

OTOMASYON SİSTEMLERİNİN BİLEŞENLERİ

Mevlüt KARAÇOR¹

Kenan KELEŞ²

^{1,2}Elektrik Eğitimi Bölümü

Teknik Eğitim Fakültesi

Kocaeli Üniversitesi, 41380, İzmit, Kocaeli

¹e-posta: mkaracor@kou.edu.tr

²e-posta: kkeles@kou.edu.tr

Anahtar sözcükler: Otomasyon sistemleri

ABSTRACT

In this project it is discussed that automation systems in industrial places which is being more important day by day and it is aimed that students who think doing a new career on this systems can gain a new ideas about; on the other hand ", "what is automation? What is the basic materials of it and its basic features of it?"

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında iki temel sanayi üretimi bulunmaktadır. Bunlar, hepimizin bildiği üzere Bacalı Sanayi diye isimlendirdiğimiz, fabrika ve atölyelerde gerçekleştirilen sanayi üretimidir. Diğer ise MicroChip teknolojisindeki gelişmeler ile ortaya çıkmış olan ve her geçen gün hızla gelişen yazılım dünyasından meydana gelen, Yazılım Sanayisi üretimleridir. Maalesef ülkemizde yazılım sanayisi tam olarak evrimini tamamlayamamış olup henüz gelişme evresindedir. Buna karşın Bacalı Sanayi ülkemizde evrimini tamamlamaya oldukça yaklaşmıştır. Tam olarak evrimini tamamlayamamasının en temel problemi ise, birim ürün maliyetinin yüksek olması ve verimliliğinin düşük olmasıdır. Aslında bu problemler bizi doğrudan bir çözüme yönlendirmektedir. Bacalı Sanayinin evrimini tamamlayabilmesi için, üretim merkezlerinin otomasyon sistemleri ile buluşturulması gereksinimi ortaya çıkmakta, sonucunda da maliyetlerin düşürülmesi ve verimliliğin artması sağlanmaktadır.

Bu bağlamda üretim merkezlerinin otomasyonunun gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu noktada en önemli olan husus ise, otomasyon alanında nitelikli yetişmiş personel gereksinimidir. Sektör otomasyon alanında nitelikli personel ihtiyacını Mesleki Teknik Eğitim veren kurumlardan karşılamaktadır. Fakat Otomasyon Endüstrisinin çok hızlı gelişmesi sebebiyle bu eğitim kurumları nitelikli personel ihtiyaçlarını tam olarak karşılayamamaktadır. Bu

sebepten dolayı, otomasyon alanında uzmanlaşmak isteyen teknik personel çeşitli teknik kurslara yönelmektedir. Bu çalışmada isteyerek otomasyon alanına yönelen gönüllülere bazı ipuçlarının verilmesi hedeflenmektedir.

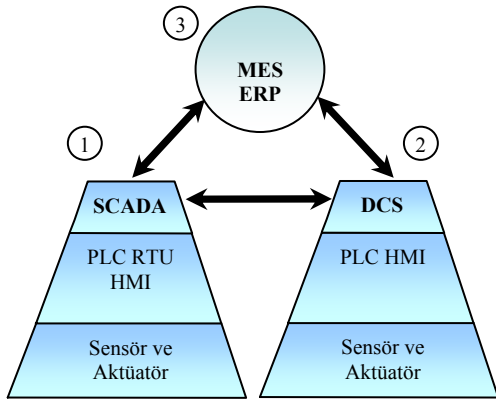
Günümüzde otomasyon denilince hemen hemen herkesin aklına PLC gelmektedir. Fakat otomasyon sadece bir PLC'den oluşan sistem demek değildir.

Esnek bir üretim sisteminin gerçekleştirebileceğiniz, sahada nelerin olup bittiğini bir ekrandan (PC veya HMI) takip edebileceğiniz ve bu verileri kaydedebileceğiniz, stoktaki ürünlerin veya kaynakların planlanmasını yapabileceğiniz komple bir mekanizmadır.

Bu bağlamda, otomasyon sistemlerinin yedi temel bileşeni bulunmaktadır. Bunlar;

- ERP/MES (Enterprise Resource Planning/ Meaningment Enterprise System)
- SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)
- DCS (Distributed Control System)
- PLC (Programmable Logic Controller)
- RTU (Remote Terminal Unit)
- HMI (Human Machine Interface)
- Sensör ve aktüatörlerdir.

Bir otomasyon sisteminde bu bileşenlerin hepsi bulunabileceği gibi, birkaçında bulunabilir. Var olan otomasyon sistemleri incelendiğinde ise Şekil 1'de görüldüğü gibi çeşitli bileşenlerin gruplar oluşturduğu görülmektedir.



Şekil 1. Otomasyon sistemlerinin bileşenleri.

Biz bu çalışmada bir nolu grubu bileşenlerini inceleyeceğiz.

2. SCADA, PLC, RTU VE SENSÖR VE AKTÜATÖRLER

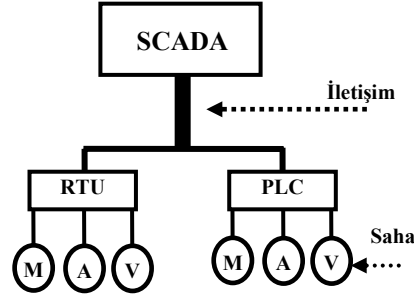
SCADA : Supervisory Control And Data Aquation (Gözetleyici kontrol ve veri toplama)

1980'lerden bu yana sahadan veri toplama ve sahadaki aktüatörleri denetlemek amacıyla kullanılan ve özünde "Alarm tabanlı görüntüleme ve denetleme" bulunduran sistemdir. SCADA sistemleri denilince unutulmaması gereken en önemli özellik, felsefesinden dolayı saha ile sistem arasındaki veri alışverişinin genellikle 100 ms'nin üzerinde olduğudur. Bu sebepten dolayı SCADA sistemleri, Real-time zaman sabitinin 100 ms'nin üzerinde olan Prosesler (süreçler) için kullanılmaktadır. 100 ms'nin altındaki proses görüntüleme ve denetleme işlemleri için DCS sistemleri tercih edilmelidir. Tercihlerin daha iyi anlaşılması amacıyla birkaç örnek verilebilir.

Bir fabrikadaki havalandırma motorunun arızasının 0.5 sn sonra Kontrol Odasında bulunan SCADA client (istemci) ekranında görüntülendiğini kabul edelim. Arıza gerçekleştiikten sonra bakım ekiplerinin arıza noktasına varması motor arızasını gidermesi veya motorun yenilenmesi birkaç saat sürmektedir. Eğer süre zarfında her hangi bir tehlike durumunun (aşırı ısınma veya fazla miktarda zehirli gaz birikmesi) meydana gelmeyeceği öngörülüyorsa, kurulu bulunan SCADA sistemi başarıyla işlevini gerçekleştiriyor demektir.

Bir diğer örnek ise; bir kimyasal boya hazırlama süreci için denetleme ve görüntüleme işlevlerini yerine getirmesi amacıyla SCADA sisteminin kurulduğunu düşünelim. Kurulan SCADA sisteminin birkaç milisaniyelik süreç değişimlerini görüntüleme ve bu değişimlere müdahale edebilme yeteneği yoktur. Bu yüzden kurulan SCADA sistemi işlevlerini başarıyla yerine getiremeyecektir. Bu tip süreçler için SCADA ve DCS ortak çözümleri önerilebilmektedir.

Örneğin 100 ms' nin altındaki zaman sabitine sahip olan kimyasal süreçleri denetlemek için yerel bir DCS sistemi kurulabilir. Bu sistem ile üretim merkezinin genelini denetlemek ve görüntülemek amacıyla kurulmuş olan SCADA sistemi ortaklaşa çalışabilir. Yukarıda verilen örnek sayesinde, SCADA sistemlerinin kullanımı hakkında genel bir yargı herhalde oluşturulmuştur.



Şekil 2. SCADA sistemlerini temel yapısı.

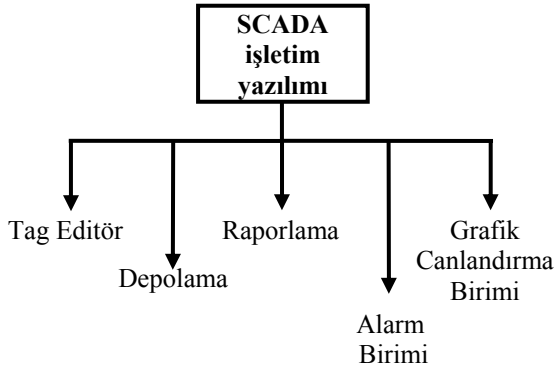
SCADA sistemlerini temel yapısı Şekil 2'de görülmektedir. Yandaki şekilden de görüldüğü üzere 4 temel donanımsal bileşen bulunmaktadır. Tabii ki bu yapı minimal bir SCADA sistemi kurulumu için geçerli olduğu unutulmamalıdır. Zira gerçekte bileşenlerin sayısı yüz binlerle ve grupların sayısı ise yüzlerle ifade edilebilmektedir.

Basit yapıyı incelediğinde, SCADA sistem yazılımının kurulu olduğu sunucu, Sahadaki aktüatörleri denetlemek ve sensörlerden bilgi almak için PLC veya RTU, sahadaki bulunan sensörler ve aktüatörler ve son olarak ta saha ile PLC/RTU ve PLC ile sunucu arasındaki haberleşme ve denetim için kartlar ve kablolar bulunmaktadır. Bu haberleşme kablo ve kartları kurulan SCADA sisteminin ihtiyaçlarına göre, haberleşme ortamlarına (Radyo, uydu veya doğrudan yerel bağlantı gibi) bağlı olarak değişmektedir. Unutulmamalıdır ki sahada kurduğumuz sistemde cihazlar birbiriyle haberleşecektir. Bu sebepten, sistem bileşenleri uyum içinde olmalıdır ve olmak zorundadır. SCADA sistemleri incelendiğimizde ise birkaç ortak özellik önüne çıkmaktadır Bunlar ise SCADA yazılımının mimarisini oluşturur. Şekil 3'de de görüldüğü üzere SCADA yazılımları temelinde 6 bileşen oluşmaktadır. Bu bileşenler ve Görevleri Aşağıda sunulmuştur.

SCADA işletim yazılımı

Bu bileşen diğer 5 bileşeni denetleyen çekirdek yapıyı oluşturmaktadır. Yani SCADA yazılımları işletim (Windows; Unix gibi) üzerinde bir platform oluşturmaktadır. SCADA yazılım bileşenleri ise SCADA işletim yazılımı tarafından denetlenir. SCADA işletim yazılımının temel görevleri; 1-Bileşenler arası koordinasyon;

2-Sistem tasarımcısı tarafından belirlene mantıksal işlemleri gerçekleştirmektedir.



Şekil 3. yazılımlarının temel bileşenleri.

Sürücü ve Etiket bağlantıları(Tag Editör)

Bu Bileşen SCADA sunucu ile dış dünya cihazları(PLC, RTU, Sensör ve Aktuatör) arasındaki bağlantıları sağlayabilecek olan çeşitli protokolleri içerir.Yani Bu bileşen Şehrin etrafındaki su kaynaklarını şehre bağlayan sarnıçlara benzer.Aynı Zamanda mantıksal denetim işlevlerini gerçekleştirmek amacıyla kullanılan iç bağlantı etiketleri de bu bileşenin görevidir.

Depolama Birimi:

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

Raporlama Birimi:

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

Alarm Birimi

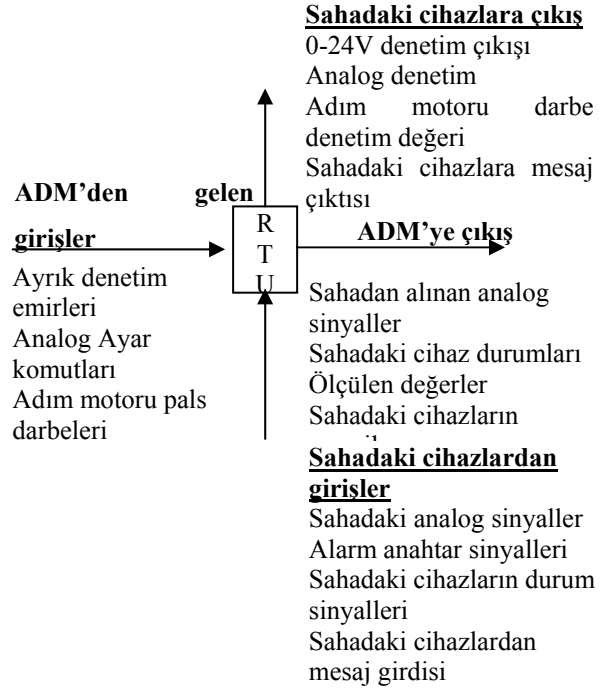
Sistemde meydana gelebilecek arıza veya tehlike durumlarının tanımlanarak belirli alarm seviyelerinde sistem yetkililerine bildirilmek üzere çeşitli ayarların gerçekleştirildiği birimdir. Alarm Durumlarının mantıksal ayarlamaları bu birimde gerçekleştirilmesine rağmen alarm sayfalarının görüntülenmesi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

Grafik Canlandırma Birimi

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

RTU'nun Tanımı ve Yapısı

Genel olarak RTU, küçük dayanıklı bilgisayar olarak tanımlanabilir. RTU, veri işleme ve Uzak Uç Birimi (UUB) ile Ana Denetim Merkezi (ADM) arasındaki iletişimi sağlar. SCADA sistemlerinde uzak birimlerin denetlenmesinde ve görüntülenmesinde kullanılır. RTU'nun sahadan aldığı ve sahaya gönderdiği veriler, ADM'den aldığı ve ADM'ye gönderdiği veriler Şekil 4'de gösterilmiştir [17].

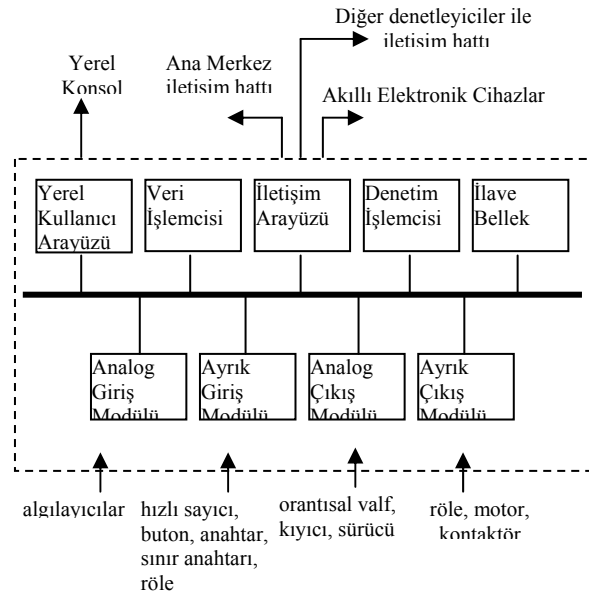


Şekil 4. RTU'nun veri organizasyonu.

RTU, ADM'den aldığı veriyi, sahadaki cihazların anlayabileceği analog veya ayırık sinyallere dönüştürür. ADM tarafından denetlenmek istenen sahadaki cihaza gerekli emirler RTU vasıtasıyla iletilir. Bununla beraber RTU, sahadaki çeşitli cihazlardan (algılayıcı, anahtar, röle v.b.) aldığı analog veya ayırık veriyi ADM'ye iletilmesi işlevini de gerçekleştirir. Şekil 5'de RTU'nun prensip şeması görülmektedir [9]. Genel olarak RTU, dokuz farklı kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar aşağıda tanımlanmıştır.

- Yerel kullanıcı arayüzü, isteğe bağlı olarak RTU'ya ilave edilebilen bir birimdir. Bu modül sayesinde, RTU'nun yanına giden bir operatör yerel bir konsol sayesinde RTU da bulunan programa kolayca müdahale edip değiştirebilir veya anlık değerleri gözleyebilir.
- Veri işlemcisi, dış dünyadan RTU'ya gelen verileri veya RTU'nun veri depolama bölgesindeki verileri denetim işlemcisine gönderen işlemcidir.
- İletişim arayüzü, her RTU da bulunması gereken kısımlardan biridir. İletişim arayüzü sayesinde, RTU'nun ana merkez ile iletişim kurmasını sağlar. Bunun dışında isteğe bağlı olarak diğer alt denetleyici

denetim birimleri ve IED ile iletişim kurabilme yeteneğine sahip olabilir.



Şekil 5. RTU'nun prensip şeması.

iv) Denetim işlemcisi, RTU'ya yüklenen programa göre gerekli denetim işlemlerini gerçekleştiren kısımdır. Denetim işlemcisinin komut işleme hızına bağlı olarak RTU'nun çalışma hızı belirlenir. Bu yüzden denetim işlemcisinin komut işleme hızı RTU seçim ölçütlerinin en önemlilerinden biridir.

v) İlave bellek, RTU'ya isteğe bağlı olarak ilave edilebilen bellektir. RTU'nun ölçümleri veya hesapladığı bazı veriler isteğe bağlı olarak bu kısımda depolanır.

vi) Analog giriş modülü, dış dünyadan RTU'nun analog sinyalleri alabilmesi için kullanılan modüldür. Dış dünyadan ölçülen analog sinyaller genellikle kullanılan algılayıcılara bağlıdır ve 0-20mA, 0-20mV, $\pm 5V$ ve $\pm 10V$ en çok kullanılan algılayıcı çıkış değerleridir.

vii) Ayrık giriş modülü, dış dünyadan RTU'nun ayrık sinyalleri alabilmesi için kullanılan modüldür. Dış dünyadan hızlı sayıcı, buton, anahtar, sınır anahtarı ve röle benzeri cihazlardan var/yok (ON/OFF) sinyallerini RTU'nun alabilmesi için kullanılan modüllerdir.

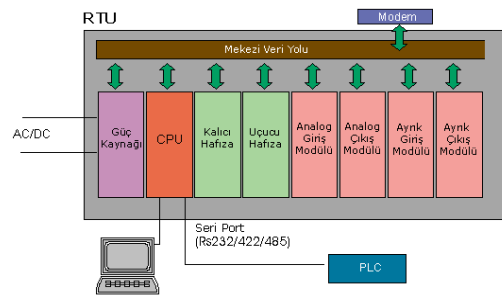
viii) Analog çıkış modülü, RTU'da var olan denetim programının ürettiği değerlere bağlı olarak dış dünyada bulunan, analog değer tabanlı cihazları denetlemek için kullanılan modüldür. Analog çıkış modülünün ürettiği sinyaller genellikle kullanılan cihazlara bağlıdır ve 0-20mA, 0-20mV, $\pm 5V$ ve $\pm 10V$ en çok kullanılan değerleridir.

ix) Ayrık çıkış modülü, RTU'da var olan denetim programının ürettiği ON/OFF sinyallerine bağlı olarak dış dünyadaki röle, motor, kontaktör ve bunun gibi birçok cihazı denetlemek için kullandığı modüldür.

Yukarıda açıklanan modüllerin dışında bazı farklı uygulamalarda GPS (Global Position System) modülü RTU'ya entegre edilebilir. Böylece, RTU'ya GPS modülünün ilave edilmesiyle sistemdeki RTU'ların saatleri uydu üzerinden ayarlanabilir ve sistem bileşenlerinin eş zamanlı çalışması sağlanabilir. RTU'nun programlanması PLC'nin programlanmasına oldukça benzer ve genelde Röleli Merdiven Mantığı, IEC 61131 ve Multitasking C programlama dilleri kullanılarak programlanabilir.

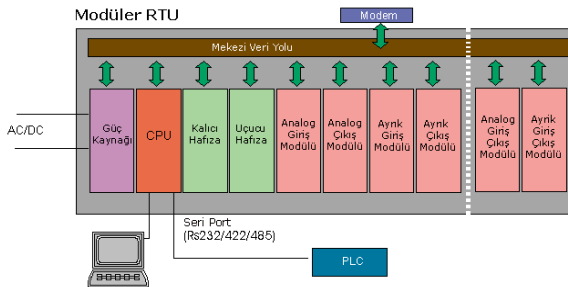
Yapısal olarak iki tip RTU vardır.

i) Modüler olmayan RTU (single board RTU): Modüler olmayan RTU yekparedir. Aynı gövdede sabit ayrık giriş ve çıkışları, analog giriş ve çıkışları ihtiva eder. Bu tip RTU'ların kapasiteleri genişletilemez. Şekil 6'de modüler olmayan RTU görülmektedir [18].



Şekil 6. Modüler olmayan RTU.

ii) Modüler RTU, bir iskelet yapıya sahiptir ve bu yapıya ayrık giriş ve çıkışlar, analog giriş ve çıkışlar talebe göre ilave edilebilir. Şekil 7'de modüler RTU görülmektedir.

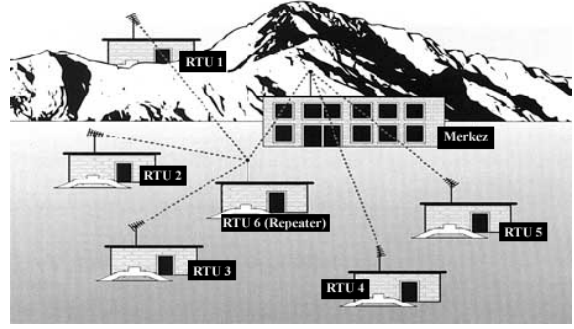


Şekil 7. Modüler RTU.

Bu tip RTU yapısından dolayı, kapasiteleri genişletilebilir. Genelde RTU, 11 ile 47 arası entegre I/O birimi, 32 adete kadar entegre PID denetleyicisi ve 4 adet entegre iletişim arayüzü ile birlikte üretilmektedirler. İstendiğinde bu özellikler, ilave modüller ile kolayca artırılabilir. RTU birçok farklı endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Tablo 1'de RTU'ların kullanıldığı endüstriyel uygulamalar verilmiştir.

Tablo 1. RTU' nun kullanıldığı endüstriyel uygulamalar.

Endüstri	Uygulama
Su/Su Şebekesi	Şehir şebekesi su dağıtımı Filtre denetim sistemleri Atık su toplama sistemleri Pompa istasyonları Su kuyusu ve depo durumlarının denetimi
Elektrik Hizmetleri	Alt birimlerin denetimi ve otomasyonu Ölçüm İletim
Ulaşım	Raylı ulaşım sistemleri Hava yolu Trafik denetimi Aydınlatma denetimi
Bina Otomasyonu	Güvenlik sistemleri Aydınlatma Yangına karşı koruma sistemleri
Endüstriyel	Fabrika



Şekil 8. RTU tabanlı SCADA uygulaması.

PLC'ler yerel otomasyon çözümlerinin kalbi niteliğinde olup, otomasyon sistemlerinin olmasa olmazlarından. Tarihsel süreci incelendiğinde, doğduğu günden buyana oldukça büyük aşamalar geçirmiştir. Günümüzde PLC'ler kişisel bilgisayarların sahip olduğu işlemci hazırlarına erişmiş ve bundan dolayı, karmaşık hesaplamalar içeren PID, bulanık mantık (Fuzzy Logic) ve Yapay Zeka Algoritma'larını (YSA) kullanabilir hale gelmiştir.

RTU' nun iletişim ve ağ yapısı

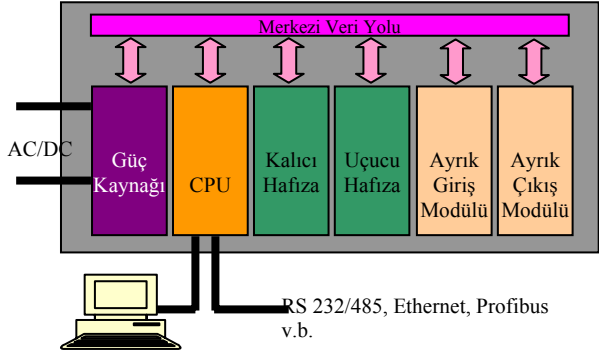
RTU' ların, ADM, diğer RTU ve IED' ler ile haberleşebilmesi için entegre iletişim arayüzleri bulunmaktadır. Bu arayüzleri, kiralık hatlar, dial-up modem, radyo verici sistemleri, fiber optik hatlar, uydu iletişim sistemlerini ve Modbus, Profibus, Fieldbus ve diğer birçok protokolü, haberleşme amaçlı olarak kullanır. RTU' da bulunan arayüzleri, her biri farklı iletişim ortamlarını ve tekniklerini kullanabilmek için ayrı ayrı ayarlanabilir. Örneğin; bir numaralı arayüzleri ADM ile haberleşme amacıyla dial-up modem ile haberleşmeye ayarlanabilirken, iki numaralı arayüzleri RTU' nun bulunduğu ortamda bir denetim işlemini gerçekleştiren IED ile haberleşmek için Modbus protokolüne ayarlanabilir [9]. RTU' lardan meydana gelen bir ağ yapısında, bir RTU üzerinden diğer RTU' ya kolayca erişilebilirken bu RTU programı yeniden yüklenebilir veya gerekli değişiklikler yapılabilir. Bunun yanı sıra, ana terminal birimi, bir RTU üzerinden diğer RTU' ya erişerek gerekli görüntüleme ve denetim işlemlerini herhangi bir ilave ekipman olmadan gerçekleştirebilir. Şekil 8'de RTU' lar ile gerçekleştirilmiş bir SCADA uygulamasının yapısı görülmektedir.

RTU' lar ile gerçekleştirilen bu uygulamada RTU 6, RTU 1, RTU 2 ve RTU 3'ün merkez ile iletişim kurmasını sağlayan RTU' dur [19].

PLC'nin Tanımı ve Yapısı

Programlanabilir Mantık Denetleyici olarak dilimize çevrilen PLC, saha seviyesinde bulunan sensörlerden, diğer cihazlardan ve dâhili birimlerinden aldığı verileri önceden yüklenen mantık programı kapsamında değerlendirerek, aktüatörleri denetleyen cihazlardır.

Genel olarak PLC'ler modüler ve kompakt yapıda olmak üzere iki tipte üretilmektedirler. Bu bağlamda hangi tip PLC'nin sistemde kullanılacağı, hedeflenen otomasyonun sisteminin gereksinimlerine göre belirlenir. Kompakt tip PLC'ler genelde küçük otomasyon sistemlerinde kullanılmaktadır. Modüler PLC'ler ise büyük çaplı otomasyon sistemlerinde veya küçük çaplı fakat özel işlemler gerektiren otomasyon sistemlerinde kullanılmaktadır.



Şekil 9. PLC'nin yapısı.

Modüler yapıdaki PLC'ler ile yerinde otomasyon çözümlerini üretebilmek amacıyla, merkezde bir CPU ve onun etrafına dağıtılmış çeşitli akıllı I/O (Giriş-Çıkış) ünitelerinden oluşan yapılar kullanılmaktadır. Bu tip yapılarda ve PLC'lerin birbirleriyle haberleşebilmeleri için çeşitli veri yolları kullanılmaktadır. Bu bağlamda kullanılacak olan veri yolları, sistemde kullanılmasında hedeflenen PLC, akıllı I/O ve sürücü sayısına bağlı olarak oluşturulacak ağ yapısı göz önünde bulundurularak belirlenmektedir. Tablo 2'de yaygın olarak kullanılan veri yolları bulunmaktadır. Bu veri yolları ile ilgili detaylı

bilgilere internet aracılığıyla ulaşılabilir.

Tablo 2. Yaygın olarak kullanılan veri yolları.

Veri yolu	Pazar Payı
CANs	25%
Profibus	26%
LON	6%
Ethernet	50%
Interbus	7%
Fieldbus	7%
ASI	9%
Modbus	22%
ControlNet	14%

SENSÖR ve AKTÜATÖRLER

Sensörler oldukça farklı tiplerde bulunmakta olup otomasyon sistemlerinde gerçekleşen olayları denetleyici birime bildirmek amacıyla kullanılan saha ekipmanlarıdır. Birçok farklı tipleri ve sınıfları bulunmakta olup, genellikle Sıcaklık, nem, basınç, ağırlık, hız, mesafe, v.b. fiziksel büyüklükleri ölçmek amacıyla kullanılırlar. Kısaca aktüatörler için denetim işlemlerin sahada gerçekleştirilmesi için kullanılan ekipmanlardır. Kontaktör, pompa, sinyal lambası, valf v.b. en temek aktüatörler arasında yer almaktadırlar.

3. SONUÇ

Yapılan çalışmada hedef alınan amaç, otomasyon alanında kariyer yapmayı hedefleyen öğrencilerimize, bu konu hakkında genel bir bakış açısı kazandırmaktır. Otomasyon nedir? Bileşenleri nelerdir? Gibi temel sorulara cevap verilmeye çalışılmış çeşitli literatür taramaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bilgiler bir özet halinde sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] KOSKINEN, P., 2000. Decision-making process on field technology for process management, University of Oulu, 48-52, Oulu, Finland.
- [2] CEGRELL, T., 1997. Integrated Information and Control Systems, DA/DSM 97 Europe Conference, Amsterdam.
- [3] ScanData Remote monitoring and control, 1994. Telemetry & SCADA Handbook p.1-6.
- [4] BURCKHART, J., 1998. Detector control system. LEB98 Workshop, Rome, Italy.
- [5] BLEVINS, T., KINNEY, T. PELUSO, M., 1997. How Fieldbus can influence your next Project. Control Engineering, 43, 133, Barrington.
- [6] MORLEY, D., 1995. Ladder logic, sci-fi wise. Manufacturing Systems, 13, 14, Wheaton. ISSN/ISBN: 0748948X
- [7] Western Area Power Administration, 1997. How programmable logic controllers open new automation opportunities. Electrical World, 211, 46, New York. ISSN/ISBN: 00134457

- [8] GYORKI, J.,1995. PLCs drive standard buses. Machine Design, 67, 83, Cleveland. ISSN/ISBN: 00249114
- [9] Anonim, 1996. What's better, PLCs or PCs?. Machine Design, 68, 164, Cleveland. ISSN/ISBN: 00249114
- [10] LANGNAU, L.,1995. PC vs. PLC: Selection rules are changing. Material Handling Engineering, 50, 31, Cleveland. ISSN/ISBN: 00255262
- [11] EFFNER, J., 1998. PLC vs. PC machine controls. FDM, Furniture Design & Manufacturing, 70,40, Chicago. ISSN/ISBN 01928058
- [12] LANGNAU, L., 1998. To PC or to PLC?. Material Handling Engineering, 53, 26, Cleveland. ISSN/ISBN: 00255262
- [13] DAVID, T., 2000. Back to basics on PLCs. Electrical Apparatus, 53, 39, Chicago. ISSN/ISBN 01901370
- [14] HOWARD, J., 1988. An Economical Solution to SCADA. Communications, 25, 5.
- [15] ALLEN, K., YUNG, L., 2000. Inheritance and Polymorphism in real time monitoring and control systems. Journal of Intelligent Manufacturing, 11, 285.
- [16] BOYER, S., 1993. SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition. Instrument Society of America, Research Triangle.
- [17] Synchrony, 2001. Trends in SCADA for Automated Water Systems.
- [18] Asergei Electrical Engineering, 2002. <http://home.delfi.ee/asergei/eng/rtu.htm>.
- [19] Frank Electric Corp, <http://www.frankelectric.com/remote.html>.
- [20] PC in bridge, 2002. <http://www.iclinks.com/Products/ICL4300/ICL4300.html>.
- [21] Live Video, <http://www.sagedesignsinc.com/>
- [22] SMITH, L., WAYNE, B., 1993. RTUs Slave for Supervisory Systems. IEEE Computer Applications in Power, 27, 32.
- [23] LEKAS, S., 1999. Making Ethernet work. Special Section, Sensors Online.
- [24] CLARKSON, M., 1999. February 1999 Shop Floor To The Top Flor Enterprise Wide Connectivity. Special Section, IOtech Inc.
- [25] Data Comm for Business Inc., <http://www.dcbnet.com>.
- [26] BenteK Systems SCADA & Telemetry Solutions., <http://www.scadalink.com/>.
- [27] ICL4300, <http://www.iclinks.com/Products/IntelligentRTU/ICL4300.html>.
- [28] Global star, <http://www.qualcomm.com>.
- [29] STEPHAN, J. Scada Systems In Wastewater Treatment. Principal Process-Logic.

- [30] BOYER, S., 2002. The long arm of the SCADA. InTech, 49, 57, Durham. ISSN/ISBN: 0192303X
- [31] PARK, J., 2002. Modern SCADA technology. Energy Markets, 7, 48, Houston. ProQuest document ID: 123618861
- [32] Anonim., 1998. Java programmable SCADA products. Pipeline & Gas Journal, 225, 107, Dallas. ISSN/ISBN: 00320188
- [33] Anonim, 1996. PC-based SCADA gains ground. Control Engineering, 43, 82, Barrington. ISSN/ISBN: 00108049
- [34] COATES, T., 2003. HMI for stand-alone or integrated OEM applications. Control Engineering, 50, 26. ISSN/ISBN: 00108049
- [35] JOHNSON, D., SCADA software raises the stakes. Control Engineering, 43, 80, Barrington. ISSN/ISBN: 00108049
- [36] Anonim, 1997. Soft logic and SCADA. Control Engineering, 44, 84, Barrington. ISSN/ISBN: 00108049
- [37] MELVIN, H., SHEARER, A., 2000. GPS World. 11, 30, Cleveland. ISSN/ISBN: 10485104
- [38] STROTHMAN, J., 2002. HMI/SCADA meets the Web--and likes it!. InTech, 49, 31, Durham. ISSN/ISBN: 0192303X
- [39] Factory Link 7, <http://www.tecnomatix.com/>.
- [40] Paradym-31, <http://www.synapsesystem.com/paradym31.html>.
- [41] WizFactory, <http://www.conlab.com.au/axeda.html>.
- [42] Cimplicity Plant Edition, <http://www.gefanuc.com/>.
- [43] Genesis32, <http://www.iconics.com/>.
- [44] Intellution Dynamics, <http://www.intellution.com/>.
- [45] LabView, <http://www.ni.com/>.
- [46] HMI/SCADA Paragon, www.nematron.com/.
- [47] FactoryFloor Software, <http://www.opto22.com/>.
- [48] RSView32, <http://www.software.rockwell.com/>.
- [49] KIRRMANN, H., 2003. Field Bus Types, EPFL Industrial Automation. ABB Research Center, Baden, Switzerland.
- [50] KIRRMANN, H., 2003. Field Bus Standarts, EPFL Industrial Automation. ABB Research Center, Baden, Switzerland.
- [51] PINTO, J., 2000. Fieldbus - Conflicting "Standards" Emerge, but Interoperability is Still Elusive. Design Engineering, UK.
- [52] LIAN, S., 2003. ASI Master Bus Controller. University of Queensland, Australia
- [53] INTERBUS, <http://www.interbusclub.com/>
- [54] PROFIBUS, <http://www.profibus.org>.
- [55] PINTO, J., 2000. How do I catch the Fieldbus? . ISA Worldbus Journal - Supplement to InTech.
- [56] FOUNDATION Fieldbus Technical Overview, <http://www.fieldbus.org>.
- [57] Siemens SIMATIC HMI WinCC Web Navigator V1.1 Manual Edition, Nisan 2001.
- [58] Siemens SIMATIC HMI WinCC Manual Volume 1/2, Ağustos 1999.
- [59] Siemens SIMATIC HMI WinCC Manual Volume 2/2, Ağustos 1999.
- [60] Siemens WinCC Configuration Manual Manual Volume 1, Eylül 1999.
- [61] Siemens WinCC Configuration Manual Manual Volume 2, Eylül 1999.
- [62] Siemens WinCC Configuration Manual Manual Volume 3, Eylül 1999.
- [63] Siemens WinCC Communication Manual Manual 1, Eylül 1999.
- [64] Siemens WinCC Communication Manual Manual 2, Eylül 1999.
- [65] GOMEZ, J., 2002. Survey of SCADA SYSTEMS and visualization of a real life process. Linköping University, Sweden.
- Karaçor, Mevlüt** 1977 Eskişehir doğumludur. Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitiminden 2000 yılında mezun oldu. Aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Eğitimi ana bilim dalında yüksek lisansını 2004 yılında tamamladı. Halen Kocaeli Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Elektrik Eğitimi anabilim dalında doktoraasına devam etmektedir. Otomasyon ve kontrol alanında çalışmalar yapan Karaçor 2000 yılından beri aynı fakültede araştırma görevliliğini sürdürmektedir.
- Keleş, Kenan** 1979 Sakarya doğumludur. Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitiminden 2002 yılında mezun oldu. Aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Eğitimi ana bilim dalında yüksek lisansını 2005 yılında tamamladı. Halen Kocaeli Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Elektrik Eğitimi anabilim dalında doktoraasına devam etmektedir. Otomasyon ve kontrol alanında çalışmalar yapan Keleş 2003 yılından beri aynı fakültede araştırma görevliliğini sürdürmektedir.