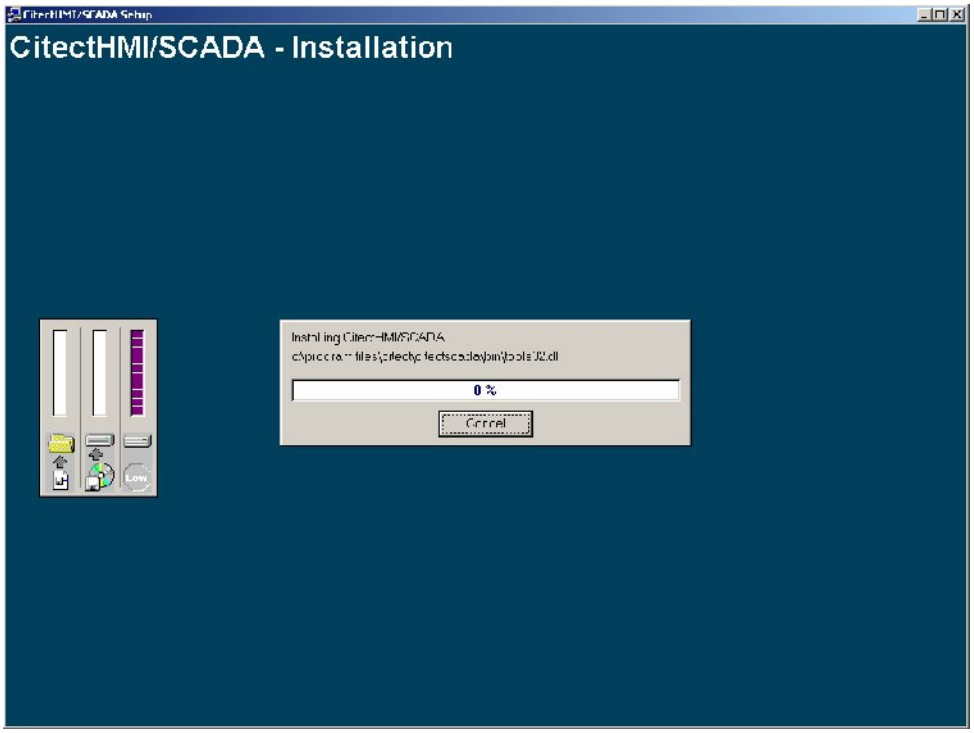


Şekil 3.19. Kurulum Penceresi

7.Tekrar Next tıklanır,

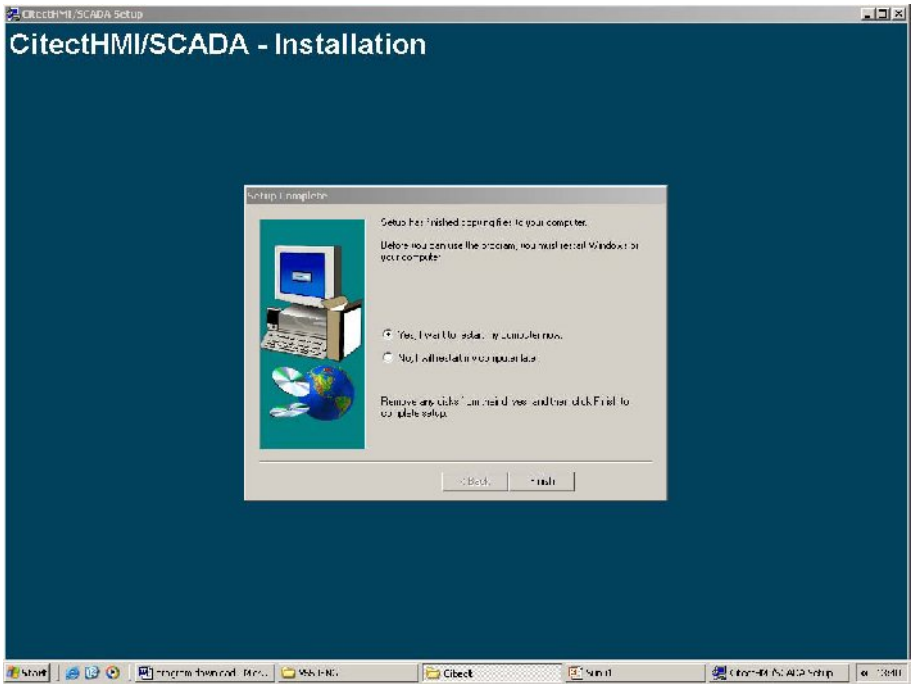


Şekil 3.20. Kurulum Penceresi



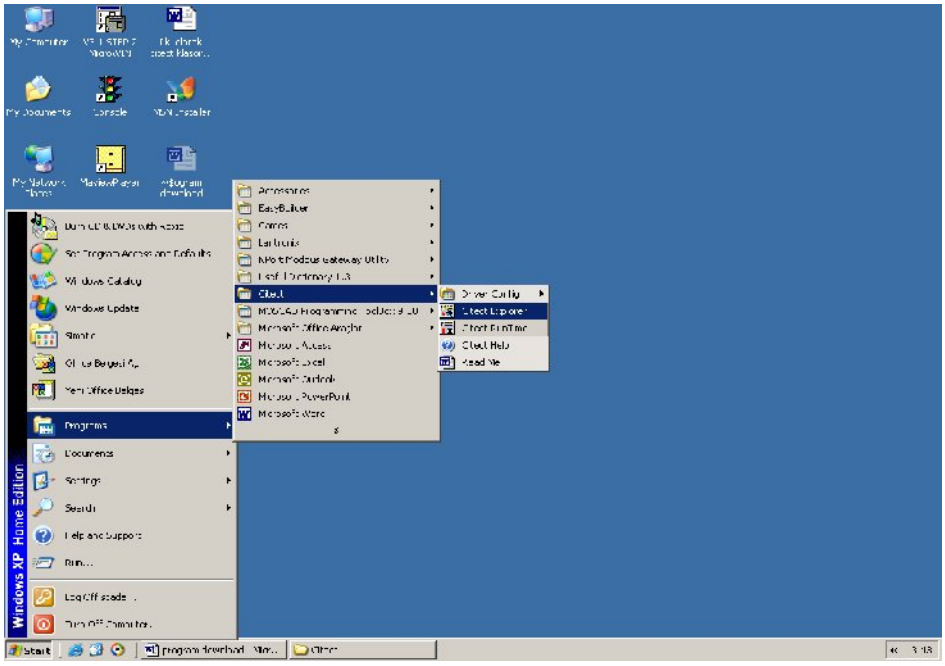
Şekil 3.21. Kurulum Penceresi

8.Finish tıklanarak kurulum tamamlanır,



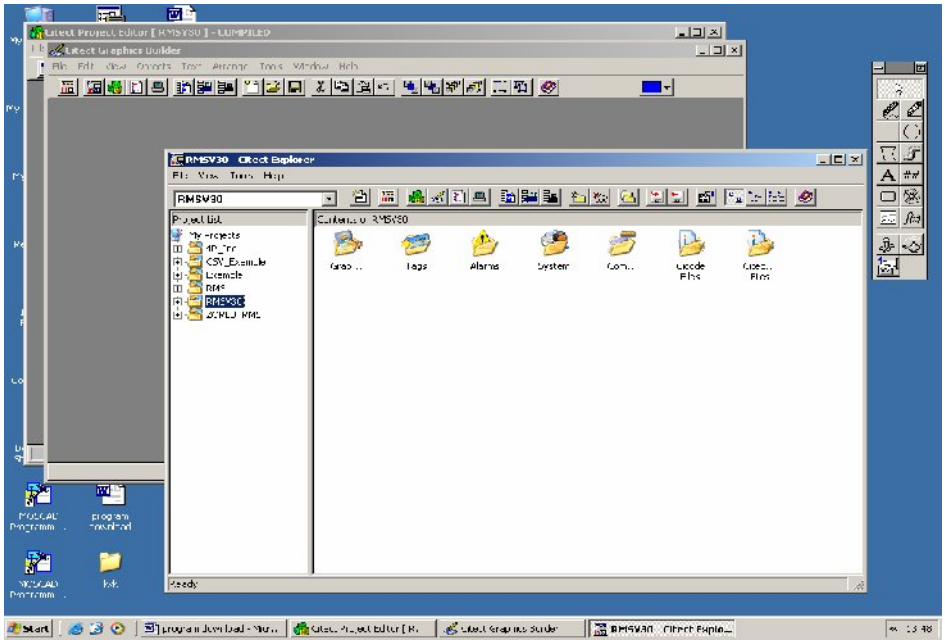
Şekil 3.22. Kurulum Penceresi

9.Asağıdaki şekildeki gibi Citect Explorer seçilerek tıklanır,



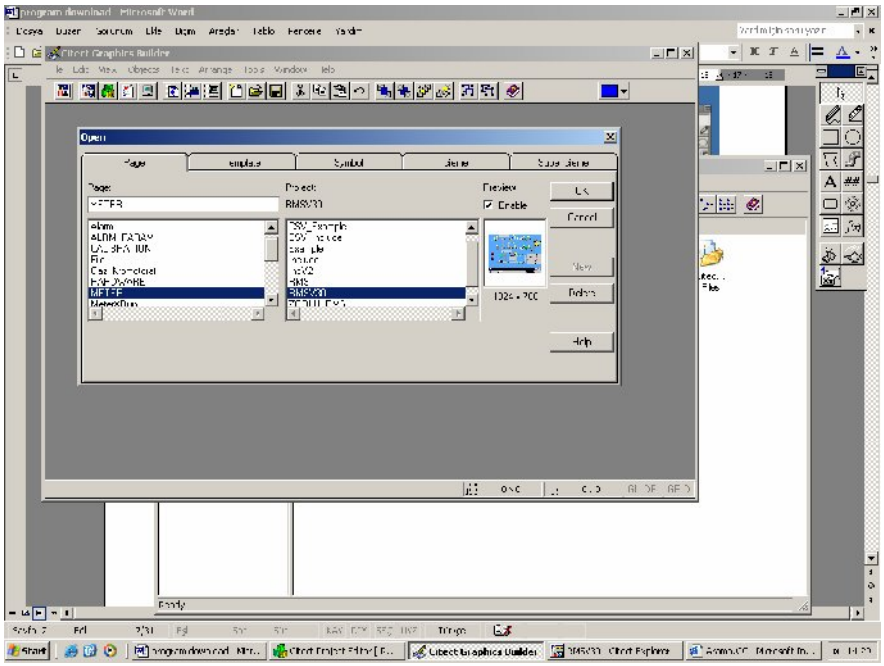
Şekil 3.23. Kurulum Penceresi

10.Aşağıda açılan sayfadan scada üzerindeki değişiklikler yapılabilir.



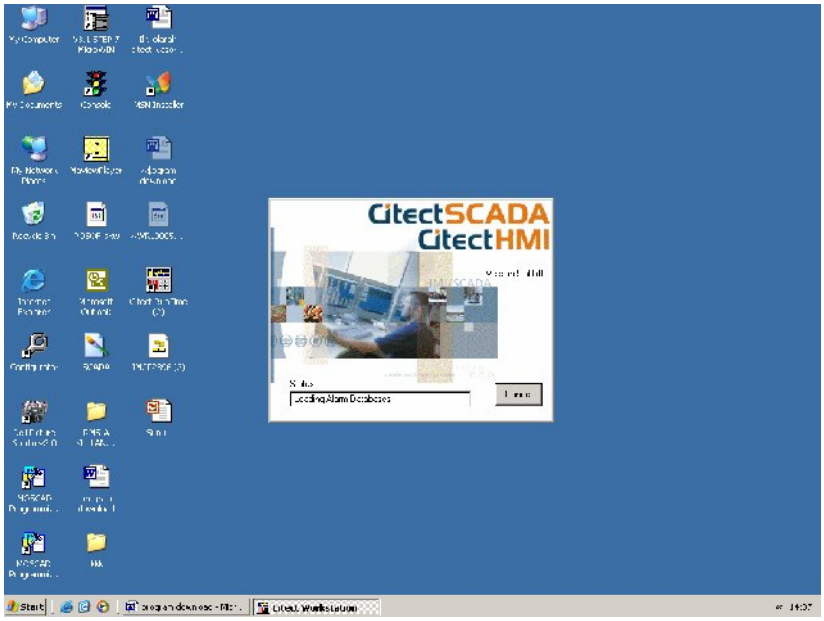
Şekil 3.24. Kurulum Penceresi

11.Şekilde görüldüğü gibi değiştirilmek istenen sayfaya girilir ve gerekli düzeltmeler yapılabilir



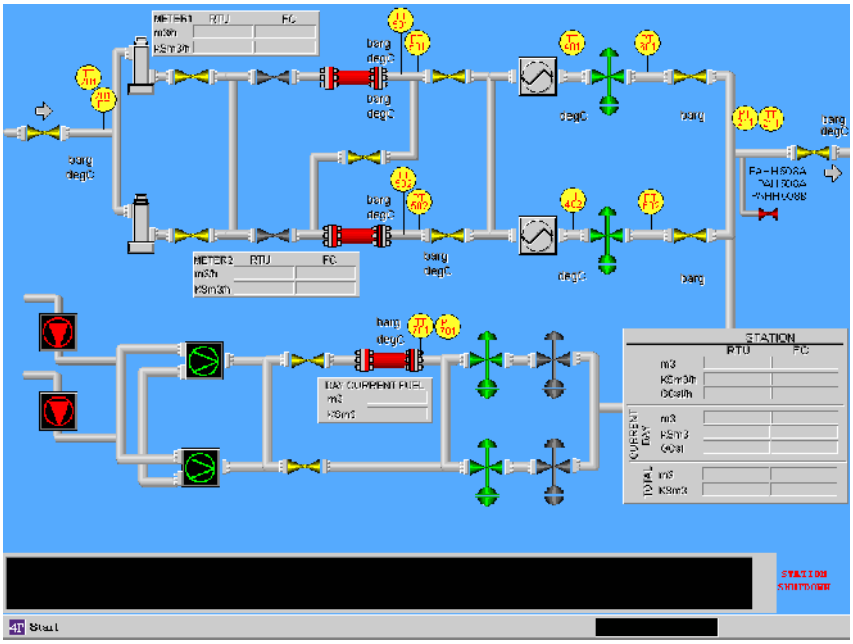
Şekil 3.25. Kurulum Penceresi

12.PC ana sayfasından kısayol CitectRunTime butonuna basılarak scada ekranına girilir.



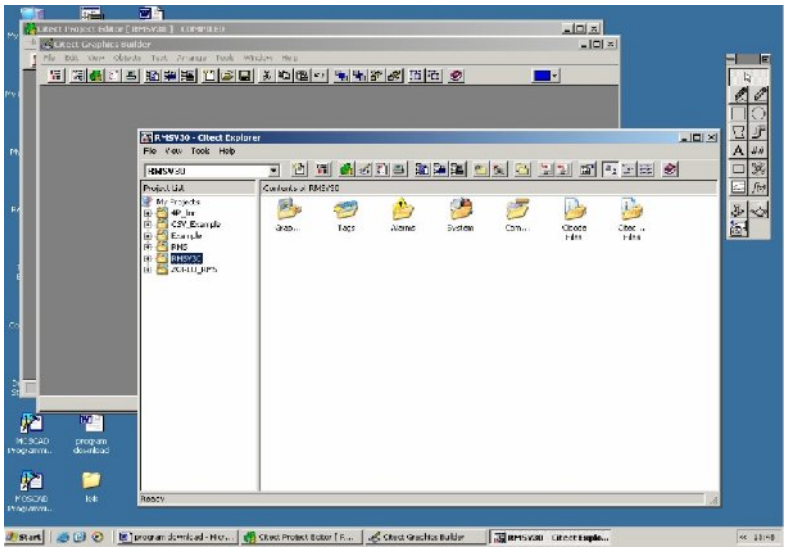
Şekil 3.26 Kurulum penceresi

Açılan sayfa şekildeki gibidir,



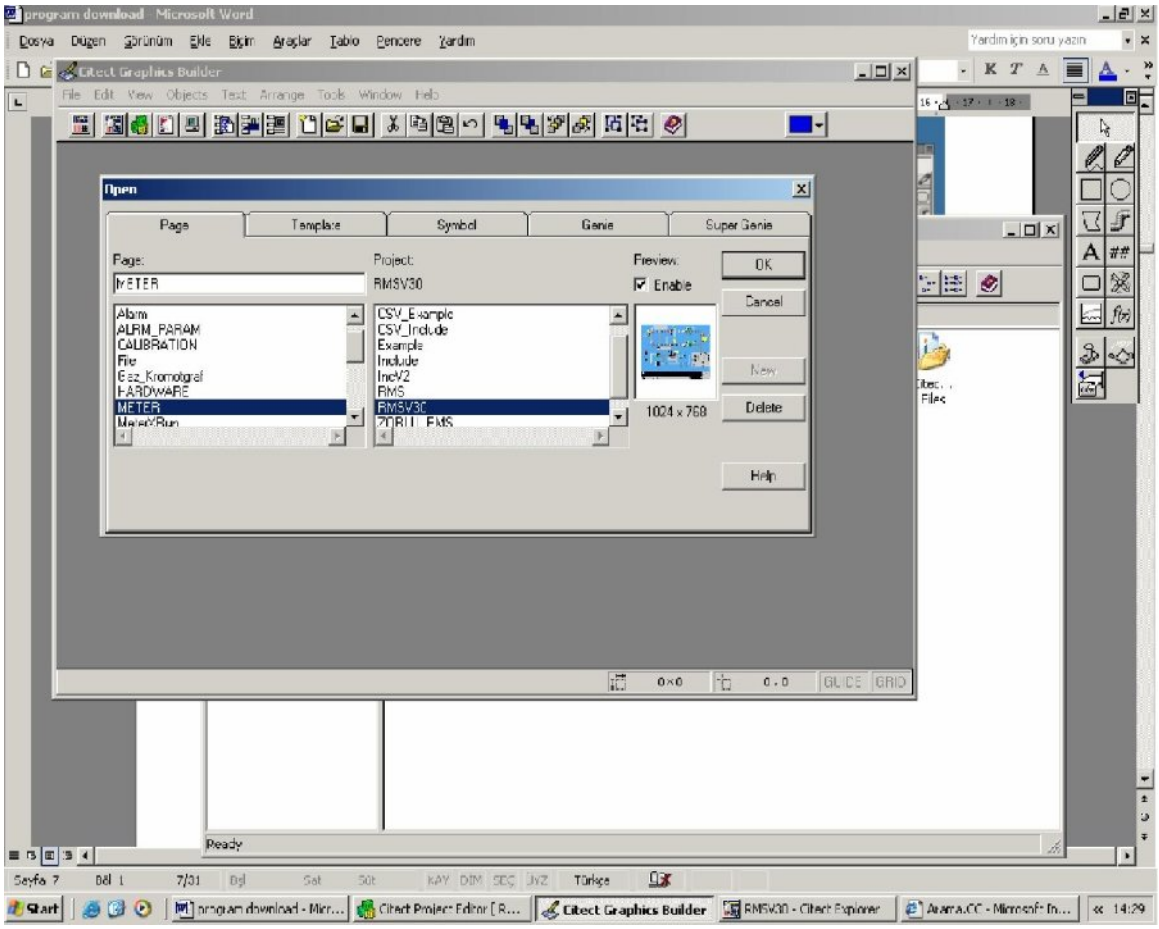
Şekil 3.27. Kurulum Penceresi

SCADA sisteminde Citect explorer dosyasına girilerek Citect Graphics Builder menüsü açılır.



Şekil 3.28. Kurulum Penceresi

Şekilde görüldüğü gibi yeni arayüzler oluşturulmak istenen sayfaya girilir ve gerekli düzeltmeler yapılır.



Şekil 3.29. Kurulum Penceresi

3.3. Scada Sisteminin Genel Yapısı

3.3.1. Scada'nın Tanımı

SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition kelimelerinin ilk harflerinden oluşmuştur. Türkçe'ye "Danışmalı Kontrol ve Veri Toplama Sistemi" veya "Denetimli Kontrol ve Veri Toplama Sistemi" olarak çevrilebilir. SCADA sistemi geniş bir alana yayılmış cihazların bir merkezden bilgisayar aracılığıyla denetlenmesini, izlenmesini, önceden tasarlanmış bir mantık içerisinde işletilmesini ve geçmiş zaman birimine ait verilerin saklanmasını sağlayan sistemlere verilen genel addır. SCADA yazılım paketleri endüstriyel tesislerde altyapı yazılımı görevini görmekte şirket içindeki ağ "INTRANET" ve şirket dışındaki ağ "EXTRANET" lerin birbirine ve fabrikanın tüm katmanlarına kolaylıkla bağlanmasını sağlamaktadır. SCADA yazılımı Tabloleme, Üretim Yönetimi, Üretim Denetimi, Hücre Kontrolü ve Ekipman Kontrolü seviyeleri arasındaki veri alışverişini yeni arabirim yazılımları geliştirilmesine gerek kalmadan sağlamaktadır. SCADA üretiminde merkezi izleme sistemi, grafik kullanıcı ara yüzleri, lokal denetim desteği için araçlar, dağıtılmış uygulamaların entegrasyonu, bilginin işlenmesi görevini üstlenir. SCADA, işletme genelinde herkese, her yerde her zaman kağıt kullanmadan gerçek zamanlı, doğru ve detaylı bilgiyi sağlamakla görevlidir. Günümüzde Üretim Döngüsü üretim, dağıtım, satış, pazarlama, servis geliştirme ve müşterinin sıkı işbirliği ile gerçekleştirilmektedir.

Bu bilgi alışverişi Planlama ve Üretim seviyelerinde tek bir organizasyonun sınırlarını aşmakta ve organizasyonlar arası bilgi akışına dönüşmektedir. Bu da çok yakın bir gelecekte INTERNET – SCADA'nın yaygın olarak kullanılacağının göstergesidir. SCADA üretim endüstrisinde gerçek zamanlı üretim bilgileri için bir omurga oluşturduğu gibi INTERNET teknolojisi kullanılarak değişik bilgi omurgalarına sahip firma dışı ortaklara da gerçek zamanlı veriler taşıyarak ulaşır. Böylece en geniş anlamı ile SCADA Sistemleri Üretim ve Girişim Organizasyonlarındaki değişik altyapı sistemleri entegre edip organizasyonların amacı doğrultusunda çalışmalarını sağlamaktadır.

Büyük bir fabrikanın tüm süreçlerinin grafiksel gösterimi katmanlar halinde saklanmak zorundadır. Bu katmanlar kullanım özelliklerine ve ulaşılmak istenen bilgilere göre ortaya çıkarılabilmektedir. Yakınsaklaştırma fonksiyonları kullanılarak daha önce tanımlanmış katmanlar arasında kolaylıkla hareket ederek istenilen bilgiye ulaşmak mümkün olabilmektedir. SCADA sistemi İzleme, Danışma, Kontrol ve Veri Toplama işlevlerini yerine getirir. SCADA iletim şebekelerinin uzaktan izlendiği ve denetlendiği sistemlerde geçerliyse de , dağıtım şebekelerindeki uygulamaları amaç ve kapsam bakımından çok farklı oluşu nedeniyle bunları adlandırmada yetersizdir. Dolayısıyla dağıtım sistemlerinde bu tür uygulamalara Dağıtım Otomasyonu sistemi denmektedir. İletim şebekeleri SCADA' sı yalnızca enterkonnekte sistemde yer alan merkezleri kapsarken, Dağıtım Otomasyonu indirici merkezlere ek olarak primer devre ve sekonder devrelere kadar iner. Ayrıca denetim merkezindeki Coğrafi Bilgi Sistemi (Geographic İnformation System(GIS)), Arıza İhbar Yöntemi Sistemi (Trouble Call Management System(TCMS)) gibi dağıtım sistemlerine özgü sistemlerde birlikte çalışır. İletim

SCADA'sındaki bilgi alma ve kumanda, gönderilen nokta sayısı tek bir şehrin otomasyonundaki nokta sayısının kat kat altındadır.

Ancak dağıtım şebekesinde yalnızca trafo merkezlerinin gözlendiği ve denetlendiği sınırlı kabiliyette bir otomasyon uygulamasına Dağıtım SCADA sistemi denilebilir. Bu sınırlı uygulama da Dağıtım Sisteminin sorunlarına tek başına bir çözüm getirmez. Dağıtım Otomasyonu şebeke özelliklerinden dolayı hem alan , hem işlev olarak modüler bir biçimde gelişebilir. (Bin, Q., Hoay, B.G., Yilu, L., Eng, K.C., 2002)

3.3.1.1. Danışma Ve Kontrol İşlevleri

Belli bir cihazı veya tesisi uzaktan kontrol edebilmek, bunların verilen kontrol komutuna göre çalışmasını sağlayabilmek ve davranışlarının kontrol komutları doğrultusunda olup olmadığını doğrulayabilmektedir.

3.3.1.2. Uzaklık Kavramı Danışmalı Kontrol Sistemi

Uzaklık için genel kriter ; kontrol bölgesi ile kontrol edilen cihaz arasındaki mesafenin telli kontrol kullanmaya elverişli olmadığı veya pratik olmadığı uzaklıktır. Bir iletişim kanalı üzerinden , Multiplexing tekniği kullanılarak uzak ve geniş coğrafi bölgeye yayılmış bulunan , çok sayıda cihaz ve tesisin sistem operatörü tarafından, danışma ve kontrolünü sağlayan sistem, Danışmalı Kontrol Sistemi olarak tanımlar.

SCADA sistemleri; sistem operatörlerine, merkezi bir kontrol noktasından geniş bir coğrafi alana petrol ve gaz alanları, boru sistemleri, su şebekeleri, termik ve hidrolik enerji üretim sistemleri ile iletim ve dağıtım tesisleri gibi alanlarda vanaları, kesicileri, ayırıcıları, anahtarları uzaktan açıp kapama, ayar noktalarını değiştirme, alarmları görüntüleme, ölçü bilgilerini toplama işlevlerini güvenilir, emniyetli ve ekonomik olarak yerine getirme avantajı sunmaktır.

3.3.2. İşletme Yönetimi Ve Scada Sistemi

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

Bu tür sistemler "Katmanlaşan – Scalable" özelliklerinden dolayı, değişik işletmelerin tüm kontrol ihtiyaçlarını kademeli olarak gerçekleştirilmelerine imkan verir.

Bu katmanlar ;

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

3.3.3. İşletme Kaynak Yönetim Katmanı

İşletmenin Üretimi için gerekli kaynakların planlandığı bu katman' da üretim ve hizmet politikalarını destekleyecek kararlar alınır ve uygulanır. Hizmet ve üretim yönetimi departmanları ile diğer departmanlar arasındaki işbirliği gerçekleştirilir. Burada "İşletme Kaynakları Planlaması" (Enterprise Resource Planning – ERP) yazılımları bu düzeydeki yönetim fonksiyonlarını desteklemek amacıyla kullanılır. Entegre bir SCADA kontrol sisteminin bu katmanında en alt katmandan gelen veriler değerlendirilerek işletmelerin stratejileri geliştirilir, politikalar saptanır ve işletme ile ilgili önemli kararlar alınır. (Walski, T. M.,2003)

3.3.3.1. İşletme Yönetim Katmanı

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

3.3.3.2. Süreç Denetim Katmanı

Süreç Denetim Katmanında izleme ve veri toplama fonksiyonlarının gerçekleştirilmesiyle tesisler ve makinalar arası eşzamanlılık sağlanması amaçlanır. Bu katman, genellikle merkezi kontrol odası bünyesinde kontrol cihazları ve SCADA yazılımları içerir.

3.3.3.3. İşletme Kontrol Katmanı

İşletmelerin Fiziksel Kontrollerinin yapıldığı katman olarak tanımlanabilir. Burada, mekanik ve elektronik aygıtlar arabirimlerle bağlanarak işletme fonksiyonlarını yürütürler. Denetim komutları bu düzeyde tesisin çalışmasını sağlayan elektriksel işaretlere sinyallere ve makine hareketlerine dönüşür, bu dönüşümler elektronik algılayıcılar aracılığıyla toplanır. Toplanan veriler elektrik işaretlerine çevrilerek SCADA sistemine aktarılır. Tahrik motorları, vanalar, lambalar, hız ölçü cihazları, yaklaşım dedektörleri, sıcaklık, kuvvet ve moment elektronik algılayıcıları burada bulunur. SCADA sisteminden verilen komutlar, bu katmanda, elektrik işaretlerine çevrilerek, gerçek dünyada istenen vanaların açılması, ısıtıcıların çalıştırılıp – durdurulması gibi hareketlerin oluşması sağlanır.

3.3.4. Scada Sisteminin İşlevleri

1. İzleme İşlevleri (Olay ve Alarm İşleme)
2. Kontrol İşlevleri
3. Veri Toplama
4. Verilerin Kaydı ve Saklanması Olarak 4 grupta toplayabiliriz.

SCADA SİSTEMİNDEN BEKLENENLER

- Sisteme ait elektriksel ve endüstriyel parametrelerin PC' den izlenebilmesi

- Set edilen değerler için alarm alabilme
- İstenen değerlerin talep edilen periyotlarla kaydedilmesi
- Grafik Trend izleme ve kaydetme imkanı
- Enerji tasarrufuna imkan sağlayan veri tabanı
- Ürün bazına indirgenebilen enerji maliyeti
- Elektrik sarfiyatının faturalandırılması
- Tek bir merkezden dükkan, ofis, grup ve bina bazında yük kontrolü
- Öncelik seçimli yük atma ve yük alma
- Arıza Takibi
- Sistemdeki her noktaya PC' den kumanda imkanı

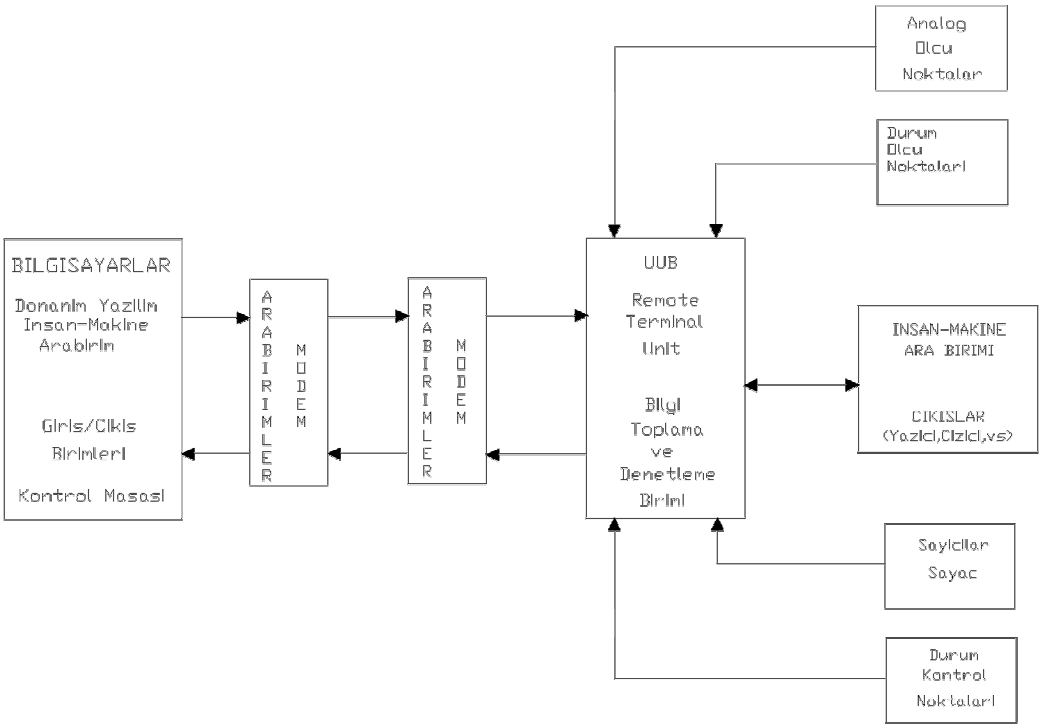
Yazılımdan (software) beklenenler:

- Çabuk kolay uygulama tasarımı
- Dinamik grafik çizim araçları
- Çizim kütüphanesi
- Alarm yönetimi
- Tarih bilgilerinin toplanması
- Rapor üretimi

3.3.4.1. Scada Sisteminin Yapısı

SCADA esas olarak üç bölümden oluşur.

1. Uzak Uç Birim (Remote Terminal Unit(RTU))
2. İletişim Sistemi
3. Kontrol Merkezi Sistemi (Ana Kontrol Merkezi AKM – Master Terminal Unit MTU) (Anonim, BOTAŞ Dergisi, 21-22, 2004).



Şekil 3.30. SCADA Sisteminin Genel Yapısı

3.3.4.2. Scada Sisteminin Uygulama Alanları

SCADA sistemlerinin birçok uygulama alanları vardır.Geniş bir coğrafya alanına yayılmış, bölgesel ve yerel tesislerin birçoğunda kullanılmaktadır.Başka sistemlere de alt yapı teşkil etmektedir.SCADA sistemlerine ilave işler eklenerek Enerji Yönetim Sistemleri (EMS) ve Dağıtım Yönetim Sistemleri (DMS) gibi sistemler oluşturur.

SCADA sistemlerinin başlıca kullanım alanları şunlardır:

- Kimya Endüstrisi
- Doğal ve Petrol boru hatları
- Petrokimya Endüstrisi
- Demir Çelik Endüstrisi
- Elektrik Üretim ve İletim Sistemleri
- Elektrik Dağıtım Tesisleri
- Su Toplama , Arıtma ve Dağıtım Tesisleri
- Hava Kirliliği kontrolü
- Çimento Endüstrisi
- Otomotiv Endüstrisi
- Trafik Kontrolü
- Gıda Endüstrisi
- Bina Otomasyonu
- Proses Tesisleri

Kısaca bir tesiste ;ölçüm yapılacak yerlerin alanları km² ile ölçülüyor ve kilometrelerce uzakta ise ,basit komutlar görüntülemelerle kontrol edilecekse ve iyi bir işletme için; sık ,düzenli ve hızlı cevap süreleri gerekli ise SCADA sistemi uygulanabilir.

3.3.4.3. Scada Sisteminin Fonsiyonları

1. İzleme işlevleri
2. Kontrol işlevleri
3. Veri toplama
4. Verilerin kaydı ve saklanması

olarak 4 grupta toplanabilir.

3.3.4.4. İzleme İşlevleri

- Durum denetimi (açık-kapalı)
- Eşik ve limit değer denetimi (analog ölçümler)
- Olay ve alarmların rapor edilmesi, gruplandırılması,sınıflandırılması
- Trend denetimi

3.3.4.5. Kontrol İşlevleri

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

3.3.4.6. Veri Toplama

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

3.3.4.7. Verilerin Kaydı Ve Saklanması

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

3.3.5. Scada Sisteminin Kontrol Birimleri

3.3.5.1. Kontrol Merkezi (Mtu) Tanımı

İngilizce' de, yaygın olarak kullanılan adı Master Terminal Unit (MTU) Türkçe' ye ana veya yönetici giriş ünitesi olarak çevrilebilir. Yaptığı işlevleri de göz önüne alarak bu birimi Ana Kontrol Merkezi veya kısaca Kontrol Merkezi olarak Türkçe' ye çevirebiliriz.

Kontrol Merkezi geniş bir coğrafi alana yayılmış tesislerin, bilgisayar esaslı bir yapıyla uzaktan kontrol edildiği, izlendiği ve yönetildiği yer olarak tanımlanabilir. Kontrol merkezleri genelde SCADA sistemlerinin ve kontrol edilecek tesislerin merkezi bir yerine kurulur.

Kontrol merkezi, sistemin güvenilirliğinden sorumludur. Yetki verilmeksizin açma kapama işlemi yapılamaz. Bunun sonucunda merkez; bakım için dağıtım birimlerinin hizmetten çekilmesi, işletme modelinde değişiklikler yapak, dağıtım sisteminde arıza durumunda ortaya çıkan sorunların çözümü için gereken bütün açma – kapama işlemlerinde müsaade eder ve bunları denetler.

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

Dağıtım Sisteminde arıza olması durumunda kontrol merkezi sorunları gidermek ve mümkün olan en kısa sürede normale dönüşü sağlamak zorundadır. Bir yandan dağıtım donanımının devre dışı kalma stratejisini hesaba katarak, kritik durumların ortaya çıkarılmasına imkan verecek çağdaş izleme yöntemleri kullanılmalı, diğer yandan arızaların anında yerlerinin tespitine imkan vermelidir.

Kontrol merkezinde özellikle tüketim miktarları, dağıtım donanımının kullanım sayıları ve arızalar hakkında istatistiksel tutulması çok önemlidir. Bu istatistikler daha sonra geçmişteki işletme planlamasında aynı zamanda sistem planlamasında kullanılır.

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

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

Merkezi bilgisayar; RTU'lardan periyodik olarak gelen verileri, sistem üzerinden alınan ikazları, istenilen bilgileri düzenli olarak saklar. Merkezi yazılım bu bilgileri değerlendirerek kontrol eder. SCADA Sistemlerinde merkezi bilgisayar vasıtası ile RTU'lardan ve sistemin diğer elemanlarından toplanan bilgiler gerek duyulan hallerde her türlü raporlar çıktı olarak kullanıcının istemine sunulur. Merkezi Sistemin denetlenen sistemin akış diyagramının ekran üzerinde görüntülenmesi sağlanır. Dolayısıyla operatör tüm sistemi ekran üzerinde gözlemleyerek sistem takibi yapabilir. Sistemin çalışması açısından RTU'lardan gelen alarm ve arıza uyarıları çok önemli olduğundan merkezi yazılım bu durumları görsel ve sesli olarak operatöre bildirir. Merkezi Sistem birimi; yöneticilerin işletme operatörlerini, bakım elemanlarını ve tüm işletim sistemini gerçek zamanlı görsel olarak izleyebildikleri fiziksel çevredir. Kontrol merkezinde merkezi bilgisayardan başka bulunan kullanıcı ara birimleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

3.3.5.2. Bilgisayar Terminalleri

Birçok kullanıcıya çalışma imkanı veren bu terminaller operatörlerin sistemi takip edebilmelerini sağlar Sistemin kontrolü için gerekli bilgilerin girilmesi veya değiştirilebilmesi mümkün olabilmektedir.

3.3.5.3. Bilgisayar Ekranları

Ekranlar ile dinamik işletme noktasının (kesici, ayırıcı, motor, vana, ölçü noktası) sürekli gözlenmesi sağlanır.

3.3.5.4. Yazıcılar

İşletmeye ve sisteme ait tüm durum ve arıza hallerini raporlama imkanı sağlar Kontrol merkezi'nin sistem içindeki yeri ifadesinde ,sistem içinde bulunması gereken nokta anlaşılmaktadır.Kontrol merkezi için işletme sahasında merkezi bir bölge seçilmelidir.Bu durum SCADA sisteminin haberleşme performansı açısından önemlidir.Kontrol merkezi ,sistem içinde bir noktada olabileceği gibi birden fazla da olabilir.hatta ; çok büyük sistemlerde ana kontrol merkezi altında ana kontrol merkezleri de bulunabilir. Kontrol merkezinde birden fazla operatöre kullanım imkanı vermek için bilgisayar terminalleri bulunmaktadır.Bu bilgisayarlardan sistemin kontrolü için gerekli bilgilerin girilmesi veya değiştirilmesi mümkün olabilmektedir.

3.3.5.5. Ana Terminal Birimi'nin Görevleri

Kontrol merkezinin görevleri ; kullanılan SCADA yazılımının fonksiyonları ve kontrol merkezinde bulunan bilgisayar ve haberleşme sistemi donanımlarının fonksiyonları doğrultusunda yerine getirilmektedir.Kontrol merkezi görevlerini yerine getiren SCADA yazılımı haricinde kullanılan donanımlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1. Bilgisayar terminalleri
2. Bilgisayar ekranları
3. Yazıcılar ve çiziciler

Bu donanımlar ve SCADA yazılımı fonksiyonları doğrultusunda kontrol merkezi görevlerini aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

1. Uzak uç birimlerinden (RTU lardan)bilgilerin toplanması
2. Toplanmış bilgilerin yazılım programında işlenmesi
3. İşlenmiş bilgi sonucuna göre kontrol komutunun gönderilmesi
4. Belli olaylar sonucunda alarm oluşturma
5. Oluşan olayları ve verileri zaman sırasına göre, alarm ve trend ekranlarından operatöre görüntülemek
6. Toplanmış ve işlenmiş bilgiyi sonuçlarında yazıcı ve çizici ile rapor çıkarma
7. yazıcı, çizici, haberleşme birimleri gibi ek donanımların kontrolü oluşan olayları ve alılan veriler zaman sırasına göre, alarm ve trend ekranlarından operatöre görüntüleme işlemi, örnek birer alarm ve trend ekranı ile aşağıdaki gibi açıklanabilir:

Alarm ekranı: Her SCADA yazılımının sunduğu fonksiyonlar farklı olduğu gibi, kontrol noktalarından sistem operatörüne bildirilen alarmlarda yazılıma göre

değişmektedir.Ancak bu temel işlemler yönden ortak özellikler bulunmaktadır.Önemli olan özelliklerden biri,;alarm oluşacağı durumu, sistem çalışır durumda iken ayarlayabilmek ve değiştirebilmektir.Kontrol bilgisayarı ana sayfasından alaram sayfasına geçiş tek bir butonla kolaylıkla yapılabilir.

Bir alarm sayfasında kontrol edilen sisteme ait şu bilgiler bulunmaktadır:

1. Alarmın ait olduğu sisteme adı
2. Alarmın cinsi (type)

• En düşük alarm (low low alarm)
• Düşük alarm (low alarm)
• Sapma alarmı (deviation alarm)
• Yüksek alarm (high alarm)
• En yüksek alarm (high high alarm)
• Arıza alarmı (disable alarm)

3. Proses durumu (state)

• Durduruldu (inactive)
• Çalışıyor (active)

4.alarmın saati (saat, dakika, saniye)
5.alarmın tarihi (ay, gün, yıl)
6.proses adı (seviye kontrol, sıcaklık kontrol vb.)
7.ölçüm sonucu (value)
8.mesaj

Yukarıda belirtilen özellikler bir alarm sayfasının sütunlarını oluşturmaktadır. Satırlara alarmlar oluş sırasına göre ve özellikleri ile ilgili sütunlara kaydedilir.Bu özellikler yukarıdaki alarm ekranında görülmektedir.

Alarm oluş sırasına göre ikiye ayrılmaktadır.

1. Şimdiki alarm :Alarm sayfasının bir kısmında toplanır.Bu bölümün belli bir alarm sayısı vardır.

2. Günlük alarm:Alarm sayfasının diğer kısmıdır. Current alarm bölümündeki alarm sayısı aşıldığı durumda her yeni alarm oluşumunda, eski alarmlar oluş sırasına göre bölgeye kaydedilir.

Bir prosese ait alarmlar bu sayfada toplanmaktadır.Bu bilgiler sistem işleyişi hakkında önemli bilgiler vermektedir. Oluşan arızalar anında görülmekte ve müdahale edilebilmektedir.İstenildiği taktirde alarm sayfası kontrol merkezi bilgisayarı tarafından yazdırılmaktadır.

3.3.5.6. Trend Ekranı

“Trend” sözcüğü sözlük anlamıyla eğilim, eğri anlamına gelmektedir.SCADA yazılımlarında kullanılan anlamı ise:kontrol edilen sisteme ait değerlerin değişimini gösteren eğridir.Trend ekranında birden fazla değere ait eğriler yer alır.Bu değerler farklı

renklerdeki eğrilerle temsil edilirler ve trend ekranında hangi rengin hangi resmi temsil ettiği belirtilir.

Bir sistemde sürekli değişen değerler olmakla beraber anlık değişen değerlerde olabilir.Sürekli değişim gösteren değere örnek olarak :kontrol ve kumandası yapılan bir tanktaki sıvı seviyesi verilebilir.Bir vananın açık ve kapalı konumları ise anlık değişen değere örneklerdir.

3.3.5.7. Kontrol Merkezi Mimarisi

a) Sistem bilgisayarları
b) Kullanıcı ara birimleri insan makine ara birimleri(MMI), operatör ara birimi de denir.
c) Veri toplama giriş-çıkış birimleri(frond-end bilgisayarlar),
d) Mimik diyagram ya da ekran projeksiyon sistemleri,
e) Yazıcılar ve çiziciler,
f) Veri toplama birimleri,
g) Kesintisiz güç kaynağı,
h) Zaman ayar sistemi,
i) Yerel iletişim ağı,
j) İzole, yükseltilmiş tabanlı kumanda odası veya odaları gibi bileşenlerden oluşur.

3.3.6. Sistem Bilgisayarları

Bilgisayarlar, kontrol merkezindeki her türlü ek birimler üzerinde, denetimi ve koordinasyonu sağlayan birimlerdir. Bu işlemleri giriş, çıkış, bellek, merkezi işlem, bilgisayar işletim sistemi ve uygun yazılım programları vasıtası ile yerine getirmektedir.

3.3.6.1. Giriş Birimi

Giriş birimi, merkezi işlem birimine dış birimlerden verilerin gelmesini sağlar. Bu birimin kontrol ettiği birimler şunlardır.

3.3.6.2. Klavye

Yazıların girilmesi için kullanılır.
Mouse, digitizer, scanner gibi şekil ve benzeri şeylerin bilgisayara aktarılmasında kullanılır.

3.3.6.3. Haberleşme Birimleri

Bilgisayarın diğer bilgisayarlarla iletişim kurmasını sağlar. Bu iletişim genellikle MODEM (telefon hatları) ya da veri ağlarıyla (LAN, WAN gibi) sağlanır.

3.3.6.4. Depolama Birimleri

Depolama birimleri gelen verileri ya da bilgisayarda çalışan programları depolamak için kullanılır. Bu birimler sabit disk, manyetik teyp gibi birimlerdir.

3.3.6.5. Çıkış Birimi

Çıkış birimi verilerin dış dünyadaki ünitelere ulaştırılmasını sağlar. Örneğin ekrandaki bir bilginin yazıcıya aktarılması için bu birim kullanılır. Çıkış birimine bağlı olan birimler şöyle sıralanabilir:

3.3.6.6. Yazıcılar

Raporlar, alarmlar gibi bilgilerin kağıt üzerine aktarılmasını sağlar.

3.3.6.7. Depolamam Birimleri

Yedekleme ve depolama amacıyla kullanılır.

3.3.6.8. Grafiksel Giriş Birimi

Bilgisayarlardaki verilerin kullanıcıya gösterilmesinde kullanılır. Bu birimlerden bir kaçı Monitör, Projeksiyon cihazları, Mapboard' lardır.

3.3.6.9. Bellek

Bilgisayarın çalıştırdığı programların bulunduğu ve verilerin depolandığı birimdir. RAM (Rasgele Erişimli Bellek), ROM (Sadece Okunabilir Bellek), CACH (Hızlı Tampon Bellek) olmak üzere üç çeşit bellek vardır. Bilgisayarın içinde bulunan veri yolu bir çok üniteye gitmektedir. Bu yüzden veri yolu üzerinden hafızaya erişimin bir ünite tarafından denetlenmesi gerekir. Bilgisayarda bu işlev Bellek Erişim Denetleyicisi tarafından yerine getirilmektedir

3.3.6.10. Merkezi İşlem Birimi

Merkezi İşlem Birimi, bilgisayarın içindeki birimlerin koordinasyonunu sağlar. Veriler üzerinde aritmetiksel ve mantıksal işlemler yapar. Farklı birimler arasında veri transferi sağlar.

Kontrol Merkezlerinde Kullanılan Bilgisayar Çeşitleri

SCADA Sistemi Kontrol Merkezlerinde kullanılan bilgisayar sistemlerini;

a) Kişisel Bilgisayarlar,
b) Mini Bilgisayarlar,

c) Süper Mini Bilgisayarlar,

d) Mainframe Bilgisayarlar, olarak sınıflandırabiliriz

Kişisel Bilgisayarlar: Oldukça yaygın olarak kullanım alanlarına sahip bu bilgisayarlar SCADA Kontrol Merkezlerinde kullanılırlar. Genişletilebilir olma özelliğine sahiptirler. Kontrol Merkezlerinde alarm ve raporların alınmasında, istatistiksel analizlerde, RTU' larla haberleşme ve ek ünitelerin kontrolü amacıyla kullanılırlar.

Mini Bilgisayarlar: Mainframe bilgisayarlara göre daha az yer tutarlar. Ancak onlardan daha yavaştırlar. Kontrol merkezlerinde ana bilgisayarlara veri sağlama, ek üniteleri kontrol etme, dolayısıyla sistemin performansını yükseltmek amacıyla kullanılırlar. Genellikle bir tane merkezi kontrol birimleri vardır.

Süper Mini Bilgisayarlar: Paralel merkezi kontrol sistemi ile donatılmışlardır. Bu yüzden yüksek hızlarda çalışabilirler. Bu hız saniyede 20 ila 100 milyon komut işlemeye kadar çıkabilir. Süper Mini Bilgisayarlar yavaş yavaş Mainframe Bilgisayarların yerini almaya başlamışlardır. Bu yüzden kontrol merkezinde ana bilgisayar olarak kullanılabilirler.

Mainframe Bilgisayarlar: Çok yüksek kapasiteli veri işleme hızına sahiptirler. Birden fazla merkezi kontrol birimleri vardır. Çok kullanıcılı bir işletim sistemi içerirler. En büyük dezavantajı çok fazla ter kaplamasıdır. Ayrıca özel olarak hazırlanmış mekana ihtiyaç duyarlar. Bulundukları mekanın sıcağa, neme ve kirli havaya karşı korunmuş olması gerekir. Kullandıkları enerjinin de regüle ve filtre edilmiş olması gerekir. Arıza durumunda bütün sistem durmaktadır. Mainframe bilgisayarlar kontrol merkezinde ana bilgisayar olarak kullanılırlar

3.3.7. Bilgisayar İşletim Sistemi

Bilgisayar İşletim Sistemi, bilgisayar sisteminde çalışan programların denetimini yapar, ek birimlere erişimi sağlar. Verilerin depolama yada yedekleme birimlerine transferini sağlar, bellek erişimini ve sistem kullanıcılarının erişimini denetler. İşletim sistemlerinin tek görevli ve tek kullanıcılı, çok kullanılıcı olmak üzere iki tipi vardır. Bunlardan ilki aynı anda sadece bir tek kullanıcının bilgisayarı çalıştırmasına izin verir. İkincisinde birden fazla kişi, birden fazla programı aynı anda işletebilmektedir. Bu sistemler genel olarak iletişim ağı tabanlıdır. Dolayısıyla verilerin ortak kullanımı söz konusudur. Örnek olarak UNIX, POSIX işletim sistemleri gösterilebilir.

3.3.7.1. Kontrol Merkezi Bilgisayarı Yazılım Programları

Elektrik dağıtım sistemlerinin işletilmesi ve yönetilmesinde otomasyonun bulunmadığı ülkemizde, özellikle büyük şehirlerde, dağıtım otomasyonu ve SCADA sistemlerinin kurulması kaçınılmaz olmuştur. Bilgisayar yazılım ve donanım teknolojilerindeki gelişmeler otomasyon sistemlerinin tasarımını da etkilemekte, bu tür otomasyon işlevlerini ekonomik ve teknik açıdan mümkün kılmaktadır.

Yazılım teknolojisinde yeni bir teknik olan nesneye dayalı programlama (Object – Oriented Programming: OOP) metoduyla gerçekleştirilebilir. OOP, bilgisayar

teknolojisinde büyük yazılım sistemlerinde çözüm getiren önemli bir gelişmedir. OOP yaklaşımı ve avantajları şöyle özetlenebilir:

• Fiziksel nesneler ve düşünceler program içinde nesneler ve sınıflar olarak tanımlanır. Mühendis daha çok kendi alanıyla ilgili konularda çalışır ve bilgisayar tabanlı sorunlarla uğraşmaz.

• Algoritmik süreçlere alternatif olarak nesneler birbirlerine mesaj göndererek süreci oluştururlar ve hepsi sadece mesaj göndererek iletişim kuran bağımsız program parçacıklarıdır.

• Fiziksel dünyadaki nesneler arası ilişkiler program nesneleri arasında da kurulabilir. Böylece sistem mimarisi insanın algıladığı biçimde tasarlanıp sunulabilir.

• Birbirine benzer nesneler gerçek dünyada olduğu gibi bir soya çekim hiyerarşisi içinde bulunur ve özelliklerini kendilerinden önce gelen sınıftan alırlar.

Bu temel özellikleri yanında, OOP, programlamaya veri gizleme,soyutlama ve çok şekillilik gibi kolaylıklar getirir.

Müşteri/Hizmetli (Client/server) mimarisi çok süreçli dağıtım sistemlerde yaygınca kullanılan bir mimaridir. Açık sistem yaklaşımının öngördüğü biçimde başka sistemlerden alınan parçaların asıl sisteme eklenebilmesi bu mimari sayesinde gerçekleştirilebilir. Entegre edilmesi düşünülen modül sistem katmanlarından kendi düzeyinde olan birine müşteri olur. İletişim protokollerinde olduğu gibi her katman, altındaki katmanın hizmetlerini kullanır ve kendi üstündeki katmana hizmet verir. Her katman ayrıca alt katmanlardan oluşabilir.

SCADA sistemi yazılım programları oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir ve gelişimi yıllar alır. Bu nedenle SCADA gibi büyük sistemlerde yazılım çok pahalıdır.

Böyle karmaşık yapılı yazılımlar yazılım mühendisliğinin konusudur. Yazılım mühendisliğinin amacı kaliteli yazılım üretmektir. Yazlımın pahalı olması, elde edilmesinin ve geliştirilmesinin zor olması nedeniyle donanımda olduğu gibi yazılımda da kalite ve performans üstünlüğü aranmaktadır. Bir program yazlım sürecinde, analiz, tasarım, kodlama ve test aşamalarından geçmektedir. Yazılım sürecinin %60' ını analiz ve tasarım aşamaları oluşturmaktadır. Bu nedenle bir yazılımda esas önemli olan analiz ve tasarımdır.

3.4. Bilgisayar Yazılım Programlarının Yazılım Kalitesi

Yazılım kalitesini belirleyen iç ve dış etkenler şunlardır:

• Geliştirilebilirlik,
• Doğruluk,
• Anormal durumlara karşı koyabilme,
• Uyumluluk,
• Yeniden kullanılabilir olma,
• Verimlilik,
• Taşınabilir olma,
• Doğrulanabilirlik,
• Modüler olma,

• Okunabilir olma
• Öğrenme ve kullanma kolaylığı,

3.4.1. Geliştirilebilirlik

Teknolojideki değişimlere, yeni isteklere karşı açık olması

3.4.2. Doğruluk

Yazılımın bütün istekleri doğru olarak yerine getirmesidir.

3.4.3. Anormal Durumlara Karşı Koyabilme

Tanımlı olmayan durumlarda, istenmeyen tepkiler vermemesidir.

3.4.4. Uyumluluk

Yazlımın başka yazılımlarla kolay entegre olabilmesi başka sistemlerle beraber çalışabilmesi

3.4.5. Yeniden Kullanılabilir Olması

Yazılımın yada onu oluşturan parçaların başka amaçlarla kullanılabilmesi ve yeni programlara destek verebilmesidir.

3.4.6. Verimlilik

Programın, kaynakları verimli kullanması ve performansının yüksek olması

3.4.7. Taşınabilir Olma

Programın farklı yazılım yada donanım ortamlarında çalışabilir olması; Yani sistemde kullanılan makineden, ek birimlerden ve işletim sisteminden bağımsız olmasıdır.

3.4.8. Doğrulanabilirlik

Programı test edebilmek ve hataları bulabilmek için test programlarının ya da test yöntemlerinin tanımlanmış olmasıdır.

3.4.9. Modüler Olma

Programın birbirinden bağımsız küçük modüllerden oluşmasıdır.

3.4.10. Okunabilir Olma

Programın dökümünün yeterince açık ve anlaşılır olmasıdır. Öğrenme ve Kullanım Kolaylığı: Programı kullanacak olan kişilerin programın iç yapısını bilmesine gerek duymadan öğrenebilmesi ve kullanabilmesidir. Gerektiğinde kullanıcıyı uyaracak ve istedikleri bilgileri sağlayacak yardım fonksiyonlarına sahip olmasıdır.

Yazılım mühendisleri kaliteli yazılım çıkarken bu unsurlara dikkat etmelidir. Alıcının da yazılımdan sadece istenilen fonksiyonları yerine getirmesini değil, bu kalite unsurlarını da sağlamasını da beklemelidir. Görünürde aynı işi yapan (hatta ayın performansa sahip) iki programdan, bu unsurlar göz önüne alındığında, biri diğerinden çok farklı olabilir.

Çok karmaşık olan yazılım sistemlerinde kaliteye ulaşmak için aşağıdaki unsurların göz önüne alınması genel bir çözüm sağlar.

a) Standartlara uyma,
b) Açık sistemler gerçekleştirme,
c) Tasarıma gereken önemi verme,
d) Standartlaşmış yüksek düzeyli diller kullanma,
e) Nesneye dayalı tasarım tekniklerini ve programlama dillerini kullanma

3.4.11. Yazılım Sistemini Oluşturan Parçalar

SCADA yazılım sistemi; bir veri tabanı, veri toplama sistemi ve bunlarla birlikte çalışan programlardan oluşur. Programlar CPU' lar üzerinde dağıtılmış olabilir. Aynı zamanda bir CPU birden fazla programı kontrol edebilir. Modern SCADA merkezlerinde irili ufaklı yüzlerce program aynı anda yada isteğe bağlı olarak değişik çalışabilir. Programların çoğu diğer programlarla iletişim halindedir.

Genelde amaç; veri toplama donanımından verileri veri tabanına kaydetmek, kullanıcı arabiriminde görüntülemek, denetim işlevini sağlamak ve güncel yada geçmişe dönük veriler üzerinde analizler yapmaktadır.

SCADA merkez sistemini oluşturan yazılım birimleri;

1. Veri toplama sistemi,
2. Veri tabanı be Veri tabanı yönetimi,
3. Kullanıcı arabirimi,
4. Yerel Giriş – Çıkış,
5. Rapor çıkarma, sebep gösterme
6. Veri analizi,
7. Uygulama programları,
8. Konfigürason araçları
9. Donanım yönetim programları
10. Eğitim, test, simülasyon ve hata bulma programları,
11. Yerleştirme ve kurma programları,
12. Diğer araçlar

3.4.12. Veri Toplama Sistemi

a) Veri tarama,
b) Olay dizisi bilgisi alma,
c) İletişim istatistiklerinden oluşur

Veri Tarama Sistemi: RTU' dan bilgi taramak, veri tabanına ve diğer ilgili birimlere iletmekle yükümlüdür. RTU' dan nasıl tarama yapılacağı bu sistem içindeki tarama programlarında tanımlıdır ve değişebilir olmalıdır. Tarama sıklığı veri tarama sistemi içinde önemli bir kavramdır. Analog ve sayısal veriler için farklı olabilir. Günümüzde bütün verilerin birkaç saniye aralıkla yenilenmesi mümkündür. Tarama için farklı teknikler kullanılabilir. Bazı tekniklerde gözlenen noktada bir değişim varsa veri alma işlemi gerçekleşir. Hatta değişim hızına göre veri alma işlemi sıklığı arttırılıp azaltılır. Verilerin alarm yaratıp yaratmaması, RTU' dan yapılıp istasyona kesme olarak gelebileceği gibi, merkezde de alarm yaratabilir.

Olay Dizisi Alma ve İletişim İstatistikleri: Gerektiğinde milisaniye düzeyinde bilgi almayı sağlar. Olaylar arası öncelik sırasını gösterir. Veri toplama sistemi toplanan verilerin doğruluğu üzerinde istatistikler yapılabilir ve RTU' larla olan iletişimin güvenilirliği hakkında rapor çıkarılabilir. Bu raporlar ışığında iletişim teknolojisi değiştirilir ya da geliştirilir.

3.4.13. Veri Tabanı Ve Veri Tabanı Yönetimi

a) SCADA gerçek zaman verileri
b) SCADA' ya ait statik veriler
c) Kontrol Merkezi konfigürasyonu ile ilgili veri tabanı
d) Yazılımlara ait diğer veri tabanları

SCADA Gerçek Zaman Veri tabanı: RTU' lardan elde edilen ve zaman bilgisi taşıyan verilerin tutulduğu veri tabanıdır. Her taramada yenilenir. Verilerin çokluğu zamanla artar ve erişim hızının yüksek olması beklenir. Her gözetleme noktasına ait şu veriler bu veri tabanında tutulur.

- Noktanın görüntüleneceği renk
- Noktanın durumu
- Varsa sınırları
- Denetlenebilir olup olmadığı
- Zaman grafiğinin çizilip çizilemeyeceği
- Gerçek, hesaplanmış yada varsayılan bir değer olduğu
- Ölçülen yada elle girilen bir değer olduğu

Farklı uygulama programları ile uyumlu olabilmesi için veri tabanının standartlara uygun olması gerekir. Veri tabanı yönetimi SQL gibi standart erişim yollarına açık olmalıdır. İlişkisel veri tabanı kullanımı uygun olmakla beraber günümüzde nesneye dayalı veri tabanı sistemleri ilişkisel veri tabanı sistemlerinin yerini almaktadır. Veri tabanı işlemlerini yapacak

CPU' nun diğerlerinden ayrı olması ve diğer birimlere veri tabanı hizmeti vermesi öngörülür hem bu veri tabanı yöneticisinin hızı hem de diğer programların hızı açısından önemlidir.

SCADA Statik Veri Tabanı:SCADA sistemi ile ilgili konfigürasyon verileri tutar. Bunlar şu verilerdir :

- Eleman adresleri
- RTU işletim tipi
- İstasyon şemaları
- Network bilgisi, bağlantı bilgisi
- Elemanlara ait Statik bilgisi

Bu veri tabanı statik olmakla beraber güç sisteminde olacak değişiklikler karşısında güncelleştirilebilir olmalıdır.

3.4.14. Kullanıcı Arabirimi

Kullanıcı arabirimi sistem gözetleme ve kontrolün esas yapıldığı noktadır. Veri tabanı ve veri toplama sistemi ile iletişim kurarak verileri görüntüler ve kullanıcının komutları SCADA' ya iletilir. Kullanıcı arabiriminin özellikleri şunlar olmalıdır :

- Sistem şemalarını kolayca görüntüleme
    - Herhangi bir noktanın bütün verilerini görüntüleyebilme ve üzerinde yazabilme
- Sisteme yeni veri noktaları ekleyebilme
- Zoom, pan gibi grafik görüntüleme tekniklerine sahip olma
- Ekran üzerinde başka programları çağırabilme
- Bağlantı bilgisini şemalar üzerinde gösterilebilme
- Çeşitli düzey ve detaylara şema görüntüsünü verebilme
- Öğrenme ve kullanma kolaylığı
- Güvenlik için erişim sınırlaması

Modern MMI sistemleri tüm grafik ekranları üzerinde çok pencereli ortamlar aracılığı ile çok iyi bir kullanıcı arabirimi oluşturmaktadır. (Telvent,1999)

3.4.14.1. Yerel Giriş - Çıkış

- Yerel RTU' yu tarama ve yerel denetim
- Çıkış denetim sinyalleri yaratma
- Mapboard için sinyal oluşturma
- Yerel saat ve frekans bilgisini elde etme

3.4.14.2. Rapor Çıkarma, Sebep Gösterme

SCADA, gerçek zaman veri tabanı kullanarak geçmişe dönük yada güncel veriler hakkında istatistiksel raporlar çıkarır. Olay dizisi verilerinden de faydalanarak sebep gösterir ve hata yerini bulur. Çıktıkları yazıcı ile ekrandan verebilir.

3.4.14.3. Uygulama Programları

SCADA programları gerçek zaman verilerine ve başka verilere dayanarak sistem bakım ve onarım ve gelişimi için kullanılan programlardır. GIS (Geographic Information System: Coğrafi Bilgi Sistemi) örnek olarak verilebilir.

3.4.14.4. Konfigürasyon Araçları

Sistemin ilk kuruluşunda ve sistemin değişmesi durumunda verilerin doğru noktalardan doğru aralıklarla görüntülenmesi için konulan parametrelerin girilmesi amacıyla kullanılır. Bu programların kolay kullanılabilir olması ve hata yapmaya karşı korumalı olmaları gerekir. Sistemdeki değişiklikler fonksiyon değişimi gerektirmediği sürece yeniden programlama gerekmemelidir.

3.4.15. Donanım Yönetim Programları

- İşletim Sistemi
- Network Sistemi
- Pencere Sistemi

3.4.15.1. İşletim Sistemi

Çeşitli işletim sistemleri kullanabilmekle beraber SCADA sisteminin dağıtılmış işlevlerden oluşan yapısı çok grevli (multitasking) işletim sistemlerinin kullanımını gerektirir. SCADA sistemleri için UNIX iyi bir adaydır. Ayrıca standart işletim sisteminin seçimi farklı firmalardan alınacak ürünlerin birlikte çalıştırılmasına olanak sağlar. (Curtis, K. A., 2000)

3.4.15.2. Network Sistemi

Süreçler arası veri alışverişini ve ek birimlerle çeşitli noktalardan erişim olanağı tanır. Network sisteminde standartlara uyumun faydaları

- Tek bir firmaya bağlı kalmama
- Kaliteli ürünler
- Fiyatların düşmesi
- Uyumlu ürünler

3.4.15.3. Pencere Sistemi

Pencere sistemi bir pencere kütüphanesinde ve işletim sistemi ile birlikte çalışan pencere yöneticisinden oluşur. Grafik ekran üzerinde açılan dörtgen alanlar pencere olarak adlandırılır. Pencere sistemleri menü, tuş gibi grafiksel giriş araçlarının eklenmesine izin verirler. X-Windows pencere sistemleri içinde en çok kullanılandır :

- Donanım marka ve modelinden bağımsızdır.
- Nesneye dayalıdır.

- Olay güdümlü bir sistemdir.
- Network tabanlıdır.
- Yaygındır.
- Açık bir sistemdir.
- X-Windows uygulamaları taşınabilir.

3.4.16. Kurma Ve Yerleştirme Programları

Sistemin ilk kuruluşlarında program kodlarını disk alanı içinde uygun yerlere yerleştirmek ve ilk çalışma alanını yaratmak, veri tabanının ilk durumunu hazırlamakta görevlidir.

3.4.17. Eğitim, Test Ve Simülasyon Programları

Kullanıcıların yetiştirilmesi, sistemin çalışırlığının kontrolü amacıyla, genellikle SCADA' ya bağlı olmadan çalışan programdır. Simülasyon programları RTU ve diğer SCADA elemanlarını simüle ederek eğitim programlarına yardım eder.

3.4.18. Kontrol Merkezi Kullanıcı Arabirimi

(İnsan Makine Arabirimi - IMA) (Man Machine Interface - MMI)

3.4.19. Kullanıcı Arabirimi

SCADA Sistemi ile operatör arasındaki ilişkiyi kuran temel birimlerden biridir. SCADA Sistemi kumanda merkezine bağlayan kullanıcıya sistemin her konusunda bilgi sağlayıp yardımcı olan merkezi ve karmaşık bir yapıdır. Süper Mini bilgisayarlar sayesinde daha kaliteli, hızlı, açık seçik, yeterli bilgileri, gelişmiş yazılım programlarını da kullanarak sunmaktadır. Kullanıcı arabirimi yapı olarak karakter grafik veya gerçek grafik olabilir.

3.4.20. Karakter Grafik Yapı

Günümüz teknolojisinde kullanılmaktadır. Hızlı fakat sınırlı görüntü verme özelliğine sahiptir. Terminal mantığı ile çalıştıklarından görüntü çağırma süresi fazladır.

Terminaller ortak işlemcilere kontrol edildiklerinden terminallerin biri diğerini beklemek zorundadır. Oldukça büyük ve çok yer işgal ederler.

3.4.21. Gerçek Grafik Yapı

En yeni ve yaygın kullanıma sahiptir, dosyaya erişme ve çağırma hızı görüntü kalitesi ve yeteneği yüksektir. Özel grafik kartları sayesinde her türlü görüntüyü hızlı bir şekilde verebilir. Büyüklük olarak, karakter grafik yapıya yayma süresi oldukça az yer kaplar. Kullanıcı arabirimi için en uygun konfigürasyon budur.

3.4.22. Kullanıcı Arabiriminde Bulunan Cihazlar

Kullanıcı arabiriminde olması gereken başlıca cihazlar şunlardır :

1. Monitörler
2. Klavyeler
3. Fare
4. Yazıcı ve Çiziciler

3.4.22.1. Monitörler

Görüntüleme birimleridir. Son yıllarda oldukça kaliteli türler geliştirilmiştir. Bunlar yüksek çözünürlüğe sahip SCDA sistemleri için uygun boyutlarda, düşük radyasyonlu ve yan monitörlerdir.

3.4.22.2. Klavyeler

Genel SCADA uygulamalarına özel klavyeler olmak üzere ikiye ayırabiliriz. Genel Klavyeler; Standart Q ve F klavyelerdir. Genel amaçlı bilgisayar için özel tuşlar içeren klavyelerdir.

3.4.22.3. Fonksiyonel Klavyeler

SCADA sisteminde kullanılan bazı özel tuşlar içeren istasyonda çalışan yazılım programlarına özel klavyelerdir. Bu tür klavyelerde beklenilmeyen operasyonlar önlenmiştir. Yazılım programının karışık işlemleri bir fonksiyon tuşuna bağlanarak komut vermek hızlı ve kolay hale getirilmiştir. Ancak günümüz teknolojisi ile geliştirilen programların klavye bağımlılığı ortadan kaldırılmıştır. Bütün operasyonlar fare ile yapılabilmektedir.

3.4.22.4. Fare

Üzerinde 2 veya 3 tuş bulunan ve ekrandaki kursörün hareket ettirilmesinde kullanılan aletlerdir. Ekrandaki menülerden madde seçme ve programlara değişik komutların gönderilmesinde kullanılır.

3.4.22.5. Yazıcı Ve Çiziciler

Çeşitli rapor dosyalarını ve grafik bilgilerini kağıda aktarmak amacıyla kullanılırlar.

3.4.23. Kullanıcı Arabirimi İşlevleri

1. SCADA Sistemi yazılım programlarının kullanılması
2. Görüntüleme ve SCADA kapsamındaki kontrol edilen ve bilgi toplanan cihazların ekranda izlenmesi, bu cihazlara komut göndererek durumlarındaki değişikliklerin ekranda izlenmesi

3. Alarm üretme, alarm seviyelerinin ayarlanması ve analog değerlerin çeşitli seviyelerinde ayarlanabilmesi
4. SCADA Sisteminde kullanılan elemanlar hakkında detaylı bilgilendirme(Bakım tarihleri, markası, üzerindeki arıza durumlarının izlenmesi, karakteristik değerlerinin bilinmesi, SCADA kontrolünde olup olmadığı vb.)
5. Bağlantı bilgilerinin görüntülenmesi ve yük analizi sonuçlarının ekrana işlenmesi gibi çeşitli Network analizlerinin sonuçlarının verilmesi,
6. Alarmları ve bilgileri oluş sırasına göre kaydetme ve listeleme, kullanıcının gerçekleştirdiği işlemleri kayıt etme ve raporlama,
7. SCADA kartları ve programları ile ilgili raporlar,
8. Başka analiz programlarının çağrılması ve bu programların kendi raporlarını üretmesi,
9. Güvenlik kontrolünün çeşitli şifreleme yöntemleri ile sağlanması, yetkili olamayanların kullanımına izin verilmemesi,
10. Kullanıcı vasıtası ile veri girilmesi ve böylece sisteme bağlı olmayan nesneler için kullanıcının telefon veya başka yollarla aldığı bilgileri işlemesine olanak tanıma.

3.4.23.1. Kontrol Merkezi Giriş – Çıkış Birimleri

Giriş-çıkış birimleri bilgisayarların giriş çıkış birimlerine de RTU' larla iletişim hatlarına bağlanabilen cihazlardır. Bu birimleri kontrol eden birkaç standart denetleyici vardır. Bunlar seri, paralel, SCSI denetleyicileridir. Bu denetleyiciler bilgisayarı en az yoracak şekilde gerekli fonksiyonları yerine getirirler. Bu denetleyiciler:

3.4.23.2. Yazıcı Denetleyicisi

Yazıcıları kontrol eden veri transferi sağlayan seri veya paralel denetleyicilerdir.

3.4.23.3. Haberleşme Denetleyicisi

Bilgisayarın diğer birimlerle bağlantı kurmasını sağlar. Genellikle seri kanal ve modem yardımı ile telefon hatları kullanarak iletişim sağlanır.

3.4.23.4. Kullanıcı Arabirimi Denetleyicisi

Verilerin kullanıcı arabirimleri arasında gidip gelmesini kontrol eder. Bu bağlantı genellikle yerel iletişim ağları ile olur.

3.4.23.5. RTU Denetleyicisi

RTU denetleyicileri Haberleşme üniteleri kullanarak veri transferi sağlarlar.

3.4.23.6. SCSI Denetleyicisi

Seri ve paralel portlarda her denetleyici sadece bir üniteyi kontrol edebilmekteydi. Fakat teknolojilerinin gelişmesiyle yaygınlaşan SCSI denetleyicilerinde, her denetleyici

birden fazla üniteyi kontrol edebilmektedir. Farklı üniteler için aynı SCSI denetleyicisi kullanılabilmektedir.

3.4.23.7. Ses Denetleyicisi

Sesle ilgili çeşitli denetlemelere olanak sağlar.

3.4.24. Kontrol Merkezi Veri Depolama Birimleri

Depolama birimleri, SCADA Sisteminin veri ve alarm bilgileri ile bilgisayar programlarının depolandığı yerdir. Bu depolama birimleri aşağıdakilerden biri veya birkaçı olabilir.

1. Hareketli Kafalı Diskler,
2. Sabit Kafalı Diskler,
3. Floppy Diskler,
4. Değiştirilebilen Sabit Diskler,
5. Optik Diskler,
6. Manyeto-Optik Diskler,
7. Yedekleme Birimleri

3.4.24.1. Hareketli Kafalı Diskler

En tanınan depolama birimleridir. Yüksek erişim hızları vardır. Bu nedenle hızlı veri transferi yapabilirler. Yüksek depolama kapasitesine sahiptirler.

3.4.24.2. Sabit Kafalı Diskler

Oldukça eski teknolojiye sahiptirler. Fakat çok hızlı erişim sağlayabilmektedirler. Ancak; depolama kapasiteleri hareketli kafalı disklere göre daha azdır.

3.4.24.3. Floppy Diskler

Taşınabilir depolama birimleridir. Fakat depolama kapasiteleri azdır. Genellikle PC tabanlı bilgisayarlarda çok yaygın olarak kullanılır. Güvenilirlilikleri, hızları ve kullanım süreleri azdır.

3.4.25. Değiştirilebilen Sabit Diskler

Bu tür diskler hareketli kafalı disklerle aynıdır. En önemli özellikleri floppy diskler gibi taşınabilir ve değiştirilebilir olmasıdır.

3.4.25.1. Optik Diskler

Optik diskler oldukça yüksek veri depolama kapasitesine sahip birimlerdir. Boyutları 5.25 inch çapında bir daire kadardır. Yüksek erişim hızları vardır.

Manyetik ortamdan kesinlikle etkilenmezler. En büyük dezavantajları sadece okunabilir olmalarıdır.

3.4.25.2. Manyeto Optik Diskler

Optik disklere göre en büyük avantajları tekrar yazılabilir olmasıdır. Veri depolama kapasiteleri oldukça yüksek olan birimlerdir.

3.4.26. Kontrol Merkezi Yedekleme Birimleri

Yedekleme birimleri veri depolama birimlerinde oluşacak hatalara veya bozukluklara karşı verilerin yedeklenmesi için kullanılır. Kullanılacak veri yedekleme birimleri şunlar olabilir.

3.4.26.1. Teyp Ünitesi

Düşük hızlarda çalışır. 100 Mbyte' ın üzerinde depolama kapasitesi vardır.

3.4.26.2. V8 Teyp Ünitesi

Yüksek kapasiteli veri depolama özelliği vardır. Yüksek veri hızı sağlar.

3.4.26.3. Yazılabilen Optik Diskler

Yazılabilen optik diskler, az yer kapladıkları ve yüksek veri depolama gücüne sahip oldukları için, yedekleme birimi olarak kullanıma açıktır.

3.4.26.4. Kontrol Merkezi Veri İletişim Ağı

Kontrol merkezinde bilgisayar arasında veri paylaşımını, program paylaşımını sağlamak ve çok sayıda bilgisayarı ve farklı özelliklerde bilgisayarları,büyük hızlarda veri iletişimini 1-100 Mbyte/saniye gibi sağlamak için Yerel İletişim Ağları oluşturulur. Bu yerel iletişim ağları (Lokal Area Network-LAN) aynı zamanda ek ünitelerin de paylaşımını sağlamaktadır. Yerel iletişim ağları üzerinden bilgisayarlar Rink, Yıldız veya düz veri yolu şeklinde bağlanabilirler.

3.5. Kontrol Merkezi Mimik Diyagram Yada Ekran Projeksiyon Sistemleri

Ekran projeksiyon sistemi SCADA sisteminde kontrol edilecek sistemin büyüklüğüne bağlı olarak isteğe göre kullanılır. Yani kullanılması zorunlu değildir. Sistem veri işleme sistemine bağlı bir kullanıcı arabirimi ile kumanda edilir. Kontrol edilen geniş bir coğrafi alana yayılmış sistemin genel görünüşünü kullanıcılara sağlar. Sürekli gösterim alanı 4x2 metre ve 1x1 metre' lik ekranlardan oluşabilir.

İşletme mühendisi tarafından kumanda merkezi üst kademe yöneticilerine çabuk bilgi vermek ve kullanıcılara özet bilgi vermek için kullanılabilir. Bu nedenle sistem açık ve izlenmesi kolay olmalıdır. Kontrol merkezlerinde yeri, kullanıcıların bilgisayar

sistemlerini kullanma pozisyonlarını bozmaksızın, ekran projeksiyon sistemini rahat görmesini sağlayacak şekilde seçilmelidir.

3.5.1. Kontrol Merkezi Kesintisiz Güç Kaynağı

Kesintisiz güç kaynağı bilgisayar sistemlerinin ve hassas elektronik cihazların çalışması için daima sabit çıkışlı AC gerilim sağlamaktadır. Bu konuda şehir şebekesine güvenmek imkansızdır. Ayrıca elektrik kesilmesi durumunda güç kaynağı sisteme yeterli sürede enerji sağlamaktadır.

Elektronik cihazlar (bilgisayar,kontrol ve ölçü cihazları,emniyet cihazları,vb.) elektriğim kesilmesine, voltajın aşağı yukarı dalgalanmasına karşı çok hassastır. Bu durumlar arızalara sebep olur. Kesintisiz Güç Kaynağı (UPS) elektrik kesintisine, voltaj değişmelerine ve şebekeden gelecek zararlı elektriksel parazitlere engel olarak, beslediği elektronik cihazların problemsiz çalışmasını sağlar ve arızalardan korur.

Yapı olarak UPS; bir redresör, büyüklüğü ihtiaca göre değişen akü grubu ve bir invertörden oluşur. Redresör şebeke kullanımda iken şebekeden beslenerek AC gerilimi DC gerilime çevirir ve kesinti durumunda kaynak olarak kullanılacak akü grubunu şarj eder. Kesinti durumunda invertör girişi akü grubu tarafından beslenir ve çıkışından parazitsiz regüleli AC gerilim sağlayarak işletmeyi besler. İdeal bir kesintisiz güç kaynağında bulunan temel özellikleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

Şehir şebekesinden tam izoledirler. Daima 220 V 50 Hz çıkış verirler. Normal beslediği yüklerin ilk kalkış akımını karşılayarak normal başlatmayı sağlar. Bunun için şebekeye ihtiyaç duymaz. Şebeke olmadan yalnız akü ile beslediği cihazların ilk açılış akımını karşılar ve çalışmayı sağlar. Yalnız akü ile uzun süre (büyük akü ile 24 saat gibi) çalışabilir. Generatör desteği ile senkronize sorunu yaratmadan daima çalışır.

UPS arızalandığında şebekeye geçme ON-LINE sistemlerde yoktur. Bu yapılırsa izolasyon kalkar. UPS arızası üzerine sistem mantığı tasarlayıp önemli özellikleri yok etmek ve arıza anında şebekenin varlığını kabul edip yedeklemeyi düşünmek doğru değildir. Çünkü arıza genelde şebeke yokken oluşmaktadır. Bu gibi durumlarda da şebeke genelde problemlidir ve bunun içinde UPS kullanımdadır.

ON-LINE UPS şebekeden çok daha güvenli olmak zorundadır Aksi halde kullanımı mantıklı olmaz. Bu nedenle sistem izole yapılmalıdır. İzole olması temel özelliğidir. Güvenli sisteme az güvenli sistemi ilave ederek daha güvenli hale getirmek mümkün değildir. Bu nedenle şebekeye yedeklenmez. (Statik anahtarla şebekeye geçişli değildir.) İzolasyonla elde edilen özellikler şebekeye röleli geçişte veya elektronik (statik) anahtarla bağlantı halinde kaybedilir. Çıkış kalitesi sürekli aynıdır.

. İzolasyonla elde edilen özellikler şunlardır:

- Sürekli regüleli 220 V
- Sürekli regüleli 50 Hz
- Parazitsiz, darbesiz, filtreli çıkış
- Sonuç olarak problemsiz ağ haberleşmesi
- Uzun süreli kesintiyi karşılama

- Şebeke yokken başlama olanağı

Bütün bu özelliklere karşılık izole ON-LINE UPS ağır ve pahalıdır. Ancak sabit kaliteli enerjiyle en güvenli bilgisayar ve program koruması sağlanabilir.

3.5.2. Uzaktan Bilgi Toplama Ve Denetleme Birimi Remote Terminal Unit (RTU)

Remote Terminal Unit Türkçe' ye tam kelime anlamıtla "Uzak Uç Birim" veya "Uzak Giriş Birimi" olarak çevrilebilir. Uzak Uç Birimin yaptığı işlevler göz önüne alındığında Türkçe' ye çevrinin "Uzaktan İzleme ve Denetleme Ünitesi" veya "Uzaktan Bilgi Toplama ve Denetleme Birimi" olarak yapılması daha doğrudur.

Bir SCADA Sisteminde RTU, bulunduğu merkezin değişkenlerine ilişkin bilgileri toplayan, depolayan gerektiğinde bu bilgileri kontrol merkezin belirli bir iletişim ortamı yolu ile gönderen, kontrol merkezinden gelen komutları uygulayan bir SCADA birimidir.

SCADA Sistemi içerisinde yerel ölçüm ve kumanda noktaları oluşturan RTU' lar birbirine bağlanabilen çeşitli cihazlara, kesicilere, ayırıcılara kumanda edebilir. Ölçülmesi gereken akım, gerilim, aktif ve reaktif güç, güç faktörü gibi değerler ölçülebilir. Ayrıca ayırıcı, kesici, durumlarını kontrol edebilme imkanı sağlar. RTU yardımıyla 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) işlemlerini 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 ya da alarm durumlarında merkeze bildirmektir. İlk zamanlarda SCADA Sistemlerinde kullanılan RTU' lar mikroişlemcisizdi, mikroişlemcisiz RTU' lar sadece ölçüm yaparak bu ölçüm bilgilerini merkeze bildirerek merkezden gelen komutlar doğrultusunda işlem görürlerdi. Bu tip RTU' lar kullanılarak oluşturulan SCADA Sistemlerinde bir çok olumsuzluklar meydana gelmekteydi.

Alarm durumlarında ve diğer bütün işlemlerin merkezi denetim sistemi üzerinden yapılmasından dolayı ortaya çıkan problemler şu şekilde sıralanabilir: Merkezin devre dışı kaldığı yada merkezle RTU' ların iletişiminin kesildiği durumlarda oluşacak sorunlarla müdahale edilmemekte ve sonuç olarak da sistemin işletimi aksamaktadır. Alarm durumlarında, merkezin alarm kararı verip RTU' ya komut göndermesi belli bir süre almaktadır. Bu da, anında müdahale edilmesi gereken durumlarda sakıncalara yol açmaktadır.

Mikroişlemcisiz olan RTU' larla oluşturulan SCADA Sisteminin çalışabilmesi için merkezin sürekli olarak RTU' lar ile iletişim halinde olması gerekmektedir. Ancak bu sayede merkez, denetlenen cihazlar hakkında bilgi sahibi olup istenen işlemleri yerine getirebilir.

Bu durumda çok yoğun iletişim trafiğinin yaşandığı SCADA Sistemlerinde özel bir iletişim hattının bulunması gerekir. Mikroişlemcisiz RTU' lar kullanıcının özel gereksinimlerinin bulunduğu yada karmaşık kontrol algoritmalarının uygulandığı durumlarda yetersiz kalmaktadır.

Tüm SCADA Sisteminin yükü merkez bilgisayarı üzerinde olacağından çok hızlı, yüksek işlem gücü olan, pahalı bilgisayar kullanmak gerekmektedir. Bu da ekonomik yük getirmektedir. İşlemcili RTU' lar tüm olumsuz yanları değerlendirerek alarm uyarıları üretebilir ve bu durumlarda ne yapılacağına anında kendileri karar vererek müdahale edebilir. Aynı zamanda işlemcili RTU' lar kullanıcının özel isteklerini yerine getirecek şekilde programlanabilir, böylece denetleyici cihazların kullanıcı gereksinimleri karşılayacak şekilde sağlanmış olur. Bu esnada diğer işlemcili RTU' larla haberleşerek işlemlerin yerine getirilmesi sağlanmış olur. Birbirleri arasındaki iletişimi sağlarken aynı zamanda merkezi birim tarafından sürekli gözetlenerek sistemin tümünün denetlenmesine izin verirler.

İşlemcili RTU' ların endüstrideki avantajları :

Mikroişlemcili RTU' lar en karmaşık kontrol yöntemlerinin dahi uygulanmasını sağlarlar. Mikroişlemcili RTU' lar kendi başlarına karar verebildikleri için, çoğu zaman merkez birimine gerek duymadan uygulamanın devamı için gerekli işlemiş yerine getirirler. Bu da toplam sistem performansını önemli ölçüde arttırır ve tepki süresini azaltır. Böylece kalıcı yada ölümle sonuçlanan hasar durumlarına acil müdahale edilebildiği için tüm sistemin güvenilirliği sağlanır.

Mikroişlemcili RTU' lar normalde kullanılan pek çok elektro mekanik yada mekanik cihazın işlevini üstlenmektedir. Mekanik cihazlar, uzun kullanım süreleri sonucunda aşınmakta, verimleri düşmekte ve güvenilirlikleri azalmaktadır. Tamamıyla elektronik yapıdaki RTU ise hassasiyetinde hiçbir değişiklik olmadan dahi uzun süre çalışabilmektedir.

Mikroişlemcili RTU' lar kendi başlarına karar verebildikleri için merkez bilgisayarın da yapacağı pek çok işlemi üstlenmiş olur. Bu genel sistemin güvenilirliğini arttırmaktadır.

Merkez biriminin durması veya iletişimin kesilmesi durumunda akıllı RTU hiç durmadan görevini icra etmekte ve gerekli tüm işlevleri yerine getirmektedir.Merkezin işlem yükünün RTU' lara dağılması sonucunda, merkezin RTU' lar ile sık iletişim kurma gereksinimi kalmayacak, iletişim trafiği hafifleyecek, iletişim ortamı daha verimli kılınacaktır.

3.5.3. RTU' nun Sistem İçerisindeki Yeri

RTU' nun fiziksel olarak üzerinden bilgi toplayabileceği, gerektiğinde kumanda edebileceği giriş ve çıkış noktaları vardır. Elektrik tesislerinde; akım ve gerilim trafoları, ayırıcı, kesici ve röle durumları RTU tarafından izlenmekte ayrıca aynı RTU tarafından tali merkezdeki çeşitli birimlerin kontrolü mümkün olabilmektedir.

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

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

RTU' lar tali merkezlerde en fazla 3 – 4 metrekarelik yer kaplayacak boyutlarda ve 1,5 – 2 metre yüksekliğe sahip panolara yerleştirilir. Tali merkez boyutları ile karşılaştırıldığında bu ölçüler oldukça normaldir. Eğer bir sistemin kontrol ve gözlenmesi için mevcut cihazlarda daha büyük cihaz kullanılıyorsa; hem maliyet hem de taşınabilirlik açısından kurulan sistemin önemli dezavantaja sahip olacağı açıktır.

3.5.3.1. RTU' nun Görevleri

Günümüzde RTU' lar mikroişlemcilerin her geçen gün değişmesi sayesinde esnek, çok fonksiyonlu, daha akıllı ve daha ekonomik hale gelmektedir. Temel fonksiyonları değişmemek kaydıyla RTU' lar gün geçtikçe artan kullanıcı isteklerine cevap verecek şekilde geliştirilmektedir. Tanımından da anlaşılabileceği gibi RTU – Bilgi Toplama ve Denetleme Biriminin en önemli 2 görevi ;Bilgi Toplamak ve Depolamak, Gerekli Kumandaları Gerçekleştirmektir.

Bu iki görev RTU' nun değişmeyen temel özelliğidir. Bir RTU' nun kontrol fonksiyonları kısıtlı olabilir. Ancak yukarıdaki özelliklerinden taviz verilemez. RTU' nun kullanıcılarına daha verimli hizmet etmeleri istendiğinde, bu fonksiyonlara zamanla bir yenisi daha eklenmiştir. Bu da tali merkez seviyesinde gösterimdir. RTU' nun yukarıdaki iki görevinin birleştirilmesi ile oluşan bir diğer görevi daha vardır. Bu da arıza tespiti ve izolasyondur.

RTU' nun görevlerini tekrar sıralayacak olursak;

1. 1.Bilgi toplama ve depolama
2. 2.Kontrol ve Kuman
3. 3.İzleme (Monitoring)
4. 4.Arıza Yeri Tespiti ve İzolasyon

3.5.3.2. Bilgi Toplama Ve Depolama

RTU' lar tali merkezlerde, analog değeler, alarm, durum bilgileri ve sayaç değerleri toplarlar. Böylece bağlı oldukları tali merkezlerin ve ait oldukları ana merkezi ihtiyacı olan tüm bilgileri toplayarak otomasyonun ilk prensibini gerçekleştirmiş olurlar.Toplanan bu bilgileri kendi üzerlerindeki hafızalarında saklarlar. Bu bilgiler; MTU kendilerini sorgulayınca kadar veya ayarlanan belli süreler için saklanır. Bilgi toplama işini kendilerine verilen periyodik aralıklarla veya ayarlandığı değerlerden sapmalar olduğunda yeni değerleri kaydetmek şeklinde yerine getirirler.

Analog değerler; örneğin elektrik tesislerinde akım, gerilim, aktif ve reaktif güç gibi değerler sistemden izole durumundaki ölçü trafoları, transduserler yardımıyla gerektiğinde

analog çoklayıcılar kullanılarak alınır. Durum değerleri ise mekanik ve/veya optik izolasyonla alınabilir. RTU' lar bilgilerin toplanmasını ve gönderilmesini RS-232 veya RS-485 seri formatta çalışan cihazlarla yapmaktadır. Bu SCADA fonksiyonelliğini arttırmamakta fakat sahadaki lokal veri transferini basitleştirmektedir.

RTU topladığı değerleri gerekirse bir ön işlemciden geçirebilir. Ön işlem; bilgilerin kullanıcı tanımlı hale getirilmesidir. Yani analog bir bilgi sayısal bir bilgiye çevrildikten sonra RTU' da oluşturulmuş bir veri tabanı vasıtasıyla, o değere ait sınır değerlerle karşılaştırmaya veya matematiksel bir hesaplamaya tabi tutulur.Bu işlemlerden sonra o bilginin kontrol merkezine gönderilmeye değer bir bilgi olup olmadığı da ortaya çıkar. Örneğin uzun bir süre aynı değerde seyreden bir bilgiyi her ölçüldüğünde kontrol merkezine göndererek iletişim kanalını meşgul etmektense, sadece değişiklik olduğunda göndermek daha mantıklı ve pratik olmaktadır. Buna İngilizce' de "Ayıklamalı raporlama" anlamına gelen "Report by exception" denmektedir.

Bilgi alındıktan ve işlemden geçirildikten sonra gerekliyse ya o anda Kontrol merkezine gönderilir yada daha sonra sorgulandığında gönderilmek üzere RTU' da depolanır. Depolanan bu bilgiler RTU' da oluşturulmuş veri tabanı kütüğüne oluş sırasına göre kaydedilir. Oluş sırasına göre kayıt; beklenmedik durumlarda farklı zaman ve bölgelerde oluşan hızlı durum değişikliklerinin tek bir zaman ekseni üzerine kaydedilir. Hata sonrası analizlerde ve gerçek zaman içinde operatörün gerekli manevrayı yapmasında kullanılır. "Oluş sırasına göre kayıt" İngilizce' siyle "Sequence Of Events Tagging" bilgilerin, RTU' da olsun, kontrol merkezinde olsun belli bir zaman hassasiyetine ve oluş sırasına göre kaydedilerek rapor edilmesi anlamına gelir. Bu hassasiyet tipik olarak durum değerleri için 1msn , analog değerler için 20 msn' dir. Örneğin bir kesicinin açması ile bir diğer kesicinin kapanması arasında 1 msn' den daha çok bir zaman farkı varsa, bu iki olayın aynı zamanda değil farklı zamanlarda gerçekleştiği söylenir. Bu şekilde bir depolama işlemi sayesinde bir gün içinde hangi olayın, tam olarak ne zaman ve kaç defagerçekleştiği Kontrol Merkezi tarafından rahatlıkla izlenmektedir. Bu SCADA gibi gerçek zamanlı (Real Time) bir sistemde mutlaka bulunması gereken bir özelliktir.

3.5.4. Kontrol Ve Kumanda

Elektrik tesislerinde uzaktan kumandalı olarak bir kesiciyi, bir ayırıcıyı açmak, kapatmak regülasyon amacıyla trafoların sekonder kademelerini değiştirmek vb. kumandalar RTU tarafından gerçekleştirilir.

3.5.5. İzleme (Monitoring)

RTU' nun diğer bir görevi ise, yukarıda belirtilen bütün görevlerin doğru şekilde yerine getirildiğine ilişkin bölge operatörüne kanıt olarak görüntü sunmasıdır. Örneğin elektrik tesisleri trafo merkezlerindeki bir bilgisayarda gösterim işlevidir. Bu, diğer iki görev kadar önemli olmamakla birlikte, tali merkez seviyesinde böyle bir işleme de zamanla ihtiyaç duyulmuştur. Böylece tali merkezden diğer tali merkezlere bilgi göndermek, kontrol işareti göndermek, programlama yapmak bilgisayar teknolojisinin hızla gelişmesi ile birlikte, mümkün hale gelmiştir. Burada RTU; aldığı bilgileri, yapılan kumandaların sonuçlarını sadece Kontrol Merkezine bildirmek ve bünyesinde isteğe bağlı olarak depolamakla birlikte, aynı zamanda sınırlı bir veri tabanı yapısına sahip

yerleşik veya portatif bir gösterim bilgisayarına da bildirmektedir. Bilgisayar yapısında yazıcı ve çizici gibi donanımlar da kullanmak mümkündür.

3.5.6. Arıza Yerini Tespit Ve İzolasyonu

RTU' nun bütün bu görevlerine ek olarak, tesis için oldukça önem taşıyan bir görevi daha vardır. Bu görev; Arıza yerinin tespiti ve İzolasyonudur. Bu özellik genellikle birçok SCADA Sisteminde olmayan bir özelliktir. Bu görevi yerine getirmek üzere RTU kendi bünyesinde; Arıza Arabirimi Modülü ve buna bağlı bulunan Arıza Akımı Algılayıcı Modülleri bulunmaktadır. Bu modüller vasıtasıyla arızalar algılanmakta ve RTU' ya bildirilmektedir. RTU Arıza Arabiriminden tüm Arıza Algılayıcıların sorgulanması için gerekli komut verilir. Arabirim, Arıza Akımı Algılayıcı Modülleri ile haberleşerek arıza akımının geçtiği noktaları öğrenir ve RTU' ya gönderir. RTU bu bilgilerin ve Kontrol Merkezinden gelen komutların ışığında sistemin arızalı bölgesinin izole edilmesi için harekete geçerek gerekli komutları Arıza Akımı Algılama Modüllerine gönderir ve arıza izolasyonu tamamlanmış olur. Klasik yöntemlerle arıza yerinin bulunmasının ve izolasyonunun saatlerle ölçülecek bir zaman aldığı bilinmektedir. Bunun yerine SCADA Sisteminin getirdiği ve RTU' nun görevleri arasında bulunan yöntemlerle arızalar; saniyelerle ölçülecek bir sürede tespit edilmekte ve izole edilmektedir. Üst paragrafta bahsedilen olaylar sadece 1 – 10 saniye sürmektedir. RTU' nun bu görevi sayesinde kullanıcıya çok önemli bir avantaj sağlanmakta, arıza yerinin belirlenmesi ve izolasyonu kayıpsız ve en ekonomik biçimde halledilmiş olmaktadır.

3.5.7. RTU' nun Ana Bölümleri

Görevleri yerine getirmek için RTU'nun 6 ana bölümü bulunmaktadır.
Bu bölümler şöyle sıralanabilir :

a) İletişim Ünitesi
b) Ana İşlem Ünitesi
c) Giriş Çıkış İzolasyon Ünitesi
d) Kullanıcı Arabirimi Ünitesi
e) Test Ünitesi
f) Güç Kaynağı Ünitesi

3.5.8. İletişim Ünitesi

Bu Ünite RTU ile iletişim ortamı arasında bir köprü rolü oynar ve iletişimden sorumlu bölümdür. Bu iletişim ortamı birden fazla olabilir. Günümüzde, bu ortamlar üzerine kurulu bir takım iletişim standartları ve bu standartların oluşturduğu iletişim protokolleri vardır. İletişim Ünitesi Kontrol Merkezinden gelen ve bu protokoller dahilinde oluşturulmuş komutları değerlendirerek, gerekli işlemleri ana işlemciyle temasa geçerek başlatır. Bu işlemlerin sonunda da uygun cevapları aynı protokoller çerçevesinde düzenleyerek Kontrol Merkezi yönünde iletişim ortamına yollar.

Yeterli bir iletişim performansı için İletişim Ünitesinde olması gereken özellikler :

a) İletişim kanallarında oluşacak gürültüye karşı, RTU' nun korunmuş olması.
Bunun için gelen iletişim sinyalinin toprağı ile ünite toprağının farklı olması.

b) Başka RTU' larla yada Kontrol Merkezleri ile haberleşmeyi sağlayacak birden fazla kanal yapısı.

c) Kanalda kullanılabilecek çeşitli iletişim ortamlarının ve protokollerinin desteklenmesi

d) Hata bulucu ve hata giderici yapıya sahip olması. Sinyalin hatalı gelebileceği olasılığı nedeniyle fark edilebilir ölçüde düzeltme yapabilecek bir yazılım yapısı.

e) Kanalın gürültü seviyesini devamlı kontrol eden bir donanım yapısı.

f) RTU "Mesajı Yolla(Transmit)" konumundan belli bir süre sonra "Mesajı Al(Receive)" konumuna geçmez ise RTU' nun kendini otomatikman kanaldan ayırma özelliği (Anti-streaming)' nin desteklenmesi.

3.5.9. Merkezi İşlem Birimi (Cpu – Central Processor Unit)

Bu ünite, tüm RTU' nun beyni durumundadır. Diğer ünitelerde hiç gerekmeyen Mikroişlemci Tabanlı Mimari bu kısımda bir zorunluluktur. RTU' nun ulaşabildiği tüm noktalarla ilgili bilgilerin bulunduğu bir veri tabanını saklayan hafıza birimi de bu mimari içindedir.

Bu Ünitenin görevleri birkaç madde ile şu şekilde özetlenebilir :

a) Her türlü analog ve durum işaretlerini ve alarm bilgilerini Giriş-Çıkış-İzolasyon ünitesinden toplamak ayıklayıp süzmek etmek, gereksizleri elemek.

b) Kontrol İşlemleri için gerekli sinyalleri aynı üniteye göndermek.

c) Kontrol merkezinden gelen, İletişim Ünitesinin aldığı ve tercüme ettiği komutlara ve sorgulamalara cevap vermek.

d) Mevcut veri tabanındaki bilgilerin ışığında olayları oluş sırasına göre rapor etmek.

3.5.10. Giriş – Çıkış / İzolasyon Ünitesi

Birçok RTU' da Giriş – Çıkış ve İzolasyon Üniteleri iç içe geçmiş durumda bulunmaktadır ve genellikle beraber incelenmektedir. Bulunduğu merkezdeki olumsuz çevre şartlarına karşı RTU' nun korunması görevini üstlenir. Bulunduğu yerdeki tüm analog ve durum değişkenleri ile analog ve sayısal çıkışlar bu birim tarafından alınır, gerekli izolasyonlar bu birimde yapılır. İzolasyon optik ve mekanik olmak üzere iki çeşittir. Bir çok RTU' da her iki seviyede de izolasyon güvenlik açısından mevcuttur. [Telvent,1999)

3.5.11. Kullanıcı Arabirim Ünitesi

RTU' nun bulunduğu istasyon bilgilerinin sadece Kontrol Merkezinde kullanıcıya sunulması düşüncesi yıllarca korunmuş olmasına rağmen modern birçok RTU' da kullanıcı arabirimine gerek duyulduğu anlaşılmıştır. İstasyon seviyesinde otomatik yada manuel olarak yapılacak işlemlerden durum bilgilerinden orada bulunan operatörün de haberdar olması için istasyonda bir bilgisayar ile yazıcı ve çizicinin bulunması kaçınılmaz olmuştur. Sadece merkeze ilişkin bir veri tabanına yönelik bir gösterim işlevi RTU' nun kendisi tarafından yapılmalıdır.

3.5.12. Test Ünitesi

SCADA RTU' nun fonksiyonlarını yerine getirip getirmediğini Test Ünitesi vasıtasıyla ile gerçek zamanlı olarak izler. RTU' nun bütün üniteleri bu ünite tarafından test edilerek arıza olup olmadığı tespit edilir. Arıza halinde gerektiğinde RTU' nun diğer RTU' ları etkilemeyecek biçimde iletişim kanalında izole edilme (Anti-streaming) görevi de yine bu ünite tarafından yerine getirilir.

3.5.13. Güç Kaynağı Ünitesi

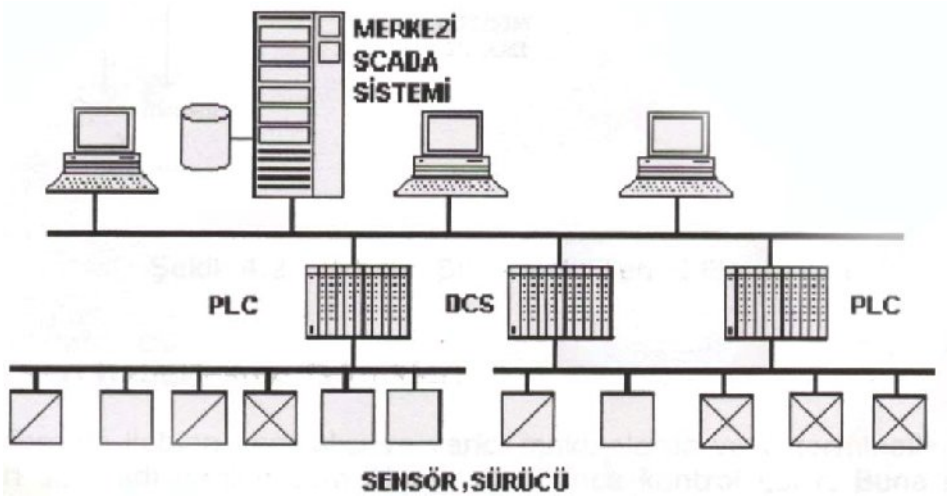
RTU' nun güç kaynağı genellikle bulunduğu merkezde hazır bulunan 48 volt ve 125 volt DC kaynaklardır. Bunların bakımsız akü-redresör kaynağı olması tercih edilir. Güç Kaynağı Ünitesinin RTU' da sağlıklı çalışabilmesi için RTU toprağı ile bulunduğu merkezin toprağının birbirinden ayrı olması gerekir. Bu Güç Kaynağı Ünitesi RTU' nun tüm diğer ünitelerini beslemektedir. Ayrıca merkezde yedekte kullanılmak üzere standartlar dahilinde 250 volt AC ve 24 volt DC kaynak vardır

3.6. İletişim Sistemi

3.6.1. Tanımı

İletişim, bir bölgeden başka bir bölgeye, karşılıklı olarak, veri veya haberin gönderilmesi işlemidir. Bu sistem temel olarak üç bileşenden oluşur :

a) İletişim Yolu ve Ortamı
b) Veri veya Haberi iletişim ortamı üzerinden gönderebilmek için şekillendirecek bir cihaz (MODEM)
c) Alıcı uçta gönderilen veri veya haberin anlaşılması için gerekli cihaz (MODEM)



Şekil 3.31. Örnek Bir Fabrika İletişim Sistemi

3.6.2. İletişim Sisteminin Görevleri

SCADA Sisteminde sistemin işlemesi için iletişim hayati öneme sahiptir. İletişim kanallarının veri elde edebilmesi ve kontrolündeki hızı önemli ölçüde SCADA sistemini etkilemektedir. Buna bağlı olarak kontrol merkezindeki kullanıcı arabirimi ve uygulama yazılımları da etkilenir. Kontrol merkezinde ve RTU' larla ulaşılan önemli teknik gelişmelerin faydalı olabilmesi için, iletişiminde aynı oranda gelişim göstermesi gereklidir. Yoksa büyük hızda ve miktarda toplanan verilerin hızla iletilememesi halinde bir anlamı yoktur. SCADA Sisteminin en yüksek başarı düzeyi ile uygulaması iletişim sistemine bağlıdır.

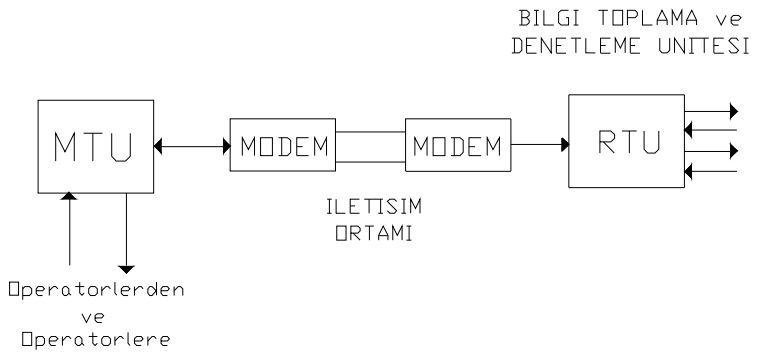
SCADA' nın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için ;

a) Güvenilir,
b) Maliyeti düşük,
c) Gerekli tüm fonksiyonlara sahip,
d) Her türlü ortamda çalışabilen bir iletişim sistemine sahip olmalıdır.

3.6.3. İletişim Sisteminin Elemanları

En basit bir SCADA Sistemi bir kontrol merkezi (MTU) ve bir bilgi toplama ve denetim (RTU) biriminden oluşur. Bu basit sistemi bütünlemesi için MTU ve RTU' nun birbiri ile haberleşmesi, dolayısıyla iletişim sistemi ile donatılması gerekir.

İletişim sisteminin elemanları şunlardır :
1. İletişim Ortamı (Fiber veya metalik kablo vb.)
2. Veri İletişim Cihazı
3. İletişimi sağlayan cihazlar (MTU, RTU)



Şekil 3.32. İletişim Sisteminin Temel Elemanları

3.6.3.1.Veri Haberleşme Teknikleri

Seri formda iletilen veri, alıcı verici makinelerde veya terminallerdeki bit hızları saat adı verilen zamanlama aletlerince kontrol edilir.Buna göre bit iletişimi asenkron veya

senkron olabilir. Senkron haberleşmede,biranda bir veri bloğu (karakter dizisi)aktarımı yapılırken, asenkron haberleşmede biranda sadece bir byte iletilir.

3.6.3.2. Asenkron Veri Haberleşmesi

Verici terminalden gelen başlama bit'i alıcı terminalinde byte bilgisini örneklenmesini kontrol eden saati çalıştırır. Bitiş sinyalide durdurur.

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

3.6.3.3. Senkron Veri Haberleşmesi

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

3.6.4. Modülasyon

İletişim için kullanılan kablo eşdeğer devresindeki kapasite ve endüktans nedeni ile belli bir frekans bandına sahiptir.Bu nedenle sayısal sinyalin keskin köşeleri bozulmaya uğrayarak 60-100m sonra tanınmaz hale gelir.Bu sorunun üstesinden gelmek için modülasyon kullanılır.Temelde 3 tür modülasyon nardır:

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

Modülasyonda 3 tür kanal vardır:

3.6.4.1. Simplex Bağlantı

Veri iletiminin yalnız bir yönde olduğu bağlantıdır.

3.6.4.2. Half-Dublex Bağlantı

iletim her 2 yönde mümkündür, fakat bir anda tekbir yönde iletim olabilir.Yani aynı anda 2 taraf kullanamaz.Harf dublex bağlantıda her 2 tarafta bir modülatör ve bir demodülatör bulunmalıdır.

3.6.4.3. Full-Dublex Bağlantı

Veri iletimi aynı anda her 2 yönde olabilir.Bu bağlantı türünde aynı anda birden fazla veri iletişimi sağlanabilmektedir.

3.6.5. Modemler

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

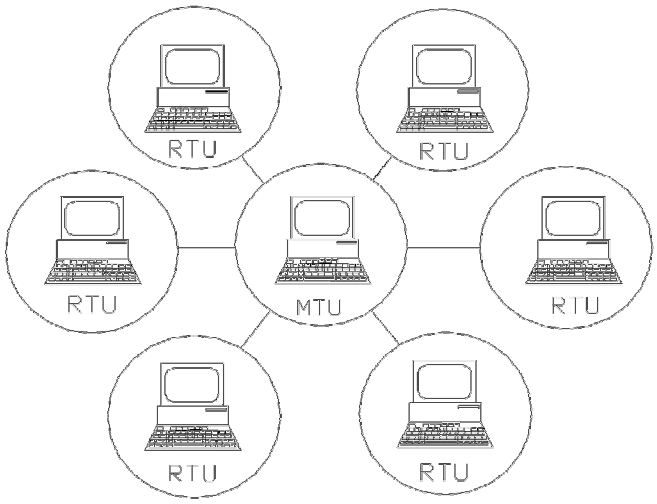
3.6.5.1. Çoklama

Tek bir hattından birçok verinin gönderilmesini sağlar. Birçok verinin haberleşme kanalını kullanması ekonomik bir yöntemdir. Çoklama işlemi iki şekilde yapılabilir.

1. Frekans bölmeli çoklama
2. zaman bölmeli çoklama

Topolojiye Göre Ağ Bağlantılarının Sınıflandırılması

Yıldız Tipindeki Bağlantılar

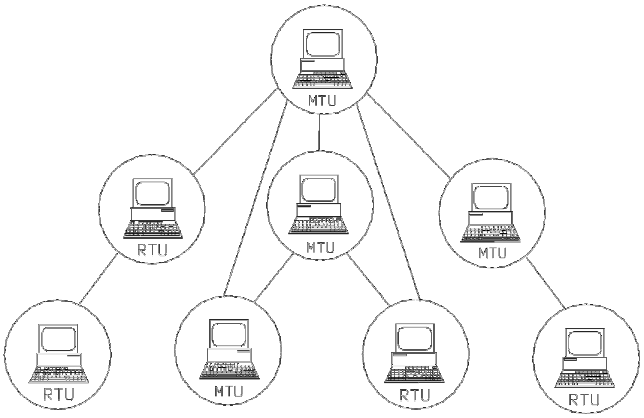


Şekil 3.33. Yıldız Tipindeki Bağlantı

Bu ağ yapısında depolama ve yönlendirme tek kontrol merkezi tarafından yapılır. Her RTU için ayrı kablolama yapıldığından ekonomik olmayabilir.Ayrıca kontrol merkezi herhangi bir şekilde arızalandığında tüm sistem durur.sistemdeki her şeyden kontrol merkezi sorumlu olduğu için tek hata merkezi kontrol merkezidir.

Bu sebepten dolayı arızaların tespiti ve giderilmesi daha kolaydır.kontrol merkezi ile herhangi bir RTU arasındaki bağlantının kopması durumda diğer RTU' ların çalışmaları etkilenmeyeceği için güvenilirdir.

3.6.5.2. Hiyerarşik Bağlantılar

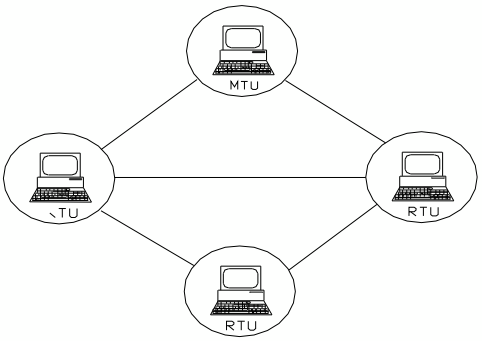


Şekil 3.34. Hiyerarşik Bağlantı

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

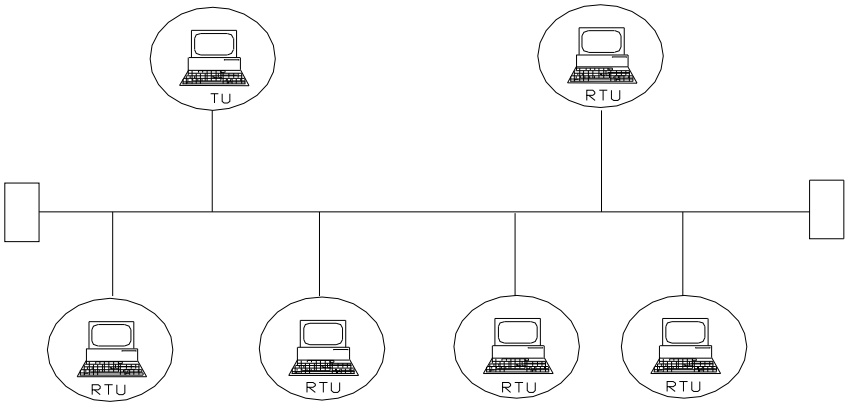
3.6.5.3. Örgü Tipindeki Bağlantı

Farklı seviyelerdeki kontrol merkezleri arasındaki hatlar haricinde öbekli biçim iletişim yapısına benzer bir yapıya sahiptir. Ancak bir birim birden fazla yere bağlı olduğu için ek hatlar maliyeti arttırmaktadır.



Şekil 3.35. Örgü Tipindeki Bağlantı

3.6.5.4. Bus Tipindeki Bağlantı

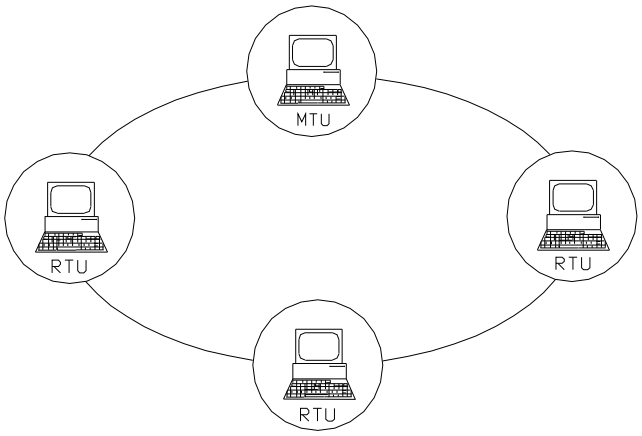


Şekil 3.36. Bus Tipindeki Bağlantı

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

Ayrıca bütün sistem tek hat üzerinde olduğu için arıza tespiti zor olmaktadır. Arızanın tespit edilmesi için tüm birimlerin tek tek kontrol edilmesi gerekir Hat dışında herhangi bir RTU'yu ortak hatta bağlayan hatta meydana gelebilecek bir arızada sadece o RTU devre dışı kalır. Bunun için sistemin tamamen durması söz konusu değildir. Çok noktalı bus iletişim yapısı normal şartlar altında oldukça güvenilir ve hızlı bir haberleşme sağlar.

3.6.5.5. Halka Tipindeki Bağlantı

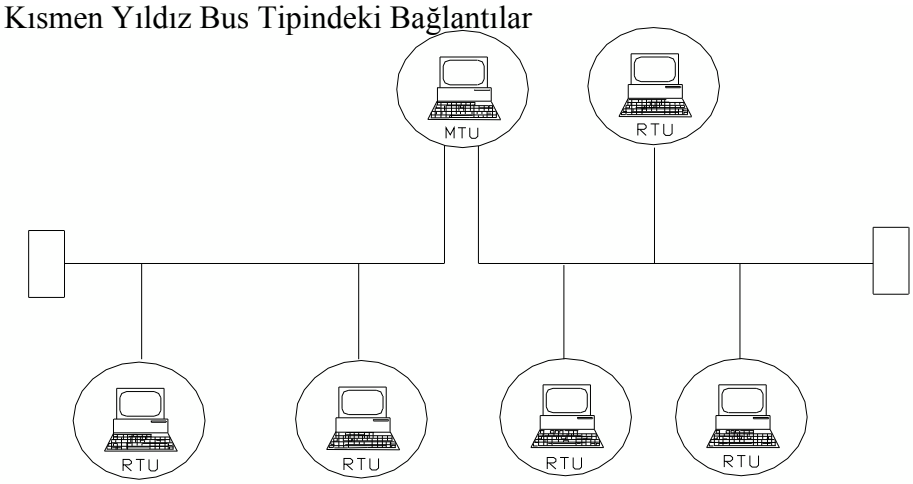


Şekil 3.37. Halka(Ring) Tipindeki Bağlantı

Kontrol merkezi ve RTU'ların halka şeklinde bağlandığı ağdır. Halka üzerindeki bir birime sinyal geldiğinde o birim sinyalin adresini kontrol eder eğer kendi adresi değilse sinyali halkadaki diğer birime yönlendirir. Diğer bağlantılara göre avantajı veri sinyal her birimde tekrarlandığı için sinyalin zayıflaması söz konusu değildir. Sinyalin her birimde

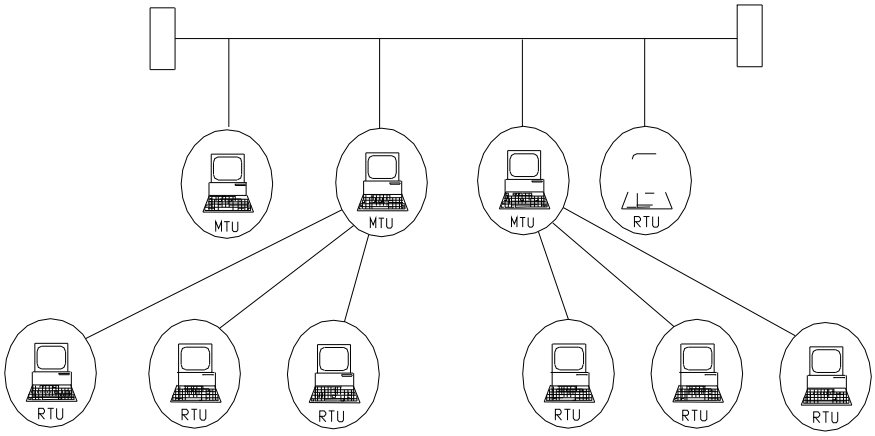
hata kontrolü yapıldığı için hata arama yayılmış olur. Bu tip ağlar yıldız biçimli ağlara göre daha güvenilirdir. Ağ bir noktadan koptuğunda haberleşme diğer taraftan devam eder.

3.6.5.6. Hibrit Bağlantılar



Şekil 3.38. Kısmen Yıldız Bus Tipindeki Bağlantı

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



Şekil 3.39. Öbekli ve Bus İletişim Yolu

SCADA sistemlerinde en esnek ve gelişmeye açık bağlantıdır. Öbekli ve bus iletişim yolu yapısının birlikte kullanıldığı yapıda bazı kararların yerel kontrol merkezi tarafından verilmesi iletişim yolunun veri trafiğini önemli ölçüde azaltacaktır. Kısmen hiyerarşik bus tipindeki yapı bütün haberleşme yapıları içinde en pahalı ve en hacimli olanıdır. Çok

sayıda birimin olduğu ve büyük alana yayılmış SCADA sistemlerinin haberleşmesinde kullanılır.

3.6.6. İletişim Mimarisi

İletişim mimarisi aşağıda belirlenen etkenlere göre belirlenmektedir ;

1. Sistemde kullanılacak RTU' ların sayısı
2. RTU' ya bağlı birimler ve bu birimlere ulaşım hızı
3. RTU' ların yerleşimi
4. Elde bulunan haberleşme kolaylıkları
5. Ulaşılabilecek haberleşme teknikleri ve araçları

Yukarıdaki etkenlere de bağlı olarak Kontrol merkezleri, Bilgi toplama ve denetleme arasındaki bağlantı mimarisi aşağıdaki şekillerde olabilir.

a) Tek Kontrol Merkezli Mimariler
b) İki Kontrol Merkezli Mimariler
c) Çoklu Kontrol Merkezli Mimariler
d) Bileşik Sistemler

3.6.7. Bağlantı Türleri

Bağlantı türleri fiziksel bağlantı biçimine ağ bileşenlerinin coğrafi konumuna göre yerel (LAN: Local Area Network) ve geniş ağları (WAN: Wide Area Network) olarak sınırlandırılırlar.

3.6.7.1. Yerel Ağlar (Lan)

Bu tip ağlar SCADA sistemi ana kumanda merkezi ve yerel merkezler aynı bina veya fabrika ortamında ise Yerel Bölge Ağ Sistemi (LAN) adını alırlar.

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

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

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

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

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

Analog ve dijital transmisyonlar arasındaki fark devrede nasıl bir band genişliği kullanıldığına bağlıdır. Kapasite veya araç gerekli değildir. Broadband transmisyonu avantajlarından en önemlisi birçok haberleşmenin "simutane" yapılabilmesidir. Broadband sistem, her türlü trafik için ayrı hat çekilmeksizin veri ses ve televizyon gibi çok amaçlı kullanılabilir. Bugün için LAN sistemlerinin bir çoğunda baseband transmisyon kullanılmaktadır

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

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

3.6.7.2. Geniş Alan Ağları (Wan)

Yerel alan ağı bir fabrika ortamı ile sınırlıdır. Halbuki WAN birbirinden çok uzak olan sistemleri birbirine bağlar. Birimler birbirinden coğrafi olarak yayılmış uzak mesafelerde bulunuyorsa bu durumda iletişim bağlantısı bu ağ türüne dönüşür. WAN ve LAN, SCADA kontrol sistemlerinde geniş bir alana yayılmış birden fazla operatör istasyonunun birbirine bağlanmasına ve işletmeye ait tüm verilerin transfer edilmesi için kullanılır. Bu ağlar sayesinde her terminal ünitesine sistemin kaynakları açık hale getirilmektedir.

Kontrol Sisteminde herhangi bit terminal birimi başka bir bilgisayarın yazıcısından çıkış alabilir ve herhangi bir birimin bilgisayarı diğer birimdeki bilgisayarın ana belleğinde mevcut olan bir dosyayı bulup kopyalama işleminin gerçekleştirebilir.

3.6.7.3. Metropolitan Bölge Ağ Bağlantıları(Man)

Elektrik ve elektronik mühendisliği enstitüsü (IEEE : The Institute of Electrical and Electronic Engineers)802.6 standardı olarak bilinen metropolitan bölge ağı (MAN : Metropolitan Area Network) üzerindeki deneme çalışmalarını aktif olarak yürütmektedir.Bu ağda amaç, birkaç kilometreyi geçen mesafelerde LAN sisteminin nasıl kurulacağıdır. 5-50 km mesafeler için kurulan bu sistemde veri, ses ve televizyon haberleşmeleri sağlanmaktadır. MAN sisteminde koaksiyel veya fiber optik kablo kullanılmaktadır.

3.6.8. Scada Sistemlerindeki İletişim Protokolleri

SCADA Sistemi içerisinde iletişim yoluna bağlı dağıtılmış kontrol sistem öğelerinin uzak terminal birimlerinin birbirleri arasında haberleşmeleri için en önemli unsurlardan birisi de iletişim protokolüdür. Veri iletişim protokolleri, Kontrol Merkezi arası, Kontrol Merkezi ile RTU' lar arası veya RTU' lar arası yapılan iletişimin binary veri veya mesaj yapısını belirleyen kurallar setidir. Bilindiği gibi MTU ve RTU arasında iletilecek veriler

binary sayılarla oluşturulmaktadır. Bu oluşturulan binary sayı serilerinin ilk bitlerinin, ikinci bitlerinin veya 235. bitlerinin neleri göstermesi gerektiğini protokoller bize anlatmaktadır. Protokoller bir ve sıfırlardan oluşan mesaj serileri oluşturmak için şifre sağlamaktadır.

Kontrol Merkezlerinin kendi aralarında veya RTU' larla iletişimlerinde farklı iletişim protokolleri kullanılabilir. Kullanılacak birden çok sayıda protokol sayesinde Kontrol merkezinin farklı RTU' larla, RTU' ların birden çok Kontrol merkezi ile iletişim kurması mümkündür. Ayrıca bu portların aynı iletişim protokollerini kullanması şart değildir. İki portta iki ayrı iletişim protokolü kullanılabilir. Bu avantaj bize değişik protokoller kullanan bilgisayar sistemleriyle iletişim olanağı sağlamaktadır. Burada dikkat edilecek en önemli nokta birbiri ile iletişim kuracak bir MTU ve RTU arasında aynı protokolün kullanılmasının zorunluluk olduğunun bilinmesidir.

Haberleşme için kullanılan sadece tek bir protokol yoktur, onlarca iletişim protokolü kullanılabilir. SCADA ve cihaz üreticileri herhangi bir standart protokol oluşturmadan önce kendileri için özel iletişim protokolleri üretmişlerdir. Ancak bugün IEC standart organizasyon tarafından hazırlanmış Uluslar arası iletişim protokolleri kullanılmaya başlanmıştır. IEC iletişim protokollerinden IEC 870.6 numaralı protokol, Kontrol Merkezleri arsı iletişimi düzenlemekte, IEC 870.5 numaralı iletişim protokolü ise Kontrol Merkezleri ile RTU arasındaki iletişimi düzenlemektedir. Protokol SCADA Sisteminin en güvenilir olması gereken kesimidir. Eğer protokol iyi tasarlanmamışsa iletişim yolu ne kadar esnek ve hızlı olursa olsun bir trafik tıkanıklığının olması ihtimali çok yüksek olur. Özellikle tehlike anlarında uzak terminallerden gelen veriler, uyarı mesajları iletim yolunu kolayca tıkayabilir. SCADA Sistemlerinde kullanılan çok sayıda protokol vardır. Ancak bu protokollerin çok küçük bir yüzdesi standartlara uygundur.

3.6.8.1. Osı Referans Modeli

Ağ iletişiminde standart oluşması amacıyla International Standarts Organization tarafından OSI modeli ideal ağ yapısı için model olmak üzere geliştirilmiştir. Model ağları 7 katmanda incelenmektedir. İzleyen OSI modelinde 7 katmanlı yapıda olduğu gibi SCADA Sistemlerinde kullanılan protokoller de bu yapıya uyar.

3.6.8.2. Mac Protokolleri

Bir çok MAC protokolü aynı sınıfa ait protokollerle benzer davranış gösteren kategorilerde düzenlenir.

3.6.8.3. Selection (Seçim)

Birinci/İkinci gibi öncelik kontrolünün olduğu hatlarda kullanılan en genel metottur. Bu teknikte hat üzerindeki terminallerden biri ana terminal olur. Bu terminal hat üzerindeki diğer terminallere mesaj gönderme ve mesaj almadan sorumludur.

Reservation (Saklama) : Sürekli trafiğin söz konusu olduğu durumlarda bu teknik kullanılır. Bu teknikte zaman belli aralıklara bölünür. Gönderimde bulunmak isteyen terminal birimi ilerdeki zaman parçalarını belli bir süre için reserve eder.

Contention (Çekişme): Bu teknikte sıranın kimde olduğunu anlamak için bir denetim gerekmez. Bütün terminaller zaman almak için çekişmeye girerler. En önemli avantajı gerçekleştirmelerin kolay olmasıdır. Hafif ve orta düzeyde trafik için etkindir. Ağır yük altında performans düşüklüğü gösterir.

Bu protokollerin çoğu ağların büyümesine bağlı olarak geliştirilmiştir. LAN ve WAN' larda bulunan MAC problemleri çok noktalı bir hatta bulunabilen SCADA Sisteminde olan problemlere çok benzer. Bundan dolayı tekniklere bağlı olarak kullanılan protokollerden Polling, Token Ring, CSMA/CD ve Token Bus SCADA Sistemlerinde en çok kullanılanlarıdır.

3.6.8.4. Polling Protokolü

Bir çok SCADA Sisteminde bu protokol, soru cevap şeklindedir. Kontrol Merkezi hat üzerindeki iki terminali yoklar. Eğer gönderilecek bir bilgi varsa, terminal mesaj gönderir. Kontrol Merkezi, hat üzerindeki tüm terminaller bağlanana kadar ikinci ve diğer terminalleri yoklamaya devam eder. Bu protokol performansı, terminallerin sayısı, iletim hızı, gidip gelme gecikmesi gibi birçok parametre ile belirlenir. Bundan dolayı kontrol merkezinden her bir terminale sürekli sormada varsayılan zaman kaybından dolayı Polling protokolünün verimi oldukça düşer; verimi % 60 - & 70 civarındadır.

3.6.8.5. Token Ring Protokolü

Paket anahtarlama yöntemi kullanılır. Jeton (Token) adı verilen 24 bitlik bir bilgi ağ üzerinde dolaştırılır. Jetonu ele geçiren terminal, bunu yoldan çekip yola kendi bilgisini bırakır. Göndereceği veri bittiğinde jetonu yola yeniden koyar. Ağ üzerinde tek bir jeton gezdiği için aynı anda iki terminal birden iletime geçemez. Tekrar veri göndermek isterse jetonu ele geçirene kadar bekler. İletim yapamayan terminal gelen bilgiyi olduğu gibi bir sonraki terminale aktarır. Bu protokol iletişim topolojisinin halka biçimli olduğu durumlarda kullanılır. Olumlu yanı ise veri aktarımı gereksinimi duyan terminal jetonu ele geçirene kadar bekler.

3.6.8.6. Csma/Cd Protokolü

Bir çeşit medya erişim kontrol mekanizmasıdır. İletişim hattına bilgi paketinin nasıl yerleştirileceğini belirler. Bir RTU, ağ hattına bilgisini bırakmadan önce başka bir RTU' nun ağa bilgi bırakıp bırakmadığını anlamak amacı ile hattı dinler.

Hattın boş olduğuna karar verince bilgisini bırakır ve başka bir RTU' nun bu sırada hatta, bilgi bırakıp bırakmadığından emin olmak için dinlemeyi sürdürür. Eğer bu sırada başka bir RTU, hattın boş olduğunu sanarak o da hatta bilgi bırakırsa çarpışma olur. RTU, iletimini keser ve iletmeyi deneyene kadar rasgele periyodunda bekler.

Bu protokolde kontrol merkezinde sürekli sorgulama için kanal kullanılmaz. Bundan dolayı verim %80 - %90 arasındadır. İki dezavantajı vardır. Birincisi, gönderme işlemine mesajı gönderme gecikmesini kontrolsüz yapan rasgele bir işlem dahildir. Bu yolla belli bir mesajın varma zamanını belirlemek mümkün değildir. Kontrolsüz gecikme, protokole cevap verme zamanının kesin olması gereken gerçek zaman sistemlerinde kullanımını zayıflatır. İkinci zorluğu bir çalışma izleme tekniğine sahip olması gerekir. Genellikle bu, çok zor olmaksızın belli fiziksel araçlarla uygulamaya konulabilir. Bu tekniklerin radyo kanallarında yada iletim sistemlerinde kullanımı kısmen alınan işaretlerin farklı şiddet ve mevcut ses seviyesine bağlı olarak güçlüklere sebep olur. Bu nedenle bu tip fiziksel araçlar kullanıldığında SCADA Sistemlerinde en önemli durum olan aynı sınıf içinde CSMA' sı olmayan başka bir protokol kullanılmalıdır. Bu protokol her zaman bir çarpışma olduğunu kanal tüm iletim zamanı süresice boşuna harcanıldığını ve sadece çarpışma zamanı sezmesi olmadığını belirtmektedir. Bu da CSMA/CD' nin kullanımını oldukça düşürür.

3.6.8.7.Token Bus Protokolü

Bu protokolü de Polling Protokolü gibi MAC protokolleri sınıfına ait seçim tekniklerini kullandığından aynı temel prensibine sahiptir. Bu çarpışmanın olmadığı anlamına gelir. Bu protokollerde düğümler kontrol merkezinden başlayan bir sırada düzenlenir. Tüm RTU' lardan geçer sonra Kontrol Merkezine geri döner. Periyot Kontrol Merkezinden herhangi bir RTU' ya mesaj iletimi ile başlar. Bu mesaj bir işaret olarak iş görür ve periyodun ilk RTU' su tarafından alındıktan sonra, Kontrol merkezine yada herhangi bir RTU' ya bir mesaj göndertilir. Bu ikinci mesaj periyottaki RTU tarafından alındıktan sonra yeni bir işaret olarak iş görür ve iletim görevine başlar. Bu işlem kontrol merkezine erişene kadar devam eder. Görüldüğü gibi, bu protokol,cevabın bir sonraki terminalde soru olarak kullanıldığı Polling Protokolünden farklı değildir. Bu protokol tarafından sunulan performans, kontrol merkezinden sorma işlemi elemine edildiğinden dolayı Polling' den daha verimlidir. Tokin Bus sabit şartlarda çok iyi çalışır, fakat normal olmayan durumlarda ciddi problemler çıkarır. Mesajdaki hata RTU' daki bozukluk, yada periyoda yeni RTU dahil olması protokolün normal çalışma dinamizmini keser. Bu anormal durumu çözmek için bazı prosedürlere gerek vardır. Genellikle bu işlemler çekişme tekniklerinde uygulanır. Bununla beraber bu dağılmış durumlar sadece ara sıra üretildiği için çalışmaya önemli etki yapmaz. Sonuç olarak sabit durumlar için mesaj geçen ve normal olmayan durumlar içinde çekişme teknikleri gibi çift tekniğe gereksinim olduğundan Token Bus Protokolünün esnekliğini sınırlar.

3.6.8.8. Scada İletişim Protokolünden Beklenenler

Genel olarak kabul edilmiş protokoller kullanarak maliyetin azaltılması SCADA Sisteminin kurulmasını kolaylaştırır.

1. İletişim ortamından bağımsız olmalıdır. Elde bulunan ortamlarda çalışabilmelidir.
2. Yüksek düzey fonksiyonları karşılayabilmeli, konfigürasyon değişken mesajları ve yüksek hızdaki iletişimi sağlayabilmelidir.
3. Firma bağımlı olmamalıdır.
4. Tanınmış temel standartları içermelidir.
5. ISO-OSI standartlarına uymalıdır.
6. Asenkron bayt tabanlı olmalıdır.

7. Geniş olarak veri nesneleri desteklemelidir.
8. Hatasız veri iletimi için kodlama tekniklerini içermelidir.
9. Veri gönderirken, azami hız ve kodlama sağlanmalıdır.
10. Geniş adresleme yeteneği olmalıdır.
11. Farklı alarm düzeyleri tanımlanabilmelidir.
12. Sisteme ait konfigürasyonlar aşağı ve yukarı gönderilebilmelidir.
13. Tam tanımlı ve detaylı bilgi verebilmelidir.
14. Sistem test edilebilmelidir

Yukarıda açıklanan şartları sağlayan protokoller, tüm çabaların yeni teknolojiler geliştirmeye yönetilmesini, yeni teknolojilere hızla uyum sağlayabilmesini ve satış maliyetlerinin azalmasını sağlayacaktır.

3.7. Endüstriyel Haberleşme Protokoller

3.7.1. Genel Tanımlar

Endüstriyel haberleşme ağları literatürde yaygın olarak iki şekilde sınıflandırılır. CİM pramit Yapısı, İdeal Sınıflandırma: Fabrika ve imalat dizgelerinde, gereksinmeleri aynı olmayan veri işlemeyle ilgili olaylar farklı seviyeleri oluştururlar. Yönetim seviyesinde, Megabyte'lar derecesinde veriler bulunur, ama bu seviyede cevap zamanı çok kritik değildir. Çünkü bu seviyedeki veri işleme zamanı, birkaç dakikadan saatlere, hatta günlere kadar bir aralıkta değerler alabilir. Mesela, yedekleme işlemi bir gün alabilir. Bu yapıya dikkat edildiğinde ofisten ürüne kadar dört ortam bulunduğunu görürüz. CİM yapısında veri miktarı ile cevap zamanı arasındaki ilişki, seviyeleri ortaya çıkartır. Ofis ortamından ürün seviyesine doğru inilirken veri miktarı ve iletim zamanı değerleri azalmakta iken ve buna ters olarak düğüm sayısı da artmaktadır. Yönetim seviyesinde cevap zamanı saatler alırken ürün seviyesinde mikrosaniyeler mertebesindedir. CİM yapısına göre hücre ortamında Profibus, FIP, Bitbus, gibi standartlar yer alırken makine ortamında ise CAN, Interbus-S gibi standartlar yer alır. CİM yapısı daha fazla teorikte kalmış ve genellikle bir referans olarak kullanıldığı gözlemlenmiştir. Günümüzdeki Fieldbus pazarı, endüstriyel haberleşme standartlarını aygıtların kullandıkları ortalama paket boylarına göre katmanlar halinde sınıflara ayırmıştır. Katmanlarda kullanılan veri miktarı bu sınıflandırmanın oluşturulmasında temel esastır. Veri miktarına göre yapılan sınıflandırma sonucu oluşan katmanlar aşağıda verilmiştir.

- Aygıt Yolu (Byte Seviyesi)
- Fieldbus (Blok Seviyesi)

3.7.2. Sensör-Aktüatör Veri Yolu

Bu kategoriye giren yollar, sensörlerin veya aktüatörleri giriş ve çıkış durumları gibi basit proses verisini diğer düğüme aktarma işlemini yapan zeki düğümleri birleştirir. Klasik bir uygulama olarak merkezileştirilmemiş I/O modüllerine sahip PLC'Ierin olduğu düğümler gösterilebilir.

3.7.3. Fieldbus

Fieldbus Saha Veri Yolu: Fieldbus kategorisi birkaç düzine bitten 256 byte'a kadar boyutlardaki çerçevelerin iletimini yapan yolları gruplar. Bu katmanda cevap zamanı, genel olarak birkaç ms'den 10 ms'ye kadardır. Saha veri yolları, zeki birimleri birbirine bağlama yeteneğine sahiptir ve bundan dolayı da kendisinin üstünde bulunan katmanlardan daha kritik cevap zamanına ihtiyacı vardır. Bu seviyede birden fazla düğüm olduğundan çoğu durumda bir düğüm, görevleri koordine eder ve bu görevleri uygun bir biçimde dağıtır. Bu sebeple saha veri yolları master-slave hiyerarşisinde inşa edilirler. Bu hiyerarşide, master işlemleri kontrol eder ve slave'ler ile devirli olarak haberlesin Master, slave düğümüne sadece izin verdiğinde konuşabilir. Bu yapıdaki protokol herhangi bir zamanda haberleşmek istendiğinde sadece bir düğüme izin verdiği için ağ üzerinde oluşabilecek karışıklığı da doğrudan elimine etmiş olur. Fakat, master çalışmasını durduğunda ona bağlı durumdaki slave düğümleri de etkisiz hale gelir.

Master-slave yapısında çalışan bazı Fieldbus'lar (Örneğin; Profibus'ın FMS versiyonu) bu dezavantajı dikkate alarak eğer master inaktif olacaksa veya değiştirilmek isteniyorsa, master rolünü başka bir düğüme anahtarlama yeteneğini geliştirmişlerdir. Bir Fieldbus, kendi katmanın görevleri ile birlikte kendisinden yukarıda bulunan katman görevlerinin bir kısmını sınırlı bir tarzda olsa da kapsayabilir. Fakat, böyle bir uygulanma aşırı yüklenmekten kaçınmak İçin ağ üzerinde seyahat eden genel veri miktarının doğru bir kestirimini gerektirir. Çünkü ağ yükü çok ise sinyal seviyelerinin değişimine reaksiyon, hızlı olamayacaktır ve dolayısıyla uygulama istenilen performansta çalışmayacaktır

Bit Serial Fieldbusses, kısa adı ile Fieldbus (Saha Veri Yollları) otomasyon sahasında görülen ve farklı prosesleri izlemek için kullanılan sensör, transmitter, sürücü, PLC gibi ekipmanlar ile daha yüksek otomasyon birimleri arasındaki iletişimi sağlayan ve bilinen 4-20 mA akım çevrim standardının yerine endüstride kullanılan endüstriyel haberleşme ağıdır.

Daha çok otomasyonun kontrol seviyesinin bir haberleşme ağı olarak karşımıza çıkar. Bir başka ifadeyle Fieldbus; Modern tesislerdeki üretim bileşenlerinin entegrasyonu ve birbirlerine koşut çalışabilmeleri için, için saha ve otomasyon seviyelerinde tanımlanmış iletişim ağlarına verilen genel bir isimdir.

Genel olarak Fieldbus standartlarını destekleyen saha aygıtları, üretici firma tarafından konulan düşük maliyetli hesaplama gücü özelliğine sahiptir. Bu özellik saha aygıtının akıllı aygıt olmasını sağlar. Fieldbus aygıtları, çift yönlü sayısal haberleşmeyi desteklemekten başka teşhis, kontrol ve bakım fonksiyonları gibi temel fonksiyonlarda çalıştırabilecek yetenektedir. Bu durum Fieldbus standardının getirdiği avantajlardan dolayı hem mühendisin saha aygıtlarına kolaylıkla erişmesine hemde saha aygıtlarının birbirleri ile haberleşmesine imkan tanır. Bir Fieldbus standardının temel olarak sağlaması gereken kriterler şunlardır:

4-20 mA anolog akım çevrim standardının tüm özelliklerini bütünüyle içine alarak sayısal bir standart oluşumunu sağlamalıdır.

Saha aygıtları için dağıtılmış kontrol, alarm, trend ve diğer temel fonksiyonları da bünyesinde bulundurmalıdır. Farklı üreticiler tarafından üretilen aygıtların, aynı saha yoluna güvenli olarak bağlanabilmesini sağlamalıdır. Bu özellik bağlanabilirlik olarak adlandırılır.

Fieldbus standardını diğer standartlara göre üstün kılan nitelikler şunlardır:

Çalışabilirlik: Farklı üreticilerin farklı ürünlerinin aynı uygulamada herhangi bir uyumlaştırıcı arabirim gerektirmeden kullanılabilmesidir.

Değişebilirlik: Bir kaynakta bulunan aygıtlar diğer kaynaklardaki fonksiyonel olarak eşdeğer olan aygıtlar ile yer değiştirebilirler. Bir Fieldbus standardının "açık sistem" dediğimiz sistemlerin kategorisine girebilmesi için aşağıdaki kriterleri yerine getirmesi gerekir:

Tüm şartnamesi yayımlanmış olmalı ve herkes makul bir fiyata elde edebilmelidir.
Kritik birimler uygun bir fiyatla elde edilebilir olmalıdır.
İyi tanımlanmış deneme prosesi, herkese açık olmalıdır

Fieldbus teknolojisin sağladığı avantajlar :

- Azalan devreye alma masrafları, kolay ve işlevsel proje üretimi,
- Hızlı, basit montaj ve devreye alma,
- Kablolamadan büyük kazanım,
- İkaz, tanı imkanları, kolay arıza takibi,
- Dış etkenlere karşı duyarsızlık,
- Kolay ve ucuz genişletilme imkanı,
- Yüksek verimlilik oranı,
- Sistem durdurulmadan bakım,
- Yüksek fiyat/performans oranı,
- Pano içi aktif ve pasif modüllerden kazanım.

Endüstri uygulamasına uygun seçilen bir Fieldbus standardı kaliteyi arttırma maliyeti düşürme ve verimliliği arttırma gibi konularda büyük avantajlar sağlar. Fieldbus teknolojisinin kullanıcılara cazip gelen avantajlardan en büyüğü genel maliyeti azaltmasıdır. Kullanıcılara sağladığı kazançlar genel olarak üç ana grupta toplanabilir:

-Başlangıçtaki kazançlar
-Bakım kazançları
-Sistem performansını geliştirdiğinden dolayı elde edilen kazançlar

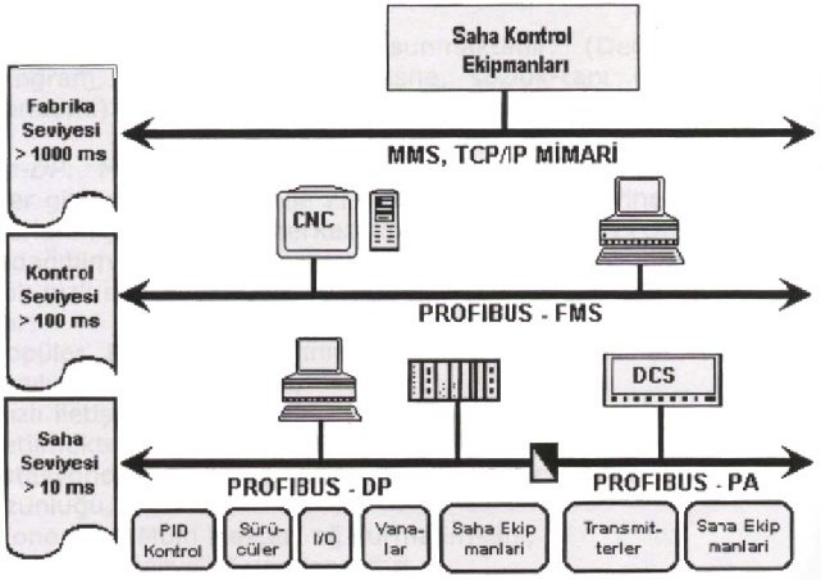
Fieldbus Organizasyonları: Fieldbus teknolojisinin 10 yıllık bir geçmişe sahip olmasına rağmen istenilen oranda kullanılamamasının nedeni farklı üreticiler ve destekleyiciler arasındaki çalışabilirliği sağlayacak olan uluslar arası bir standardın olmamasından dolayıdır. Başlıca Fieldbus organizasyonları şunlardır:

- World Factory Enstrümantasyon Protokolü
- Interoperable Systems Project, ISP
- Fieldbus Foundation

- Profibus –ISP
- IEC/ISA SP50

3.7.4. Profibus

Günümüzde seri Fieldbus sistemler, otomasyon sistemleri ve dağıtılmış saha ekipmanları arasında haberleşme için kullanılan başlıca haberleşme sistemleridir. Profibus, Avrupa'da en çok kullanılan Fieldbus sistemidir.



Şekil 3.40. Genel Profibus Yapısı

Profibus-DP: Dünya genelindeki endüstriyel tesislerde ve proses uygulamalarında kullanımı kabul edilmiş bir saha iletişim protokolüdür. Yüksek standart seviyesi ve bu standardı destekleyen geniş ürün yelpazesi sayesinde kullanıcı, uygulamada pratik sınırla karşılaşmaz. Avrupa Saha İletişim Standardı EN 50 170' e uygun uluslararası, açık saha iletişim standardı olarak Profibus, sağlayıcı ve kullanıcı yatırımlarını korumakta ve sağlayıcıdan bağımsız çözümleri garantilemektedir. [13,14]

Profibus-FMS: Hücre seviyesinde iletişim için tasarlanmıştır. Akılı saha cihazları arasıda (PLC, PC, MMI) arasında orta hızlı ve güvenli bir veri transferini sağlamaktadır. Bu seviyede programlanabilir kontrol ekipmanları (Örneğin; PLC'Ier ve PC'Ier) birbirleri ile haberleşmektedir. Bu uygulama boyutunda yüksek işlevsellik sistem reaksiyon zamanının hızlı olmasından çok daha önemli olmaktadır. Önemli özelikleri şuhlardır: Multi-Master, Master-Slave iletişim, Denk ve kablosuz iletişim, "cyclic" ve "acyclic" veri transferi, Her hizmet için 244 byte'a kadar ver kullanımı, Birçok popüler PLC imalatçısı tarafından desteklenmesi, Geniş bir ürün yelpazesi (PLC, PC, MMI, I/O),

Nesne uyumlu protokol (Değişkenlerin değerleri ve parametreler birer nesne olarak tanımlanır, her nesne iletişim karakteristiğine (Oku, Yaz) sahiptir.Bu iletişim özellikleri nesne sözlüğüne kaydedilir. Modüllerin tanımlanması sırasında nesne sözlükleri de özel olarak tanımlanır. Nesne sözlükleri için standart girişler modül profillerinde

tanımlanmıştır.), Güçlü uygulama hizmetleri sunmaktadır. (Değişken girişi, olay-program, istek-alan, içerik-nesne, sözlük-tanı yönetimi ve durum yönetimi).

Profibus-DP: Merkezi olmayan giriş-çıkış modülleri, sensör, aktüatörler, sürücüler gibi saha cihazları ile PLC, PC, DCS sistemlerine hızlı veri transferi için tasarlanmıştır. Burada merkezi kontrol ekipmanları (Örneğin; PLC'Ier ve PC'Ier) dağıtılmış saha ekipmanları ile (I/O, sürücüler, vanalar, kontrolörler, v.b.) çok hızlı seri bağlantılar üzerinden haberleşmektedir. Önemli özelikleri şunlardır:

- Popüler PLC imalatçılarının uygun CPU modüllerinin ve tanımlama yazılımlarının bulunması,
- Hızlı iletişim (l kByte giriş ya da çıkış bilgisi 2 ms'den kısa bir sürede iletilmektedir.),
- İstasyondaki kanal sayısına bağlı olarak 244 byte'a kadar mesaj uzunluğu,
- Mono veya Multi Master ağ kurma imkanı,
- "cyclic" ve "acyclic" veri transferi.

DP, iletişimin doğru çalışmasını hem Master hem de Slave seviyelerinde kontrol etmektedir, Master seviyesinde her slave için o istasyona özgü bir kontrol zaman dilimi içersinde veri transferinin başarılı olarak gerçekleşip gerçekleşmediği denetlenir. Slave seviyesinde ise "watchdog control" ile ilgili Master'da veya veri yolunda bir hata olup olmadığı denetlenir ve "slave" bir hata yakalarsa "watchdog" zaman diliminde kendi çıkışlarını özerk olarak sıfır seviyesinde dondurur.

Gerçekleştirilen veri haberleşmesinin yapısı büyük ölçüde döngüsel şekilde olmaktadır. Bu haberleşme için gerekli işlevler EN 50 170'e uygun Profibus-DP işlevleri ile karşılanmaktadır. Bu döngüsel haberleşmenin yürütülmesine ek olarak, akıllı saha ekipmanlarının konfigürasyon, bakım ve alarm yönetimi gibi işlemleri için gerekli döngüsel olmayan haberleşme işlevlerini de yerine getirebilmektedir.

Profibus-PA, proses otomasyonu için Profibus ailesinin en genç ama çok önemli bir üyesidir. PA, basınç, sıcaklık ve seviye transmitterleri gibi saha ekipmanları ile otomasyon sistemi ve proses kontrol sistemleri arasında bağlantı kurmaktadır.

PA teknolojisi anolog 4-20 mA teknolojisinin yerini alacak şekilde kullanılabilmektedir. PA teknolojisi, planlama, kablolama, devreye alma ve bakım anlamında maliyeti %40'tan fazla oranlarda azaltabilmekte; işlevsellikte ve güvenlikte belirgin bir artış sağlanmaktadır. Profibus-PA ile patlama tehlikesi olan Ex-alanlarda da iletişim sağlanabilmektedir. Önemli özelikleri şunlardır :

- DP'ye açılabilme ve IEC 11582 'de tanımlanan iletim özellikleri,
- 4-20 mA teknolojisi yerine sayısal haberleşme ile fonksiyonel gelişme ve artan güvenirlilik,
- Veri ve besleme için sadece iki kablo üzerinden iletişim,
- Proses kontrol sisteminin, veri yolu aktif iken istasyonların yola bağlantılı veya bağlantısız olmalarından etkilenmemesi,
- Enstrümanların saha veri yoluna direkt bağlanabilmesi,
- Intrinsic Safety-Ex'i ortamlara uygunluk,

• Enstrümanlarla ilgili çalışma adlandırma, bakım, ikaz ve tanı bilgilerini tanımlama,
• Basınç, sıcaklık, akış gibi analog verileri tanımlama,
• Anolog verilerin farklı mühendislik uygulamalarına göre durumlarını bölgelerini ve değerlerini tanımlama,
• Modül parametrelerinin standartlaştırılması,
• Basit ve kompleks modülleri destekleme

3.7.5. İnterbus

İnterbus, 1987 yılında Fieldbus teknolojisi içersinde ortaya çıkmış açık sistem konsepti olarak tasarlanmış iletişim teknolojisidir. Topolojik terimlerle, İnterbus bir halka sistemidir, yani tüm cihazlar kapalı bir iletim yolunda aktif olarak bağlantılıdır. İnterbus ağlarında, veri gönderme yolu ve veri dönüş yolu, tüm cihazlar içinden bir kablo ile geçer. İnterbus Master/Slave sistemine 256 cihaz bağlanabilir. Son cihaz otomatik olarak halkayı kapar. Seri bağlantı metodundan dolayı sonlandırma dirençlerine gerek yoktur. Bu topoloji ayrı cihazların diğer bus sistemlerinde gerekli olduğu şekilde bir bus adresi tayin etmek suretiyle belirlenmediği anlamına gelmektedir; sistemdeki cihazların fiziksel konumu ile otomatik olarak belirlenmektedir. Bu kullanıma hazır özelliği, sistemin başlangıcında, izlenmesinde ve arıza teşhisinde büyük kolaylık sağlamaktadır. Gelecekte otomasyon teknolojisinde, fiber optik, endüstriyel ağ için iletim ortamı olacaktır.

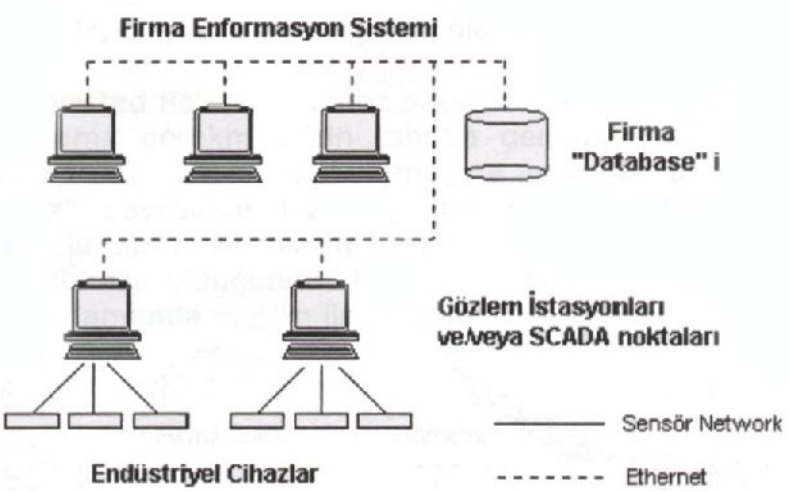
İnterbus, uç-uca topolojisi sayesinde, fiber optik teknolojisi için idealdir. Bakır ve fiber optik, herhangi bir problem olmaksızın aynı sistem içinde kullanılabilir.

Uygun ürünlerin seçilmesi esnasında kullanıcı için müsait olan diğer bir emniyet önlemi de, belgeli cihazların seçimidir. İnterbus belgeli bir ürün, tanınmış bir test laboratuarında kapsamlı olarak test edilmiş demektir.

Bu teknik özellikli test, gerek girişim gerekse iç işlem dayanıklılığını da belirlemektedir. Test nesnesi, bir ağ içinde çalıştırılır ve diğer cihazlardan veya diğer cihazlara olan etkisi kaydedilir. Tüm kriterler ve gerekli ölçülen değerler karşılanmadan Ürün İnterbus Kulübünden sertifika alamaz. Sistem konfigürasyonunu ve devreye almayı kolaylaştırmak üzere birçok imalatçı firma elektronik cihaz ile birlikte tarif dokümanı verirler. Bu bileşenlerin çeşitli programlara entegre edilebildikleri anlamına gelmektedir. Açık bir ağ üzerindeki temel talepler kullanıcı gruplarının çalışmasında yansıtılmaktadır. Tüm bu fonksiyonlar ve teknik özellikler tüm ulusal ve uluslararası standartlara uygunluk ile sağlanmıştır ve kullanıcı için bu da başka bir emniyet önlemidir.

3.7.6. Ethernet

Ethernet Data Acguisition; Endüstriyel ortamlarda proseslerin gözlemlenmesi, cihazların kontrolü, makinalardan verilerin elde edilmesi testlerin yapılması ve kontrolü işlemlerinde yaygın olarak kullanılan standartdır.



Şekil 3.41. Ethernet Ağ

İlk zamanlarda, cihazlar ile makinaların kontrol ve gözlemlenmesinde kullanılan geleneksel 4-20mA standartına bakıldığında birçok dezavantajlar ile karşılaşılır. Bunların başında sensörlerden PLC'Iere veya "Data Acguisition" (DAS) sistemine veya "Data Logger" birimine gelen uzun işaret kablolarının getirdiği mahsurlar sayılabilir. Bu kablolarda taşınan bilgiler, potansiyel yüksek gerilim işaretlerine açıktırlar. 4-20 mAolarak bilinen standart, aslında veriyi PC'ye götürmekte herhangi bir standart ortaya koymamaktadır. Ve bu yöntem modern akıllı cihazlara arabirim imkanı sağlayamamaktadır. 1980'li yıllarda geliştirilen "Fieldbus" standartları çeşitli sensör ve cihazlar için 4-20 mA standartmda varolan eksikliklerden bazılarını ortadan kaldıran ortamlar oluşturmaktadır.

Fieldbus standartlarının en önemli avantajı seçilecek pek çok standartm var olmasıdır. ARCNet, ASI, BACNet, BitBus, CANbus, CEBus, ControlNet, Data Hivvay, DeviceNet, EIB, Foundation Fieldbus, InterBus-S, ISP, Lon Works, Modbus, P-net, Profibus, SECS, SDS, SERCOS, SP50, Seriplex, VVorldFIP vb. Bu fieldbus standartlarının en uygunlarının müşteri için seçildiği varsayılsa bile bu sistemin en dezavantajlı yanı kablolama masraflarının yüksek olmasıdır. Cihazların yerlerinin değiştirilmesi veya kablolamada değişiklikler yapılması masrafları ve külfeti arttırıcıdır. Fieldbus sistemlerde olumsuzluk olarak değerlendirebilecek diğer husus ise her standardın kendine özel protokolünün olması ortak bir ortamda var olamamaları ve "interoperability" özelliğini sağlayamamaları şeklinde sıralanabilir.

Oysa Ethernet "interoperability" özelliğine sahiptir. Diğer özelllikleri ise TCP/IP endüstrinin her kesiminin desteklediği açık bir protokoldür. Performans, Ethernet veri toplama sistemlerinde çok daha artmaktadır. Bunda en önemli faktörlerden biri yüksek bant genişliğidir.(110 Mhz ve 100 Mhz) Giga Hertz Ethernet ise yoldadır. Bu büyük bant genişliği yüksek hızlı uygulamalara imkan verir. Çok kanallı veya çok I/O noktalı uygulamalara zemin oluşturur.

Ethernet sistemlerinin montaj ve bakım maliyetleri oldukça düşüktür. Ethernet tüm 32-bit Windows işletim sistemlerinde çalışabilen bir protokoldür ve PC sistemlerinde ağırlıklı olarak kullanılmaktadır.

"Unshielded Tvvisted Pair" kablolama sayesinde gürültü ve işaret bozulmaları önlenir. Koruma gerekmeksizin fabrika gerilimlerinin bozucu etkisinden korunulmuş olur. Cihazlar arası haberleşme açısından bakıldığında "Peer-to-Peer Netvvork" sayesinde herhangi bir cihaz herhangi bir anda veri iletişiminde bulunabilir. Asenkron işletim bir konum değişikliği veya alarm durumu söz konusu olduğunda cihazlardan bilgi alınabilmesini temin eder. Ethernet, aynı zamanda verinin iletilmesini garantileyen bir protokoldür.

Bir SCADA Sistemi Ethernet ve TCP/IP protokolü her türlü bilgisayar ya da işletim sistemi tarafından çok geniş bir şekilde desteklenmektedir. Bu temiz ve açık standardı kullanacak pek çok sayıda ürün mevcuttur. Bu nedenle Ethernet, gelecekte de destekleneceği ortada olan açık bir platformdur

Ethernet sistemlerinin ucuz olması cazibelerini arttıran diğer yanlardan biridir. Birçok firma veya işletmede halihazırda mevcut bir Ethernet Ağ bulunmaktadır. Ağı genişletmek oldukça kolay ve ucuzdur. Günümüzde pek çok SCADA Sistemi noktaları birbirine bağlamak için zaten Ethernet kullanmaktadır. Her bir noktada birden fazla protokol kullanmaya veya makine ve cihazları bu noktalara bağlamak için farklı ağ kullanmaya gerek yoktur.

Bugünkü veri haberleşme piyasasının genişliğine bakılırsa Ethernet sistemlerinin bakımı montajı ve desteğinin de kolayca temin edilebileceğine şüphe yoktur.

3.7.7. İletişim Ortamları

SCADA sistemlerinde iletişim ortamı olarak kullanılabilecek ortamlar şunlardır:
1) Gerilim Hatları,
2) Kiralanmış PTT Telefon Hatları, Kablolu TV Hatları,
3) Radyo Frekansında İletişim (Mikrodalgalar, Trunk Radyo, Uydu),
4) Fiber optik, Metalik Kablolu Özel Hatlar.

3.7.7.1. Gerilim Hatları

Özellikle enerji hatlarının SCADA ile izlenmesi ve denetimi söz konusu ise bu hatlar üzerinden modülasyon teknikleri kullanılarak veri sinyallerini göndermek veya almak mümkün olmaktadır. Enerji hatları üzerinden veri haberleşmesi gerçekleştiği için başka bir iletişim ortamına ihtiyaç yoktur. Orta gerilim dağıtım hatları ancak 5kHz ile 20kHz arasında bir frekans bandı sağlayabilmektedir. Bu hatlarda Frekans Kaydırmalı Anahtarlama modülasyon tekniği kullanılarak güvenilir iletişim, en fazla 300 baud/s hızında olmaktadır. Bu hız dağıtım otomasyon sistemi gibi veri yoğunluğu fazla olan sistemlerde yetersiz kalır. Bu teknikte, hatlardaki gürültüler, hava değişiminden veya açılıp kapanan elemanlarından kaynaklanan empedans değişiklikleri iletişimi bozabilir.

3.7.7.2. Kiralanmış Hatlar

Kiralamış hatlarda haberleşme otomatik ve kullanıcıya tahsisli olmak üzere iki hat üzerinden yapılmaktadır. Otomatik aramalı hatlarda hattın dolu olması halinde veri haberleşmesi gerçekleşemeyeceğinden tercih edilmez.

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

- Çok sayıda hat kiralama imkanı vardır,
- Lisans, bina, kule, vs gerektirmez,
- İlk yatırım masrafı düşüktür.

Dezavantajları:
- Haberleşme ortamının sorumluluğu hattı sağlayan kuruluş ile paylaşılmıştır,
- Arızaların onarılması uzun zaman alabilir,
- Zamanla maliyetlerde artış olabilir
- Bazı yerlerde kiralık hat sayısını artırmak mümkün olmayabilir.

3.7.8. Radyo Frekansında İletişim

Radyolu sistemler, özellikle çok adresli sistemler ve spread-spectrum radyolar (928-952 MHz) haberleşme için yeterli bant sunmanın yanı sıra dağıtım sistemindeki arızalardan etkilenmedikleri için güvenilir bir iletişim ortamı sağlarlar. Ancak radyo iletişiminde frekans lisansı zorunludur. Geniş bir alana yayılan dağıtım otomasyonu sistemi için farklı bölgelerde değişik frekans kullanmak ve bunun sonucunda, özellikle İstanbul gibi büyük şehirlerde, çok miktarda frekans lisansı zorunlu olabilecek, bir kısım yerlerde ise frekans bulmak büyük sorun olacaktır. Bunun yanı sıra 150-170 MHz bandında çalışan radyo sistemlerinde arazi ve binalar antenlerin birbirlerini görmesini engellemekte ve sinyal kalitesini bozmaktadır. Bu durumlarda ek maliyet getiren tekrarlayıcılar kullanmak gerekmekte, kimi zaman tekrarlayıcı istasyon anteni yüksekliklerini arttırmak da sorunu çözmeye yetmemekte tekrarlayıcı sayısını çoğaltmak zorunlu olmakta bu da maliyeti daha arttırmaktadır. Bir merkez ile çok sayıda RTU'nun haberleştiği 150-170 MHz ve 450-470 MHz bandındaki radyo sistemlerinde, bir RTU'nun veri iletişimi süresinde ve sıklığındaki kısıtlamalar çok fazla fider ve dağıtım transformatör merkezi kapsayan dağıtım otomasyon sisteminde büyük bir dezavantaj olmaktadır. Antenlerin birbirlerini görmesi gerekmeyen VHF telsizlerde ise sağlanan bant dardır ve veri iletişimi çoğu zaman güvenilir, olmayabilir.

SCADA uygulamalarında çeşitli radyo frekansı haberleşme teknikleri kullanılabilir. Bu teknikler şunlardır:

a) Noktadan Noktaya Mikrodalga İletişimi,
b) Çok Adresli Sistemler,
c) Trunk Radyolar,
d) Spread Spectrum Radyolar,

e) Uydu Haberleşmesi.

3.7.9. Özel Hatlarda İletişim

3.7.9.1. Metalik Kablo

Metalik kablo çok bilinen ve kullanılan bir tekniktir. İleri teknoloji gerektirmez. Ülkemizde de üretilmektedir. Simplex, Half Duplex iletişimlerin tümüne olanak sağlar. Metalik kablonun en büyük dezavantajı elektromanyetik ve elektrostatik etkileşime açık olmasıdır. Bu durum sinyalin elektriksel olarak iletilmesinden kaynaklanmaktadır. Gürültüden etkilenmeyi en aza indirgemek için ekranlı, tvvisted pair tip kablolar kullanılabilir. Bu kabloların iyi topraklanması gerekir. Sadece başlarda topraklama yetmez belli aralıklarda topraklanmalıdır.

3.7.9.2. Fiber Optik Kablo

Fiber optik kablolar cam liflerden imal edilmişlerdir. Optik fiber liflerinde bilgi iletimi için kızılaltı dalga boyları kullanılır. Optik fiber yalıtkan bir maddeden (cam) üretildiği için elektromanyetik alanlardan etkilenmez. Böylece aynı kablo içinde olan ayrı lifler de birbirini etkilemezler ve ideal dekuplaj ortamı sağlanır. Fiber optik kablolar güçlendirici maddelerle sarılmış saç inceliğindeki cam liflerden meydana gelir. Küçük lazerler veya ışık yayan diyotlar lifler üzerinden dijital mesajın O ve l'lerine karşılık gelen ışık darbeleri gönderirler.

Fiber optik kabloların bakırlara göre büyük avantajları vardır. Elektriksel parazitlerden hiç etkilenmezler, daha incedirler ve büyük miktardaki verileri daha hızlı ve daha uzak mesafelere taşıyabilirler. Diğer bir önemli üstünlük ise alıcı ve verici arasında hiçbir elektriksel bağlantı olmamasıdır.

Pratikte bütün LAN teknolojileri her düğüme giden iki fiber parçası kullanır, böylece fiberin ince olma avantajı gerçek uygulamalarda ortadan kalkar. Her fiber parçası verileri daima bir yönde taşır yani çift-yollu iletişim gerçekleşir. Fiber optik kablolarda veriler yüksek hızlarda taşınır. Fakat PC tabanlı fiber optik yerel alan ağlarda hız elde edilen en önemli avantaj değildir. Fiber optik kabloların tercih edilmesinin başlıca sebepleri şunlardır;

Mesafe: Bakır kablolardaki sinyaller ile cam fiberdeki ışık yaklaşık olarak aynı hızlarda giderler fakat ışık daha az dirençle karşılaşır; bu nedenle ışık sinyalleri daha az zayıflamayla daha uzağa giderler. Basit PC tabanlı LAN sistemlerinde fiber optik hatlar tekrarlayıcı kullanmadan 35 km'den daha uzak mesafelerde çalışabilirler. [16]

Güvenirlilik: Fiber optik sistemlerdeki güvenirliliğin temel nedeni elektrik sinyallerinden ve tepkilerinden etkilenmemeleridir. Korunmaya ve topraklanmaya rağmen bakır kablolar anten gibi olurlar. Uzunlukları arttıkça motorlardan, radyo vericilerinden, güç kablolarından ve diğer elektrikli cihazlardan daha fazla enerji emerler. Çevredeki cihazlardan kaynaklanan bu enerji metal kablolardaki veri sinyallerini değiştirir ve

bastırır, bu da hatalı veri paketlerine neden olur. Fiber kablolar elektrik alanlardan etkilenmezler, böylece sinyalleri muntazam taşırlar.

Fiber LAN'larm fiziksel topolojisi de güvenirliliği artıran başka bir etmendir. Bütün fiber optik LAN sistemleri fiziksel merkez kutu topolojisi kullanırlar. Bu yapıda iş istasyonlarından gelen her kablo merkez kutuya girer, böylece eğer bir kablo arızalanırsa ağ çalışmaya devam eder. Bu yönden istasyondan istasyona kablolama düzenlerinden ve hatta bazı eş eksenli merkez kutu sistemlerinden farklıdır çünkü bu yapılarda bir kablonun arızalanmasıyla veya bir konnektörün açık olmasıyla ağ tamamen durur. Ek olarak merkez kutu, fiber ve bakır kablolar arasında bir çeviri noktası olarak da hizmet verir.

Fiber LAN'lar daha iyi güvenlik sağlarlar çünkü ışık taşırlar ve ışık tamamen kontrol altındadır. Eş eksenli kablo kullanan LAN'larda kablolara fiziksel olarak bağlanarak veya kablolardan yayılan sinyalleri yönlendirerek bilgiler çalmabilir. Fiber optik kablolar ses ve veri iletişiminde büyük rol oynarlar. Çünkü bu kablolar sadece konnektörlerin sonunda ışığı yayarlar. Eğer kablodan geçen ışığın miktarı tam olarak ayarlanmış ise, istenmeyen kişilerin yapacağı bir fiziksel bağlantıda kablo devre dışı kalacaktır. Sistemin çökmesi kabloda olağan dışı bir şeyin olduğunu gösterir. Sızma olmadığına göre bu kablolara bağlanıp bilgi almak zordur ve hatta imkansızdır.

Elektrik sinyali kendisini işleyecek olan (Örneğin; genliği, frekansı veya sayısal sinyal iletimi söz konusu ise, sinyalin şeklini değiştirecek olan) devreye gelir. Bu devrenin çıkışından alınan elektrik sinyali optoelektronik çeviriciye verilir. Optoelektronik çeviriciler elektriksel uyarılara göre görülebilen veya görülmeyen ışık radyasyonunu üreten yarı iletken devrelerdir. Optik iletim sistemlerinde özel olarak geliştirilen ışık saçan diyotlar (LED) ile yüksek dereceli yarı iletken laser diyotları kullanılır. Bu malzeme ile akımdaki zamana bağımlı değişimler, ışık yoğunluğundaki değişimlere çevrilir. Işık yayıcı veya alıcılarıyla fiber kablonun bağlantısı değişik ek tipleriyle gerçekleştirilir. Kenar ve orta kızılötesi bölgeler yani 800 ile 1800 nm dalga boyları arası fiber optik haberleşme için kullanılmaktadır.

Bütün bu üstünlükler hesaba katıldığında optik fiberler özellikle demiryolları gibi yüksek gerilimli sistem ve hatları içeren ortamlarda, iletim kalitesinin çok önemli olduğu telekomünikasyon işletmelerinde kullanılmaktadır.

Ayrıca, fiber optik kabloda kısa devre durumları olmadığından yangın gibi problemlere yol açmaz. Bu iletişim yöntemi özel alıcı vericilere, kablo uçlarında özel konnektörlere ve bu konnektörlerin takılması için eğitim görmüş personele ihtiyaç duyar. İlk yatırım masrafları fazla olmasına rağmen kullanım sırasında ek maliyet getirmediğinden, tercih edilebilir. Ayrıca bu yöntem sayesinde iletişim ortamının işletim, bakım ve onarım sorumluluğu her hangi bir kurum ile paylaşılmamaktadır. Yukarıda açıklanan nedenlerden ötürü SCADA Sistemi iletişimi için fiber optik kablolar tercih edilebilir. Bu kabloların yerleştirilmesi, yeraltı güç kablolarının döşenmesi sırasında onlara paralel olarak yapılacağından, ayrıca bir kazı işlemi gerekmeyecek, böylece ilk yatırım maliyeti düşecektir. Fiber optik kablo maliyetleri ise güç kablolarının maliyetlerinin % 1-2'si kadar olmaktadır.

Fiber optik kabloların metalik kablolara göre üstünlükleri aşağıda verilmiştir:

- Geniş bant genişliği,
- Düşük zayıflama,
- Diyafoni oluşmaması,
- Tekrarlayıcılar arasında yüksek mesafe,
- Zayıflamanın bant genişliğinden bağımsız olması,
- Dış şartlara dayanıklı (radyasyon, su, vb.) olması,
- Elektromanyetik girişime duyarsız olması,
- Elektromanyetik girişim ve radyo frekansgirişimi meydana getirmemesi,
- Yıldırımdan etkilenmemesi,
- Yüksek akım devrelerinden etkilenmemesi,
- Metalik olmadığından topraklama probleminin olmaması,
- Kolayca araya girilip dinlenememesi,
- Ağırlıklarının metal kablolara göre hafif olması,
- Kablo çapının küçük olması,
- Hammadde sorununun olmamasıdır (kum),
- İletken değil yalıtkan kısa devre durumlarında yangın gibi problemlere yol açmaz, iletken kablo döşeme kurallarına tabi değildir,
- Fiziksel boyutları küçük ve hafif,
- Düşük tesis ve çalıştırma maliyetlidir.

3.8. Scada Sistemi Ve İgdaş Uygulaması

Günümüz toplumunda dağıtım şebekeleri, hizmet sektörünün en önde gelenleri ve en büyük örnekleridir. İnsanlara hizmeti amaçlayan dağıtım şebekeleri, oldukça geniş alanlara dağılmış olmalarının ve milyonlarca insana hizmet sunmanın getirdiği bir takım olumsuzluklarla iç içedir. Bu olumsuzlukların en aza indirgenmesi kontrol, denetleme, arızaya müdahale gibi işlemlerin düzenli, hatasız ve seri bir şekilde yapılmasıyla mümkündür. Bütün bunların düzenli ve hatasız yapılması da SCADA gibi gerçek zanlı sistemlerle gerçekleştirilebilmektedir. İçinde bulunduğumuz bilgi ve teknoloji çağının bir ürünü olan ve artık birçok sektörde vazgeçilmez unsur haline gelen SCADA sistemi teknolojinin gelişmesiyle gelişimini ve yenilenmesini sürdürmektedir.

İnsanların büyük kentlere göç etmesiyle birlikte, şehirlerin nüfusu hızla artmaya başlamıştır. Artan nüfusa paralel olarak, insanların rahat ve konforlu bir yaşam sürmeleri için gerekli olan ısı, ışık ve enerji gibi ihtiyaçları da hızla artmıştır. İhtiyaca cevap vermesi için insanları hizmetine sunulan dağıtım şebekeleri hatalaşmış, işletimi, kontrol ve denetimi zorlaşmıştır. İşte bu noktada, zorlukların çözümünde SCADA sistemi ortaya çıkmıştır. Bir dağıtım şebekesinin işletim ve yönetiminde esas alınan temel, eldeki veri ve bilgilerin doğru ve hızlı olarak gerekli merkezlere ulaşmasıdır. Gerçek zamanlı kontrol ve izleme sistemlerin uygulanmaması durumunda konvansiyonel kontrol sistemleri ile bilginin hızla bir merkeze ulaşması mümkün değildir. Bundan başka şebekenin tek bir merkezden bütün olarak kesintisiz ve sürekli izlenmesi ve kontrolü ancak gerçek zamanlı Uzaktan Kontrol Gözlem ve Veri İşleme Sistemleriyle (SCADA) gerçekleştirilebilir. Dağıtım şebekelerine ait elemanlar genellikle büyük coğrafi alanlara dağılmış durumdadırlar, bunun sonucunda otomasyon ve kontrol elemanlarıyla, işletim personelinin farklı konumlarda olmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Böylece insan ve makine arasında bir bilgi taşıma ortamının da kullanılması zorunlu hale gelmektedir. İşte bu gereksinmeyi, birçok değişik fonksiyona sahip şebekelerde, uzun yıllardan beri kullanılan,

güvenirliliğini ve fonksiyonelliğini ispatlamış, günümüzde çok daha yaygın hale gelen ve teknolojik açıdan büyük mesafeler kat eden SCADA sistemi rahatlıkla sağlayabilmektedir.

3.8.1. Scada Sistemi

Yerel terminal ünitelerinin prosesten topladığı saha verilerinin merkezi bilgisayarlara, işlenmesi için gönderildiği, burada şebeke operatörleri tarafından anlaşılabilecek şekilde görüntü ve mesajlara dönüştürülerek işlem gördüğü ve saklandığı sistemlerdir. Kısaca; Uzaktan gözlem, kontrol ve veri işleme merkezi olarak adlandırılabilir.

3.8.1.1. Scada Sisteminin Faydaları

SCADA sistemi;
- İşletmeyi gerçek zamanlı olarak izlemek ve kontrol etme
- Can ve mal emniyetini sağlama
- İşletme ve yatırım maliyetlerini düşürme
- İşletmedeki insan bağımlılığını azaltma
- İşletmeye global olarak bakabilme
- Kaynakların verimli kullanılmasını sağlama
- Verimli ve kolay istatistiki çalışma yapma imkanı sağlamaktadır

3.8.1.2. Scada Sisteminin Uygulama Alanları

Şebekelerin otomasyon ve kontrolü özellikle şu endüstri sektörlerinde öneme sahip olmaktadır;

- Elektrik dağıtım ağları
- Gaz şebekeleri
- Petrol ürünleri dağıtım şebekeleri
- Su, atık su, kanalizasyon şebekeleri
- Bölgesel ısıtma sistemleri
- Trafik yönetim sistemleri
- Veri iletişim şebekeleri

3.8.2. Scada Sisteminin Temel Bölümleri

SCADA sistemi üç temel bölümden oluşur;
- SCADA Merkezi: SCADA merkezindeki donanım ve yazılım birimleri
- RTU (Remote Terminal Unit): Saha donanım ve yazılım birimleri
- Haberleşme Şebekesi ve Ara Birimleri: Merkezdeki Donanım ve Yazılım ile Sahadaki Donanım ve Yazılım Haberleşme Birimleri

3.8.3. Scada Merkezi

Donanım ve Yazılım Birimleri;
- Ana Server Bilgisayarları

- Operatör bilgisayarları
- Mühendis bilgisayarları
- Web server bilgisayarları
- Ana SCADA yazılımı
- Haberleşme ara birimleri

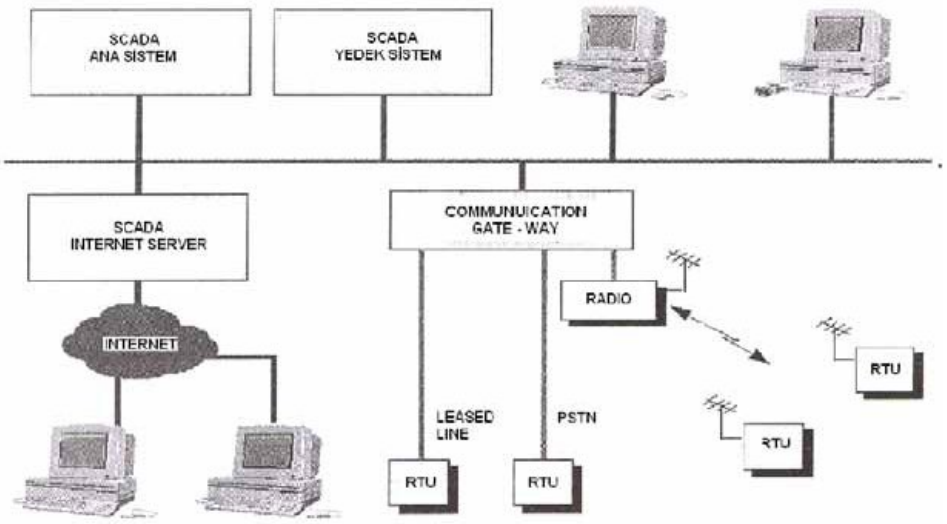
3.8.3.1. RTU (Remote Terminal Unit)

RTU, SCADA terminolojisinde sıkça kullanılan bir kısaltmadır. İngilizce de "Remote Terminal Unit " olarak geçen terime karşılık gelmektedir. Türkçe' ye ise "Uzaktan Algılama Ünitesi", "uzaktan isleme ve denetleme ünitesi" ya da "bilgi toplama ve denetleme birimi" gibi terimlerle çevrilebilir. Bir SCADA sisteminde, gerek teknisyen ve mühendis gerekse işletmeci için aynı derecede önem taşıyan temel özellik, bilgilerin doğru biçimde toplanması ve gerekli kontrollerin doğru ve zamanında gerçekleşmesidir. O halde RTU için şöyle bir resmi tanım verebiliriz. Bir şebekede bulunan sistem değişkenlerini toplayan, gerektiğinde depolayan, ayrıca bu bilgileri kontrol merkezine, belirli bir iletişim ortamı yolu ile gönderen, gerekli kumandaları gerçekleştiren bir SCADA birimidir.

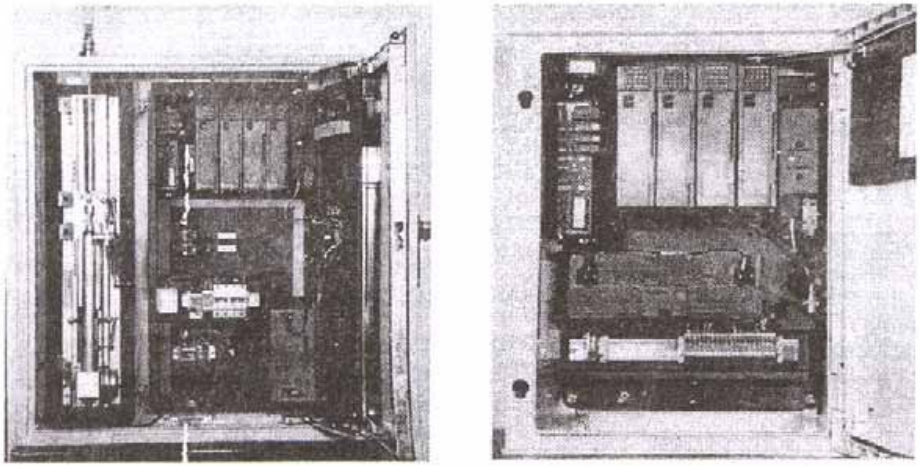
3.8.3.2. RTU Bölümleri

Sahadaki Kontrol organları (PLC, PID, IED)
a) Donanım
- Sensörler
- Modemler

b) RTU için gerekli yazılım
c) Haberleşme protokolleri ve ara birimleri (RS232, RS485, RS422) (Boyer, S. A, 1999)



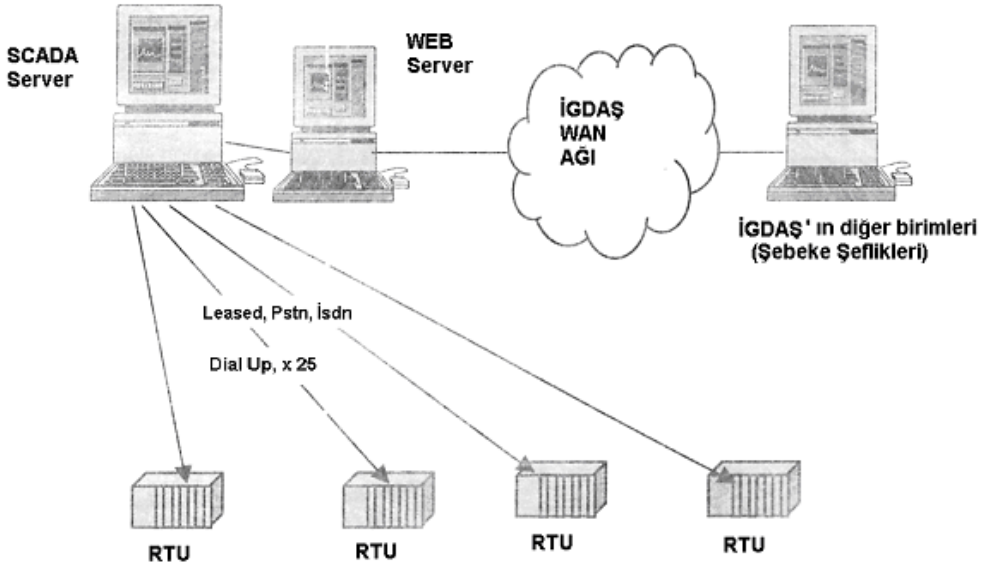
Şekil 3.42. SCADA Sistemi



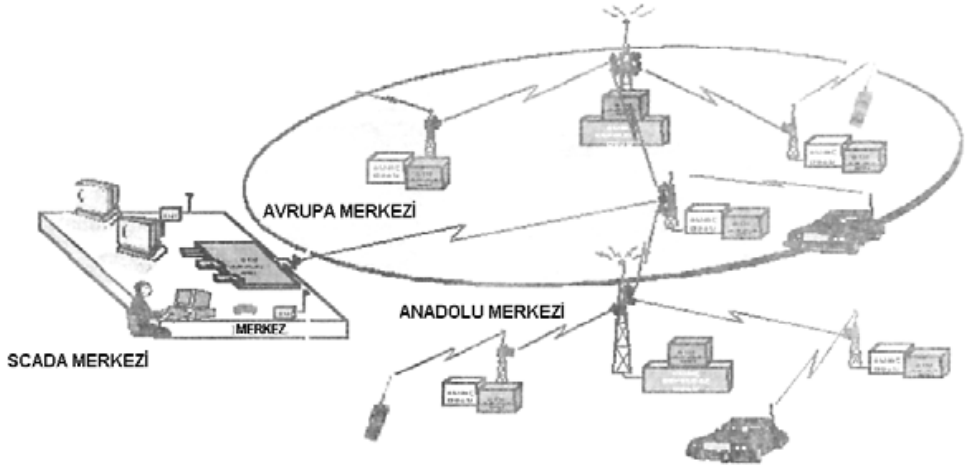
Şekil 3.43. RTU Panosu

3.8.3.3. Haberleşme Sistemleri

- Telli Haberleşme (Leased line, PSTN, ISDN, X25,ADSL)
- Telsiz Haberleşme (Mobitex, Dijital Telsiz, GSM, GPRS, TETRA) ,



Şekil 3.44. Telli Haberleşme



Şekil 3.45. Telsiz Haberleşme

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Doğal Gaz Uygulaması

Doğal gaz dağıtımında SCADA sisteminin uygulanmasıyla aşağıdaki faydalar sağlanmaktadır.

4.1.1. Emniyet

Şebekede oluşan küçük, büyük tüm sorunlar anında haber alınarak ilgili birime iletildiğinden ihbarlara müdahale süresi minimuma indirilmektedir. Bu da maksimum can ve mal emniyeti sağlamaktadır. (McDonald, J.D., 1993)

4.1.2. Sürekli Gözlem

- Şebekenin 24 saat aralıksız olarak gözlemlenmesi
- Oluşan alarm durumları hakkında anında verile ulaşmak

4.1.3. Şebekenin Uygun Koşullarda Çalışmasını Temin Etmek

- Giriş ve çıkış basınçlarının istenen değerlerde olup olmadığını gözlemek
- Doğal gaz istasyonlarında gaz kaçağını izlemek
- İstasyon üzerindeki 1 ve 2 hatların durumunu gözlemek

4.1.4. Ekiplerin Yönlendirilmesi Ve Bakım Politikalarının Belirlenmesi

- Şebeke elemanlarının periyodik bakım çalışmalarının kontrol edilmesi ve yönlendirilmesi
- Şebekelerdeki terminallerden ilgili şebekeye ait regülatörlerin eşzamanlı olarak uzaktan izlenmesi

4.1.5. Kriz Yönetimi

- Olağanüstü durumlarda şebekenin bir bütün olarak izlenmesi ve kontrolünün yapılması
- Hızlı ve doğru karar alınmasında etkinliğin sağlanması
- Komutanın bir merkezden yapılabilmesi

4.1.6. Eldeki Gaz Stokunun Belirlenmesi

- SCADA yardımıyla şebekeye giren, o anda şebekede bulunan ve müşterilere dağıtılan gaz anlık olarak izlenebilir ve bunların maddi karşılıkları anlık olarak bulunabilir.
- Dağıtım yapan şirketin her an bu maddi ve teknik verilere ulaşabilecek olması, anlık olarak dahi maddi ve teknik stratejiler geliştirilebilmesine yardımcı olacak verimli raporlar hazırlanabilir.
- Şebekeden alınan veriler istikametinde yeni yatırımlar yönlendirilebilir.

4.1.7. İstatistiki Çalışma Yapma İmkanı

- Kontrol noktalarından alınan veriler yardımı ile istatistik sonuçlar oluşturulabilir.
- Alt ve üst yönetimin karar vermesine ve strateji belirlemesine yardımcı olacak verimli raporlar hazırlanabilir.
- Şebekeden alınan veriler istikametinde yeni yatırımlar yönlendirilebilir.

4.1.7.1. Sistemli Çalışma

Her bir regülatörle ilgili detaylı raporlar tutulabilme ve bu raporlar ışığında daha verimli ve detaylı bakım/ işletme programları oluşturulabilme imkanı.

- Kaynakların Verimli Kullanılması
- Araç, gereç ve personel giderlerini en aza indirmek
- Şebekenin en verimli şekilde kullanılmasını temin etmek

4.1.8. Şebekeye Bir Bütün Olarak Bakabilme İmkanı

SCADA merkezinin sakin ve konforlu ortamında tüm şebekeyi kuş bakışı seyredebilmek, olayların nasıl geliştiğini ve noktaları birbirinden nasıl etkilendiğini görebilmek, olayı geniş bir çerçeveden görmek ve sakin bir ortamda rahat karar verebilmek.

Çelik şebekenin kontrolü SCADA sistemi tarafından yapılacaktır. SCADA merkezi 24 saat boyunca çalışacaktır. Şebeke sürekli kontrol altında olduğu için, sahada bir alarm durumunun oluşması halinde bu alarm en geç 30 saniye içinde haberleşme sistemi kullanılarak SCADA merkezine iletecektir. RTU üzerinden SCADA merkezine ulaşan ihbarlardan, istenilen ihbarlar ATS üzerinden şebeke şefliklerindeki araçlara veya SCADA operatörü tarafından ilgili birime iletilecektir. RTU' ların merkezinden başlatılan bir poli işlemi veya direk RTU tarafından başlatılan bir veri gönderme işlemi operatör ekranlarına yansıtılacaktır. SCADA operatörleri, bu ekranlar üzerinde SCADA programının izin vereceği fonksiyonları yerine getirecektir.

SCADA operatörlerinin önünde 3 adet monitör bulunacaktır.

- Müşteriden, 187 kanalıyla gelen ihbarı girmek için AS 400 Terminali
- ATS ye yönlendirilen ihbarları izlemek için ATS Terminali
- Sahadan gelen olay ve verileri izlemek için SCADA Terminali

Başlangıçta, SCADA merkezinde 3 monitör grubu bulunacaktır. Bu sayı ihtiyaca göre artırılabilecektir. SCADA kontrol odasında bunlardan hariç olarak 2 adet monitör grubu olacaktır. Bunlar 2 adet SCADA monitörü, 1 adet AS 400 terminalinden oluşacaktır. İzin verilen idari birimler erişebilecek, bu veriler uzaktan görülebilecek ve daha önceden belirlenmiş formatlarda rapor alabilecektir. Aynı şekilde şeflikler de şeflik terminalleri üzerinden kendi kontrol alanına giren kontrol noktalar ile ilgili daha önceden izin verilen verilere ve ekranlara ulaşabilecek, izleyebilecek ve belli formatlarda rapor alabilecektir. Büyük müşteri regülatörlerinden alınan veriler, ayrı bir veri tabanına transfer edilecek ve isteyen müşteriler internet üzerinden sistemin oluşturduğu bu veriler ulaşarak, kendilerine izin verilen formatta görebilecektir. Evsel müşterilerin faturalandırma işleminin de bir

AMR (Atutomatic Meter Reading) sistemi yardımı ile remote olarak yapılması planlanmaktadır. Bu sistem SCADA sistemi ile de veri alışverişinde bulunabilecektir.

İzlenecek Şebeke Enstrümanları
- İGDAŞ – RMS İstasyonları
- Kokulandırma ünitesi
- Bölge regülatörleri
- Katodik koruma sistemi
- Vana odaları

4.1.9. İGDAŞ – RMS İstasyonları

Anadolu ve Avrupa yakasında toplam 6 RMS istasyonu mevcut olup şu değerler alınabilecektir;
- Fark basıncı
- Gaz sıcaklığı
- Gazın debisi ve hacmi
- Gazın kalorifik değeri

4.1.9.1. Kokulandırma Ünitesi

Anadolu ve Avrupa yakasında olmak üzere toplam 2 kokulandırma ünitesi mevcut olup şu değerler alınabilecektir;
- Cihazda ihbar var
- Kokulandırma ünitesi devrede

4.1.9.2. Bölge Regülatörleri

Toplam 483 adet B Regülatöründen aşağıdaki değerler alınabilecektir;
- Giriş basıncı
- Çıkış basıncı
- Gazın sıcaklığı veya ortam sıcaklığı
- Gazın debisi ve hacmi
- Gaz kaçağı bilgisi
- Filtre kirliliği bilgisi
- 1. ve 2. hattın pozisyonu
- İstasyon ve RTU kabin kapaklarının pozisyonu
- Katodik koruma ölçüm bilgisi

4.1.9.3. Müşteri Regülatörleri

Toplam 265 adet Müşteri Regülatöründen aşağıdaki değerler alınabilecektir;
- Giriş basıncı
- Çıkış basıncı
- Gazın sıcaklığı veya ortam sıcaklığı
- Gazın debisi ve hacmi
- Gaz kaçağı bilgisi

- Filtre kirliliği bilgisi
- 2. hattın pozisyonu
- By – pass hattının durumu
- RTU kabin kapağının pozisyonu

4.1.9.4. Katodik Koruma Sistemi

Toplam 10 noktadan aşağıdaki değerler alınabilecektir;
- Boru – zemin potansiyeli
- Devre potansiyeli
- Devre akımı
- TR ünitesi devrede
- TR ünitesi arızalı
- Enerji kesintisi bilgisi
- Aşırı akım arızası
- Referans elektrot arızası
- Anot – Katot bağlantısı kopuk

4.1.9.5. Vana Odaları

Anadolu ve Avrupa yakasında uzaktan kontrolü mümkün olan toplam 6 Actuatörlü vana mevcut olup, aşağıdaki değerler alınabilecek, vana kapa komutu verilebilecektir.
- Vana açık – kapalı bilgisi
- Vana kontrol bilgisi (kapa komutu)
- Gaz kaçağı bilgisi
- RTU kabin kapağının pozisyonu

4.1.9.6. Toplam Kontrol Noktası Sayısı

Tablo 4.1. İGDAŞ Doğalgaz Boru Hattına Ait Tablo

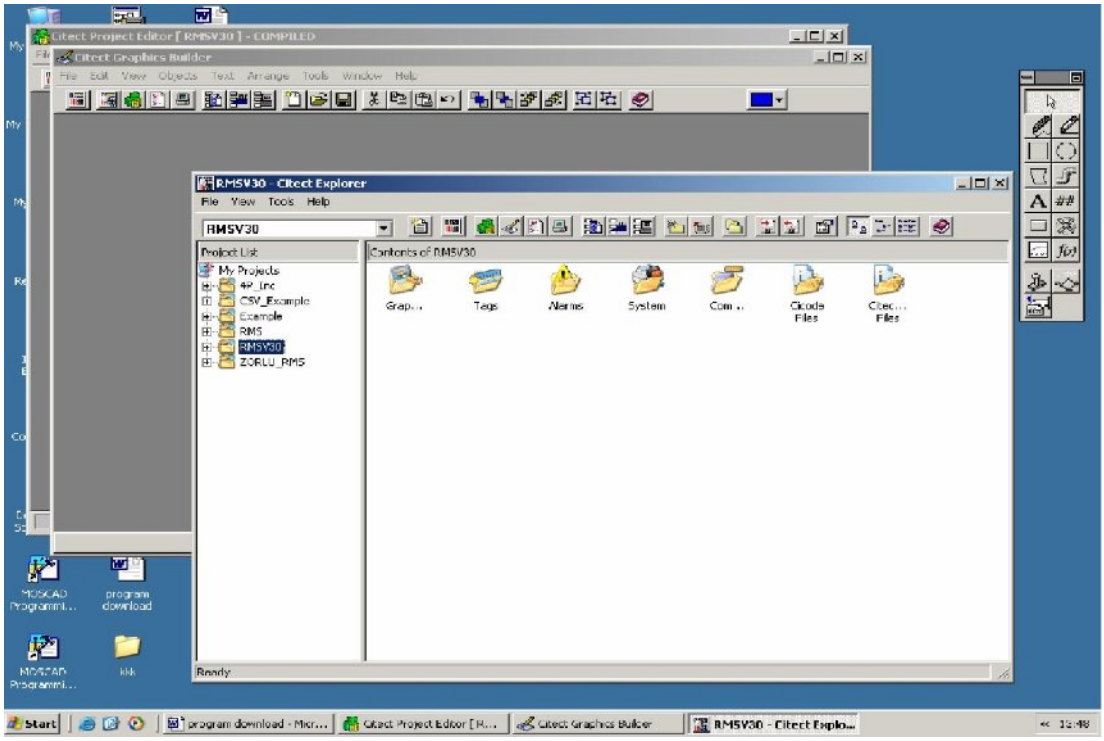
		Kritik
Bölge Regülatörü	483	170
Müşteri Regülatörü	265	49
RMS İstasyonu	6	6
Vana Odası	6	6
TR Ünitesi	10	10
Kokulandırma Ünitesi	2	2
Genel Toplam	772	243

İstanbul gibi büyük bir yerleşim merkezindeki doğal gaz şebekesinin SCADA sistemi ile denetlenmesi, halkın can ve mal güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu güvenliğin artırılması, hava kirliliğine alternatif olarak görülen doğal gazın daha çok kullanılmasına yardımcı olacaktır. Bununla beraber, ülkemizin doğal gaz alt yapısı, dağıtımı ve pazarı önümüzdeki yıllarda bugünkünden kat kat daha fazla imkan ve boyutlara erişecek olması,doğal gazın dağıtım ve taşınmasında en önemli unsur olan emniyet ve kesintisizlik ilkesi de göz önünde bulundurulduğunda, SCADA sistemi, ülkemizde çok daha yaygın bilinir ve uygulanır olacak, her geçen gün önemi artacaktır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

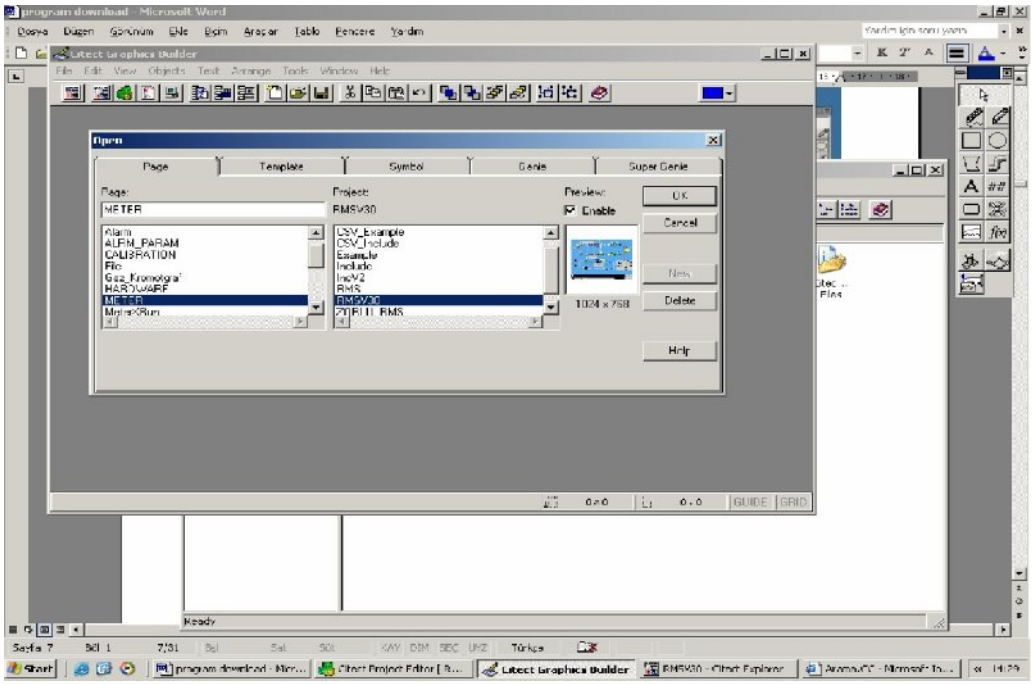
5.1. Scada Sisteminin Yeni Arayüzler Yardımıyla Yapılandırlması

SCADA sisteminde mevcut parametreler yardımı ile yeni arayüzler oluşturulmasında aşağıda yöntemler izlenerek menü üzerinde yapılmak istenilen yeni arayüzler oluşturulmuştur.



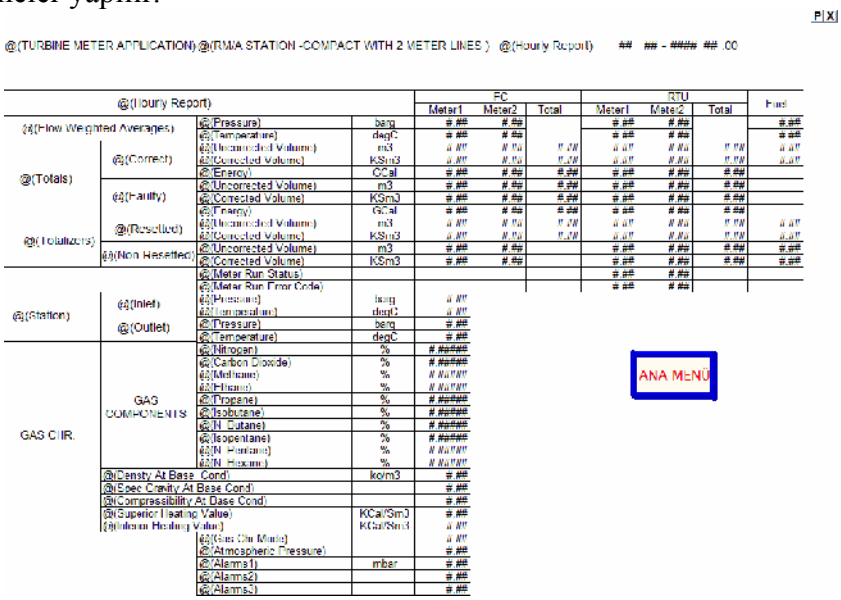
Şekil 5.1. Citect Explorer Dosyası

1 SCADA sisteminde Citect explorer dosyasına girilerek Citect Graphics Builder menüsü açılır . File(dosya) bölümüne girilir ardından open seçilir ekrana gelen page menüsünden değişiklik yapılmak istenen METER seçilir. Project bölümünden Adana Common seçilir prewiev (ön izleme) enable işaretlenir.



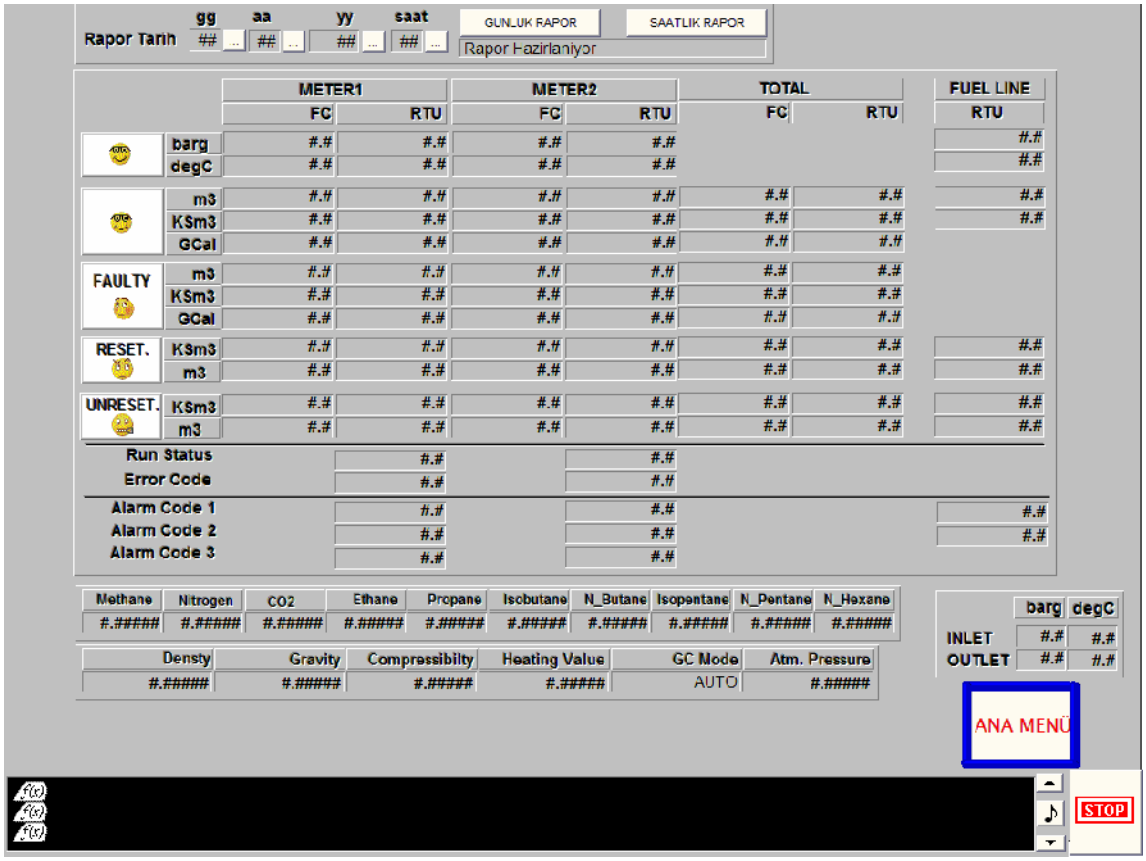
Şekil 5.2. Citect Graphics Builder Dosyası

Şekilde görüldüğü gibi yeni arayüzler oluşturulmak istenen sayfaya girilir ve gerekli düzeltmeler yapılır.



Şekil 5.3. Hourly Report(Saatlik Raporlama) Sayfası

RTU(Remote terminal units) dan alınan verilerin gösterimini sağlamak amacıyla kullanılır.



Şekil 5.4. Daily Report(Günlük Raporlama)Sayfası

İstasyondan gelen verilerin database(arşiv) sayfasında saklandığı ve istenilen tarihteki veriler şekildeki tarih bölümüne girilerek ekranda gösterimi sağlanmıştır.

	METER1		METER2		FUEL LINE
	FC	RTU	FC	RTU	
@(PRESSURE): barg	##.#	##.#	##.#	##.#	##.#
@(TEMPERATURE): deg C	##.#	##.#	##.#	##.#	##.#
@(UNCORRECTED FLOWRATE): m3/h	##.#	##.#	##.#	##.#	
@(CORRECTED FLOWRATE): KSm3/h	##.#	##.#	##.#	##.#	
@(ENERGYRATE): Gcal/h	##.#	##.#	##.#	##.#	
@(CURRENT DAY UNCORRECTED VOLUME): m3	##.#	##.#	##.#	##.#	##.#
@(CURRENT DAY CORRECTED VOLUME): KSm3	##.#	##.#	##.#	##.#	##.#
@(CURRENT DAY ENERGY): Gcal	##.#	##.#	##.#	##.#	
@(RESET UNCORR. VOLUME): m3	##.#	##.#	##.#	##.#	##.#
@(RESET CORR. VOLUME): KSm3	##.#	##.#	##.#	##.#	##.#
@(RESET. ENERGY): Gcal	##.#	##.#	##.#	##.#	
@(UNRESET. UNCORR. VOLUME): m3	##.#	##.#	##.#	##.#	##.#
@(UNRESET. CORRECTED VOLUME): KSm3	##.#	##.#	##.#	##.#	##.#
@(UNRESET. ENERGY): Gcal	##.#	##.#	##.#	##.#	
@(AGA CALCULATION STATUS):		##.#		##.#	
@(AGA CALCULATION ERROR INFORMATION):		##.#		##.#	
@(AGA CALCULATION ROTOR TYPE):		##.#		##.#	

ANA MENÜ

STOP

Şekil 5.5. Station Report(İstasyon Rapor) Sayfası

İstasyondan gelen anlık akış ve sıcaklığı gösteren sayfa şekildeki gibidir.

Stations Values

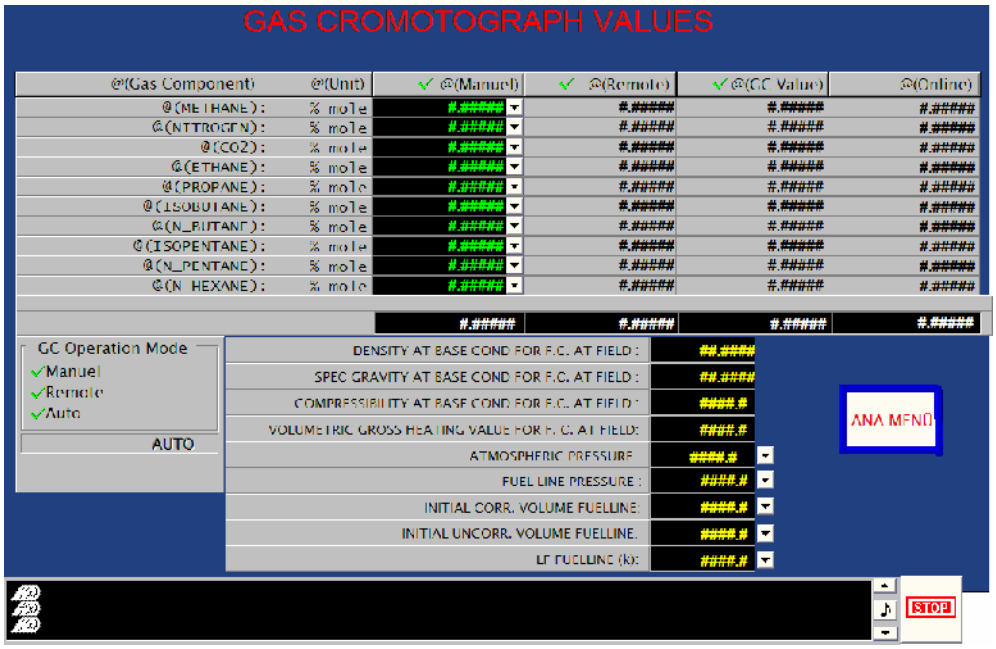
	FC	RTU
@(UNCORRECTED FLOWRATE): m3/h	##.#	##.#
@(CORRECTED FLOWRATE): KSm3/h	##.#	##.#
@(ENERGY): Gcal/h	##.#	##.#
@(CURRENT DAY UNCORRECTED VOLUME): m3	##.#	##.#
@(CURRENT DAY CORRECTED VOLUME): KSm3	##.#	##.#
@(CURRENT DAY ENERGY): Gcal	##.#	##.#
@(CURRENT DAY RESETTABLE UNCORRECTED VOLUME): m3	##.#	##.#
@(CURRENT DAY RESETTABLE CORRECTED VOLUME): KSm3	##.#	##.#
@(CURRENT DAY RESETTABLE ENERGY): Gcal	##.#	##.#
@(CURRENT DAY UNRESETTABLE UNCORRECTED VOLUME): m3	##.#	##.#
@(CURRENT DAY UNRESETTABLE CORRECTED VOLUME): KSm3	##.#	##.#
@(CURRENT DAY UNRESETTABLE ENERGY): Gcal	##.#	##.#

ANA MENÜ

SHUT DOWN

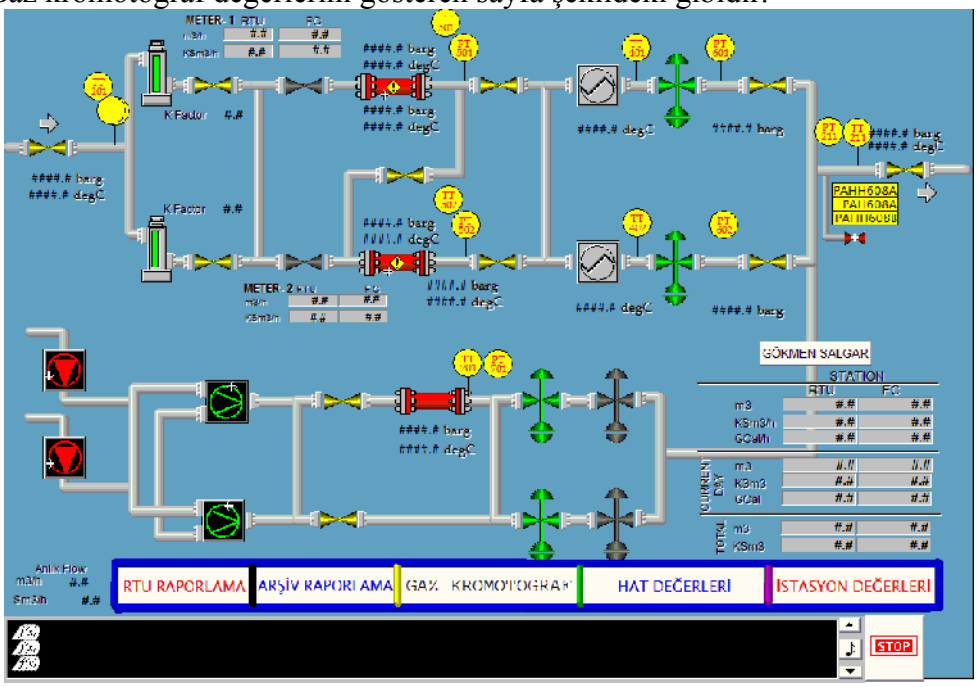
Şekil 5.6. Stations Values (İstasyon Değerleri) Sayfası

İstasyon değerlerini gösteren sayfa şekildeki gibidir.



Şekil 5.7. Gaz kromotograf Sayfası

Gaz kromotograf değerlerini gösteren sayfa şekildeki gibidir.



Şekil 5.8. Main Mimic(Ana Menü) Sayfası

Açılan ana sayfanın son hali şekildeki gibidir,

5.2. Sonuç

Bu çalışmada doğal gaz SCADA sistemleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve bu incelemelerin sonucunda SCADA sistemi yazılımdan kaynaklanan eksikliklerin giderilmesi için örnek bir doğal gaz SCADA yazılımı geliştirmeye çalıştım. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre, SCADA sistemleri en ufak ayrıntıya kadar incelenerek tasarlanmış ve bu tasarıma uygun olarak yeni SCADA arayüzleri oluşturulmuştur. Aynı zamanda doğal gaz SCADA sistemini kullanan kullanıcıların daha kolay anlayabilmeleri için menü dili Türkçeleştirilmiştir. Böylece doğal gaz SCADA sistemi uygulamalarında tam bir optimizasyon sağlanması amaçlanmıştır.

Yeni arayüzler ile yapılandırılan SCADA menüleri hatasız kullanıldığında SCADA sistemi işletiminden veya yazılımdan kaynaklanan problemler en aza indirgenmiş yada ilgili problemler giderilmiştir. Ayrıca SCADA uygulamaları Türkçe menüler ile desteklenerek kullanım kolaylığı sağlanmıştır. Bu çalışmada, yeni arayüzlerle yapılandırılan SCADA sistemi üzerinde yapılan testler göstermiştir ki SCADA sistemi daha verimli kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak Doğal gaz SCADA sistemleri ülkemizde ve dünyada yeni gelişen bir teknoloji olduğu için uygulama aşamasında bazı sıkıntılar yaşanabiliyor. Uygulamalarda meydana gelen problemlerin yerinde tespit edilerek giderilmesi için gerekli çalışmaların yapılarak sistemin en verimli şekilde çalışması sağlanabilir. SCADA sistemin etkin şekilde kullanılabilmesi için SCADA üzerine iyi eğitim almış personel ve sistem üzerindeki Cihazların en uygun yazılımlarla çalışması şarttır. Önemli olan SCADA kurulduktan sonra sistemin doğru şekilde değerlendirilebilmesidir. Değerlendirilemeyen sistemler SCADA' nın sağladığı faydaları ortadan kaldırarak zararlar getirmiştir.

KAYNAKLAR

ANONİM,2004. “BOTAŞ Doğalgaz Projesi”, BOTAŞ Dergisi,s:21-22.

ANONİM,2003. “RMS/A Scada Projeleri”, 4P Otomasyon ,s:1-104.

ANONİM,2000. “ASKİ Scada Projeleri”, ASKİ, Ankara, s:57-124

BOYER, S. A.1999.“SCADA Supervisory Control and Data Acquisition 2nd Edition” IS-The Instrumentation, Systems, and Automation Society, New York, pp.38-84.

BIN, Q., HOAY, B.G., YILU, L., ENG, K.C.2002.“Internet-Based SCADA Display System”, IEEE Computer Applications in Power, 15, pp.14-19.

CARR, J. J.2002. “Microwave and Wireless Communications Technology”, Newnes, UK, pp.7-51.

CLANAHAN,Mc.2003. “SCADA and IP is Network Convergence Really Here?”, Industry Applications Magazine, vol. 9,no. 2.29–36.

CURTIS, K. A.. 2000.“DNP3 Protocol Primer”, DNP Users Group, pp.47-48.

ÇİFTÇİBAŞI, T.2000.‘’Otomasyon, Otomatik Kontrol, Akıllı Kontrol,Bilimsel Tanımları ve Uygulama Sınırları’’ , EMO Dergisi, Ankara, s:1-4.

DAVID B., Edwin W.2009.“SCADA Uygulamaları Endüstriye Dönük Uygulamalı’’,pp.1-286.

DAYTON, R.1997.“1996 IEEE Autotestcon”, IEEE, Ohio, pp.115-122.

DİNÇER, G.2005.‘’PC Tabanlı Kontrol ve Otomasyon’’.

MARCUSE, J., MENZ, B., PAYNE, J.1995. “Servers in SCADA applications”, Thirtieth IAS Annual Meeting IAS '95 Conference Record of the 1995 IEEE,3, 21242129

MC.DONALD, J.D.1993.“Developing and Defining Basic SCADA System Concepts”, Rural Electric Power Conference, 3,pp. 25-27.

RAMADHAN, A. F.2004.“Development & Implementation of a SCADA System”, A.N.F. Press, Dhahran, pp.56-57.

TELVENT.1999.“Telvent Automation S/3 User Manual”, Telvent S/3-2, Canada, 1.1-5.15.

TELVENT.1999. “Telvent Automation S/3 Manager Manual”, Telvent S/3-1, Canada, 5.15.35.

ZECEVIC, G.1998."Web Based Interface to SCADA System", Power System Technology POWERCON'98, Beijing, pp.1218-1221.

WALRAND J.,VARAIYA P.2000."High Performance Communication Networks Second Edition", Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, pp.117-124.

WALSKI, T. M.2003."Advanced Water Distribution Modeling and Management", Haestad Press, Canada, pp.54-84.

EKLER

SCADA SİSTEMİNİN CİCODE YAZILIM BİÇİMİ İLE GÖSTERİM ŞEKLİ CİCODE EDITOR BÖLÜMÜNE AİT DOSYANIN AÇILIMI

```
//
//
//0-1-2-3-4-5   DI
                                //6-7-8-9       DO

//-----------------------------------------------------------------------------------------------------

FUNCTION BITSELECT()

    INT X,Y,Index;

    Index=0;
    INT Temp;

    FOR X=0 TO 7 DO
                Y=30;
                //FOR Y=0 TO 30 DO
                DI[Index]=C101_DI[X]<0;
                Index=Index+1;

                WHILE Y>=0 DO
                DI[Index]= (C101_DI[X]  BITAND Pow(2,Y))=Pow(2,Y) ;
                Index=Index+1;
                Y=Y-1;
                END

    END

END

//-----------------------------------------------------------------------------------------------------
FUNCTION BITWRITE(INT iArrayIndex,INT iIndex)
    C101_DO[iArrayIndex]=Pow(2,iIndex);
END
//-----------------------------------------------------------------------------------------------------
```

CİCODE EDITOR BÖLÜMÜNE AİT GENERAL DOSYA SİSTEMİNİN AÇILIMI

```
//[ANIMATOR]FullScreen=1
//[PAGE]DynamicSizing=FALSE
//[Trend]MissedSamplesAlarmTime=0
//[Code]Startup=Startup
//[Event]Server=1
//[Event]Name=HOURLY_REPORT,HOURLY_EVENT,DAILY_REPORT,AMELE
//[Page]Startup=ANAMIMIK
//[CtEdit]ANSIToOEM=1
//[MODNET]FloatMode=1
//[MODNET]LongDataType=1



FUNCTION Startup()
    InitDLL();
    IF CheckParameters() THEN
    Shutdown("","",2);
    END
END
//-------------------------------------------------------------------------------
INT FUNCTION CheckParameters()
STRING sValue;
INT iRet;
sValue=ParameterGet("ANIMATOR","FullScreen","0");
IF sValue="0" THEN
ParameterPut("ANIMATOR","FullScreen","1");
iRet=1;
END

sValue=ParameterGet("PAGE","DynamicSizing","TRUE");
IF sValue="FALSE" THEN
ParameterPut("PAGE","DynamicSizing","TRUE");
iRet=1;
END

sValue=ParameterGet("MODNET","FloatMode","0");
IF sValue="0" THEN
ParameterPut("MODNET","FloatMode","1");
iRet=1;
END

sValue=ParameterGet("MODNET","LongDataType","3");
IF sValue="3" THEN
ParameterPut("MODNET","LongDataType","1");
iRet=1;
END

sValue=ParameterGet("PAGE","Startup","");
```

```
IF sValue<>"METER" THEN
ParameterPut("PAGE","Startup","METER");
iRet=1;
END

sValue=ParameterGet("CODE","Startup","");
IF sValue="" THEN
ParameterPut("CODE","Startup","Startup");
iRet=1;
END

RETURN iRet;
END
//-----------------------------------------------------------------------------------

STRING FUNCTION RTU_Date()
RETURN      TimeToStr(DateAdd(C82[22],30*365*24*60*60),9);
END
//-----------------------------------------------------------------
STRING FUNCTION RTU_Time()

RETURN      TimeToStr(DateAdd(C82[22],30*365*24*60*60),1);
END
//-----------------------------------------------------------------
FUNCTION SetRTUTime()

        REAL iValue;

   REAL rHour,rMin,rSec;

   iValue= 65536 * DateYear(TimeCurrent(),0) + DateMonth(TimeCurrent()) * 256 +
DateDay(TimeCurrent());

   RTU_Date_SET=iValue;

   rHour=TimeHour(TimeCurrent())*60*60;
   rMin=TimeMin(TimeCurrent())*60;
   rSec=TimeSec(TimeCurrent())      ;
   RTU_TIME_SET=rHour+rMin+rSec;

END
//-----------------------------------------------------------------

FUNCTION DEMO()
INT iPage;
iPage=Rand(8);

   SELECT CASE iPage
        CASE 0 PageDisplay("ANAMIMIK");
        CASE 1 PageDisplay("Station_Degerler");
        CASE 2 PageDisplay("MeterXRun");
        CASE 3 PageDisplay("Calibration")

CASE 4 PageDisplay("Gaz_Kromotgraf");

            CASE 5 PageDisplay("Alarm");
        CASE 6 PageDisplay("Hardware");
        CASE 7 PageDisplay("Summary");
```

```
    END SELECT
END

//-----------------------------------------------------------------
FUNCTION SetPrinterName()
STRING str;

str=Input("PRINTER NAME", "PRNTER NAME", PRINTER_NAME);
IF StrLength(str)>0 THEN
PrintER_NAME=str;
END

END
```

CİCODE EDITOR PROCESS BÖLÜMÜNE AİT DOSYA AÇILIMI

```
REAL FUNCTION SumOfGCManuel()
    RETURN C91[0]+C91[1]+C91[2]+C91[3]+C91[4]+C91[5]+C91[6]+C91[7]+C91[8]+C91[9];
END
//-----------------------------------------------------------------
REAL FUNCTION SumOfGCRemote()
    RETURN
C91[10]+C91[11]+C91[12]+C91[13]+C91[14]+C91[15]+C91[16]+C91[17]+C91[18]+C91[19];
END
//-----------------------------------------------------------------
REAL FUNCTION SumOfGCValue()
    RETURN
C91[20]+C91[21]+C91[22]+C91[23]+C91[24]+C91[25]+C91[26]+C91[27]+C91[28]+C91[29];
END
//-----------------------------------------------------------------
REAL FUNCTION SumOfGCOnline()
    RETURN
C21[26]+C21[27]+C21[28]+C21[29]+C21[30]+C21[31]+C22[0]+C22[1]+C22[2]+C22[3];
END
//-------------------------------------------------------------------------------
FUNCTION ShutdownStation()

ErrSet(1);

IF Message("UYARI","İSTASYON SHUTDOWN EDILECEK Eminmisiniz?",33)=0 THEN
    BITWRITE(1,28)


END
ErrSet(0);

END


//-------------------------------------------------------------------------------
```

CİCODE REPORTS TO DBF BÖLÜMÜNE AİT DOSYA'NIN AÇILIMI

```
//-----------------------------------------------------------------------------------
STRING FUNCTION CreateDirectory()
    STRING sDst;

    sDst="C:\DATABASE\";
    sDst=sDst+ IntToStr (DateYear(TimeCurrent(),1))+"\";
    sDst=sDst+ IntToStr (DateMonth(TimeCurrent()))+"\";
    sDst=sDst+ IntToStr (DateDay(TimeCurrent()));

    Exec("CMD /C MD "+sDst);

    Sleep(1);

    RETURN sDst;

END
//-----------------------------------------------------------------------------------
FUNCTION CopyDbf()
    INT hDS;
    STRING sDir=CreateDirectory();
    FileCopy(PathToStr("[RUN]:REP_VALUES.DBF"),sDir+"\REPORT.DBF",0);



    ReportToFileBatch(sDir,Date(3) + " "+Time(1));

    IF AUTO_PRINT THEN

    FileRichTextPrint(sDir+"\REP_21.RTF",PRINTER_NAME)      ;
    FileRichTextPrint(sDir+"\REP_22.RTF",PRINTER_NAME)      ;
    FileRichTextPrint(sDir+"\REP_31.RTF",PRINTER_NAME)      ;
    FileRichTextPrint(sDir+"\REP_32.RTF",PRINTER_NAME)      ;

    FileRichTextPrint(sDir+"\REP_41.RTF",PRINTER_NAME)      ;
    FileRichTextPrint(sDir+"\REP_51.RTF",PRINTER_NAME)      ;
    FileRichTextPrint(sDir+"\REP_61.RTF",PRINTER_NAME)      ;

    END

END
//-------------------------------------------------------------------------------------------
FUNCTION ReportRequest()
    INT iRet;
    INT iDay,iMonth,iYear,iHour;

    iDay=DateDay(TimeCurrent());
    iMonth=DateMonth(TimeCurrent());

    iYear=DateYear(TimeCurrent(),1);
    iHour=TimeHour(TimeCurrent());

    ReportRequestForm(iDay,iMonth,iYear,iHour,1);

    IF iHour=8 THEN
```

```
    ReportRequestForm(iDay,iMonth,iYear,iHour,2);
    CopyDbf();
    END
END
//-----------------------------------------------------------------------------------------------
FUNCTION HourlyTagsToDBF(STRING sHour)
    INT hDev;
    INT I;

    IF sHour="9" THEN
            Prepare_REP_DBF();
    END



    hDev=DevOpen("REP_DBF");


    FOR I=20 TO 31 DO
            DevSetField(hDev,sHour,C61[I]:#.#);
            DevNext(hDev);
    END

    FOR I=0 TO 31 DO
            DevSetField(hDev,sHour,C62[I]:#.#);
            DevNext(hDev);
    END

    FOR I=0 TO 25 DO
            DevSetField(hDev,sHour,C71[I]:#.#);
            DevNext(hDev);
    END
//----------G.C. Report Values ------------------------------
    FOR I=26 TO 31 DO
            DevSetField(hDev,sHour,C71[I]:#.####);
            DevNext(hDev);
    END
    FOR I=0 TO 6 DO

DevSetField(hDev,sHour,C72[I]:#.####);
            DevNext(hDev);
    END
            DevSetField(hDev,sHour,C72[7]:#.#);       // Superior KCal/Sm3
            DevNext(hDev);
            DevSetField(hDev,sHour,C72[8]:#.#);       // Inferior KCal/Sm3
            DevNext(hDev);


//-------------------------------------------------------------
            DevSetField(hDev,sHour,C72[9]:#);       // GC MODE

            DevNext(hDev);
            DevSetField(hDev,sHour,C72[10]:#.####);  // Atmospheric Pressure
            DevNext(hDev);
//-------Fuel Line Report Values-----------------------------------------------------

                FOR I=11 TO 18 DO
```

```
            DevSetField(hDev,sHour,C72[I]:#.#);
            DevNext(hDev);
    END
//-------------------------------------------------------------

            DevSetField(hDev,sHour,C72[19]:#);  // Station Alarm Code 1
            DevNext(hDev);
            DevSetField(hDev,sHour,C72[20]:#);  // Station Alarm Code 2
            DevNext(hDev);

    DevClose(hDev);

END
//-----------------------------------------------------------------------------------------
FUNCTION Prepare_REP_DBF()

    INT hDev;
    INT I;

    hDev=DevOpen("REP_DBF");
    DevZap(hDev);

    FOR I=20 TO 31 DO
            DevAppend(hDev);
            DevSetField(hDev,"TAG","C61"+I:#);
    END

    FOR I=0 TO 31 DO
            DevAppend(hDev);
            DevSetField(hDev,"TAG","C62"+I:#);
    END

   FOR I=0 TO 31 DO
            DevAppend(hDev);
            DevSetField(hDev,"TAG","C71"+I:#);
    END

    FOR I=0 TO 24 DO
            DevAppend(hDev);
            DevSetField(hDev,"TAG","C72"+I:#);
    END

    DevClose(hDev);
END

//-------------------------------------------------------------------------------
STRING FUNCTION FindValue(INT iDev,STRING sTag,STRING sHH)

    STRING Ret;
    DevFirst(iDev);

    IF DevFind(iDev,sTag,"TAG")=0 THEN
            RETURN DevGetField(iDev,sHH);
    END
    RETURN "*"
END

//-------------------------------------------------------------------------------
```

```
FUNCTION EBENE()
INT I;

Prepare_REP_DBF()

FOR I=0 TO 23 DO
HourlyTagsToDBF(IntToStr(I));
END

END
//-----------------------------------------------------------------------------
FUNCTION ReportRequestForm(INT iDay,INT iMonth,INT iYear,INT iHour,INT iType)

INT hForm;
INT hField1,hField2;
STRING sCaption;
INT IStatus;
INT iDuration;
INT iOk;

C61[16]=iDay;
C61[15]=iMonth;
C61[14]=iYear;
C61[17]=iHour;
C61[18]=iType;
C61[19]=1;


sCaption="Invalid Report Type";
IF C61[18]=1 THEN
sCaption="Hourly Report Requested.."
END

IF C61[18]=2 THEN
sCaption="Daily Report Requested.."
END


    hForm=FormNew(IntToStr(iDay)+"/"+IntToStr(iMonth)+"/"+IntToStr(iYear)+"                    "
+IntToStr(iHour) + ":00 ",40, 3,40);


      hField1=FormPrompt(0,0,sCaption);
    hField2=FormPrompt(0,1,"Requesting..");
    FormRead(1);
    iOk=0;
    WHILE iOK=0 DO
        SleepMS(100);
        IStatus=C61[19];
        iDuration=iDuration+1;

        IF ISTATUS=1 THEN
            FormSetText(hForm,hField2,StrFill(".", iDuration));
        END

        IF ISTATUS=11 THEN
            FormSetText(hForm,hField2,"Hourly Fetched Succesufly!");
            iOk=11;
```

```
            C61[19]=0;
        END

        IF ISTATUS=12 THEN
            FormSetText(hForm,hField2,"Daily Report Fetched Succesufly!");
            iOk=12;
            C61[19]=0;
        END

        IF ISTATUS=13 THEN
            FormSetText(hForm,hField2,"General Error!");
            iOk=13;
        END

        IF iDuration>30 THEN
            FormSetText(hForm,hField2,"Time Out");
            iOk=14;
        END

    END

    C61[18]=0;

SELECT CASE iOk

        CASE 11
            HourlyTagsToDBF(IntToStr(iHour));
        CASE 12
        ReRead(0);
        Sleep(0);
            HourlyTagsToDBF("TOTAL");

    END SELECT

    Sleep(2);

    FormDestroy(hForm);
END
```

REPORTS TO TXT BÖLÜMÜNE AİT DOSYANIN AÇILIMI

```
INT hFmt;
STRING Station_Name=""
//-----------------------------------------------------------------------------------

FUNCTION ReportToFileBatch(STRING sDestDir,STRING sDateTime)
    INT iType;
    INT hDev;

    hDev=DevOpen("REP_DBF");

            ReportToFile(hDev,2,sDestDir,sDateTime,1);
            ReportToFile(hDev,2,sDestDir,sDateTime,2);
//
            ReportToFile(hDev,3,sDestDir,sDateTime,1);
            ReportToFile(hDev,3,sDestDir,sDateTime,2);
```

```
//
                ReportToFile(hDev,4,sDestDir,sDateTime,1);
//
                ReportToFile(hDev,5,sDestDir,sDateTime,1);
                ReportToFile(hDev,6,sDestDir,sDateTime,1);



    DevClose(hDev);

END
//-----------------------------------------------------------------------------------
FUNCTION ReportToFile(INT hDS,INT iReportType,STRING sDestDir,STRING sDateTime,INT
iMeterX)

INT hFile;
STRING sFileName;
INT iHour;
INT iLine;

    sFileName="\REP_"+IntToStr(iReportType)+IntToStr(iMeterX)+".RTF";


    IF FileExist(sDestDir+sFileName) THEN
        FileDelete(sDestDir+sFileName)
    END


    hFile=FileOpen(sDestDir+sFileName,"a");


    PrepareFmt(iReportType);


WriteCaptions(iReportType,hFile,sDateTime,iMeterX)

FOR iHour=9 TO 23 DO
        TagsToTemplate(hDS,iReportType,IntToStr(iHour),iMeterX);
        FileWriteLn(hFILE,FmtToStr(hFmt)+"\par");
        iLine=iLine+1;
        IF iLine=3 THEN
            FileWriteLn(hFILE,"\par");
            iLine=0;
        END
    END

    FOR iHour=0 TO 8 DO
        TagsToTemplate(hDS,iReportType,IntToStr(iHour),iMeterX);
        FileWriteLn(hFILE,FmtToStr(hFmt)+"\par")
        iLine=iLine+1;

        IF iLine=3 THEN
            FileWriteLn(hFILE,"\par");
            iLine=0;
        END

    END
```

```
            FileWriteLn(hFILE,StrFill("_",StrLength(FmtToStr(hFmt)))+"\par");

            TagsToTemplate(hDS,iReportType,"TOTAL");

            FileWriteLn(hFILE,FmtToStr(hFmt)+"\par");
            FileWriteLn(hFILE,StrFill("_",StrLength(FmtToStr(hFmt)))+"\par");
            FileWriteLn(hFILE,"\par");
            FileWriteLn(hFILE,"}");

        FmtClose(hFmt);
        FileClose(hFILE);

        END
        //-----------------------------------------------------------------------------------
        FUNCTION PrepareFmt(INT iReportType)

            SELECT CASE iReportType
                CASE 1

    hFmt=FmtOpen("MyFormat","{CAPTION,40,R}{UNIT,12,R}{1,7,R}{2,7,R}{3,7,R}{A,2,R}{4,7,R}
{5,7,R}{6,7,R}{B,2,R}{7,7,R}",1);
                CASE 2  //FC METERX

    hFmt=FmtOpen("MyFormat","{1,3,R}{2,9,R}{3,9,R}{A,4,R}{4,9,R}{5,9,R}{6,9,R}{B,4,R}{7,9,R}
{8,9,R}{9,9,R}{C,4,R}{10,9,R}{11,9,R}{D,4,R}{12,9,R}{13,9,R}",1);
                CASE 3 //PLC METERX

    hFmt=FmtOpen("MyFormat","{1,3,R}{2,9,R}{3,9,R}{A,4,R}{4,9,R}{5,9,R}{6,9,R}{B,4,R}{7,9,R}
{8,9,R}{9,9,R}{C,4,R}{10,9,R}{11,9,R}{D,4,R}{12,9,R}{13,9,R}{E,4,R}{14,9,R}{15,9,R}",1);
                CASE 4  //FUEL LINE


        hFmt=FmtOpen("MyFormat","{1,3,R}{2,10,R}{3,10,R}{A,10,R}{4,10,R}{5,10,R}{B,10,R}{6,10,
R}{7,10,R}{C,10,R}{8,10,R}{9,10,R}",1);
                CASE 5  // GAS GROMOTOGRAPH

    hFmt=FmtOpen("MyFormat","{1,3,R}{2,10,R}{3,10,R}{4,10,R}{5,10,R}{6,10,R}{7,10,R}{8,10,R}
{9,10,R}{10,10,R}{11,10,R}{12,10,R}{13,10,R}{14,10,R}{15,10,R}{16,10,R}",1);
                CASE 6

    hFmt=FmtOpen("MyFormat","{1,3,R}{2,9,R}{3,9,R}{A,2,R}{4,9,R}{5,9,R}{B,2,R}{6,9,R}{7,9,R}
{8,9,R}{9,9,R}{10,9,R}",1);


            END SELECT

        END
        //-----------------------------------------------------------------------------------
        FUNCTION TagsToTemplate(INT hDev,INT iType, STRING sHH,INT iMeterX)

            IF StrLength(sHH)=1 THEN
                FmtSetField(hFmt,"1","0"+sHH);
            ELSE
                FmtSetField(hFmt,"1",sHH);
            END

SELECT CASE iType
```

```
CASE 2//

    IF iMeterX=1 THEN
    //Meter1
            FmtSetField(hFmt,"2", FindValue(hDev,"C6120",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"3", FindValue(hDev,"C6121",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"A","");
            FmtSetField(hFmt,"4", FindValue(hDev,"C6122",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"5", FindValue(hDev,"C6123",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"6", FindValue(hDev,"C6124",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"B","");
            FmtSetField(hFmt,"7", FindValue(hDev,"C6125",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"8", FindValue(hDev,"C6126",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"9", FindValue(hDev,"C6127",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"C","");
            FmtSetField(hFmt,"10", FindValue(hDev,"C6128",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"11", FindValue(hDev,"C6129",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"D","");
            FmtSetField(hFmt,"12", FindValue(hDev,"C6131",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"13", FindValue(hDev,"C6130",sHH));
    END

    IF iMeterX=2 THEN
            //Meter2
            FmtSetField(hFmt,"2", FindValue(hDev,"C6221",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"3", FindValue(hDev,"C6222",sHH));

              FmtSetField(hFmt,"A","");
            FmtSetField(hFmt,"4", FindValue(hDev,"C6223",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"5", FindValue(hDev,"C6224",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"6", FindValue(hDev,"C6225",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"B","");
            FmtSetField(hFmt,"7", FindValue(hDev,"C6226",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"8", FindValue(hDev,"C6227",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"9", FindValue(hDev,"C6228",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"C","");
            FmtSetField(hFmt,"10", FindValue(hDev,"C6229",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"11", FindValue(hDev,"C6230",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"D","");
            FmtSetField(hFmt,"12", FindValue(hDev,"C6231",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"13", FindValue(hDev,"C710",sHH));
    END


CASE 3
    IF iMeterX=1 THEN
    //Meter1
            FmtSetField(hFmt,"2", FindValue(hDev,"C620",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"3", FindValue(hDev,"C621",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"A","");
            FmtSetField(hFmt,"4", FindValue(hDev,"C622",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"5", FindValue(hDev,"C623",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"6", FindValue(hDev,"C624",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"B","");
            FmtSetField(hFmt,"7", FindValue(hDev,"C625",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"8", FindValue(hDev,"C626",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"9", FindValue(hDev,"C627",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"C","");
```

```
            FmtSetField(hFmt,"10", FindValue(hDev,"C628",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"11", FindValue(hDev,"C629",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"D",");
            FmtSetField(hFmt,"12", FindValue(hDev,"C6210",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"13", FindValue(hDev,"C6211",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"E",");
            FmtSetField(hFmt,"14", FindValue(hDev,"C6212",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"15", FindValue(hDev,"C6213",sHH));
        END

        IF iMeterX=2 THEN
            //Meter2
            FmtSetField(hFmt,"2", FindValue(hDev,"C711",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"3", FindValue(hDev,"C712",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"A",");
            FmtSetField(hFmt,"4", FindValue(hDev,"C713",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"5", FindValue(hDev,"C714",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"6", FindValue(hDev,"C715",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"B",");
            FmtSetField(hFmt,"7", FindValue(hDev,"C716",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"8", FindValue(hDev,"C717",sHH));

              FmtSetField(hFmt,"9", FindValue(hDev,"C718",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"C",");
            FmtSetField(hFmt,"10", FindValue(hDev,"C719",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"11", FindValue(hDev,"C7110",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"D",");
            FmtSetField(hFmt,"12", FindValue(hDev,"C7111",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"13", FindValue(hDev,"C7112",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"E",");
            FmtSetField(hFmt,"14", FindValue(hDev,"C7113",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"15", FindValue(hDev,"C7114",sHH));
        END
CASE 4
            FmtSetField(hFmt,"2", FindValue(hDev,"C7211",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"3", FindValue(hDev,"C7212",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"A",");
            FmtSetField(hFmt,"4", FindValue(hDev,"C7213",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"5", FindValue(hDev,"C7214",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"B",");
            FmtSetField(hFmt,"6", FindValue(hDev,"C7215",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"7", FindValue(hDev,"C7216",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"C",");
            FmtSetField(hFmt,"8", FindValue(hDev,"C7217",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"9", FindValue(hDev,"C7218",sHH));

CASE 5

            FmtSetField(hFmt,"2", FindValue(hDev,"C727",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"3", FindValue(hDev,"C728",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"4", FindValue(hDev,"C725",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"5", FindValue(hDev,"C724",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"6", FindValue(hDev,"C726",sHH));
            FmtSetField(hFmt,"7", FindValue(hDev,"C7127",sHH));  //NITROGEN
            FmtSetField(hFmt,"8", FindValue(hDev,"C7128",sHH));  //CO2
            FmtSetField(hFmt,"9", FindValue(hDev,"C7126",sHH));  //METHANE
            FmtSetField(hFmt,"10", FindValue(hDev,"C7129",sHH)); //ETHANE
            FmtSetField(hFmt,"11", FindValue(hDev,"C7130",sHH)); //PROPANE
```

```
                FmtSetField(hFmt,"12", FindValue(hDev,"C7131",sHH)); //ISOBUTANE
                FmtSetField(hFmt,"13", FindValue(hDev,"C720",sHH));  //N_BUTANE
                FmtSetField(hFmt,"14", FindValue(hDev,"C721",sHH));  //ISO_PENTANE
                FmtSetField(hFmt,"15", FindValue(hDev,"C722",sHH));  //N_PENTANE
                FmtSetField(hFmt,"16", FindValue(hDev,"C723",sHH));  //N_HEXANE


CASE 6
                FmtSetField(hFmt,"2", FindValue(hDev,"C7122",sHH));
                FmtSetField(hFmt,"3", FindValue(hDev,"C7123",sHH));
                FmtSetField(hFmt,"A", "");

                FmtSetField(hFmt,"4", FindValue(hDev,"C7124",sHH));
                FmtSetField(hFmt,"5", FindValue(hDev,"C7125",sHH));
                FmtSetField(hFmt,"B", "");

                FmtSetField(hFmt,"6", FindValue(hDev,"C729",sHH));
                FmtSetField(hFmt,"7", FindValue(hDev,"C7210",sHH));
                FmtSetField(hFmt,"8", FindValue(hDev,"C7115",sHH));
                FmtSetField(hFmt,"9", FindValue(hDev,"C7116",sHH));
                FmtSetField(hFmt,"10", FindValue(hDev,"C7117",sHH));


        END SELECT
        END

        //-----------------------------------------------------------------------------------------------
        FUNCTION WriteCaptions(INT iType,INT hFile,STRING sDateTime,INT iMeterX)


        FileWriteLn(hFILE,"{\rtf1\ansi\ansicpg1252\deff0{\fonttbl{\f0\fmodern\fprq1\fcharset0        Courier
New;}}");
        FileWriteLn(hFile,"{\*\generator Msftedit 5.41.15.1507;}\viewkind4\uc1\pard\lang1033\f0\fs16 ");
        FileWriteLn(hFILE,"\par");
        FileWriteLn(hFILE,"\par");
        FileWriteLn(hFILE,"\par");

        SELECT CASE iType

        CASE 2
                FileWriteLn(hFILE,"          "+Station_Name+" - FLOW COMPUTER CALCULATIONS
METER"+IntToStr(iMeterX)+"       " +sDateTime+"\par");
                FileWriteLn(hFILE,"\par");

                FileWriteLn(hFILE,"\par");
                FileWriteLn(hFILE,"\par");
                FileWriteLn(hFILE,"\par");

                FmtSetField(hFmt,"1", "");
                FmtSetField(hFmt,"2", "");
                FmtSetField(hFmt,"3", "AVG");
                FmtSetField(hFmt,"A","");
                FmtSetField(hFmt,"4", "");
                FmtSetField(hFmt,"5", "");
                FmtSetField(hFmt,"6", "TOTALS");
                FmtSetField(hFmt,"B","");
                FmtSetField(hFmt,"7", "");
                FmtSetField(hFmt,"8", "");
```

```
FmtSetField(hFmt,"9", "FAULTY");
FmtSetField(hFmt,"C","");
FmtSetField(hFmt,"10", "");
FmtSetField(hFmt,"11", "RESET");
FmtSetField(hFmt,"D","");
FmtSetField(hFmt,"12", "");
FmtSetField(hFmt,"13", "UNRESET");
FileWriteLn(hFile,FmtToStr(hFmt)+"\par");

FmtSetField(hFmt,"1", "");
FmtSetField(hFmt,"2", "barg");
FmtSetField(hFmt,"3", "degC");
FmtSetField(hFmt,"A","");

   FmtSetField(hFmt,"4", "m3");
FmtSetField(hFmt,"5", "KSm3");
FmtSetField(hFmt,"6", "GCal");
FmtSetField(hFmt,"B","");
FmtSetField(hFmt,"7", "m3");
FmtSetField(hFmt,"8", "KSm3");
FmtSetField(hFmt,"9", "GCal");
FmtSetField(hFmt,"C","");
FmtSetField(hFmt,"10", "m3");
FmtSetField(hFmt,"11", "KSm3");
FmtSetField(hFmt,"D","");
FmtSetField(hFmt,"12", "m3");
FmtSetField(hFmt,"13", "KSm3");
FileWriteLn(hFile,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FileWriteLn(hFile,StrPad ("","_", StrLength ( FmtToStr (hFmt) ) )+"\par");


CASE 3
FileWriteLn(hFILE,"                    "+Station_Name+"  -  PLC  CALCULATIONS
METER"+IntToStr(iMeterX)+"      " +sDateTime+"\par");
FileWriteLn(hFILE,"\par");
FileWriteLn(hFILE,"\par");
FileWriteLn(hFILE,"\par");

FileWriteLn(hFILE,"\par");

FmtSetField(hFmt,"1", "");
FmtSetField(hFmt,"2", "");
FmtSetField(hFmt,"3", "AVG");
FmtSetField(hFmt,"A","");
FmtSetField(hFmt,"4", "");
FmtSetField(hFmt,"5", "");
FmtSetField(hFmt,"6", "TOTALS");
FmtSetField(hFmt,"B","");
FmtSetField(hFmt,"7", "");
FmtSetField(hFmt,"8", "");
FmtSetField(hFmt,"9", "FAULTY");
FmtSetField(hFmt,"C","");
FmtSetField(hFmt,"10", "");
FmtSetField(hFmt,"11", "RESET");
FmtSetField(hFmt,"D","");
FmtSetField(hFmt,"12", "");
FmtSetField(hFmt,"13", "UNRESET");
FmtSetField(hFmt,"E","");
```

```
FmtSetField(hFmt,"14", "STATUS");
FmtSetField(hFmt,"15", "ERROR");
FileWriteLn(hFile,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FmtSetField(hFmt,"1", "");
FmtSetField(hFmt,"2", "barg");
FmtSetField(hFmt,"3", "degC");
FmtSetField(hFmt,"A","");
FmtSetField(hFmt,"4", "m3");
FmtSetField(hFmt,"5", "KSm3");
FmtSetField(hFmt,"6", "GCal");

   FmtSetField(hFmt,"B","");
FmtSetField(hFmt,"7", "m3");
FmtSetField(hFmt,"8", "KSm3");
FmtSetField(hFmt,"9", "GCal");
FmtSetField(hFmt,"C","");
FmtSetField(hFmt,"10", "m3");
FmtSetField(hFmt,"11", "KSm3");
FmtSetField(hFmt,"D","");
FmtSetField(hFmt,"12", "m3");
FmtSetField(hFmt,"13", "KSm3");
FmtSetField(hFmt,"E","");
FmtSetField(hFmt,"14", "");
FmtSetField(hFmt,"15", "");
FileWriteLn(hFile,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FileWriteLn(hFile,StrPad ("","_", StrLength ( FmtToStr (hFmt) ) )+"\par");

CASE 4
FileWriteLn(hFILE,"          "+Station_Name+" - FUEL LINE ACCUMULATED TOTALS
"+sDateTime+"\par");

FileWriteLn(hFILE,"\par");
FileWriteLn(hFILE,"\par");
FileWriteLn(hFILE,"\par");
FileWriteLn(hFILE,"\par");

FmtSetField(hFmt,"1", "");
FmtSetField(hFmt,"2", "");
FmtSetField(hFmt,"3", "AVG");
FmtSetField(hFmt,"A","");
FmtSetField(hFmt,"4", "");
FmtSetField(hFmt,"5", "TOTAL");
FmtSetField(hFmt,"B","");
FmtSetField(hFmt,"6", "");
FmtSetField(hFmt,"7", "RESETTED");
FmtSetField(hFmt,"C","");
FmtSetField(hFmt,"8", "");
FmtSetField(hFmt,"9", "UNRESETTED");

FileWriteLn(hFile,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FmtSetField(hFmt,"1", "");
FmtSetField(hFmt,"2", "Press.");
FmtSetField(hFmt,"3", "Temp.");
FmtSetField(hFmt,"A","");
FmtSetField(hFmt,"4", "UnCorr.");
FmtSetField(hFmt,"5", "Corr.");
FmtSetField(hFmt,"B","");
FmtSetField(hFmt,"6", "UnCorr.");
```

```
FmtSetField(hFmt,"7", "Corr.");
FmtSetField(hFmt,"C","");
FmtSetField(hFmt,"8", "UnCorr.");
FmtSetField(hFmt,"9", "Corr.");

FileWriteLn(hFile,FmtToStr(hFmt)+"\par");

   FmtSetField(hFmt,"1", "");
FmtSetField(hFmt,"2", "barg");
FmtSetField(hFmt,"3", "degC");
FmtSetField(hFmt,"A","");
FmtSetField(hFmt,"4", "m3");
FmtSetField(hFmt,"5", "Sm3");
FmtSetField(hFmt,"B","");
FmtSetField(hFmt,"6", "m3");
FmtSetField(hFmt,"7", "Sm3");
FmtSetField(hFmt,"C","");
FmtSetField(hFmt,"8", "m3");
FmtSetField(hFmt,"9", "Sm3");
FileWriteLn(hFile,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FileWriteLn(hFile,StrPad ("","_", StrLength ( FmtToStr (hFmt) ) )+"\par");


CASE 5

FileWriteLn(hFILE,"                    "+Station_Name+"-GAS    CHROMOTGRAPH    VALUES
"+sDateTime+"\par");
FileWriteLn(hFILE,"\par");
FileWriteLn(hFILE,"\par");
FileWriteLn(hFILE,"\par");
FileWriteLn(hFILE,"\par");

      FmtSetField(hFmt,"1",  "HH");
      FmtSetField(hFmt,"2",  "SUPERI");
      FmtSetField(hFmt,"3",  "INFERI");
      FmtSetField(hFmt,"4",  "GRAVIT");
      FmtSetField(hFmt,"5",  "DENSTY");
      FmtSetField(hFmt,"6",  "COMPRE");
      FmtSetField(hFmt,"7",  "NITROG");     //NITROGEN
      FmtSetField(hFmt,"8",  "CO2");         //CO2
      FmtSetField(hFmt,"9",  "METHAN");      //METHANE
      FmtSetField(hFmt,"10", "ETHANE");      //ETHANE
      FmtSetField(hFmt,"11", "PROPAN");     //PROPANE
      FmtSetField(hFmt,"12", "ISOBUT");   //ISOBUTANE
      FmtSetField(hFmt,"13", "N_BUTA");    //N_BUTANE
      FmtSetField(hFmt,"14", "ISOPEN"); //ISO_PENTANE
      FmtSetField(hFmt,"15", "NPENTA");   //N_PENTANE
      FmtSetField(hFmt,"16", "NHEXAN");    //N_HEXANE

      FileWriteLn(hFile,FmtToStr(hFmt)+"\par");
      FmtSetField(hFmt,"1", "");
      FmtSetField(hFmt,"2", "KCAL/SM3");
      FmtSetField(hFmt,"3", "KCAL/SM3");
      FmtSetField(hFmt,"4", "");
      FmtSetField(hFmt,"5", "KG/SM3");
      FmtSetField(hFmt,"6", "COMPRES");
      FmtSetField(hFmt,"7", "mol%");
      FmtSetField(hFmt,"8", "mol%");
```

```
            FmtSetField(hFmt,"9", "mol%");
            FmtSetField(hFmt,"10", "mol%");
            FmtSetField(hFmt,"11", "mol%");

              FmtSetField(hFmt,"12", "mol%");
            FmtSetField(hFmt,"13", "mol%");
            FmtSetField(hFmt,"14", "mol%");
            FmtSetField(hFmt,"15", "mol%");
            FmtSetField(hFmt,"16", "mol%");

            FileWriteLn(hFile,FmtToStr(hFmt)+"\par");
            FileWriteLn(hFile,StrPad ("","_", StrLength ( FmtToStr (hFmt) ) )+"\par");

        CASE 6
          FileWriteLn(hFILE,"STATION REPORT              "+sDateTime+"\par");
          FileWriteLn(hFILE,"\par");
          FileWriteLn(hFILE,"\par");
          FileWriteLn(hFILE,"\par");
          FileWriteLn(hFILE,"\par");

          FileWriteLn(hFILE,"          INLET          OUTLET\par");
          FileWriteLn(hFILE," Pressure  Temp.  Pressure  Temp.  Chr.Mode  Atm.Press.  Alrm1
Alrm2  Alrm3\par");
          FileWriteLn(hFILE," HH    barg    degC    barg    degC            mbar\par");
          FileWriteLn(hFILE," ____________________\par");

        END SELECT

        END
        //-----------------------------------------------------------------------------------------
        FUNCTION FillRepTypes()
        OBJECT        ComboBox;
        ComboBox=ObjectByName("AN4");

        _ObjectCallMethod(ComboBox, "AddItem", "HOURLY REPORT",0)
        _ObjectCallMethod(ComboBox, "AddItem","DAILY REPORT",1)
        _ObjectCallMethod(ComboBox,  "AddItem","ACCUMULATED  FLOW  COMPUTER  METER
1",2)
        _ObjectCallMethod(ComboBox,  "AddItem","ACCUMULATED  FLOW  COMPUTER  METER
2",3)
        _ObjectCallMethod(ComboBox, "AddItem","ACCUMULATED PLC METER 1",4)
        _ObjectCallMethod(ComboBox, "AddItem","ACCUMULATED PLC METER 2",5)
        _ObjectCallMethod(ComboBox, "AddItem","FUEL LINE",6)
        _ObjectCallMethod(ComboBox, "AddItem","GAS CHROMOTOGRAF",7)
        _ObjectCallMethod(ComboBox, "AddItem","STATION",8)
        _ObjectSetProperty(ComboBox, "ListIndex",0)

        END
        //-----------------------------------------------------------------------------------------
        FUNCTION SetDateTime()
          OBJECT Calendar;
          Calendar=ObjectByName("AN36");
          _ObjectSetProperty(Calendar,"Day",DateDay(TimeCurrent()))
          _ObjectSetProperty(Calendar,"Month",DateMonth(TimeCurrent()))
          _ObjectSetProperty(Calendar,"Year",DateYear(TimeCurrent(),1))


        END
```

```
//-----------------------------------------------------------------------------------------------

INT FUNCTION GetRepType()

    INT Index=-1;
    OBJECT    ComboBox;
    ComboBox=ObjectByName("AN4");

    index=_ObjectGetProperty(ComboBox, "ListIndex")

  RETURN Index+1;

END
//-----------------------------------------------------------------------------------------------
INT FUNCTION GetRepDay()
    OBJECT Calendar;
    INT iDay;
    Calendar=ObjectByName("AN36");

    iDay=_ObjectGetProperty(Calendar,"Day")

    RETURN iDay;
END
//-----------------------------------------------------------------------------------------------
INT FUNCTION GetRepMonth()
    OBJECT Calendar;
    INT iMonth;
    Calendar=ObjectByName("AN36");

    iMonth=_ObjectGetProperty(Calendar,"Month")

    RETURN iMonth;
END
//-----------------------------------------------------------------------------------------------
INT FUNCTION GetRepYear()
    OBJECT Calendar;
    INT iYear;
    Calendar=ObjectByName("AN36");

    iYear=_ObjectGetProperty(Calendar,"Year")
    RETURN iYear;
END
//-----------------------------------------------------------------------------------------------
FUNCTION RepPreview(INT iRepType,INT iDay,INT iMonth,INT iYear,STRING sHH)
    STRING sFile;
    STRING sDir;
    sDir="C:\DATABASE\"+IntToStr(iYear)+"\"+IntToStr(iMonth)+"\"+IntToStr(iDay)+"\";
    SELECT CASE iRepType
   CASE 1

    TURBINEHOURLY(sHH,Date(9)+" " +Time(1),sDir+"Report.DBF");
    sFile=PathToStr("[RUN]:REP.RTF");
    CASE 2

       TURBINEHOURLY("TOTAL",Date(9)+" " +Time(1),sDir+"Report.DBF");
           sFile=PathToStr("[RUN]:REP.RTF");
```

```
            CASE 3  sFile=sDir+"REP_21.RTF";
            CASE 4  sFile=sDir+"REP_22.RTF";
            CASE 5  sFile=sDir+"REP_31.RTF";
            CASE 6  sFile=sDir+"REP_32.RTF";
            CASE 7  sFile=sDir+"REP_41.RTF";
            CASE 8  sFile=sDir+"REP_51.RTF";
            CASE 9  sFile=sDir+"REP_61.RTF";
            END SELECT
            WinFree();
            PageDisplay("File");
            Sleep(1);
            DspRichTextLoad(21, sFile);
        END

        //-----------------------------------------------------------------------------------------------
        FUNCTION TURBINEHOURLY(STRING sHH,STRING sDateTime,STRING sDir)

        INT hDest;

        INT hDev;

        DevModify("REP_DBF2","*","*", sDir,-1);

        hDev=DevOpen("REP_DBF2");

        PrepareFmt(1);

            IF FileExist(PathToStr("[RUN]:REP.RTF")) THEN
                FileDelete(PathToStr("[RUN]:REP.RTF"))
            END
            hDest=FileOpen (PathToStr("[RUN]:REP.RTF"),"a");

        FileWriteLn(hDest,"{\rtf1\ansi\ansicpg1252\deff0{\fonttbl{\f0\fmodern\fprq1\fcharset0 Courier
New;}}");
        FileWriteLn(hDest,"{\*\generator Msftedit 5.41.15.1507;}\viewkind4\uc1\pard\lang1033\f0\fs16 ");
        FileWriteLn(hDest,"\par");
        FileWriteLn(hDest,"\par");
        FileWriteLn(hDest,"\par");

        IF sHH="TOTAL" THEN
        FileWriteLn(hDest,"DAILY REPORT  " +sDateTime+"\par");
        ELSE
        FileWriteLn(hDest,"HOURLY REPORT  " +sDateTime+"\par");

        END

        FileWriteLn(hDest,"                                    FLOW  COMPUTER          PLC
CALCULATION      \par");



        FileWriteLn(hDest,"                                    METER1     METER2        TOTAL
METER1 METER2  TOTAL    FUEL\par");
        FileWriteLn(hDest," ____________________________________\par");

            FmtSetField(hFmt,"CAPTION","PRESSURE");
            FmtSetField(hFmt,"UNIT","barg");
```

```
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6120",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"2",FindValue(hDev,"C6221",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"3","");
    FmtSetField(hFmt,"A","");
    FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C620",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C711",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"6","");
    FmtSetField(hFmt,"B","");
    FmtSetField(hFmt,"7",FindValue(hDev,"C7211",sHH));

    FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

    //
    FmtSetField(hFmt,"CAPTION","TEMPERATURE");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","degC");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6121",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"2",FindValue(hDev,"C6222",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"3","");
    FmtSetField(hFmt,"A","");
    FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C621",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C712",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"6","");
    FmtSetField(hFmt,"B","");
    FmtSetField(hFmt,"7",FindValue(hDev,"C7212",sHH));

    FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
    FileWriteLn(hDest," ____________________________________\par");

    FmtSetField(hFmt,"CAPTION","UNCORRECTED VOLUME");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","m3");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6122",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"2",FindValue(hDev,"C6223",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"3","");
    FmtSetField(hFmt,"A","");
    FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C622",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C713",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"6","");
    FmtSetField(hFmt,"B","");
    FmtSetField(hFmt,"7",FindValue(hDev,"C7214",sHH));

    FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

    FmtSetField(hFmt,"CAPTION","CORRECTED VOLUME");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","Sm3");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6123",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"2",FindValue(hDev,"C6224",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"3","");
    FmtSetField(hFmt,"A","");
    FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C623",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C714",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"6","");
    FmtSetField(hFmt,"B","");
    FmtSetField(hFmt,"7",FindValue(hDev,"C7213",sHH));
FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FmtSetField(hFmt,"CAPTION","ENERGY");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","KCal");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6124",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"2",FindValue(hDev,"C6225",sHH));
```

```
    FmtSetField(hFmt,"3","");
    FmtSetField(hFmt,"A","");
    FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C624",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C715",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"6","");
    FmtSetField(hFmt,"B","");
    FmtSetField(hFmt,"7","");
FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
    FmtSetField(hFmt,"CAPTION","UNCORRECTED VOLUME FAULTY");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","m3");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6125",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"2",FindValue(hDev,"C6226",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"3","");
    FmtSetField(hFmt,"A","");
    FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C625",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C716",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"6","");
    FmtSetField(hFmt,"B","");
    FmtSetField(hFmt,"7","");

    FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FmtSetField(hFmt,"CAPTION","CORRECTED VOLUME FAULTY");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","Sm3");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6126",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"2",FindValue(hDev,"C6227",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"3","");
    FmtSetField(hFmt,"A","");
    FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C626",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C717",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"6","");
    FmtSetField(hFmt,"B","");
    FmtSetField(hFmt,"7","");

    FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

    FmtSetField(hFmt,"CAPTION","ENERGY FAULTY");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","KCal");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6127",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"2",FindValue(hDev,"C6228",sHH));
      FmtSetField(hFmt,"3","");
      FmtSetField(hFmt,"A","");
    FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C627",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C718",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"6","");
    FmtSetField(hFmt,"B","");
    FmtSetField(hFmt,"7","");

    FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

    FmtSetField(hFmt,"CAPTION","TOTAL.RESET.UNCORR. VOLUME FAULTY");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","m3");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6129",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"2",FindValue(hDev,"C6230",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"3","");
    FmtSetField(hFmt,"A","");
    FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C629",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C7110",sHH));
    FmtSetField(hFmt,"6","");
```

```
FmtSetField(hFmt,"B","");
FmtSetField(hFmt,"7",FindValue(hDev,"C7216",sHH));
FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FmtSetField(hFmt,"CAPTION","TOTAL. RESET.CORR.VOLUME");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","Sm3");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6128",sHH));
FmtSetField(hFmt,"2",FindValue(hDev,"C6229",sHH));
FmtSetField(hFmt,"3","");
FmtSetField(hFmt,"A","");
FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C628",sHH));
FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C719",sHH));
FmtSetField(hFmt,"6","");
FmtSetField(hFmt,"B","");
FmtSetField(hFmt,"7",FindValue(hDev,"C7215",sHH));
FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FmtSetField(hFmt,"CAPTION","TOTAL.UNRESET.UNCORR.VOLUME");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","m3");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6131",sHH));
FmtSetField(hFmt,"2",FindValue(hDev,"C710",sHH));
FmtSetField(hFmt,"3","");
FmtSetField(hFmt,"A","");
FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C6211",sHH));
FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C7112",sHH));
FmtSetField(hFmt,"6","");
FmtSetField(hFmt,"B","");
FmtSetField(hFmt,"7",FindValue(hDev,"C7218",sHH));
FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FmtSetField(hFmt,"CAPTION","TOTAL.UNRESET.CORR.VOLUME ");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","Sm3");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6130",sHH));
FmtSetField(hFmt,"2",FindValue(hDev,"C6231",sHH));

   FmtSetField(hFmt,"3","");
FmtSetField(hFmt,"A","");
FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C6210",sHH));
FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C711",sHH));
FmtSetField(hFmt,"6","");
FmtSetField(hFmt,"B","");
FmtSetField(hFmt,"7",FindValue(hDev,"C7217",sHH));

FileWriteLn(hDest," ____________________________________\par");

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FmtSetField(hFmt,"CAPTION","METER RUN STATUS");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","");
FmtSetField(hFmt,"1","");
FmtSetField(hFmt,"2","");
FmtSetField(hFmt,"3","");
FmtSetField(hFmt,"A","");
FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C6212",sHH));
FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C7113",sHH));
FmtSetField(hFmt,"6","");
FmtSetField(hFmt,"B","");
FmtSetField(hFmt,"7","");

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

FmtSetField(hFmt,"CAPTION","METER RUN ERROR CODE");
```

```
FmtSetField(hFmt,"UNIT","");
FmtSetField(hFmt,"1","");
FmtSetField(hFmt,"2","");
FmtSetField(hFmt,"3","");
FmtSetField(hFmt,"A","");
FmtSetField(hFmt,"4",FindValue(hDev,"C6213",sHH));
FmtSetField(hFmt,"5",FindValue(hDev,"C7114",sHH));
FmtSetField(hFmt,"6","");
FmtSetField(hFmt,"B","");
FmtSetField(hFmt,"7","");

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FileWriteLn(hDest," ____________________________________\par");
FmtSetField(hFmt,"CAPTION","STATION INLET PRESSURE");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","barg");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C7122",sHH));
FmtSetField(hFmt,"2","");
FmtSetField(hFmt,"3","");
FmtSetField(hFmt,"A","");
FmtSetField(hFmt,"4","");
FmtSetField(hFmt,"5","");
FmtSetField(hFmt,"6","");
FmtSetField(hFmt,"B","");
FmtSetField(hFmt,"7","");
FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

FmtSetField(hFmt,"CAPTION","STATION INLET TEMPERATURE");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","degC");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C7123",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

FmtSetField(hFmt,"CAPTION","STATION OUTLET PRESSURE");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","barg");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C7124",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

FmtSetField(hFmt,"CAPTION","STATION OUTLET TEMPERATURE");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","degC");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C7125",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

FileWriteLn(hDest," ____________________________________\par");

FmtSetField(hFmt,"CAPTION","NITROGEN");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","mol%");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"7126",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

FmtSetField(hFmt,"CAPTION","CARBON DIOXIDE");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","mol%");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C7127",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
```

```
FmtSetField(hFmt,"CAPTION","METHANE");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","mol%");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C7128",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

FmtSetField(hFmt,"CAPTION","ETHANE");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","mol%");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C7129",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

FmtSetField(hFmt,"CAPTION","PROPANE");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","mol%");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C7130",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FmtSetField(hFmt,"CAPTION","ISOBUTANE");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","mol%");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C7131",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
   FmtSetField(hFmt,"CAPTION","N_BUTANE");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","mol%");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C720",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

FmtSetField(hFmt,"CAPTION","ISOPENATANE");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","mol%");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C721",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

FmtSetField(hFmt,"CAPTION","N_PENTANE");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","mol%");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C722",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

FmtSetField(hFmt,"CAPTION","N_HEXANE");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","mol%");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C723",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

FileWriteLn(hDest," ____________________________________\par");

FmtSetField(hFmt,"CAPTION","DENSTY AT BASE COND");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","kg/m3");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C724",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
FmtSetField(hFmt,"CAPTION","SPEC GRAVITY AT BASE COND");
FmtSetField(hFmt,"UNIT","");
FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C725",sHH));

FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
```

```
    FmtSetField(hFmt,"CAPTION","COMPRESSIBILTY AT BASE COND");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C726",sHH));
    FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
    FmtSetField(hFmt,"CAPTION","SUPERIOR HEATING VALUE");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","KCal/Sm3");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C727",sHH));

    FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

    FmtSetField(hFmt,"CAPTION","INFERIOR HEATING VALUE");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","KCal/Sm3");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C728",sHH));

      FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");
       FmtSetField(hFmt,"CAPTION","GAS CHR.MODE");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C729",sHH));

    FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

    FmtSetField(hFmt,"CAPTION","ATMOSPHERIC PRESSURE");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","mbar");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C7210",sHH));

    FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

    FmtSetField(hFmt,"CAPTION","ALARMS1");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6214",sHH));

    FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

    FmtSetField(hFmt,"CAPTION","ALARMS2");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6215",sHH));

    FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");

    FmtSetField(hFmt,"CAPTION","ALARMS3");
    FmtSetField(hFmt,"UNIT","");
    FmtSetField(hFmt,"1",FindValue(hDev,"C6216",sHH));

    FileWriteLn(hDest,FmtToStr(hFmt)+"\par");


FileClose(hDest);
DevClose(hDev);
FmtClose(hFmt);


END

//-----------------------------------------------------------------------------------------------
```

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Kars'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kars'ta tamamladı. 1995-1999 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi ardından Yakın Doğu Üniversitesi Elektrik- Elektronik Mühendisliğini burslu okudu. 2003 yılında Elektrik Tesisleri mühendislik firmasında 1 yıl çalıştıktan sonra 2004 yılında EÜAŞ(Elektrik Üretim A.Ş.) de yaklaşık 1,5 yıl çalıştı. 2005 yılında BOTAŞ(Boru Hatları ile Petrol Taşımacılık A.Ş.) ye bağlı K.Maraş Şube Müdürlüğünde 2007 yılına kadar çalışmıştır.

2006 yılında K.S.Ü. Elektrik- Elektronik Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. 2007 yılında Konya Şube Müdürlüğüne tayin oldu. 2009 Ağustos ayından itibaren BOTAŞ Genel Müdürlüğünde çalışmaktadır.