

# 1. PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROL SİSTEMLERİ

## 1.1 GİRİŞ:

Endüstriyel uygulamaların her dalında yapılan genel amaçlı kumanda ve otomasyon çalışmalarının bir sonucu olan PLC tekniği, kullanıcılara A'dan Z'ye her türlü çözümü getiren komple bir, teknoloji alt grubudur.

Endüstriyel kontrolün gelişimi PLC'lerin gerçek yerini belirlemiştir. İlk önce analog kontrolle başlayan, elektronik kontrol sistemleri zamanla yetersiz kalınca, çözüm analog bilgisayar adını verebileceğimiz sistemlerden, dijital kökenli sistemlere geçmiştir. Dijital sistemlerin zamanla daha hızlanması ve birçok fonksiyonu, çok küçük bir hacimle dahi yapılabilmesi onları daha da aktif kılmıştır. Fakat esas gelişim, programlanabilir dijital sistemlerin ortaya çıkması ve mikroislemcili kontrolün aktif kullanıma geçirilmesinin bir sonucudur. Mikroislemcili kontrolün, mikroislemci tabanlı komple sistemlere yerini bırakmak zorunda kalması, Z80 ile aylarca süren tasarlama süresinin yanında, baskı devre yaptırmak zorunda kalması ve en küçük değişikliğin bile ağır bir yük olmasının sonucudur. İşte bu noktada PLC'ler hayatımıza girmeye başlamıştır.

Programlanabilir lojik kontrolörlerin çıkışı 60'li yılların sonu ile 70'li yılların başlarına dayanır. İlk kumanda kontrolörleri bağlantı programlamalı cihazlardı. Bu cihazların fonksiyonları, lojik modüllerin birbirine bağlantı yapılarak birleştirilmesi ile gerçekleştiriliyordu. Bu cihazlarla çalışmak hem zordu, hem de kullanım ve programlama olanakları sınırlıydı. Bugünkü PLC'ler ile karşılaştırıldığında son derece basit cihazlardı. PLC'lerin ortaya çıkarılma amacı, röleli kumanda sistemlerinin gerçekleştirdiği fonksiyonların mikroislemcili kontrol sistemleri ile yerine getirilebilmesidir. Lojik temelli röle sistemlerine alternatif olarak dizayn edildiklerinden *PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROLÖR (Programmable Logic Controller)* adı verilmiştir.

İlerleyen zaman içinde çeşitli firmalar muhtelif kapasitelerde PLC'ler üretmişlerdir. Bu firmalar arasında Mitsubishi, Toshiba gibi firmalar küçük tipte, kapasite bakımından alt ve orta sınıf PLC'ler üretmişlerdir. Siemens, Omron, Allen-Bradley, General Electric, Westinghouse gibi firmalar da PLC sistemlerini daha geniş bir tabana yayarak alt, orta ve üst sınıflarda PLC'ler üretmişlerdir.

## 1.2 PLC

Günümüzde endüstride hemen hemen her alanda el değmeden eğitim sürecine girilmiştir. El değmeden gerçekleştirilen üretimlerde PLC'ler kullanılmaktadır. PLC "Programlanabilir Lojik Kontrolör" İngilizce kelimelerinin baş harflerinin alınarak kısaltılması ile oluşur.

PLC bir bilgisayara benzetilirse; girişlerinde Mouse ve klavye yerine basit giriş bağlantıları vardır. Yine çıkışlarında ekran yerine basit çıkış bağlantıları vardır. Girişlere bağlanan elemanlara sensör, çıkışlara bağlanan elemanlara da iş elemanı denir.

### Sekil-1.1 PLC Genel Blok Şeması

Üstteki şekildeki blok diyagramda gösterildiği gibi PLC sensörlerden aldığı bilgiyi kendine göre işleyen ve iş elemanlarına göre aktaran bir mikroislemci sistemidir. Sensörlere örnek olarak, herhangi bir metali algılayan endüktif sensör, PLC girişine uygun gerilim vermede kullanılan buton ve anahtarlar verilebilir. İş elemanları için PLC çıkışından alınan gerilimi kullanan kontaktörler, bir cisim itme veya çekmede kullanılan pnömatik silindireli süren elektro-valfler, lambalar uygun örneklerdir.

## 1.3 PLC SİSTEMLERİNİN AVANTAJLARI

PLC'lerin, daha önce kullanılan konvansiyonel sistemler ile karşılaştırıldığında bir çok avantajı vardır. Eski sistemlerin getirdiği birtakım zorluklar bugün PLC'lerin yaygınlaşması ile aşılmıştır. PLC sistemleri önceki sistemlere göre daha az yer kaplamaktadır. Dolayısıyla kontrol sisteminin yer aldığı dolap ya da pano boyutları oldukça küçülmektedir. Sınırlı alanlarda kontrol mekanizmasının kurulması imkanı ortaya çıkmıştır. Sistem için sarf edilen kablo maliyetleri nispeten daha azalmıştır. Ayrıca PLC sisteminin kurulmasının kolay olması ve kullanıcıya, kurulu hazır bir sistemin üzerinde değişiklik ve ilaveleri kolayca yapabilme esnekliğinin sağlanması, PLC'lerin giderek yaygınlaşmasına ve endüstride her geçen gün daha fazla kullanılmalarına neden olmuştur. Bu avantajlar ile proje maliyetleri de azaltılarak, proje mühendislerine de ticari açıdan büyük faydalar sağlamıştır.

### 1.3.1 PLC İLE RÖLELİ SİSTEMLERİN KARSILASTIRILMASI

1. PLC ile daha üst seviyede otomasyon sağlanır.
2. Az sayıda denetim yapılan durumlarda tesis yatırımı PLC' de daha fazladır.
3. PLC'li sistem daha uzun süre bakimsiz çalışır ve ortalama bakım onarım süresi (MTTR-Meal Time To Repair) daha azdır.
4. Arızalar arası ortalama süre (MTBF-Mean Time Between Failures) PLC'li sistem için 8000 saatten daha fazladır.
5. Teknik gereksinimler değişip arttıkça PLC'li sistem az bir değişiklikte ya da hiçbir değişikliğe gereksinim duyulmadan yenilge adapte edilebilirken röleli sistemde bu oldukça zordur.
6. PLC'ler daha az bir yer kaplar ve enerji harcarlar

### 1.3.2 PLC'LER İLE BILGISAYARLI KONTROL SİSTEMLERİNİN KARSILASTIRILMASI

Endüstriyel kontroldeki yeni trendler, software tabanlı kontrol sistemlerini gündeme getirdi. PC tabanlı kontrol sistemi seçimiyle sürecin sadece ilk adımı atılmaktadır. Peki ya daha sonrası?

Kontrol sistemleri için PC tabanlı ya da PLC' ye dayalı kontrol yapısında karar vermeden önce, dikkate alınması gereken tüm noktaların titizlikle analiz edildiğinden emin olunmalıdır.

Yazılım

PC tabanlı kontrol sistemleri, uygulama için gerekli operasyonları gerçekleştirecek şekilde geliştirilen bir yazılım programıdır. Bu nedenle, bu tip sistemler, aynı zamanda yazılım motoru (soft control engine) olarak da adlandırılmaktadır. Unutulmamalıdır ki, PC tabanlı kontrol sistemi sipariş edildiğinde, özel bir işletim sistemi için geliştirilmektedir. Bu noktada asıl mesele bu işletim sisteminin seçimidir.

Windows NT, gerçek zamanlı (real time) veya bir başka gerçek zamanlı işletim sisteminin seçimi yapılmalıdır. Bu sistemler için en yaygın olarak kullanılan Windows NT'dir. Bu işletim sisteminin zorlu endüstriyel ortamlarda gerçek zamanlı kontrol amaçlı dizayn edilmemiş olması nedeniyle, üzerinde yoğunlaşan tartışmalara rağmen, PC tabanlı kontrol sistemlerinde, % 90 civarında bu işletim sisteminin kullanıldığı tahmin edilmektedir.

Konuya genel olarak bakıldığında, Windows NT, kabul edilebilir bir işletim sistemi olarak düşünülebilir. Donanım

Sistem seçiminin en kritik etkenlerinden birisi de donanımdır. Yazılım üzerinde kosacağı donanım için genellikle şu seçenekler söz konusudur;

- Endüstriyel PC
- Ticari bir PC
- Açık kontrolörler (open controller)

Her hangi bir bilgisayar satıcısından kolayca temin edilebilen ticari PC'ler, ekonomik fiyat ve temin kolaylığı avantajlarına sahiptir. Buna karşılık endüstriyel koşullarda çalışma performansı yeterli düzeyde değildir.

Diğer taraftan endüstriyel PLC'ler sanayideki ağır çalışma koşulları için gelişmiş özelliklere sahip cihazlardır. (sarsıntılı, nemli, tozlu, gürültülü ortamlar için önleyici donanımlara sahiptirler). 0- 60 C ortam sıcaklıklarında ve %0 ve %95 arası nem oranı olan ortamlarda çalışabilir.

Bununla birlikte farklı programlama dili, arıza bulma ve bakım kolaylıklarının olması gibi özelliklerden dolayı bilgisayarlardan farklıdır. Bilgisayarların arıza ve bakım servisi ile programlama dillerinin öğrenilmesi için özel bir eğitime gerek vardır.

PLC programlama dili klasik kumanda devrelerinde uygunluk sağlayacak şekildedir. Bütün PLC'lerde hemen hemen aynı olan AND, OR, NOT (VE, VEYA, DEĞİL) gibi boolean ifadeleri kullanılır.

Programlama klasik kumanda sistemini bilen birisi tarafından kolayca yapılabilir.

Büyük çaplı kontrol sistemleri için bilgisayarların mikroislemcilerin kullanılması, 10 adet röle kontaktör elemanlarından daha az eleman gerektiren kontrol devrelerinde de klasik kumanda devrelerinin kullanılması daha avantajlı ve gereklidir.

Diğer seçenek olan açık kontrolörler ise, PLC yapısının içine, PC tabanlı kontrol yapısının entegre edilmesiyle ortaya çıkmaktadır.

Hafıza

MByte ve GByte düzeyinde hafıza gereksinimi olan uygulamalarda PLC'ler genelde yardımcı işlemci (coprocessor) desteğine ihtiyaç duyulmaktadır PC tabanlı sistemlerin , sabit disklerinin GByte düzeyine erişmesi, yüksek hafıza gereksinimi olan uygulamalarda avantaj sağlamaktadır.

Özet olarak PLC ile PC hakkında sunular söylenebilir;

1. PLC'li sistem endüstriyel ortamdaki yüksek düzeydeki elektriksel gürültü elektromanyetik parazitler, mekanik titreşimler, yüksek sıcaklıklar gibi olumsuz koşullar altında çalışabilir.
2. PLC'lerin yazılım ve donanımları o tesisin elemanlarınınca kullanılmak üzere tasarlanmıştır.
3. Teshis yazılımlarıyla hatalar kolayca bulunabilir.
4. Yazılım, alısagelmis röle sistemleri ile yapılabilir.
5. Bilgisayarlar birden fazla programı değişik sıralarla esnek bir şekilde gerçekleştirirken, PLC'ler tek bir programı sıralı bir şekilde bastan sona gerçekleştirir.
6. Ayrıca PC tabanlı sistemin, güncel teknolojiadaki yeniliklere adapte olabilmesi açısından kullanım süresi daha kısadır.

## 2. PLC KULLANIM AMACI

### 2.1 GENEL KULLANIM AMACI

Genel olarak PLC, endüstri alanında kullanılmak üzere tasarlanmış, dijital prensiplere göre yazılan fonksiyonu gerçekleyen, bir sistemi yada sistem gruplarını, giriş çıkış kartları ile denetleyen, içinde barındırdığı zamanlama, sayma, saklama ve aritmetik işlem fonksiyonları ile genel kontrol sağlayan elektronik bir cihazdır. Aritmetik işlem yetenekleri PLC'lere daha sonradan eklenerek bu cihazların geri beslemeli kontrol sistemlerinde de kullanılabilmesi sağlanmıştır.

PLC sistemi sahada meydana gelen fiziksel olayları, değişimleri ve hareketleri çeşitli ölçüm cihazları ile belirleyerek, gelen bilgileri yazılan kullanıcı programına göre bir değerlendirmeye tabi tutar.

Mantıksal işlemler sonucu ortaya çıkan sonuçları da kumanda ettiği elemanlar aracılığıyla sahaya yansitir: Sahadan gelen bilgiler ortamda meydana gelen aksiyonların elektriksel sinyallere dönüşmüş halidir. Bu bilgiler analog yada dijital olabilir. Bu sinyaller bir transduserden, bir kontaköre yardımcı kontakından gelebilir. Gelen bilgi analog ise, gelen değer belli bir aralığı için, dijital ise sinyalin olması yada olmamasına göre sorgulama yapılabilir. Bu hissetme olayları giriş kartları ile, müdahale olayları da çıkış kartları ile yapılır.

PLC ile kontrolü yapılacak sistem büyüklük açısından farklılıklar gösterebilir. Sadece bir makine kontrolü yapılabileceği gibi, bir fabrikanın komple kumandası da gerçekleştirilebilir. Aradaki fark sadece kullanılan kontrolörün kapasitesidir. PLC'ler, bugün aklı gelebilecek her sektörde yer almaktadır. Kimya sektöründen gıda sektörüne, üretim hatlarından depolama sistemlerine, marketlerden rafinerilere kadar çok geniş bir yelpazede kullanılan PLC'ler, bugün kontrol mühendisliğinde kendilerine haklı bir yer edinmişlerdir. Elektronik sektöründeki hızlı gelişmelere paralel olarak gelişen PLC teknolojisi, gün geçtikçe ilerlemekte otomasyon alanında mühendislere yeni ufuklar açmaktadır. Bu yüzden de her teknikerin yüzeysel bile olsa biraz bilgi sahibi olması gereken bir dal konumuna gelmektedir.

### 2.2 GENEL UYGULAMA ALANLARI

Yakın zamana dek PLC'lerin bugünkü kadar yaygın kullanılmamasının 2 nedeni vardır.

Mikroislemcilerin ve ilgili parçaların fiyatlarının oldukça düşmesiyle maliyet verimliliğinin (I/O noktası başına maliyet) artması ve karmaşık hesap ve iletişim görevlerini üstlenme yeteneğinin, PLC'yi daha önce özelleştirilmiş bir bilgisayarın kullanılıyor olduğu yerlerde kullanılabilir hale getirmesi. PLC uygulamaları iki sınıfta toplanabilir: Genel ve Endüstriyel uygulamalar hem ayrı hem de proses sanayilerinde mevcuttur. PLC'lerin doğduğu sanayi olan otomotiv, en büyük uygulama alanı olmayı sürdürmektedir. Yiyecek işleme ve hizmetleri gibi sanayilerde şu an dünyada gelişen alanlar arasında PLC'lerin kullanıldığı 5 genel uygulama alanı vardır. Tipik bir kurulum, kontrol sistemi sorununa çözümü, bunların bir ya da daha çoğunu içerecek bulunur. Bu 5 alan şunlardır:

#### 2.2.1 SIRA (SEQUENCE) KONTROL

PLC'lerin en büyük ve en çok kullanılan ve "sıralı çalışma" özelliğiyle röleli sistemlere en yakın olan uygulamasıdır. Uygulama açısından, bağımsız makinalarda ya da makine hatlarında, konveyör ve paketleme makinalarında ve hatta modern asansör denetim sistemlerinde bile kullanılmaktadır.

#### 2.2.2 HAREKET KONTROLÜ

Bu dogrusal ve döner hareket denetim sistemlerinin PLC' de tümleştirilmesidir ve servo adim ve hidrolik sürücülerde kullanilabilen tek yada çok eksenli bir sistem denetimi olabilir. PLC hareket denetimi uygulamalari, sonsuz bir makine çeşitliliği içerir. (örn. metal kesme, metal sekillendirme, montaj makinalari) ve soklu hareket eksenleri ayrik parça ve süreç sanayi uygulamalarinda koordine edebilirler. Bunlara örnek olarak; kartezyen robotlar, film, kauçuk ve dokunmamis kumas tekstil sistemleri gibi, agla ilgili süreçler verilebilir.

### 2.2.3 SÜREÇ DENETİMİ

Bu uygulama PLC'nin birkaç fiziksel parametreyi (sicaklik, basinc, debi, hiz, agirlik vb gibi) denetleme yetenegiyle ilgilidir. Bu da bir kapali çevrim denetim sistemi olusturmak için, analog I/O gerektirir. PID yaziliminin kullanimiyla PLC, tek basina çalisan çevrim denetleyicilerinin (single loop controllers) islevini üstlenmistir. Diger bir seçenek de her ikisinin en iyi özelliklerini kullanarak PLC ile kontrolörlerin tümleştirilmesidir. Buna tipik örnekler de plastik enjeksiyon makinalari, yeniden isitma firinlari ve bir çok diger yigin denetimi (batch-control) uygulamasidir.

### 2.2.4 VERİ YÖNETİMİ

PLC'yle veri toplama, inceleme ve isleme son yillarda gelismistir. Ileri eğitim setleri ve yeni PLC'lerin genisletilmis bellek kapasiteleriyle sistem, artik denetledigi makine veya proses hakkında veri yogunlastirici olarak kullanilabilir. Sonra bu veri, denetleyicinin bellegindeki referans veri ile karsilastirilir ya da inceleme ve rapor alimi için baska bir aygita aktarilabilir. Bu uygulamada büyük malzeme isleme sistemlerinde ve kagit, birincil metaller ve yiyecek isleme gibi bir çok proses sanayinde sikça kullanilir.

## 2.3 SMATIC S7-200 MICRO PLC

### 2.3.1 SIMATIC S7-200 PLC NEYE YARAR?

Küçük boyutlari ve güçlü komut seti ile S7-200 'ü, küçük otomasyon projelerinin her dalinda kullanabiliriz. Bazi uygulama alanlari bina otomasyonu, hidrolik presler, trafik lambalari, otomatik kapilar, asansörler, isi kontrolü gereken firinlar, karistiricilar, siseleme makineleri, paketleme makineleri, pompalar, hidrolik pnömatik kaldirma platformlari gibi birçok dalda kullanilir.

Bu örnekleri daha ayrintili olarak incelersek;

1. Konveyör Sistemi: Motorlari durdurmak-çalistirmek ve gelen malzemeleri saymak için bir program yazmak için 15 dakika ayirmak yeterlidir. Ayri ayri tasinan malzemeleri sayabilir ve stoklarinizi da rahat tutabilirsiniz.
2. Kapi Kontrol Sistemi: Küçük boyutlari ile en küçük makinelere bile sigar; mesela giris çikislarda kapilarin kontrolünü yapabilir, araç geldiginde kapilari otomatik olarak açip kapayabilir.
3. Trafik Lambalari: Trfigin durumuna ve hatta yogunluguna göre trafigi yönlendirebilirsiniz.
4. Firinlar: Isi ve proses degerlerinin ölçülmesi, sicakligin ve prosesin istenilen sekilde yönlendirilmesi ve vanalarin açilip-kapatilmasi için 50 satirlik bir program yazarak, hem yer, hem de maliyet olarak daha avantajli ve daha güvenilir bir sistemle çalisacaksınız. Sistemde hata bulmaniz kolaylasacak, firin isisini ve çalışma süresini kontrol etmek için kolaylikla ekran takabileceksiniz.
5. Pompalar: Bir Pompaniz var, son seferde kaç litre satis yaptiniz veya makine açildigindan beri kaç litre satis çikis elde ettiniz. Litre fiyatınız ne kadar ve müşteri size ne kadar bir ücret ödeyecek. Programini yazin ve gerektiğinde birim fiyatları degistirin, yada fiyat artisini otomatige baglayin ve mesela ayda %10 otomatik artis yaptirin.

### 2.3.2 SIMATIC S7-200 MICRO PLC'NIN TEMEL PARÇALARI VE FONKSİYONLARI

CPU adi verilen bölüm PLC'nin ana beyni olarak islev görür, bir bilgisayarın merkezi islem birimi olarak da tanimlanabilir. Bu bölümün iç yapısında mikroislemcileri, mikrokontrolörleri ve Ram-EEPROM gibi hafiza birimlerini içerir. CPU, PLC'nin en önemli parçasi olup, onun tüm fonksiyonlarini saglayan beynidir. Bizim için etkili olan temel özellikleri ise hizi, isleyebildigi komutlarinin sayisi ve bu komutlarin yeterince etkili olmasidir. Biz genellikle CPU'nun, programlanmasiyla, özel fonksiyonlarinin ayarlanmasiyla ve dolayisiyla, istedigimiz özelliklerde çalışmasiyla ilgileniriz.

S7-200 ün 6 çeşit CPU'su vardir. CPU seçerken önemli bir noktada, CPU'ların hizidir. S7-200'lerin islemci hizlari çok yüksektir. CPU 212, 1024 tane binary islemi 1.3ms ve CPU 214 ise 0.8ms de tamamlar. Yani yaklaşık olarak 1.000.000 adet islemi 1 saniyede yapabilirler. Uygulamanizin

gerektirdigi hiza göre CPU'ların hizini da dikkate almanız düşük hizli CPU'lari satın alırken önemli bir faktör olmakla beraber, S7-200 gibi yüksek hizli PLC kullanıyorsanız, pek sorun olmaz!

Bu önemli nokta da CPU-212 veya CPU-214 seçmeye karar vermektir. Programlama ve birçok fonksiyon açısından birbirinin aynı olan bu iki tipten CPU-214'de CPU-212'de olmayan bazı önemli noktalar bulunuyor. 2 tane 7kHz'lik hizli sayıcı ve 2 tane PTO/PWM darbe genişligi modülasyonu çıkışlarını kullanmak bazı durumlarda faydalı olabilir. PTO çıkışlarla STEP motorları veya DC motorları rahatlıkla ve ayrıca masraf yapmadan kontrol edebilirsiniz yada PWM çıkışlarla lamba ışık şiddetini arttırıp azaltabilirsiniz. PTO çıkışlar Türkçe darbe katarı çıkış olarak adlandırılır ve istediğiniz frekansta ve istediğiniz miktarda kare dalga çıkış vermenizi sağlar. PWM çıkışta ise, kare dalganın frekansını ve simetrisini degistirebilirsiniz.

Bunların yanında S7-214'de ki yüksek hizli sayıcıları da unutmamak lazim. Bu sayıcılarda, bir saftın dönüşünü kontrol edebilmeniz için uygun modlar vardır ve bu komple sistem, ayrıca saft encoder kullanarak; motor hiz ve pozisyonlama kontrolü yapabilmeyi belli ölçüler dahilinde mümkün kılar. PLC'lerin haberleşme yetenekleri, onların dış dünyaya uyum sağlama güçleriyle doğru orantılıdır. PLC'nizi tek basına herşeyi yöneten ve bütün ihtiyaçlarını tek başına sağlayan bir adam gibi tasavvur etmeyin. CPU'nuz bir çok aletle bilgi alıs verisinde bulunup, görevlerini yerine getirebilir. S7-212'yi düşünebileceğiniz birçok alete çok rahatlıkla bağlayabilir ve bilgi transferi gerçekleştirebilirsiniz. CPU'nun kendi haberleşme portu RS-485 olup birçok cihazın aynı hat üzerinden haberleşmesini sağlayabilir. CPU'nuzu bilgisayara bağlamak için kullandığınız RS-232 seri haberleşme portuna taktığınız özel kabloyu, barkod okuyucu veya yazıcı gibi RS-232 haberleşme protokolünü kullanan cihazlarla bilgi alıs verisinde bulunmak içinde kullanılabilir olmanız size iki ayrı protokol tipini de, kullanma avantajını verir.

Barkod okuyucudan aldığınız bilgilerle stok tutabilir, yazıcınızdan her türlü bilgiyi bastırabilir yada bilgisayarınızla istediğiniz gibi haberleşme yapabilirsiniz. Bu arada başka bir PLC ile de haberleşmeniz mümkün.

Immediate I/O adıyla anılan komutları kullanarak normalde her çevrimin başında gerçekleştirilen okuma ve yine her çevrimin sonunda gerçekleştirilen dışarıya yazma işlemini çevrimin ortasında o komutlar işlendiği anda gerçekleştirmenizi sağlar.

S7-214'ün bildiğimiz 24 saatlik gerçek bir saati vardır. Aynı zamanda gün-yıl ayarlaması ve okuması yapabilen, bu saati kullanarak, zamana bağlı olayları daha iyi kumanda edebilirsiniz.

S7200'ün makine tasarımı ve daha sonra program geliştirilmesinde çok faydalı olacak, test ve hata bulmaya yönelik fonksiyonları vardır. Bu fonksiyonları degisken adı verilen: zamanlayıcı(timer), sayıcı(counter), hafıza bitleri(memory bits), özel hafıza bitleri(special memory bits) ve normal hafıza bölgesi(variable memory) gibi programlama sırasında kullandığımız gereçleri daha iyi kontrol etmek için kullanırız. Bu fonksiyonları sıralarsak,

- Çok degiskeni takip etme fonksiyonu(taking snapshots): Programınızın çalışması esnasında CPU 212'de 1, CPU 214'de 8 defa olmak üzere 8 ayrı degiskeninin değerini önceden belirlediğiniz komutlardan sonra kaydedilmesini sağlayabilirsiniz. Böylece program hatalarını bulmanız kolaylaşır.
- Bir degiskeni takip etme fonksiyonu(tracing): Programın her çevrimi sonunda yani her işleyişinin sonunda önceden belirlediğiniz bir degisken (zamanlayıcı, sayıcı, hafıza bölgesi...) kaydedilir ve kaydedilen bu değerleri daha sonra programınızdaki hataları bulma amacıyla kullanabilirsiniz.
- Tek veya çok çevrim(single/multiple scan): Programınızın istediğiniz çevrim sayısı süresince çalışmasını, sonrada durmasını sağlayıp, PLC'yi ara basamaklarda kontrol edebilirsiniz. Bu sayede sistem üzerinde çok daha kolay düzeltmeler yapabilirsiniz.
- Degiskenlerin değerlerini program dışında zorlama ile degistirme (force) fonksiyonu: Bu fonksiyonu kullanarak girişleri, istediğiniz değerler geliyormuş gibi çalışmaya zorlayabilir (yani girişlerin ve içeride bulunan degiskenlerin (zamanlayıcı-sayıcı-hafıza bitleri...) değerlerini gerçekte olmayan bir degere getirip sabitleme yapabilirsiniz), ve böylece programın işleyişinden etkilenmeyecek bir giriş simulatörü(input simulator) elde edebilirsiniz. Degiskenleri istediğiniz gibi belli değerlere sabitleyebilir ve programın kontrolünü, atlama(jump) komutlarından evvel gelen degiskenlerin değerlerini degistirerek, programda belli kısımların, istemediğiniz zamanlarda işlenmemesini sağlayabilirsiniz. Bu özelliği kullanırken dikkatli olmanızı önermek yerinde olur, çalışan bir sistemde bir çıkış bitini, "1"e sabitleyerek, bir motoru, programın kontrolü dışında çalıştırabilir ve dolayısıyla mesela motoru fazla zorlayıp yakarak sistemi bozabilir ve insanlara zarar verebilirsiniz.
- Hafıza kartusu, S7214'de bulunan ek bir özelliktir. Bu kartus özellikle yurt dışına veya uzak yerlere yollandığınız makineler için özellikle faydalı olacaktır. Programda yapacağınız degisiklikleri ofisinizde yapacak ve daha sonra bunu S7-214'ün üzerinde bulunan kartus takma bölümünü kullanarak hafıza kartusuna yükleyeceksiniz. Bundan sonra, hafıza kartusunu makinanızın bulunduğu yere yollamanız ve kartusu S7-214'e yüklemeniz mümkün. PLC'ye giren elektirij kesip kartusu

takacak, daha sonrada PLC'yi çalistiracaksınız. PLC üstünde dolu bir kartus görünce, bir evvelki programini silerek, yeni programi kendi içindeki EEPROM hafizaya yükleyecektir ve tabi hafiza kartusunu daha sonra çikarmalısınız.

• S7-200'de bulunan sifre koruma sistemi, makinanızin taklit edilemez olmasını ve yetkisiz kişilerce programınızın degistirilememesini sağlar. Kendinizin ve makinanızin güvenligi için rahatça kullanabileceğiniz bu metodun üreticilerimize faydalı olacağını düşünürüz.

### 3. PLC' NIN YAPISI

- Güç kaynakları
- Merkezi işlem üniteleri (CPU)
- Dijital giriş/çıkis birimleri(Dijital I/ O Modules)
- Analog giriş / çıkis birimleri(Analog I/ OMmodules)
- Akıllı giriş/çıkis birimleri (Intelligent I/O Modules)
- Özel modüller
- Haberleşme modülleri (Communication Modules)
- Kartların takıldığı raflar (Subrack's)
- Bağlantı modülleri (Interface Modules)
- Tamamlayıcı ekipmanlar

#### 3.1 GÜÇ KAYNAKLARI

Bu modüller PLC içindeki kartların beslemelerini (Giriş çıkis kartları hariç saklamakla yükümlüdür. Dis kaynak beslemelerini PLC'nin iç voltaj seviyelerine indirirler. PLC içindeki kartların güç sarfiyatına göre kaynağın maksimum çıkis akımı değişik değerlerde seçilebilir. Çıkis akımının çok yüksek olduğu durumlarda fan ünitesi ile soğutma gerekliliği yoktur.Güç kaynağının içindeki hafiza yedekleme pili ile CPU içindeki kullanıcı programı, kalıcı 'retentive' isaretleyiciler, sayıcı ve zamanlayıcı içerikleri gerilim kesilmesine karşı korunabilir. Bu yedekleme pili enerji yokken degistirilecekse, dışarıdan bir kaynakla güç kaynağı beslenmelidir.

#### 3.2 MERKEZİ İŞLEM BİRİMLERİ (CPU's)

Merkezi işlem birimleri PLC sisteminin beyni olarak düşünülebilir. Bu birimler kumanda edilen sisteme ait yazılımın(sadece mantık yazılımının) saklandığı ve bu yazılımın işlendiği kartlardır.Merkezi işlemci haricinde program hafızası ve programlama cihazı bağlantısı için bir interface içerir.Ayrıca bazı modellerde başka PLC gurupları ile beraber çalışabilmeleri için özel interface'lerde bulunur. CPU'lar çoklu işlemci sistemi ile dizayn edilmiştir.Bir standart mikroislemcinin yani sıra CPU tipi ile bağlantılı olarak bir yada daha fazla Gate-Array Tekniği ile özel olarak geliştirilmiş dil işlemcisi bulunur. Bu dil işlemcileri tanımlanmış olan kumanda komutlarını çok kısa sürede işlerler.Dil işlemcilerinin işleyemediği komutları da standart mikro işlemci yorumlar.Standart mikroislemci ile dil işlemcisinin yada işlemcilerinin Co-Procsssing diye adlandırılan bu çalışma tarzı ile çalışmaları, PLC kumanda programının çok kısa zaman aralıklarında işlenmesini sağlar.Standart mikroislemci aynı zamanda işletim sisteminin çalışmasından ve interface'lerin sorgulanmasından sorumludur.Sadece okumaya yönelik (ROM) hafiza içinde işletim sistemi bulunur.Kullanıcı tarafından yazılan PLC programı ise CPU'nun okunabilir-yazılabilir (RAM) hafızası içinde yer alır.Örnek olarak CPU 944'ün iç yapısı şu şekildedir;

#### Sekil-3.1 CPU 944'ün iç yapısı

Sistemde kullanılacak CPU'nun seçimi önemlidir. İstenen fonksiyonunu uygun şekilde yerine getirebilmesi için CPU'nun işlem hızı, hafiza kapasitesi ve spesifik özelliklerinin process'in minimum gereklerini sağlaması şarttır. CPU ne kadar güçlü ise saklanabilecek kullanıcı programı o kadar geniş, bu programın işlenebilmesi de o kadar kısa sürede gerçekleşecektir. Bir başka deyişle process'i kontrol eden sistemin kendi kontrol mekanizması (CPU) process'e göre atıl kalmamalıdır. Örnek olarak SIMATIC 115U serisi CPU'lar düşünülecek olursa ,bu serideki CPU'lar CPU 941,CPU 942, CPU 943, CPU 943, CPU 944, ve CPU 945 olarak bes çeşittir.

Serinin en alt modeli olan 941 modelinde bir bit operasyonu yerine getirilmesi için gereken zaman 1,6 uS iken, serinin en üst modeli olan CPU 945'te aynı işlem 0,1uS'dir. Buradan da anlaşılacağı üzere

sistemi kontrol eden CPU'nun performansi sahadaki aksiyonlari farketme, degerlendirme ve karara varma asamalarini minimum zamanda gercekleylebilecek durumda olmalidir. CPU'lar ayrica kumanda edilen sisteme göre PID fonksiyonlarini da isleyebilir. Analog modüller ve PID yardimci software ile baglantili olarak sekiz PID kontrol çevrimine kadar islem yapilabilir. CPU'larin program islemesi daha ileride detayli olarak islenecektir.

### 3.3 DIJITAL GIRIS/ÇIKIS BIRIMLERI (Dijital I/O Modules)

PLC'nin giris bilgileri kontrol edilen ortamdan veya makinadan gelir. Gelen bu bilgiler içimde PLC var yada yok seklinde degerlendirilmeye tabi tutulan sinyaller sisteminin dijital girislerini olusturur. Dijital girisler PLC 'ye cesitli saha ölçüm cihazlarından gelir. Bu cihazlar farketmeleri gereken olay gerceklestiginde PLC'nin ilgili giris bitimini '0' sinyal seviyesinden '1' sinyal seviyesine çikarirlar. Böylece sistemin sahada olan hadiselerden haberdar olmasini saglar. Dolayisiyla sistem içindeki fiziksel degisimleri PLC'nin anlayabilecegi 0-1 sinyallerine dönüştürürler. PLC'nin girisine gelen sinyaller basinc salterlerinden ,sinir salterlerinden , yaklasim salterlerinden vaye herhangi bir röle,kontaktör yada otomatin yardimci kontagından gelebilir. Sinyal PLC disi binary sinyaldir ve giris modüllerinde PLC'nin iç sinyal seviyesine indirirler. Tek bir giris modüllerinde 8, 16 yada 32 bit dijital saha bilgisi okunabilir. Modüller üzerinde her girise ait bir LED bulunur ve gelen sinyalin seviyesi buradan anlasilabilir. PLC'nin giris sinyallerini okuyabilmesi için bu sinyallerin kartin tipine göre ilgili aralikta olmasi gerekmektedir. Örnek olarak SIMATIC S5 –115U PLC'nin giris modüllerinde 24V DC bir giris için 0 sinyal seviyesi –30V ile +5V arasindadir ayni girisin bir sinyal seviyesi için olmasi gereken gerilim seviyesi ise, +13V ile +30V araliginda olmalidir. Alternatif gerilimli girisler için gerilim seviyesinin yani sıra gelen sinyalin frekansinda önem tasimaktadır. Bu sinyallerin izin verilen frekans araligi 47Hz ile 63Hz'dir. Bazi giris modüllerinde girislerin okunmasi yine baska bir girisin tetiklenmesi ile engellenebilir. Bu sekilde istenilen sinyaller için PLC kör olarak çalistirilabilir. Yarica giris modülleri kesmeli çalisma (interrupt) modunda çalisabilir.

PLC'nin sahadaki yada prosesdeki bir seye binary olarak müdahale edecegi zaman kullanildigi birimler dijital çikis birimleridir. Dijital çikis modülleri PLC iç sinyal seviyeleri prosesin ihtiyaç duydugu binary sinyal seviyeleri çeviren elemanlardir. Bu modüller üzerinden bir çikisin set edilmesi ile sahadaki yada kumanda panosu içimdeki herhangi bir eleman kumanda edilebilir. Bu eleman bir lamba, bir röle yada bir kontaktör olabilir. Dijital çikis modülleri röle, triyak yada transistör çikisli olabilir. Sahaya yapilan kumandanin hizli olmasi gerektiği durumlarda dogru gerilimle çalisiyorsa transistör, alternatif gerilimle ile çalisiyorsa triyak kullanimli yüzden de kart üzerine çekilecek max. Çikis akimlarina dikkat etmek gerekir. SIMATIC S5-115U sistemlerinde kullanılan 24V çikis modüllerinde max. Çikis akimi 0,5A olabilir. Alternatif akim çikislarinda ise çikis akimi 2A'e kadar çikabilir. Dijital çikis kartlari da, giris kartlari gibi 8, 16 yada 32 bit olabilir. Bu modüllerde de her bite ait sinyal durumunu gösteren bir LED bulunur. Ayrica kartin özelligine göre kısa devre dedektörü de bulunabilir.

Sadece giris sinyalleri okutan ve sadece çikis sinyallerini gösteren kartlar yaninda hem giris hem de çikis birimleri içeren kombine giris çikis kartlarida vardır. Bu kartlar sinirli sayida giris çikisi için yer tasarrufu saglar.

### 3.4 ANALOG GIRIS/ÇIKIS BIRIMLERI (Analog I/O Modules)

Kontrol edilen sistemdeki bütün sinyallerin varliklarına yada yokluklarına göre sorulan sinyaller beklenemez. Örnek olarak bir sicaklik yada basinc degeri dijital olarak sorgulanabilir ancak bu degerin net bir sekilde belirlenmesi dijital giris modülleri ile mümkün olmaz. Iste burada devreye analog olarak yapilan kontrol devreye girer. Analog deger kullaniminda alt sinir ve üst sinir degerlerin arasinda kalan bölgeye kontrol yapilir. Bu kontrollerin yapilmasi analog giris çikis kartlari ile mümkün olmaktadır.

Analog giris modülleri prosten gelen analog degerleri dijital degerlere dönüştürür. Yalnız öncelikle ölçümü yapilan fiziksel büyüklüğün PLC'nin anlayacağı dile çevrilmesi gerekir. Bu islemi gerceklestiren cihazlara transmitter adi verilir. Transmitterler problarından ölçtükleri büyüğü degerlendirerek 0-20mA, 4-20mA yada 0-10V gibi belli aralikta ifade edilen sinyallere çevirirler. Bu sinyaller de PLC'nin analog giris kartlari ile intern bus hatti üzerinden CPU'ya okutulur. Böylece PLC belli araliklarda degisen degerleri isleyebilir duruma gelir.

SIMATIC analog giris kartlarinda ölçüm yapila araligi belirleyen 'ölçüm aralik modülleri' bulunur. Bu modülün takilmasi ile beraber analog kart üzerindeki switch ayari da yapilarak analog deger okuma için gerekli sartlar yerine getirilmis olur. Analog deger kartlari mümkün olduğu kadar gürültüye karsi korumali üretilirler. Bütün modüller deger araligi asimini belirleyebilir ve kablo kopma durumunu ihbar edebilir. SIMATIC S5-115U kartlari 50mV, 500mV, Pt100, 1V, 5V, 10V, 20mA +4-20mA araliklarinda ölçüm yapabilirler.

Analog çıkis modülleri sisteme analog olarak müdahale edilmesi gereken durumlarda kullanılır. Bu modüllerle sahadaki bir eleman 0-10V, 0-20mA yada 4-20mA çıkislari ile oransal olarak kontrol edilebilir. PLC'nin analog çıkislari ile bir actuator yönetilebilir. CPU tarafından karar verilen çıkis degerleri dijital formda analog çıkis kartinin islemcisine iletilir. Bu degerler bir dijital-analog çevirici ile analog voltaj degerlerine çevrilir. Ayrıca bir voltaj-akim çevirici ile çıkis akimlari olusturulur. Bir programlanabilir lojik kontrolör CPU'sunun performansi o CPU'nun analog deger islemesi ile orantilidir.

### 3.5 AKILLI GIRIS/ÇIKIS MODÜLLERİ (intelligent I/Q Modules)

PLC'lerin normal lojik fonksiyonlari disinda birtakim özel fonksiyonlari da bulunmaktadır. Bu fonksiyonlarla çıkis gözetimli, diger bir deyişle kapali çevrim geri besleme kontrol uygulamalari gerçeklestirilebilir. Bu tip modüller yüksek hızda ve çok ileri derecede hassas kontrol imkanlari sağlamak için tasarlanmislardır. Akilli giriş-çıkis kartlari kapali çevrim kontrolünde, pozisyonlamada, sayma ve oranlamada ve analog deger islemede kullanilir .

Akıllı I/Q modüllerin sagladigi avantaj, bu modüllerin zaman açısından kritik olan görevlerini tamamiyla kendilerinin görmesidir. Birçok durumda bu kontrolleri kendi özerk islemçileri gerçeklestirirler. Böylece CPU'nun kendi görevlerine konsantre olması saglanarak sistemin kontrol hizi büyük oranda arttirilmis olur. Bu akilli giriş-çıkis modülleri, saha ile birebir giriş-çıkis kanallari üzerinden baglantilidirlar.

### 3.6 ÖZEL MODÜLLER

PLC ler için tasarlanmis özel modüller isminden de anlasilacagi üzere PLC nin vazifesi olmayan daha çok kisisel bilgisayarlarin görevi olan bilgi saklama uygulamalarinda kullanilir. Bu saklanacak bilgilerin CPU içerisinde sabit olarak yer almasi gereksiz ve çoğu zaman imkansizdir. Bu yüzden PLC sistemi içine dahil edilen bir kart ile bilgi alınmasi, alinan bu bilgilerin islenmesi ve büyük oranlarda (CPU içerisinde saklanamayacak boyutta) saklanmasi saglanir. Bu tür islemlerin gerçeklestirilebilmesi için özel modül içerisinde birtakim yazilimlar yapilmasi gerekir. CPU bu kartlara bilgileri "internal bus" hattı üzerinden çeşitli komutalarla gönderir. Dos ortamı komutlarini çalistirabilir ve örnek olarak database içerisinde bilgi saklayabilir. PLC ye takilabilen bu tip kart modeli PC'ler ayrıca flopy drive üzerinden bilgilerin backup olarak yedeklenmesini de saglarlar. Burada saklanan degerlere ulasilabilmesi için CPU içerisinde ilgili data blokların açilmis olması gerekmektedir. CPU içindeki STEP5 data bloklari herhangi bir ara islem gerektirmeden excel yada lotus dosyalari içine entegre edilebilir.

### 3.7 HABERLESME MODÜLLERİ (Communication modules)

Kominikasyon modülleri PLC'lerle giriş-çıkis birimleri arasındaki yada baska PC'ler arasındaki data alisverisini saglarlar. Bu modüller direkt baglanti (point to point) ile isletilebilecegi gibi bir network üzerinden de isletilebilir. Bire bir baglantıda baglanti yapilan CPU çift interface içerir. Bir porta programlama cihazı ile ulasilirken digerlerinden haberlesme saglanir. Böylece sisteme daha fazla sayıda I/Q dahil edilmesi mümkün olur. Ayrıca LAN (local area network) üzerinden de data alisverisi saglanir. Bu networklar içinde PLC'ler PC'ler saha elemanlari ve Workstationlar bulunabilir . Prosesin monitör üzerinden izlenmesi printer raporlamalari da bu tip haberlesme modülleri üzerinden yapilir.

### 3.8 KARTLARIN TAKILDIGI RAFLAR (Rack's)

PLC kartlarinin takildigi bu raflar PLC siniflarina göre farklılıklar göstermektedir. PLC grubu içinde S5-90 ve S5-95 direkt olarak rayli montaj olup herhangi bir rafa monte edilmemektedir. S5-100 kartlari submodüle olarak tabir edilen elemanlar üzerine monte edilmektedir. Bu elemanlar üzerinde bulunan bus hattı ile haberlesme saglanmaktadır. Ayrıca modüler yapıda olan bu elemanlar montaj kolayligi saglamaktadır. Submodüler ray üzerine takilirler. S5-100 tipi PLC'ye ait kartlarda submodüller üzerine vidalanmak suretiyle monte edilir. S5-115 sistemlerinde submodüllerin görevlerini subrack'ler yerine getirir. Subrack'ler ray sistemine uyumlu olmayip vida montajı ile sabitlenirler. Bu elemanların ihtiyaca göre degisik tipleri bulunmaktadır. Bazi modellere sadece giriş-çıkis kartlari takilabildigi gibi bazilarına da çeşitli özel modüller takilabilmektedir. S5-115 sistemi subrack'lerin de ayrıca bazi yüksek akim çekebilen kartların sogutulabilmesi için fan ünitesi montajı da yapilabilmektedir. S5-135 ve S5-155 sistemlerinde kartların takildigi raflar daha özellikli olup PLC de kullanılan kartların beslemelerini saglayan güç kaynagi da barındırmaktadır. Ayrıca bu güç kaynagi içinde sogutucu fanlar bulunmaktadır.



## 4. PLC LER ARASI HABERLESME (BUS) SISTEMI

### 4.1 GIRIS

Bir üretim hattı birden fazla CPU'nun kumanda ettiği istasyonlardan oluşuyor ise bu istasyonların birbiri ile uyum içinde çalışmaları gerekir. Uyumlu çalışmanın yolu istasyonları kumanda eden CPU'ların birbirleri ile veri alış verişlerinin düzenli sağlanması ile olur.

Örneğin; iki istasyondan meydana gelen bir sistemde, 1. istasyonda ölçme 2. istasyonda ölçüm sonucuna göre ayırma işlemi yapılacaktır. 1. istasyonda ölçülen parçanın 2. istasyona gönderilmesi için 2. istasyonun hazır olduğuna dair bilginin 1. istasyon tarafından alınması gerekir. 2. istasyon ölçme sonucu elde edilen ayırma bilgileri (kalın, normal, ince) 1. istasyondan alınmalı ve ona göre parçayı farklı bantlara gönderilmelidir.

CPU'lar arasında iletilecek bilgi sayısı kadar hat çekmek (paralel haberleşme) gereksizdir ve ekonomik değildir. Bunun yerine gönderilecek bilgiler gönderici CPU tarafından tek hat üzerinden protokol çerçevesinde sıra ile gönderilir. Alıcı CPU aynı protokol ile gönderilen bilgileri alır, düzenler ve kullanır. (seri haberleşme).

Bu ve benzer haberleşme sistemlerinde her zaman CPU'ların haberleşmesi söz konusu değildir. Çoğu zaman merkezde bir CPU (master) ve bunun ilk farklı istasyonlardaki giriş çıkış verilerinin merkeze iletilmesi amacıyla kullanılan yardımcı birimlerde (slave) oluşur. Bu yapıya BUS sistemi denir. Şekil-4.1'de bu yapı ayrıntılı olarak görülmektedir. S5-155U ana PLC dir. Diğer PLC lerden gelen bilgiler bu PLC de derlenir.

Burada şöyle bir soru akla gelebilir. PLC sistemlerinde çok sayıda giriş çıkış sayısına ulaşabilir. Dolayısıyla her istasyonda bir CPU olacak şekilde çok sayıda CPU mu? Yoksa tek CPU kullanılarak istasyonlar ile slavelerle haberleşme mi kullanılmalı?

Bu öncelikle sistemlerin büyüklüğü ve istasyonların birbiri ile olan bağımlılığı ile ilgili bir durumdur. Öncelikle farklı sistemleri tek CPU ile kumanda etmek demektir, sistemleri birbiri ile kilitlemek demektir. Yani, sistemlerden veya CPU'lardan herhangi birinden oluşan bir arıza diğer sistem veya CPU'da çalışmamasına neden olur. Ayrıca programın çok uzaması demek çevrim süresinin yani giriş ve çıkışların güncelleştirilme süresinin çok uzaması demektir. Bu da programlanmada istenmeyen bir durumdur. Ancak her sistem içinde farklı bir CPU kullanmak demek sistemin maliyetinin artması demektir.

Günümüzde otomasyon alanında üretim yapan bir çok firmanın ürettiği bir BUS sistemi vardır. Bu sistemleri birbirinden ayıran temel özellikler şunlardır.

Veri ve kumanda hatlarının birbiri ile nasıl bağlandığı (topoloji şekli: ağaç, yıldız, düz hat, daire)

Maksimum iletim hattı uzunluğu

Veri iletim hızı

Hatasız veri transferi

Bağlanabilecek maksimum giriş çıkış elemanı sayısı

Piyasada bulunan saha elemanlarına (sensör ve çalima elemanları) uyumlu olması

Saha elemanlarının sistem çalışırken değiştirilebilir olması v.b.

Bu bölümde veri alış verisi sağlamak amacıyla kullanılan BUS sistemlerinden,

MPI

AS-I

PROFIBUS ağ sistemlerinin üzerinde durulacaktır.

### 4.2 MPI HABERLESME SISTEMI (Multipoint Interface)

MPI haberleşme sistemi özellikle CPU'lar arası haberleşme işlemlerinde çok yoğun olarak kullanılır. Konfigürasyon ve kullanımı oldukça basittir. İki damarlı (profibus) kablosu bir kablo ve MPI bağlantı konektörü dışında bir donanıma ihtiyaç duymazlar.

Haberleşme kablosu (profibus kablosu) MPI hattına, programlama cihazı bağlantı kablosu (MPI kablosu) bağlanıyormuş gibi bağlanmalıdır. Maksimum 32 adet katılımcı bağlanabilir ve iletim hattı uzunluğu en fazla 50 metre olabilir, 50 metrenin üzerindeki mesafeler için RS 485 yükseltici kullanmak gerekir. Her yükseltici hat uzunluğu 1000m kadar çıkarabilir. Toplam 10 yükseltici kullanılabilir. İletim hattının başlangıç ve bitiş noktalarındaki konektörlere sonlama direnci konmalıdır. (konektör "on" konumuna alınmalıdır)

#### 4.3 AS-I HABERLESME SISTEMI (Aktuator Sensor –Interface)

Giris sinyalleri ile çikis elemanlarinin birbiri ile baglanarak bir sebeke olusturdulari alt seviyeli bir haberlesme sistemidir. Mevcut bir haberlesme sisteminin tamamlayicisi olarak düşünülebilirler. Özel yassi bir kablo ve buna takilan bir baglanti elemani ile sistemin olusturulmasi, devreye alınmasi, sonradan eleman eklenip çikarilmasi oldukça basit bir yapidadir. Sisteme eklenmesi düşünülen giris veya çikis elemanlari kuplaj modülleri ile AS-I kablosuna eklenir (özel formdaki bir modül bastirilarak kablo izolasyonu delinerek kontak saglanir)

Bir CPU'nun AS-I ile haberlesebilmesi için AS-I master AS-I slave'lerin kullanilmasi gerekir. AS-I master, CPU montaj rayina takilan AS-I haberlesme islemcisidir. (CP 342-2). Diger sinyal modülleri ile ayni özelliginde kullanilir. CPU ile dahili bus sistemi üzerinden haberlesir.

AS-I hattina baglanan sensör veya çalisma elemanlarinin, master tarafindan yapilan bildirimleri anlamalari ve kendi verilerini master'a iletebilmeleri için AS-I slave'ler kullanilir. Slave'ler AS-I kablosu üzerine eklenen ve özel bir adresleme ünitesi yardimi ile 1 ile 31 arasinda adreslenen elemanlardir.

Yeni alinan bir slave fabrika tarafindan adreslenmemisse "0" adresine sahiptir. Slave'ler sadece master tarafindan kendilerine bildirilen emri alır ve kendi durumunu master'a bildirirler.

Her AS-I slave'i giris veya çikis olarak kullanilabilir. Her slave'e 4 bit transferi yapabilir. Bu durumda bir AS-I hattina maksimum 31 eleman takilabilir ve her eleman 4 bit transferi yapabildigine göre  $4 \times 31 = 124$  ikili sinyal iletebilir.

AS-I besleme gerilimi 30Vcc ve her bir slave'e bagli sensör çalisma elemani için de 100mA'dir. AS-I hattindan hem besleme hem de veri aktarimi yapildigindan özel bir besleme ünitesine ihtiyaç duyurulur. Maksimum hat uzunlugu 100m'dir. Daha uzun mesafeler için kullanilmalidir.

#### 4.4 PROFIBUS HABERLESME SISTEMI (Process Field Bus)

Profibus haberlesme sistemi Siemens'inde içinde bulunduğu bir çok PLC üretici firma tarafindan gelistirilen ve standart olarak kabul edilen bir ağ sistemidir. Farkli amaçlar için gelistirilen PROFIBUS sistemleri olmasina ragmen biz sadece PROFIBUS DP (merkezi olmayan çevresel birimlerin) üzerinde duracagiz.

PROFIBUS DP (dezentrale peripherie) otomasyon cihazı ile merkezi olmayan cihazlar arsında hızlı bir şekilde ver alis verisini saglayan bir haberlesme sistemidir. Özellikle PLC'nin merkezde, çevre birimlerinin (slave) çalima sahasında (isin yapıldığı yerde) olduğu durularda iletim hatlarinin olusturulmasi çok kolay bir şekilde gerçekleştirilmektedir.

Merkezdeki CPU (master) giris bilgilerini slave'lerden okur, bunlari isler ve çikis bilgilerini slave'lerin çikislarina yazar.

##### Profibus teknik özellikleri

Her bir bus bölümüne 32, toplam 126 katilimci baglanabilir.

Çevre birimleri (slave'ler ve saha elemanlari (sensör, motor) çalisma esnasında takilip çikarilabilir. Bu dagilimi "token-passing" sisteminin "master-slave" sisteminin yönetimine göre yapilir.

Veri transferi iki damarlı blendajlı kablo veya optik iletkenler ile yapilir.

Veri iletim mesafesi elektrik kabloları ile 12 km , optik kablolar ile 23.8 km kadar olabilir.

Modüler degistirme ve cihazların degistirilebilmesi mümkündür.

PROFIBUS DP iki şekilde olusturulabilir;

1. Mono master
2. Multi master,

##### 4.4.1 Mono Master (DPM 1: DP- Master 1. Sınıf) Sistemi

Tek merkezli kumanda seklidir. Merkezi kumanda birimi olarak PLC kullanilir ve çevresel birimler (slave'ler PLC'e baglanirlar. Program belirlenen çevrim dahilinde slave'lerden bilgileri alır ve onlari degerlendirir.

Sekil-4.2 Mono Master Sistemi

##### 4.4.2 Multi Master (DPM : DP – Master 2. Sınıf) Sistemi

Bu sistemde birden fazla master bulunur. Bu masterlar birbirinden bagimsiz olarak, her biri bir master ve ona ait slavelerden meydana gelen alt sistemleri olustururlar. Ana sisteme ait farklı görevleri yerine getirirler. İlave görselleştirme, arıza takip düzenegi gibi.

Slavelere ait giriş çıkış görüntüleri bütün masterlerden okunabilir. Çıkışlara bir şey yazılması ise sadece ilişkilendirilmiş master tarafından gerçekleştirilebilir. Masterler birbirileri ile veri alışverişi yapabilirler. Multi master sisteminde çevrim süresi oldukça uzundur. Bu sistemler "Token Passing" (bayrak yarısı) sistemine göre çalışırlar, yani bayrağa sahip olan gönderme hakkına sahip olur. Bu hak master den mastere belli zaman aralıklarında devredilir.

## 5. PLC PROGRAMLAMA

### 5.1 BILGISAYAR PROGRAMLARIYLA PLC PROGRAMLARININ FARKI

Bilgisayar programları yaptıkları işleri, sırasıyla ve birbiri ardınca test edebilen belli mantık işlemlerine göre yerine getirirler. Fakat PLC 'ler için durum biraz daha farklıdır. PLC programı devamlı bir çevrim halindedir. Bütün komutlar sırasıyla işletilir ve yine basa dönlür. PLC programının tamamı bilgisayar dillerinde döngü adı verilen kısımlar gibidir. PLC programı yüksek seviyeli programlama dillerinde While/Wend komutları arasında yazılmış program parçalarına benzer şekilde çalıştırılır. Fakat PLC programının işlem tarzı itibarıyla, biraz farkı vardır. PLC 'de program aynı anda birkaç olayı gerçekleştirir. Dolayısıyla birbirinden bağımsız olayların ve dolayısıyla komutların aynı anda işletilmesi, yani bir olay bitmeden diğerine başlanması gerekir. Bu iş için en ideal işleyiş tarzı, bir döngü içine bütün komutları yazmak ve döngüyü de bütün olayların en iyi şekilde kontrolü için döngüyü mümkün olan en yüksek hızda çalıştırmaktır.

PLC 'lerde, bilgisayarlarda olduğu gibi bir işlemi bitirip başka bir işleme geçmek mantıklı değildir.

Mesela bir motora kapağı kapaması için çıkışlardan voltaj veriyorsunuz. Bu işi bir bilgisayar programı yazarak yapıyorsanız, kapanma komutunu verirsiniz ve kapı kapanana kadar dolayısıyla işlem bitene kadar Program alt satıra geçmez, yani bu sırada başka hiçbir işlemi yapamazsınız. PLC sistemlerinde ise işlemin tamamlanması önemli değildir, program **baştan sona saniyede binlerce kez iletilir.**

**Programda komutlar, yapılması gerekiyorsa, yani önlerindeki mantıksal işlemin sonucu izin veriyorsa işletilir. Böylelikle aynı anda birbirinden bağımsız olarak hem A kapağı açılıyor hem de B vanası kapatılıyor ve bu sırada yazıcıya bilgi yollanıyor olabilir.**

### 5.2 PROGRAMLAMA AÇISINDAN PLC 'NİN BILGISAYARA GÖRE AVANTAJLARI

Bir makinanın, bir fabrikanın yada her hangi bir prosesin gerçekleştirilmesi sırasında aynı anda bir çok olay meydana gelir ve bunların bir sıra halinde olması gerekmez. Dolayısıyla normal bilgisayar programlarıyla bu gibi bir süreci kontrol edemezsiniz. Fakat bir PLC için aynı anda gerçekleşen bir çok olayı kumanda etmek hiç sorun değildir.

Bu arada sadece kumanda işlemlerine yönelik bir çok komutu da fazladan ihtiva etmesi sebebiyle, PLC ile bu tip programları yazmak ve çalıştırmak kolaydır.

CPU 'yu programlayabilmek için LAD (merdiven diyagramı) ve STL (program listesi) gibi çeşitli diller kullanılabilir.

### 5.3 STANDART PROGRAMLAMA

SIMATIC CPU'ların programlanmasında STEP5 adlı programlama paketi kullanılır. Bu paket basit mantık kurma fonksiyonlardan, kullanıcı programı tarafından çağrılacak kompleks sistem fonksiyonlarına kadar birçok özelliği içerir. STEP5 ile programlama yapılırken, programlayıcı, mesleki kökenine göre sunulan imkanlardan birini seçerek kendine en uygun programlama ortamını yaratabilir. SIMATIC programı, merdiven mantığı (Ladder Diagram 'LAD'), lojik kapı mantığı (Control System Flowchart 'CSF') veya komut listesi (Statement List 'STL') olarak hazırlanabilir. Bu gösterimler DIN 19239 standardına göre hazırlanmıştır. Rölö mantığına asina olanlar Ladder Diagram ile, mantıksal kapı işlemlerine asina olanlar Control System Flowchart ile program yazılabilir.

Üç program gösterimi arasındaki farklar özellikle binary operasyonlarda göze çarpmaktadır. Yazılan program çok özel komutlar içermediği sürece bir gösterimden diğerine kolaylıkla dönüştürülebilir. Ayrıca bu programlama imkanları içinde kapasite farklılığı vardır. Sözelimi LAD ile gerçekleştirilemeyen bazı fonksiyonlar CSF ile, CSF ile gerçekleştirilemeyen bazı fonksiyonlar da STL ile gerçekleştirilebilir. STEP5 programlama dilinde lojik operasyona tabi tutulacak sinyaller adreslenirken öncelikle adresin yer aldığı byte yazılır. Byte ve bit numarası nokta ile ayrılır. Örnek olarak 19. byte içinde ilk bit kastediliyor ise bu adres "19.0" olarak

yazılmalıdır. Bu adresin giriş mi yoksa çıkış mı olduğu ise bu adresin önüne yazılan harf ile belirtilir. Yazılmak istenen adres çıkış ise, İngilizce versiyonda "Q19.0" olarak yazılır. Misal olarak bir girişin olup diğerinin olmadığı (10.0 var, 10.1 yoksa, çıkış 20.0 verilsin) bir VE fonksiyonu gerçekleştirilmek isteniyor olsun. Bu fonksiyonu yerine getiren program 3 ayrı gösterimde şu şekilde gösterilir;

### 5.3.1 LOJİK KAPI GÖSTERİMİ (CSF)

Yazılan programın CSF ile gösteriminde kullanıcı programını kutucuklar olarak görmektedir. Bir lojik kilitleme en az bir kilitleme kutucuğu ve bir sonuç kutucuğundan oluşmaktadır. Her kilitleme başlı başına bir birimdir ve STEP5 yazılımında segment olarak tabir edilen bir birimi kapsar. Yapılacak olan lojik işlemin yerine getirilmesi gereken şartları, kilitleme kutucuğunun sol tarafında yer alırlar. Burada operasyona giren sinyal var olmasına göre sorgulanacak ise düz bir çizgi ile, var olmamasına göre sorgulanacak ise, düz çizgi ve bir çember ile gösterilir. Kutucukların sağ tarafında yapılan lojik işlemin sonucu yer alır ve bu sonuç "=" isaretiyle gösterilir. Teorik olarak bir çok "ve" ya da "veya" kipi yazılabilir. Bunun sınırı kullanıcı hafızası ile ilgilidir. Bu program modunda yapılan lojik kilitlemeler her segment için sadece bir sonuca bağlanabilmektedir. CSF modunda STEP5 komutlarının tamamı gösterilmemektedir. Bu fonksiyonların gösterilebilmesi için STL moduna geçilmelidir. Eğer program grafik olarak gösterilemeyen komutlar içeriyorsa, ekrana getirilmesinde ilgili segment otomatik olarak STL modunda gösterilir.

### 5.3.2 KONTAK PLAN GÖSTERİMİ (LAD)

Program LAD modunda yazılacak yada izlenecek ise, binary kilitlemeler kontak sembollerinin ard arda yada alt alta sıralanması şeklinde yapılır. Operasyona tabi tutulacak sinyaller köseli parantezler olarak resmedilirler. Sinyal lojik 1 seviyesine göre sorulacak ise köseli parantez içerişi boş halde, lojik 0 seviyesine göre sorulacak ise köseli parantez içerişine "/" şekli ile gösterilir. Sorgulama sonucu, bir akım yolu hattı gibi resmedilen lojik kilitlemenin sağ tarafına eklenen parantez ile gösterilen bobindir. Kilitlenme şartları sağlandığında bu bobinin enerjilendiği düşünülebilir. Kontaklar normalde açık ve normalde kapalı kontak olarak kilitleme şartları meydana getirilebilir. Grafik olarak gösterilemeyen komutlar CSF' de olduğu gibi otomatik olarak STL'e geçilerek ekrana getirilir.

### 5.3.3 KOMUT LİSTESİNİN GÖSTERİMİ (STL)

Bir diğer programlama cinsi olan STL modunda, yerine getirilmesi istenen lojik fonksiyonun şartları ve sonuçları ve komut listesi (mnemonic) olarak hazırlanmaktadır. Mnemonic komutlar iki kısımdan oluşur. Birinci kısım operasyon kısmıdır ve prosesörün bu komutla ne yapması gerektiğini belirler. İkinci kısım ise operand kısmıdır. Bu kısımda da operasyon kısmında ki işlemin hangi signale uygulanacağı belirlenir. Mnemonic komutlar prosesör tarafından ekranda görüldüğü haliyle yukarıdan aşağıya doğru ilerlemekte ve her lojik şart sırası geldiğinde sorgulanmaktadır. Bu programlama / izleme modunda meydana getirilen her sonucun tek tek segmentlere yerleştirilmesine gerek yoktur. Bir segment içinde birden fazla lojik işlem gerçekleştirilebilir. Bu modda lojik 0 sorgulanması yapılacaksa komutun arkasına "N" not harfi eklenir

## 5.4 PROGRAMLAMA

Genel olarak, bir kumanda devresi tasarımı için temel lojik işlem komutları yeterlidir ve bu komutlara zamanlayıcı komutları da eklendiğinde bütün kontaklı kumanda devreleri gerçekleştirilebilir.

Herhangi bir kontaklı kumanda devresi bir lojik fonksiyon ile ifade edilebilir. Biz burada temel PLC komutlarını göreceğiz:

#### 5.4.1 VE (AND) ISLEMI

Bu örnekte yapılan iş, I 0.0 olarak adlandırılan giristen gelen sinyalin değeri ile I 0.1 girişinden gelen sinyalin değerinin mantıksal VE işleminden geçirilmesidir. Ayrıca normalde açık kontak için seri bağlantı komutudur.

Bu diyagramın STL karşılığı ise:

LD I 0.0 //I0.0 Girişini oku

A I 0.1 //ve bu sonucu I0.1 girişi ile A(nd) yani VE işlemine tabi tut  
= Q0.0 //And işleminin sonucuna göre Q0.0 çıkışını 1 yap

#### 5.4.2 VEYA (OR) ISLEMI

Bu örnekte I0.0 girişi ile I0.1 girişinin mantıksal OR işleminden geçirilmesidir. Normalde açık kontaklar için paralel bağlantı komutudur.

Bu diyagramın STL karşılığı;

LD I 0.0 //I0.0 Girişini oku

O I 0.1 //bu sonucu I0.1 girişiyle O(r) yani VEYA işlemine tabi tut  
= Q0.0 //Or işleminin sonucuna göre Q0.0 çıkışını 1 yap

#### 5.4.3 VE DEĞİL (AND NOT) ISLEMI

Normalde kapalı kontaklar için paralel bağlantı komutudur.

Bu LAD diyagramın STL karşılığı;

LD I 0.0 //I 0.0 Girişini oku

AN I 0.1 //I 0.0 ile I 0.1'i Ve Değil işlemine tabi tut  
= Q0.0 //Ve Değil işleminin sonucuna göre Q0.0 çıkışını 1 yap

#### 5.4.4 VEYA DEĞİL (OR NOT) ISLEMI

Normalde kapalı kontaklar için paralel bağlantı komutu.

Bu diyagramın STL karşılığı;

LD I 0.0 //I 0.0 girişini oku

OR I 0.1 //I 0.0 girişi ile I0.1 girişini Veya Değil işlemine tabi tut  
= Q0.0 //Veya Değil işleminin sonucuna göre Q0.0 çıkışını 1 yap

### 5.5 PROGRAMLAMADA DIKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

1. PLC kumanda devresinde sinyal akışı soldan sağa doğrudur.
2. Elemanların hiçbirisinin dağıtım hattına direkt olarak bağlantı yapılamaz. Eğer gerekli olursa programda kullanılmayan yardımcı rölelerin normalde kapalı kontaklar üzerinden bağlantı yapılabilir.
3. Herhangi bir röle bobininden sonra kontak bağlantısı yapılamaz. Eğer gerekli ise bu kontakların

röle bobininden önceye alınması gerekir.

4. İki veya daha fazla röle bobini paralel bağlanabilir.

5. Kontak ve bobin numaraları o PLC'ye ait kullanma kılavuzundan öğrenilmelidir.

## 6. ÖRNEK SİSTEMLER

### 6.1 PRESLEME MAKİNESİNİN PLC İLE KONTROLÜ

Aşağıda sema olarak gösterilen presleme makinesi çalışma prensibi şu şekilde olacaktır. Magazin içerisinden aşağı alınacak parça V1 valfi ile kontrol edilen itici piston tarafından yuvaya sürülür. Daha sonra V4 valfi ile kontrol edilen sıkıştırıcı piston aşağı harekete başlayarak parçayı presler ve bu konuda 3 saniye bekler. Bekleme süresi sonunda itici ve sıkıştırıcı aynı anda harekete başlayarak ilk konumlarına geri dönerler. Daha sonra V3 valfi ile basınçlı hava püskürtülmesi, V2 valfi ile de atıcının yukarıya hareketi sağlanır. Basınçlı hava ile atılan parça S4 sensörü tarafından hissedilerek atıcının aşağı konuma, V3 valfinin de kapalı konuma gelmesi sağlanır. Böylece bir hareket periyodu tamamlanmış olur. S5 sensörü işlenmiş parça bölümünün dolması halinde lamba ikazı vererek yeni bir periyoda başlanmasını engelleyecektir.

Sekil-6.1 Pnömatik Presleme Makinesi

Sensörlerin çıkışlarını PLC girişlerine, PLC çıkışlarını da elektrikli valf girişlerine bağlarız. Yazacağımız küçük bir PLC programı ile bu sistemi kolay bir şekilde kontrol edebiliriz. Program içerisinde kullanılacak sinyaller şunlardır:

#### GİRİSLER: ÇIKIŞLAR:

I 0.0 Start Butonu Q 1.0 Lamba Yakma

I 0.1 S1 Sensörü Q 1.1 V1 Aç Sinyali

I 0.3 S3 Sensörü Q 1.2 V2 Aç Sinyali

I 0.4 S4 Sensörü Q 1.3 V3 Aç Sinyali

I 0.5 S5 Sensörü Q 1.4 V4 Aç Sinyali

#### 6.1.1 BASİTLESTİRİLMİŞ PROGRAM:

Segment 1: Start sinyali geldiğinde V1 valfinin aç sinyalini gönderen kısımdır.

Segment 2: Q 1.1 sinyali geldikten sonra ve itici silindirin tamamen dışarı çıktığını bildiren sinyal geldiğinde V4 valfini yani presleyecek silindiri dışarı çıkaracak sinyali gönderir.

Segment 3: Q 1.4 sinyali geldikten sonra ve presleyici silindirin tamamen dışarı çıktığını bildiren I 0.3 sinyali geldikten zamanlayıcı çalışır.

Segment 4: Zamanlayıcı çıkışlarını 1 yaptığı anda ve itici ve presleyici silindirler içeri girdiği zaman parçayı itecek olan basınçlı hava (V3 valfi) ve atıcı silindiri dışarı çıkaracak olan V2 valfine sinyal gönderir.

Segment 5: İşlenmiş parça bölümünün dolduğunu bildiren sensörden gelen I 0.5 sinyali ikaz lambasını yakarak yeni bir periyoda başlanmasını engeller.

### 6.2 NAUTOS MONITORING SİSTEM

Nautos Monitoring sistemi Gemilerde Makine Kontrol Odalarında (MCR) bulunan bir izleme sistemidir. İncelediğim donanmamızın savaş gemilerinde Nautos sistemi Siemensin S5 marka PLC leri kullanılarak yapılmıştır. Gemi içerisindeki tüm sensörler MCR daki PLC lere gelerek işlenir.

Nautos monitoring sistemine gemi dahilindeki tüm sıcaklık, yakıt, ve su seviyeleri gelmektedir. Ana dizeller, yardımcı makineler ve GT leri burada oluşan bilgileri ile sürekli gözetim altında tutarız. Bütün makinalara ait her türlü bilgi (sıcaklık, basınç, devir, on/off durumları gibi...) buraya gelir. Makinalardan veya başka herhangi bir yerden gelen tüm alarmlar hem monitörde yazılı olarak gözükür hem de alarm geldiğine dair sesli ikaz duyulur. Aynı zamanda gelen tüm alarmlar printer ile de yazılır. Bu sistemde her 4 yardımcı makine için ayrı ayrı bulunan ageler vasıtasıyla monitörden yardımcı makineleri kontrol etme imkanı vardır. Monitörden yardımcı makineler start/ stop edilebilir, istenilen makinenin salteri kurulabilir.

Sekil-6.2 de Nautos Sistemi ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Bu şekilde genel olarak PLC lerin ve yardımcı birimlerin birbirleri ile bağlantıları gösterilmiştir. PLC ve yardımcı elemanları daha ayrıntılı olarak anlatırsak;

Watch Panel Geminin Köprü üstündedir. Önemli alarmlar buraya da gelir ve gemi komutanı bu panel ile MCR'a (makine kontrol odası) müdahale edebilir.

MCR Desk MCR odasında, monitörlerin de üzerinde bulunduğu masadır. Bu monitörlerin her birine farklı bilgiler gelir. Görevli kişiler bu ekranlardan gemideki birçok bölüm hakkında bilgi alabilir ve buralara direkt müdahale edebilir.

Mimic Lamp Panel geminin her katinin ayrıntılı haritası üzerindeki valfleri ve önemli bölgeleri lamba olarak göstermiş. Bir yerde sorun çıktığında veya bir valf konum değiştirdiğinde monitörün yani sıra bu geniş haritada da tam gemideki yerinde ledin yanması veya sönmesi ile anlarız.

S5 155U makine kontrol odasında bulunur ve monitör sisteminin ana PLC sidir. Agelerin PLC lerinden ve EU-183U lardan gelen bilgiler S5 155U da derlenerek monitörlere gönderilir. Bilgilerin bazıları mimic lamp paneye gider.

AGE nautos sisteminde 4 adet Age istasyonu mevcuttur. Age istasyonları sayesinde ana PLC ile dizeller haberleşirler. Dizel jeneratörden sıcaklık devir gibi bilgiler Age üzerinden ana PLC ye gider. Ageler bağlı olduğu yardımcı makineye sürekli olarak kumanda ve kontrol ederler. Agelerde PLC S5 115 U kullanılır. Bu PLC lere daha önceden yüklenmiş program dahilinde yardımcı makinenin start, stop, emercensi stop, otomatik devreye girme gibi görevleri yerine getirmesini sağlar.

Resim-6.3 de sensör girişleri gösterilmiştir. İncelediğimiz gemide MCR'a 1200 tane sensörden bilgi geliyordu. Ve bunların hepsi de değişik sensörlerdir. MCR'a gelen sensör çeşitleri: PT 100 (-30,+150°C), NiCrNi (0-900°C), 0-20 mA lik transdüser, 4-20 mA lik transdüser, 0-10 V luk transdüser, +/- 10 V luk transdüser v.b.

Bunların sensörlerin hepsinin değişik çıkışları var. Bu yüzden direkt olarak PLC ye bağlayamıyoruz. Zaten PLC'de de 1200 tane sensörü alabilecek input yoktur. Bu yüzden EU183U arabirimleri kullanılıyor. Bunlarda her elemana göre ayrı yer var. Örneğin PT100 bağladığımız yere thermocouple bağlayamıyoruz. Çünkü ikisinin de voltaj çıkışları farklı.

ET100 monitoring sistemin kontrol bölümüne iki kablo hattı ile bağlıdır. ET 100 ler MCR daki mimic panelin alarm lambalarını (dijital output) kontrol eder. Ve iki adet dizel makinenin eksozlarını (analog input modül) kontrol eder. Ve ET 100 ile monitoring sistem arasında seri data transferi vardır.