

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ENDÜSTRİYEL OTOMASYON SİSTEMLERİ VE
BİR POMPA İSTASYONUNA UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS

Elektrik Müh. Mehmet TUTUCU

**Ana Bilim Dalı: Elektrik Mühendisliği
Danışman: Yrd. Doç. Dr. H. Tarık DURU**

KOCAELİ, 2007

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ENDÜSTRİYEL OTOMASYON SİSTEMLERİ VE
BİR POMPA İSTASYONUNA UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

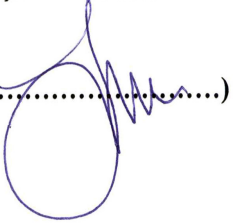
Elektrik Müh. Mehmet TUTUCU

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 01 Haziran 2007

Tezin Savunulduğu Tarih: 18 Temmuz 2007

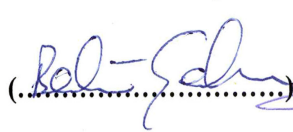
Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. H. Tarık DURU

(.....)


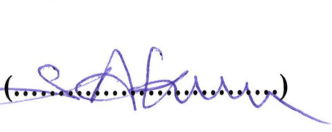
Üye

Prof. Dr. Bekir ÇAKIR

(.....)


Üye

Doç. Dr. Sadettin AKSOY

(.....)


KOCAELİ, 2007

ÖNSÖZ

Bilim, zaten var olan bir şeyi gün yüzüne çıkarmak ve hayatta kullanılabilir ayrıca da faydalanabilir hale getirmektir. Bu işlemleri gerçekleştirebildiğimiz ölçüde bilimde dolayısı ile gelişmede, ilerlemede önde ve öncü olabiliriz. İsimleri aynı anda zikredilen bilme ve gelişmeye duyarsız kalmak bir milletin yapacağı en büyük hatalardandır. Bu yüzden ki ülkeler genç nesillerinin eğitim ve öğretimine büyük önem gösterirler. Eğitimden amaç bireyin bireysel kalitesini yükseltmek öğretimden ise bilme ve dolayısı ile gelişmeye katkısıdır. Bilimin, sanatların ilerlemesi fikirlerin birbirine eklenmesiyle oluşur düsturunca, bizden önceki gelişmeyi mutlaka çok iyi incelememiz ve bilmemiz gerekmektedir. Ama bu bizden öncekilerin her yaptığı ve her söylediği doğru bundan başka doğru yoktur manasına gelmemesi gerekir. Çünkü o zaman ilerleme denen bir şey olmaz. Aykırı düşünebilmeyi öğrenmeli ve de öğretmeliyiz. Eskinin çizdiği şablon ile şekillenmek etraftaki tek tip birey sayısı artırmaktan başka fayda vermez. Aynı şeyleri düşünen ve yapan dolayısı ile gelişmenin hayal olduğu bir ortam oluşur. Olaylara şüphe ile yaklaşmak, olayın 'niçin' ve 'nasıl'ını sorgulamak özellikle de anlamak gerekir. Ortaya farklı bir şeyler koyabilmemiz, gelişmeye ve geliştirmeye katkıda bulunmamız şarttır.

Tezde, SCADA' yı oluşturan sistemlerden ayrıntılı bir şekilde bahsedildi. SCADA sistemlerinin temel prensipleri ve sistemi oluşturan birimler ele alındı. Özellikle haberleşme ve endüstriyel haberleşme protokolleri uzun bir şekilde incelendi. Son olarak da bir uygulama projesiyle tez sonlandırıldı.

Hem lisans hem de yüksek lisans tezimde bana yardımlarını esirgemeyen hocam Yrd. Doç. Dr. Tarık DURU' ya, yüksek lisans eğitimim boyunca moral yönünden beni haddince destekleyen ev arkadaşlarıma, babama ve de anneme teşekkür borcumdur.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
KISALTMALAR.....	v
ÖZET	vi
İNGİLİZCE ÖZET	vii
1. GİRİŞ	1
2. OTOMASYON SİSTEMLERİ.....	9
2.1. Günümüzde Otomasyon	9
2.2. Endüstriyel Otomasyon	12
2.3. Pc Tabanlı Veri Toplama Ve Kontrol Sistemleri.....	15
2.3.1. Fiziksel sistemler:	16
2.3.2. Transdüserler ve Veri Toplama	16
2.3.3. Operatör-Makine arası veri transferi:.....	17
2.3.4. Anlamlı formatlarda veri sunuşu:	18
2.3.5. Operatörün prosesi kontrol imkânı:	18
2.3.6. Bağımsız proses kontrolü:	18
3. SCADA SİSTEMİNİN GENEL YAPISI.....	20
3.1 SCADA' ya Giriş Ve Kısa Tarihçe.....	20
3.2 Modern SCADA Sistemlerinin Temel Prensipleri	21
3.3. Genel Tanımlar	26
3.4. SCADA İçin Yerel Kablolama	27
3.5. SCADA ve Yerel Alan Şebekeleri.....	28
3.6. Bilgisayar Konumları ve Sorun Giderme.....	29
3.7. Sistem Kurulumu	30
3.8. SCADA Sisteminin Uygulama Alanları	32
3.9. SCADA Sisteminin İşlevleri	33
3.10. SCADA Sisteminden Beklenenler	34
4. UZAKTAN BİLGİ TOPLAMA VE DENETLEME BİRİMİ.....	36
4.1. Uzak Uç Birim (RTU).....	36
4.2. RTU' nun Sistem İçerisindeki Yeri	39
4.3. RTU' nun Görevleri	39
4.3.1. Bilgi Toplama Ve Depolama	40
4.3.2. Kontrol ve Kumanda	41
4.3.3. İzleme	41
4.3.4. Arıza Yerini Tespit Ve İzolasyonu	42
4.4. RTU' nun Ana Bölümleri.....	44
4.5. Dağıtılmış Kontrol Sistemi (DCS).....	49
4.6. Programlanabilir Lojik Kontrolörler.....	50
4.7. Akıllı Cihaz.....	51
4.8. Haberleşme hattının çalışması:	51
5. ANA KONTROL MERKEZİ (MTU).....	53
5.1. Kontrol Merkezinin Sistem İçindeki Yeri.....	55
5.2. Kontrol Merkezinin Görevleri	55

5.3. Merkez Yazılım Özellikleri.....	56
5.4. Kontrol Merkezi Mimarisi.....	56
5.5. Sistem Bilgisayarları.....	57
5.6. Kontrol Merkezi Bilgisayarı Yazılım Programları.....	59
5.6.1. Bilgisayar Yazılım Programlarının Yazılım Kalitesi.....	60
5.7. Dağıtım Tesisleri Kontrol Merkezi Fonksiyonları.....	61
5.8. Ana İstasyon.....	61
6. İLETİŞİM SİSTEMİ.....	64
6.1. İletişim Sisteminin Elemanları.....	65
6.2. Veri Haberleşme Teknikleri.....	66
6.3. Modemler.....	68
6.4. Çoklama.....	69
6.5. Topolojiye Göre Ağ Bağlantılarının Sınıflandırılması.....	69
6.6. Hibrit Bağlantılar.....	72
6.7. İletişim Mimarisi.....	73
6.8. Bağlantı Türleri.....	74
6.8.1. Yerel ağlar (LAN):.....	74
6.8.2. Geniş alan ağları (WAN):.....	75
6.8.3. Metropolitan bölge ağ bağlantıları (MAN):.....	75
6.9. SCADA Sistemlerindeki İletişim Protokolleri.....	76
6.10. Endüstriyel Haberleşme Protokolleri.....	81
6.10.1. Profibus.....	85
6.10.2. Modbus.....	87
6.10.3. İnterbus.....	89
6.10.4. Can Bus:.....	89
6.10.5. Devicenet:.....	90
6.10.6 Foundation Field Bus:.....	90
6.10.7. Ethernet.....	90
6.11. İletişim Ortamları.....	92
6.12. Özel hatlarda iletişim.....	94
6.13. Kablolarda etkileşim ve gürültünün tanımı.....	96
6.14. ATM.....	98
6.15. SCADA ve İnternet.....	98
6.15.1. SCADA sistemlerinde internet kullanımı.....	100
6.15.2. Zayıf İstemci Çözümleri.....	100
6.15.3. Güvenlik Hususları.....	102
6.15.4. Diğer Konular.....	102
7. BİR POMPA İSTASYONU OTOMASYONU.....	104
7.1. Pompa Kontrol Sisteminin Tarifi.....	104
7.2. Pompa Start.....	104
7.3. Pompa Stop.....	105
7.4 Pompa Otomasyon Sisteminin Tarifi.....	105
7.5 Basma Havuzu Ve Emme Havuzu Sisteminin Tarifi.....	107
7.6 Data Transfer Sistemi Tarifi:.....	107
8. SONUÇ.....	113
KAYNAKLAR.....	115
EK-A CITECT UYGULAMASI.....	116
ÖZGEÇMİŞ.....	129

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Otomasyon teknolojisinin gelişimi	9
Şekil 2.2 Endüstriyel kontrol süreçleri.....	13
Şekil 3.1 4-20 mA kullanarak sensörlerin panele bağlanması	20
Şekil 3.2 Bir fieldbus ve sensör yardımıyla PC'den PLC' ye veya DCS'e bağlantı	22
Şekil 3.3 Bir fieldbus kullanarak PC' den IED' ye bağlantı	23
Şekil 3.4 Cam fiber optik kablolar.....	28
Şekil 3.5. Bir SCADA sisteminde veri transferi için veri kullanımı	29
Şekil 3.6. Bir SCADA sisteminde bakım isteyebilecek bileşenler.....	30
Şekil 3.7. SCADA yazılımının ön panel ve blok diyagramı	31
Şekil 4.1 Tipik RTU donanımı	43
Şekil 4.2. Tipik bir SCADA sistem diyagramı.....	48
Şekil 4.3 SCADA Sistemi	49
Şekil 4.4 Dağıtımli kontrol sistemleri (DCS).....	50
Şekil 4.5 Programlanabilir lojik kontrolör (PLC) sistemi.....	50
Şekil 4.6 Tipik bir akıllı cihaz	51
Şekil 5.1 Tipik bir ana istasyon	62
Şekil 5.2 Ana istasyon için çeşitli olası yaklaşımlar.....	62
Şekil 6.1 Örnek bir fabrika iletişim sistemi	65
Şekil 6.2. İletişim sisteminin temel elemanları	66
Şekil 6.3 Bir modem kullanarak PC' den RTU' ya bağlantı.....	68
Şekil 6.4 Yıldız tipinde bağlantı	69
Şekil 6.5 Hiyerarşik bağlantı	70
Şekil 6.6 Örgü tipinde bağlantı.....	70
Şekil 6.7 Bus tipinde bağlantı.....	71
Şekil 6.8 Halka (ring) tipindeki bağlantı.....	71
Şekil 6.9 Bus tipindeki bağlantı.....	72
Şekil 6.10 Kısmen hiyerarşik bus tipindeki bağlantı	73
Şekil 6.11. Genel profibus yapısı.....	85
Şekil 6.12 Profibus yapısı	86
Şekil 6.13. Modbus haberleşme yığını.....	88
Şekil 6.14. Modbus şebeke mimarisi örneği	88
Şekil 6.15. Ethernet Ağ.....	90
Şekil 6.16. İnternet/İntranet ve (kalıt) bileşik LAN (3 Comm vesilesiyle).....	99
Şekil 6.17. İntranet ve internet	101
Şekil 7.1 Motor panoları şeması	110
Şekil 7.2 DC pano şeması	111
Şekil 7.3 Uygulamanın bilgisayar ekranındaki görüntüsü	112

KISALTMALAR

PLC	: Programlanabilir Logic Controller
SCADA	: Supervisory Control and Data Acquisition
RTU	: Remote Terminal Unit
DCS	: Distributed Control System
MTU	: Master Terminal Unit
CPU	: Central Process Unit
I/O	: Input/Output
LAN	: Local Area Network
WAN	: Wide Area Network
MAN	: Metropolitan Area Network
MAC	: Medium Access Control
OSI	: Open Systems Interconnection
CSMA/CD	: Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection

ENDÜSTRİYEL OTOMASYON SİSTEMLERİ VE BİR POMPA İSTASYONUNA UYGULANMASI

Mehmet TUTUCU

Anahtar Kelimeler: Otomasyon, PLC, SCADA

Özet: Bu çalışmada otomasyon sistemlerine genel hatları ile değinilmiş olup SCADA ve SCADA' yı oluşturan yapılar, özellikle endüstriye yönelik olarak incelenmiştir. Sistemdeki uzak uç birimler ve de PLC' nin sistemdeki rolü üzerinde durulmuştur. Bununla birlikte, haberleşme sistemleri, endüstriyel haberleşme protokolleri ve gelişen yapısıyla birlikte internet SCADA da incelenmiştir.. Uygulama olarak da bir su pompa istasyonu otomasyonu gerçekleştirilmiştir. Kuyular, pompa istasyonu ve depodan meydana gelen sistemde 3 adet kuyu, 3 adet pompa motoru bulunmaktadır. Kuyulardan istasyonda bulunan emme havuzuna, burada bulunan üç adet pompa motoru ile de basma havuzuna su basılmaktadır. Her iki havuzda da su seviyeleri ultrasonik seviye algılayıcıları vasıtasıyla ölçülmüş olup, emme havuzundaki su seviyesi bilgisi radyo modem vasıtasıyla PLC' ye aktarılmıştır. Pompa istasyonundaki asenkron motorlara yumuşak yol vericiler ile yol verilmiştir. Bu çalışma kapsamında, pompa istasyonu ve kuyulardaki motorların çalışma durumları, depo ve emme havuzundaki su seviyeleri bilgisayar ekranında gözlemlenmiştir.

INDUSTRIAL AUTOMATION SYSTEMS AND ITS APPLICATION TO A PUMPING STATION

Mehmet TUTUCU

Keywords: Automation, PLC, SCADA

Abstract: In this study, the automation systems were discussed in general terms, where SCADA and its structures were studied in relation to industry. The primary focus of the study is the function of remote terminal units, which are RTU and PLC, of the system. Along with the structurally developing Internet SCADA, communication systems, and industrial communication protocols were examined. As a practical application of the SCADA system, a water pumping station automation project has been completed. From the three existing wells, with the help of three pump motors, water is first pumped to the suction pool of the station, and then pumped to the pumping pool. In both pools, the water levels were measured with ultrasonic sensors, and the water level data of the suction pool was transferred to a PLC via a radio modem. The induction motors of the pumping station were started with soft starters. In the scope of this study, the pumping station, pools and wells were observed on the computer screen.

1. GİRİŞ

Üretimin, çalışanların sayısı ve performansı ile 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. 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 süreçler 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.

SCADA sistemleri, kontrol sistemlerinin mevcut olduğu günden beri kullanılmışlardır. İlk SCADA sistemleri ölçü cihazlarının, lambaların ve grafik kaydedicilerinin kullanılmasıyla oluşturulmuştur. Şimdi ise gelişen bilgisayar teknolojisi ile birçok firmanın ürettiği yazılımlarla görsel manada bütün detayları gözlemleyebileceğimiz, saha ekipmanlarını izleyebileceğimiz, istediğimiz değerleri okuyabileceğimiz ve gerektiğinde müdahale edebileceğimiz sistemler oluşturulmaktadır. Özellikle iletişim teknolojisinin gelişimiyle uzak sahalardaki verilere kolaylıkla ulaşılabilen SCADA sistemine bu verileri dâhil edebilmekteyiz. İnternet ve intranetlerle uzak sahalardaki verileri ya da uzak bir bölgeden fabrikanızdaki parametreleri görme imkânı oluşmaktadır. [2]

SCADA tabanlı akademik ve endüstriyel çalışmalar ülkemizde yapılmış ve halen süren çeşitli projeler bulunmaktadır. Özellikle, internet tabanlı uygulamalarda ilk çalışmalar simülasyon ve eğitim üzerine oluşmuştur. 1980' lerde Amerika Birleşik Devletleri Savunma Sanayinde çalışan Jack Thorpe SIMulator NETworking (SIMNET) adı verilen ve bir ağ yardımı ile çalışan, ilk simülasyon programını

geliştirmiştir. SIMNET' in amacı askeri tekniklerin öğrenilmesinde daha esnek ve gerçekçi bir uygulama elde edebilmektir.

Irene Neilson, mühendislik öğrencileri için ISE (Interact Simulation Environment) adını verdiği eğitim amaçlı simülasyon programını geliştirmeyi başardı. ISE özel komutlarla HTML tagi (komut dizimi) kullanarak kullanıcı ve arabirimler arasında haberleşmeye olanak sağlıyordu.

Spider SCADA yazılımı: IniNET şirketi 1998 yılında geliştirmiş olduğu Spider NET Programı ile İnternet üzerinden SCADA kontrolüne bir örnek oluşturmuştur. Bu sayede fabrika, bina ve atölye kontrollerinde www tabanlı kontrollerin ticari bir ürün haline gelmesini sağlamıştır.

TÜDOSİS SCADA yazılımı: İlgili Teknolojileri Donanım Geliştirme ve Güç Sistemleri Grubu tarafından, elektrik dağıtım şebekeleri için, uluslararası standartları karşılayan, açık sistem mimarisine uyumlu ve son teknolojileri kullanan, TÜDOSİS (TÜBİTAK Dağıtım Otomasyonu Sistemi) diye adlandırılan bir SCADA sistemi geliştirmiştir. Uzak terminal üniteleri (RTU), hiyerarşik yapı ve kontrol merkezi yazılımı yine grup tarafından geliştirilmiştir. Sistem, diğer elektrik dağıtım SCADA sistemlerinde olduğu gibi, bilgi toplama ve gözlem ile uzaktan kumanda işlevlerini içerir. Ancak, bu işlevler alışılmış SCADA sistemlerinden farklı olarak dağıtım fiderleri üzerine ağırlık verildiğinden dolayı, indirici merkezlerdeki 34,5 kV fider çıkışlarına ve fiderlerdeki 34,0,4 kV dağıtım transformator merkezlerine uygulanmıştır. Diğer dağıtım SCADA sistemlerinden ayrılan fider otomasyon özelliği sayesinde sistem fiderlerdeki arızanın yerinin bulunmasını, izolasyonunu ve yeniden enerjilendirmeyi tam otomatik olarak veya kısmi operatör aracılığıyla sağlamaktadır.

SIMKO Kayseri Master Plan: Elektrik dağıtım hizmetlerinde gözetimli kontrol ve veri işleme (SCADA) Türkiye' de ilk kez 1994 yılında KCETAŞ (Kayseri ve Civarı Elektrik TAŞ.) öncülüğünde SIEMENS, SYS Inc. Birleşiminden oluşturulan bir grup tarafından gerçekleştirilmiştir.

İlk aşamada Kayseri İl merkezi ve yakın çevresinin enerji ihtiyacını karşılayan 12 adet 31,5 kV' luk indirici trafo merkezi SCADA sistemi kapsamına dâhil alınmış olup, zamandan ve personelden tasarruf yapılarak verimli ve güvenilir bir işletmecilik adına sağladığı sayısız yararlar nedeniyle 1997 yılında 5 adet, 2000 yılında 3 adet daha önemli dağıtım ve trafo merkezleri sisteme dâhil edilmiştir.

SCADA sistemi kapsamına alınan tüm trafo merkezlerinden sürekli olarak bütün elektriki değerler, sistemde oluşan arızalar, trafonun tüm koruma sinyalleri ve merkezlerin güvenlikleri ile ilgili bilgiler alınmakta olup, tüm fiderlerin açma ve kapama işlemleri uzaktan yapılmakta ve bu fiderler e ait teçhizat bilgileri kaydedilmiş bulunmaktadır.

Trafo merkezlerinden gelen tüm ihbarlar gün, saat dakika ve saniye bazında anında alınarak raporlama sistemine kaydedilmekte, enerji kesintilerinin sebep ve süreleri raporlanmakta ve her saat başı tüm fiderlerin akım, güç ve gerilim bilgileri alınmaktadır.

Daha önce yapılmış ve uygulanmış olan SCADA sistemlerinin incelenmesi sonucunda, SCADA sistemi ile alınan bilgiler ve gerçekleştirilen işlemler:

- Fider akım bilgileri
- Fider akım sınırı aşıldı bilgileri
- Ana bara gerilim bilgileri
- Güç bilgileri (MW, MVAR)
- Cos ϕ bilgileri
- Frekans bilgileri
- Güç trafolarının tüm koruma bilgileri
- İndirici merkez bilgileri (Hücre kapısı, bina kapısı açık/kapalı)
- Fider koruma bilgileri (aşırı akım, toprak kaçağı, sinyal bilgileri)
- Kesici, ayırıcı konum bilgileri (açık, kapalı)
- Kesici açma ve kapama işlemleri
- Motorlu ayırıcı açma ve kapama işlemleri
- Fider teçhizat bilgileri (tüm teçhizatın karakteristikleri)

- Fiderdeki tüm enerji kesintilerinin süreleri ve sebepleri ile ilgili raporlama sistemi
- Tüm fiderlerin 24 saat süreli izlenen akım, güç, gerilim gibi bilgileri her saat kaydedilerek otomatik olarak günlük alınmasıdır. [1]

Ülkemizdeki akademik çalışmalara bakacak olursak birçok yüksek lisans ve doktora çalışmasının yapıldığını görebiliriz. Bu çalışmalar, genellikle endüstriye yöneliktir. Enerji verimliliğinin, kalitesinin ve izlenebilirliğinin önemini artırdığı günümüzde enerji izleme SCADA' sını birçok yerde tezlere aktarılmıştır.

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde Seda CANIGÜR, bir fabrikanın enerji dağıtım sistemini denetim altına almak amacıyla kurulmuş olan enerji otomasyon sistemini tezine aktarmıştır. Yaptığı tezde otomasyon sistemi PLC ve SCADA tabanlıdır. OG ve AG dağıtım merkezlerinde kurulu olan tüm kesicilerin ve şalterlerin enerji parametreleri, koruma röleleri ve enerji analizörleri vasıtasıyla bilgisayardan anlık olarak izlenebilmekte ve değerler diske kaydedilmektedir. PLC giriş modülleri ile dijital ve analog sinyaller sahadan toplanmaktadır. Bu sinyaller bilgisayar ekranında gösterilmekte ve bazıları otomasyon senaryoları için kullanılmaktadır. Dağıtım sisteminde meydana gelen arızalar ve alarmlar, oluşma zamanları ile birlikte bilgisayarda gösterilmekte ve en kısa zamanda müdahale imkânı sağlanmaktadır. Dolayısıyla tezde dağıtım otomasyonu gerçekleştirilmiş ve sistemin avantajlarından bahsedilmiştir.

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Bayram Özdemir tarafından 2003 yılında, "KARDEMİR A.Ş. Trafo Merkezindeki Enerji Parametrelerinin İncelenmesi" adlı bir tez yapılmıştır.

Bunlara benzeyen diğer bir tez de ise Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Murat SAYDAM tarafından yapılmış olan "O.G. Dağıtım Sistemlerinin SCADA' ya Uygulanması" adlı tezdır.

SCADA, sadece enerji izleme projelerinde değil endüstride her türlü gözetleme ve denetim işleminin olduğu alanlarda kullanılmış olup tezlere girmiştir. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimlerinde Ahmet ÖZKAN tarafından "PLC ve SCADA Destekli

Pozisyon Kontrolü” tezi yapılmıştır. Bu çalışmada tek eksenli pozisyon kontrol sistemi PLC ve SCADA ile kontrol edilmektedir.

Başka bir süreç çalışması olarak da Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde “S7 – 400 PLC Kullanılarak Gerçeklenebilen Bir Sürekli Çelik Döküm Makinesinin Windows Tabanlı WINCC SCADA Arabirimi İle Otomasyonu” adlı çalışmayı sayabiliriz. Bu çalışmada, sürekli çelik döküm makinalarının işletme güçlüğü azaltmak amaç edinilmiştir. Sürekli döküm makinalarının çalışma şartları ve özellikleri araştırılarak makinanın otomatik olarak kumanda edilebilmesi sağlayan teknikler araştırılmıştır.

Haberleşme teknolojilerinin gelişimi ile beraber farklı haberleşme teknolojileri ve protokolleri kullanarak yapılan SCADA ile ilgili tezler mevcuttur. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde “Enerji Tesislerinde SCADA Sistemleri İçin TCP/IP Tabanlı Uç Birim Uygulaması“ adlı tez Sadık KÜÇÜKSARI tarafından 2002 yılında yapılmıştır. Bu çalışmada SCADA sistemleri ve bunlar için gerekli olan bilgi toplama elemanı olarak kullanılan uç birimler üzerinde durulmuştur. Uç birim uygulamalarında yeni bir sistem olan Ethernet I/O incelenmiş ve bu sistemden alınan veriler doğrultusunda bir SCADA sisteminin simülasyonu yapılmıştır. TCP/IP protokolu incelenmiş ve ayrıca PIC mikrokontrolörleri ile kontrol sistemleri de incelenmiştir.

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Ercan Nurcan YILMAZ tarafından 2003 yılında yapılan doktora çalışmasında, klasik SCADA sistemlerinden farklı olarak, internet ortamında çalışabilecek yeni bir SCADA yazılımı gerçekleştirilmiştir. Bu yazılımın gerçekleştirilebilmesi için JAVA programı kullanılmıştır. JAVA özellikle internet üzerindeki uygulamalara yönelik olarak ortaya çıkmış programlama dilidir. Çalışmada, farklı uç birimlerden alınan bilgiler ana bilgisayara aktarılmıştır. Dolayısı ile internet üzerinden veri takibi, veri sorgulaması, güvenlik kameralarının izlenmesi sağlanmıştır. Ek olarak, gerekli durumlarda müdahale için kontrol yetkilerinin verilmesi üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Kendi tezimde, SCADA endüstriye yönelik olarak incelenmiştir. Yukarıdaki tezlerde geçen ve özellikle de ülkemizde SCADA' nın ilk kullanım amacı olan dağıtım otomasyon sistemlerine ara ara yer verdim. Sadece SCADA değil otomasyon sistemlerini de tezin içerisine katıp tümüyle sistemi oluşturan bileşenlerden bahsettim. Özellikle haberleşme sistemleri hakkında detaylı bir bölüm oluşturup endüstriyel haberleşme protokollerine değindim.

İlk bölümde teze giriş bulunmaktadır. Tezin tanıtılması ve SCADA üzerine yapılan endüstriyel ve akademik çalışmalara yer verilmiştir.

İkinci bölümde otomasyon sistemlerine genel hatlarıyla değinilmiş, otomasyon sistemlerini tarif ederken bilinmesi gereken temel ifadelerin açıklanması amaçlanmıştır. Otomatik kontrol sisteminin öneminden ve pc tabanlı veri toplama ve kontrol sistemlerinin kısımlarından bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde SCADA sistemlerine değinilmiş olup SCADA' nın işlevleri, kullanıldığı alanlar ve bir SCADA sisteminden neler beklemeliyiz gibi soruların cevapları bulunmaktadır. İzleme, kontrol, veri toplama ve verilen kaydı ve saklanması olarak dörde ayırabileceğimiz SCADA işlevlerinden bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde ise, SCADA sistemindeki uzak uç birimlerden bahsedilecektir. RTU, PLC gibi cihazların sistem içindeki görevlerinden ve bu sistemlerin yapılarına ayrıntılı bir şekilde değinilmiştir. 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 birçok olumsuzluklar meydana gelmekteydi. Bu bölümde bunlardan bahsedilmiştir. Daha sonra da işlemcili RTU' ların avantajlarından bahsedilmiştir.

Beşinci bölümde, kontrol merkezinin tanımı, kontrol merkezinin görevleri ve işlevi bulunmaktadır. Özellikle tesisdeki SCADA' dan sorumlu iyi eğitilmiş bir operatör sayesinde kontrol merkezi tesisin düzenli bir şekilde işlenmesini sağlar. Operatör, kontrol merkezinden sahadaki tüm RTU' lardan veri toplayıp, tesisin işleyişine izin

verildiği kadarıyla müdahale edebilir. Böylece insan gücü avantajı yanında ekonomik tasarruf da sağlanmış olur.

Altıncı bölümde ise iletişim sistemi, iletişim sistemi elemanları, endüstriyel haberleşme protokolleri ve internet SCADA' dan bahsedilmiştir. Haberleşme alt yapısından ve sistem içerisindeki alternatifleri incelenmiştir. Özellikle internet teknolojisinin gelişimi ve aynı oranda günlük hayatımıza girmiş olmasıyla beraber internet SCADA uzak sahalardaki bilgileri görmemiz için hazır kurulmuş bir sistem olarak gözükmektedir. Sistemin alt yapısının mevcut olması maliyetleri göz önünde bulundurduğumuz takdirde oldukça avantajlı gelmektedir. Bu bölüm, internet SCADA ile sonlandırılmıştır.

Yedinci bölümde bir uygulama projesi olarak bir su pompa istasyonu otomasyonuna yer verilmiştir. Sistem kuyu pompa, pompa, emme havuzu ve basma havuzu olarak dört ayrı bölgeyi içeren otomasyonun sağlanması olarak tasarlanmıştır.

İstasyon içerisinde emme havuzuna konumlandırılacak ultrasonik sıvı ölçüm cihazının PLC kontrol sistemi ile haberleşmesi sağlanarak, istenen su yüksekliğinde 30 KW gücündeki kuyu pompa motorlarının devreye girip çıkartılması sağlanmıştır.

Basma havuzu üzerine konumlandırılacak ultrasonik sıvı ölçüm cihazının PLC kontrol sistemi ile kablosuz haberleşmesi sağlanarak emme havuzunda bulunan suyun, 110 KW gücündeki pompa motorları vasıtasıyla basma havuzuna taşınması ve istenen yüksekliklerde pompa motorlarının devreye girip çıkarılmasını sağlamıştır.

Son bölümde ise tezin sonuç kısmı bulunmaktadır. Tezin her bir bölümünde anlatılan ve bunlardan çıkarılan sonuçlar dolayısıyla bana kazandırdıkları bölüme konmuştur. Gelişen teknoloji ile birlikte SCADA teknolojisi de gelişmiş ve özellikle de yazılım ve haberleşme alanındaki yenilikler SCADA' ya aktarılmıştır.

Teknik mükemmeliyetçilik (doğal olarak) herhangi bir kontrol sisteminin, özelliği olarak tercih edilir. Buna rağmen, günümüzdeki itici güç maliyetlerin hızlı düşürülmesini gerekmektedir. Maliyetlerin azaltılmasında hepimize açık ücretsiz

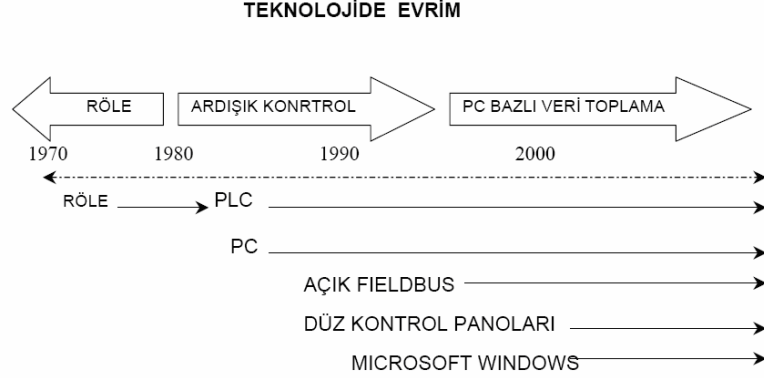
sistemler sağlayan ve bir kuruluş içinde bilginin hızla yayılmasını sağlayan internet anahtar bileşen olacaktır. Tipik SCADA sistemi, artan sayıda internet protokolleri üstünde kurulacaktır. Bu SCADA satıcısına şebekenin farklı bileşenlerini bağlamak için açık internet protokollerine gúvenerek mükemmel uygulama yazılımı geliştirmeye yöneltecektir. [2]

2. OTOMASYON SİSTEMLERİ

Bu bölümde otomasyon sistemlerine genel hatlarıyla değinilecektir. Otomasyon sistemlerini tarif ederken bilinmesi gereken temel ifadelerin açıklanması amaçlanmıştır.

2.1. Günümüzde Otomasyon

Üretimin, çalışanların sayısı ve performansı ile 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. Şekil 2.1' otomasyon teknolojisindeki gelişim gösterilmektedir.



Şekil 2.1 Otomasyon teknolojisinin gelişimi

Otomasyon sistemlerine geçişin ilk yıllarındaki 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 süreçler 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, parazitlik, aşırı sıcak-soğuk farkı) güvenli bir çalışma ortamı sağlamaktadır. Günümüzde, üretimdeki kısa aralıklı kesintilerin bile üreticilere yeterince pahalıya mal olması, mevcut personel ile daha çok iş yapabilme imkânı 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 algılayıcı 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 süreçlerde bu özellik büyük önem kazanmaktadır.

PLC' leri saha genişliğine göre farklı yöntemlerle süreç içine dâhil edebiliriz. Bu üç farklı şekilde sağlanabilir:

1. Uzak mesafeler ve hızlı veri iletişimi söz konusu olduğunda uzak giriş çıkış birimleri.
2. Daha kısa mesafeler ve daha yavaş veri iletimi söz konusu ise dağıtılmış giriş çıkış birimleri.
3. Daha basit çözüm arayışı olarak da güç kaynağı ve giriş/çıkışların tek modül halindeki sistemler (bu modül aracılığı ile doğrudan sahaya dağıtılır). İlk iki çözümde ağ bağlantıları istenirse birbirinden bağımsız iki ayrı kablo ile yapılarak, herhangi bir kablunun 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 sağlamanın 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 artırır.

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.

Tabi sadece arızanın bulunması da yeterli değildir, bu arızanın giderilmesi sırasındaki hız ve pratiklik de çok önemlidir. Bu konuda modüler yapı ve “enerji altında değiştirebilme” 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 imkân 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 karmaşıktır. 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 bağlantılarının tek tek sökölmesine gerek kalmamasıdır. Saha algılayıcılarının bağlandığı terminal bloğu tek parça halinde sökölerek 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 dâhilinde 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 içerisinde bulunması kullanıcıya esneklik sağlayacaktır. Bu farklı programlama dillerinin aynı yazılım paketi içerisinde 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 imkânı şifre koruması ile verilerek bakımla yükümlü personelin programa zarar vermesinin önüne geçilir ve işletim güvenilirliği arttırılır.

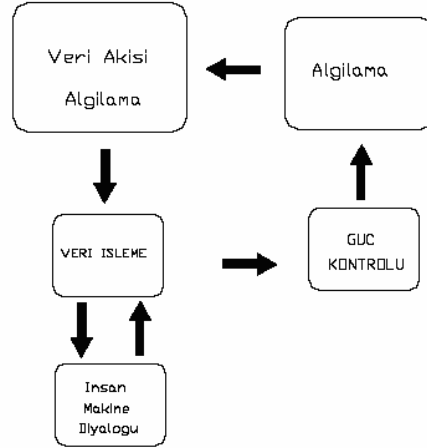
2.2. Endüstriyel Otomasyon

Günümüzde modern üretim süreçlerinde yüksek verim ve kaliteli üretim için kaçınılmaz hale gelen endüstriyel otomasyon sistemleri her geçen gün büyük bir hızla gelişmektedir. Endüstriyel otomasyon sistemleri tasarım açısından üç bölüm altında incelenebilir: endüstriyel kumanda sistemleri, geri beslemeli kumanda sistemleri ve veri iletişim sistemleri. Endüstriyel kumanda sistemleri, en küçük üretim birimlerinin çalışma koşullarını (devreye girme ve devreden çıkma) düzenleyen lojik temelli sistemlerdir. Geri beslemeli kontrol sistemleri, çeşitli üretim

süreçlerinin her türlü bozucu etkiye karşı, sürecin istenen değerde çalışmasını sağlayan sistemlerdir. Veri iletişim sistemleri ise birimler arasında bilginin güvenilir ve hızlı akışını sağlayan donanım ve yazılım sistemleri olup bu amaçla günümüzde yaygın olarak kullanılan SCADA yazılımları kullanılır. [7]

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 süreçler, en genel şekilde enerji üretiminden başlayarak tüm genel diğer endüstrilerdeki üretimler ve endüstrilerde kullanılan makinelerin ve süreçlerin çalışma şekilleridir. Endüstriyel kontrol süreçleri şekil 2.2 de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 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. Ancak bazı kritik ürünler için süreç denetimi, diğer ürünlere göre çok daha fazla önemlidir.

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 çizelgeler 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 imkânı da vermektedir.

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

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 dâhili 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
- Dâhili 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 pek çok kullanıcı tarafından izlenmesi sağlanır. Bu çok amaçlı çok kullanıcı 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. Süreç 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 algılayıcıdan 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.[3]

2.3 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, görüntüleme, kontrol ve test gibi endüstriyel ve laboratuvar 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
- Algılayıcı – çevirici ve kontrol elemanları
- Sinyal işleme
- Veri toplama ve kontrol donanımı
- Bilgisayar yazılımı

2.3.1. Fiziksel sistemler:

Bir DAC (veri toplama kartı) sistemi, gerçek dünya üzerinde karşılaşılan fiziksel büyüklükleri (sıcaklık, hız, basınç, seviye vb.) sayısal verilere dönüştürerek bilgisayara aktarır, burada oluşan sanal ortamda gerekli işlemleri yürüttükten sonra bu kez tersi işlemle sayısal örneksel dönüşüm ile 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.

2.3.2. Transdüserler ve veri toplama

Transdüserler, sıcaklık, basınç uzunluk hız, konum gibi fiziksel büyüklükleri gerilim, akım, frekans, darbe gibi elektriksel sinyallere dönüştürür. (Örneğin; termokupl ve RTD elemanları sıcaklık ölçmede çok yaygın kullanılan elemanlardır.) Kontrol elemanları fiziksel sistemleri harekete geçiren elemanlar olup süreç kontrolü sağlarlar (pnömatik hidrolik vanalar vb.).

Sinyal işleme: Sinyal işleme elemanları, transdüser tarafından üretilen sinyallerin A/D dönüştürücüye girmeden önce kalitelerini arttırmaya yarar. Sinyali ölçeklendirme, doğrusallaştırma, süzme, 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 bir giriş portuna 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

2.3.3. 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 ya da 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 ağ ortamına dâhil edilmesini sağlar ki bu da ağ sistemlerinin kullanılabilmesi anlamına gelir.

2.3.4. Anlamli 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; algılayıcıdan gelen 5 V'luk sinyal veya 10mA'lık 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 süreç çıkışı hakkında kullanıcın istediği şekilde (grafiksel veri, listelenmiş veri, uyarı ve alarm mesajları ve vb.) anlamli formatlarda veri sunuşu önemli bir kriterdir.

2.3.5. Operatörün süreci kontrol imkânı:

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.

2.3.6 Bağımsız süreç kontrolü:

Süreçlerin 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.[3]

Sonuç:

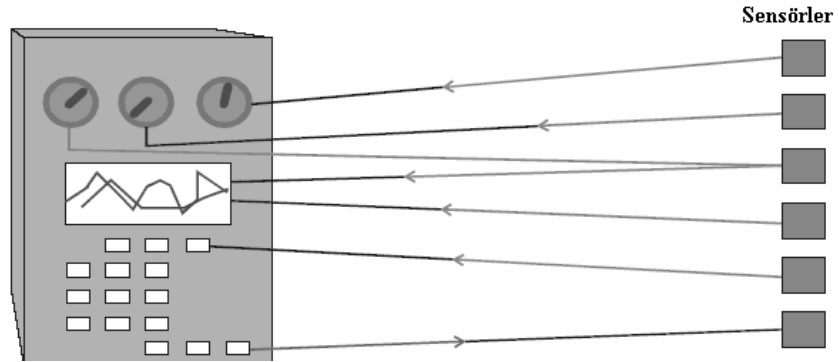
Gelişen teknoloji, piyasa rekabet şartları, mükemmeliyetçi düşünceler özellikle üretimde az hatta sıfır hatayı, yüksek verimi, karlılığı zorunluluk kılmaktadır. Sanayi devrimiyle birlikte ilk zamanlarda insanlar tarafından yapılan işler yerini makinalara bırakmış, bu günümüze kadar özellikle bilgisayarın bulunmasıyla, işlerin büyük kısmının insan gücü gerektirmeden ama insanlar tarafından kurulması gereken sistemler ile gerçekleşir olmuştur. Dolayısıyla makinalara ne kadar fazla hükmedebilirsek ve onlara istediklerimiz ne kadar fazla yaptırabilirsek yapacağımız işin bize dönüşü o kadar verimli olacaktır.

3. SCADA SİSTEMİNİN GENEL YAPISI

Gözetimli kontrol ve veri işleme (Supervisory Control and Data Acquisition; SCADA) özellikle enerji sistemlerinin kontrolünde kullanılmaya başlanmıştır. Bu tür sistemlerin ilk zamanlarda pahalı olması ve günümüzdeki kadar insandan bağımsız olmaması, işin maliyetini yükseltmekte idi. Gelişen teknoloji ile birlikte, maliyet düşmüş ve performans yükselmiştir. Bu bölümde, SCADA sistemlerinden genel hatlarıyla bahsedilecektir. SCADA' nın işlevleri, kullanıldığı alanlar ve bir SCADA sisteminden neler beklemeliyiz gibi soruların cevapları bulunmaktadır.

3.1. SCADA' ya Giriş Ve Kısa Tarihçe

SCADA sistemleri, kontrol sistemlerinin mevcut olduğu günden beri kullanılmışlardır. İlk SCADA sistemleri ölçerlerin, lambaların ve grafik kaydedicilerinin kullanılmasıyla oluşturulmuştur. Bu aygıtlar tesislerde, fabrikalarda ve güç üretim uygulamalarında kullanılmış olup şu an günümüzde halen kullanılmaktadır. Aşağıdaki şekil algılayıcıların bir panel sisteme bağlantısını göstermektedir.



Şekil 3.1 4–20 mA kullanarak algılayıcıların panele bağlanması

- Basittirler çünkü herhangi bir işlemci ROM, RAM veya yazılım gerektirmezler.

- Algılayıcıların ölçü aletlerine, anahtarlara veya sinyal lambalarına direkt olarak bağlanırlar.
- Bir anahtar ya da sinyal lambasının bağlanması kolaydır.

Algılayıcının doğrudan panele bağlanmasıyla elde edilen sistemin dezavantajları;

- Yüzlerce algılayıcının kurulumundan sonra ortaya çıkan kablo kargaşasının çoğu zaman kontrolü zor olur.
- Veri şekli ve kalitesi olarak az ve ilkel bir yapıya sahiptir.
- Kurulum bittikten sonra algılayıcı eklenmesi zordur.
- Sistemi tekrar biçimlendirmek tamamen zor bir hal alır.
- Gerçek verileri kullanarak simülasyon yapma imkanı yoktur.
- Veriyi depolamak sınırlı ve yönetilmesi zordur.
- Veri ve alarmların uzaktan izlenmesi olası değildir.
- 24 saat boyunca ölçü aletlerindeki değerleri okumak gerekmektedir.

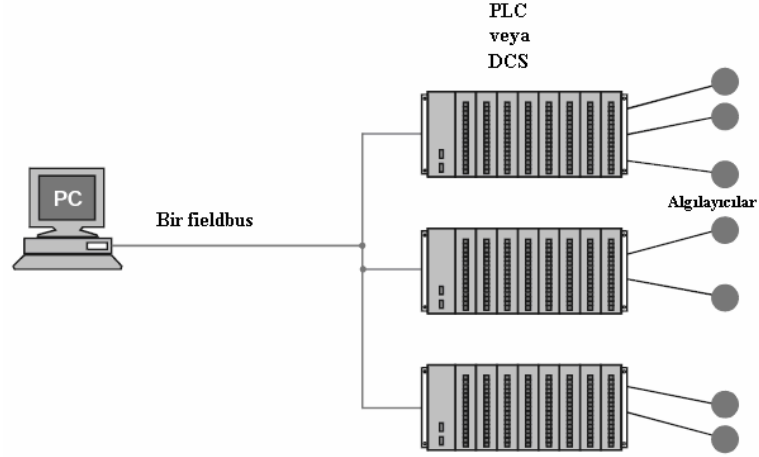
3.2. Modern SCADA Sistemlerinin Temel Prensipleri

Modern üretim ve endüstriyel işlemlerde, madencilikte, genel ve özel kullanımlarda, güvenlik endüstrisinde uzak mesafelerle ayrılmış cihazları ve sistemleri bağlamak gerekir. Bu birkaç metreden binlerce kilometreye kadar çıkar. Telemetri, komut ve program göndermede ve bu uzak bölgelerdeki bilgileri almada kullanılır.

SCADA, telemetri ve veri kazanımını birlikte sunar. SCADA, bilgileri toplar, merkezi birime geri aktarır herhangi bir kontrolü yazılan komutlar doğrultusunda gerçekleştirir. Son olarak ta operatörün anlayacağı şekilde görüntüler. Gerekli kontrol işlemleri daha sonra sürece dâhil edilir.

Veri toplamanın ilk zamanlarında röle mantığı üretim ve tesis sistemlerini kontrol etmede kullanıldı. CPU ve diğer elektronik cihazların avantajları ile dijital elektronik röleli sistemler ile birleşti. Şekil 3.2' de de gözüktüğü üzere algılayıcılar PLC' ye oradan da bir veri yolu ile görüntüleme merkezine gitmektedir. PLC ve programlanabilir lojik kontrolörler günümüzde hala en yaygın kullanılan kontrol

sistemleridir. Sistemdeki cihazları kontrol ve görüntüleme açısından PLC sistemi daha zekice ve küçük bir hale getirmektedir. PLC ve DCS aşağıdaki gibi kullanılır.



Şekil 3.2 Bir fieldbus ve algılayıcı yardımıyla PC'den PLC' ye veya DCS' e bağlantı

PLC/DCS SCADA sistemlerin avantajları;

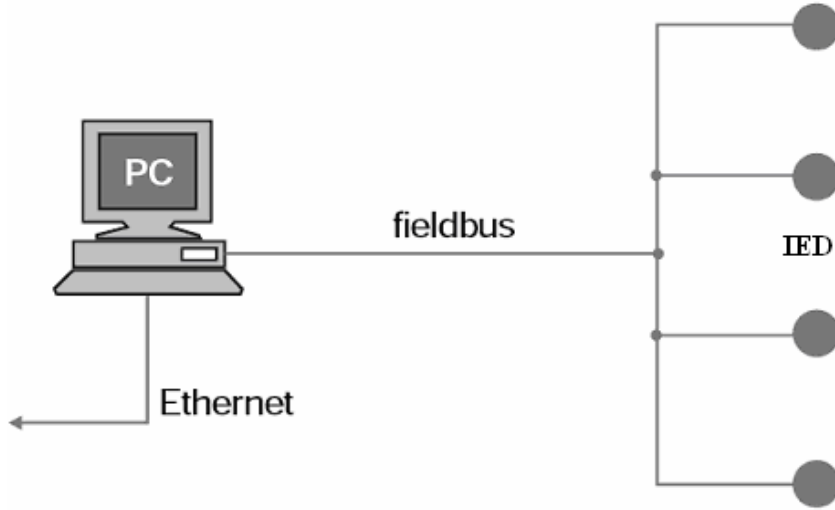
- Bilgisayar oldukça fazla veriyi kaydedebilir.
- Veriler kullanıcı isteği doğrultusunda görüntülenebilir.
- Binlerce sensor geniş bir alana yayılmak sureti ile bağlanabilir.
- Operatör sistem içerisindeki gerçek veri simülasyonlarını birleştirebilir.
- Verinin tüm şekilleri RTU' lar tarafından toplanabilir.
- Veri istenilen yerde izlenebilir.

Dezavantajları;

- Sistem, algılayıcının direkt olarak panele bağlanan sistemlerden daha karışıktır.
- Farklı kullanım becerileri gerekebilir, örneğin sistem analizcisi ve programcı gibi.
- Operatör ancak PLC' nin görebildiği kadar görebilir.

Daha küçük ve daha akıllı sistemleri geliştirebilmek için algılayıcılar PLC ve DCS lerle tasarlanırlar. Bu cihazlar IED (akıllı elektronik cihazlar) olarak bilinirler. IED'

ler, profibus, device net ya da foundation fieldbusdan PC' ye fieldbuslar ile bağlanır. Bunlar veri kazanımı ve diğer cihazlarla haberleşme kapasitesine sahiptirler. Bu süper akıllı algılayıcıların hepsi panel üzerindeki birden fazla algılayıcıdan daha fazlasına sahip olabilir. Genel olarak bir IED; analog girdi algılayıcısını, analog çıktısını, PID kontrolünü, haberleşme sistemini ve program hafızasını bir alette toplayabilir.



Şekil 3.3 Bir fieldbus kullanarak PC' den IED' ye bağlantı

PC' nin IED fieldbuslara bağlandığı sistemin avantajları;

- Minimum kablolama
- Operatörün algılayıcıları izleme imkânı
- Cihaz tarafından kabul edilen veriler, seri numaraları ve model numaraları gibi bilgiler içerir.
- Bütün cihazların takılabilmesi, çalıştırılabilmesi ve böylece kurulumu ve yer değiştirilmesi gayet kolaydır.
- Daha küçük cihazlar veri kazanımı sistemleri için daha az kaplar.

PC' nin IED fieldbuslara bağlandığı sistemin dezavantajları;

- Bu tür karışık ve gelişmiş sistemler daha fazla eğitimli personel gerektirir.
- Algılayıcı fiyatları yüksektir (ama bu PLC yokluğuyla kısmen dengelenir).
- Haberleşme sistemine daha fazla bağımlıdır. [2]

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’ sını 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 Information 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.

Danışma ve kontrol işlevleri:

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

Uzaklık kavramı:

Uzaklık için genel kıstas; kontrol bölgesi ile kontrol edilen cihaz arasındaki mesafenin telli kontrol kullanmaya elverişli olmadığı veya pratik olmadığı uzaklıktır.

Bir SCADA sistemi, haberleşme sistemi vasıtasıyla saha verisini alan ve gönderen uzak uç birimlere sahiptir. Bu veriler yönetici istasyonda toplanır ve elde edilen verileri yönetici istasyon gösterir dolayısıyla operatör uzak kontrol görevlerini çalıştırır. Kesin ve güncel veri tesis çalışması ve sürecinin optimizasyonunu sağlar.

Diğer yararları ise daha verimli, güvenilir ve daha da önemlisi daha fazla güvenilir olmasıdır. Otomatik olmayan sistemlere göre de daha düşük maliyet ayrıca önemli bir noktasıdır.

Daha karmaşık SCADA sistemi üzerinde 5 seviye veya hiyerarşi vardır:

- Saha seviye enstrüasyonu ve kontrol cihazları
- Manevra uç birimleri ve RTU' ler
- Haberleşme sistemi
- Yönetici istasyon(lar)
- Ortak veri işleme bölümü bilgisayar sistemi

RTU, her bir uzak bölgeye yerleştirilmiş analog ve dijital saha sensorlerine bir ara yüz sağlar.

Haberleşme sistemi yönetici istasyon ve uzak bölgeler arasında bir haberleşme yolu sağlar. Bu haberleşme sistemi kablo, fiber optik, radyo, telefon hattı ve uydu aracılığıyla olabilir. Belirli protokoller ve hata tespit sistemleri datanın verimli ve optimum iletimi için kullanılırlar.

Yönetici istasyon (veya alt-yönetici) RTU' lardan gelen verileri toplar, uzak yerlerin kontrolü için görüntüler. Geniş telemetri sistemlerinde, alt-yöneticiler uzak yerlerden gelen bilgileri toplar.

Danışmalı kontrol sistemi:

Bir iletişim kanalı üzerinden, çoklama 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 tanımlanır.

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. Genel Tanımlar

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 ünitelerinde yardımcı işletmelere kadar tüm birimlerin otomatik kontrolü ve gözetilmesi sağlanabilir.

Bu sistemler ‘katmanlaşan-Scalable ‘ özelliklerinden dolayı, değişik işletmelerin tüm kontrol ihtiyaçlarını kademeli olarak gerçekleştirmelerine imkân verir. Bu katmanlar aşağıda açıklanmıştır.

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 işlevini üstlenir.

Süreç denetim katmanı:

Süreç denetim katmanında izleme ve veri toplama fonksiyonlarının gerçekleştirilmesi ile tesisler ve makinalar arası eş zamanlılık sağlanması amaçlanır. Bu katman, genellikle merkezi kontrol odası bünyesinde kontrol cihazları ve SCADA yazılımlarını içerir.

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 fiziksel etkilerin ve değişikliklerin gerçekleştirilmesini sağlar. Örneğin, vanaların açılması, ısıtıcıların çalıştırılıp – durdurulması gibi hareketlerin oluşması sağlanır.[3]

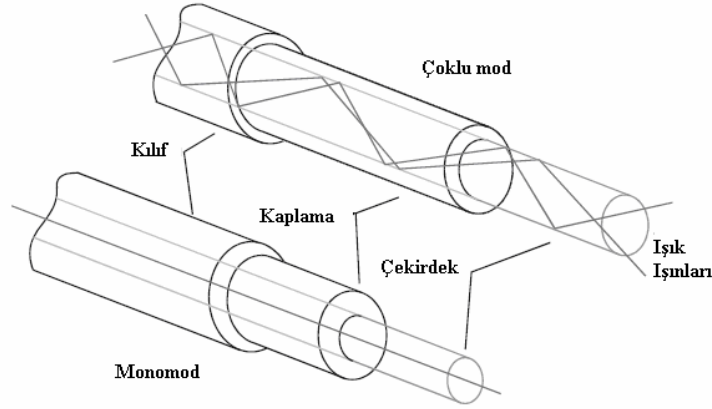
3.4. SCADA İçin Yerel Kablolama

PC' den IED sistemini kullanırken, elektrik kablosu miktarı düşmesine rağmen, genelde SCADA sisteminde çok fazla sayıda elektrik kablosuna gereksinim vardır. Bu kablolar elektrik gürültüsü ve etkileşimi gibi bazı önemli sorunlara neden olabilirler.

Etkileşim ve gürültü, bir haberleşme sistemi tasarlanırken ve kurulurken göz önüne alınması gereken önemli faktörlerdir. Elektriksel etkileşimden kaçmak için ayrı bir dikkat gerekir. Gürültü rasgele ortaya çıkan, orijinal (ya da beklenen) sinyali bozan ya da orijinal sinyale karışan istenmeyen sinyallerdir. Bu gürültü kablo veya tele birçok şekilde girebilir. En başından itibaren, minimum gürültüye sahip olacak bir sistem geliştirmek tasarımcıya bağlıdır. SCADA sistemi genellikle düşük gerilimler kullandığı için doğal olarak gürültüye hassastır.

Burulmuş çift kılıflı (twisted pair shielded) cat5 veya cat6 kablolarının kullanımı, birçok yerlerde gereklilik halini almıştır. İyi işlem yoluyla birleştirilen, doğru kurulum tekniklerinin kullanımı, sistemin mümkün olduğunca gürültüsüz çalışmasını sağlar.

Fiber optik kablo gürültüye olan bağımsızlığı nedeniyle tercih edilmektedir. Şimdilerde birçok tesisatta cam fiberler kullanılmakta fakat benzer endüstrilerde plastik fiberler artan bir şekilde kullanılmaktadır. Aşağıdaki şekilde fiber optik yapısı görülmektedir. Dış kılıf, kaplaması ve çekirdek hem çoklu mod hem de tekli mod için ayrı ayrı gösterilmiştir.



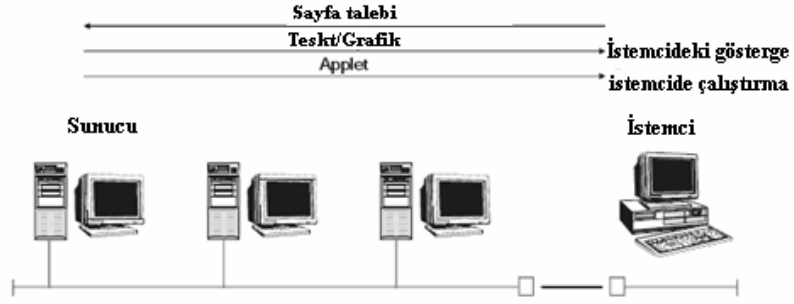
Şekil 3.4 Cam fiber optik kablolar

Gelecekteki veri iletişimleri için radyo, fiber optik ve bazı kızıl ötesi sistemler gibi teknolojilerin kullanılabilmesi öngörülmektedir.

3.5. SCADA ve Yerel Alan Şebekeleri

Yerel alan şebekesinin amacı, bilgi ve kaynakların paylaşımıdır. SCADA şebekesi üzerinde bulunan tüm düğümlerin bilgi paylaşımını sağlamak için, bunların birtakım iletişim araçlarına bağlanması gerekmektedir. Bu bağlantı, şebeke teknolojisi olarak bilinir.

LAN; bilgisayarlar, ağ sunucuları, terminaller, çalışma istasyonları ve genellikle sunucu olarak adlandırılan diğer çeşitli akıllı çevresel donanımlar arasında bir iletişim yoludur. LAN iletişim ağına bağlı kullanıcıların ağdaki bilgisayara bağlanmalarını sağlar. LAN'ın bir sahibi olur ve bu LAN'ı yönetme görevini üstlenir. Şekil 3.5 'de sunucu istemci yapıları görülmektedir.

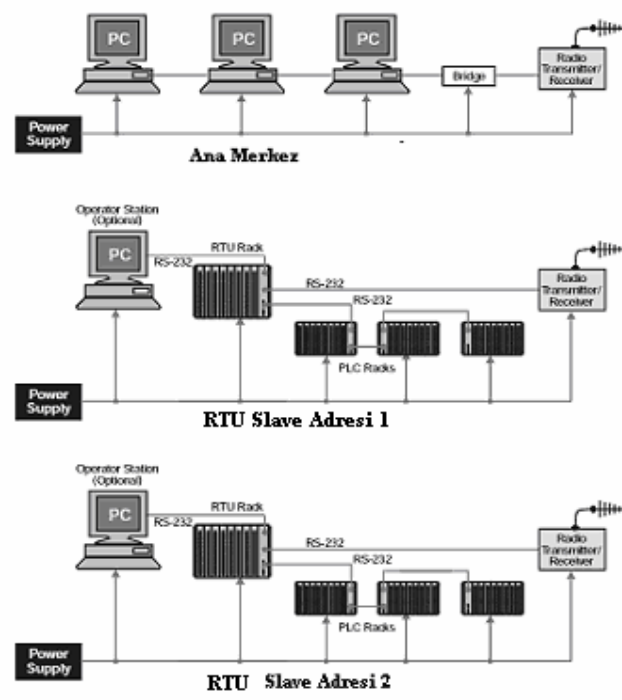


Şekil 3.5. Bir SCADA sisteminde veri transferi için veri kullanımı

3.6. Bilgisayar Konumları ve Sorun Giderme

Bilgisayar ve RTU' lar genellikle problemsiz bir şekilde uzun süre çalışırlar. Ama bazen çeşitli nedenlerle problemler meydana gelebilir veya belirli sıklıkla bakım yapılması gerekebilir.

Eğer yeni bir sistem uygulanıyorsa düşünülmesi gereken şey işin kalitesidir. Hiçbir şirket sınırsız kaynağa sahip değildir. Performansa ve gereksinimlere bağlı olarak proje sonunda ekonominin optimum noktada tutulması gerekmektedir. Haberleşme hatlarının mevcudiyeti ve ekipmanların güvenilirliği sistemin performans beklentisini planlarken düşünülmesi gereken bir noktadır. Şekil 3.6' da bir SCADA sisteminde bakım gerektirebilecek bileşenler gösterilmiştir.



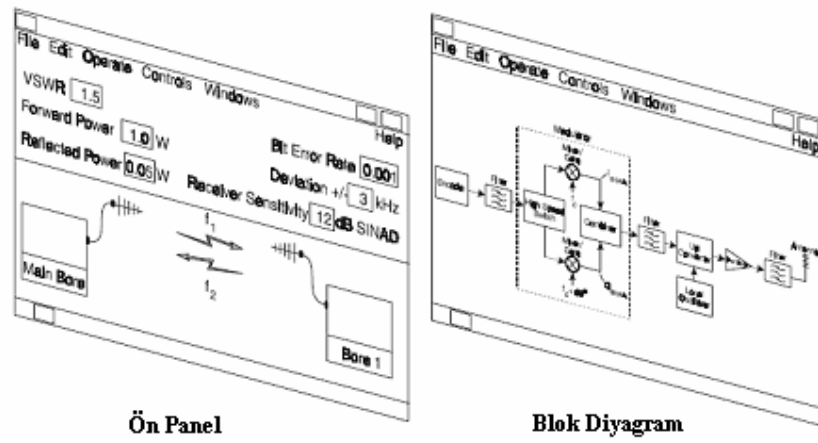
Şekil 3.6. Bir SCADA sisteminde bakım isteyebilecek bileşenler

Günlük, haftalık veya yıllık bakımları mevcuttur. Bakım zamanında bir tekniker ya da mühendis aşağıda sıralanmış temel araçları kontrol eder.

- RTU ve komponent modüllerini
- Analog giriş modüllerini
- Dijital giriş modülünü
- RTU' dan PLC' ye olan ara yüzü (RS-232/RS-485)
- Özel kabloları
- Anahtarlı telefon hattını
- Analog veya dijital veri bağlantılarını
- Yönetici konumları
- Merkezi konumları
- Operatör istasyonu ve yazılımı

3.7. Sistem Kurulumu

Bir SCADA sisteminin planlama ve tasarım aşamasında ilk olarak düşünülmesi gereken mevcut haberleşme altyapısını kullanarak ek alt yapı masrafından kulanılmaktadır. Bu mevcut LAN' lar, özel telefon sistemler veya mobil araç haberleşmeleri için kullanılan radyo sistemleri üzerinden sağlanabilir. Var olan haberleşme şebekesi üzerine SCADA sistemlerine yerleştirmek, var olan cihazları bozmayacak ve karıştırmayacak figürde ciddi bir mühendislik işini gerekmektedir.



Şekil 3.7. SCADA yazılımının ön panel ve blok diyagramı

Başarılı bir SCADA tesisi güvenilir bir teknolojiye ve iyi eğitilmiş kalifiye elemanlara bağlıdır.

Sistemin karmaşıklığı, sistemin çeşitli bileşenlerin yetersiz uyumu, donanım ve yazılım hataları yüzünden tamamıyla gerçekleştirilememiş birçok SCADA denemeleri olmuştur. Bugün artık donanım daha küçük bir problem oluşturmakta ve buna karşın yazılım teknolojilerinin geldiği boyut yeni gelişimlerin önünü açmaktadır. [2]

3.8. 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. [3]

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
- Süreç Tesisleri

Kısaca bir tesiste; ölçüm yapılacak yerlerin alanları km^2 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. [2]

3.9. SCADA Sisteminin İşlevleri

- İzleme İşlevleri (Olay ve Alarm İşleme)
- Kontrol İşlevleri
- Veri Toplama
- Verilerin Kaydı ve Saklanması

Olarak 4 grupta toplayabiliriz.

İzleme İşlevleri:

- Durum Denetimi (Açık - Kapalı)
- Eşik ve Limit Değer Denetimi (Analog Ölçümler)
- Olay ve alarmların rapor edilmesi, gruplandırılması, sınıflandırılması
- Trend Denetimi

Kontrol İşlevleri:

Kontrol edilecek cihazların tek tek kontrolü (ayırıcı ve kesicilerin uzaktan açılıp kapatılması, trafo kademe değiştirici kontrolü, vb.)

Regülatörlere veya rölelere kontrol işaretleri gönderilmesi

Veri Toplama:

Analog Ölçümler (akım, gerilim, aktif ve reaktif güçler, yağ ve sargı sıcaklıkları, kademe değiştirici konumu vb.)

Durum Ölçümleri (kesici ve ayırıcıların açık – kapalı konumları, röle kontak konumları vb.) Enerji Ölçümleri (sayaç çıkışlarından birim enerji işaretlerinin sayılması)

Verilerin Kaydı ve Saklanması:

Danışma, kontrol ve veri toplama işlevlerinden elde edilen veriler isteğe bağlı aralıklarla ve şekillerle kaydedilerek istenen sürelerde saklanır. [3]

3.10. SCADA Sisteminden 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 imkânı
- Enerji tasarrufuna imkân sağlayan veri tabanı
- Ürün bazına indirgenebilen enerji maliyeti
- Elektrik sarfiyatının faturalandırılması
- Tek bir merkezden dükkân, ofis, grup ve bina bazında yük kontrolü
- Öncelik seçimli yük atma ve yük alma
- Arıza Takibi
- Sistemdeki her noktaya PC' den kumanda imkânı

Yazılımdan (software) beklenenler:

- Çabuk kolay uygulama tasarımı
- Dinamik grafik çizim araçları
- Çizim kütüphanesi
- Alarm yönetimi
- Tarih bilgilerinin toplanması
- Rapor üretimi [2]

Sonuç:

SCADA, yukarıda bahsedildiği üzere birçok endüstri tesisinde kullanılmaktadır. Önemli olan şey ihtiyaçları iyi belirlemek, çözümlerini üretmek ve sistem davranışını inceleyip gerekli eklentileri yapmaktır. Unutmamak gerekir ki, gelişen bir tesis de

kuracağımız SCADA, tesisin gelişimine ayak uydurması zorunludur. Örneğin enerji izleme yapacağımız bir sahada, sonradan gelebilecek trafo, kesici ayırıcı gibi ekipmanları sisteme kolaylıkla ekleyebilmeliyiz.

4. UZAKTAN BİLGİ TOPLAMA VE DENETLEME BİRİMİ

Remote Terminal Unit Türkçe' ye tam kelime anlamıyla "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.

Bu bölümde SCADA sistemindeki uzak uç birimlerden bahsedilecektir. Gelişen teknoloji ile birlikte, sistem içerisinde RTU' lar yükün büyük bir kısmını yüklenmiş, ölçüm yapmak, komut uygulamak ve gerektiğinde aykırı ya da alarm durumları da merkeze bildirmektedir. Mikroişlemcili RTU' lar programlanarak istenilen komut uygulanır ve birçok işlem yerinde yapılmış olur.

4.1. Uzak Uç Birim (RTU)

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 imkânı 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 birçok 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 ya da 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' larla 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 ya da 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. [3]

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 işlemi yerine getirirler. Bu da toplam sistem performansını önemli ölçüde artırır ve tepki süresini azaltır. Böylece kalıcı ya da ölümlü sonuçlanan hasar durumlarına acil müdahale edilebildiği için tüm sistemin güvenilirliği sağlanır.
- Mikroişlemcili RTU' lar normalde kullanılan pek çok elektromekanik ya da 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' lere dağılması sonucunda, merkezin RTU' ler ile sık iletişim kurma gereksinimi kalmayacak, iletişim trafiği hafifleyecek, iletişim ortamı daha verimli kılınacaktır.

4.2. RTU' nin Sistem İçerisindeki Yeri

RTU' nin 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.

Bir SCADA sistemi, haberleşme sistemi vasıtasıyla saha verisini alan ve gönderen uzak uç birimlere sahiptir. Bu veriler yönetici istasyonda toplanır ve elde edilen verileri yönetici istasyon gösterir dolayısıyla operatör uzak kontrol görevlerini çalıştırır. Kesin ve güncel veri tesis çalışması ve sürecinin optimizasyonunu sağlar. Diğer yararları ise daha verimli, güvenilir ve daha da önemlisi daha fazla güvenilir olmasıdır. Otomatik olmayan sistemlere göre de daha düşük maliyet ayrıca önemli bir noktadır.

4.3. 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 anlaşılacağı 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 yenisini 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;

- Bilgi toplama ve depolama
- Kontrol ve Kumanda
- İzleme (Monitoring)
- Arıza Yeri Tespiti ve İzolasyon

4.3.1. Bilgi toplama ve depolama

RTU' lar tali merkezlerde, analog değerler, 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.

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 hesaplama 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 işlem den 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 eksenine 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.

4.3.2. 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.

4.3.3. İzleme

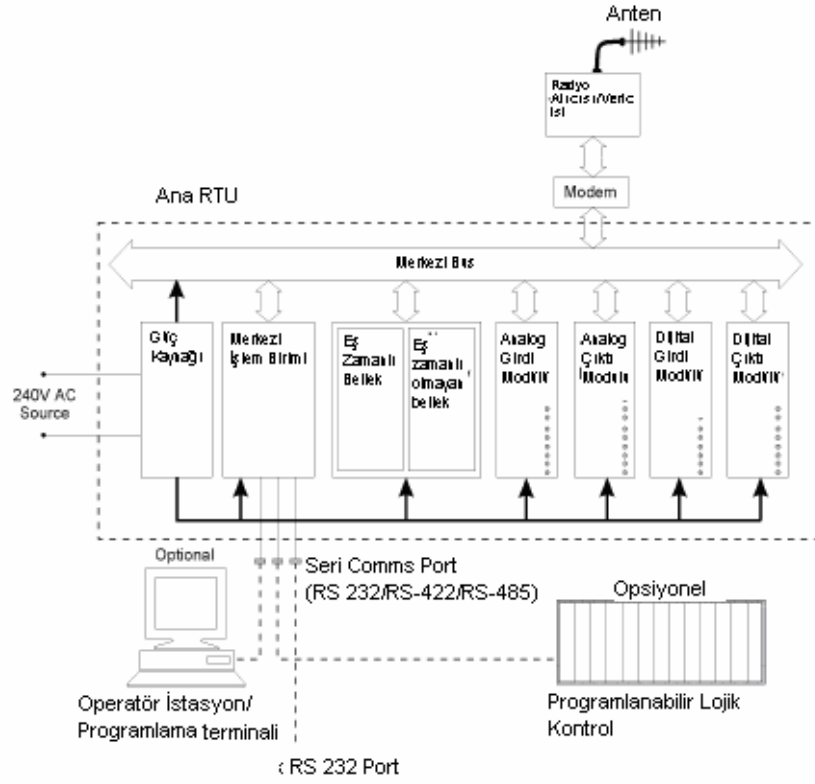
RTU’ nun diğer bir görevi ise, yukarıda belirtilen bütün görevlerin doğru şekilde yerine getirildiğine ilişkin bölge operatörüne kanıt olarak görüntü sunmasıdır. Örneğin elektrik tesisleri trafo merkezlerindeki bir bilgisayarda gösterim işlevidir. Bu, diğer iki görev kadar önemli olmamakla birlikte, 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.

4.3.4. Arıza yerini tespit ve izolasyonu

RTU' nun bütün bu görevlerine ek olarak, tesis için oldukça önem taşıyan bir görevi daha vardır. Bu görev; arıza yerinin tespiti ve izolasyonudur. 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. [3]

RTU başlıktan da anlaşıldığı gibi; monitör ve kontrol aletleri merkez istasyondan uzakta bulunan, genellikle, mikroişlemci bazlı, kendi başına veri kazanımı ve kontrol ünitesidir. En önemli görevi; uzak noktalardaki işlem aletleriyle veri kazanımı ve kontrol sağlamak ve de bu verileri merkez istasyona transfer etmektir. Konfigürasyonunu ve kontrol programlarını, bazı merkez istasyonlardan etkin bir figürde yükleyebilme imkânına sahiptir. Bunun dışında bazı RTU programlama ünitelerini, yerinde düzenleyebilme imkânı vardır. Genel olarak RTU bazı merkez istasyonlarla, geri iletişim kurmasına rağmen, diğer RTU' larla karşılıklı iletişim kurması mümkündür. RTU, merkez istasyonlardan ulaşılmayan diğer RTU' lara, röle istasyon (bazen depolayıcı ve ileri istasyon olarak da belirtilir) olarak da görev yapar.



Şekil 4.1 Tipik RTU donanımı

Küçük boyutlu RTU' lar genellikle 10-20'den daha küçük analog ve dijital sinyale sahiptir, orta boylu olanlar ise 100 dijital ve 30-40 analog girdiye sahiptir. Şekil 4.1 de gösterildiği üzere genel bir RTU modülü şunları içerir:

- Kontrol işlemcisi ve birleştirilmiş veri
- Analog girdileri
- Analog çıktıları
- Sayaç girdileri
- Dijital girdiler
- Dijital çıkışlar
- Haberleşme bağlantıları
- Güç kaynağı
- RTU askısı ve kabı

4.4. RTU' nun Ana Bölümleri

Yukarıdaki görevleri yerine getirmek için RTU' nun 6 ana bölümü bulunmaktadır.

Bu bölümler şöyle sıralanabilir:

İletişim Ünitesi

- a. Ana İşlem Ünitesi
- b. Giriş Çıkış İzolasyon Ünitesi
- c. Kullanıcı Arabirimi Ünitesi
- d. Test Ünitesi
- e. Güç Kaynağı Ünitesi

a- 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 dâhilinde 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 iletişim ünitesinde olması gereken özellikler:

- İletişim kanallarında oluşacak gürültüye karşı, RTU' nun korunmuş olması. Bunun için gelen iletişim sinyalinin toprağı ile ünite toprağının farklı olması.
- Başka RTU' larla yada Kontrol Merkezleri ile haberleşmeyi sağlayacak birden fazla kanal yapısı.
- Kanalda kullanılacak çeşitli iletişim ortamlarının ve protokollerinin desteklenmesi
- Hata bulucu ve hata giderici yapıya sahip olması. Sinyalin hatalı gelebileceği olasılığı nedeniyle fark edilebilir ölçüde düzeltme yapabilecek bir yazılım yapısı.
- Kanalın gürültü seviyesini devamlı kontrol eden bir donanım yapısı.

- 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.

b- Merkezi işlem birimi (CPU – Central Process 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 :

- Her türlü analog ve durum işaretlerini ve alarm bilgilerini giriş-çıkış-izolasyon ünitesinden toplamak ayıklayıp süzmek etmek, gereksizleri elemek.
- Kontrol işlemleri için gerekli sinyalleri aynı üniteye göndermek.
- Kontrol merkezinden gelen, iletişim ünitesinin aldığı ve tercüme ettiği komutlara ve sorgulamalara cevap vermek.
- Mevcut veri tabanındaki bilgilerin ışığında olayları oluş sırasına göre rapor etmek.

c- Giriş – Çıkış / İzolasyon ünitesi

Birçok RTU’ da giriş – çıkış ve izolasyon 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. Birçok RTU’ da her iki seviyede de izolasyon güvenlik açısından mevcuttur.

d- 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 ya da 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.

e- Test ünitesi

SCADA RTU' nun fonksiyonlarını yerine getirip getirmediğini test ünitesi vasıtasıyla ile gerçek zamanlı olarak izler. RTU' nin 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.

f-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 dâhilinde 250 volt AC ve 24 volt DC kaynak vardır. [3]

g-Trafo bilgi toplama ve denetleme biriminin (RTU) işlevleri

Trafo merkez birimi – RTU; kontrol merkezi ve kontrol edilen cihazlarla ilişkili gözetim bilgilerinin toplanması ve işlenmesinde ve mantıksal otomatik işlevlerin yerine getirilmesinden sorumludur.

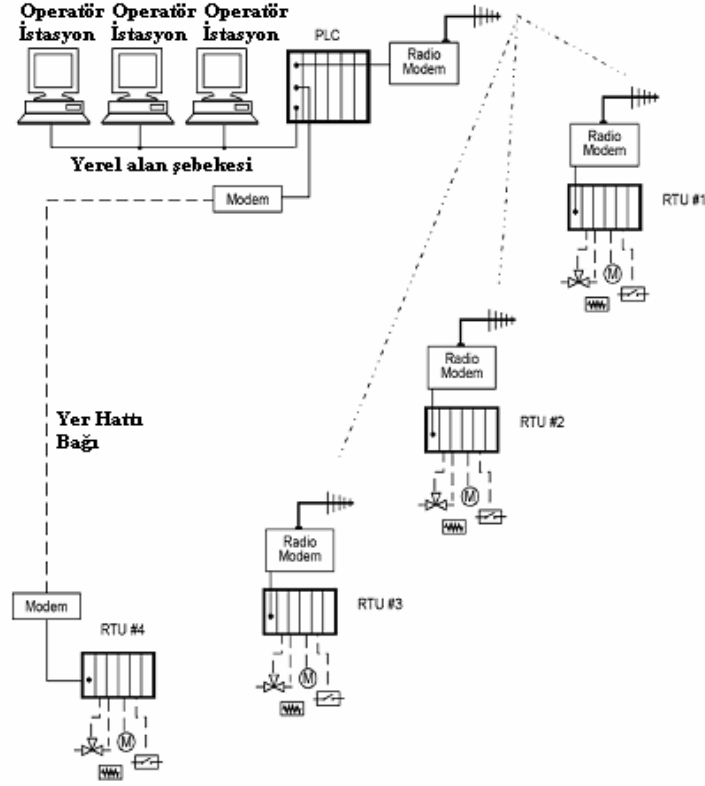
- Dağıtım trafolarında bulunan besleyici uç birimleri veya arıza algılama birimleri vasıtasıyla besleyicilerin arızalı kısmını otomatik ayırır ve besleyicilerin geri kalan arızasız kısmının yeniden enerjilenmesini sağlar.
- Bu işlev gerektiğinde kontrol merkezinden yapılabilir.
- Trafo merkez birimi; her bir OG çıkışı için yük düzeylerini saklar ve kumanda merkezinden yük atma (daha sonra yeniden yükleme) kumandasının alınması üzerine gereken düzeylerde bunların devreden çıkartılması (sonra da kapatılması) komut verir.
- Arızaların analizi için gerekli verileri tutar. Arıza raporları saat ve tarihi, arızalanan fazları, azami arıza akımını, olay sırası kayıtlarını içerir.
- Trafo merkezlerindeki kontrol edilen cihazların analog ve durum değerlerini periyodik olarak ölçer. Ölçüm değerlerini ve alarmlarını kontrol merkezine iletir.

SCADA birçok uzak terminal birimlerinden (veya RTU' lardan) oluşan bir sistemdir. Bu birimler, iletişim sistemi yoluyla ana istasyona bağlı olan bilgileri toplar. Ana istasyon elde edilen veriyi gösterir ve ayrıca operatörün uzak kontrol işlemlerini yapmasını sağlar.

Doğru ve zamanlı veri (normalde doğru – zaman) tesis ve işlem operasyonlarının optimizasyonuna imkân sağlar. Bunun dışındaki yararları, daha etkili, güvenilir ve en önemlisi daha güvenli operasyonlardır. Bu da, daha önce kullanılan, otomatik olmayan sistemlere göre çok daha ucuz operasyonlar sağlar.

SCADA sistemlerinin ve işlem kontrol sisteminin tanımı arasında ileri derecede bir karışıklık söz konusudur. SCADA uzaktan operasyonun yan anlamına sahiptir. Kaçınılmaz soru “uzak” ne kadar uzaktır. Genel olarak bu kontrol eden yer ile kontrol edilen yer arasındaki uzaklığın üstündeki uzaklıktır. Öyle ki doğrudan kablo ile yapılan kontrol pratik bir çözüm değildir (yani haberleşme ağı sistemin önemli bir bölümüdür).

Başarılı bir SCADA kurulumu kanıtlanmış ve güvenilir teknolojiyi kullanmaya bağlıdır. Ayrıca sistemin çalışmasında, tüm personelin yeterli ve kapsamlı derecede eğitilmesine de bağlıdır.



Şekil 4.2. Tipik bir SCADA sistem diyagramı

Şekil 4.2 de gösterildiği üzere karışık bir SCADA sistemi üzerinde gerekli beş seviye ya da hiyerarşi vardır:

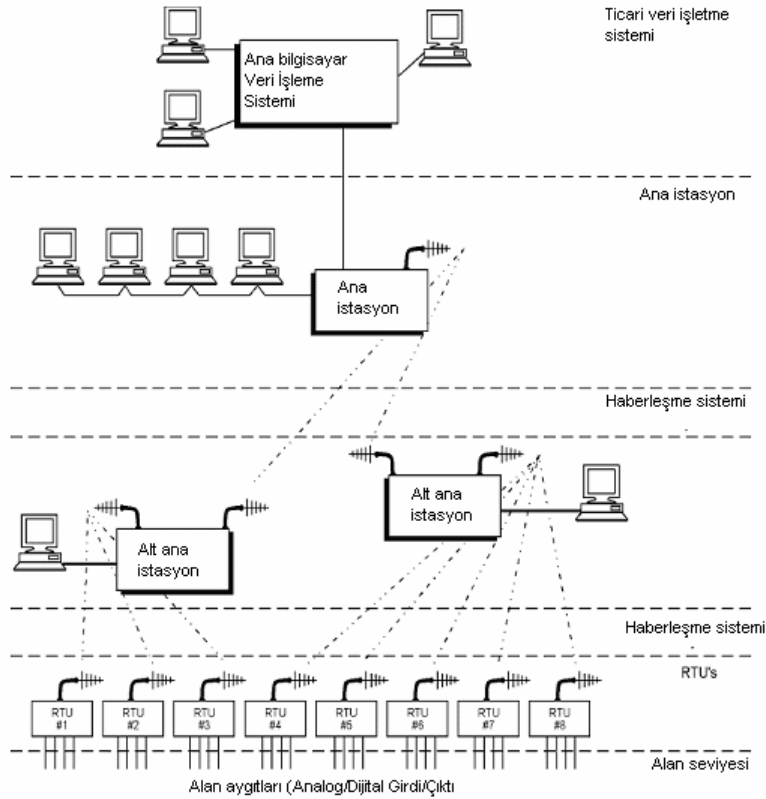
- Saha seviye enstrümantasyonu ve kontrol cihazları
- Sıralama terminalleri ve RTU' lar
- Haberleşme sistemi
- Yönetici istasyonlar
- Ticari veri işleme departman bilgisayar sistemi

RTU her bir uzak bölgede bulunan saha dijital ve analog sinyallerine ara yüz oluşturur.

Haberleşme sistemi RTU' larla saha da bulunan her bir bölge için veri yolu kurulmasına sağlar. Bu haberleşme sistemi radyo, telefon hattı, mikrodalga ve hatta

uydu bile olabilir. Belirli protokoller ve hata belirleme felsefeleri sayesinde verimli ve optimum veri transferi gerçekleştirilir.

Yönetici istasyon (ve alt-yöneticiler) çeşitli RTU' lardan gelen verileri toplar ve genel olarak uzak bölgelerin kontrolü ve bilgilerin görüntülemesi amacıyla ara yüz sağlar. Şekil 4.3' de ana istasyon, haberleşme sistemi ve uzak uç birimlerin gösterildiği bir SCADA sistemi bulunmaktadır.

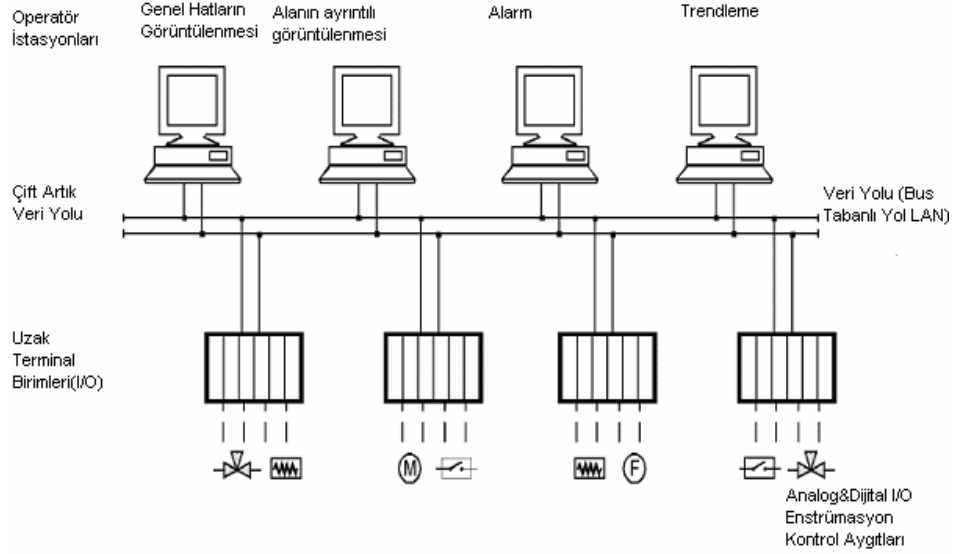


Şekil 4.3 SCADA Sistemi

4.5. Dağıtılmış Kontrol Sistemi (DCS)

Bir DCS' de veri toplama ve kontrol toplama işi cihazların yanına yerleştirilmiş mikroişlemci tabanlı birimler ya da cihazların toplandığı enstrümanlar tarafından yapılır. DCS sistemleri analog kontrol kapasitesi çok karışık sistemler içinde geliştirilir. Yakın ve entegre edilmiş operatör ara yüzü (ya da insan makine ara

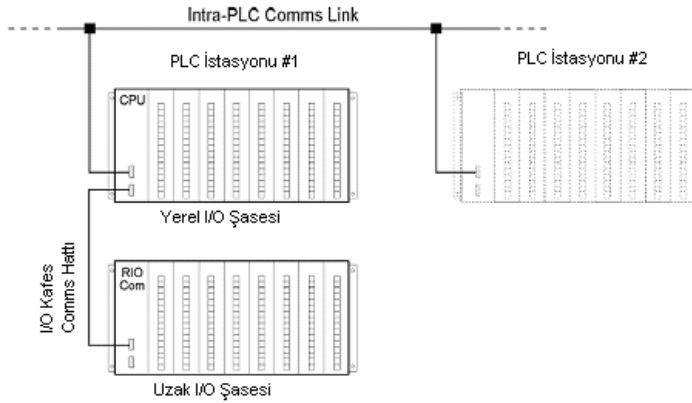
yüzleri) kolay sistem konfigürasyonu ve operatör kontrolüne izin vermek için geliştirilir. Ana veri yolu oldukça yüksek hız kapasitesine bağlıdır (tipik olarak 1 Mbps'dan to 10 Mbps' ye kadar. Mbps: Saniyedeki Megabit)



Şekil 4.4 Dağıtımli kontrol sistemleri (DCS)

4.6. Programlanabilir Lojik Kontrolörler

1970 lerden bu yana klasik röleli sistemler yerini sağlam yapıda giriş-çıkış modülleri bulunan merdiven diyagramlı yazılımı mevcut olan PLC li sistemlere yerini bırakmaktadır. Standart donanım çözümü sunan SCADA RTU' nun gerçekleştirilmesinde sıkça kullanılmaktadır.

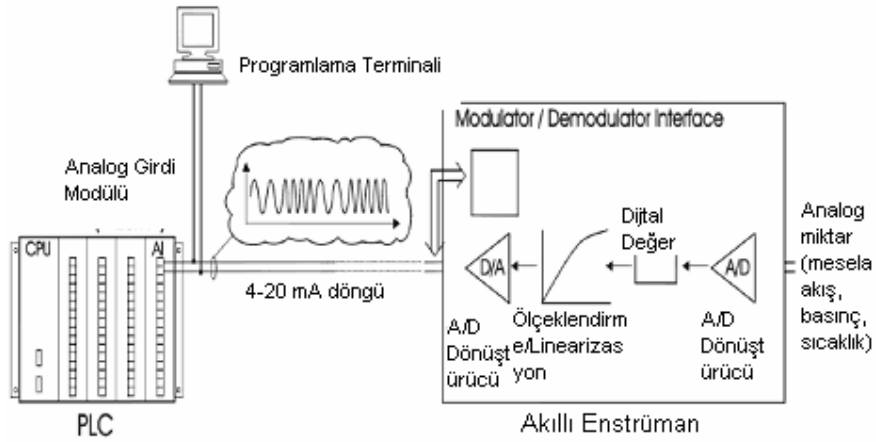


Şekil 4.5 Programlanabilir lojik kontrolör (PLC) sistemi

Bahsedilmesi gereken diğerk bir cihaz ise akıllı cihazlardır.

4.7. Akıllı Cihaz

Zaman zaman bu terim yanlış kullanılsa da bazı diagnostik panel ya da bilgisayar tabanlı sistemlere sağlanan dijital veri haberleşmeli akıllı (mikroişlemci tabanlı) bir dijital ölçü algılayıcısıdır (akış metre gibi).



Şekil 4.6 Tipik bir akıllı cihaz

Aslında burada yapılması gereken bu sistemleri ayrı ayrı değil SCADA sisteminin birer elemanı olarak düşünmektir.

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

4.8. Haberleşme hattının çalışması:

Her bir RTU' nun master slave ayarlamasını yapmak

Kayıtları ve olayları harddiske kaydetmek (gerekli ise operatöre göstermek)

Farklı RTU' larda otomatik olarak giriş ve çıkışları bağlamak. [2]

Sonuç:

Mikroişlemcili RTU' lar karmaşık kontrol yöntemlerinin uygulanmasını sağlarlar. Mikroişlemcili RTU' lar kendi başlarına karar verebildikleri için, çoğu zaman merkez birimine gerek duymadan uygulamanın devamı için gerekli işlemi yerine getirirler. Bu da toplam sistem performansını önemli ölçüde artırır ve tepki süresini azaltır. Böylece kalıcı ya da ölümlü sonuçlanan hasar durumlarına acil müdahale edilebildiği için tüm sistemin güvenilirliği sağlanır. Burada önemli olan RTU koyacağımız bölgedeki giriş ve çıkış veri sayısını belirleyip optimum maliyetle yeterli gelebilecek RTU' yu sisteme entegre etmektir. Düşünülmesi gereken bir diğer husus da haberleşme tekniği olarak neyi seçtiğimizdir. Bu konu 6. bölümde ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

5. ANA KONTROL MERKEZİ (MTU)

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.

Bu bölümde kontrol merkezinin tanımı, kontrol merkezinin görevleri ve işlevi bulunmaktadır. Özellikle tesisteki SCADA dan sorumlu iyi eğitilmiş bir operatör sayesinde kontrol merkezi sayesinde tesisin düzenli bir şekilde işlenmesini sağlar.

Kontrol merkezi, sistemin güvenilirliğinden sorumludur. Yetki verilmeksizin açma kapama işlemi yapılamaz. Bunun sonucunda merkez; bakım için dağıtım birimlerinin hizmetten çekilmesi, işletme modelinde değişiklikler yapar, 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 yâda 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 imkân verecek çağdaş izleme yöntemleri kullanılmalı, diğer yandan arızaların anında yerlerinin tespitine imkân vermelidir.

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.

Bilgisayar Terminalleri:

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

Bilgisayar Ekranları:

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

Yazıcılar:

İşletmeye ve sisteme ait tüm durum ve arıza hallerini raporlama imkânı sağlar. [3]

5.1. Kontrol Merkezinin Sistem İçindeki Yeri

Kontrol merkezi için sistemde, SCADA sisteminin büyüklüğüne göre, ayrı bir mekân olmalıdır. Bu ayrı kontrol merkezinden; tüm SCADA sistemine kumanda edilir, gerekli bilgiler toplanır, uygun veri bir veri tabanı programım ile bilgiler depolanır, gelen veriler ve alarmlar analiz programları ile yorumlanır, veriler üzerinde işlem yapılır, bunların yazılım programları vasıtası ile görüntülenmesi ve yazıcı çıktıları alınabilir. Kontrol merkezleri SCADA sistemi içinde, bir tane olabileceği gibi, sistemin büyüklüğüne göre, birkaç tane de olabilir. Hatta çok büyük sistemlerde ana kontrol merkezlerinin altında alt kontrol merkezleri de bulunabilir.

5.2. Kontrol Merkezinin Görevleri

Kontrol merkezleri kısaca bilgisayarlardan, giriş çıkış birimlerinden, insan makine ara biriminden (MMI: Man Machine Interface), RTU' larla haberleşme birimlerinden, bilgi depolama birimleri ve bunların ek birimlerinden oluşur. Kontrol merkezleri yukarıda kısaca bahsedilen donanımları ile şu görevleri yerine getirir:

- Uzaktaki RTU birimlerinden verilerin toplanması
- Toplanmış verilerin yazılım programları ile işlenerek ekrana veya yazıcıya gönderilmesi
- Sistemde kontrol edilecek cihazlara kontrol komutu gönderilmesi
- Belli olaylar karşısında alarm üretme ve gelen alarmları operatöre en hızlı şekilde iletme
- Meydana gelen olayları ve verileri zaman sırasına göre kaydetme
- Başka bilgisayar sistemleri ile iletişimde olma
- Dağıtım yönetim sistemi (DYS) ve enerji yönetim sistemi (EYS) gibi üst seviye uygulama programlarını çalıştırma
- Yazıcı, çizici, haberleşme birimleri gibi ek birimlerin kontrolü.

5.3. Merkez Yazılım Özellikleri

- İzleme ve kumanda fonksiyonları grafik tabanlı olmalıdır. Kullanıcı bilgisayar iletişimi menüler, ikonlar ve fare yardımıyla gerçekleşmeli, sistem kolaylıkla öğrenilebilir yapıda olmalıdır.
- Sistem, operatörün yapabileceği hatalara izin vermemeli, sisteme kullanıcı tarafından girilen alarm sınır değerleri gibi değerlerin geçerliliği kontrol edilmelidir.
- Alt istasyonlardan gelen bilgiler kısa sürede kullanıcıya yansıtılmalı, kullanıcının verdiği komutlar hızlı bir şekilde gerçekleştirilmelidir.
- Alarm sınır değerleri operatör tarafından kolaylıkla değiştirilebilmelidir.
- Operatör, kesici açma-kapama gibi komutlar merkezden gönderebilmelidir. Kritik operatör eylemler, şifre ile korunmalıdır.
- Merkez, ayarlanabilir sıklıkta alt istasyonları taramalı ve gönderilen değerleri almalıdır.
- İstasyonlarda meydana gelen arızalar, geldikleri ve gittikleri saat ve tarih ile birlikte ekranda görülebilmeli ve yazıcıdan basılabilmelidir.
- Merkez yazılımı, ileride meydana gelebilecek genişletmelere ve eklere açık yapıda olmalıdır.
- Alarmlar ve operatör eylemleri saklanmalı ve istendiğinde yazıcıdan döküm alınabilmelidir.
- İstasyonlardan alınan akım, gerilim, güç gibi ölçüm değerleri her saat başı kaydedilmeli ve gün sonunda raporlanmalıdır.

Aşağıdaki bilgiler saklanmalı ve raporlanmalıdır.

- Gelen ihbarların, açmaların sıklıklarını kapsayan istatistikî bilgiler
- Kesinti süreleri

5.4. Kontrol Merkezi Mimarisi

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

5.5. 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.

Giriş birimi:

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

- Klavye: Yazıların girilmesi için kullanılır.
- Grafikselle giriş birimi: fare, digitizer, scanner gibi şekil ve benzeri şeylerin bilgisayara aktarılmasında kullanılır.
- Haberleşme birimleri: Bilgisayarın diğer bilgisayarlarla iletişim kurmasını sağlar. Bu iletişim genellikle MODEM (telefon hatları) ya da veri ağlarıyla (LAN, WAN gibi) sağlanır.

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

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:

- Yazıcılar: Raporlar, alarmlar gibi bilgilerin kâğıt üzerine aktarılmasını sağlar.
- Depolama birimleri: Yedekleme ve depolama amacıyla kullanılır.
- Grafikselleştirme birimleri: Bilgisayarlardaki verilerin kullanıcıya gösterilmesinde kullanılır. Bu birimlerden bir kaç Monitör, Projeksiyon cihazları, Mapboard' larıdır.

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 birçok üniteye gitmektedir. Bu yüzden veri yolu üzerinden hafızaya erişimin bir ünite tarafından denetlenmesi gerekir. Bilgisayarda bu işlev Bellek Erişim Denetleyicisi tarafından yerine getirilmektedir.

Merkezi işlem birimi:

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

Bilgisayar işletim sistemi:

Bilgisayar İşletim Sistemi, bilgisayar sisteminde çalışan programların denetimini yapar, ek birimlere erişimi sağlar. Verilerin depolama ya da yedekleme birimlerine transferini sağlar, bellek erişimini ve sistem kullanıcılarının erişimini denetler. İşletim sistemlerinin tek görevli ve tek kullanıcı, çok kullanıcı 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]

5.6. 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 nesnelere ve düşüncelere program içinde nesnelere ve sınıflara olarak tanımlanır. Mühendis daha çok kendi alanıyla ilgili konularda çalışır ve bilgisayar tabanlı sorunlarla uğraşmaz.
- Algoritmik süreçlere alternatif olarak nesnelere birbirlerine mesaj göndererek süreci oluştururlar ve hepsi sadece mesaj göndererek iletişim kuran bağımsız program parçacıklarıdır.
- Fiziksel dünyadaki nesnelere arası ilişkiler program nesnelere arasında da kurulabilir. Böylece sistem mimarisi insanın algıladığı biçimde tasarlanıp sunulabilir.

- Birbirine benzer nesnelere 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.

5.6.1. 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

5.7. Dağıtım tesisleri kontrol merkezi fonksiyonları

Dağıtım tesisi kontrol merkezi; uzun vadeli planlama analiz aşamasından transformatör merkezlerine veya bakım ekiplerine iletilen açma – kapama kararlarına kadar dağıtım sisteminin yönetilmesini sağlamaktır. Kontrol merkezi, kısmi bir kesintiden sonra dağıtım sisteminin kısa bir sürede yeniden işletmeye alınmasına uygun olmalıdır:

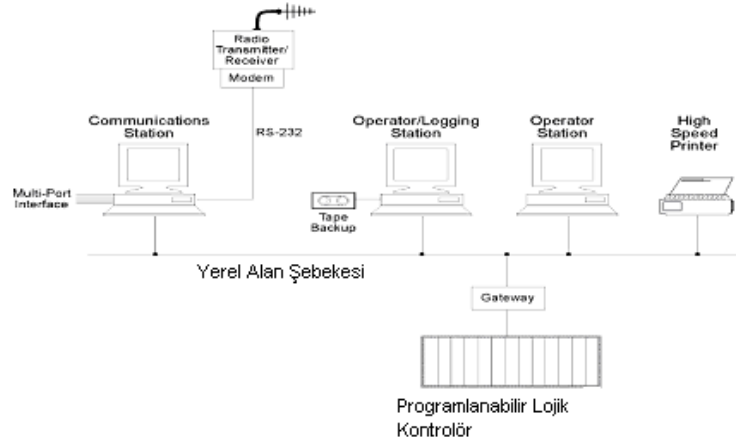
- Önleyici bakım analizlerinden faydalanarak dağıtım şebekesinin bakım programları hazırlanır.
- İşletme stratejileri geliştirir ve bunun sonucuna göre koruyucu cihazlar uyarlanır. Stratejiler dağıtım sisteminin sistematik bir analizden geçirilerek belirlenir.
- Bakım ve işletme programında en son yapılan düzeltmeler kontrol merkezinin personeline verilir. Bunlar, donanımı hizmetten çıkarmak veya hizmete sokmak kararını vermek zorundadır ve bu kararları gerekli açma – kapama işlemlerini yapmak için trafo merkez birimlerine veya işletme personeline göndermek zorundadır.
- Dağıtım tesisinin gözetimi ve kumandası için tam sorumluluk üstlenir; açma – kapama emirleri ve yetkisi, yük akışlarının izlenmesi, işletme arızalarının giderilmesi burada yapılır.
- OG alt iletim sistemi arızalarının giderilmesi ve trafo merkezlerinin kumandası sadece kontrol merkezinden yapılır.
- Besleyici arızaları normal olarak trafo merkez birimi tarafından otomatik giderilebilir. Bazı durumlarda kontrol merkezinden giderilmektedir.
- Kontrol merkezi tüketim, yüklenme düzeyleri, donanım kullanımı ve arızalarla ilgili bütün temel istatistiklerin hazırlanmasını sağlar.
- Tesis işletme ve arızaların analizini yapar ve bunların sonucunda işletme politika ve tekniklerin geliştirilmesini sağlar. [3]

5.8. Ana İstasyon

Merkez yer/yönetici istasyon, içinde modem ve rayda verici/alıcısı içeren bir haberleşme sistemi ile birbirine bağlanmış (yerel alan şebekesi ile bağlı) bir veya

birden çok operatör istasyonlarına sahip bir sistem olarak tasavvur edilebilir. Bir sabit hat sistemi için radyo sistemi yerine kullanmak mümkündür, bu durumda modem direkt olarak sabit hata arabirim oluşturur. Yönetici kontrol odasına yakın bir mesafede bir RTU bağlanabilmesine rağmen, normal olarak yönetici istasyona bağlı giriş çıkış modülleri bulunmaz. Şekil 5.1’ de ana istasyon gözükmemektedir.

- RTU ların durumunu gösteren ve operatör kontrolüne imkân sağlayan operatör arayüzü
- RTU lardan gelen verilerin kaydı
- RTU lardan gelen verilerin alarmı

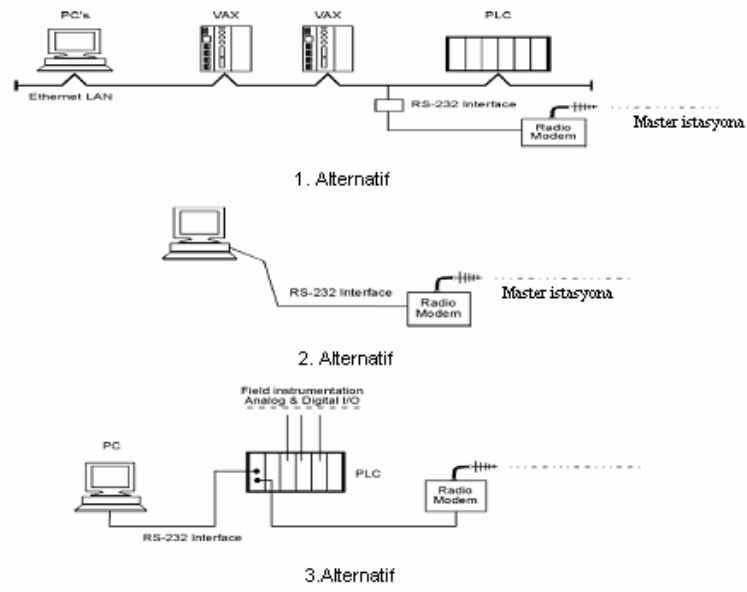


Şekil 5.1 Tipik bir ana istasyon

Ana istasyonların 2 temel görevi vardır:

- Saha verilerinin periyodik olarak RTU’ lardan ve alt ana istasyonlardan almak
- Operatör istasyonundan uzaktaki cihazları kontrol etmek

Aşağıdaki şekilde sistemin mümkün olan birleşimleri gösterilmiştir.



Şekil 5.2 Ana istasyon için çeşitli olası yaklaşımlar

Ayrıca bir alt merkez istasyon kurmak gerekli olabilir. Bu belirli bir bölge içindeki yerleri kontrol etmek içindir. Alt merkez istasyon aşağıdaki fonksiyonlara sahiptir.

- Sahadaki RTU lardan gelen verileri toplamak
- Bölge operatör merkezinde bu veriyi kaydetmek ve görüntülemek
- Merkez istasyona veriyi aktarmak
- Kontrol cevaplarını merkez istasyondan RTU lara aktarmak.

Sonuç: Operatör kontrol merkezinde, sahadaki tüm RTU' ları görüp, tesisin işleyişine izin verildiği kadarıyla müdahale edebilir. Böylece insan, zaman ve ekonomik tasarruf sağlanmış olur.

6. İLETİŞİM SİSTEMİ

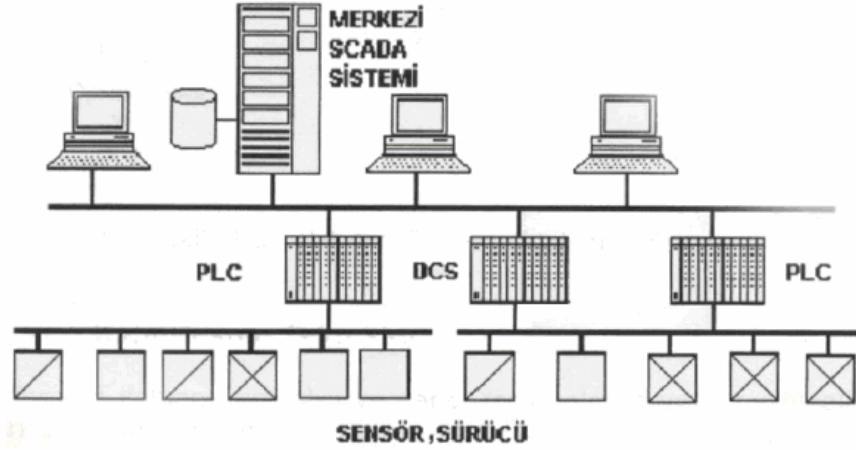
SCADA sistemler bir merkez istasyon, uç birimler ve bu birimler arasındaki bazı haberleşme bağlantılarından meydana gelir. Haberleşme bağlantıları bir kablo devresi, bir mikrodalga kanalı ya da bir güç hattı taşıyıcısı olabilir. Bunlardan herhangi bir haberleşme devresi yeterli sinyal taşıyabilir veya sinyale göre taşıma bant genişliği ayarlanabilir.

SCADA sisteminin güvenilirliği alternatif haberleşme kanalları kullanmak suretiyle yükseltilebilir. Alternatif kanallar sayesinde olası bir haberleşme hattı sayesinde uç birim otomatik olarak yeni bir hatta bağlanmakta (auto routing) ve veri alış verişi devam etmektedir.[1]

Bu bölümde, iletişim sistemi, iletişim sistemi elemanları, endüstriyel haberleşme protokolleri ve internet SCADA dan bahsedilmiştir. Özellikle internet teknolojisinin gelişimi ve aynı oranda günlük hayatımıza girmiş olmasıyla beraber internet SCADA uzak sahalardaki bilgileri görmemiz için hazır kurulmuş bir sistem olarak gözükmektedir. Sistemin alt yapısının mevcut olması maliyetleri göz önünde bulundurduğumuzda oldukça avantajlı gelmektedir.

İletişim, bir bölgeden başka bir bölgeye, karşılıklı olarak, veri veya haberin gönderilmesi işlemidir. Bu sistem temel olarak üç bileşenden oluşur. Örnek bir prosesin iletişim sistemi şekil 6.1 de gösterilmiştir.

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



Şekil 6.1 Örnek bir fabrika iletişim sistemi

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 iletilmemesi halinde bir anlamı yoktur. SCADA Sisteminin en yüksek başarı düzeyi ile uygulaması iletişim sistemine bağlıdır.

SCADA' nın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için;

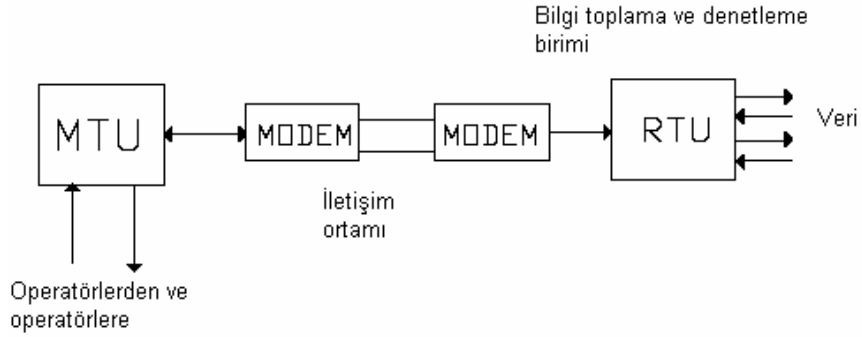
- Güvenilir,
- Maliyeti düşük,
- Gerekli tüm fonksiyonlara sahip,
- Her türlü ortamda çalışabilen bir iletişim sistemine sahip olmalıdır.

6.1. 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 birbirini ile haberleşmesi, dolayısıyla iletişim sistemi ile donatılması gerekir.

İletişim sisteminin elemanları şunlardır:

- İletişim Ortamı
- Veri İletişim Cihazı
- İletişimi sağlayan cihazlar(MTU, RTU)



Şekil 6.2. İletişim sisteminin temel elemanları

6.2. 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.

Asenkron Veri Haberleşmesi:

Verici terminalden gelen başlama bit'i alıcı terminalinde byte bilgisini örneklenmesini kontrol eden saati çalıştırır. Bitiş sinyali de durdurur. Asenkron yöntemde, her gönderilecek karakter, başlama ve bitme bitlerinin arasına yerleştirilir. Bu işlem (framing) olarak adlandırılır. Başlama biti her zaman bir bittir, fakat bitme

biti bir veya iki bittir. Bir seri veri haberleşmesinde, iletilen verinin dışında fazladan bitler bir fazladan zaman ve yük oluşturur.

Senkron Veri Haberleşmesi:

Başlama ve bitiş bitleri kullanılmaz ve alıcı terminaldeki saat devamlı çalışır, aynı anda veri alışverişi gerçekleştirilir. Alıcının iletilen 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.

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 vardır:

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

Modülasyonda 3 tür kanal vardır:

- Simplex bağlantı: Veri iletiminin yalnız bir yönde olduğu bağlantıdır.
- Half-duplex bağlantı: iletim her 2 yönde mümkündür, fakat bir anda tek bir yönde iletim olabilir. Yani aynı anda 2 taraf kullanamaz. Harf duplex bağlantıda her 2 tarafta bir modülatör ve bir demodülatör bulunmalıdır.

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

6.3. 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.



Şekil 6.3 Bir modem kullanarak PC' den RTU' ye bağlantı

SCADA sistemlerinde RTU (PLC, DCS veya IED) uzak bir bölgeye yerleştirilir. Bu mesafe onlarca metrelerden binlerce kilometreye kadar olabilir. Uzak mesafelerdeki RTU' lerle haberleşmenin en efektif yolu çevirmeli telefon bağlantısıdır. Bu sistem ile ihtiyaç duyulan cihazlar bir PC, iki modem ve RTU (COM portlu olduğunu farz edersek) dur. Modemler otomatik cevap moduna getirilir ve RTU PC' yi ya da PC RTU' yi telefon hattı üzerinden arayabilir. Bu işi yapmak için gerekli yazılım RTU üreticileri tarafından mevcut hale getirilir.

Hat modemleri; bir çift tel üzerinden RTU' yu ağa bağlamak için kullanılırlar. Bu sistemler genellikle kısa mesafeler için geçerlidir ve haberleşmek için FSK (frequency shift keying) kullanılırlar. Hat modemleri RS 232 ve 485 in pratik olmadığı yerlerde kullanılırlar. Bit oranı bu sistem içinde düşüktür, 1200 den 9600 bps e kadar.

6.4. Çoklama

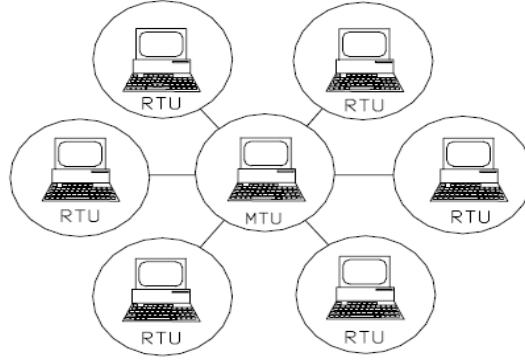
Tek bir hattından birçok verinin gönderilmesini sağlar. Birçok verinin haberleşme kanalını kullanması ekonomik bir yöntemdir. Çoklama işlemi iki şekilde yapılabilir.

- Frekans bölmeli çoklama
- Zaman bölmeli çoklama

6.5. Topolojiye Göre Ağ Bağlantılarının Sınıflandırılması

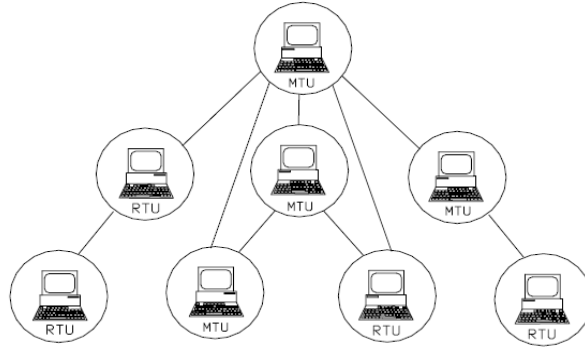
Yıldız tipinde bağlantı:

Bu ağ yapısında depolama ve yönlendirme tek kontrol merkezi tarafından yapılır. Her RTU için ayrı katılama yapıldığı için ekonomik olmayabilir. Ayrıca kontrol merkezi herhangi bir şekilde arızalandığında tüm sistem durur. Sistemdeki her şeyden kontrol merkezi sorumlu olduğu için tek hata merkezi kontrol sistemindedir. Bu sebepten arızaların giderilmesi daha kolaydır.



Şekil 6.4 Yıldız tipinde bağlantı

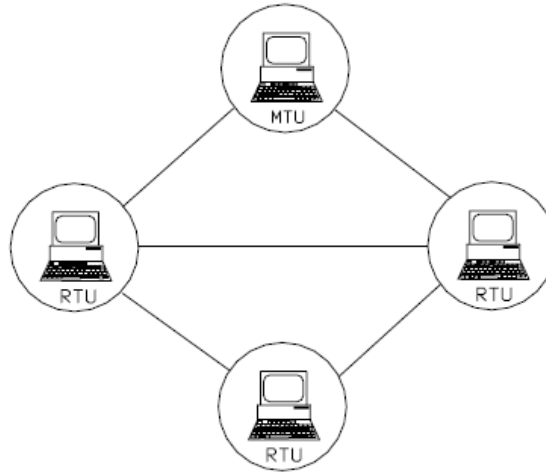
Hiyerarşik bağlantı:



Şekil 6.5 Hiyerarşik bağlantı

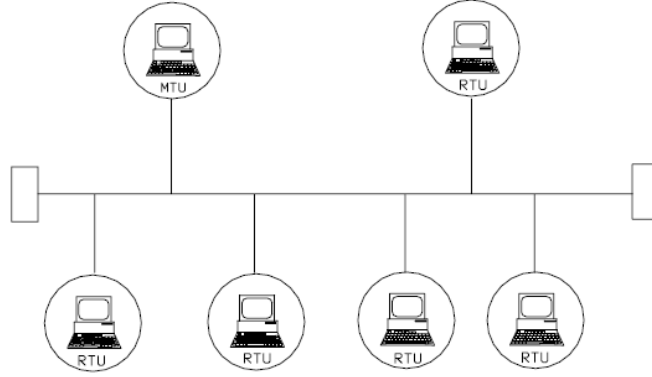
Farklı seviyelerde kontrol merkezi bulunmaktadır. Her yerel nokta bir üst seviyedeki kontrol merkezine bağlıdır. Çok fazla sayıda RTU bulunan büyük ve yaygın sistemlerin haberleşmesinde kullanılır. Denetleme işlemlerinin tek bir merkezden yapılması her RTU'ya ayrı hattın çekilmesini gerektirir.

Örgü tipinde bağlantı:



Şekil 6.6 Örgü tipinde bağlantı

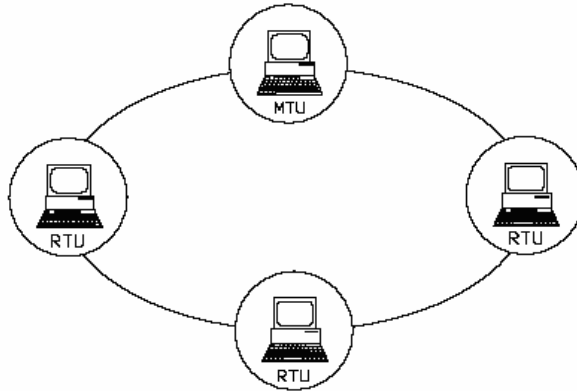
Bus tipinde bağlantı:



Şekil 6.7 Bus tipinde bağlantı

SCADA sistemlerinde en çok kullanılan haberleşme yapısıdır. Her birimi hatta bağlayan bağlantı noktalarında veri sinyallerinde kayıplar oluşur. Bunun için bağlanacak 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 gerekmektedir. Hat dışında herhangi bir RTU'yu ortak hatta bağlayan hatta meydana gelebilecek bir arızada sadece o RTU devre dışı kalır. Bunun için sistemin durması söz konusu değildir. Çok noktalı bus yapısı normal şartlar altında oldukça güvenilir ve hızlı bir haberleşme sağlar.

Halka Tipindeki Bağlantı:

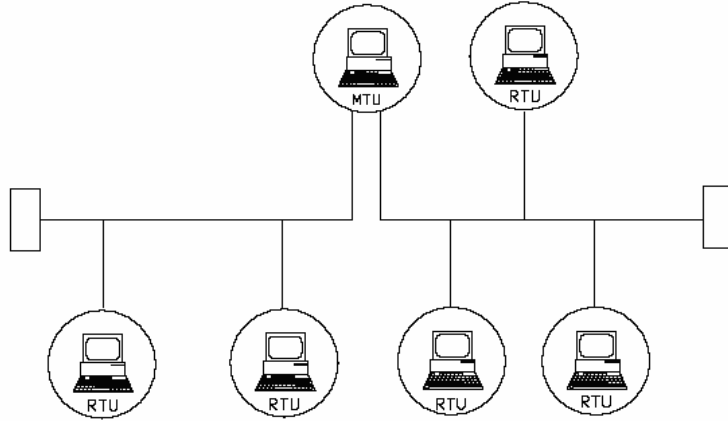


Şekil 6.8 Halka (ring) tipindeki bağlantı

Kontrol merkezi ve RTU' ların halka şeklinde bağlandığı ağıdır. Halka üzerindeki bir birime sinyal geldiğinde o birim sinyalin adresini kontrol eder eğer kendi adresi değilse sinyali halkadaki diğer birime yönlendirir. Diğer bağlantılara göre 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.

6.6. Hibrit Bağlantılar

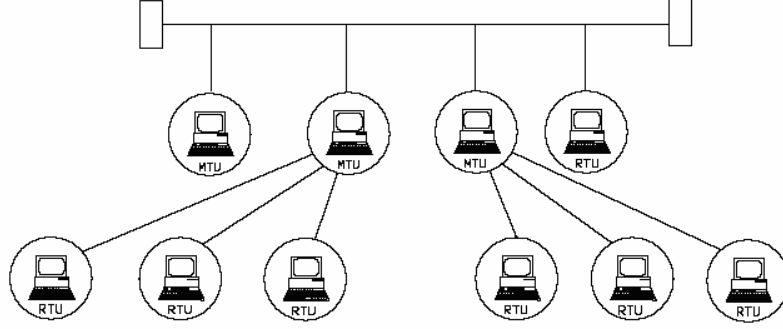
Hibrit Bağlantılar:



Şekil 6.9 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.

Kısmen Hiyerarşik Bus Tipindeki Bağlantılar:



Şekil 6.10 Kısmen hiyerarşik bus tipindeki bağlantı

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.

6.7. İletişim Mimarisi

İletişim mimarisi aşağıda belirlenen etkenlere göre belirlenmektedir;

- Sistemde kullanılacak RTU' ların sayısı
- RTU' ya bağlı birimler ve bu birimlere ulaşım hızı
- RTU' ların yerleşimi
- Elde bulunan haberleşme kolaylıkları
- Ulaşılacak haberleşme teknikleri ve araçları

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

- Tek Kontrol Merkezli Mimariler
- İki Kontrol Merkezli Mimariler
- Çoklu Kontrol Merkezli Mimariler
- Bileşik Sistemler

6.8. 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 sınırlanırlar.

6.8.1. 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 baseband transmisyon adı verilir. Bu teknikte iletim 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 “anında” yapılabilmesidir. Broadband sistem, her türlü trafik için ayrı hat çekilmeksizin veri ses ve televizyon gibi çok amaçlı kullanılabilir. [3]

6.8.2. Geniş alan ağları (WAN):

Yerel alan ağı bir fabrika ortamı ile sınırlıdır. Hâlbuki 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 bir terminal birimi başka bir bilgisayarın yazıcısından çıkış alabilir ve herhangi bir birimin bilgisayarı diğer birimdeki bilgisayarın ana belleğinde mevcut olan bir dosyayı bulup kopyalama işleminin gerçekleştirebilir.

6.8.3. 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.

6.9. 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 arası 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 tı kayabilir. SCADA Sistemlerinde kullanılan çok sayıda protokol vardır. Ancak bu protokollerin çok küçük bir yüzdesi standartlara uygundur.

OSI referans modeli:

Ağ iletişimde standart oluşması amacıyla International Standards 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]

MAC protokolleri:

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

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 bağı olarak kullanılan protokollerden Polling, Token Ring, CSMA/CD ve Token Bus SCADA Sistemlerinde en çok kullanılanlarıdır.

Polling protokolü:

Birçok 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.

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 iletme 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.

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 dâhildir. 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 ya da iletim sistemlerinde kullanımı kısmen alınan işaretlerin farklı şiddet ve mevcut ses seviyesine bağlı olarak güçlüklerle sebep olur. Bu nedenle bu tip fiziksel araçlar kullanıldığında SCADA Sistemlerinde en önemli durum olan aynı sınıf içinde CSMA' sını olmayan başka bir protokol kullanılmalıdır. Bu protokol her zaman bir çarpışma olduğunu kanal tüm iletim zamanı süresince boşuna harcanıldığını ve sadece çarpışma zamanı sezmesi olmadığını belirtmektedir. Bu da CSMA/CD' nin kullanımını oldukça düşürür.

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 ya da 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 pollingden daha verimlidir. Token Bus sabit şartlarda çok iyi çalışır, fakat normal olmayan durumlarda ciddi problemler çıkarır. Mesajdaki hata RTU' deki bozukluk, ya da periyoda yeni RTU dâhil olması protokolün normal çalışma dinamiklerini 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]

SCADA İletişim Protokolünden Beklenenler:

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

- İletişim ortamından bağımsız olmalıdır. Elde bulunan ortamlarda çalışabilmelidir.
- Yüksek düzey fonksiyonları karşılayabilmeli, konfigürasyon değişken mesajları ve yüksek hızdaki iletişimi sağlayabilmelidir.
- Firma bağımlı olmamalıdır.
- Tanınmış temel standartları içermelidir.
- ISO-OSI standartlarına uymalıdır.
- Asenkron bayt tabanlı olmalıdır.
- Geniş olarak veri nesnelere desteklemelidir.
- Hatasız veri iletimi için kodlama tekniklerini içermelidir.
- Veri gönderirken, azami hız ve kodlama sağlanmalıdır.
- Geniş adresleme yeteneği olmalıdır.
- Farklı alarm düzeyleri tanımlanabilmelidir.
- Sisteme ait konfigürasyonlar aşağı ve yukarı gönderilebilmelidir.
- Tam tanımlı ve detaylı bilgi verebilmelidir.
- Sistem test edilebilmelidir

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

6.10. Endüstriyel Haberleşme Protokolleri

Endüstriyel haberleşme ağları literatürde yaygın olarak iki şekilde sınıflandırılır. CIM Piramit Yapısı, İdeal Sınıflandırma: Fabrika ve imalat dizgelerinde, gereksinimleri 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. [3]

CIM 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 mertebesinde. CIM yapısına göre hücre ortamında Profibus, FIP, Bitbus, gibi standartlar yer alırken makine ortamında ise CAN, Interbus-S gibi standartlar yer alır. CIM 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)

Sensor-Aktüatör veri yolu:

Bu kategoriye giren yollar, algılayıcıların veya aktüatörleri giriş ve çıkış durumları gibi basit süreç verisini diğer düğüme aktarma işlemini yapan zeki düğümleri birleştirir. Klasik bir uygulama olarak merkezileştirilmemiş I/O modüllerine sahip PLC'lerin olduğu düğümler gösterilebilir. [3]

Fieldbus:

Fieldbus Saha Veri Yolu: Fieldbus kategorisi birkaç düzine bittten 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 verdiğiğinde konuşabilir. Bu yapıdaki protokol herhangi bir zamanda haberleşmek istendiğinde sadece bir düğümüne 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 olursa veya değiştirilmek isteniyorsa, master rolünü başka bir düğümüne 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 için 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. [3]

Bit Serial Fieldbusses, kısa adı ile Fieldbus (Saha Veri Yolları) otomasyon sahasında görülen ve farklı süreçleri izlemek için kullanılan algılayıcı, 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 koştut 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 hem de saha aygıtlarının birbirleri ile haberleşmesine imkân tanır. Bir Fieldbus standardının temel olarak sağlaması gereken kriterler şunlardır:

- 4–20 mA analog 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 süreci, herkese açık olmalıdır.[3]

Fieldbus teknolojisini sağladığı avantajlar:

- Azalan devreye alma masrafları, kolay ve işlevsel proje üretimi,
- Hızlı, basit montaj ve devreye alma,
- Kablolamadan büyük kazanım,
- İkaz, tanı imkânları, kolay arıza takibi,
- Dış etkenlere karşı duyarsızlık,
- Kolay ve ucuz genişletilme imkânı,
- Yüksek verimlilik oranı,
- Sistem durdurulmadan bakım,
- Yüksek fiyat/performans oranı,
- Pano içi aktif ve pasif modüllerden kazanım.[3]

Endüstri uygulamasına uygun seçilen bir Fieldbus standardı kaliteyi artırma maliyeti düşürme ve verimliliği artırma 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:

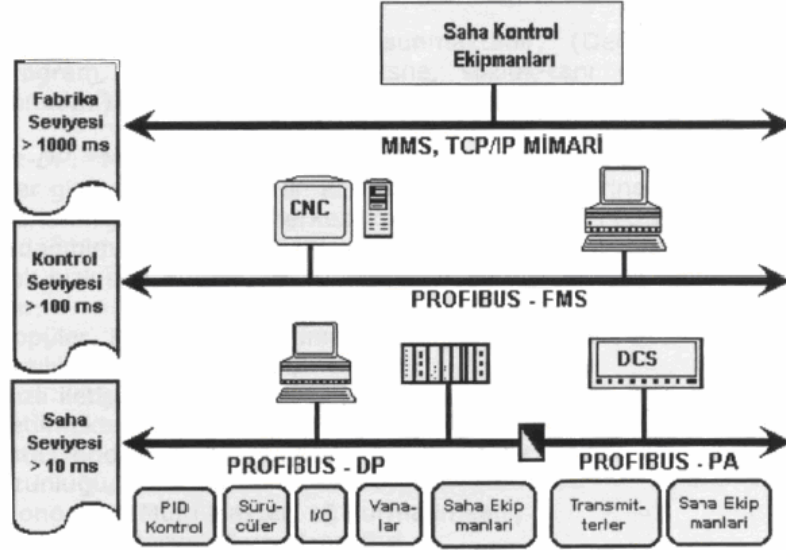
- Başlangıçtaki kazançlar
- Bakım kazançları
- Sistem performansını geliştirdiğinden dolayı elde edilen kazançlar

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

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

- IEC/ISA SP50

6.10.1. Profibus

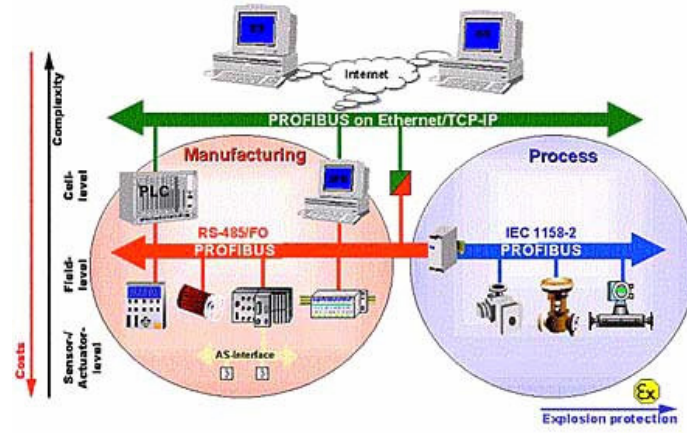


Şekil 6.11. Genel profibus yapısı

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 6. 11 de saha kontrol ekipmanları ile birlikte genel profibus yapısı görülmektedir.

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

Uygulama ve proje maliyetine göre Ethernet tabanlı PROFINet, fieldbus PROFIBUS ve benzeri sistemler otomasyonun tüm seviyelerinde ideal ön koşullar sunar. [4]



Şekil 6.12 Profibus yapısı

Dünya genelindeki endüstriyel tesislerde ve süreç uygulamalarında kullanımı kabul edilmiş bir saha iletişim protokolüdür. Yüksek standart seviyesi ve bu standardı destekleyen geniş ürün yelpazesi sayesinde kullanıcı, uygulamada bir pratik sınırlama ile 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.

Profibus-FMS: Hücre seviyesinde iletişim için tasarlanmıştır. Akıllı saha cihazları arasında (PLC, PC, MMI) arasında orta hızlı ve güvenli bir veri transferini sağlamaktadır. Bu seviyede programlanabilir kontrol ekipmanları (Örneğin; PLC'ler ve PC'ler) birbirleri ile haberleşmektedir. Bu uygulama boyutunda yüksek işlevsellik sistem reaksiyon zamanının hızlı olmasından çok daha önemli olmaktadır [3]

Profibus-DP: Merkezi olmayan giriş-çıkış modülleri, algılayıcı, aktüatörler, sürücüler gibi saha cihazları ile PLC, PC, DCS sistemlerine hızlı veri transferi için

tasarlanmıştır. Burada merkezi kontrol ekipmanları (Örneğin; PLC'ler ve PC'ler) dağıtılmış saha ekipmanları ile (I/O, sürücüler, vanalar, kontrolörler, v.b.) çok hızlı seri bağlantılar üzerinden haberleşmektedir.

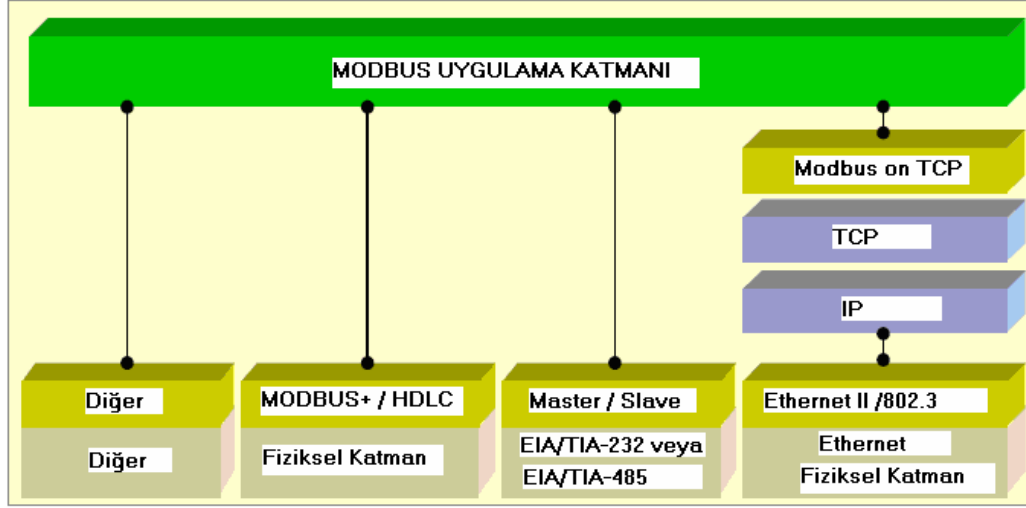
Profibus-PA: Süreç otomasyonu için Profibus ailesinin en genç ama çok önemli bir üyesidir. PA, basınç, sıcaklık ve seviye transmitterleri gibi saha donanımları ile otomasyon sistemi ve süreç kontrol sistemleri arasında bağlantı kurmaktadır. PA teknolojisi analog 4–20 mA teknolojisinin yerini alacak şekilde kullanılabilir. 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.

6.10.2. Modbus

Modbus, OSI modelinin 7 seviyesi üzerine kurulmuş bus tipindeki veri yollarının veya şebekelerin farklı tipleri üzerine bağlanmış istemci/sunucu haberleşmesini sağlayan bir haberleşme protokolüdür. 1979' dan beri fiilen endüstrinin seri standardı olan Modbus, milyonlarca otomasyon cihazının haberleşmesini sağlamaktadır. Günümüzde Modbus, basit ve sade yapısıyla büyüyerek desteklenmeyi sürdürmektedir. İnternet ortamından modbusa TCP/IP yığını üzerinde ayrılmış port 502 üzerinden erişilebilmektedir. Modbus, bir kabul/cevap protokolüdür ve fonksiyon kodları tarafından belirlenmiş servisler sunar.

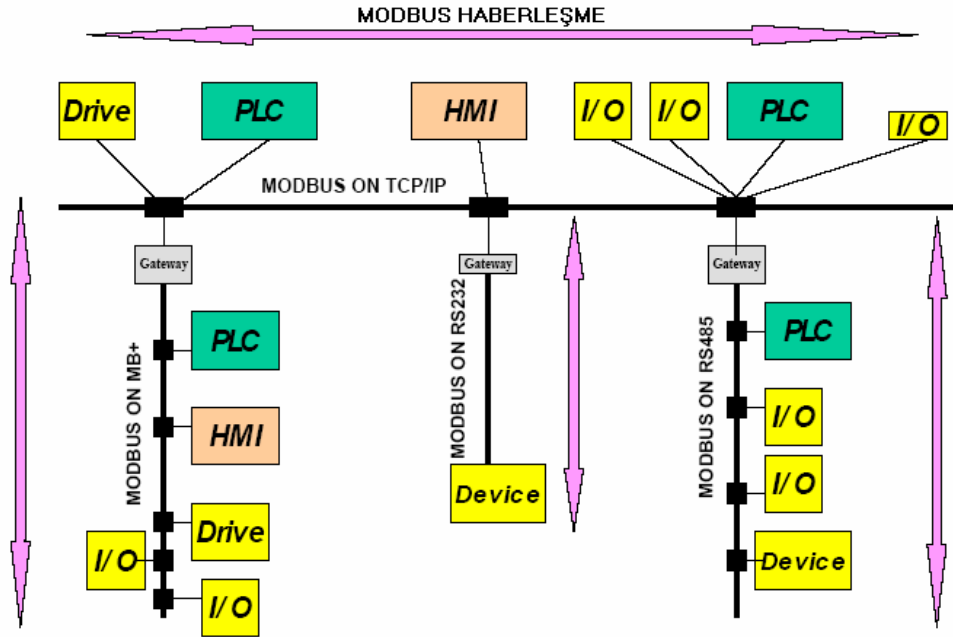
Modbus, farklı tipteki cihazların aynı bus veya şebekeye bağlanıp istemci/sunucu haberleşmesini sağlayan bir uygulama katman haberleşme protokolüdür. Bunu da aşağıdakileri sunarak uygulanır.

- Ethernet üzerinden TCP/IP
- Birkaç çeşit iletişim ortamı aracı üzerinden asenkron seri haberleşme. (kablo : EIA/TIA-232-E, EIA-422, EIA/TIA-485-A; fiber, radyo, vb.)
- Modbus PLUS, yüksek hızlı bir token passing şebeke



Şekil 6.13 Modbus haberleşme yığını

Modbus protokolü, birçok çeşit şebeke mimarisi ile kolay bir haberleşme sağlar.



Şekil 6.14 Modbus şebeke mimarisi örneği

Cihazların her çeşidi (PLC, HMI, kontrol paneli, sürücü, hareket kontrolü, I/O cihazları...) uzak bir operasyonu başlatmak için Modbus protokolü kullanır.

Benzer haberleşme Ethernet TCP/IP şebekesinde yapıldığı gibi seri hatlarda da yapılır. Gateway' ler Modbus' ı kullanarak farklı tipteki bus ve şebekeler arasında haberleşmeyi sağlar. [8]

6.10.3. İnterbus

Interbus, 1987 yılında Fieldbus teknolojisi içersinde ortaya çıkmış açık sistem konsepti olarak tasarlanmış iletişim teknolojisidir. Topolojik terimlerle, Interbus bir halka sistemidir, yani tüm cihazlar kapalı bir iletim yolunda aktif olarak bağlantılıdır.

Interbus ağlarında, veri gönderme yolu ve veri dönüş yolu, tüm cihazlar içinden bir kablo ile geçer. Interbus 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. [3]

6.10.4. Can Bus:

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

6.10.5. Devicenet:

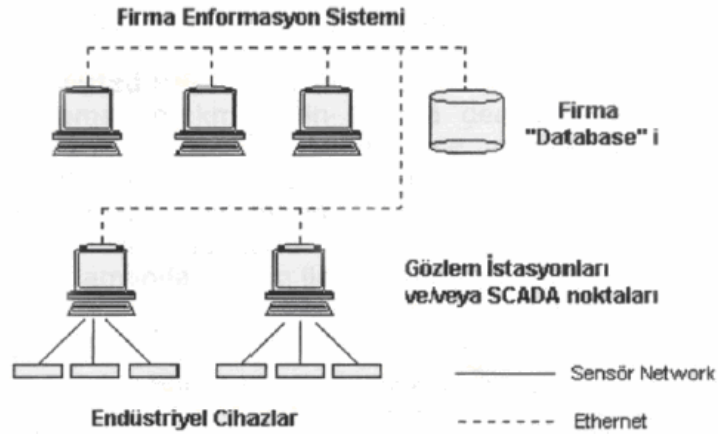
Allen-Bradley tarafından geliştirilen Akıllı algılayıcı ve aktüatörler için tasarlanmış endüstriyel network yapısı olan DEVICENET "Open DeviceNet Vendors Association " adı verilen üretici bağımsız bir kuruluş tarafından günümüzde gelişimini sürdürmektedir. DEVICENET ile limit switch, fotoelektrik algılayıcı,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

6.10.6 Foundation field bus:

Özellikle dağıtılmış süreç kontrol uygulamaları için dizayn edilen Fieldbus Foundation (organizasyon) olarak dünyadaki otomasyon sistemlerinde yaklaşık %80 'lik bir pazara sahip olan 140 şirketin biraraya gelmesi ile oluşmuştur. Teknolojisi fiziksel katman, haberleşme çatısı ve kullanıcı katmanından meydana gelmektedir. [5]

6.10.7. Ethernet

Ethernet Data Acquisition; Endüstriyel ortamlarda süreçlerin gözlemlenmesi, cihazların kontrolü, makinalardan verilerin elde edilmesi testlerin yapılması ve ların kontrolü işlemlerinde yaygın olarak kullanılan standarttır.



Şekil 6.15. Ethernet Ağ

İlk zamanlarda, cihazlar ile makinaların kontrol ve gözlemlenmesinde kullanılan geleneksel 4-20mA standardına bakıldığında birçok dezavantajlar ile karşılaşılır. Bunların başında algılayıcılardan PLC' lere veya veri toplama birimine gelen uzun işaret kablolarının getirdiği mahsurlar sayılabilir. Bu kablolarda taşınan bilgiler, potansiyel yüksek gerilim işaretlerine açıktırlar. 4–20 mA olarak bilinen standart, aslında veriyi PC'ye götürmekte herhangi bir standart ortaya koymamaktadır. Ve bu yöntem modern akıllı cihazlara arabirim imkânı sağlayamamaktadır. 1980'li yıllarda geliştirilen "Fieldbus" standartları çeşitli algılayıcı ve cihazlar için 4–20 mA standartında var olan eksikliklerden bazılarını ortadan kaldıran ortamlar oluşturmaktadır.

Fieldbus standartlarının en önemli avantajı seçilecek pek çok standart 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 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 özellikleri 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 imkân 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 Twisted Pair" kablolama sayesinde gürültü ve işaret bozulmaları önlenir. Koruma gerekmeksizin fabrika gerilimlerinin

bozucu etkisinden korunmuş olur. Cihazlar arası haberleşme açısından bakıldığında "Peer-to-Peer Network" sayesinde herhangi bir cihaz herhangi bir anda veri iletişimde 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.[3]

6.11. İletişim Ortamları

SCADA sistemlerinde iletişim ortamı olarak kullanılacak ortamlar şunlardır:

- Gerilim hatları
- Kiralanmış telefon hatları, kablolu tv hatları,
- Radyo frekansında iletişim (mikrodalgalar, trunk radyo, uydu),
- Fiber optik, metalik kablolu özel hatlar.

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]

Kiralanmış hatlar:

Kiralanmış 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 imkânı 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 arttırmak mümkün olmayabilir.

Radyo frekansında iletişim:

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' nin haberleştiği 150–170 MHz ve 450–470 MHz bandındaki radyo sistemlerinde, bir RTU' nin 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. [3]

6.12. Özel hatlarda iletişim

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 indirmek için ekranlı, tvvisted pair tip kablolar kullanılabilir. Bu kabloların iyi topraklanması gerekir. Sadece başlarda topraklama yetmez belli aralıklarda topraklanmalıdır. [3]

Fiber optik kablo:

Metalik iletkenlerin tüm olumsuz özelliklerine karşılık optik fiberlerin belirli üstünlüklere sahip olması sebebiyle ilk olarak çok morlu fiberler kullanılmış, daha sonra gerekli geliştirmeler yapılarak tek modlu fiberler kullanılmaya başlanmıştır. Optik fiber liflerinde bilgi iletimi için kızılaltı (infrared) 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 dekaplaj ortamı sağlanır. Diğer bir önemli üstünlük ise alıcı ve verici arasında hiçbir elektriksel bağlantı olmamasıdır. Elektrik sinyali kendisini isleyecek olan (örneğin genliği, frekansı veya sayısal sinyal iletimi söz konusu ise, sinyalin seklini 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 (Light Emitting Diode:LED) ile yüksek dereceli yarı iletken (laser diyotlar) kullanılır. Bu malzeme ile akımdaki zamana bağlı değişimler, ışık yoğunluğundaki değişimlere çevrilir. Isık 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 katıldığı optik fiberler özellikle demiryolları gibi yüksek gerilimleri, sistem ve hatları içeren ortamlarda, iletim kalitesinin çok önemli olduğu telekomünikasyon işletmelerinde, hafif olmalarından dolayı büyük tonajlı gemilerde, bakır kablolardakinin tersine dışarıdan dinlenmesi neredeyse olanaksız olduğu için askeri haberleşme sistemlerinde kullanılmaktadır.

Fiber optik iletişimde veri iletişimi açısından, elektromanyetik girişimden, darbeden ve toprak problemlerinden etkilenmeyen, çok güvenilir bir ortam sağlanır. Geniş bir band sağladığından dolayı çok yüksek veri hızlarına çıkmak mümkündür. 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. [3]

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 frekans girişimi meydana getirmemesi,
- Yıldırımdan etkilenmemesi,
- Yüksek akım devrelerinden etkilenmemesi,
- Metalik olmadığından topraklama probleminin olmaması,
- Kolayca araya girilip dinlenmemesi,
- Ağırlıklarının metal kablolarına 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.

6.13. Kablolarda etkileşim ve gürültünün tanımı

Veri iletişim sistemi kurulum ve tasarımında etkileşim ve gürültü, elektrik etkileşimini önlemede dikkat edilmesi gereken hususlardır. Gürültü orijinal (veya istenen) sinyali bozan (veya karışan) rasgele üretilmiş istenmeyen sinyal olarak tanımlanabilir.

Gürültü sisteminin kendisi dâhilinde oluşabilir (dâhili gürültü) veya dış bir kaynaktan gelebilir (harici gürültü). Bu kaynaklara bazı tipik örnekler, aşağıda belirtilmiştir.

Dâhili gürültü

- Devre üzerinde, elektron hareketinden kaynaklanan ısı gürültüsü
- Devre tasarımında aksaklıklar

- Osilatörler ve yükselticilerden ortama yayılan sinyaller
- Dâhili devrelerde üretilen, düşük seviyeli RF yayılımının dâhili modülasyonu.

Harici Gürültü

- Doğal kökler – elektrostatik etkileşim, elektrik dalgaları
- Elektromanyetik etkileşim (EMI)
- Radyo frekansı etkileşimi (RFI)
- Diayafoni

Gürültünün önemli bir özelliği rasgele olması ve bu nedenle ürettiği etkileşimin tahmin edilemez olmasıdır. Bu özellik, kablo iletişim sistemlerinin tasarımını oldukça zorlaştırmaktadır. Gürültü, sadece veri bilgisi taşıyan iletişim sinyaline ilişkin ölçümler dâhilinde önemlidir.

Aşağıda kablonun dış etkilere maruz kalmaması için gereken bazı özel hususlar verilmiştir.

- Elektrostatik alan eşlemesini azaltmak için, kablo kılıfını, daima tek bir noktaya bağlanır.
- Bükmeli çift sinyal uçları, daha az indüktif gürültüye sahip oldukları için, tercih edilir.
- Bütün kabloların (bunlar sinyal veri kabloları da olsa) birbirlerini dik kestiğinden emin olunur
- Çoklu iletken kablo, ortak bir elektrostatik kılıfa sahip olmalıdır.
- Bozucu manyetik etkilerin birbirini yok etmesi için, güç kablolarını olabildiğince birbirine yakın tutulur.
- Kullanılmayan tüm tel ve kılıfları, kablonun bir ucunda sonlandırılır.
- Bir uçları sonlandırıldıktan sonra, elektrostatik kılıfların bütün noktalarının topraktan yalıtımının sağlandığına emin olunur.
- Bağlantı kutularında, sinyal kabloları süresiz de olsa, kılıf sürekliliğinin korunduğuna emin olunur.
- Sinyal kablolarının yüksek gürültü alanlarından uzak durduğundan emin olunur.

- Benzer gerilim değerine sahip iki sinyal kablosunun elektriksel olarak birbirlerinin etkilemeyeceklerini düşünülmemesi gerekir.

6.14. ATM

Asenkron transfer modu (ATM), sonunda tüm standartların yerini alacak veri standardı ve haberleşme iletimi olarak bilinir. Sesin, verinin ve görüntünün eş zamanlı iletimini sağlar.

Standartların büyük çoğunluğu imzalanmış olmasına rağmen halen geliştirilmekte olan standartlarda bulunmaktadır. Neredeyse tüm veri haberleşme ürünlerinin satıcıları ATM ekipmanı bulundurmaktadır.

ATM, geniş bant ISDN (B-ISDN) olarak bilinen, ISDN'nin genişletilmiş halidir. Bu aşamada, minimum planlanan bağlantı hızı 45 Mbps' tir.

ATM veri bağlantıları, 53 byte hücreleri 5 byte hücre başlıklarını taşıyan hücre aktarması adında, paket aktarmanın yüksek hızlı bir şeklini kullanır. Çok hızlı hücre aktarması, sanal devreler oluşturmak için kullanılır. Bu, kullanıcıların devre aktarma ve şebeke bant genişliği avantajlarını belirli bir uygulamaya yönelik kullanmasını sağlar.

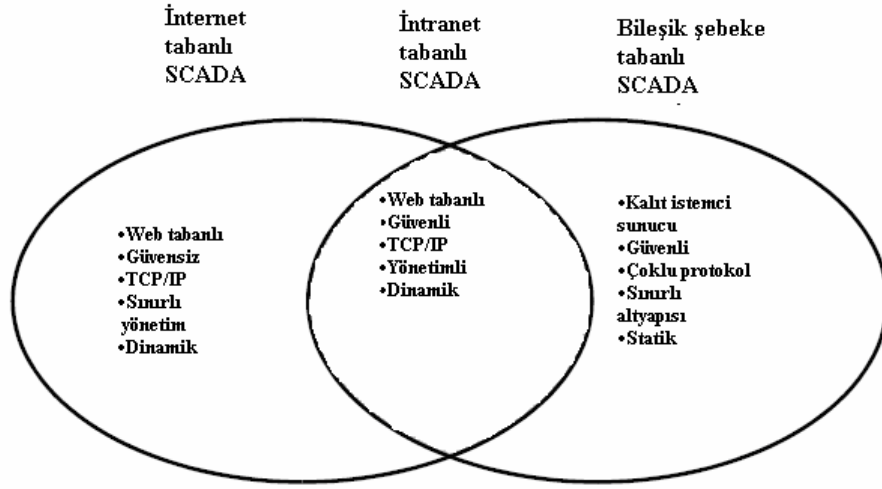
ATM teknolojisi, günümüzde LAN karakteristiklerine sahip şebekeler sağlayacaktır. Fakat her kullanıcı özel uygulama için gereken bant genişliğine sahip olacaktır. Benzer şekilde, ATM WAN' ları kurulabilir. ATM teknolojisi uzun vadede mevcut LAN ve WAN teknolojisinin yerini alacaktır.

6.15. SCADA ve İnternet

İnternet, temel olan fiziksel bağlantılar düşünülmezsizin, tüm istasyonların kolayca bağlanabileceği tek bir (sanal) şebekedir. İki düğümü birbirine bağlarken, haberleşme yolu, hiç bir düğümün bağlı olmadığı çoklu şebekeler (ya da yerel alan şebekeleri)

üzerinden olabilir. Bu internetin temelini oluşturan TCP/IP adında, evrensel açık protokol kullanımı ile yapılır.

Aslında, IP protokolü, paketlerin yönlendirilmesiyle, şebekeler arası bağlı oldukça komplike topojiler üzerinden gönderilebilmesini sağlar. Protokolün TCP kısmı paketlerin bir noktadan diğerine gönderilmesine ve gerekli hedefe ulaşma garantisini sağlar. Uygulama tabaka protokolleri, Worl Wide Web (www) tarafından kullanılan hiperteks transfer protokolü (http) olabilir. www, ya da kısaca web, insanların standart www formatında depoladığı bilgiyi okuma ve yüklemeyi sağlayan grafiksel ara yüzdür. Her ne kadar internet oldukça popüler istasyonlar arası haberleşme yolu olsa da, İntranet, SCADA dünyasında önem kazanan bir terimdir. Bu belli bir şirket içindeki iç şebekedir ve internete bağlanmak gerekli değildir. İnternet, intranet ve standart yerel alan şebekesi arasında bir karşılaştırma, şekil 6.14' de sunulmuştur.



Şekil 6.16. İnternet/İntranet ve (kalıt) bileşik LAN (3 Comm vesilesiyle)

Bir intranet, tek bir şebeke içerisinde haberleşmek için dizayn edilmiştir. İntranetler, şebekeye bağlı tüm çalışma istasyonları için standart web tarayıcısını standart kullanıcı ara yüzü olarak kullanan IP-tabanlı bileşik şebekeler olarak tanımlanır.

Bir intranet, tek bir şebeke içinde haberleşmek için tasarlanmıştır. İntranetler şebekeye bağlı tüm çalışma istasyonları için standart web tarayıcısını, standart

kullanıcı ara yüzü olarak kullanan IP tabanlı bileşik şebekeler olarak tanımlanır. İntranetler şebekede istikrarlı bir ara yüz, kullanımı kolay web yayınlama araçları ve dilleri, karışık medya, paylaşılmış kaynakların bakımı ve bunun gibi birçok internet teknolojilerinden faydalanır. SCADA sistemi kullanan birçok şirket, veri transferini sadece şirket içinde yapmak isteyebilir.

6.15.1 SCADA sistemlerinde internet kullanımı

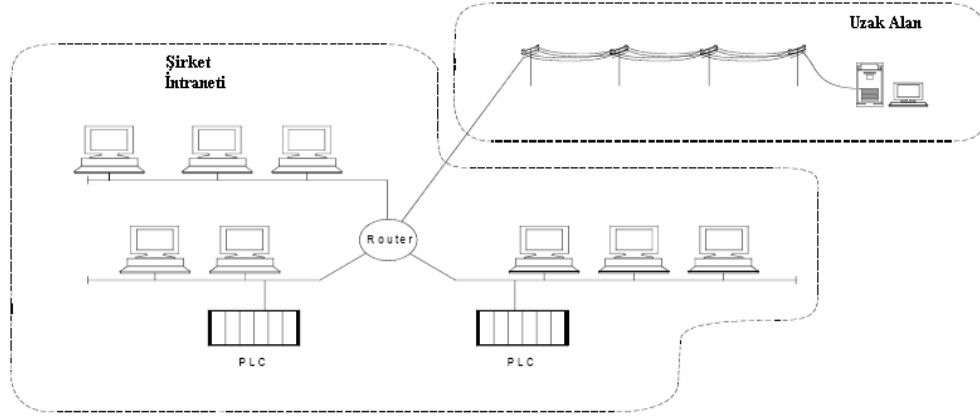
Bu modem ya da bazı yayınların yüklenmesiyle fabrika tabanlı PC sunucuları, dünyanın her yerinden ulaşılabilir internet noktaları haline gelmiştir. Müşteriler ve sistem kurumcuları, uzak fabrikaya bağlanabilir ve eğer aynı binadaysa yapabileceği her şeyi yapabilir. Bu sayede CPU' nun revizyon numarasına bakabilir ve programın çalışmasını gözleyebilir. Yerel teknisyenler de şebekeye bağlanabileceği gibi, dünya çapında destek merkezleri ile daha sofistike destek için bağlantı kurulabilir.

Bu nedenle, internet sayesinde, pahalı RF çevirme ve kiralık hat haberleşmeleriyle birlikte birçok geleneksel SCADA, telemetri ve veri kazanım sistemlerine ulaşım sağlanabilir.

Mevcut yazılım ve donanım ile gerçek zamanlı veri elde edebilecek ve bunu dünya çapında herkese ulaştırabilecek bir veri kazanım sistemi, çok düşük bir maliyetle kurulabilir.

6.15.2 Zayıf istemci çözümleri

Bu alanda çözümler sunan birçok SCADA yazılım şirketi bulunmaktadır. Bunlara iyi bir örnek Intellution' dan FIX web sunucusudur. Bu, tesis, yönetim, üretim ve bakım personelinin standart internet ya da intraneti kullanarak uzak bir bölgeden gerçek zamanlı işlem grafiklerini görebilmesini sağlayan bir zayıf istemci çözümüdür.



Şekil 6.17. İtranet ve internet

Bu, World Wide Web ve/veya intranet' ten gerçek zamanlı grafiklere ve endüstriyel otomasyon yazılımına sadece okunabilir erişim sağlar. Merkezi SCADA paketinin grafikleri, herhangi bir standart internet tarayıcı kullanarak görülebilir. Bununla birlikte veriyi korur çünkü yetkisiz bir kullanıcıya veri değiştirme izni vermez. Bir kullanıcı, üretim faaliyetinin animasyonlu görüntüsünü izlemek ve dolayısıyla daha bilgili bir karar verme aşaması sağlamak için, standart bir web tarayıcısı kullanılabilir.

İtranetler, anahtar bileşen haline gelmektedir. İtranetlere harcanan paranın internete harcanandan kat kat fazla olması beklenmekteydi ve nitekim böyle de oldu. Bir şirketin karını artırabilmesinin en hızlı yolu daha fazla kişiye daha kesin bilgi sunmasıdır. İyi planlanmış bir intranet bunu sağlayacaktır. İtranet ve internet haberleşme teknolojisi, dünyanın her yerinden veya bileşik bir şebekeden, kullanıcıya ortak bilgi ya da üretim bilgisini toplama ya da izleme imkânı sağlar. Standart ve açık teknolojileri uygulamak, herhangi bir tesis otomasyonu için yakın planların kolayca geliştirilmesi ve TCP/IP ve Ethernet gibi açık haberleşme kullanarak erişilmesi demektir. Üstelik açık hiperteks transfer protokolü (http), TCP/IP üstünde çalışır böylece tescilli şebeke gerekmez, tüm protokoller açıktır.

6.15.3 Güvenlik hususları

Dikkat edilmesi gereken hususlar, güvenlik sözcüğü ile ifade edilir. Kitabın yazdığı sıralar, tesis müdürünün internet teknolojileri kullanan SCADA sistemini düşünmesini gerektiren çok fazla kullanım gerçekleşmemiştir. Bununla birlikte, ticari dünyadaki güvenlikle ilgili sorunlar, SCADA arenasında da boy gösterecektir. Bu nedenle hassas bilgiyi ve kaynakları korumak için, yeni koruyuculara ihtiyaç vardır.

Uygulama dünyasında, birçok kullanıcı, tesis, internet yoluyla çalıştırmak istemeyecektir fakat sahada gerçek zamanlı veriyi izlemek için interneti uzak erişim aracı olarak kullanmayı tercih edecektir. Dünyanın çeşitli yerlerindeki kişilerin tesisteki kritik parametreleri değiştirmesi tercih edilmez.

Tüm haberleşme sistemi, belirli bir performans devam ettirmenin yanı sıra, SCADA sistemindeki hızlı trafik değişimlerine ayak uyduracak düzeyde dinamik olmalıdır. TCP/IP protokolleri geniş çapta kullanılsalar da bir istasyondan diğerine paket aktarımı, önemli bir yük gerekmektedir. Dolayısıyla, eğer gönderilmesi gereken veri, sadece birkaç byte olursa, taşıma zamanının büyük bir kısmı bilgiyle ilgisi olmayan yük getirecek byte' lara harcanacaktır. İnternet sistemleri tarafından kullanılan Ethernet şebekeleri hızı garanti etmez. Dolayısıyla, en kötü yüksek seviyeli trafik koşullarında (mesela tesis durdurulması) mesajın gerekli süre içerisinde ulaştırılması için bu şebekelerin ebatlandırılması doğru yapılmalıdır.

6.15.4 Diğer konular

Birkaç diğer husus aşağıda sıralanmıştır:

- SCADA sistemi, şebeke üstünde, evrensel IP erişimi gerektirecektir. Bu, farklı konumlardaki birçok kişiye SCADA sistemine erişim imkânı sağlayacaktır.
- SCADA sisteminin tamamı (internete veya intranete dayalı), yönetilebilir olmalıdır. Bunun anlamı, sistem yöneticilerinin, veri akışı ve sistemin bütün noktaları arasındaki trafik ile ilgili net bilgisinin olmasının gerektiğidir.

- Son olarak, sistemin tamamı, uyumlu olmalıdır; SCADA sisteminin değişen gerekliliklerine ve hizmet ettiği alana yönelik ayak uydurabilmelidir.

Sonuç: Farklı firmalar kendi cihazlarına uygun haberleşme protokolünü de ürettikleri için sonradan sürece dâhil edeceğimiz ekipmanın kullanılan protokolü desteklemesine dikkat etmeliyiz. Kullanılacak protokolü seçerken veri hızı, cihazlar arasındaki mesafe ve sahanın fiziksel durumu göz önünde bulundurulmalıdır.

Teknik mükemmeliyetçilik (doğal olarak) herhangi bir kontrol sisteminin, özelliği olarak tercih edilir. Buna rağmen, günümüzdeki itici güç maliyetlerin hızlı düşürülmesi gerekmektedir. Maliyetlerin azaltılmasında hepimize açık ücretsiz sistemler sağlayan ve bir kuruluş içinde bilginin hızla yayılmasını sağlayan internet anahtar bileşen olacaktır. Tipik SCADA sistemi, artan sayıda internet protokolleri üstünde kurulacaktır. Bu SCADA satıcısına şebekenin farklı bileşenlerini bağlamak için açık internet protokollerine güvenerek mükemmel uygulama yazılımı geliştirmeye yöneltecektir. [2]

7. BİR POMPA İSTASYONU OTOMASYONU

Bu bölümde bir pompa istasyonu otomasyonuna yer verilmiş olup, SCADA' sını gerçekleştirilmiştir. Mevcut uygulama normalde mimik diyagram üzerine piyano masası ile yapılmıştır. Aynı uygulama Citect SCADA ile bilgisayara aktarılmıştır.

7.1 Pompa Kontrol Sisteminin Tanımı

Sistem kuyu pompa, pompa, emme havuzu, basma havuzu ve olarak dört ayrı bölgeyi içeren otomasyonun sağlanmasıdır.

İstasyon içerisindeki emme havuzuna konumlandırılacak ultrasonik sıvı ölçüm cihazının PLC kontrol sistemi ile haberleşmesi sağlanarak, istenilen su yüksekliğinde 30 KW gücündeki kuyu pompa motorlarının devreye girip çıkartılması şeklinde oluşmuştur.

Basma havuzu üzerine konumlandırılacak ultrasonik sıvı ölçüm cihazının PLC kontrol sistemi ile kablosuz haberleşmesi sağlanarak emme havuzunda bulunan suyun, 110 KW gücündeki pompa motorları vasıtasıyla basma havuzuna taşınması ve istenilecek yüksekliklerde pompa motorlarının devreye girip çıkarılması sağlanmıştır.

Basma havuzunda şebeke enerjisi bulunmadığından gerekli olacak 950Wh 24VDC enerji ihtiyacını solar sistemleri ve redresör-akü gruplarıyla sağlanmıştır.

7.2. Pompa Start

Ünitenin ilk hareketinde start kumandası verildikten sonra basma tarafındaki vana kapalı ise motor yol alamayacak, vana açık ise motor çalışmaya başlayacaktır.

Pompa motorlarına yumuşak yol vericilerle yol verilmiştir. Kuyu motorlarına direkt yol verilmiştir.

7.3. Pompa Stop

Pompalar aşağıdaki hallerde servisten çıkacaktır.

- Motor termik arızasından,
- Motor PTC sıcaklık arızasından,
- Ünite PLC otomasyon sisteminden gelen Stop sinyalinden,
- Motor izolasyonunun $<0,5 \text{ M}\Omega$ olmasından,
- Emme havuzundaki min. su seviyesinden,
- Basma havuzundaki max.su seviyesinden.

Uygulama aşamasındaki bazı notlar:

1. Tüm motorların hareketlerine ait PLC giriş sinyalleri bunlara ait kontaktörlerin kontağından alınarak verilmiştir. PLC programlarında bu kontaktörler devrededir diye dâhili röleler kullanılmamıştır.

2.Çeşitli benzeri istasyonların kumanda masalarında veya panolarında vana kontaktörleri gibi küçük boyda kontaktörlerin kumanda gerilimlerinin kesildiği halde kontaktörlerin bırakmadığı görülmüştür. Sonucunda kontaktörler 3 faz kısa devresine ve koruyucu otomatların arızalanmasına ve sigortalarının atmasına sebep olmaktadır. Bunun nedeni; kontaktörlerin kumanda gerilimlerine ait kabloların pano içinde kullanılan plastik kablo kanallarında bulunan çok sayıdaki diğer kabloların maruz bıraktığı kuvvetli endüksiyon gerilimi olup, imalatçı bu hususa dikkat ederek uygun tedbirleri alınmıştır.

7.4 Pompa Otomasyon Sisteminin Tarifi

Pompalar, istasyondan 2500 m. mesafede 2000 m³ depo üzerine monte edilecek ultrasonik seviye algılayıcısından PLC kontrol sistemine gelecek seviye bilgisine

göre kademeli bir şekilde ve su kullanım miktarına göre pompaların her biri devreye girip çıkması yoluyla sağlanmıştır. Bu şart ancak PLC panosu ve MCC panosu üzerine konacak 0-El-Otomasyon pozisyonlu şalterin otomatik konumunda olması durumunda olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu şalterin el pozisyonunda olması durumunda ise sistem depo üzerinde bulunan ultrasonik algılayıcıdan bağımsız olarak manuel olarak çalışması sağlanmıştır.

El :Pompalar kendi panosundan PLC kontrolünden bağımsız olarak çalıştırılmıştır. (test ve bakım amaçlı)

Otomasyon: Pompalar kendi panosundan PLC kontrolüne bağımlı olarak çalıştırılacaktır. (otomatik)

Ünitelerin herhangi bir veya birkaçı yukarıdaki el pozisyonunda çalışırken bu şalterin konumu otomasyon pozisyonuna alınır ise otomasyonda pompa stop etmeden stop şartı yok ise çalışmasına devam etmiştir. Her pompa için start butonu içinde sinyal lambası da koyulmuştur. Eğer bir pompa bir arızadan stop ettiyse, bu arıza sinyali, ilgili alarmdan başka toplam alarm olarak bu pompa start butonu-sinyal lambasına transfer edilmiştir.

- Her üniteye bir arıza reset butonu konulmuştur. Arıza sinyali reset edilmedikçe arızalı ünite devreye giremeyecek şekilde ayarlanmıştır. Arıza giderilip ünite çalışmaya hazır olunca arıza reset edilmesi gerekmektedir.
- Start kaynağının sebebi her ne olursa olsun pompaların aynı anda (eşzamanlı) devreye girmesi önlenmiştir. Eşzamanlı yerine peş peşe devreye girme süresini ayarlayan bir timer modülünden bu süre 60–90 sn olarak ayarlanmıştır.
- Depodaki su seviyesi dalgalanmalarından dolayı start ve stop sinyalleri 30 s. geciktirilmiştir. Bu gecikme PLC yazılım programında değişken bir fonksiyon sayesinde yapılmıştır.
- Saatte peş peşe yol verme adedi 5' ten fazla olmayacak, 5'ten fazla start emri gelen ünite yol almayacak ve ilgili alarm verilecek şekilde ayarlanmıştır. Saatte 5 startı geçmeyen pompa 1 saati doldurduğunda otomatik olarak reset edilerek sıfırlanmıştır. Peş peşe devreye girme süresini ayarlayan bir counter (sayıcı) modülünden bu rakam 1–10 ad. olarak ayarlanmıştır.

- Kontrol panosunun kapağında her ünite bölümünde pompaların saatte kaç defa devreye girdiğini gösteren 15 mm. rakam yüksekliği olan dijital bir sayıcı konulup ve PLC çıkış modüllerinden tetiklenen BCD sinyal ile çalıştırılmıştır.

7.5 Basma Havuzu Ve Emme Havuzu Sisteminin Tarifi

Pompa, istasyondan 2500 m. mesafede bulunan 2000 m³ lük basma havuzu üzerine monte edilmiştir. 15m ölçme kapasiteli ultrasonik seviye algılayıcısından alınan 4-20mA analog sinyalin pompa istasyonuna iletilmesi, kablo ile uzun mesafelerde sağlıklı bilgi alınamayacağından telsiz veya kablosuz haberleşme ekipmanlarıyla sağlanmıştır.

Pompa istasyonu içerisinde bulunan emme havuzu üzerine su seviyesini ölçmek içinde ultrasonik seviye algılayıcısı kullanılmıştır. Bu algılayıcı için veri transferi pompa istasyonu içerisinde olduğundan kablo ile sağlanmıştır.

Aynı zamanda PLC panosu üzerine dijital yüksekliği 14 mm 4 haneli 1 ondalıklı 4-20 mA giriş ve çıkışlı gösterge kullanılarak basma ve emme havuzlarındaki su seviyeleri cm cinsinden izlenmesi sağlanmıştır.

7.6 Data Transfer Sistemi Tarifi:

RS232, RS422, RS485 Ara yüzlerle çalışmaya imkân veren 19,2kbs hızında yayılım yapabilen RS interface data hızı 300 ila 38400 arasında seçim yapılabilen, setup ve kalibrasyon işlemi RS ara yüzü ile bilgisayar ya da herhangi bir terminale ihtiyaç duyulmaksızın modemin kendi üzerindeki LCD Displayden yapma imkânı olan UHF, VHF radyo modem kullanılmıştır.

Teknik Özellikler:

Tranciever:

- Frekans Aralığı : 350...450 MHz
- Kanal Genişliği : 12,5kHz / 25kHz

- Frekans Kararlılığı : $\leq \pm 1.5\text{kHz}$
- Haberleşme Modu : Half-Duplex

Verici:

- Taşıma Gücü : 10 mW...1 W/50 ohm (+27dBm)
- Kararlılık : +2dB / -3dB
- Frekans Sapma : 60dB

Alıcı:

- Hassasiyet : -116...-110 dBm (BER<10 E-3)
- Yardımcı Kanal Red : -12dB
- Yakın Kanal Hassasiyeti : 60dB

Modem:

- Arayüz : RS-232, RS-485, RS-422
- Ara yüz Bağlantı : D15 konektör, vidalı
- Veri Hızı : 300-38400 bit/s
- Radyo veri hızı : 19200 bit/s (25kHz kanal)
: 9600 bit/s (12,5kHz kanal)

Genel Özellikler:

- Çalışma Gerilimi : +90...+30VDC
- Tüketim : 2,5 VA (recieve)

Telsiz Input/Output Transfer Modülü

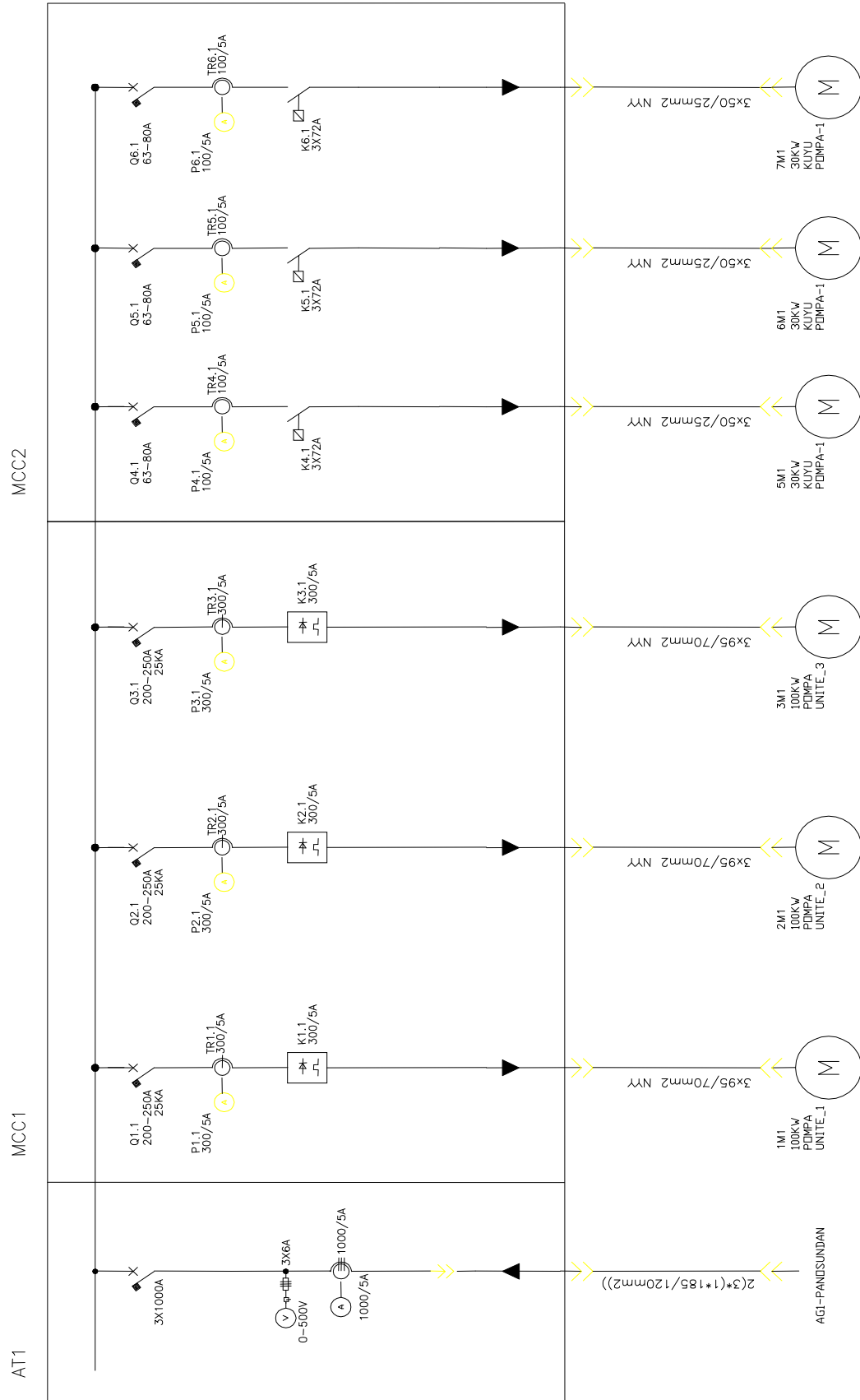
Radyo modem ile birlikte kullanılacak olup, basma havuzundan 2500mt mesafedeki pompa istasyonundaki PLC Sistemine açık-kapalı kontak bilgilerini ve analog sinyalleri kesintisiz transfer edecek, üzerinde 4 dijital Input,4 dijital Output ve 2 Analog Giriş-Çıkışlı, Radyo modeme uyumlu modül kullanılmıştır.

Telsiz Input/Output Transfer Modülü Teknik Özellikler

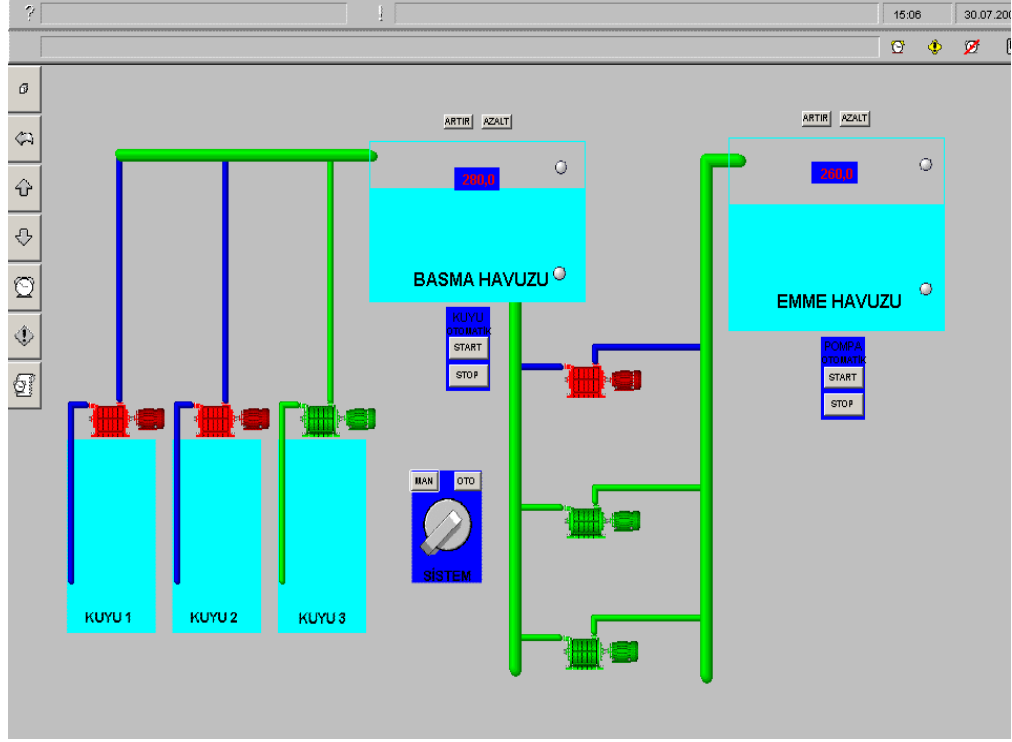
- Çalışma Gerilimi : +90...+30VDC
- Çalışma Sıcaklığı : -25...+55°C
- 2 Analog Giriş : 4-20 mA
- 2 Analog Çıkış : 4-20 mA

- Karalılık : $\pm 1\%$
 - 4 Digital Giriş : 0-35 VDC
 - 4 Dijital Çıkış : 0-250 VAC
 - Cevap Süresi : 500ms
 - Veri Transfer Hızı : 2400...19200bps
 - Bağlantı ara yüzü : RS-232 ± 15 VDC
 - Alarm Çıkışı : 0...35vdc/30 mA
 - Göstergeler : Açık/Kapalı-Analog/Dijital-Giriş/Çıkış-Alarm
- Led
- Bağlantı : D-15 Konektör vidalı.

Şekil 7.1 de kurulan sistemin MCC ve PLC panolarının tek hat diyagramı gözükmektedir. Motorlar yumuşak yol verici ile yol almaktadır. Şekil 7.2 de ise projenin SCADA ekranındaki görüntüsü verilmiştir. Kuyulardaki ve pompa istasyonundaki motorlar dururken kırmızı, çalışırken yeşil görünmektedir. Basma havuzundaki su seviyesine göre kuyu pompaları devreye girmekte veya devreden çıkmaktadır. Aynı şekilde emme havuzundaki ultrasonik algılayıcı ile alınan değere göre su seviyesi ölçülmekte ve belirlenen değerlerde motorlar devreye girmekte veya devreden çıkmaktadır.



Sekil 7.1 Motor panoları seması



Şekil 7.3 Uygulamanın bilgisayar ekranındaki görüntüsü

Sonuç: Kullanılan PLC ile istenilen kontrol senaryoları gerçekleştirilmiştir. Basma havuzundaki ultrasonik seviye algılayıcısı vasıtasıyla ölçtüğümüz su seviyesi RF modem ile pompa istasyonundaki PLC ile haberleşip pompa motorlarının çalışmasını ya da durmasını sağlamaktadır. Kullanılan SCADA programı ile bütün sistem bilgisayar ekranına aktarılmıştır. Basma havuzundaki su basıncından dolayı motorların zarar görmemesi için eski sistemde bulunan kelebek vanalar muhafaza edilmiştir. Böylece motorlar durduğu vakit su basıncından dolayı meydana gelebilecek zararın önüne geçilmiştir.

8. SONUÇ

SCADA, operatörün sahadaki birçok yerden veri toplamasına ve bu verilerin ana merkezde değerlendirilip süreç müdahale etme imkânı tanıyan bir sistemdir. Her şeyden önce olması gereken insan güvenliğinin söz konusu olduğu yerlerde otomasyon sistemleriyle çözüme gitmektir. Dalgınlık ya da dikkatsizlik nedeniyle oluşabilecek hatalar önlenmiş olur. Uzak uç birimlerin herhangi birinde bir operatörün olması ya da düzenli olarak kontrol edilmesini gerektirmeyen teknolojilerle işgücünü azaltmış oluruz.

Özellikle ülkemizdeki enerji kalitesinin düşük olması, elektrik kesintilerinin sıklığı, harmonikler gibi enerji kalitesi problemlerinin olmasından dolayı bütünüyle enerji akışını kontrol altında tutabilecek üretim, iletim ve dağıtım sistemleri otomasyonlarının kurulması zorunluluk haline gelmiştir. Böylece sistemde gerekli kumanda işlemleri gerçekleştirilip, enerji parametrelerinin izlenmesi ve kaydedilmesi ile birlikte bu problemlerin önüne geçilmiş olacaktır. Böylelikle işletmeci, belki de saatlere varan arıza tespit süresini daha da kısa tutup kumanda senaryolarına göre gerekli manevraları yapabilir. Kurulacak SCADA sistemlerinin açık olması yani yeni gelecek cihazların SCADA'ya dâhil edilebilmesi önemlidir. Bir dağıtım otomasyonu sisteminde sisteme dâhil edilen yeni trafo, kesici ve ayırıcı gibi cihazlar SCADA'ya kolay eklenebilmeli veya çıkarılabilmelidir.

SCADA'yı sadece elektrik şebekelerindeki gözetleme ve kontrol işlevlerini sağlamada değil şehir, doğalgaz ve su şebekeleri için de düşünmek ve yaygınlaştırmak gerekir. Birçok doğal felaketin yaşandığı ülkemizde bu tür sistemler can güvenliği açısından oldukça önemlidir.

Bu tez çalışmasında, uygulama kısmında gösterdiğim su pompa istasyonu daha önce kumanda sistemi ile çalışmaktaydı. Motorlar direkt yol almakta ve su seviye ölçme işini de şamandıra yapmaktaydı. Yeni yapılan sistem ile istenilen senaryoya göre

PLC programlanmış, motorlar yumuşak yol vericiler ile yol almış ve su seviyesi artık ultrasonik algılayıcı vasıtasıyla ölçülmüştür. Burada dikkat edilmesi gereken bir husus, ultrasonik algılayıcının ölçtüğü değer su dalgalanmasından dolayı bazen yanlış start stop verebilmekteydi. Bu yüzden start stop sinyallerine belirli bir miktar geciktirme koymak gerekti. Su deposundaki motorlar durduğu vakit depodaki suyun basıncından dolayı herhangi bir zarar oluşmaması için mevcutta bulunan kelebek vanalar muhafaza edilmiştir. Burada, bu vanaları da ayrıca bir motorla kontrol etmek daha iyi sonuç verecektir.

Kurulan yeni sistem pompa istasyonundaki elektrik kesinti ve arızaları minimuma indirilmiş olup, suyun akışı böylelikle sürekli olarak sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Yılmaz, E., N., "İnternet Ağları Kullanarak SCADA Sistemi Tasarımı", *Gazi Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü*, Doktora Tezi, Ankara–2003
- [2] Bailey, D., Wright, E., Çeviren: Oktay Sunay "Practical SCADA for Industry", *Ankara*, 2005, ISBN 975–6410–68-x
- [3] Toprak, H., "Bilgisayarlı Veri Toplama ve Kontrol" Mersin Üniversitesi Uzaktan Eğitim Bölümü Endüstriyel Otomasyon Dersi Ders Notları
<http://uzak.mersin.edu.tr/UserFiles/EndOto/elo-206/elo-206.htm> (**Ziyaret Tarihi: 17 Mayıs 2007**)
- [4] <http://www.siemens.com/> (**Ziyaret Tarihi: 17 Mayıs 2007**)
- [5] www.plcprogramlama.com (**Ziyaret Tarihi: 17 Mayıs 2007**)
- [6] Coşkun, B., "Kablosuz Haberleşme Teknolojisi (sabit IP) Kullanılarak Enerji Otomasyonu" Eskişehir, Osmangazi Elektrik Dağıtım A.Ş.
- [7] Kurtulan, S., "PLC İle Endüstriyel Otomasyon", *İstanbul*, 2001
- [8] http://www.modbus-ida.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b.pdf
(**Ziyaret Tarihi: 11 Ağustos 2007**)

EK-A CITECT UYGULAMASI

Amaç

Citect versiyon 5 Edit 3 için (YENİ PROJE)

Citect uygulaması, Citect yazılımını tanıtmak için tasarlanmıştır. Bu, bir SCADA sistemini kurma, tasarlama ve çalıştırma yoluyla özetlenecektir. Sistem çalışırken, TANK, ALARM, HARDWARE, TRENDS, SUMMARY, DISABLED ve SHUTDOWN etiketli yedi adet düğmeden oluşan bir ana resim hazırda bulunacaktır. Bu düğmelerden herhangi birisini kullanarak uygun sayfaları görüntüleyebilirsiniz. TANK sayfası, çalışan bir tankı dolduran aygıtı gösterecektir. Bir tank doldurma düğmesini harekete ettirebilecek ve ekrandaki tank, yeni tank seviyesinin bir grafiğini gösterecektir. Eğer tank aşırı veya az dolarsa, ekranda bir alarm belirecektir. ALARM ve SUMMARY sayfalarından, alarmları görüntüleyebilir veya silebilirsiniz. TREND sayfasından, seviyenin zamana bağlı bir grafiğini görebilirsiniz. SHUTDOWN düğmesi, sistemden çıkmak için kullanılır. DISABLED sayfası, alarmları iptal etmek için kullanılacaktır.

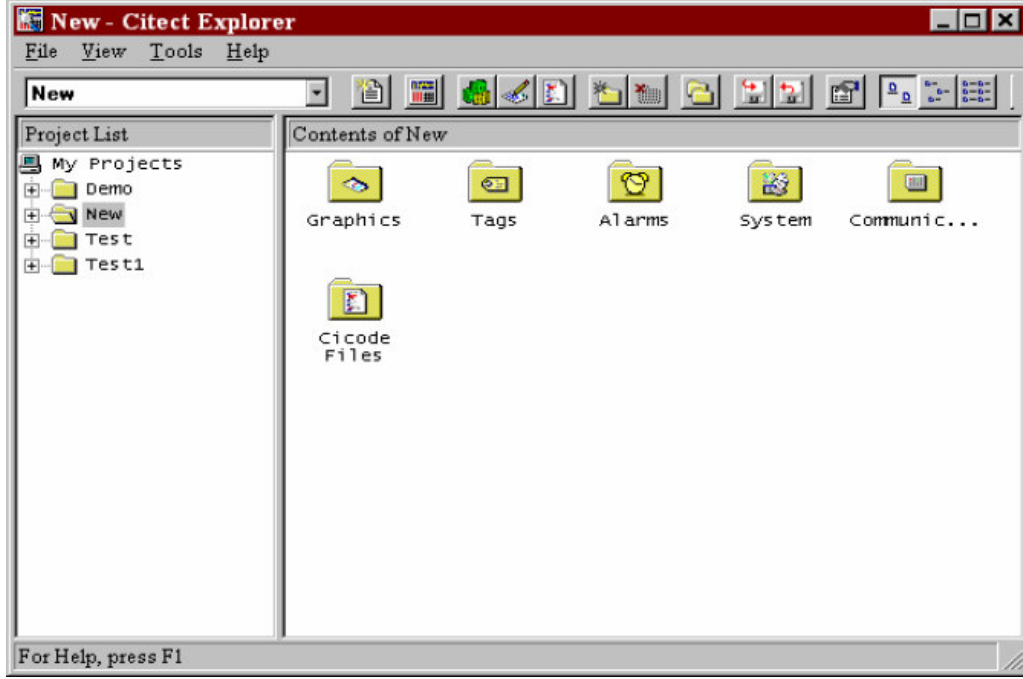
Citect Tasarım Bilgisi:

Citect paketi, sayfa formatı bazından düzenlenmiştir. Her bir sayfa açılmalı, tanımlanmalı ve bir projeye kaydedilmelidir. Bu pratikte kullanılan sayfalar, zaman sınırlamalarından dolayı basit tutulmuştur. Citect grafik yapılandırıcısı ve proje editörü, ya sayfaları tasarlamak için ya yazılımı kurmak için veya projeyi derlemek ve tasarlamak için kullanılmıştır.

Projenin akış şeması aşağıdaki gibi olacaktır (yazılımın aşağıdaki sıraya göre kurulmasına dikkat edin). İpucu – eğer herhangi bir sorunla karşılaşırsa klavyede F1 tuşuna basılır. Bu yardım penceresi açacaktır.

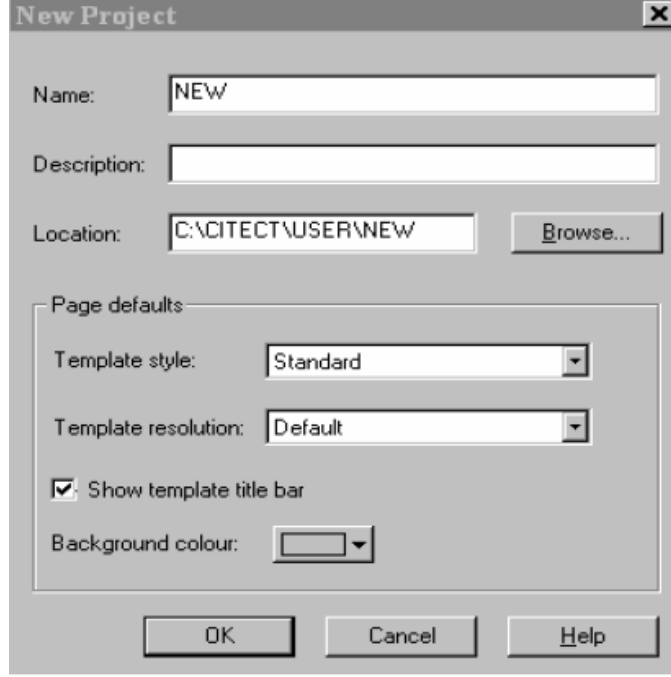
Yeni Bir Proje Açmak:

Masaüstündeki Citect ikonuna tıklayarak bir Citect açılır. File menüsünden yeni proje sekmesine tıklanır.



Şekil Ek-1-1

“New” yazın. Eğer bu isim kullanımdaysa, kendi seçimize göre, projeye bir isim verin. Aşağıdaki ekran belirmelidir. (ismi, “Name” kutucuğunun içine yazın). Daha sonra OK’ ye tıklanır.

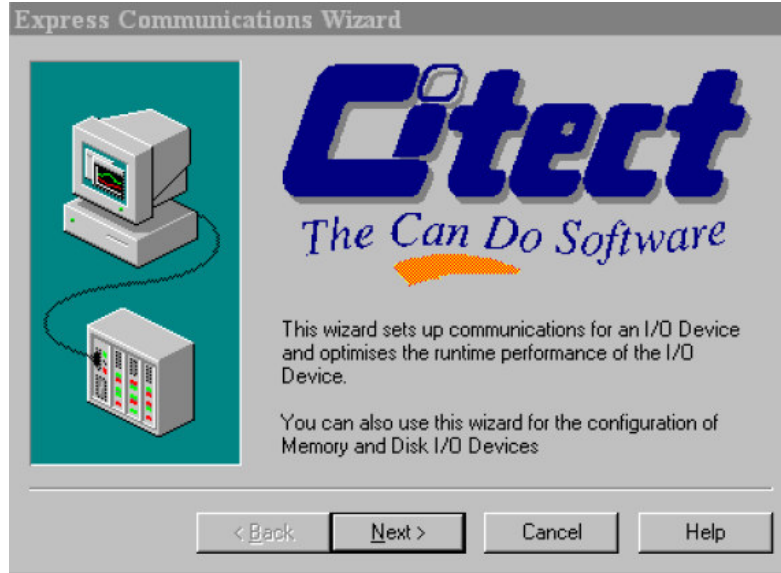


Şekil Ek – 1 – 2

“Enter” tuşuna basmayın. Şu anda “new” adlı projeyi oluşturuyorsunuz.

Bağlantılar tanımlama:

Citect Explorer sayfasından, Tools menüsüne, daha sonra da Project editör sekmesine tıklayarak, iletişim türlerini tanımlanır. Aşağıdaki seçimleri yapmak için programı takip edilir.



Şekil Ek – 1 – 3



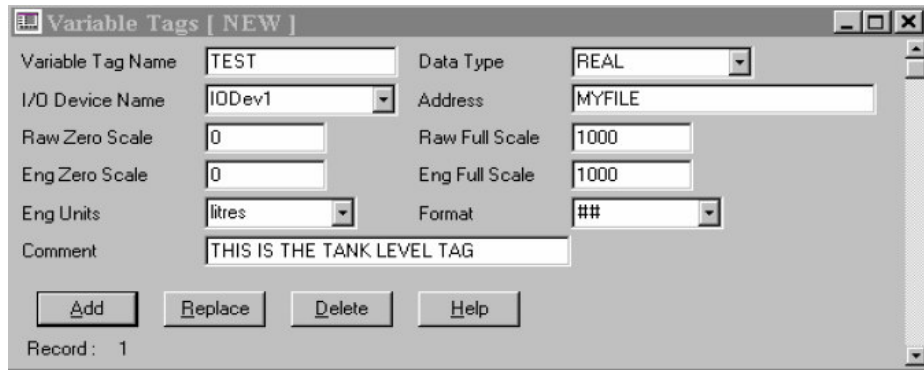
Şekil Ek – 1 – 4



Şekil Ek – 1 – 5

Tagları tanımlama:

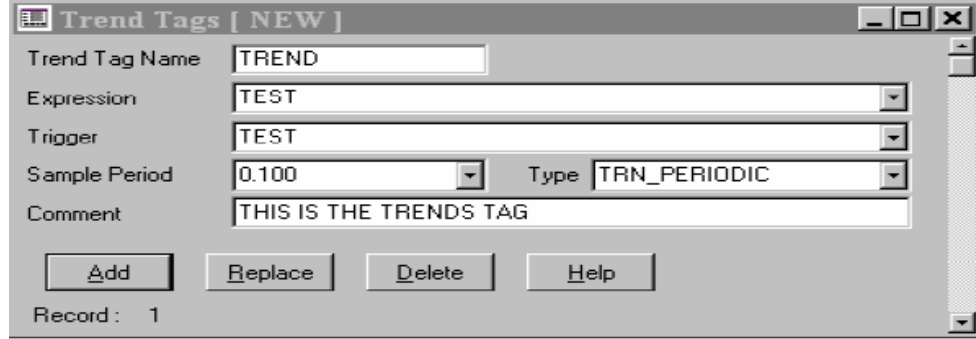
Proje editörüne dönün. Menüden, tagları tıklayın. Tagları, gösterildiği gibi girin ve bilgiler girildikten sonra, “add” düğmesine tıklayın. “Enter”tuşuna basılmaz.



Şekil Ek – 1 – 6

Trend tagları:

Hala proje editöründe iken, önce “tag”a, ardından da “trends tag” a tıklayın. “trends tag”ını gösterildiği gibi doldurun ve bilgiler girildikten sonra, “add” düğmesine tıklanır.

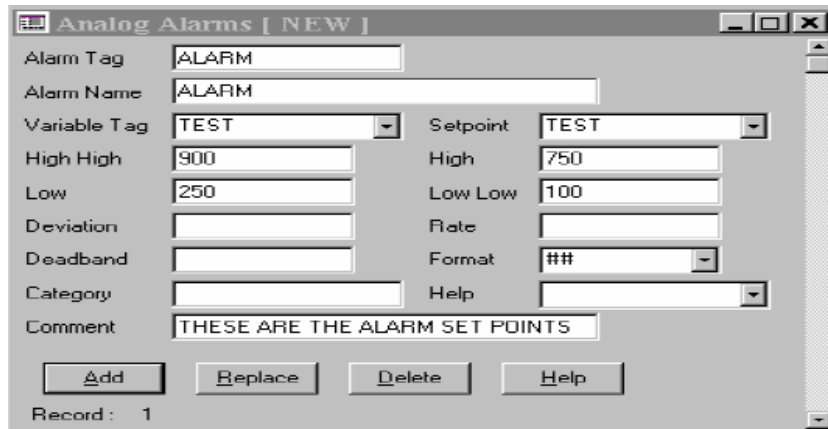


The screenshot shows a dialog box titled "Trend Tags [NEW]". It contains several input fields and buttons. The fields are: "Trend Tag Name" with the value "TREND", "Expression" with a dropdown menu showing "TEST", "Trigger" with a dropdown menu showing "TEST", "Sample Period" with a dropdown menu showing "0.100", "Type" with a dropdown menu showing "TRN_PERIODIC", and "Comment" with the text "THIS IS THE TRENDS TAG". Below the fields are four buttons: "Add", "Replace", "Delete", and "Help". At the bottom left, it says "Record : 1".

Şekil Ek – 1 – 7

Analog alarm tagları (proje editöründe, alarm altında):

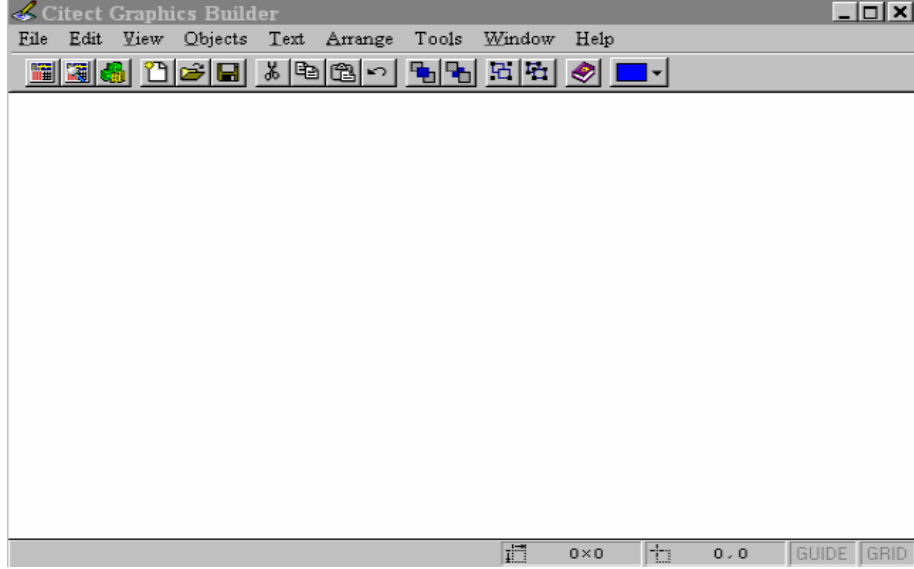
Dört adet Analog alarm tagı vardır. Bu taglar, düşük, yüksek, düşük düşük ve yüksek yüksek alarmlardır. Düşük alarm için, 250 için ayarlanmıştır. Yüksek alarm 750 için ayarlanmıştır. Düşük düşük alarm, 100 için ayarlanmıştır ve yüksek yüksek alarm, 900 için ayarlanmıştır. Bu dört alarmı ayarlanır. Bunu bütün dört alarm için yapılır.



The screenshot shows a dialog box titled "Analog Alarms [NEW]". It contains several input fields and buttons. The fields are: "Alarm Tag" with the value "ALARM", "Alarm Name" with the value "ALARM", "Variable Tag" with a dropdown menu showing "TEST", "Setpoint" with a dropdown menu showing "TEST", "High High" with the value "900", "High" with the value "750", "Low" with the value "250", "Low Low" with the value "100", "Deviation" (empty), "Rate" (empty), "Deadband" (empty), "Format" with a dropdown menu showing "##", "Category" (empty), "Help" (empty), and "Comment" with the text "THESE ARE THE ALARM SET POINTS". Below the fields are four buttons: "Add", "Replace", "Delete", and "Help". At the bottom left, it says "Record : 1".

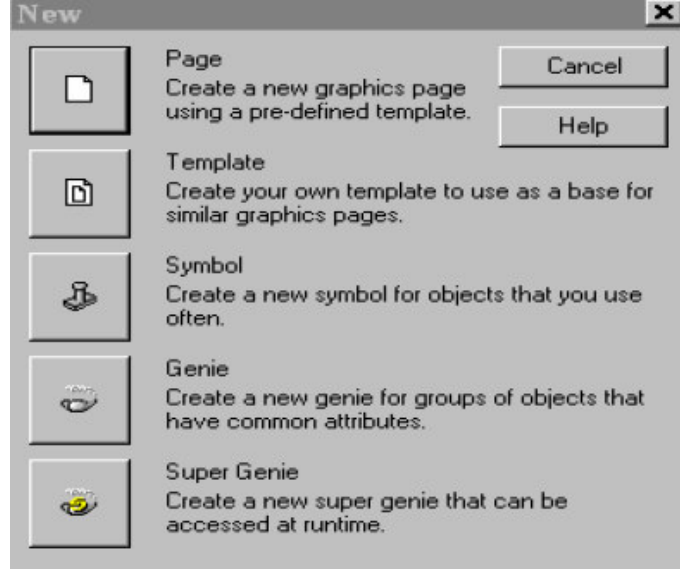
Şekil Ek – 1 – 8

Giriş sayfalarını oluşturmak:



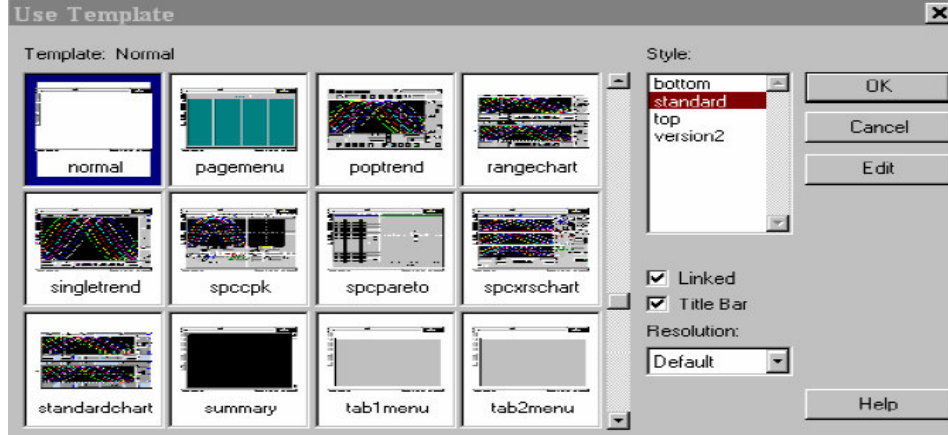
Şekil Ek – 1 – 9

Grafik yapılandırıcıyı değiştirmek için, “Tools” menüsünden, “graphic builder” sekmesine tıklayın. Grafik editörü, projenize grafik sayfaları eklemenizi sağlar. Sayfaları (TANK, SUMMARY, DISABLED, ALARM, HARDWARE, TRENDS sayfalarını), grafik yapılandırıcısında, oluşturacaksınız. “File” menüsünü altında, “new” e çift tıklanır. Aşağıdaki ekran belirecektir.



Şekil Ek – 1 – 9

“Page” düğmesine tıklanır. Aşağıdaki ekran açılacaktır:



Şekil Ek – 1 – 9

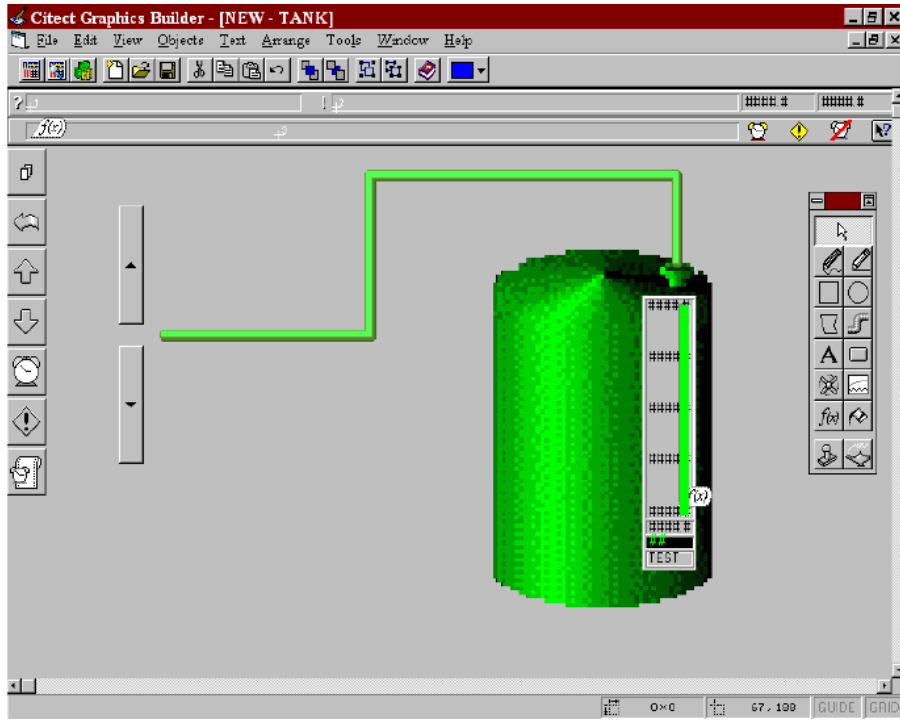
Aşağıdaki sayfaları seçin ve verilen isimlerle kaydedilir. Her bir sayfayı açtıktan sonra, aşağıdaki isimlerle kaydedilir:

ALARM	-	ALARM
HARDWARE	-	HARWARE
NORMAL	-	TANK

SINGLE TANK - TRENDS
DISABLED - DISABLED
SUMMARY - SUMMARY

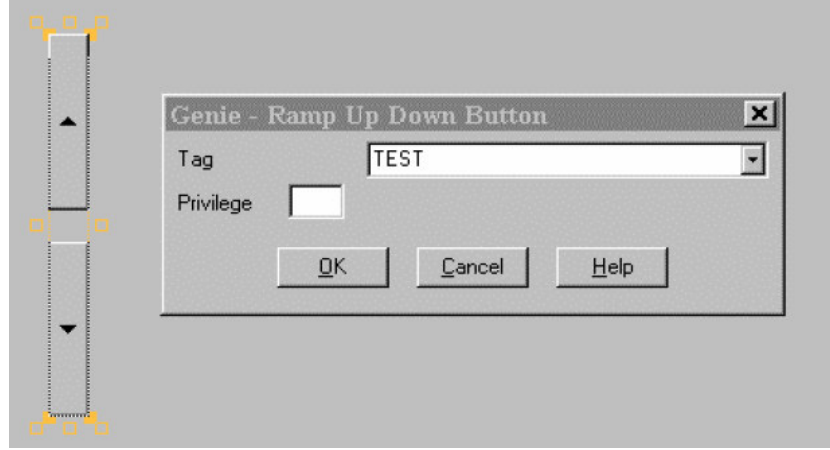
Değiştirilmesi gereken sayfalar, tank ve trend sayfalarıdır. Bütün sayfalar oluşturulduktan sonra ve kaydedildikten sonra, tank sayfasını açılır.

Tank sayfasını oluşturmak:



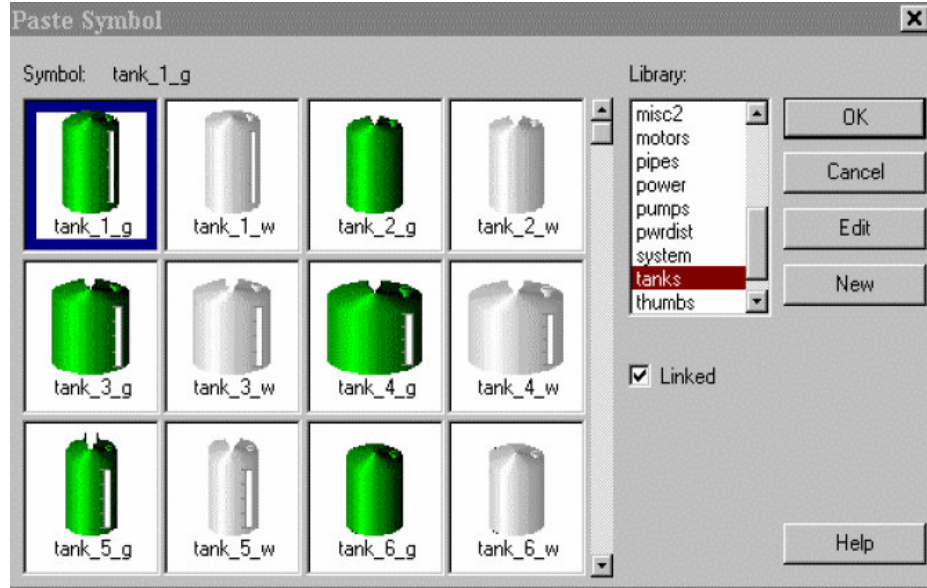
Şekil Ek - 1 - 10

Düğmeyi ve tank grafiklerini seçmek için, sayfanın sağ tarafındaki çizim menüsünü kullanılır. Küçük lamba ikonuna tıklayıp ve bir sonraki resimde görüldüğü üzere, düğme ayarlanır.



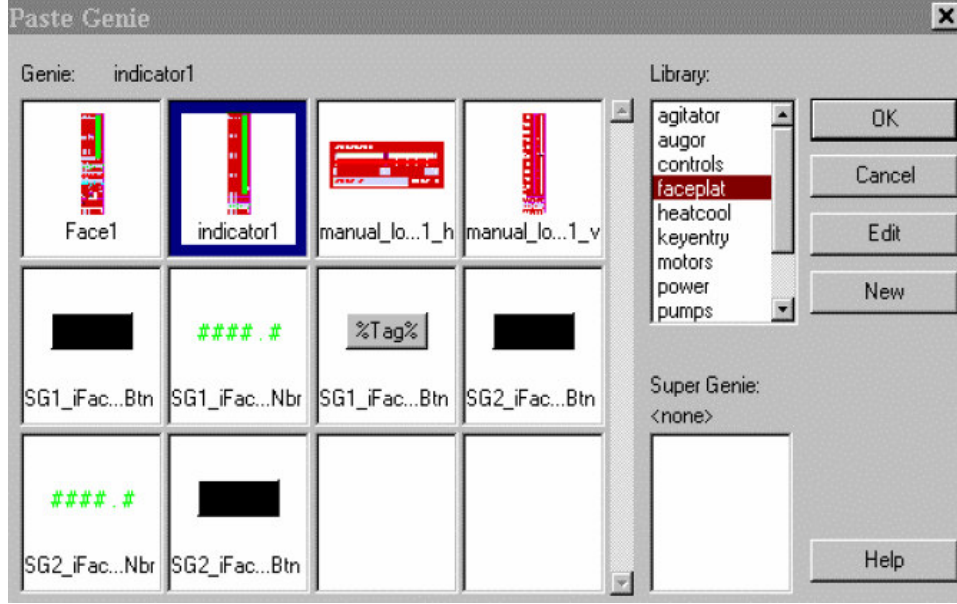
Şekil Ek – 1 – 12

Küçük silgi ikonuna tıklayarak, bir sonraki resimde görüldüğü gibi tank ayarlanır.

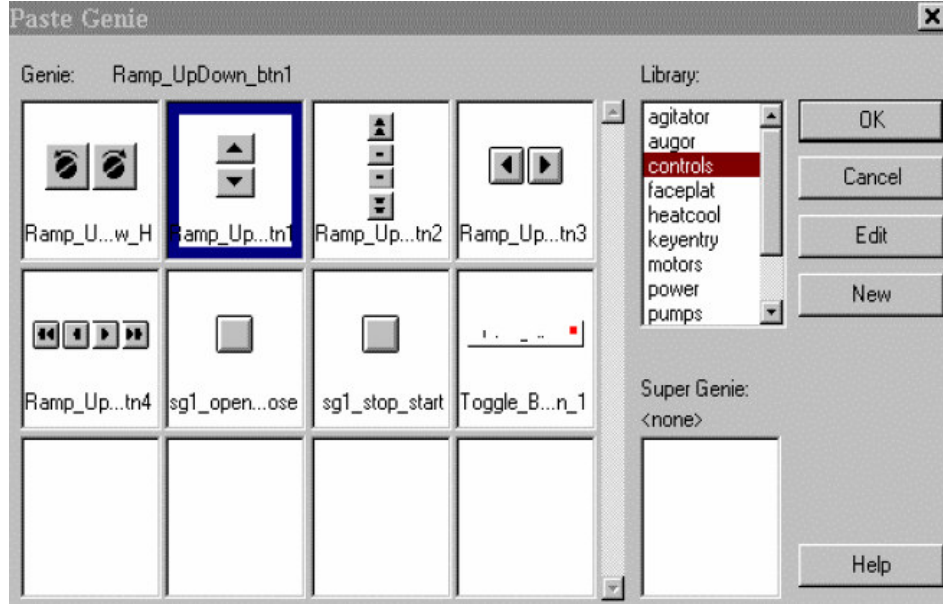


Şekil Ek – 1 – 13

Lamba ikonunun altındaki panel düğmesini seçerek, tank üzerindeki paneli oluşturulur.



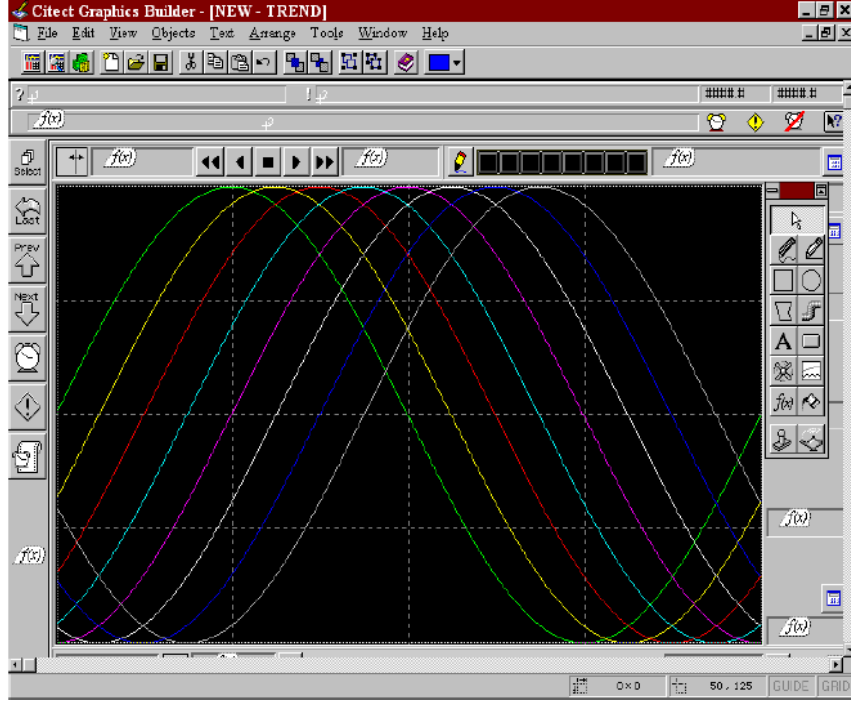
Şekil Ek – 1 – 14



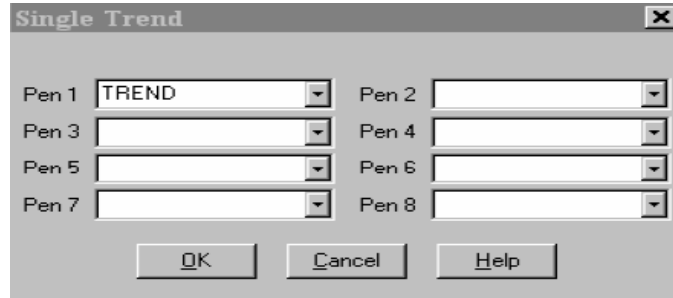
Şekil Ek – 1 – 15

Trends sayfasını seçme:

Trends sayfasında, herhangi bir noktaya çift tıklayarak, aşağıdaki ekran belirlenir.



Şekil Ek - 1 - 16



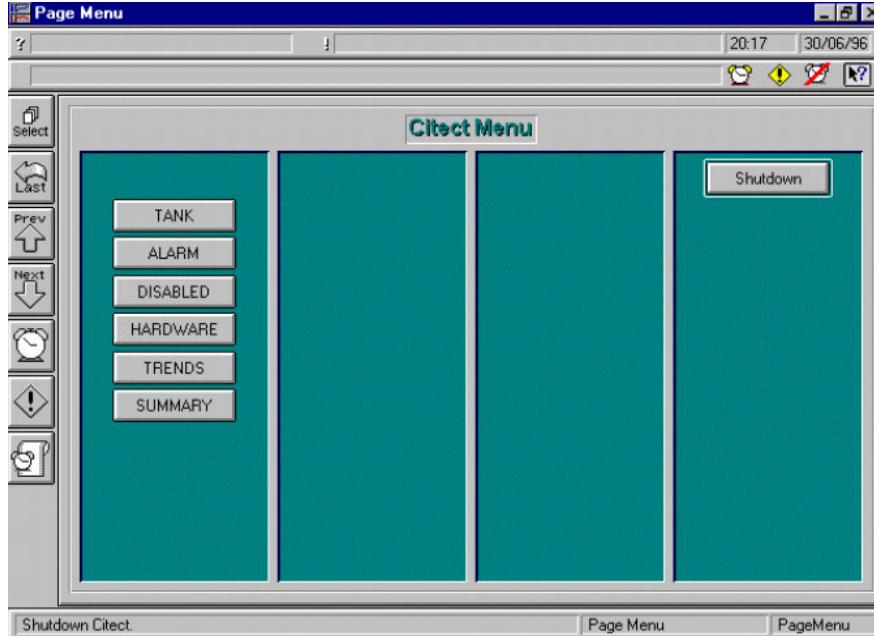
Şekil Ek - 1 - 17

Trends sayfasına tekrar çift tıklanır ve aşağıdaki pencerenin açıldığını göreceksiniz. Bunun ayarları aşağıda açıklanmıştır.

Projenin değerlendirilmesi ve alıştırılması:

Sayfanın üstündeki, “file” menüsüne, daha sonra “compile” sekmesine tıklanır. Proje derlendiği zaman, tekrar “file” menüsüne ve daha sonra “run” sekmesine tıklanır.

Program çalışırken, düğmelere tıklanarak, tank grafiğinin dolduğunu veya boşaldığı gözlemlenir. Alarm tekstinin görünmesi için yanıp sönen saat düğmesine tıklanır. Tekstin üstüne tıklanđında bu alarmı iptal edecektir. Trends’ i izlemek için trends sayfasını seçin.



Şekil Ek – 1 – 18

Tank düğmesine basılır ve düğmeyi aşağı yukarı hareket ettirirken basılı tutulur. Grafiğin hareket ettiğini fark edilir. Eğer seviye aşırı veya alt limitlerdeyse, ekranın en üstünde alarm belirecektir. Ekranın sağ st köşesindeki yanıp sönen alarm saati ikonuna tıklayarak, alarmlar görüntülenir. Aynı zamanda, ana menüye dönüp, trends’ lere tıklayarak izlenebilir. [2]

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Karabük' te doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Karabük' te tamamladı. 2000 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü'nden 2004 yılında Elektrik Mühendisi olarak mezun oldu. 2004 – 2005 yılları arasında, MEYER Test, Yönetim ve Belgelendirme Ltd. Şti.'de, 2005 yılından itibaren de ODTÜ, Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığında Elektrik Mühendisi olarak çalışmakta.