

E-KİTAP



ePUB

KONTROL SİSTEMLERİNDE PROGRAMLANABİLİR DENTLEYİCİLER -2-

Yayına Hazırlayan
Aydın Bodur

EMO Yayın No: **EK/2012/518**

ISBN: **978-605-01-0246-9**



TMMOB
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

ANKARA
AGUSTOS 2012



TMMOB
Elektrik Mühendisleri Odası

KONTROL SİSTEMLERİNDE PROGRAMLANABİLİR DENETLEYİCİLER

2

Elektronik Baskı, Ankara- Ağustos 2012
ISBN: 978-605-01-0246-9
EMO Yayın No: EK/2012/518

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası
İhlamur Sokak No:10 Kat:2 06640 Kızılay Ankara
Tel: (312) 425 32 72 Faks: (312) 417 38 18
<http://www.emo.org.tr> E-Posta: emo@emo.org.tr

378.242 KON 2012

Kontrol Sistemlerinde Programlanabilir Denetleyiciler ; Derleyen Aydın Bodur.
--1.bs.--Ankara. Elektrik Mühendisleri Odası, 2012
270 s.:24 cm (EMO Yayın No:EK/2012/518; ISBN:978-605-01-0246-9)

Programlama-Kontrol

Dizgi

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası

KONTROL SİSTEMLERİNDE PROGRAMLANABİLİR DENETLEYİCİLER

-2-

ANKARA

2012

Contents

1.1 Giriş	10
6.2 Basit dijital kontrol ve göstergeler	12
6.3 Nümerik çıkışlar ve girişler	16
6.3.1 Nümerik çıkışlar	16
6.3.2 Çoklanmış çıkışlar	17
6.3.3 Fazla sıfırların atılması	20
6.3.4 Nümerik girişler	20
6.4 Alarm ihbarı	23
6.5 Analog gösterge	28
6.6 Bilgisayar grafikleri	32
6.6.1 Giriş	32
6.6.2 Allen Bradley Panelview	36
6.6.3 Piksel grafikler; CEGELEC Imagem	40
6.6.4 Siemens Simatic HMI ailesi	50
6.6.5 Pratik hususlar	52
6.6.6 Veri girişi	54
6.7 Mesaj ekranları	55
6.8 SCADA paketleri	56
7.1 Giriş	62
7.2 Veriyolu tabanlı makineler	64

7.2.1 Giriş	64
7.2.2 IEEE-488 paralel arayüz veriyolu	64
7.2.3 Arkapanel veriyolu sistemleri	67
7.2.4 IBM PC benzerleri	69
7.3 Gerçek zamanlı kontrol programlaması	75
7.4 Soft PLC'ler	83
8.1 Giriş	94
8.2 Güvenlik	94
8.2.1 Giriş	94
8.2.2 Risk değerlendirmesi	96
8.2.3 PLC'ler, bilgisayarlar ve güvenlik	99
8.2.4 Acil kapatma	114
8.2.5 Koruma	119
8.2.6 İş güvenliği ve İşçi Sağlığına dönük çalışma yaşamındaki mevzuatların bütünü	121
8.2.7 IEC 61508	123
8.3 Tasarım kriterleri	132
8.4 Yapısal notlar	134
8.4.1 Güç kaynakları	134
8.4.2 Ekipman koruması	139
8.5 Bakım ve arıza bulma	146

8.5.1 Giriş 146

9. Bölüm: Merdiven Mantığı Örnek 183

Önsöz

Programlanabilir denetleyicilere dönük olarak hazırlanan bu notlar, önemli ölçüde, A. Parr'ın Programmable Controllers, 1994, BH; MEB'nın hazırlattığı Megep, Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri, PLC Programlama, 2007; Elektrik-Elektronik Teknolojisi, PLC Programlama Teknikleri, Megep; Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri, PLC'de Haberleşme, Megep; Mitsubishi Electric, Factory Automation Catalogue; J.Axelsson, USB Complete, 2001, Lakeview; Siemens Simatic S7 Programmable Controller System Manual; Kocaeli Endüstri Meslek Lisesi öğretmenlerinin hazırladığı ders notları vb. gibi kaynaklardan yararlanılarak bir araya getirildi.

Bilindiği gibi endüstriyel işlemleri, güvenli ve ekonomik olarak çalıştırmak için bir çeşit kontrol sistemine ihtiyaç vardır. Uzun zamandır sürekli geliştirilerek, hızla yaygınlaşan PLC'ler ve diğer mikrodenetleyiciler sayesinde hem de makul fiyatlarla ve muhteşem bir esneklikle kontrol mühendisliği gelişti. Adeta yeni bir çağır açıldı.

Bu notlar, programlanabilir denetleyicilerin uygulaması ve kullanımıyla ilgilidir. Notlar, sadece programlama eğitimi amacıyla değildir. PLC seçiminden, operatörün masasının tasarımına, fabrika otomasyonunda güvenlik sorunlarına, farklı PLC'lerin birbirleriyle ya da bilgisayarlarla ya da başka denetleyicilerle haberleşmesine kadar birçok konu hakkında fikir verilmeye çalışılmıştır. Çalışacak PLC'yi seçmek, daha çok bir kelime işlemci seçmek gibidir. PLC'lerle çalışmış insanlara görüşlerini sorarsınız, bir katalog ya da marketten basit birkaç örneği alır, denersiniz ve sonunda gereksinimlerinizi en iyi karşılayacak olanı satın aldığınızı varsayarsınız. Ama aslında sistemin gerçekten nasıl çalıştığını belki de aylar sonra algıyorsunuz. Ancak artık o PLC grubu ile çalışmaya da alışmışsınızdır, başka PLC ile çalışmak artık size zor gelecektir.

Bu notlarda, Allen Bradley PLC (2 ve 5 serisi), CEGELEC- GEM-80, ABB- Masters ve Siemens SIMATIC S5'ler, ve Mitsubishi'den sağlanan küçük PLC'ler dikkate alınmıştır. Ancak bu PLC'lerin üzerine daha gelişkin sistemlerin çıkması dolayısıyla, örneğin Siemens Simatic S7-200'ler ya da Mitsubishi FX2N serileri üzerine de programlama örnekleri verilmiş ve ürün tanıtımları yapılmaya çalışılmıştır. Bunların dışında Omron, Hitachi ve Sharp PLC'leri için komut setleri de paylaşılmıştır.

Çoğu fabrikada da kullanılan programlanabilir denetleyiciler, model ve marka olarak birden çoktur. Fabrikalar sürekli değişim içindedir ve yeni ihtiyaçlar çıktıkça, yeni çözümler belki farklı imalatçılardan seçilmiş cihazlarla yapılmıştır.

Seçilen PLC aileleri aralığında bile notların kapsamının tam olduğu söylene-
mez. Aslında tüm PLC'lerin çalışması arasında stil ve felsefe açısından çok bü-
yük farklar da yok. Bu arada notların sonunda daha çok PLC 5 ve Siemens S7 ile
çalışılmak üzere, PLC programlama örneklendirilmiştir.

Notların ilk bölümünde, daha ziyade PLC ile programlamaktan ziyade PLC'lerle
çalışma ihtiyacı detaylandırılmıştır. Elbette bu yapılırken PLC'ler için kapsamlı
bir giriş hedeflenmiştir. İkinci kısımda ise PLC programlama ile birlikte PLC ile
bir fabrika tasarımında bir operatör masasının ihtiyaçlarından, fabrikanın gü-
venlik ihtiyaçlarına kadar bir çok konu da detaylandırılmaktadır.

Katkılarından dolayı Sayın Orhan Örucü, Emre Metin ve Hakkı Ünlü'ye teşekkürlerimizi sunarız.

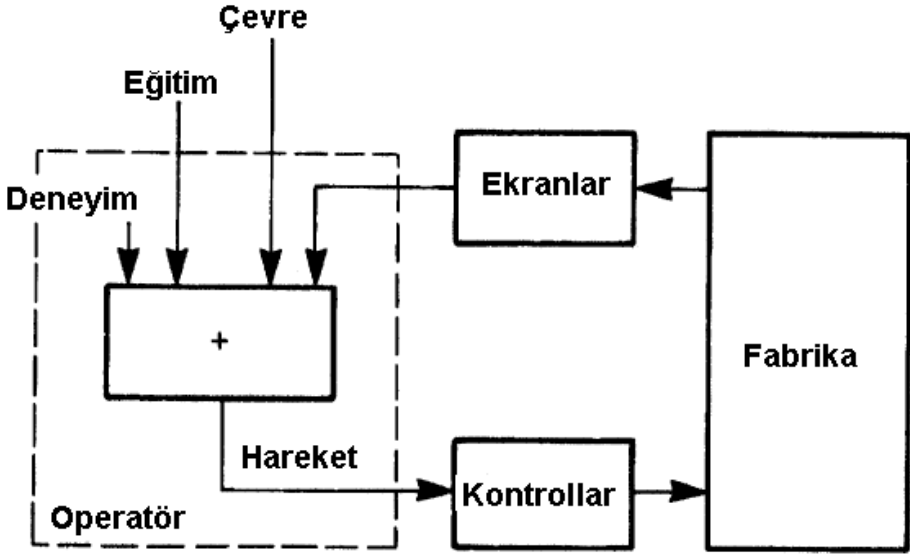
Derleyen Aydın Bodur

Programlanabilir Denetleyicilerin ikinci kısmı ile ilgili olarak notların bu bölü-
münde İnsan-Makine Arayüzünü anlatan 6. Bölümden sonrası yer almaktadır.
İlk beş bölüm, notların birinci kısmı olan "Programlanabilir Denetleyiciler –
PLC1"de yer almaktadır.

6. Bölüm: MMI-Arayüzler

1.1 Giriş

Buraya kadar PLC'yi fabrikaya bağlamayı ve denetleme yollarını ele aldık. PLC'nin aynı zamanda, kendine gönderilen komutları kabul edip kolayca anlaşılacak biçimde fabrikanın durumunu görüntüleyerek kumanda operatörleriyle de 'bağlanması' gereklidir. Buna MMI, [MMI-man-machine interface] insan-makine arayüzü adı verilir ve Şekil 6.1'deki gibi özetlenebilir.

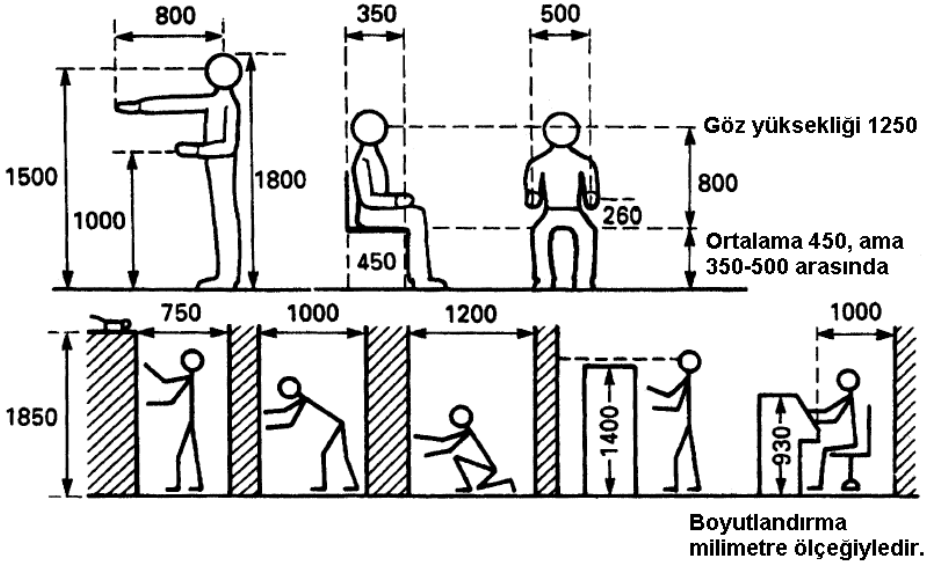


Şekil 6.1 Kontrol döngüsünün parçası olarak operatör

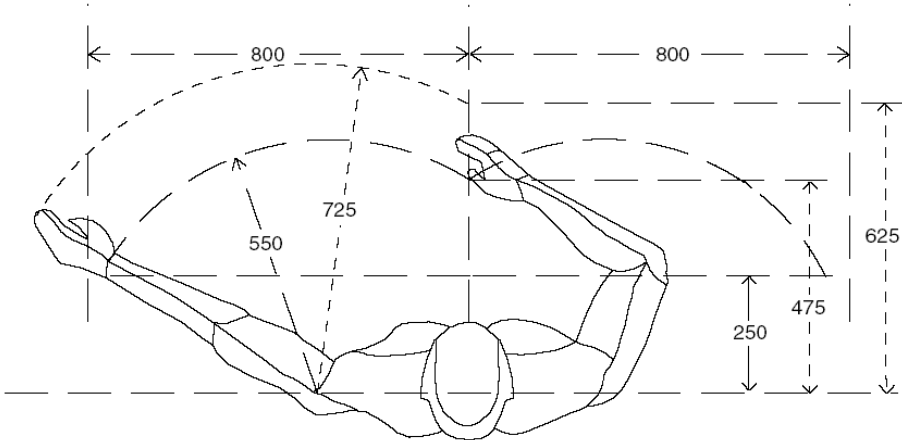
Bu arayüzün çalışmasına ve tasarımına ergonomi adı verilir ve ergonomi, operatörlerin işlerini etkin, rahat ve minimum hatayla yapmalarını sağlamak içindir.

En önemli faktör muhtemelen işçinin yakın çalışma ortamı ve çevresidir. Çalışmaya başladıktan bir saat sonra baş ağrısı ve ağrıyan sırtı ile bir operatörden mantıksal olarak güvenilir, hatasız bir performans beklemek doğru olmayacaktır. Gürültü, toz, pislik, pis koku, sürekli titreşim, rahatsız eden nem, sıcaklık (ve sıcaklık değişiklikleri), aydınlatma seviyeleri (ve göz alıcı parlaklık) gibi faktörlerin hepsi işçinin yoğunlaşmasını etkiler.

Stres ve gerekli konsantrasyon seviyesi gibi psikolojik faktörler, kafayı dinlemek ve zaman zaman kısa süreliğine 'tatile' çıkmak kadar önemlidir. İş Kanunu, İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Mevzuatları farklı farklı işkolları ve işyerlerinde işçi sağlığı ve işyeri/iş güvenliği açısından gereklilikleri kapsar.



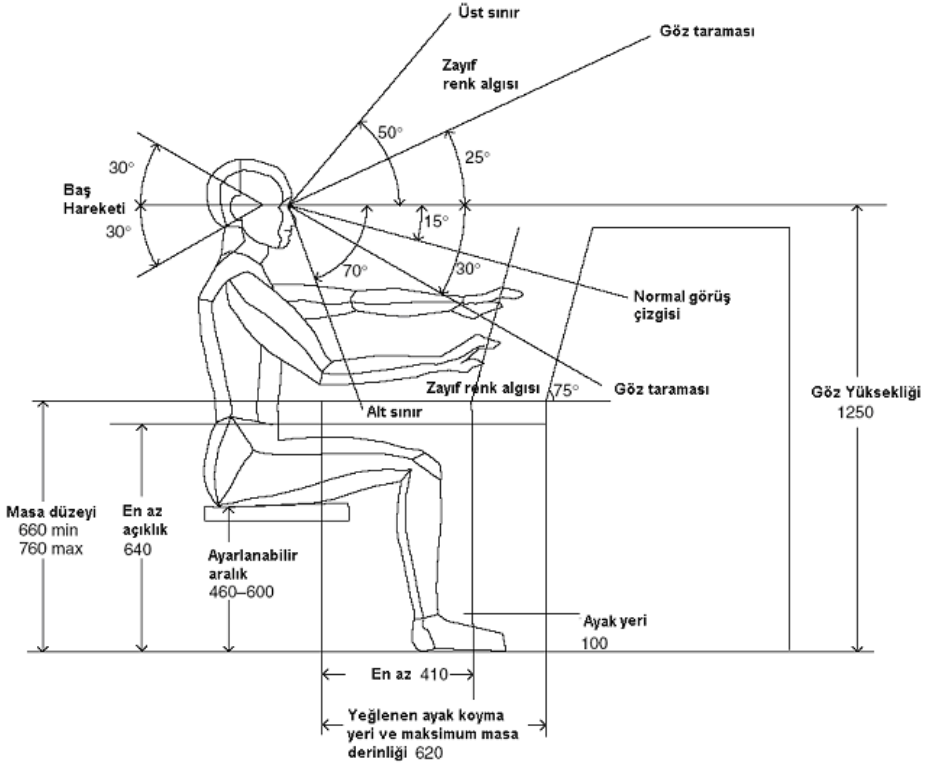
(a)



(b)

Şekil 6.2 Rahat çalışma pozisyonları

Kontrollerin, ekranın düzeni ve oturma şekli önemlidir. Mesela çalışma masalarının birçoğu 3 m kol açıklığı olan, 1,5 m boyunda işçiler için tasarlanmıştır. Şekil 6.2'de, oturan ve ayaktaki operatörler için rahat çalışma pozisyonları ve Şekil 6.3'te ise insan algısının sınırları görülmektedir.



Şekil 6.3 Oturur konumdaki operatör ve algının sınırları

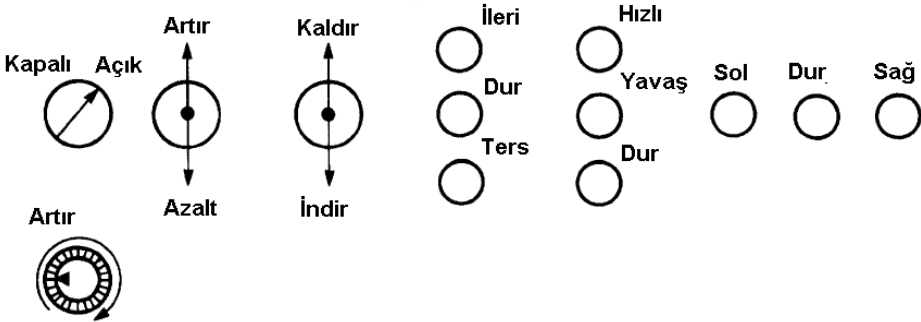
6.2 Basit dijital kontrol ve göstergeler

Operatör kontrollerinin birçoğu anahtarlar, düğmeler, joystickler ve gösterge lambaları gibi basit dijital cihazlar olacaktır. Bunlar, Şekil 6.2 ve 6.3'te gösterildiği gibi, operatörün kolay ulaşılacağı ve görebileceği şekilde tasarlanmalıdır.

Kontrollerin işlevleri açık ve olabildiğince içgüdüsel olmalıdır. İşlevlere göre gruplama (çalışma masası üzerinde sınır işaretleriyle birlikte) ya da farklı cihaz üreticisine göre gruplama (örneğin, Siemens kontrolleri mengine ve Telemecanique kontrolleri preste) yararlı tekniklerdir. Örneğin tek operatörün çalıştığı 3 m'lik bir masaya, hepsi de birbirinin aynı biçimde ama farklı işlevleri olan diyelim ki 20 tane kumanda kontrolü (mesela joystick biçiminde) yerleştir-

mek ne kadar doğru bir fikirdir! Akıl var, mantık var; fonksiyonlar farklı ise bu kumanda kollarının her birinin rengi, şekli ya da şemali bir biçimde birbirlerinden farklı olmalıdır.

Masa düzenleri, özellikle operatörlerin düzenli aralıklarla vardiya değiştirdikleri yerlerde tutarlı olmalıdır (iyi bir uygulama; ilgiyi korur, sıkıntıyı önler ve eğitime yardımcı olur). Mesela operatörlerin çalışma masalarında, acil durdurma kolunun sağ üst tarafta olması ya da test lambaları sol alt tarafta ve arıza göstere alarmları ise sol üst tarafta olması daha mantıklı bir tasarım değil midir! Önemli olan tutarlılıktır. Sağ elini kullanan bir operatör için, acil durdurma kolunun tek başına ve belirleyici bir yerde, masanın sağ üst kısmında yer alması en uygun yerdir. Sağ elin işlek olması dolayısıyla sağda olmalı, acil bir durumda kullanılacağı için görünür bir yerde olmalı ve sık sık kazara dokunulmaması için de biraz daha üstlerde bir yer de olmalıdır. Gördüğümüz gibi tasarım, üzerinde iyi düşünülmesi gereken bir konudur. PLC ile bir şeyi kontrol etmeyi planlarken bile, her şey enine boyuna düşünülmeli ve planlanmalıdır.



Şekil 6.4 İçgüdüsel kontrol işlemleri

Çalışmanın tutarlılığı da eşit şekilde önemlidir. Bir yerde saat yönündeki başlatma düğmesi (içgüdüsel çalışma) ve başka bir yerde ise saat yönünün tersine düğme kafa karıştırıcıdır. Şekil 6.4'te yaygın kontroller için beklenen insan tavırlarına uygunluk görülmektedir. Kontrolün fabrikanın hareket etmesine yol açtığı yerlerde (uzun gezi, çapraz gezi, gibi), kontroller fabrikaya öykünmelidir.

Düğme ve kolların şekilleri kadar, renkleri de açıklığa yardımcı olur. Önerilen renkler (BS-2771'de) şöyledir:

Kırmızı	Durdurma, Kapalı, Acil Eylem
Yeşil	Başlatma
Siyah	Diğer işlemler (örneğin, jog, sıfırlama, test)
Sarı	Araya girme (örneğin, bir arızadan sonra devam etme)

'Başka işlevler' için beyaz/gri/mavi kullanılabilir, ancak pratik endüstri uygulamalarında toz, renk netliğini azaltır. Açmalı kapamalı düğmelerin kullanılmasından kaçınılmalıdır; özellikle de ayrı bir durum göstergesi (Çalıştır/durdur) olmaksızın.

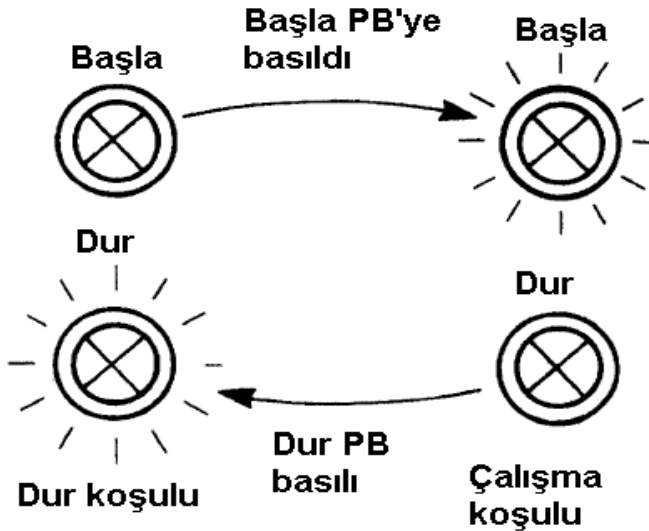
Gösterge lambalarının rengi konusunda benzeri öneriler vardır:

Kırmızı: Arıza, tehlike, uyarı, işlem gerekli

Kehribar: Dikkat, uyarı, operatör dikkatli olmalı, normalden sapma, aşırı yüklenme

Yeşil: Sağlıklı, sıralama normal çalışıyor, hazır

Mavi/beyaz: Bilgi, örneğin, hız seçimleri



Şekil 6.5 Aydınlatmalı düğmelerin normal çalışması. Sönük düğmeye basılır ve sonra ışık yakılır.

İnsan, görsel şablonları ayırt etmede çok iyidir ve değişimi kolaylıkla farkedebilir. Normal çalışmada bir masa 'yeşil' belki arada sırada maviye veya beyaza geçiyor olmalıdır.

Kehribar (sarı) renk ve kırmızılar işlem yapılması gerektiğini akla getirir. Lambanın olduğu yerlerde, test lambası düğmeleri de bulunmalıdır.

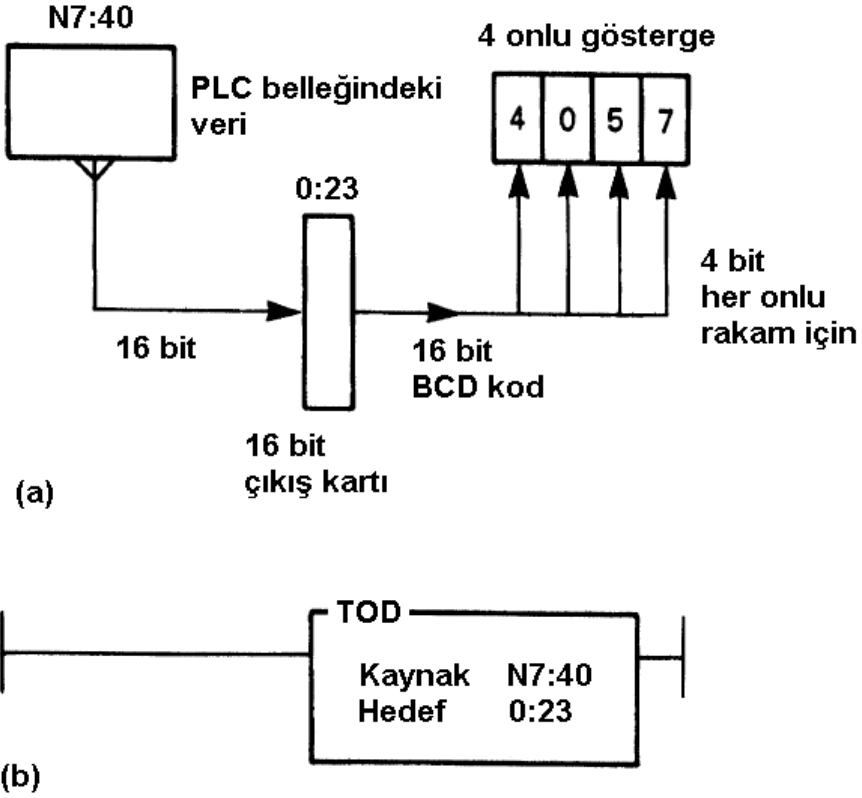
Aydınlatmalı düğmeler, masa alanından tasarruf etmek için kullanılır. İçgüdüsel yöntem, sönük lambaya basmak ve sonra da Şekil 6.5'teki gibi sönük lambayı yakmaktır (ve diğeri söner). Yeşil (yani çalışan) bir masaüstü elde etmek için, çalışmakta olan aydınlatmalı düğmeler yeşil (ve elbette durdurulmuş düğmeler de kırmızı) olmalıdır.

Böylece, eğer herbir eylem bir şekilde onaylanırsa, operatöre güven gelecektir. Çoğu durumlarda bu onay, bir eylemin sonucu olarak otomatikman görülebilir veya duyulabilir. Doğrudan geridönüş yoksa (diyelim ki uzaktaki yağlama birimi) onay göstergesi (muhtemelen starterdeki yardımcı kontak) sağlanmalıdır. Operatörler içgüdesel olarak bir saniyeden daha kısa süre içinde yanıt beklerler; süre uzadığında büyüyen bir huzursuzluk duygusu sarar.

Ve elbette, fabrika aşırı ölçüde göstergelerle doldurulmamalıdır. Eğer ortalık rengarenk bir sürü gösterge ve kumanda kolu ile dolarsa; operatör, bu görsel kirlilikte boğulacaktır. Hepsinin ötesinde yanıp sönen, flaş çakan şablonlardan kaçınılmalıdır. Yanıp sönen lamba şimdi eylem gerekiyor diye bağırır ve sürekli yanıp sönme, ciddi bir tasarım hatasıdır.

6.3 Nümerik çıkışlar ve girişler

6.3.1 Nümerik çıkışlar



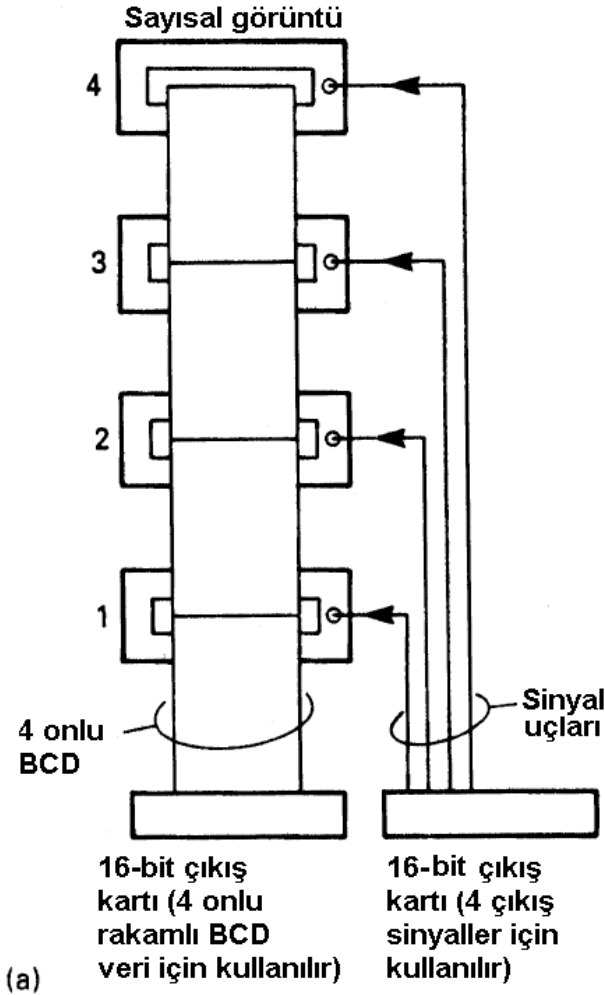
Şekil 6.6 BCD ekranın sürülmesi: (a) fiziksel bağlantı; (b) TOD (To Desimal) komut

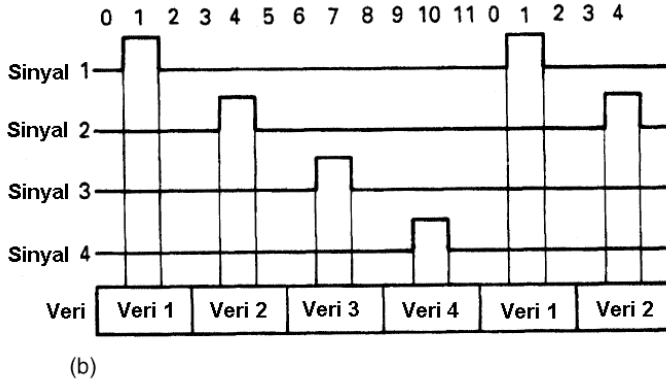
Operatör masasının sık sık nümerik verileri görüntülemesi gerekir; çalışılan saat, konum, sıcaklık vb. Bu veriler genellikle PLC'deki bellek alanlarında tutulacaktır. Çoğu dijital gösterge BDC (bkz. Ek) biçiminde çalışır, bu yüzden dört basamaklı ekran (0000 ile 9999 arasını gösterebilen), genellikle 12 veya 24 V olarak PLC'den 16 çıkış sinyali isteyecektir. Şekil 6.6'da, N7:40 bellek alanındaki sayının 2 numaralı kızağın 3 numaralı yuvasındaki 16-bitlik çıkış kartına bağlı dijital ekranlara gönderildiği, PLC-5 için bu çalışma özetlenmiştir. Ekranı giden çıkış, BCD biçimindedir. Nümerik veri işleyebilen bütün PLC'lerin ikili'den

BCD'ye çevrim yapmakta kullanılan basit komutları vardır. Bu PLC-5 (ve Şekil 6.6(a) örneği) için Şekil 6.6(b)'deki TOD'tur (To Desimal komut -Ondalık komuta).

6.3.2 Çoklanmış çıkışlar

Şekil 6.6, uygun bir ekran için makul bir çözümdür; ancak birçok ekranın gerekli olduğu yerlerde bir ekran/bir çıkış kartı pahalı hale gelir ve I/O ile kablo israfı olur. En ekonomik çözüm çoklanmış çıkış kullanmaktır. Dört ekran için (fikir neredeyse sonsuz sayıda ekran için genişletilebilir) temel fikir Şekil 6.7(a)'da gösterilmiştir.



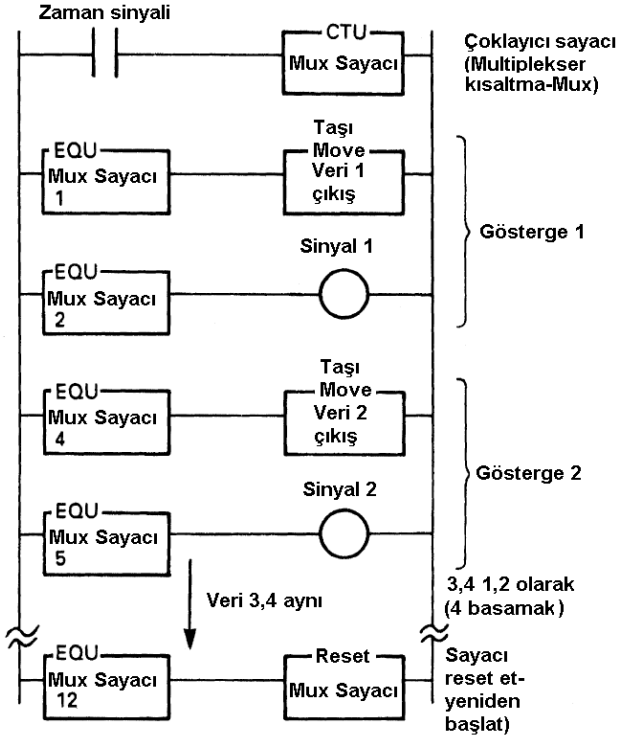


Şekil 6.7 Çoklanmış (müльтиplekslenmiş) ekranlar: (a) fiziksel bağlantı; (b) çalışma

Dijital ekranların önceden olduğu gibi 16 veri satırı artı ek stroboskop satırı [:strobe line] vardır. Stroboskop satırı yüksekse, ekran veri satırlarından bir sayı okur. Stroboskop düşükse, ekran en son veriyi tutar (ve görüntüler). Dört ekran, görüntülenecek veride döngüye giren aynı çıkış kelimesini paylaşır. Stroboskop darbeleri Şekil 6.7(b)'de gösterildiği gibi herbir veri kelimesinin ortasında üretilir.

Bunu başaracak programın temeli Şekil 6.8'de gösterilmiştir. Sayaç, PLC programında başka bir yerden gelen darbelerle sürülen mültipleksleyici 'saat' olarak davranır (örneğin, GEM-80'in E veri tablosunda saat işaretleri vardır). Ekran başına üç saat darbesi atanmıştır; ilki 16-bitlik veriyi çıkış kelimesine yerleştirir, ikincisi stroboskopa enerji verir ve üçüncüsü de programda hiçbir şey yapmaz, ancak; veriyi çıkışta bırakırken stroboskopyu kaldırma etkisi vardır. (Veri çıkışta yazıldığında, sonraki veri yazılana kadar orada kalırlar, keza, çıkış koşulları yanlış olduğunda, bobinin enerjisi kesilecektir.) Böylece program parçası stroboskopa Şekil 6.7(b)'deki gibi verinin ortasında enerji verilmesine neden olur.

Bunun dezavantajı hızdır. Sekiz ekranla, dönüş başına 24 'saat' darbesi gerekli olacaktır. Tipik saat darbesi 30 ms olacak ve ancak 0,7 sn'in biraz üzerinde bir güncelleme süresi verecektir. Bu normalde olarak kabul edilebilirdir, ekranın tuş takımından sayı girmek için (el hesap makinesinden veri girmeye benzer) olası kullanıldığı yerler vardır.



Şekil 6.8 Şekil 6.7'deki dört ekranı sürmek için merdiven programı. EQU iki kalemin eşitliğini test eder ve Move çıkış kartına veri aktarır

Fikir, tek tek haneleri mülteplekslemeye kadar ileriye götürülebilir. Sekiz haneli ekran sadece dört veri satırı, üç basamaklı seçme satırları ve stroboskop ile sürülebilir. Bu tür sekiz ekran sadece 11 bit ile sürülebilir; dört veri satırı, üç haneli satır, üç ekran seçme satırı ve bir stroboskop. Ancak program uzun (fakat sade) ve yanıt oldukça yavaş olacaktır.

6.3.3 Fazla sıfırların atılması

Dört haneli ekranda 25 sayısını görüntülersek, bunun 0025 değil 25 olarak görünmesini isteriz. Buna fazla sıfırın atılması adı verilir. BCD'de sürülen dijital ekran normalde, boş ekran üretmek için (1111 genellikle hex'de 'F') kullanılmayan 1010'dan 111'e kadar olan ikili kodları kullanır. Diğer kullanılmayan kodlar, genellikle + , - ve ondalık virgöl görüntüleri vb.dir.

Bu yüzden Şekil 6.9'un üç basamağıyla dört haneli ekran için fazla sıfır atma sağlayabiliriz. Bunlar sadece 0, 00 veya 000'ı saptayacaktır ve ekrana hex olarak F, FF veya FFF (veya eşeğerini) yazacaktır. Son hane genellikle boş bırakılmaz, böylece 0, 0 olarak görünür. Şekil 6.9 mültiplekslenmiş ekranlarla da eşit şekilde iyi çalışır. 'Write F' (F yaz) komutu sadece hex F000 ile veri OR'D'dir. Örneğin,

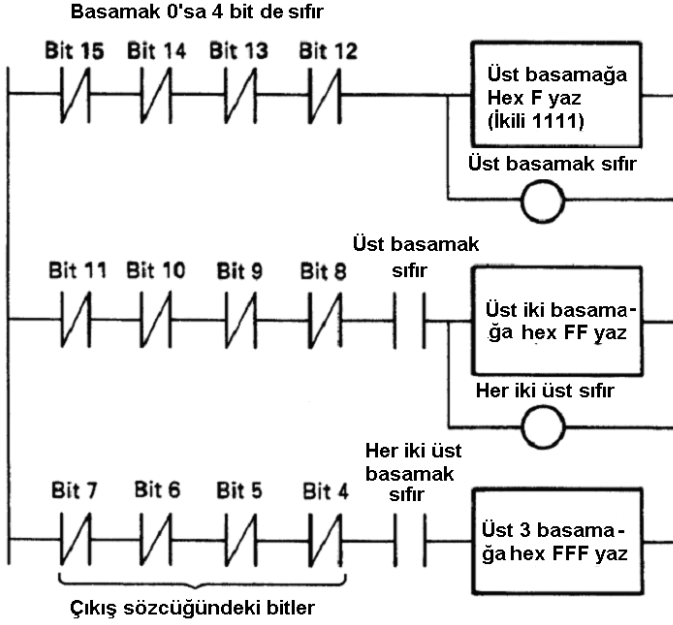
Veri	0000	0100	1001	0111	(BCD'de 0497)
		1111	0000	0000	0000 (hex'de F000)
OR		1111	0100	1001	0111 (BCD'de, üst hane boş, F497)

6.3.4 Nümerik girişler

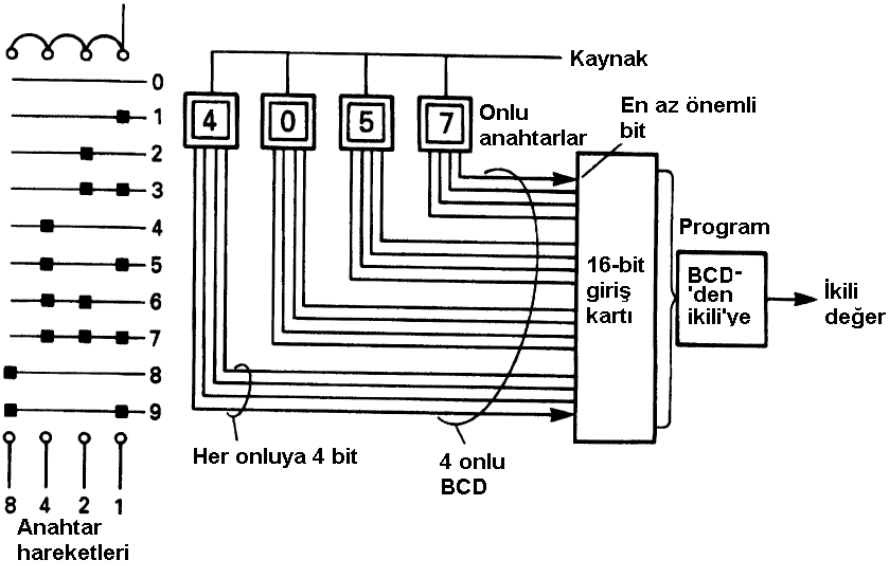
Basit dijital girişler (düğmeler, joystickler, anahtarlar) normalde hareket başına bir giriş olarak atanmıştır ve özellikle özel bir şey gerektirmez.

Binari kodlu kontakları kullanabilen çoklu konum seçiciler (örneğin, sekiz konumlu döner anahtar) için basitleştirme mümkündür; örneğin, konum 6, üç giriş hattında 110 ile gösterilmiştir.

Bununla birlikte sayıların girilmesi gerektiği yerlerde, iki temel giriş düzeni vardır. İlki BCD kodlu onlu anahtarlardır [:decade switch]. Herbir anahtarın 10 konumu vardır ve 4-bit BCD çıkış verir. Böylece dört haneli sayıyı okumak, Şekil 6.10'da gösterildiği gibi 16-bitlik giriş kartı gerektirir



Şekil 6.9 Fazla sıfır atma



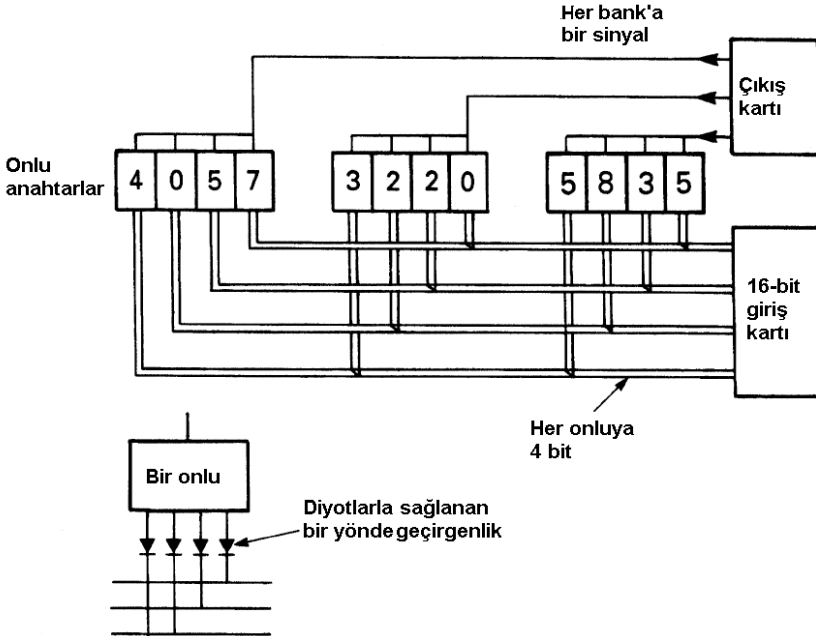
Şekil 6.10 Onlu anahtarların okunması

Birden fazla değerin girilmesi gerektiği durumlarda, gerekli girişlerin sayısını azaltmak için mültipleksleme kullanılabilir. Üç adet dört haneli onlu anahtar için prensip, Şekil 6.11'de gösterilmiştir. Herbir anahtar çıkışındaki diyotlar, stroblanmamış anahtarlardan kaçak yolları engeller. Normal olarak bu diyotlar, anahtar yapısının parçasıdır ve tasarımcının tek yapması gereken sinyal polaritesini belirlemektir.

Mültipleksleme Şekil 6.12'de özetlendiği gibi yazılım sayacı tarafından kontrol edilir. Mültiplekslenmiş çıkışlarda olduğu gibi, bunun ana dezavantajı düşük güncelleme hızı ve programın anlaşılabilirliğindeki azalmadır.

Mültipleksleme yöntemleri düğme / anahtar kablolamasını azaltmak için kullanılabilir. Şekil 6.13'te on altı giriş dört çıkış, dört giriş ve sekiz telli kabloyla okunmaktadır. Gene kaçak yolları önlemek için diyotlar gereklidir. Yanıt hızı ve program anlaşılabilirliği önce olduğu gibi dezavantajlardır.

İkinci yaklaşım, on sayı tuşuyla, Enter ve Cancel tuşlarıyla ve (önceki bölümdeki gibi sürülen) dijital ekranı ile hesap makinesine benzer. Girilen sayı, araballem on ile çarpılıp tuşa her basıldığında bir sayı eklenerek, hane hane arabellekte oluşturulur. Şekil 6.14 çalışmayı özetlemektedir.

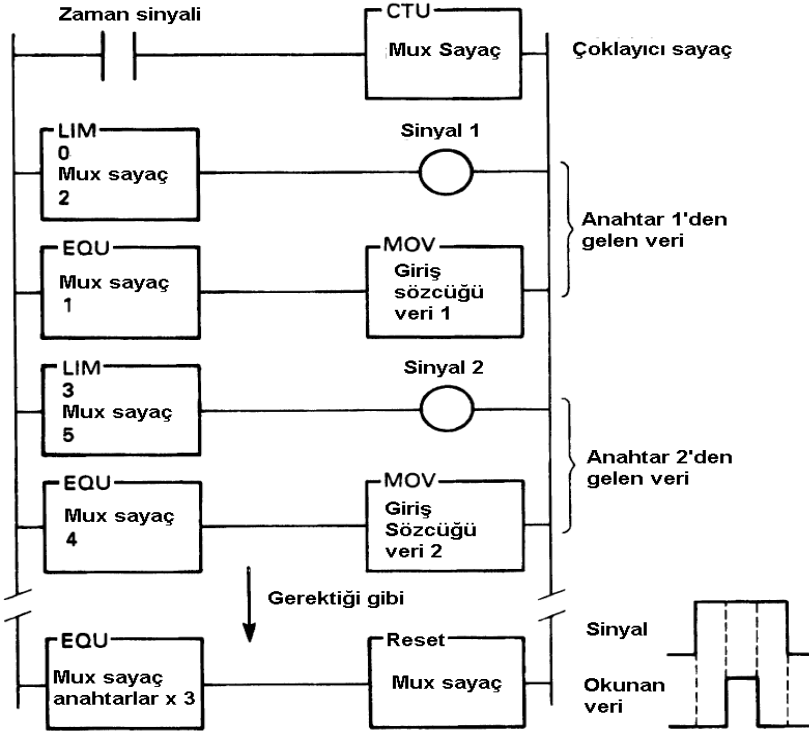


Şekil 6.11 Onlu anahtarların çoklanış olarak okunması

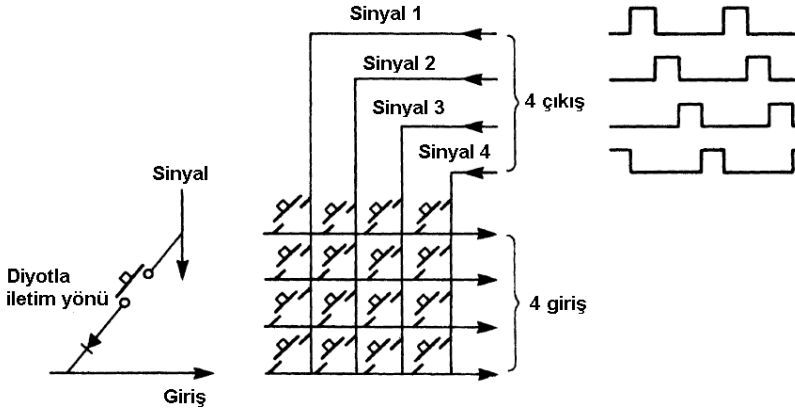
6.4 Alarm ihbarı

Arızalar bütün fabrikalarda meydana gelmektedir ve sonuç olarak en basit sistemde bile ortaya çıkan sorunlara operatörün dikkatini çekmek için alarm sistemi bulunmalıdır. Bu alarm sistemi Pompa Başlatıldı diyen bir lamba kadar basit ya da bilgisayar ekranlarında binlerce alarm işareti üretebilecek olan büyük bir SCADA sistemi kadar karmaşık olabilir.

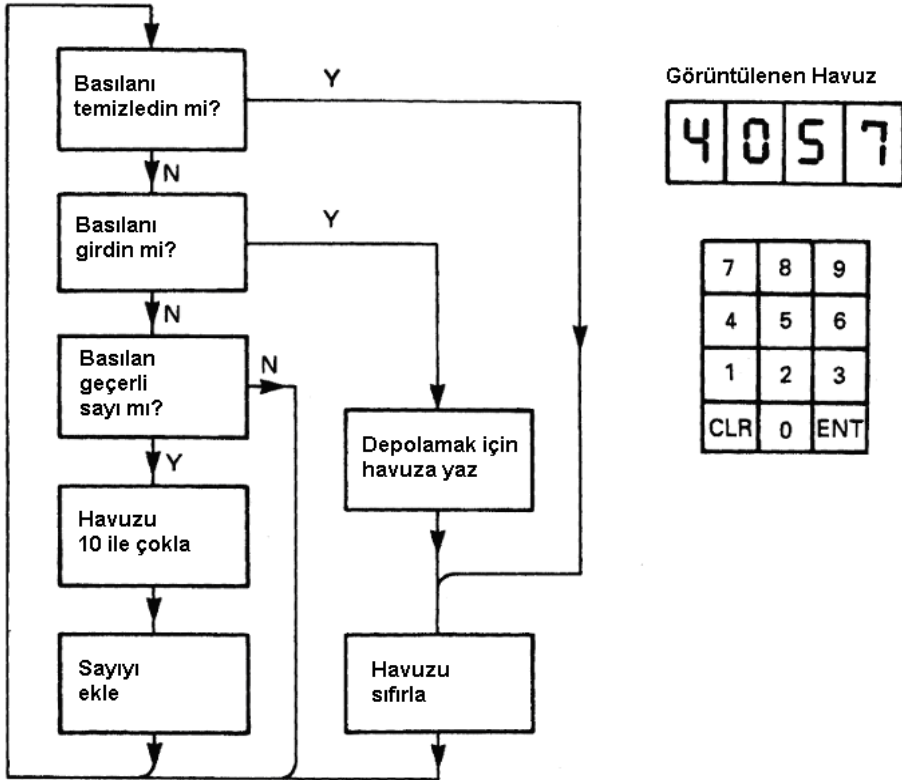
Basit sistemler için tek gerekli olan, Şekil 6.15'teki gibi çalışan her bir alarm için bir lambadır. Alarm oluştuğunda ışık, yanıp söner. Alarm operatör tarafından onaylandığında (kabul edildiğinde), alarm durumu hâlâ geçerliyse; lamba sabit yanacaktır veya alarm geçip bitmiş bir geçici olursa, sönecektir. Normal olarak alarm kabul edilene kadar, duyulabilir alarm sesi çıkacaktır. Her bir alarm için üç ampül olması ve alarm ihbarının başına bir test lamba düğmesi bulundurmak iyi bir uygulama olacaktır.



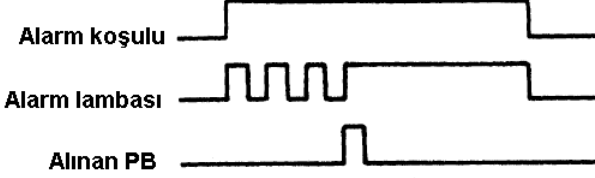
Şekil 6.12 Çoklanmış (Müльтиplekslenmiş) giriş için örnek program. LIM komutu (limit için) değerinin dış sayıların aralığında olup olmadığını kontrol eder. Örneğin, üst LIM MuxCount 0, 1 veya 2 için doğru çıkış verir.



Şekil 6.13 Çoklayıcıyla giriş kontaktlarının okunması



Şekil 6.14 Klavye işlemleri için iş akışı



Şekil 6.15 Basit alarm ihbarının çalışması. Alarm meydana geldiğinde lamba yanıp söner ve operatör alarmı kabul edene kadar duyulabilir bir ses işitilir. Fakat bu basit sistem, operatörü alarm bombardımanı altında bırakabilecek hassas bir sistemdir.

Alarm sistemleri genellikle pek fazla düşünülmeden kurulur ve bu sorunlara yol açar. Bir çok felakette alarm sistemleri operatörlere yanlış bilgi veriyordu. Bir çok güvenlik zafiyeti, operatörleri alarmlara boğan gereksiz bilgiler üretilmesi nedeniyle oluşur. Gerekli gereksiz, aşırı karmaşık alarmlama sistemleri, alarmlara olan dikkati azaltır. Örneğin Manş Tüneli yangınında, alarm sistemi olayın ciddiyetini yanlış göstermişti ve kurtarma operasyonları gecikti. Çernobil’de ve Fukujima’da alarm sisteminin kendisi çoktan aşılımıştı ve alarmlar, operatörlere ulaşmadan önce otomatik olarak kaldırılmıştı.

Alarm sistemi, uygun eylemin yerine getirilmesi için gelişen bir sorundan operatörleri zamanında haberdar etmelidir ve operatörler bu eylemin ne olduğunu bilmelidir. İyi bir alarm sisteminin gerekliliklerini listelemekte yarar var:

Alarmlar açık, benzersiz, özlü olmalı ve muğlak olmamalıdır.

Mesela alarm “FTX005 düştü” diye ortaya çıkarsa, operatör bunun ne anlama geldiğini biliyor mudur? Bir çok fabrika da, tasarımcıların ya da bakım/onarımcıların bizzat kendilerinin bile anlamını açıklayamadıkları alarmlar görmek mümkündür.

Her alarmın, tanımlı bir operatör yanıtı olması gerekir.

Herbir alarmın ardından, operatör eylem yapmalıdır. Bu, başka bir pompayı çalıştırmak, fabrikayı durdurmak veya bakım personelinden yardım istemek olabilir. Operatör ne yapacağını bilmezse, alarm yararlı olmayacaktır.

Alarmlar gereksiz yere (şakadan) çalışmamalıdır.

Eğer böyle çalışırlarsa, bütün alarmlara güven düzeyi düşecek ve muhtemelen önemli alarmlar görmezden gelinecektir.

Alarmlar kesin olarak güvenli olmalıdır.

Olmazlarsa, fabrika geçerli alarmlarla, muhtemelen tehlikeli durumda çalışacaktır.

Alarmlar operatörlere sadece bilmesi gerekeni söylemelidir.

Gereksiz alarmlarla operatörleri alarmlara boğarlarsa; önemli alarmlar kaçırılabilir. Örneğin, operatör bir fanı durdurursa bu, fabrika beklenmedik bir şekilde yanıt vermedikçe herhangi bir alarmı tetiklememelidir.

Alarmlar sadece operatörün yanıt verecek zamanı olduğunda meydana gelmelidir.

Operatöre derin düşünce ve karmaşık işleri gerektiren sorunu, ikinci kez bildirmesi anlamsızdır.

Alarm sistemlerinin en büyük sorunlarından biri; alarm sağanağına yol açabilecek tek bir sorundur. 1994 yılında Milford Haven petrol rafinerisindeki kazadan önceki beş saatte operatörlere, her iki, üç saniyede bir alarm verilmiş. Oysa zavallı adamların, alarmları anlamayı veya uygun işlem yapmayı bırakın, alarmları algılayabilecek zamanları bile olmamış. Tam tersi bir biçimde alarmların yetkililer tarafından küçümsenmesi de facialara yol açabilir. Van'da 2011 Kasım depreminin ardından, gelen artçılar, hükümet üyeleri dahil bir çok yetkili tarafından öylesine küçümsenmişti ki; gelen 2. depremde kurtarma ekipleri bile enkaz altında kaldı.

Alarmların hiçbir suretle küçümsenmemesi gerekir. Alarm sağanakları ise, alarmların bir grupta sadece en üsttekine yanıt verilecek şekilde düzenlenmesiyle azaltılabilir. Örneğin, silindiri çalıştıran iki pompalı, hidrolik sistemin aşağıdaki gibi alarmları olabilirdi:

Pompa Durdu
Düşük Basınç
Yedek pompa çalışmadı
Düşük Yağ Seviyesi
Silindir darbesi beş saniye içinde başarısız oldu

Eğer yağ sızıntısı varsa, 'Düşük Yağ Seviyesi' ortaya çıkacak, pompa otomatik olarak duracak (pompanın hasar görmesini önlemek için), sistem basıncı düşecek, yedek pompanın devreye girmesi engellenecek ve silindir hareket etmeyecektir. Böylece bir arıza beş alarm neden olabilirdi. Önce üstteki alarm sistemi, birinci olaydan itibaren doğal olarak izleyecek olan alarmları engelleyecektir.

Alarm sağanaklarına tekrarlı alarmlar da neden olabilir. Bunlara yaygın olarak, alarm tetiklenme noktasının her iki tarafında dolaşan bir analog sinyal neden olabilir. Bunlar, daha sonra Şekil 9.10'da gösterildiği gibi iki ayrı ayarda meydana gelen alarm olayı ve alarm silme olan histerisis ile azaltılabilir. Bunu başarmanın basit yolu Bölüm 9.4'te Şekil 9.11'de gösterilmiştir. Tekrarlayan alarmları azaltmaya alternatif yaklaşım operatöre alarmları rafa kaldırma olanağı sağlayan; yani 'Bunu bana (diyelim) otuz saniyeliğine bir daha söyleme' diyen bir işlev sağlamaktır.

Alarmların farklı öncelik seviyeleri olmalıdır. Öncelik ve operatörün yanıt vermesi gereken hız, önemli bir işlev olacaktır. Personel güvenliğine ilişkin sorunlar, üst düzeyde olacaktır ve bunu pahalıya patlayacak fabrika hasarını veya ürün kaybını önlemek için hemen işlem yapılması gereken sorunlar izleyecektir. Daha düşük alarm seviyelerinin önemi azdır veya daha az acil işlem gerektirir. Yaygın olarak üç alarm öncelik seviyesi kullanılmaktadır. Alarm sağanakları, operatörün alt seviyeyi, dolayısıyla daha az önemli alarmları, 'rafa kaldırmasına' olanak sağlayarak önlenabilir.

SCADA sistemleri, değişmez olarak alarm sistemi içerir ve bunlar genellikle operatör tarafından kabul edilmesi gereken ekranda flama olarak ortaya çıkan alarmları görüntüler. Bu alarm flamalarını, alarmın meydana geldiği saati ve alarmın kabul edildiği saati gösteren alarm geçmiş olaylar kütüğünde saklamak yaygındır. Yaygın olarak Alarm Günlüğü olarak adlandırılan bu alarm geçmişleri, arıza bulma veya takip eden olay sonraları için çok olağan olabilir. Bunlar, alarm sisteminin alarmlarını filtrelemek üzere birincisi-öncelikli sistemi varsa gereklidir.

Alarm sistemlerinin çoğunlukla çok fazla alarmı vardır. Alarmların gerçek alarmlar olmasını sağlamak için dikkat edilmelidir. Eğer yanma hava fanı durarlarsa; bu bir alarm olayıdır. Operatör üretim nedenlerinden dolayı fanı durdurursa; bu alarm olayı değildir. Fabrika olaylarının günlüğünü tutmak,

hem bakım hem üretim için yararlıdır; ancak; (operatör eylemi olmaksızın günlükünün tutulması gereken) olaylar ve (operatör eylemi gerektiren) alarmlar arasındaki fark iyice anlaşılmalıdır.

Çoğu alarm sistemleri, operatörün dikkatini sesli alarmlarla çeker. Bunlar mutlaka dikkat gerektirir; ancak sürekli alarmlar çok stresli olabilir ve dikkatle düşünmenin gerektiği yerlerde operatörün dikkatini dağıtabilir. Herbir alarmın zorlayıcı seslerin izlediği yeni alarm sağanağı operatörü, bütünüyle bozguna uğratabilir. Alarmlar sık sık oluşuyorsa veya sağanakta operatöre sesi kesme fırsatı veya en azından alarmların ses şiddetini azaltma olanağı verilmelidir. Uçaklarda çarpışmadan kaçınma için ve yer uyarı sistemleri için yaygın olarak kullanılan konuşan alarmlar, akıllıca uygulanması halinde çok etkilidir. Doğru eylemi öneren yumuşak bayan sesleri tavsiye edilir. Modern SCADA sistemleri alarlara ses dosyalarının eklenmesine izin verir.

Alarm kopyalama [:alarm duplication], basit lamba tabanlı alarm ihbarlarının bilgisayarda veya PLC sürürlü ekranlardaki flama alarmlarla kullanıldığı yerlerde yaygın olarak gerçekleşir. Eğer bunlar dikkatle planlanmazsa; operatör, ihbar cihazındaki alarmı kabul etmek ve sonra da bilgisayar sistemindeki benzer alarmı kabul etmek zorunda kalabilir. Bu da değerli zamanın boşa harcanmasına neden olur ve operatörün iş yükünü ve stresini artırır. Daha da kötüsü, benzer alarmların farklı tanımları varsa (örneğin, ihbar cihazında LE205 seviyesi ve bilgisayar flamasında "Yakında karter taşacak" büyük kafa karışıklığına neden olabilir.

6.5 Analog gösterge

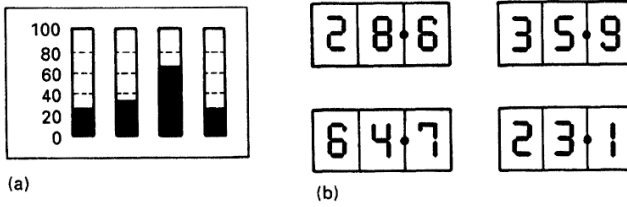
Bir PLC'nin analog sinyallerle, akışlarla, sıcaklıklarla basınçlarla vs. ile ilgili olduğu yerde bunlar genellikle operatöre görüntülenecektir. Bölüm 6.3'te nümerik ekranlarda bilgi görüntüleme ele alındı. Bu bölümde ise analog ekranları, yani sayaçlar ve çubuk grafikleri ele alacağız.

Analog sayaçlar ve dijital ekranların ikisi de değişik sinyalleri görüntülemek için kullanılabilir; bu yüzden öncelikle bunların iyi ve kötü noktalarını ele almak en iyisi olacak. Dijital ekran elde edilebilir çözünürlük ve doğrulukta değeri görüntüleyebilir; dört haneli ekranda tam skalanın %0,01 oranında çözünürlük

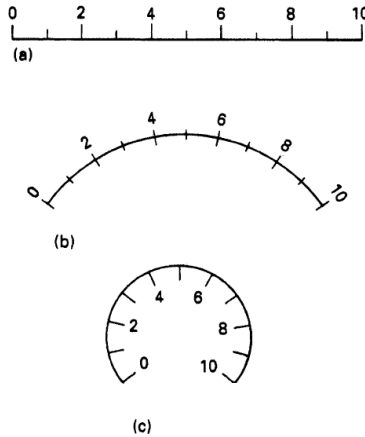
vardır1. Bununla birlikte analog sayaç, sinyalin doğruluğu ne olursa olsun, tam skalanın sadece %1 çözünürlüğünü okuyabilir. Yüksek doğruluk gerekliyse dijital ekran en iyisidir.

Fakat analog sayaç, operatörün doğruluğa büyük gerek olmadan genel şablonu ya da izlenimi alması gerektiği yerlerde en iyi şekilde kullanılır. Dijital sayaçların tek tek okunması gereklidir. Şekil 6.16'daki çubuk grafiklerdeki kaba sıcaklık, anında görülebilir; oysa aynı veri, dijital ekranlarda çok daha az belirgindir; operatörün dikkatini çok daha az çeker.

Başka bir etken ise sinyal değişim hızıdır. Dijital ekranların insan aklının bilgiyi asimile etmesi için zamana gereksinimi vardır. Dört haneli ekranda hızlı değişen verilerde gözün tek gördüğü 8888'dir. Operatörün hızlı değişen sinyallerle ilgilenmesi gerektiği durumlarda analog sayaç tercih edilmelidir.



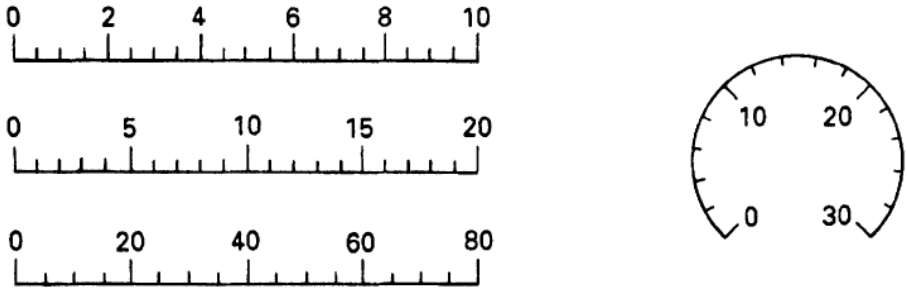
Şekil 6.16 Analog ve dijital biçimlerde görüntülenmiş aynı veriler: (a) analog; (b) dijital



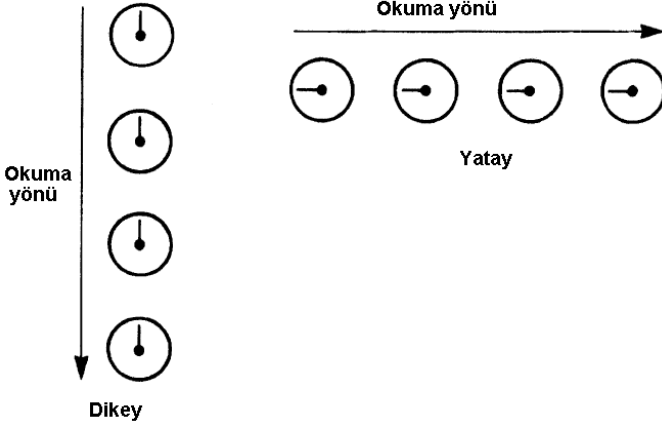
Şekil 6.17 Hepsi eşit skala uzunluğuna sahip farklı sayaç skalaları (göstergeleri): (a) lineer; (b) 100°; (c) 270°

Ayrıca belirli uygulamaya bağlı olacak olan sistemin maliyeti ve bakım kolaylığına dair çıkarımlar vardır. Üç haneli dijital ekran, yaklaşık 14 sinyal hattı ile bir güç kaynağı gerektirir. Analog sayaç ise sadece 2 sinyal hattı gerektirir (ancak nispeten pahalı analog çıkış kartından bir çıkışa ihtiyacı vardır). Dijital sayaçların hareketli parçaları yoktur keza analog sayaçlar daha az dayanıklıdır ve sert darbelerle hasar görebilirler.

Sayaç göstergesi (skalası), normal görme mesafesinden kolayca okunacak şekilde seçilmelidir. Göz kararı hesaba göre göstergenin uzunluğu, görme mesafesinin 1/15'i kadar olmalıdır (örneğin, 3 m'lik görme mesafesi için 20 cm skala uzunluğu). Şekil 6.17'de benzer skalası olan farklı sayaçlar görülmektedir. Normal olarak 20 skala bölümü kullanılır. Doğru görme mesafesi/skala uzunluğu seçimiyle, gözlemci %1'lik çözünürlük elde etmek için skala bölümünün on beşte birine ara değer bulabilmelidir. Belki de şaşırtıcı bir şekilde, yirmiden fazla skala bölümü skalanın darmadağın ve okuması zor gibi görünmesine neden olarak çözünürlüğü azaltabilir. Şekil 6.18'de %1'e kadar okunabilir tipik skala örnekleri görülmektedir. Yüksek doğrulukta sayaçlar vardır (BS89, %0,05'ten %'e kadar değişen dokuz doğruluk derecesi tanımlar), ancak; bunların endüstride çok az pratik uygulaması vardır.



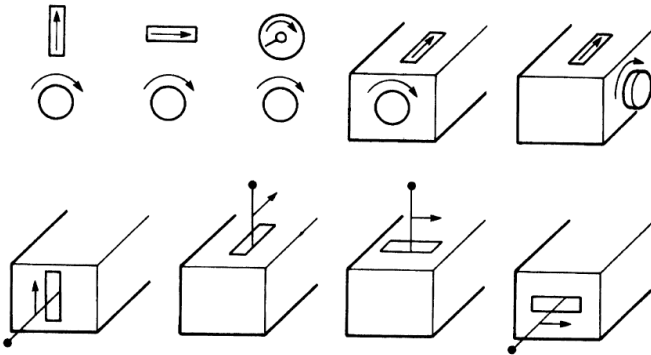
Şekil 6.18 %1 çözünürlüğe kadar okunabilir skala işaretleri



Şekil 6.19 Hassasiyetten ziyade sapmalar için taranan sayaçların gruplanması

Sayaç aralıkları, normal okumanın bütün skalanın %40 ile %60'ı arasında olacak şekilde seçilmelidir. Sayaç bloğu, anormal okuma için taranacaksa; 'normal' değer, Şekil 6.19'da görüldüğü gibi, yatay sayaç dizisi için saat dokuz yönünde veya dikey kolon için saat on iki yönünde olmalıdır.

Sayaçta gösterilen sinyalin kontrol edilmesi gerektiği yerlerde, sayaçtaki sinyal hareketi ve operatörün beklentisi arasında doğru bağı kurmak önemlidir. Herkes, Şekil 6.20'deki ilişkileri veren 'yukarı' veya 'saat yönünde'ki hareketi, 'artış' olmasını bekler.



Şekil 6.20 Kontroller ve göstergelerden insanın beklentileri. Oklar artışın (veya akışın, gücün, hızın, sıcaklığın, vs) yönünü gösterir. Hareketlere ilişkin kontroller (örneğin, vinç kontrolleri) fabrika hareketini izlemelidir

6.6 Bilgisayar grafikleri

6.6.1 Giriş

Buraya kadar, tek tek operatör cihazlarını, düğmeleri, anahtarları, göstergeleri, analog sayaçları ve dijital ekranları ele aldık. Bu işlevlerin hepsi, artan bir şekilde, bilgisayar grafik ekranları tarafından sağlanmaya başlanmıştır. Bu, özel aralıkta bir PLC ailesi için tasarlanmış görüntü cihazı (sonraki bölümde ele alınan Allen Bradley Panelview ve CEGELEC Imaçem bu türlere örnektir), genel amaçlı grafik görüntü birimleri (ABB/ASEA'nın mükemmel Tesselator gibi) ya da geleneksel endüstriyel bilgisayarlarda çalışan grafik yazılımı olabilir.

Her zaman olduğu gibi bilgisayar grafikleri kullanmanın avantaj ve dezavantajlarını düşünmek yararlıdır. Herkes tam dürüst olsaydı, seçimin ana nedeni genellikle güzel görünmeleri ve ziyaretçileri etkilemeleridir. Sonuçta bunların tamamına insanın başı ağrımadan üç beş dakika bile bakması imkansız; tüm mesele hangi bilginin gerekip gerekmediğinin araştırılması gereken ve birkaç saniyelik güncelleme hızı olan şaşırtıcı renkli yanıp sönen grafikler, bunlar. Artık bir sürü fabrikada makineler ekrandan kontrol ediliyor ve genellikle görkemli 'ziyaretçi ekranları' ve daha olağan, daha huzurlu (ve yararlı) çalışma ekranları var.

Ana avantajları kurulum kolaylığı ve esnekliktir. Grafik terminalin dış dünyayla sadece iki bağlantısı vardır, seri bağlantı (bkz. 5. bölüm) ve güç kaynağı. Anahtarlar ve göstergelerle dolu çalışma masasının yerini alması için kullanılırsa, maliyetten tasarruf çok olacaktır. Bir masanın 5x4 cm'lik bir kısmını işgal eden iyi kalite bir anahtar, yaklaşık 15-20 TL'ye mal olur; buna genellikle 16 giriş çıkışlı bir I/O kartının 1/16'sının maliyetini; sonra PLC kızağının paylaşımı, yaklaşık üç konnektörü, masaüstünü ve PLC odacığını inşa etmek için çok göbekli kabloda bir öbeklik yer ve bir sürü emeği, sonra kablonun çekilmesi, kablo göbeklerine bilezik takılması vb. ekleyin. Tüm maliyet göz önüne alındığında tek bir cihaz hala pahallıya geliyor. Yazılım maliyetleri ve grafik terminal için de hala yüklü bir maliyet vardır; ama bunlar genellikle daha ucuza malolurlar.

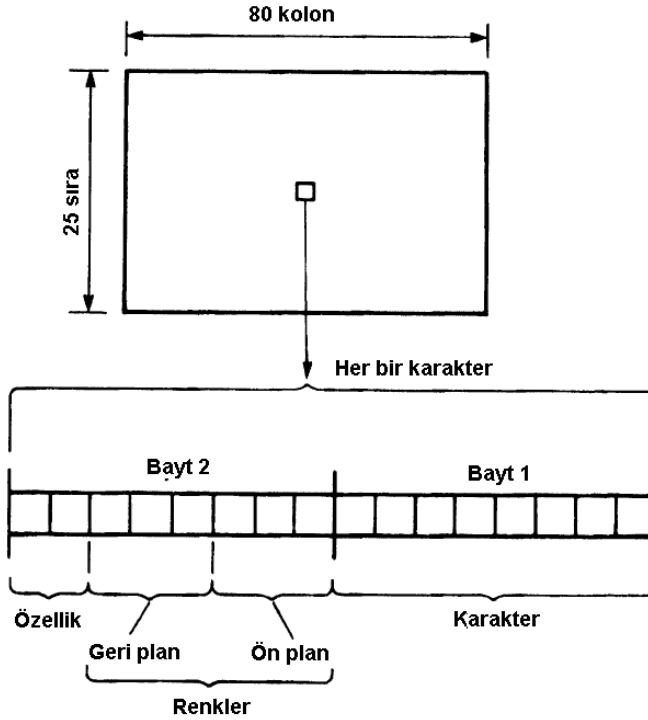
Masaüstlerinin veya kontrol istasyonlarının tasarımcısı sık sık değişiklik veya düzeltmelerle uğraşmak zorundadır. Masaüstü oluşturmak daima iyi bir zamanlama dengesi gerektirir; bütün gereklilikler açık hale gelene kadar beklemek ve bunu yapmak için minimum zaman arasında seçim yapılmalıdır. Hizmete sokma aşamasında yapılacak değişiklikler nadiren düzgün görünür.

Grafik terminaldeki ekranlar, nispeten kolay değiştirilir ve daha da önemlisi, yapılan değişiklikler, geride hiçbir iz bırakmazlar. Normal bir masaüstünün tasarımı masaüstü içeriğinin %95'i son haline geldiğinde başlayabiliyorsa, grafik ekrana %75 son haline geldiğinde başlanabilir. Bu esneklik (hiçbir iş ilk kerede doğru düzgün yerleştirilemeyeceğinden), çok yararlıdır.

Ancak dezavantajları da vardır. Bunlardan en önemlisi, tek ekranda görüntülenebilecek sınırlı miktarda bilgi olmasıdır. Bir ekranı, operatörün kritik bir kalemi tanımlamasını güçleştirerek, (bir ekrana kelime işlemcideki yazı dolu bir sayfaya benzer görünüm vererek) kalabalıklaştırmak çok kolaydır. Yararlı bir pratik hesap, ekranın %25-30'undan daha fazlasını kullanmamaktır. Tipik 80×25 karakterlik ekran için bu hem metni, hem de veriyi tanımayı içeren yaklaşık 500 mevcut konum anlamına gelir. Örneğin, 'Motor Hızı NNrpm'16 karakter kullanır.

Bunun sonucunda genellikle, genel görüntü sunan üst ekran, daha çok detay gösteren alt ekranlar şeklinde, ekran hiyerarşisi kurma gereği duyulur. Bundaki sorun ekranlarda geçiş yapmak için gerekli olan zaman gecikmesidir. Ekrandan ekrana doğrudan geçiş sayfa numarası çağırmakla (ki bu da iyi bir operatör belleği veya indeks kağıdı ya da boşa harcanmış ekran alanı gerektirir) veya bütün ekran değişikliklerini bir ara dizin sayfasıyla (ek bir gecikmeyle) yapmakla mümkündür. Bu zaman gecikmeleri küçüktür (tipik olarak bir saniyeden az); ancak toplamdaki can sıkıntısı daha da büyüktür.

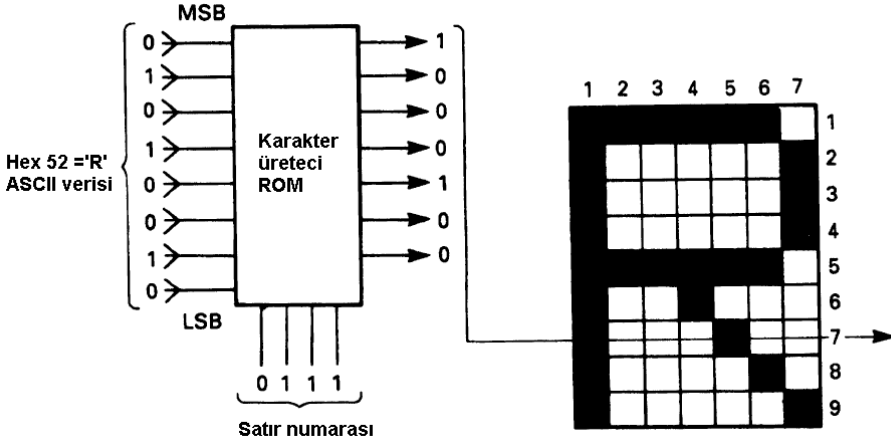
Ekran verisini güncellemek için harcanan zaman da sorun yaratabilir; özellikle de makineden makineye bağlantı söz konusuysa. Yine yaklaşık bir saniyelik yanıt süresi tipiktir; ama bu pekâlâ birkaç saniye de olabilir. Hızlı çalışan makinede arıza bulmak için grafik terminal kullanımı gerçekten uygulanabilir değildir.



Şekil 6.21 Blok grafik bellek ataması

Genellikle iki tür grafik terminal vardır. Blok grafik olarak bilinen en basitinin ekrandaki her bir karakter için bellek alanı vardır. 80x25 karakterlik ekran, böylece 2000 bellek alanına sahip olacaktır. Herbir alanın yaygın bir biçimde Şekil 6.21'deki düzenlenmiş iki baytı (bir tane 16-bitlik kelime) olacaktır. Bunlardan birincisi, 256 olasılık veren tek bayt, görüntülenecek karakteri depolar. Standart ASCII (Tablo 5.1'e bakınız) 128 alfanümerik karakter sağlar ve diğer 128 karakter ise yararlı yarı grafik karakterlere atanmıştır. Şekil 6.24'te IBM PC benzerleri ve Allen Bradley Panelview'de bulunan blok grafik simgelerinden bazıları görülmektedir. İkinci bayt, önalan rengi için 3 bit (sekiz renk verir) ve artalan rengi için 3 bit kullanarak, yanıp sönme, çift aralık veya parlak/sönük gibi işlevler için iki bit bırakarak rengi belirler.

İkinci tür ekran, tek tek karakterlerle değil 'piksel' adı verilen ekrandaki tek tek noktalarla ilgilenir. Karakterler, Şekil 6.22'deki gibi salt okunur bellekte (ROM) depolanan her bir karakter için şablon olan, tipik olarak 8 eninde 14 boyunda (IBM PC'de EGA için karakter başına toplam 112 piksel veren) piksellerden oluşturulur.



Şekil 6.22 Blok grafik üretilmesi

Orta çözünürlükteki tipik ekranın toplam 224 000 noktadan oluşan 640'a (yatay) 350 (dikey) pikseli olacaktır. Bilgisayar destekli tasarım (CAD) için yüksek çözünürlüklü ekranların çok daha fazla pikseli olacaktır. Bunlardan her birine, herhangi bir açıda çizgi çizilmesine, herhangi türde dolgu şablonların kullanılmasına ve fabrika değişkenlerinin eğilim grafikleriyle görüntülenmesine olanak sağlayarak tek tek ulaşılabilir. Herbir pikselin kendi rengi (bazı ekranlarda 256 olası renkten biri) ve yoğunluğu olabilir. Sonuç neredeyse fotoğraf çözünürlüğündedir.

En bariz maliyet, büyük bellek gereksiniminin ek maliyetidir. Sistem donanımı ve yazılımı daha karmaşıktır (böylece daha pahalıdır) ancak şaşırtıcı bir şekilde bu kullanıcıya öyle görünmez; piksel grafik ekranları programlamak blok grafik birimleri programlamaktan daha kolaydır. Ev bilgisayarlarının hepsi piksel grafik kullanmaktadır.

Sonraki iki alt bölümde blok grafik ve piksel grafik ekranlara bakacağız. İlk örnek (Allen Bradley Panelview) basit masaüstü işlevlerinin (düğmeler, göstergeler, çubuk grafikler, dijital ekranlar ve basit taklitler) yerini almak üzere tasarlanmış nispeten basit blok grafik ekran. İkincisi, GEM-80 Imaçem, piksel grafik ve güçlü grafik dili kullanan daha gelişmiş bir görüntü sistemi.

Bütün PLC imalatçılarının genellikle hem blok hem de piksel şeklinde

grafik paketleri vardır. Örneğin, Allen Bradley'in piksel tabanlı Controlview'ı ve GEM-80'in basit blok grafik video işlemcisi vardır. Siemens'in SCADIX ailesi, ABB'nin Tesselator'ı vb. vardır. Herbiri tarafından kullanılan programlama yöntemlerinde farklılıklar bulunur (temel fikirleri benzer olsa da). Tüm bunları incelemek zaman alıcı, can sıkıcı ve kafa karıştırıcı olacak.

6.6.2 Allen Bradley Panelview

Şekil 6.23'te gösterilen Allen Bradley Panelview ailesi, anahtarların, düğmelerin, nümerik ekranların ve benzeri cihazların yerini almak üzere tasarlanmış. Her ikisinin de monokrom veya renkli ekranları olan, tuş takımlı ve dokunmatik ekran versiyonları bulunmaktadır. Tuş takımlı versiyonunda operatör eylemleri, fonksiyon tuşlarına bağlanmıştır, dokunmatik ekran versiyonunda 120 dokunmatik hücre bulunmaktadır.

Bütün Panelview'ler, tam büyük/küçük harf alfanümerikleri (normal metin için) artı motorlar, pompalar vs için yerleşik ISA (Instrument Society of America) simgeleri görüntüleyebilen 640×480 çözünürlükte VGA ekran kullanır. Ayrıca kullancının tasarladığı grafik simgeler veya artalanlar sağlamak için bitmap'lar içeri aktarılabilir.

Birimin birçok görüntü 'sayfası' olabilir, limit (bellek tarafından ayarlanır) yaklaşık orta karmaşıklıkta 40 sayfadır. Bunlar standart PC'lerle programlanmaktadır.

Herhangi bir ekranın iki farklı tür nesnesi vardır. Statik nesnelere sabittir ve değişmezler. Bunlar sabit metin, sabit başlıklar ve değişmeyen grafikler için kullanılır. Daha ilginç olanı dinamik nesnelere dir. Bunlar girişlere, çıkışlara ve kontrol eden PLC'deki nümerik verilere bağlanırlar.



Şekil 6.23 Panelview ailesinden değişik paneller

Panelview'ler DeviceNet, ControlNet, Data Highway ve RS 485'i içeren, PLC ile bağlantı kurmak için çeşitli seri iletişim biçimleri kullanır. Bu bölümde örnek olarak ele alacağımız versiyon, PLC'yi normal uzaktan I/O kablosuyla bağlanır ve PLC'ye standart I/O kartı kızığı gibi görünür. İletişim biçimi ve kızık numarası Panelview'in ön konfigürasyonunun bir parçasıdır. Panelview ekranındaki göstergenin, diyelim, 7 numaralı kızaktaki 5 numaralı kartın 3'üncü bitine atanabilir ve PLC programındaki 0:75/03 adresiyle sürülebilirdi. Benzer şekilde ekrandaki düğme, yine 7 numaralı kızakta 2 numaralı kartın 14 numaralı bitine atanabilirdi ve program tarafından I:73/14 olarak okunabilirdi.

Dinamik nesnelere çekme menülerden seçilerek eklenebilir. Bunlar şöyledir:

Operatör ekranı:

Çoklu durum göstergesi (Çalışıyor, Durdu, Yavaşladı, Yalıtıldı, Arıza vs.)

Sabit veya kayan noktalı Nümerik Ekranlar (Kazanda 457 litre)

Çubuk grafikler ve skalalar (yatak veya dikey)

Yuvarlak sayaçlar ve skalalar

Alarm mesajları (pencereler olarak görünür ve bir alarm günlüğü sayfasında saklanabilir)

Mesaj ekranları ('Delme işlemi tamamlandı' gibi saklanmış ASCII dizgileri olan ön tanımlı mesajlar) Bu dizgiler ayrıca PLC'den eklenmiş verileri içerir. ('Dikkat: motor akımı XXX amperdir').

Operatörün veri girişleri:

Düğmeler. Normal olarak kapalı, normal olarak açık, mandallı, bakımlı ve kenetliyi içeren (gruptan sadece bir tanesini seçin) beş farklı türde seçim söz konusu olabilir. Düğmeler tek biti kontrol edebilir veya PLC'ye nümerik değer yazabilir. Düğme, ayrıca mesajı PLC çıkışı tarafından kontrol edilebilen iki durumlu bir gösterge içerir.

Nümerik giriş, düğmeden veya bir beliren tuş takımı penceresinden.

Liste Seçicisi, birçok kontrol seçeneğinden bir tanesini seçmek için kullanılır (örneğin, kalibre, test, çalıştır, kapat)

Farklı ekran seçme veya alarmı kabul etme gibi Kontrol Fonksiyonları.

Panelview ekranları, normal PC ekranlarda çalışan Panelbuilder yazılımı kullanılarak oluşturulur. Şekil 6.24'te ekrana düğme eklemek için izlenen adımlar görülmektedir.

Şekil 6.24(a)'da, sol tarafta Panelview içeriklerinin özeti görülmektedir. Timed Cut (Zamanlamalı Kesme) adlı Panelview ekranı çekme Objects'in (nesneler) açılması ve Pushbuttons menüsüyle seçilmiştir. Momentary'nin tıklanması Şekil 6.24(b) gibi fare ile yerleştirilmiş ve boyutlandırılmış olan bir düğmeyi ekrana getirir.

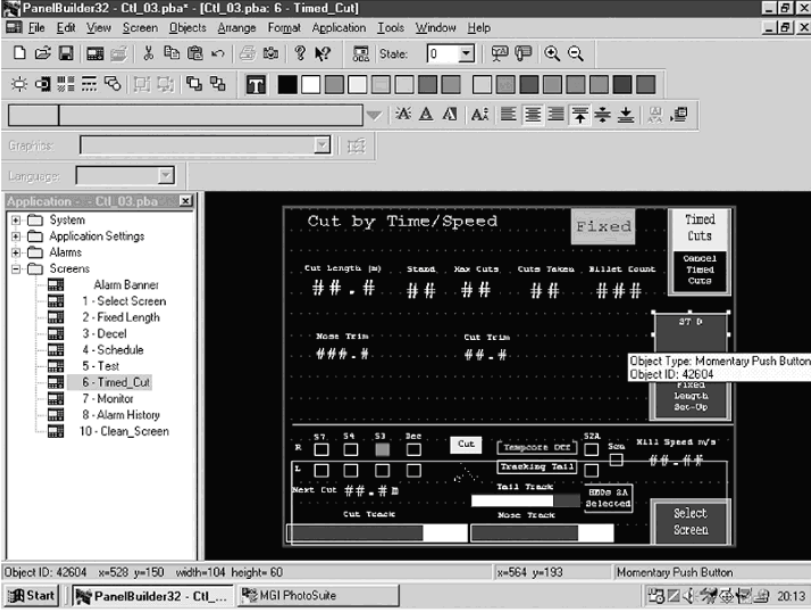
Şimdi düğmenin konfigüre edilmesi gereklidir. Düğmenin üzerine çift tıklanınca Şekil 6.24(c)'deki pencere gelir. Düğme tek bit [:single bit] olacak biçimde seçilmiştir, düğmeler ayrıca PC'ye değer yazacak şekilde de konfigüre edilebilirler.

Düğmenin PLC'ye iki bağlantısı vardır; eylemin yerine getirileceği bir giriş ve düğme ekranında durumu (örneğin, Çalışıyor/Durdu) kontrol etmek için kullanılan çıkış. Bağlantılar imlerle [:tag] yapılıdır. Bunlar bağlantının metinsel tanımıdır. Yeni düğme bir alarm kabul düğmesidir ve iki bağlantı Reset_PB (giriş için) ve Alarm_Present'tir (çıkış için). Bu imler önceden tanımlanabilir (projeyi sıfırdan başlatıyorsanız en hızlısıdır) veya herbir nesne eklenirken tanımlanabilir. Reset_PB imini seçip Edit Tag düğmesine tıkladığında Şekil 6.24(d)'deki Tag formunu ekrana getirir. Burada veri türü (bit) ve hedef adres (I:12/03) girilir. Buradaki Node Name (Düğüm Adı) bu imin uygulandığı PLC'dir. Basit Uzaktan I/O için sadece bir PLC olabilir, ancak Data Highway gibi Peer to Peer (eşdeğer) bağlantıları olan Panelview'ler veriyi birçok PLC ile değiş tokuş edebilir. Öyleyse düğümler imin uygulanacağı PLC'yi tanımlar. Ön değer Panelview'e güç verildiğinde PLC'ye gönderilen verileri tanımlar. Bütün veriler girildiği zaman OK düğmesine tıklanır. Alarm_Present çıkış imi de benzer şekilde girilir.

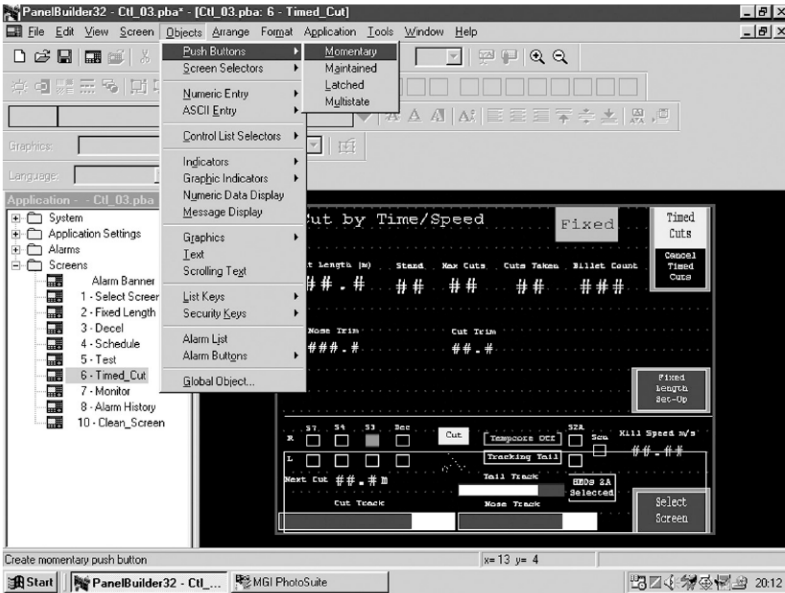
Sonra düğme ekranının durumları tanımlanmalıdır. Şekil 6.24(c)'deki States'e tıkladığında Şekil 6.24(e)'nin durum penceresini getirir. Alarm olmadığı zaman düğmenin görünmez olması gereklidir. Metin için ve nesnenin kendisi için önalın ve artalan renkleri tanımlanabilir. State 0 (sağlıklı) böylece bütün önalın ve artalan renklerini siyaha ayarlamıştır ve hiç metin yoktur. State 1, Alarm Accept (Kabul) metnine sahiptir (/R*/ yeni satırı ifade eder). Renkler gösterildiği gibi çekme menülerden veya Şekil 6.24(b)'de görülür olan renk paletlerinde sağ veya sol fare düğmesine tıklanarak tanımlanabilir. Ayrıca yazı karakteri boyutu ve hizalama kontrolleri de bu şekilde görülebilir.

Şekil 6.25'te tipik bir tamamlanmış Panelview ekranı görülmektedir.

6.6.3 Piksel grafikler; CEGELEC Imagem



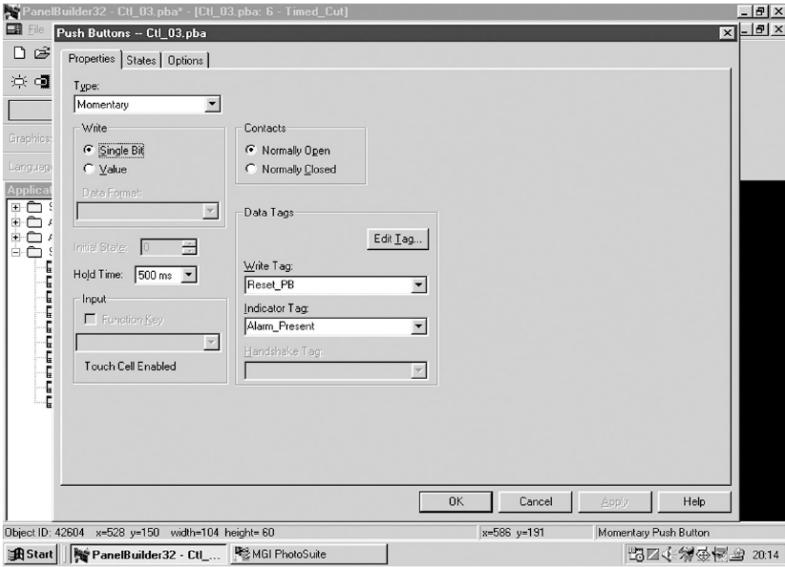
(b)



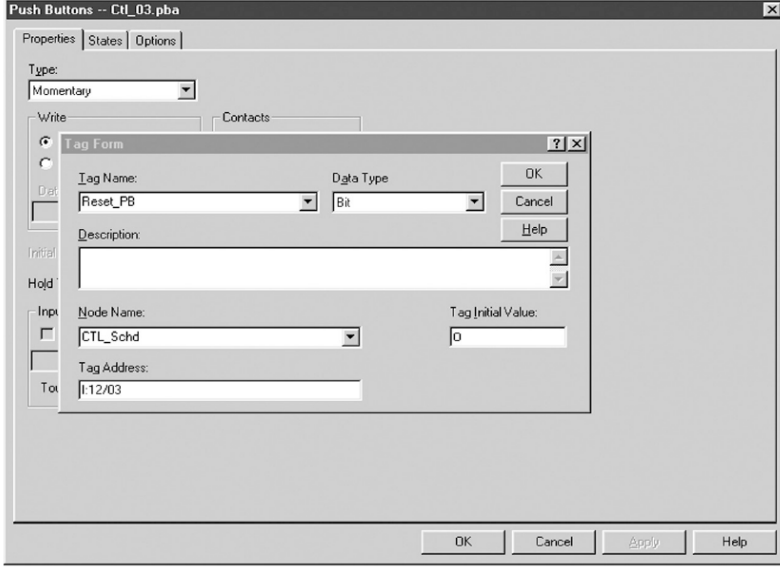
(a)

Şekil 6.24 Panelview ekranına Düğme eklenmesi: (a) Object çekme menüsünden Pushbutton seçimi; (b) ekrana yerleştirilmiş ve uyacak şekilde boyutlandırılmış düğme

Panelview, 'seç ve yerleştir' yaklaşımıyla ekrana yerleştirilmiş yarı grafik karakterleri olan grafik ekranlar oluşturur. GEM-80 Imagem, programcının ekrandaki her bir piksele erişimi olan gerçek bir piksel grafik sistemdir. Bu noktada Allen Bradley'in (Controlview adında) piksel grafik sistemi vardır ve Siemens'in ise SCADIX grafik video işlemcisi vardır. Çoğu PLC imalatçıları iki türe de sahiptir.

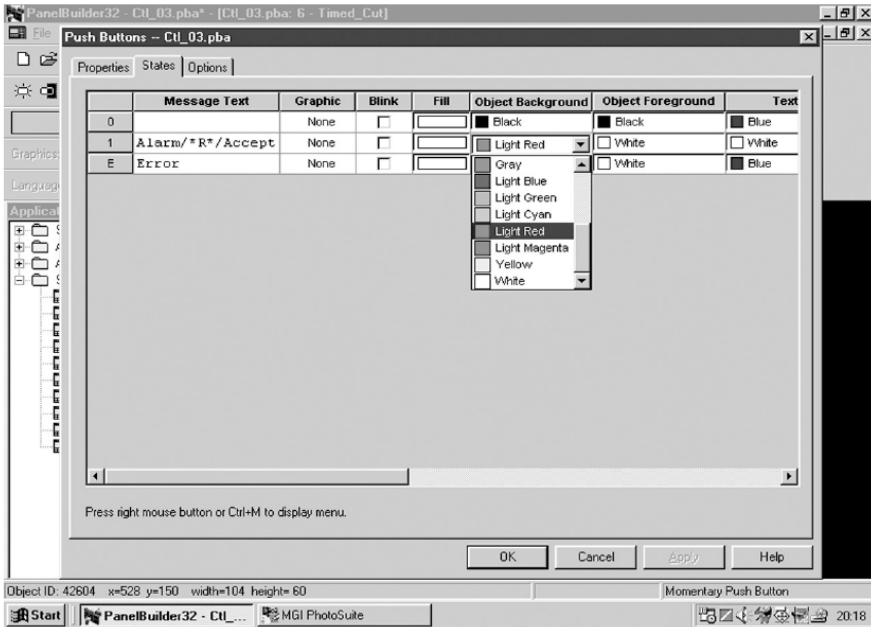


(c)



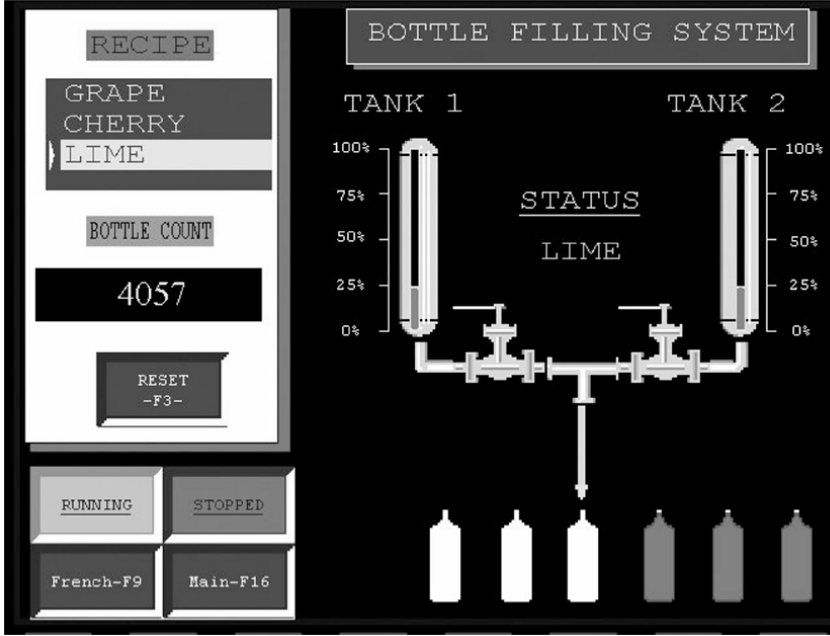
(d)

Şekil 6.24 (devam) (c) düğme türü ve im adları tanımlanıyor, giriş için birim ve ekran için bir im; (d) ismi PLC adresine bağlayan birimin tanımlanması

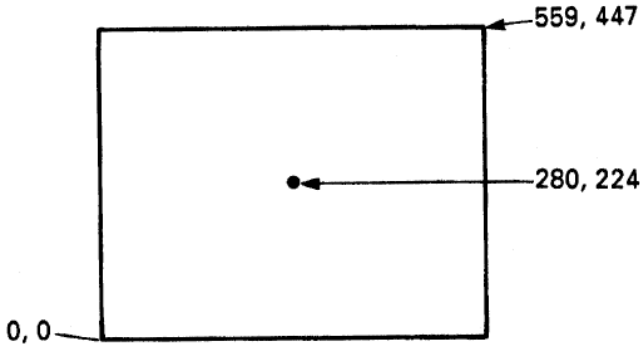


(e)

Şekil 6.24 (devam) (e) metin girişi ve ekran durumları için renk seçimi



Şekil 6.25 Tipik Panelview ekranı



Şekil 6.26 Imagem ekran alanı

Imagem ekranındaki görüntü alanı, 560 piksel genişliğinde ve 448 piksel yüksekliğinde düzenlenmiş çeyrek milyonun üzerinde noktadan oluşur. Ekrandaki bir nokta, alt sağ tarafta (0,0) noktasıyla Şekil 6.26'da gösterildiği gibi düzenlenmiş bir XY koordinatı tarafından tanımlanır. Standart bilgisayarların sol üst tarafta 0,0 olan kullanılması zor bir sistemdir.)

Herhangi bir ekranda programcı, 16 renkli paleti kullanabilir. Bunlar, 4096 renkli paletten seçilebilen 16 gerçek renktir ve tonları PLC programındaki değişkenlerle değiştirilebilir.

Piksel grafikler blok grafiklerden daha güçlüdür ve bu programlamanın ek işlevlerini kullanmak için devrede olacağı anlamına gelir. Imagem, kaliteli bir masaüstü bilgisayardaki grafik komutlara (taşı, çiz vs) özgü özellikleri olan grafik dili ve trigonometriyi içeren grafik yapılandırma için matematiksel işlevleri kullanır. Ayrıca, valf veya konveyör veya bir kez tanımlanıp sonra adıyla çağrılacak (VALF gibi) bir silo için, rutin işlere olanak sağlayan CONSTRUCT programlama işlevi sağlanmıştır. Karakterler, 128 tanımlanmamış karakteri olan ASCII setine (Tablo 5.1'e bakınız) dayalıdır. Bunların hepsi istenen herhangi bir simgeyi yaratmak için karakter editörü ile yeniden tanımlanabilir. Karakterler herhangi bir boyutta çizilebilir (X ve Y yönünde farklı büyütmelemlerle).

Bu bölümün geri kalanında Imagem görüntü diline göz atacağız. Kalan yerimizde özetten biraz ileri gidilebilir (Imagem'in 200 sayfalık Programlama Kılavuzu mevcuttur), ancak piksel grafik sistemlerinde kullanılan yaklaşımın anlaşılmasına yardımcı olabilir.

Görüntü dili, BASIC ve Pascal gibi üst düzey dillerle yakından ilişkilidir. Örneğin, ekrana basit mesaj yazmak için şunları yazabilirsiniz

```
FOREGROUND WHITE  
BACKGROUND BLUE  
WINDOW 0,0 559,447  
MOVE 205,210  
SIZE 2  
'İyi günler'
```

Burada renkler, FOREGROUND ve BACKGROUND komutlarıyla tanımlanır ve WINDOW komutu alana bu tanımın her yere (bütün ekrana) uygulandığını söyler, MOVE komutu imleci $X = 205$, $Y = 210$ koordinatına yerleştirir (ekran merkezine yakın) ve SIZE 2 iki kat yükseklikte metin sağlar.

PLC programdaki veriler metine eklenebilir. Renk, konum ve boyutun ayarlandığını kabul ederek aşağıdakini yazabiliriz:

```
`Besleme Oranı = '
DECIMAL ^##.##,W[235]
`L/dak'
NEWLINE
`Kazan Seviyesi = '
DECIMAL ^^#.#,W[236]
`metre'
```

Burada PLC programına görüntülenecek değerler için erişiliyor. Besleme oranı GEM konumu [235]'te, kazan seviyesi [236] konumunda saklanmaktadır (GEM-80 veri tablosu tanımı için Bölüm 2.3.4'e bakınız). DECIMAL komutu, hem karakter sayısını hem de ondalık nokta konumunu tanımlayarak bunun nasıl görüntüleneceğini söyler. ^ şapka işareti boş karakterdir ve # işareti ise sayıdır. Yukarıdaki komutlar şu sonucu verebilirdi:

```
Besleme Oranı= 15,25 L/dak
Kazan Seviyesi= 3,7 metre
Matematik işlevler de yer alabilir, örneğin:
`Toplam Su Akışı = '
DECIMAL, ^####,G[17] + 10*G[23] + W[146]/2
`gpm'
```

Önalan ve artalan renklerini daha önce öndeğerli renklere ayarlamıştık. Programcı renk tanımlayabilir (herhangi bir ekrandaki 16 renkli palette göre) ve PLC değişkenlerine göre değişik renkler kullanabilir. Rengin adı vardır ve en basit biçimde, ana renkler kırmızı, yeşil ve mavinin %0-100 arasında yüzdelik değerleri vardır. Örneğin, şöyle tanımlayabilirsiniz:

```
COLOUR PINK 80,10,20
```

veya fabrika değişkenleriyle kontrol edilen bir renk

```
COLOUR PWRLEVEL G[10],G[11],G[12]
```

Son tanımda FOREGROUND PWRLEVEL tanımı sonraki önalan tanımı metninin (veya grafiklerin) G[10], ile G[12] arasındaki değişkenlerinde bulunan değerlerle ayarlanmasına neden olacaktır. Yanıp sönen karakterlerin, açık kalma süresini [:on time] (saniyenin onda biri olarak) takiben ters renklerin (RGB) izlediği ve kapalı kalma süresi [:off time] (gene saniyenin onda biri olarak) ana renklerde (RGB) daha büyük bir tanımı vardır, örneğin:

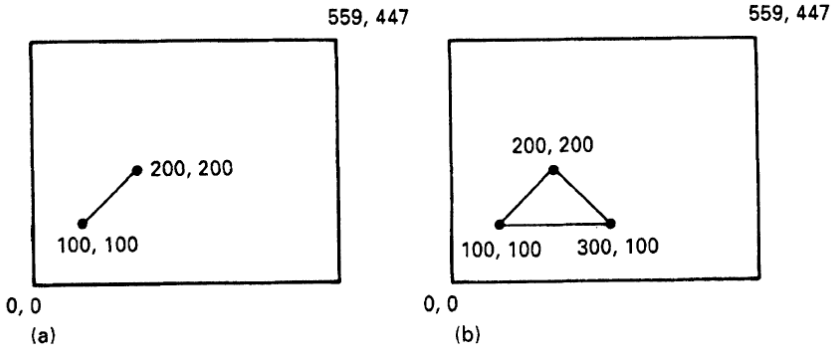
```
MOVE 100,100
DRAW 200,200
```

Figure 6.27(a)'yı üretecektir ve

```
MOVE 100,100
DRAW 200,200
DRAW 300,100
DRAW 100,100
```

ise Şekil 6.27(b)'yi üretecektir.

Bunların mutlak ekran konumlarında tanımlı konumları vardır. Görelî konumlar kullanmak genellikle yararlıdır, özellikle de grafiklerin değişkenleri olduğunda. Görelî komutlar RMOVE ve RDRAW'dır. Şekil 6.27(b) ayrıca şu şekilde üretilebilirdi:



Şekil 6.27 DRAW komutu: (a) basit çizgi; (b) üçgen

```
MOVE 100,100
RDRAW 100,100
RDRAW 100, -100
RDRAW -200,0
```

Çizgi genişliği boyut komutuyla ayarlanabilir; SIZE 5 çizgileri 5 piksel genişli-

ğinde yapar. Çizgi tipi (noktalı, çkesik çizgi, vs) önek ile tanımlanabilir; örneğin

```
DRAW 157,203,3
```

157,203 konumunda noktalı çizgi (3 önekiyle belirenir) oluşturur. Çizim komutları PLC veri tablosu alanındaki değerle ilişkilendirilebilir. Örneğin, çubuk grafik çizmek için:

```
SIZE 7
MOVE 0,400
DRAW W[62],400
MOVE 20,20
DRAW 20,W[45]/62.5+15
```

Bu iki çubuk grafik çizecektir; W[62]'ye doğrudan bağlanmış bir tane yatay ve W[45]'in içeriğindeki matematik bitleriyle belirlenen bir tane dikey.

Çubuk grafik bloğu FOR komutu kullanarak çizilebilir. Bu BASIC'teki FOR/NEXT döngüsü ya da Pascal'daki FOR/BEGIN/END yapısı gibi çalışır. Biçimi aslında açık parantezler '(' başlamak için kapalı parantezler ')' ise bitirmek için kullanılmasıyla Pascala çok benzerdir. Örneğin,

```
SIZE 7
FOR A=1 TO 10
(MOVE 20*A,20
DRAW 20*A,W[15+A])
```

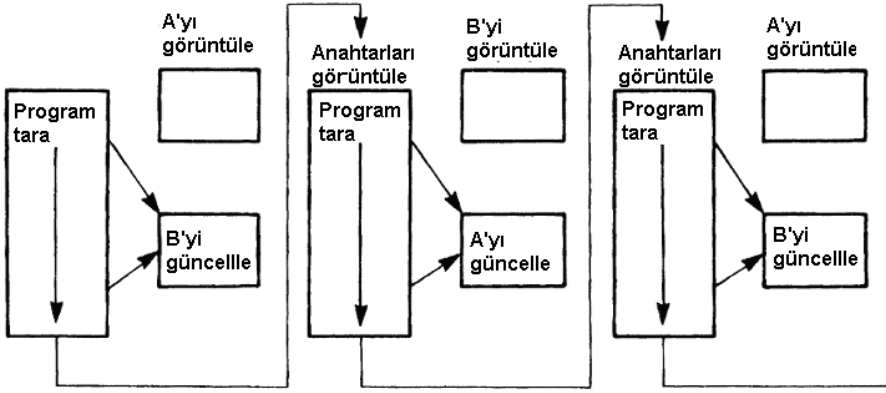
W[16], W[17]'deki değerler için; on tane dikey çubuk grafiği W[25]'e çizer. Burada 'A' Imagem'in iç değişkenidir.

Bu noktada fabrika değişkenleriyle kontrol edilen grafiklerin eski değerleri silmeden veya can sıkıcı yanıp sönmelere neden olmadan, nasıl değiştirilebileceği konusunda kafanız karışmış olabilir. Prensip Şekil 6.28'de gösterilmiştir. Imagem'in iki ekranı vardır; bunlara A ve B diyelim. A ekranı görüntülenirken, B ekranı programdan artalarda güncellenir. Bu güncelleme bittiğinde, ekranlar değiştirilir, B görüntülenir ve A güncellenir. Bu değiş tokuş kullanıcıya görünmez, çok yumuşak güncellemeler sağlar. Bir analog sayaç göstergesinin, 1500

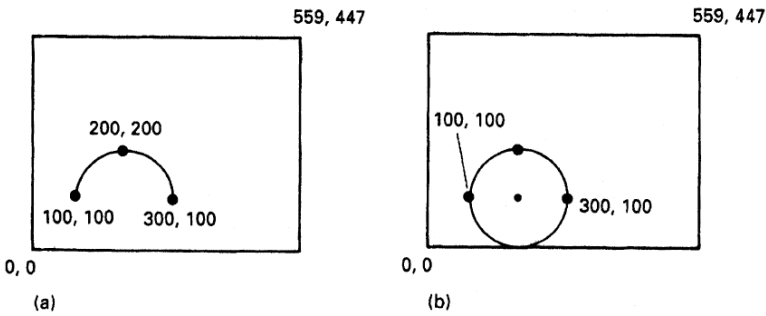
değerine karşılık gelen 90 derecelik açıyla $W[127]$ 'deki değerle belirlenen açıda 200,200'den başlayan 50 piksellik bir çizgi çizen

```
MOVE 200,200
DRAW 50*COS[90*W[127]/1500],50*SIN[90*W[127]/1500]
```

ile simüle edilmesine olanak sağlar. VIA komutuyla yaylar çizilebilir,



Şekil 6.27 Imagem'de ekran güncelleme işlemleri



Şekil 6.29 VIA komutu: (a) yay; (b) daire

```
MOVE 100,100  
DRAW 300,100 VIA 200,200
```

Şekil 6.29(a)'yı verir, ve

```
MOVE 100,100  
DRAW 100,100 VIA 300,100
```

Şekil 6.29(b)'de olduğu gibi bir daire verir. Üçgen için öntanımlı kelimeler sağlanmıştır

```
TRIANGLE X1,Y1,X2,Y2,X3,Y3
```

ve dörtgen için

```
RECTANGLE X1,Y1,X2,Y2
```

burada noktalar karşı köşeleri tanımlar. Bir önek, DRAW komutu için tanımlandığı gibi satır türünü (düz, kesik) tanımlar. Programcı biçim, diyelim ki bir konveyer tanımlayabilir ve bunu

```
CALL CONVEYOR (parametre listesi, yani boyut, konum, durum)
```

komutuyla tekrarlayabilir.

Düz biçimler, CLOSED kalıbın içine gidip FILL komutu kullanılarak üretilebilir.

Fabrikanın durumunu göstermek için sık sık koşullu testler gerekli olur; alarm durumları veya çalışıyor/durdu yaygın örneklerdir. Bunlar en basit biçimde rengi değiştirilebilen IF/THEN/ELSE komutuyla sağlanabilir:

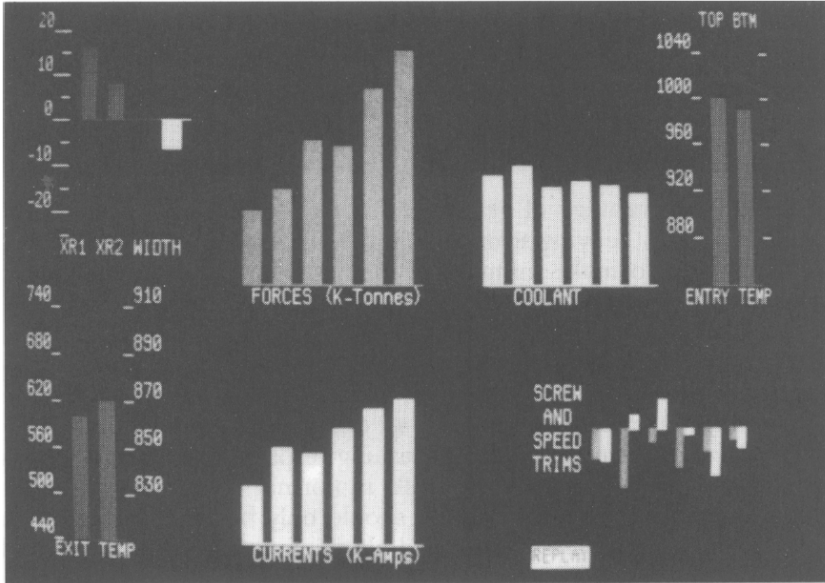
```
MOVE 50,450  
IF A[14].3 THEN  
    FOREGROUND GREEN  
    ('Çalışıyor')  
ELSE (FOREGROUND RED  
    'Durdu')
```

burada A[14].3 fabrika I/O sinyali ekrandaki mesajı ve rengi değiştirir.

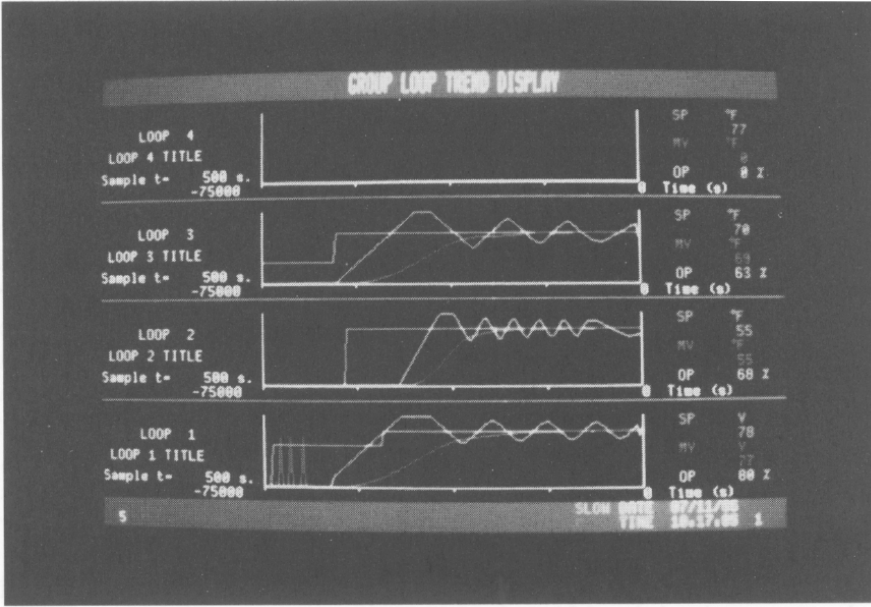
Buraya kadar sadece bir ekranı ele aldık. Açıktır ki grafik sisteminin yararlı olması için, birçok ekran görüntüleyebilmesi ve kontrollü olarak ekranlar arasında geçiş yapma yöntemine sahip olmalıdır. Yukarıda oluşturulan ekranlar (GEM bunlara 'formatlar' diyor) GEM-80'in ve bir (veya daha çok) Imagem işlemcisinin erişebildiği bellek kartında düzeltilmiş ve saklanmıştır. Imagem istediği zaman dört ekran görüntüleyebilir (sonuç PC'deki pencerelere benzerdir). Kontrol GEM-80'inin, herbir Imagem'in, birincisinin elbette L0, L1, L2, L3 olduğu, dört bellek alanına sahip veri tablosunda bir L tablosu vardır. Bunlara görüntülenecek ekran numaraları yazılır. Basit, üst üste gelmeyen ekranlar için, dört tane-den sadece biri kullanılır ve diğerleri sıfır değeri içerecektir. Şekil 6.30'da tipik Imagem ekran örnekleri görülmektedir.

6.6.4 Siemens Simatic HMI ailesi

Siemens, sadece basit metin ekranlardan tamamıyla bilgisayar tabanlı Scada sistemlerine kadar geniş yelpazede operatör terminaller sağlar.



Şekil 6.30/a GEM-80 Imagem Trend ve Çubuk grafik ekranları



Şekil 6.30/b GEM-80 Imagem Trend ve Çubuk grafik ekranları



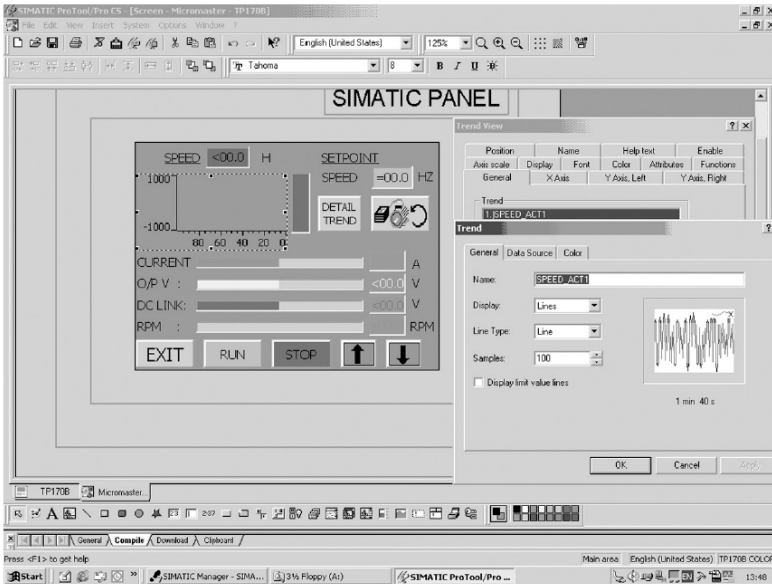
Şekil 6.31 Siemens HMI ailesinin bazı üyeleri

Ailenin tipik üyeleri Şekil 6.31'de gösterilmiştir. Windows ME'ye dayalı olarak kontrol PLC'leriyle Profibus DP (Bölüm 5.5.7'ye bakınız) ve diğer seri iletişim standartları yoluyla iletişim kurarlar.

Terminaller Şekil 6.32'de gösterilen Siemens ProTool yazılımıyla konfigüre edilir ve Siemens C7 cihazından özel olarak bahsetmek gerekir. Aynı PLC'ye ve operatör terminaline sahip olmaktan ziyade ikisini bir araya toplar. C7, fabrika görüntü ekranı VE PLC'sidir. Kontrol için Siemens S7 standart PLC yazılımını ve ekran konfigürasyonu için ise ProTool yazılımını kullanır.

6.6.5 Pratik hususlar

Grafik ekranların ana avantajı hataları geride iz bırakmadan, gerçi biraz maliyetle, düzeltbilmesidir. Bununla birlikte, herşeyden önce hata yapmamak en iyisidir. Belki de en önemli husus, sistemin yönetici ve ziyaretçiler için değil, günde yaklaşık sekiz saat önünde oturacak operatör için tasarlandığının farkına varmaktır. Yine de etkileyici 'ziyaretçi ekranları' bulundurmakta da yarar çoktur, ancak önemli olan izleyecek olan operatördür. Her şeyin ötesinde, video oyunu tasarlamadığınızı unutmayın.



Şekil 6.32 ProTool yazılımı kullanılarak TP170B'de trend grafiği ekleme konfigüre etme

Tipik bir hata, yanıp sönen ekranların (ve masaüstlerinde yanıp sönen ışıkların) aşırı kullanılmasıdır. Normal çalışma koşullarında bir video ekran (veya bir masaüstü) yanıp sönmemeli veya göz kırpmamalıdır. Yanıp sönmeme, sadece operatörün dikkatini (örneğin beklenmedik bir anda, beklenmedik bir alarm,) çekmek için kullanılmalıdır ve operatör harekete geçtiğinde sabit hale gelmelidir. Ekran, sabit metnin yanındaki yanıp sönen küçük bir kutu çok daha canayakın ve yanıp sönen metinden çok daha kolay kabul edilebilir. Çeşitli yoğunluklarda yanıp sönen metin (parlakten sönmüğe doğru) metin açık/kapalı (var/yok) durumundan çok daha iyidir ve okuması neredeyse olanaksız olan metin ile artalanın sırayla renk değiştirmesinden kaçınınız.

Çok rastlanan sorunlardan biri, SİZE BÜYÜK HARFLERLE BAĞIRAN ekranlardır. BÜYÜK HARFLERLE KONUŞMAK biz fanilere uygun değildir! Şaka bir yana, küçük harfli metinleri okumak her zaman daha kolaydır. Ayrıca herbir İsim veya Fiilin ilk Harfini Büyük Harflerle Yazmak, yorumlamayı kolaylaştırır. Bütün modern ekranlar, küçük ve büyük harfleri destekler. Birinci harflerin büyük yazılmasının dikkatli kullanılması metni vurgulamak ve operatörün dikkatini çekmek için kullanılabilir.

Ekranlar saçıştırılmamış ve tutarlı olmalıdır. %25-35 kullanım kuralı, operatörün ilgili bilgi için ekranı hızla tarayabilmesine olanak verdiğinden iyi bir başlangıç noktasıdır. Tutarlılık, benzer işlemlerin renklerinin, farklı ekranlarda aynı anlama gelmesiyle benzer yollarla yapılmasını sağlar. Örneğin, pompalar, bir ekranda ayrı başlat/durdur düğmeleri ile ve başka bir ekranda ise push on/push off tekli düğmelerle çalıştırılmamalıdır. Eğer 'Yol Sonu' limit anahtarı bir ekranda sarıysa, hepsinde sarı olmalıdır (kırmızı, yeşil veya mavi değil). Tutarlılık sorunları normalde işe birden fazla kişi karıştığında ortaya çıkar ve genellikle projenin başında standartların konmasıyla üstesinden gelinebilir.

Parlak renkler (sarı/beyaz) gözleri yorar ve geniş alanlarda kullanılmamalıdır (ve artalan renkleri olarak kullanılmaktan kaçınılmalıdır). Aşırı kullanım operatörün parlaklığı kısmasına sonuç olarak olasılıkla gerekli bilgiyi karanlıkta kaybetmesine neden olacaktır. Gri çok daha dinlendirici artalan rengidir. Siyah artlanda mavi karakterler, kontrast veya parlaklık kısılırsa, gözden kaybolmaya özellikle hassastır.

İyi renk kombinasyonları, yeşil üstüne siyah, sarı üstüne siyah, kırmızı üstüne siyah, beyaz üstüne kırmızı, beyaz üstüne mavi, beyaz üstüne yeşil, siyah üstüne kırmızı, siyah üstüne yeşil ve mavi üstüne beyazdır (sonuncusu büyük metin

alanları için çok iyidir ve çoğunlukla kelime işlemciler için kullanılır).

Kaçınılacak renk kombinasyonları, sarı/yeşil ve sarı/beyaz (iç içe geçer) ve ince detaylar için siyah üzerine mavi (görünürlük kontrast ve parlaklık kontrollerinin ayarına bağlıdır). Cyan/mavi de okunaksız mavimsi bloğa dönüşme noktasında iyi değildir.

Dokunmatik ekranlarda yararlı bir standart, etkinleştirilmemiş düğme için siyah üzerine renk ve etkinleştirilmiş durum için renk üzerine siyahtır. Örneğin, başlatma ve durdurma düğmelerinde, durmuş durumda başlatma düğmesi 'Başlat'ı siyah üzerine yeşil olarak görüntüleyecektir ve durdurma düğmesi 'Durdu'yu kırmızı üzerine yeşil olarak görüntüleyecektir. Başlatma düğmesine basıldığında 'Çalışıyor'u yeşil üzerine siyah, durdurma düğmesi 'Durdur'a geçtiğinde siyah üzerine kırmızı olacaktır.

Ekran çevresindeki ortam dikkatle göz önüne alınmalıdır. Ekranların çoğu dik açıyla kurulur ve yukarıdan gelen ışıklardan ve pencerelerden can sıkıcı yansımalara meyillidir. Parlak aydınlatma (hepsinin ötesinde doğrudan güneş ışığı) ekranın okunması imkansız hale getirebilir.

Ekranlar ayrıca manyetik alanlardan ters etkilenirler. Elektrik motorlarına, transformatlara veya yüksek akım kablolarına yakınlık, görüntünün sallanmasına renklerin değişmesine neden olacaktır. Bu etkinin önüne monitörün mu-metal kafes ile yalıtılmasıyla geçilebilir (normal çelik veya demir işe yaramaz).

Düzgün olarak monte edilmesini zorlaştıran ve değiştirmeyi daha da zorlaştıran, monitörlerin boyutu ve ağırlığı çoğunlukla gözden kaçırılır. Erişim olabildiğince kolay olmalıdır; sonu gelmeyen uzun montaj vidalarını sökerken bir elinde 25 kg'lık monitörü yerinde tutmaya çalışmak pek eğlenceli değildir.

Ekranlar bozulabilir ve bunun ne anlama geleceği tasarımda ele alınmalıdır. Bütün fabrika kontrolü ekranlarla yapılıyorsa, yedek olanın yerleştirileceği ve arızalı birimin değiştirileceği on on beş dakika boyunca ne olacak? Bu sorunu çözmek için çoğunlukla ikili ekranlar (ana ve yedek) kullanılır.

6.6.6 Veri girişi

Operatörün veri girmesi ve işlemleri başlatması gerekecektir. Klavyeler bir yaklaşımdır ancak çoğu kişinin arası bunlara iyi değildir (ev bilgisayarları burada

yardımcı olur) ve klavyeyi bağlayan kablo daima hasara yatkındır. Kirli çevrelerde tuşlar tozdan bloke olabilir ve geribildirimli dokunmatik membran tuş takımları kullanılmalıdır.

Yararlı başka bir yaklaşım, yazılım tuşlarıdır. Burada bir dizi düğme (genellikle 10 tane) ekrandaki (yazılım tarafından sürülen) blok setinin altındaki klavyeye yerleştirilir. Böylece düğmeler, Şekil 6.31’de gösterildiği gibi ekran değişikçe anlamlarını değiştirirler.

Operatörün ekrandaki bir yere erişmesi gerekiyorsa, imleç denetim (izleme) topu [:tracker ball] yararlı bir cihazdır. Bu, baş aşağı duran fare gibi ekrandaki imlecin hareketini kontrol eder. Bütün normal işlemler imleç denetim topundaki üç düğmeyle ve bir nümerik tuş takımıyla yerine getirilebilir. İmleç denetim topları, alt taraflarından açık oldukları için ve toz aşağı düştüğü için tozlu ortamlarda şaşırtıcı bir şekilde iyi çalışırlar. Fare benzer bir işlevi yerine getirir, ancak: hasara ve toza karşı hassastır ve işte bu yüzden ofis ortamı için daha uygundur.

Dokunmatik ekranlardan kısaca söz etmiştik. Ekran alanını operatör kontrolleriyle birleştirerek çok tümleşik bir arayüz sağlarlar, ancak; dikkatli kullanılmalıdır. Elbette ki operatörün bir düğmeyi hissetmesi için dokunmatik geribesleme yoktur ve bu yüzden kontrolleri çalıştırırken operatörün fabrikaya (ekrana değil) bakmak zorunda olduğu uygulamada tavsiye edilmez.

Ayrıca düğmelere yanlışlıkla basmak da kolaydır. Benzeri bir sonuç dokunmatik ekran temizlenirken ortaya çıkabilir; bu amaç için her zaman boş ekran sağlanmalıdır. Ekrana sürekli dokunmak, bu sorunu vurgulayan yağlı parmak izlerinin birikmesine yol açar.

6.7 Mesaj ekranları

Basit bir metinsel mesajın, muhtemelen eklenmiş veriyle birlikte, görüntülenmesi gerektiğinde, ASCII kodu taşıyan basit seri bağlantı ile sürülen mesaj ekranları kullanılabilir. Kontrol PLC’si belleğinde sadece bir ASCII dizgisi saklar ve bunu eklenmiş değişken verisiyle birlikte, Bölüm 5.2.8’de açıklandığı gibi ASCII modülü gibi bir cihaz yoluyla çıktı verir. Alternatif yaklaşım, ‘Mesaj 23’ü görüntüle’ demesine olanak sağlayan birkaç paralel hatlı PLC ile önkodlu mesajları ekranın kendisinde saklamaktır.

6.8 SCADA paketleri

PC'lerin ortalama PLC'den çok daha iyi grafik kabiliyeti vardır, bu yüzden insanlar ve PLC sistemler arasında bağlantı olarak, PC'lerin kullanım ya başlanması şartırtıcı değildir. Bunlara genellikle SCADA [Supervisory Control and Data Acquisition] (Süpervizör Kontrol ve Veri Kazanımı) sistemleri adı verilir. Adından da anlaşılacağı gibi bu sistemler üst düzey denetçi olarak görev yaparlar ve çoğunlukla fabrika ayarlarını belirlemek ve yüksek kaliteli ekranlarda fabrika durumunu görüntülemek için kullanılırlar. Ayrıca olaydan sonra sorunların incelenmesine olanak sağlayan birkaç günlük performans kayıtlarını saklar.

Diğer yaygın özellikler trending (fabrika verilerinin zaman tabanlı tarihsel grafiklerinin üretilmesi) ve alarm ihbarlarıdır. Alarm ihbarlarının kullanımı dikkat gerektirir. Bir SCADA sisteme alarm eklenmesinin kolaylığı operatörü alarmlara boğabilecek ve ihmal edilebilecek çok sayıda alarmın yerleştirilmesine yol açabilir. Operatörlerin dakikada otuzun üzerinde alarm mesajlarına saatlerce maruz kaldığı mesela 1994'teki Milford Haven petrol rafinerisindeki patlamaya ana katkıyı, gereksiz alarmların yol açtığı düşünülmektedir. SCADA sistemler bu soruna hassastır, ancak; herhangi bir alarm sisteminin öncelik grupları ve bir biçimde nedensel alarmları bloke eden first-up sistemine sahip olmalıdır. Alarm ihbarı konusu Bölüm 6.4'te ele alınmıştır.

Güvenlik sisteminin de ele alınması gerekir. Eğer SCADA sistem bozulursa, yedek parçanın değişimi için geçecek yaklaşık otuz dakikalık sürede hangi kontroller gerekli olacaktır, bu süre içinde fabrika körlemesine çalışabilir mi veya her zaman ikinci yedek sistem olmalı mıdır?

Şekil 6.33'te popüler Citect paketi üzerine kurulmuş tipik yüksek kaliteli SCADA ekran görülmektedir. Bu, PLC içindeki verilere bağlı olan birçok nesneden oluşur. Çalışması, Bölüm 6.6.2'de ele alınan Panelview gibi 'imler' [tags] etrafında kurulur. Bunlar PLC tarafından oluşturulan fabrika bilgisi veritabanı olarak düşünülebilir. İm veritabanının tanımı oluşturulması bir SCADA sistemin oluşturulmasında işin esas bölümüdür; ekranların oluşturulması tam bir eğlencedir!

The screenshot shows the 'Variable Tags [Environment]' window. The 'Variable Tag Name' is 'd_Hot_Gas_Cpl_Pump_1', 'Data Type' is 'DIGITAL', 'I/O Device Name' is 'Env_A_Bag', and 'Address' is 'N70:0/08'. The 'Comment' field contains 'Hot Gas Coupling Pump 1 Contactor'. At the bottom, it shows 'Record : 1' and 'Linked: No'.

(a)

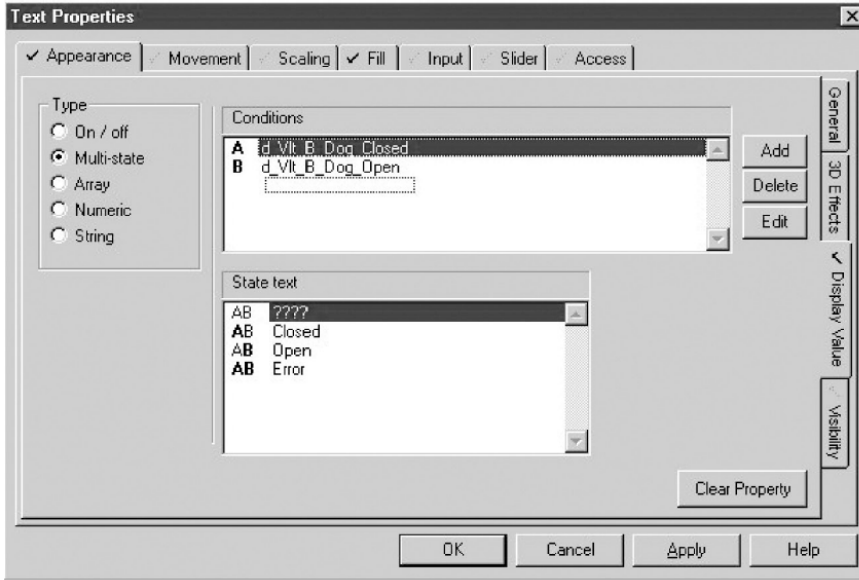
The screenshot shows the 'Variable Tags [Environment]' window. The 'Variable Tag Name' is 'i_Car_Outlet_Temp', 'Data Type' is 'INT', 'I/O Device Name' is 'Env_C_Pulpit', and 'Address' is 'N117:28'. The 'Raw Zero Scale' and 'Eng Zero Scale' are both set to '0'. The 'Raw Full Scale' is '1000' and the 'Eng Full Scale' is '100.0'. The 'Comment' field contains 'Car Outlet Temperature'. At the bottom, it shows 'Record : 398' and 'Linked: No'.

(b)

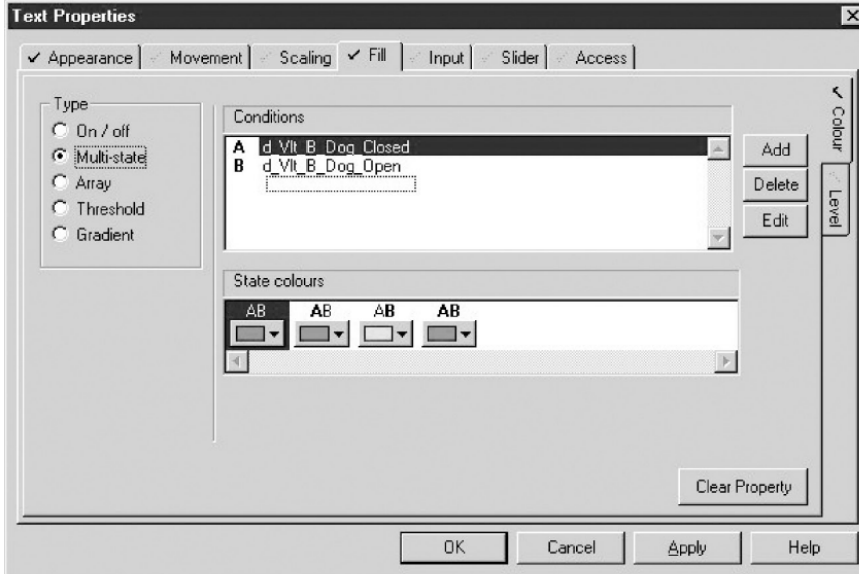
Şekil 6.34 Bir SCADA sistemde im tanımı. İm tanımlamanın tutarlı bir yolu kullanılmalıdır.(a) Dijital (Açık/Kapalı) imi. İm adının dijital için d ile başladığına dikkat edin;(b) Tam-sayı imi, gene tamsayı [:integer] için im adının i ile başladığına dikkat edin

Şekil 6.35(a)'da bu limitlerle bağlantılı metin görülmektedir. Sadece bir tane mevcutsa, metin durumu verir. Örneğin, hareket esnasında hiçbiri mi, yoksa ??? görüntülenir. Her ikisi de mevcutsa, hata vardır.

Şekil 6.35(b), dört olası durumun herbiri için metnin rengini ayarlar. Geçerli durumlar (açık/kapalı) Yeşil, geçiş durumu Sarı ve arıza durumu Kırmızıdır. Fakat uygulanabilecek diğer işlevler için nesne etrafındaki diğer imlere dikkat edin. Olasılıklar çok fazladır.

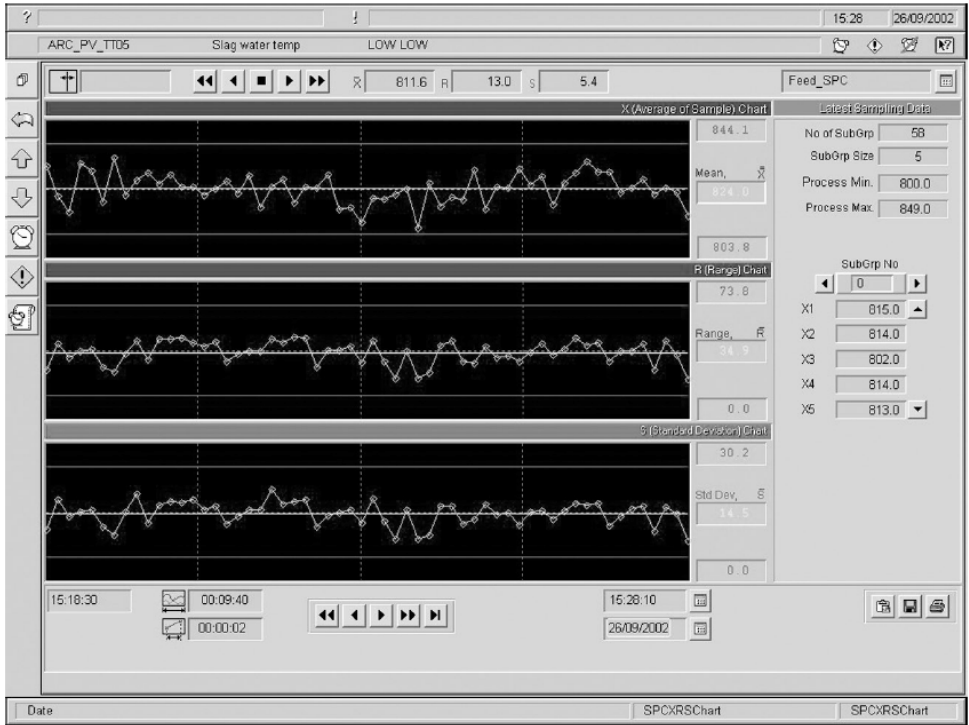


(a)



(b)

Şekil 6.35 Nesne için özellik tanımlanması: (a) basit metin nesnesi için metin tanımı; (b) metin nesnesinin renk tanımı



Şekil 6.36 SCADA sistemde trending, bu örnekte fabrikanın önemli sinyallerinin değişimini gösteren istatistik işlem kontrolü (SPC) için.

Trending, SCADA sistemlerin güçlü yönlerinden birisidir. Herhangi bir imlenmiş değişken trendlenebilir ve isteğe göre ekranlar operatörler tarafından oluşturulabilir. Y yönündeki aralıkta X yönündeki zaman tabanında, örneğin arıza bulma için seçilebilir ve değiştirilebilirler. Şekil 6.36'da, bu örnekte istatistik işlem kontrolü (SPC) için kullanılan tipik trend ekranı görülmektedir. Ekrandaki kaydırmaya, zumlamaya ve kontrollerin ölçeklenmesine dikkat edin.

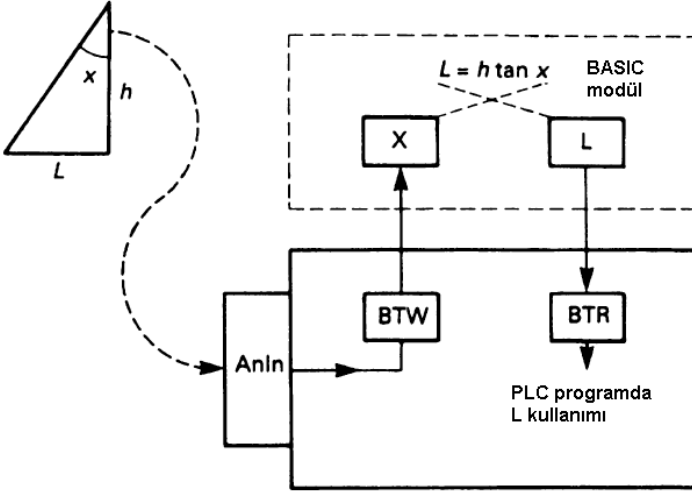
7. Bölüm: Bilgisayarlarla Endüstriyel Kontrol

7.1 Giriş

Bu notların neredeyse yarısına yakını, programlanabilir denetleyicilere dayalı bilgisayar kontrolüyle ilgili. Bu bölüm, geleneksel bilgisayarların buna benzer bir rolü nasıl yerine getirdiğini görmek üzere tasarlandı. Denetim hiyerarşisi düşüncesi Bölüm 5.3.5'de gösterilmişti ve bunun tipik düzeni Şekil 5.28(a)'da gösterilmişti. Burada 3. üst seviye, muhasebe, raporlama ve yönetim için şirket sunucularıdır. 2. seviye, (geçmişte DEC-VAX ve 11/73'ler gibi minibilgisayarlar ya da şimdilerde) yine üretimde ve ticari bölümlerde kullanılan güçlü bilgisayarlara dayalıdır. Bunlar daha ziyade fabrika olayları ve veri toplamaya dayanan liste hazırlama, rapor hazırlamayla ilgilidir. 1. alt seviye ise, doğrudan doğruya fabrikaya, imalata bağlıdır ve gerçek zamanlı kontrolü yerine getirir. PLC'ler bu seviyede çalışırlar ve burada genel amaçlı bilgisayarların, çoğunlukla PLC'lerle bağlantılı olarak bu seviyede nasıl çalışabileceği gösterilmektedir.

PLC'lerin ne kadar güçlü olduklarını gördük ve bu yüzden neden bilgisayar kullanılsın gibi açık bir soru ortaya atılabilir. Ana avantaj, büyük matematiksel hesaplama gücü, yüksek hız ve yazıcılara, klavyeler ile benzerlerine kolayca bağlanabilmesidir. Programları değiştirmek genellikle uzmanlık bilgisi gerektirir. Bu, uygulamaya bağlı olarak avantaj veya dezavantaj olabilir. PLC programını anlamak ve değiştirmek kolaydır. Program değişikliklerinin takibini yapmak ve kontrol etmek mühendislik yönetimi için zor olabilir.

Bütün PLC'lerin şifre veya parola ile bir tür erişim kontrolü vardır, ancak; bunlar gerçekten küçük korumalardır. Erişim, şifre veya parolalar sahibi olması gereken bakım personeline sağlanmalıdır. Kaçınılmaz olarak 'geceyarısı programcıları' olacaktır. ROM'da derlenip saklanmış olan 'C' dilinde yazılmış programı olan bilgisayar, banka kasası kadar güvenlidir. Eğer uygulamanın birkaç gerçek I/O'ya gereksinimi varsa, çok sayıda matematiksel işleme gereksinimi varsa, değişmesi olası değilse veya birçok yazıcıya veya grafik ekrana gereksinimi varsa veya güvenlik önemliyse, geleneksel bilgisayar akıllıca seçim olabilir.



Şekil 7.1 Alan Bradley'in BASIC modülü

Aslında bir noktaya kadar tüm bu söylenen özellikler, PLC'lere takılabilecek özel modüllerle de sağlanabilir. Örneğin, Allen Bradley'in PLC-5 sistemine takılabilecek BASIC modülü (1771-DB), bilinen eskimiş bir örnektir. Bu, BASIC dilince programlanabilen ve RS232 bağlantı noktası vasıtasıyla çevreyle (grafik terminaller, klavyeler, yazıcılar vs) ve blok transfer okuma ve yazma vasıtasıyla (Bölüm 4.4.5'te açıklanmıştır) PLC'deki verilerle iletişim kurabilen küçük bir bilgisayardır. Şekil 7.1'de, matematiksel işlemin (daha çok bir matematiksel işlemci olarak davranan) BASIC modülüne geçirildiği örnek görülmektedir. Bir başka eski ve yaygın uygulama ise, üst düzey bilgisayarın olmadığı durumlarda, yazılı raporlar hazırlamaktır.

Genel olarak bu seviyedeki bilgisayarlar, iki kategoriye ayrılmaktadır: veriyo-lu tabanlı sistemler ve her yerde bulunan PC ailesinin endüstriyelendirilmiş benzerleri. Bu bölümün geri kalanında bu sınıfa ait endüstriyel bilgisayarlar kısaca ele alınacaktır. Daha ayrıntılı bilgileri, yine EMO için hazırlanan "Kontrol Notları"nın diğer bölümlerinde bulabilirsiniz.

7.2 Veriyolu tabanlı makineler

7.2.1 Giriş

Herhangi bir bilgisayarın mimarisi (bu PLC, kişisel bilgisayar, mini bilgisayar, oyun makinesi veya şirket ana bilgisayarları olsun) Şekil 7.2'deki gösterilebilir ve bir merkezi işlemci (CPU), bellek alanı ve dış dünyaya bağlı giriş/çıkış (I/O)'dan oluşur. Bunlar üç öğeden oluşan veriyolu sistemiyle (önce hangi kaynağa yöneltildiğinize bağlı olarak busbar veya omnibus) bağlanırlar. Veri veriyolu [:data bus] çeşitli öğeler arasında veri taşır: I/O ile bellek arasında, bellek ile CPU arasında vb. Adres veriyolu [:adress bus], belleğin veya veri hareketiyle ilgili olan I/O bağlantı noktasının adresini taşır. Örneğin; 'C'yi yazmak için, veriyolu 17 numaralı I/O bağlantı noktasından getir' veya 'D yazmacının içeriğini E147 hex adresindeki yer adresinde sakla.'

Son veriyolu tipi, kontrol veriyoludur [:control bus]. Bu zamanlama ve yön sinyallerini taşır. Bu yapı genişleyebilir DIY bilgisayarının uygulamaya konması düşüncesine olanak sağlar. Veriyolu; veri, adres ve kontrol sinyalleri için bağlantıların yapıldığı baskı devre üzerinde tasarlanır. Böylece tasarımcı, istenen işi yerine getirecek gerek duyulan bilgisayarı kurmak için CPU'yu, belleği, ekran ve I/O kartlarını takabilir. Birçok veriyolu standardı vardır ve en yaygın olanları 7. bölümde kısaca açıklanmıştır. PC'ler de bu biçimdedir, ancak; tasarımcının CPU seçiminde pek az seçeneği vardır.

Aslında 'Veriyolu tabanlı makine' teriminin iki kullanımı vardır. İkinci biçimde, tam master bilgisayar, kordon kablo ile birçok dış cihaza bağlanır. Bu dış cihazlardan veri okunabilir ve yazılabilir. İlk olarak bu ikinci türden olan yaygın GPIB (IEEE-488) veriyolunu inceleyeceğiz.

7.2.2 IEEE-488 paralel arayüz veriyolu

Bu sistem esas olarak HP bilgisayarları HP araçlarına bağlamak için Hewlett Packard tarafından geliştirilmiştir. Özgün haliyle HP-IB² olarak bilinir. 1975 yılında, standart, American Institute of Electrical and Electronic Engineers tarafından IEEE-488 standardı için GP-IB kısaltmasıyla bilinir olarak belirlendi. Bu, toplam aktarım uzunluğu 20 m olan 15'e kadar cihazın ve bir bilgisayarın bağlanmasına olanak sağlar.

² Hewlett Packard Instrumentation Bus; IEEE tarafından bir diğer ismi, General Purpose Interface Bus

IEEE-488 veriyolu, üç tür cihazı destekleyebilir: dinleyiciler, konuşmacılar ve denetleyiciler. Dinleyiciler veriyolundan veriyi kabul eder; tipik örnekleri ekran veya yazıcıdır. Konuşmacılar, istek üzerine veriyi veriyoluna yerleştirir; ölçüm cihazı tipik konuşmacıdır. Denetleyici veriyolundaki herhangi bir cihazın rolünü atar; ancak her defasında sadece bir denetleyici aktif olabilir. Dinleyici, konuşmacı, denetleyici görevlendirmeleri bir birimin (birimin işlevinin tanımından ziyade) nitelikleridir ve birçok cihaz birden fazla rolü üstlenebilir. Örneğin bilgisayar bunların üçüymüş gibi davranabilir. Veriyolundaki sinyaller, Tablo 7.1'de özetlendiği gibi, çift yönlü veri veriyolu (veri aktarımı, adres seçimi ve kontrol seçimi gibi üç rolü üstlenir), aktarım kontrol, arayüz yönetimi ve topraklar/zırhlar biçiminde gruplanabilir.

Sinyal verme, '1'i temsilen 0 V ve '0'ı temsilen 3,5 V ile (TTL sinyallerinin tersi) TTL seviyelerinde yapılır. Açık kollektörler, çiftyönlü veri veriyolu ve çiftyönlü kontrol sinyallerinin (NDAC ve NFRD gibi) çalışmasını sağlamak için kullanılır.

Tablo 7.1 IEEE-488 veriyolundaki sinyaller

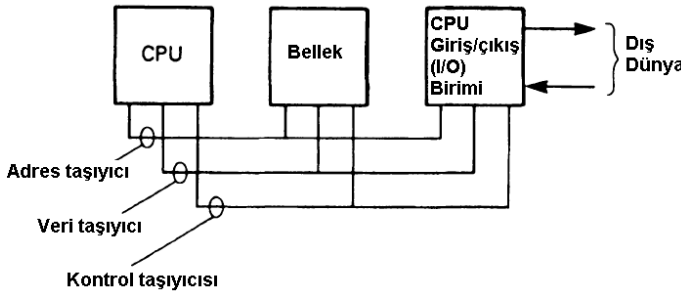
G r u p	A t a m a	T a n ı m	P I N n o
Veri veriyolu	D I O 1	Veri Giriş/Çıkış 1	1
	2	2	2
	3	3	3
	4	4	4
	5	5	13
	6	6	14
	7	7	15
	8	8	16
Aktarım kontrolü	D A V	Veri geçerli	6
	NFRD	Veri için hazır değil	7
	NDAC	Veri kabul edilmedi	8
Arayüz yönetimi	I F C	Arayüz temiz	9
	SRQ	Servis talebi	10
	ATN	Dikkat	11
	REN	Uzaktan etkin	17
	EOI	Son veya tanımla	5

G r u p	A t a m a	T a n ı m	P I N n o
Topraklar/zırhlar	Z ı r h		
	DAV toprağı	1	2
	NRFD toprağı	18	
	NDAC toprağı	19	
	IFC toprağı	20	
	SRQ toprağı	21	
	ATN toprağı	22	
	LOGIC toprağı	23	

Tablo 7.2 ATN hattıyla kontrol seçimi. Bit 7 kullanılmaz.

İşlev	Bit							
	7	6	5	4	3	2	1	0
Veriyolu komutu CCCCC	X	0	0	C	C	C	C	C
LLLLL Dinleme Adresini etkinleştir	X	0	1	L	L	L	L	L
TTTTT Konuşma Adresini etkinleştir	X	1	0	T	T	T	T	T
SSSSS İkincil Adresi etkinleştir	X	1	1	S	S	S	S	S

Veri veriyolu çeşitli amaçlar için kullanılır. Bir (veya birden çok) dinleyiciye veri taşıyabilir ya da konuşmacılardan veri taşıyabilir. Bir (veya birden çok) cihazı etkinleştirmek veya geçersiz bırakmak için adres veriyolu olarak kullanılabilir. 15'e kadar birincil cihaz adresi ve 16 ikincil adresi desteklenebilir. Normal olarak ikincil adres, birincil cihazın içindeki yardımcı fonksiyonu kontrol eder. Örneğin, analog giriş cihazı için kanal ikincil adresle seçilir ve giriş değeri birincil adresle okunur. Adres 31'in özel bir işlevi vardır; bütün etkin dinleyicileri geçersiz bırakmak için kullanılır.



Şekil 7.2 Bilgisayar mimarisi

Veri veriyolu eylemi, veri veriyolunun veri veya kontrol (adres) bilgisi taşıyıp taşımadığı sinyali vermek için ATN hattını kullanan etkin denetleyici tarafından belirlenir. ATN hattının düşük alınmasıyla, herhangi bir etkin konuşmacı geçersiz bırakılır ve yeni kontrol modu Tablo 7.2'deki gibi seçilir.

IEEE-488 veriyolunun asıl çekiciliği, işlemin üst düzey dilde çalışan bir programcıya tamamıyla saydam olması itibarıyla kullanım kolaylığıdır. Örneğin, aşağıdaki komut

OUTPUT 702, Ayar noktası

bilgisayarda (adres 7, 700 olarak gösterilir ve konuşmacı olarak davranır) değişken 'Ayar noktası'ndaki veriyolu 02 adresiyle dinleyiciye gönderir. Bu araca karşılık gelen asıl veriyolu işleminin dört adımı vardır:

- 1 Bütün dinleyicileri geçersiz bırak.
- 2 Konuşmacıyı seç (7).
- 3 Dinleyiciyi seç (02).
- 4 Veri aktarımını gerçekleştir.

IEEE-488 plug in arayüz kartları, PC'lere takılmak üzere birçok cihaz için bulunabilir.

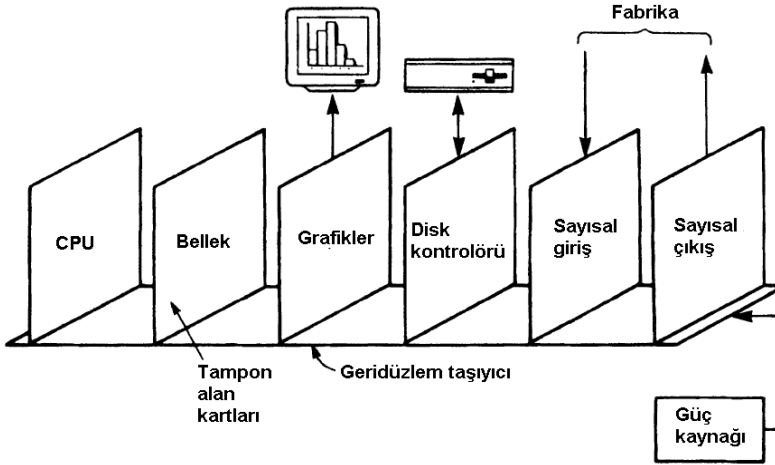
7.2.3 Arkapanel veriyolu sistemleri

Arkapanel veriyolu sistemleri Şekil 7.3'teki gibi oluşturulur. Arkapanel veri, adres ve kontrol veriyolu sinyalleri sağlar ve sistemi konfigüre etmek için gerektiği gibi çeşitli kartlar takılabilir.

Veriyolu sisteminin avantajları açıktır: standardizasyon, hazır özel kartların kullanılabilmesi, genişleme kolaylığı, kendi kendine birleştirme kendi kendine yap [:DIY] yaklaşımıdır. Ne yazık ki her bir mikroişlemci imalatçısı, farklı boylarda

veri kelimeleri (8 bit, 16 bit, 32 bit), farklı adres aralıkları ve elbette farklı kenar bağlantıları ve bacak düzenleri olan kendi standartlarını belirlemiştir. Neyse ki, VME ve STE veriyolu standartları gibi bazı ortak standartlar, ortaya çıkmış ve işler kolaylaşmıştır.

VME veriyolu özgün olarak 16 bit makineler için tasarlanmıştır ve Versabus olarak bilinen ilk 16-bit veriyolu sisteme dayalıdır. 24-bitlik adres veriyolu daha büyük bir adres aralığı sağlar. Intel 386 veya Motorola 68020 gibi 32-bit mikroişlemcilerin piyasaya çıkması ikinci bir konektör ile VME veriyolunun 32-bit veriyolu işleyebilecek şekilde güncellenmesine yol açmıştır. Böylece veriyolu 16-bit (tek 96-yollu DIN 41612 konektör) veya 32-bit (iki adet 96-yollu konektör) biçimlerde mevcut olmuştur. 32-bit biçimde, adres veriyolu da 32 bite genişletilmiştir. VME veriyolu kartları, genel olarak her iki biçimle de uyumludur.



Şekil 7.3 Veriyolu tabanlı bilgisayar

Yüksek hızlı bir saat (24 MHz veri aktarım hızı), 32-bit veri veriyolu ve devasa adres aralığıyla VME veriyolu³, önceki benzerlerine nazaran daha güçlü endüst-

3 VPX, mevcut 3U ve 6U VME biçim katasayılarını muhafaza eder ve mevcut PCI ve XMC Mezzanine kartları destekler, ayrıca VMEbus ile mümkün olan maksimum uyumlulukta tanımlanmıştır. VPX standartında geliştirilen yeni nesil gömülü bilgisayar sistemlerinde PCI Express, RapidIO, Infiniband ve 10 Gigabit Ethernet gibi anahtarlamalı ağ topolojisi kullanan yüksek hızlı seri arayüzler gitgide daha çok göze çarpmaktadır. Bu yeni teknolojiler sağladıkları daha yüksek bant genişliği, işlem hacmi ve performans özellikleri nedeniyle veri iletişiminde geleneksel paralel veriyolu iletişim teknolojilerinin yerini almaya başlamışlardır. Birden fazla işlemci arasında mümkün olan en hızlı veri iletişimini gerektiren çok işlemcili sistemler için (örnek: sayısal işaret işleme uygulamaları) en uygun iletişim altyapısı anahtarlamalı ağ yapılarıdır. VPX mevcut çok sayıda VMEbus kullanımının bu anahtarlamalı ağ yapılarına erişimine olanak sağlamaktadır.

riyel kontrol sistemlerindedir. Eğer performans hızı kritik ise, iyidir. Bununla birlikte bilgi gerektirir, bir hayli pahalıdır.

Bu kategoride ikincisi STE veriyoludur (bu notlarda da konu edilen PLC'lerdendir). STE veriyolu kökenleri eski STD veriyolunda olan 8-bit veri veriyolu sistemdir. 20 adet adres satırı (1 Mbaytlık bellek alanı sağlar) ve 4 kbaytlık adreslenebilir I/O'ye sahiptir ve IEEE-1000 standardı altında resmîleştirilmiştir. Bu farklı üreticiler arasında uyumluluk sağlamış ve VME veriyolunun yüksek performansının gerekli olmadığı yerlerde genel amaçlı kabul edilmiş, standart olmasına yol açmıştır.

Birçok cazip özelliği vardır. Kartlar entegre Eurocard boyutundadır (100 X 160mm) ve kartlar ve arka panel arasındaki bağlantı, titreşim ve şok yüklerine dayanıklı iki parçalı güçlü bir konektör (DIN 41612) ile yapılır.

STE veriyolu, ana işlemci ve çok çeşitli I/O devre kartları arasındaki arayüz etrafında tasarlanmıştır. Mikroişlemci tipi belirtilmemiştir ve CPU devre kartı ve arka panel arasındaki arayüz tanımlı standartlara uymak kaydıyla herhangi bir mikroişlemci kullanılabilir. Veriyolu, elbette bir defada bunlardan sadece herhangi biri etkin olmak kaydıyla, üç ana CPU devre kartını destekleyebilir. Farklı anakartlar arasında çakışma meydana geldiğinde veriyolu kontrolünün seçimi için iyi tanımlanmış bir prosedür hazırlanır.

7.2.4 IBM PC benzerleri

1980'li yılların başlarında, kişisel masaüstü bilgisayarlar dünyası (PC'ler) çok çeşitliydi, çok çeşitli tipte farklı makineler vardı ve aralarında hiçbir ortak standart yoktu. Bu aynı şekilde fazla sayıda işletim sistemiyle genellikle her üreticinin kendi işletim sistemini tasarlamasıyla eşleşti.

1981 yılında anabilgisayar üreticisi IBM, PC pazarına girdi. Bunun sonucu başlangıçta büyük oldu. IBM ticari bilgisayar pazarının hakimiyetini eline geçirdi (PC pazarına girme zamanlaması bilerek veya şans eseri kusursuzdu). Kişisel bilgisayarların fiyatı düşüyordu ve geniş kapsamlı satın almalar çoğu şirketin benimsediği bir düzeye ulaşmıştı. PC'nin özellikleri özellikle dikkate değer olmasa da (ve ilk makinelerin grafik yetenekleri kötüydü), IBM'in saygınlığı IBM PC ailesinin hızla pazara hakim olmasını sağladı.

IBM, özgün olarak PCDOS olarak bilinen işletim sistemini sağlamak üzere Microsoft yazılım şirketini seçti. Bu işletim sisteminin CP/M adı verilen ilk Z80 tabanlı işletim sistemine çok az benzerliği vardı. Güvenilirliği sayesinde IBM, PC'lerin donanımı ve yazılımı konusunda çok açtı ve kolay genişleyebilmeye olanak sağlayan bir veriyolu sistemi tasarladı. IBM benzeri bilgisayarların yanında büyük bir eklenti kartlar pazarı ortaya çıktı. Microsoft bunlar için (bütün pratik nedenlerden dolayı) MSDOS olarak bilinen PCDOS'a çok benzeyen bir işletim sistemi sundu.

1981 yılında piyasaya çıkmasından başlayarak IBM PC ailesi sürekli gelişme sergiledi. Disket depolama aygıtı olan ve sadece IBM PC olarak bilinen özgün makine, her yerde bulunan Intel 8080 (ve Zilog Z80) ailesinin 16-bit versiyonu Intel 8088 mikroişlemciye dayalıydı. Bunu hızla, sabit disk depolama cihazı olan yine 8088'e dayalı IBM-XT izledi.

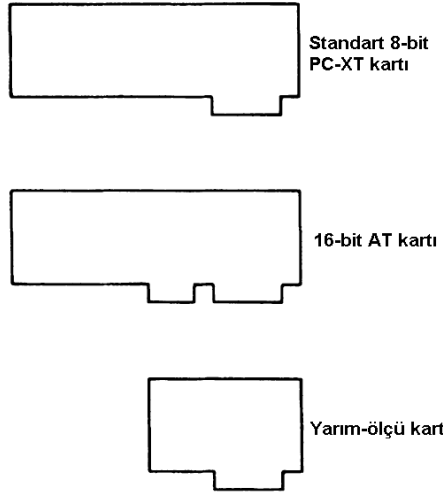
Sonraki adım IBM-AT'nin piyasaya sürülmesiyle 1984 yılında atıldı. Bu büyük miktarda bellek kullanabilen (8088'in 1 Mbaytıyla ve Z80 gibi ilk mikroişlemcilerin 64 kbaytıyla karşılaştırılırsa 16 Mbayttı) daha güçlü Intel 80286 işlemcisine dayalıydı. Ne yazık ki MSDOS (ve PCDOS) 1 Mbaytlık belleğe göre tasarlanmışlardı ve 286'nın bellek kapasitesinin hepsini doğrudan kullanamıyordu. 80286 ayrıca işlemcinin birden fazla işlemi aynı anda yaptığı çoklu görevleri [multi-tasking] destekliyordu.

PC ve XT, modemler, arayüz kartları vs gibi kartların eklenmesine olanak sağlayan iyi belgelenmiş veriyolu sistemleriyle yapılmıştır. AT, ek yetenekleri olan (eski standartla hâlâ uyumlu) veriyolu sundu. Bu veriyolu sistemlerini kısaca ele alacağız.

1987 yılında IBM yeni bir aileyi piyasaya sürdü, çeşitli sonekleri olan (PS/2-30, PS/2-50 vb) PS/2 (Personal System 2) bilgisayarları piyasaya sürdü. Bunlar 286'dan (PS/2-30, PS/2-50, PS/2-60) 32-bitlik 80386'ya (PS/2-55, PS/2-70, PS/2-80) ve 80486'ya (PS/2-486'da kullanıldı) kadar bir dizi Intel işlemciye dayalıydı. Bu makineler gelişkin grafik olanakları ve MCA (Micro Channel Architecture: Mikro Kanal Mimarisi) adında yepyeni bir veriyolu sistemi sundu.

Bu yeni sistem önceki veriyolu standartlarıyla uyumlu değildi ve iki farklı sistemin ortaya çıkmasına yol açtı. Önceki veriyolu (özgün PC ve XT'de) 8-bit veri veriyolu olan 62-yollu kenar konektörü ve bir 19-bitlik adres veriyolu ile kontrol zamanlama ve güç kaynağı hatlarına (+12 V, +5 V, 0 V ve -12 V)

dayalıydı. 8-bit veri veriyolu bir kısıtlamaydı ve IBM, IBM-AT veriyolunda veri veriyolunu fazladan 36-bacaklı konektörün eklenmesiyle 16-bite yükseltti. Bu (ve 62-yollu konektör) STE veriyolunda kullanılan iki bölümlü konektörlerden çok daha az dayanıklı olan baskı devre kenarı konektörleri kullanmaktadır. PC veriyolu ve AT veriyolu olarak bilinen iki yaygın standart daha küçük yarım kart biçimleriyle birlikte Şekil 7.4'te görülmektedir. Bu standartlar ayrıca Industry Standart Architecture (veya ISA'dır ve bunun Instrument Society of America ile hiçbir ilgisi yoktur) olarak bilinir. ISA veriyolunu IBM icat ettiyse de, kopyaları ve arayüz kart imalatçılarına karşı hiçbir zaman etkin bir yasal mücadeleye girmedi. Makinelerde ve eklentilerde büyüyen bir endüstrinin gelişmesine olanak sağladı.



Şekil 7.4 IBM PC ailesi için genişleme kartları

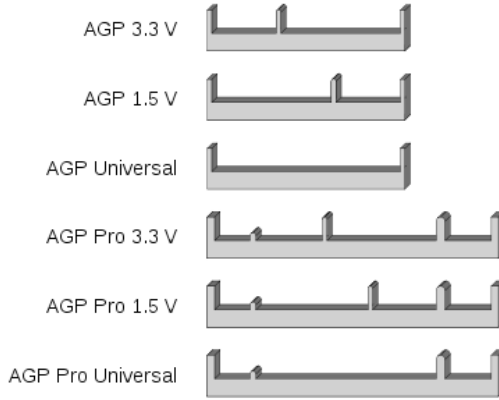
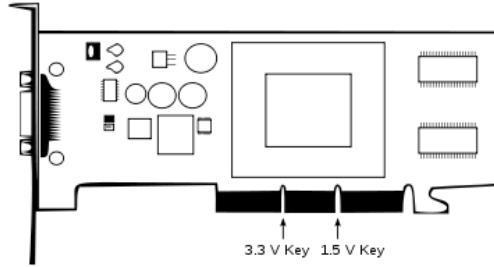
Bununla birlikte, IBM'in PS/2 MCA veriyoluna yaklaşımı önemli ölçüde farklı oldu. MCA, ISA veriyolundan daha üstün ancak uyumsuzdu, otomatik konfigürasyon, yüksek hızlar ve elektrik parazitine daha büyük tolerans gibi yenilikler getirdi.

Kopya sistem imalatçılarının birçoğu IBM'e karşı işbirliği yaptılar ve alternatif olarak birlikte ISA'nın geliştirilmiş versiyonu EISA'yı [Extended Industry Standart Architecture] geliştirdiler. Böylece IBM ailesinin dört farklı veriyolu sis-

temi oldu: PC veriyolu, AT veriyolu, EISA veriyolu ve MCA veriyolu. Kısa bir süre sonra ISA veriyolu da kullanılmaya başlandı⁴.

Özgün PC'nin grafik yeteneği kötüydüse de, bu XT, AT ve PS/2 ile Tablo 7.3'te gösterilen yaygın standartlarla gelişti. İlk IBM PC'lerin kötü grafik yeteneği, monokrom Hercules Graphics Adaptör gibi dış imalatçıların grafik katlarını geliştirmesine yol açtı. Bunların ardılları EGA ve VGA oldu. Sözü edilen bu son standartlar endüstriyel grafik terminalleri için yararlıdır⁵.

AGP Ekran Kartları:



⁴ Ancak uzmanlaşmış endüstriyel kullanım dışında, ISA bugün neredeyse kaybolmuştur. Bulunduğu yerlerde bile, sistem üreticileri genellikle müşterilerini "ISA veri yolu" teriminden korumakta, ona sadece "miras yolu" demektedir. Sanayi ve tümleşik uygulamalarda kullanılan PC/104 veri yolu, ISA veri yolunun bir türeği olup, farklı konektörlerle aynı sinyal hatlarını kullanmaktadır. LPC veri yolu, yakın zamanlarda çıkan ana kartlarda, miras I/O cihazlarına bağlantı yolu olarak ISA'nın yerini almıştır; fiziksel olarak oldukça farklı olmasına rağmen, LPC yazılım olarak tıpatıp ISA'ya benzemektedir, bu nedenle, ISA'nın 16MB DMA limiti gibi tuhafıklarının, bir süre daha ortada kalacağı sanılmaktadır.

⁵ MDA, CGA, EGA, Hercules vb. gibi ekran kartları artık kullanılmamaktadır. Günümüzün Grafik standardı VGA kartıdır. VGA bütün görüntü modlarıyla uyumludur. VGA kart teknolojisi sayısal sinyalleri analog sinyallere dönüştürme yoluyla yukarıdaki sayılan ekran kartlarından tamamen ayrılır. İlk çıkan VGA kartlar 256 renk gösterirken şu anda 64 bit veri yolu üzerinde 8 byte ve daha üzeri VRAM kullanan çok yüksek hızlı ekran kartlarıdır. VGA ekran kartıyla birlikte renkli monitörler kullanılmaya başlandı.

VGA kartının geliştirilmiştir. 800×600 çözünürlükte ve 256 renk gösterir. 4 Megabyte'a kadar video belleği vardır. SUPER VGA kartlar, önceleri ISA ve VESA veri yolu olanları imal edilmekteydi. Şimdi PCI ve kısmen AGP veri yolu kartlar üretilmektedir.

AGP 1x

Bir 32-bit ,66 MHz ile çalışmakta olan kanal, dolayısı ile en fazla veri oranı olan saniyede 266 megabit (Mbit/s) olan kanal, 133 Mbit/s devir oranından, PCI veriyolu 33 MHz / 32-bit; 3.3 V sinyalleme yükseltilerek ikiye katlanmıştır.

AGP 2x

Bir 32-bit, 133 MHz ile çalışmakta olan kanal, etkili 133 Mhz'e çifte pompalama yapılarak maksimum veri oranı 533 Mbit/s ile sonuçlandırılmıştır. Sinyalleme voltajı AGP 1x ile aynıdır.

AGP 4x

4x 128 mb ekran kartları olup çözünürlüğü x serisi arttıkça yükselir ideal 4x tir.

AGP 8x]

Bir 32-bit, 66 MHz ile çalışmakta olan kanal, etkili 533Mhz'e saatte sekiz kere çakarak, maksimum veri oranı 2133Mb/s(2Gb/s); 0.8V sinyalleme ile sonuçlanmaktadır.

Bunlara ek olarak, AGP Pro kartlarının farklı çeşitleri vardır. Bunlar daha çok güce ihtiyaç duyar ve genellikle standart AGP kartlarına göre daha uzundurlar (buna rağmen sadece bir AGP slotuna bağlanırlar). Bu kartlar genellikle profesyonel bilgisayar destekli dizayn uygulamalarını hızlandırmak için mühendislik, mimarlık, üretim ve benzeri alanlarda kullanılır. AGP Pro slot'un grafik kartlarına ekstradan güç sağlayan fazladan birkaç pin barındırır. Buna rağmen, AGP Pro birçok kişi tarafından kabul görmedi. Modern masaüstü sınıfı güç ihtiyacı yüksek video kartlarının ayrı bir güç kaynağıyla donatılmasının yanı sıra, ek güç için Molex veya çevresel bağlantılar da kullanılmaktadır. Genellikle, molex konnektörü olsun ya da olmasın, iki tür AGP Pro slot türü vardır, 50W veya 110W.

3.3 V ve 1.5 V için üç tür fiziksel AGP arayüzü vardır. 1.5 veriyonu harici bir konnektörden daha farklı bir anahtara sahipken, 3.3V bunun tam tersidir. Fakat iyi tasarlanmamış olan eski 3.3V'luk kartlar, AGP 4X/8X slotlarına takıldığında anakartın yanmasına neden olabilecek, 1.5V'luk kartların anahtarlarına sahipti.

Üçüncü arayüz ise, 1.5V ve 3.3V'luk kartların ikisinin de takılmasına olanak sağlayan, evrensel arayüzdür.

2006 sonlarına doğru, AGP desteği olan sadece birkaç yeni ana kart üretilmektedir. PCI Express daha hızlı transfere izin veriyor, ayrıca diğer parçaları da destekliyor. 2006'da birçok ana kart PCIe slotları ile birlikte kullanılabilir durumda olacak gibi görünmektedir. Yeni birçok grafik kartı sadece PC ile de kullanılabilir ve aynı kartların AGP versiyonları benzer şekilde nadir bulunur hale gelmektedir. Bu şekilde giderse, AGP'nin neredeyse birkaç yıl içinde tamamen değiştirilmesi beklenmektedir.

Tablo 7.3 PC uyumlu ve kopyalarında kullanılan Intel mikroişlemciler6

	8086	088	80286	80386	80486	Pentium	Core i7
Veri veriyolu (bit)	16	8	16	32	32	32	>1000Mbit
Maks. Saat hızı (MHz)	5	8	10	16	66	>200	>3GHz

6 Pentium, Intel'den beşinci nesil x86 mimarisi bir mikroişlemcidir. 486 serisinin ardılıydı ve ilk olarak 1993'de duyurulmuştu. Pentium'un, daha önceki isim nesillerini izleyecek şekilde, 80586 veya i586 olarak adlandırılması bekleniyordu. Ancak, Intel, Advanced Micro Devices gibi rakibinin, kendi işlemcilerini benzer isimlerle markalandırılmalarını (AMD'nin Am486'sı gibi) engellemek amacıyla, bir numarayı (örneğin 486) ticari marka olarak kullanma konusunda mahkemeyi ikna etmeyi başaramadı. Intel, ticari marka haline gelebilecek bir isim yaratabilme konusunda Lexicon Branding'in yardımını aldı. Pentium markası çok başarılı oldu ve Pentium Pro'dan Pentium Extreme Edition'a kadar, birçok işlemci nesli boyunca muhafaza edildi. Pazarlama amacıyla kullanılmamakla birlikte, Pentium serisi işlemcilere, orijinal Pentium yongası için 80500'den başlayarak, hâlâ nümerik ürün kodları verilmektedir.

Intel bugün, Pentium markasından büyük ölçüde çekilmiştir. Ama hala Pentium işlemciler üretilmekte ve bilgisayarlarda kullanılmaktadır. Intel Pentium'un yerine, şu sıralar kullanılan "Intel Core" markasını çıkardı ama Pentium'dan vazgeçmedi. Gelecekteki ürün serisinde de Pentium ve Celeron markalarını kullanacaktır. 2006 yılında piyasaya çıkarılan ilk Intel Core, Pentium M mikro-mimarisini genişletiyordu. 2006 yılında piyasaya çıkan Intel Core2, yeni Intel Core mikro-mimarisini sunmaktadır.

Microsoft ve diğer birçok şirket, gerekliliklerini tanımladıkları spesifikasyonlarda, standart olarak orijinal Pentium'u kullanmaktadır. Örneğin, Microsoft Görsel Stüdyo 2005 Ekip sürümü için, Microsoft'un açıkladığı gereklilikler arasında, (en azından) 600 MHz (gerekli) veya 1GHz (tavsiye edilen) saat hızında çalışan bir Pentium işlemci yer almaktadır. Başka bir işlemcinin bu gerekliliği sağlayıp sağlamadığını anlamak için, hızını, standart Pentium saat hızları cinsinden veren bir çevrim kullanılması gerekmektedir. Örneğin, Pentium Pro, çok daha düşük hızda çalışmasına rağmen, daha ileri mimarisi sayesinde, gerekliliği karşılardı. Daha modern işlemcilerin bu gerekliliği karşılayıp karşılamadıklarını anlamak için karşılaştırma yapabilmek amacıyla, genellikle bir eşdeğerlik tablosu kullanılmaktadır.

Programlamada, bazen orijinal Pentium işlemci mimarilerini, daha sonraki Pentium markalı mimarilerden (P6 veya P68-tabanlı) ayırt etmek gerekebilir. Bu durumlar için, i586 daha eski Pentium işlemcilere, ve bunun yanı sıra, Intel'in rakipleri tarafından imal edilen ve daha eski Pentium'ları hedefleyen makine kodunu çalıştıran işlemcilere atıfta bulunmak için yaygın, ama sahte bir yoldur.

Tablo 7.4 Önceki yıllarda çeşitli grafik adaptörler

<i>Mod</i>	<i>Renkler</i>	<i>Yatay × Dikey</i>
CGA	4	320 × 200
	2	640 × 200
Hercules EGA	2	720 × 348
	16	640 × 200
VGA	16	640 × 350
	16	640 × 200
	16	640 × 350
IBM 8514	16	640 × 480
	256	1024 × 768

Bu kartların üzerine kendinden soğutmalı PCI VGA DVI HDMI çok hızlı ve çok yüksek çözünürlüklü ekran kartları üretilmiştir. Ancak endüstriyel PC'lerde hala eski VGA kartlar yeterli olmaktadır.

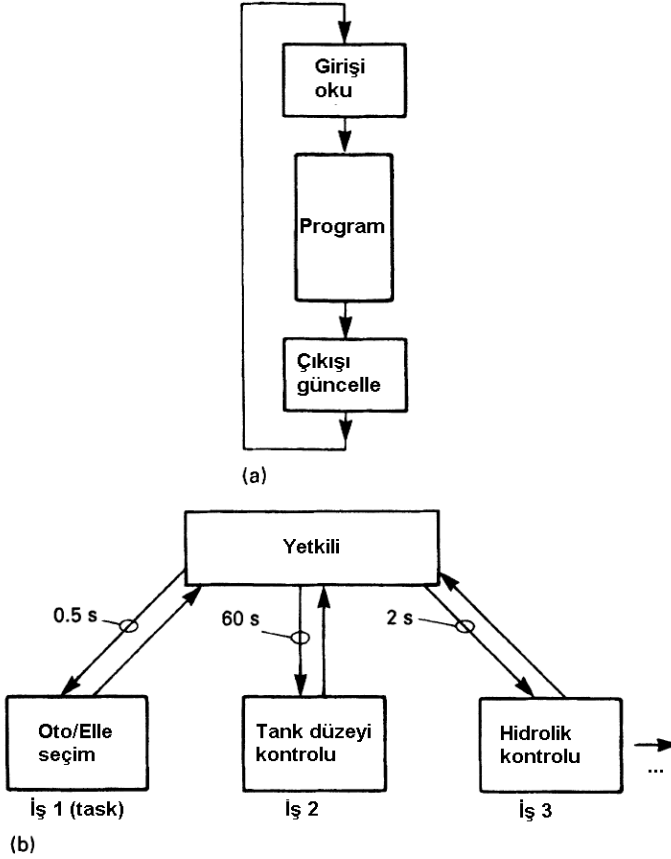
Endüstriyel PC'ler genellikle AT veriyolu standartında kopyalara ve kopya adaptör kartlarına dayalıydı. Seri iletişim kullandıklarından çoğunlukla programlama terminalleri veya PLC'leri olan operatör istasyonları gibi davranırlardı.

7.3 Gerçek zamanlı kontrol programlaması

Geleneksel programlama dillerinin kullanımı Bölüm 1.3.3'te ele alınmıştı. BASIC, FORTRAN, Pascal ve C gibi diller genel amaçlı veya bilimsel, hesaplama için tasarlanmıştır ve genellikle gerçek zamanlı kontrol işlevleri sunmazlar. Bununla birlikte, standart dildeki gerçek zaman varyasyonlarında istisnalar vardır. Örneğin, MACBASIC, BASIC'in versiyonudur ve M kartındaki N kanalından bir giriş alan AIN (M,N) gibi komutları vardır. Daha önce ele alınan tek devre kartı ve veriyolu devre kartı bilgisayarların çoğu BASIC veya C'ye standart dışı ek komutlarla çalışır. Örneğin, Allen Bradley'in Pyramid Integrator'u 5/250 PLC (PLC-5 ailesinin en üstünde) ve DEC-Vax bilgisayarı içeren bir kızaktır. Bunlar arka panel üzerinden iletişim kurarlar. PLC-5/Vax bağlantısı, PLC veri tablosuna (Data Table Library: Veri Tablosu Kütüphanesi) erişim bulunan ek C komutlarıyla, C dilinde yazılmış program ile kontrol edilmek üzere tasarlanmıştır.

Programcı, bilgisayar programının fabrika eylemlerine ve operatör girişlerine makul zaman içinde yanıt vermesini sağlamak zorundadır. Bunu elde etmenin

yolu aşağıdaki biçimi alacak olan Şekil 7.5'in PLC program tarama versiyonunu yazmak olacaktır:



Şekil 7.5 Bilgisayar ve PLC çalışmasının karşılaştırılması: (a) PLC tarama; (b) bilgisayar görevleri

Begin
Repeat
Read Plant Inputs
Work out Required Actions
Write Plant Outputs
Until Hellfreezesover
End. {program sonu}

Bunlar küçük projeler için muhtemelen tatmin edicidir, ancak; büyük projelerde hesaplama süresi kaybına neden olabilir çünkü elle çalıştırmalar 0,5 sn altında yanıt bekler; ancak diyelim ki, büyük bir depodaki su seviyesinin (mesela sadece dakikada bir) daha hızlı tetkik edilmesi isteniyor olabilirdi. O zaman tek bir taramanın içine birleştirildiğinde, farklı hız gereklilikleri olan eylemleri yönetmek zor olacaktır.

Buna alternatif yöntem, istenen eylemin Şekil 7.5(b)'de gösterildiği gibi ortak yürütme ile kontrol edilen bir dizi görevlere böldürmektir. Yürütme, görevleri farklı aralıklarda çağırabilir. 1. görev, örneğin, 0,5 sn aralıklarla çalışan otomatik-elle çalıştırma değişimidir. 2. görev, 60 sn'lik aralıklarla su tankındaki seviyeyi kontrol etmektir. 3. görev, her iki saniyede hidrolik sistemdeki yağ seviyesi, basınç ve filtre durumunu kontrol etmek ve benzeridir. Bu, boşa harcanmış zaman bırakmayarak işlemin verimliliğini yükseltmeye yardımcı olur ve herbir görev birbirinden tamamıyla ayrı ve bağımsız olarak yazılabildiğinden programlamaya kolaylık sağlar.

ICI'nin RTL'si (Real Time Language), Amerikan Savunma dili ADA ve CEGB'nin CUTLASS (ilk olarak güç santrali kontrolü için tasarlanmıştır) gibi özel gerçek zamanlı kontrol dilleri vardır.

CUTLASS, derlenmiş bir dildir ve Şekil 7.5(b)'deki düşüncüyü izleyen DEC minibilgisayarlar için yazılmıştır. Kontrol projesi, öndeğerli zaman aralıklarında etkinleştirilen görevlere bölünür. Görev programı, adını, önceliğini (çakışma halinde, yüksek öncelikli görevler önce çalıştırılır) ve çalışma oranının tanımını veren bir tanımla başlar. Örneğin,

TASK AUTOSLEW PRIORITY = 236 RUN EVERY 600 ms
 Sonra değişkenlerin tanımı gelir. Bunlar global (bütün program için ve herhangi bir görevde kullanılabilir) veya göreve lokal olabilir. CUTLASS gerçek sayılar, tamsayılar ve Boole komutları (sonradan logic: mantık olarak adlandırıldı) biçimlerini destekler ancak iyi ve kötü veri kavramını ortaya çıkarır. Dış dünyadan gelen herhangi bir verinin fabrika bozuklukları yüzünden hatalı olma olasılığı vardır. CUTLASS'da, verinin değeri veya kötü durumu olabilir. Örneğin, gerçek sayıların nümerik değeri veya kötü değeri olabilir. Mantık (Boole), doğru, yanlış veya kötü olabilir. Bu durum işlemlerle taşınır; örneğin,

Aver := (temp1 + temp2)/2

temp1 ve temp 2 değerleri iyi değerlerse ortalama değeri verecektir, ancak; iki sıcaklık okumasından biri veya ikisi de hatalıysa, kötüdür. Bazı işlemler bazı kötü verilerle iyi çıkışlar üretebilir. Örneğin, üçte ikilik büyük çoğunlukla bir kötü değeri olan iyi bir çıkış üretecektir.

Dijital giriş komutu aşağıdaki biçimdedir;

DIGIN CARD n m, değişken
burada n, kart numarasıdır, m kanal numarasıdır ve değişken ise, değerin atandığı programdaki değişkenin adıdır, örneğin,

DIGIN CARD 36 12, StartPB
Dijital çıkışlar ise şu biçimdedir,

DIGOUT değişken CARD n m, eylem 1, eylem 2, eylem 3

Burada n ve m değişkenlerinin aynı anlamı vardır ve eylem 1 değişken yanlırsa, eylem 2 değişken doğruysa ve eylem 3 ise değişken kötüyse yerine getirilir. Örneğin,

DIGOUT RUNLAMP CARD 23 7, CLEAR, SET, FLASH
Prensibi göstermek açısından, aşağıdaki küçük kod parçacığı otomatik/elle seçimini kontrol etme görevinin parçasıdır. Değişkenler (anlamları adlarından bellidir), önceden bildirilmiştir. AutoPermit, bu program parçacığının dışından gelen global değişkendir:

```
DIGIN CARD 63, 15 AutoSW
AutoReq :=AutoSW AND AutoPermit
AUTOMAN AutoReq {Yerleşik işlev modu Auto'ya getiriyor}
IF AutoReq=TRUE THEN
    AutoLamp=TRUE
ELSE
    IF AutoPermit=TRUE THEN
        AutoLamp :=FALSE
    ELSE
        AutoLamp :=BAD
    ENDIF {İçteki IF}
ENDIF {Dıştaki IF}
DIGOUT AutoLamp CARD 14 7 CLEAR, SET, FLASH
```

Analog girişler Mültiplekslenmiş Analog Giriş (MXANIN) komutu ile aşağıdaki biçimde okunur,

MXANIN CARD m n, değişken1 p, değişken2 etc

burada m, kard numarasıdır ve n, p vs. ise kanallardır. Örneğin,

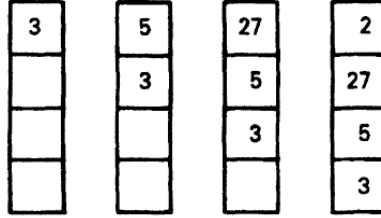
MXANIN CARD 47 1 Ayar noktası 2, Gerçek Değer

CUTLASS, filtreler, değişim oranı, sınırlayıcılar ve denetleyiciler gibi birçok yerleşik kontrol işlevine sahiptir. Yukarıdaki girişleri aşağıdaki biçimde kullanabiliriz,

Hata : = (Ayar noktası – Gerçek Değer)

Gerçekleyici : = PID (Hata, Kazanç, Ti, Td, Tf)

PID, üç zamanlı kontrol işlevidir ve Kazanç, Ti ve Td denetleyicinin ayarlarını saklayan değişkenlerdir ve Tf ise yüksek frekans yuvarlama filtresidir.



Şekil 7.6 Dörtlü yığın

Forth, gerçek zamanlı kontrol için geliştirilmiş bir dildir. Dillerin çoğunun akademik ve araştırmaya dayalı geçmişleri vardır. Forth, ABD'de Kitts Peak'teki teleskopun kontrolü için bir gökbilimci tarafından tasarlanmıştır. Birçok bakımdan sıradışı bir dildir ancak tuhaflıkları öğrenildiğinde, endüstriyel kullanım için kolaylıkla uygulanabilir.

Forth, zaman zaman kafeteryalarda görülen yay yüklemeli tabak yığınlarına benzer olarak düşünülebilecek olan aşağı kayan yığın düşüncesini kullanır. Tabak eklendikçe, yığın aşağı doğru kayar. Forth'daki sayılar benzer şekilde işlenir; Şekil 7.6'da 3, 5, 27, 2 sayılarının yığına eklenmesi görülmektedir.

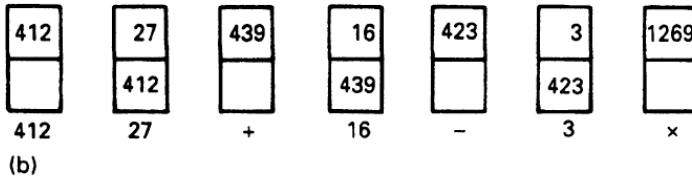
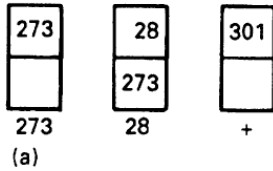
İşlemlerin çoğu yığının tepesindeki sayılarla ilgilidir. Polish notasyonu aritmetik simge ya da veriyi izleyen işlemle kullanılır. $273 + 28$ toplama işlemi

$273 \ 28 \ +$

biçiminde yazılır ve Şekil 7.7(a)'daki gibi davranır. Daha karmaşık bir ifade $(412 + 27 - 16) \times 3$

$412 \ 27 \ + \ 16 \ - \ 3^*$

biçiminde yazılır ve Şekil 7.7(b)'deki yerine getirilir.



Şekil 7.7 Aritmetik ve Forth yığını: (a) basit aritmetik; (b) $(412 + 27 - 16) \times 3$ işleminin değerlendirilmesi

Forth dilinde, programcı bir dizi komut tanımlayarak ve bunlara isim vererek dili genişletebilir. Örneğin, fahrenheit cinsinden sıcaklığı santigrata çevirmek için bir dizi komut yazacağız. °F olarak sıcaklığın yığının tepesinde olduğunu kabul eder ve °C cinsinden karşılık gelen sıcaklığı yığında bırakır. FTOC adlı yeni komut şöyle olur:

: FTOC	{: bunun bir tanım olduğu anlamına gelir}
32	{yığının tepesine gider, xF aşağı itilir}
-	{yığının tepesini sonraki aşağıdan çıkar}
5*	
9/	{x C şimdi yığında}
;	{; tanımın sona erdiği anlamına gelir}

Şimdi şöyle yazabiliriz

68 FTOC

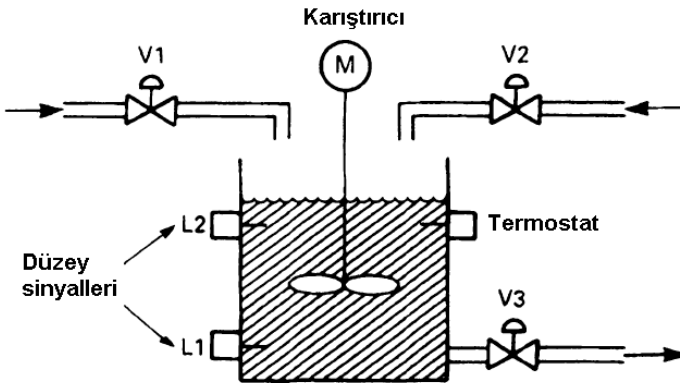
ve 20, yığında kalacaktır.

İki kimyasalın bir fiçiya eklendiği, karıştırıldığı, öntanımlı değere kadar ısıtıldığı, sonra bir süre daha karıştırıldığı ve sonra yeni bir toplu işlem için boşaltıldığı Şekil 7.8'deki toplu işlemi kontrol etmek istediğimizi düşünelim. BATCH (TOPLU) adlı yeni bir kelime tanımlayabiliriz: (TOPLU işlemler ekle1, ekle2, karıştır1, ısıt, karıştır2, boşalt'ı aşağıdaki gibi kapsar):

: BATCH

ADD1 ADD2 MIX1 HEAT MIX2 DRAIN;

Bunların hepsi yeni tanımları olan yeni kelimeler, örneğin,



Şekil 7.8 Toplu işlemin dörtlü kontrolü

: ADD1 {Ekle1}
 OPENV1 {aç V1 }
 BEGIN TESTL1 UNTIL { Bu bir Forth döngüsüdür }
 SHUTV1 {kapatV1 };

Ve

: MIX1 {karıştır V1 }
 MOTOR ON {motoru aç}
 BEGIN TIME1 UP UNTIL
 MOTOROFF {motoru kapat}

Gene, sonunda 'yerleşik' Forth kelimeleri kullanılına kadar tanımlanan yeni kelimeler (OPENV1, TESTL1) tanıtır.

```
:OPENV1
1          {state bit 1='ON': durum biti 1 yani 'ON' -açık}
3          {kanal numarası}
5          {kart numarası}
; DIGOUT   { TCS Forth'da standart kelime}
;
```

ve en basit haliyle TESTL1:

```
:TESTL1
4          {kanal numarası}
2          {kart numarası}
DIGIN     {kart 2'nin dijital giriş 4'ünün 0 veya 1 durumunu
          yığında bırakır}
;
```

Analog girişler ve çıkışlar benzer şekilde işlenir.

Bütün kullanıcı tanımlı kelimeler özgün Forth kelimelerine kadar indirildiğinde, sıralama tek bir TOPLU kelimesiyle çalıştırılır.

Forth programları, küçük boyutlu birimler ve minimal karmaşıklık sağlanana kadar bir koşulun küçük parçalara ayrıldığı, parçaların alt parçalara ayrıldığı yukarıdan aşağı programlamaya mükemmel örnektir.

Hız veya minimal belleğin mutlak öneme sahip olmadığı yerlerde, programcının makine koduyla çalışmaktan başka çaresi yoktur. Normal olarak programlar assembly kodunda yazılır ve hedef bilgisayar sisteminin tedarikçisi tarafından sağlanan assembler tarafından makine koduna çevrilir. Ortaya çıkan program kısa ve özlü, hızlı olacaktır, ancak; dokümantasyon iyi değilse, değiştirmesi veya bakım yapması kolay olmayacaktır. Çalışan programı izleyebilme (bütün PLC'lerde standart), arıza bulma prosedürleri spesifikasyonun parçası olarak yazılmadıkça mümkün olmayacaktır.

7.4 Soft PLC'ler

Geleneksel olarak PLC'lerin tedarikçi tarafından yazılan ve PLC'de Salt Okunur Bellek'te (ROM) tutulan kendi işletim sistemleri vardır. Bu PLC'ye büyük bir güvenlik sağlar; yazılım iyice denenmiştir ve son kullanıcı tarafından kazayla veya isteyerek değiştirilemez. Bu bilgisayar virüslerinin kötü etkilerine karşı tam bir bağışıklık sağlar. Kitabın yazarı virüs bulaşan bir PLC'yi hiç duymadığını, virüslere tam bağışık olduğunu söylemekten kendisini alamıyor.

Ancak PLC, SCADA sistemleri için veya veritabanı ya da elektronik tablo dosyalarına erişmek için bilgisayara bağlanması gerektiğinde sorunlar ortaya çıkar. Bu genellikle seri iletişim ile gerçekleştirilir; en basit seviyede birden çok PLC'nin veya bilgisayarın olduğu Ethernet gibi ağlarda noktadan noktaya RS232 ile. Allen Bradley, bu soruna ortak şaside PLC5 işlemci ve VAX bilgisayar barındıran Pyramid Integrator adlı bir çözüm sunmuştur, ancak; bu pahalıydı ve vazgeçildi.

PLC imalatçıları şimdilerde PLC işletim sistemleri satıyor ve yaygın bir çözüm yolu bunu normal PC'de çalıştırmaktır. PC'ye takılmış kartlar, normal PLC fabrika I/O'lariyle haberleşiyor. Bu 'PLC' ile bilgisayarın geri kalanı arasında kolay bilgi alış verişine olanak sağlıyor ancak ciddiyle ele alınması gereken bazı sorunları beraberinde getiriyor. Birincisi sağlamlık ve sürekliliktir, doğal olarak.

Bilgisayarlar, en alt düzeyde PC kullanıcılarının da iyi bildiği gibi zaman zaman en olmadık ana kadar bekler ve sonra da çökerler. Çökmeler, genellikle bilgisayara kurulan yazılım arasındaki çakışmalardan kaynaklanır. Sistem bilgisayarda çalışan yazılımın sıkı bir şekilde denetlenmesi ve gereksiz program dosyalarının silinmesiyle (örneğin, normal olarak yüklenen oyunlar ve eklentiler) daha sağlam hale getirilebilir.

İkinci sorun açılış süresidir. Elektrik kesintisinden sonra, PLC normal olarak bir saniye içinde gene çalışıyor olacaktır. Bununla birlikte, bilgisayarın yeniden çalışır hale gelmesi bir kaç saniye alabilir ve bu ise çok kritik olabilir. Kesintisiz güç kaynaklarıyla [:Uninterruptable Power Suply, UPS] bir noktaya kadar koruma sağlanabilir ancak bu da yarardan çok zarara neden olabiliyor.

Masaüstü bilgisayar hırsızlığa açıktır. Bir kimse koltuğunun altında PC ile çıkıp gidemese de, anakart ve bellek kartları kolaylıkla çalınabilir ve kolaylıkla saklanabilir. Daha da kötüsü, yazılım kopyalamayı önlemek için çoğunlukla 'dongle'

ya da şifreler kullanılır ve acelesi olan bir hırsız dongle'ı da götürebilir. Eğer PC tabanlı bir sistem, başıboş bırakılırsa sistemin güvenliği dikkatle düşünülmelidir.

Son olarak elbette bilgisayar virüsleri var. Bunlar en iyi şekilde bilgisayara erişimin kontrol edilmesiyle ve güncel virüs tarama programı çalıştırılmasıyla kontrol edilebilir. Hiçbir şekilde insanların dijital fotoğraf makinelerdeki resimlere bakmak veya evden getirilen kelime işlemci dosyasının çıktısını almalarına izin verilmemelidir.

PC Bazlı Otomasyon örneği: SIMOTION ile Hareket Kontrolü



Siemens SIMOTION, hareket kontrolü uygulamalarına ve teknoloji görevlerine önem veren otomasyon ve kontrol çözümleri için iyileştirilmiş bir sistem platformu sunmaktadır. SIMOTION üretim makinelerindeki günümüz uygulamaları için bir olanak sunmaktadır.

• Mekatronik

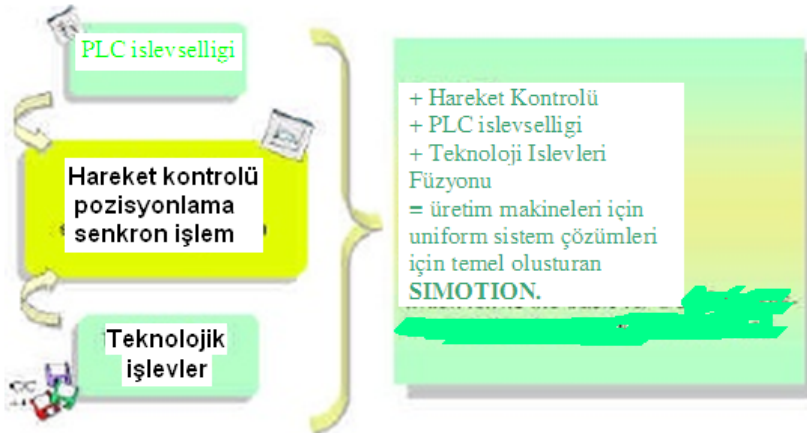
Mekatronik, sadece mekanik açıdan değil, mekanik elemanların, elektrik aksamların, ve kontrol ve yazılım teknolojilerin içerisinde eşit derecede entegre edilmiş olduğu komple bir sistem olarak kabul edilen bir makine anlamına gelmektedir. Mekatronik parçalar nispeten daha sabit mekanik parçalar (karnlar, dişliler, kuplajlar, transmisyon milleri, v.s. gibi) olduklarından akıllı yazılım çözümleri ile yerleştirilirler.

• PLC (Programlanabilir Mantık Kontrolü) ile Hareket Kontrol Teknolojisinin Füzyonu

Salt otomasyon fonksiyonları ile hareket fonksiyonlarının tarihsel ayrımı ortadan kaldırılmıştır. Bu fonksiyonlar hem donanım hem de yazılım yönünde birleştirilmiştir.

- Kullanılabilirlik

Bir uniform teknik sistem (SIMOTION SCOUT), konfigürasyonda, parametrelerin belirlenmesinde ve programlamada tutarlılığı sağlamaktadır. Otomasyon görevleri ve hareket kontrol görevleri aynı lisan ile programlanır.



PLC ve Hareket Kontrolü Füzyonu

- Standartlar

Endüstriyel otomasyon giderek daha çok, Microsoft Windows ve Ethernet gibi PC dünyası standartları ile kontrol edilmektedir. Standartlaştırılmış evrensel programlama lisansları, müşterinin sistem kullanımını önemli ölçüde kolaylaştırdı.

- Modüler Makine Tasarımları

Standardizasyon yönündeki eğilim aynı zamanda makine tasarımlarını da etkisi altına almaktadır. Neticede, makine tasarımlarını çeşitli alt elemanlara ayıracak girişimler yapılmaktadır. Bu modülerite nedeniyle, her bir alt elemanı standartlaştırmak ve bunları standart elemanlar olarak farklı makinelere monte etmek mümkündür.

Uygulama Alanları

Etkin bir kontrol sistemi, üretim makineleri sanayisinde bugünün görevlerinin ve geleceğin eğilimlerinin açık kontrol konseptleri kullanılarak uygulanmasını gerektirir.

Siemens SIMOTION, üretim makinelerinin otomasyonu üzerine odaklanan uniform bir Hareket Kontrol Sistemidir. Bu üniformite mühendisliği, programlamayı, iletişimi, veri yönetimini ve İnsan-Makine Arayüzlerini (HMI) gerektirir ve böylelikle tüm sistemi - farklı donanım platformlarında dahi - kapsamına alır.

Bu eğilimler esas olarak aşağıda belirtilen, bizim hareket kontrol sistemlerimizin özellikle çok uygun olduğu makine mühendisliği sektörlerini ilgilendirmektedir.

- Ambalajlama makineleri,
- Plastik işleme makineleri,
- Metal şekillendirme makineleri,
- Tekstil makineleri,
- Baskı makineleri,
- Ağaç, cam ve seramik sanayilerinde kullanılan makineler,
- Ve diğer makineler.

Bu sektörlerdeki otomasyon çözümleri, standart mantık ve kumanda ile ilgili görevlere ilave olarak, entegre ve uniform hareket kontrolü ve teknoloji görevlerinin birleştirilmesini giderek daha çok gerektirmektedir.



Siemens SIMOTION donanım platformları

SIMOTION modüler sistemi Siemens SCOUT planlama sisteminden ve çeşitli donanım platformları için genel bir Runtime (Yürütüm Süresi) sisteminden oluşmaktadır. SCOUT mühendislik sistemi tüm donanım platformları için aynıdır. Konfigürasyon, parametre tahsisi ve programlama grafik bazlı ya da metin bazlı yöntemler kullanılarak uygulanır. Bu aynı zamanda sektöre özgü çözümler için de temel oluşturur.

Siz, uygulamalarınıza dayanan temel fonksiyonları geliştirmek amacıyla hangi Runtime yazılımını (pozisyon, tertibat...) yükleyeceğinize karar verin. SIMOTION sisteminin çok çeşitli donanım platformlarında çalışıyor olması gerçeği, SIMOTION sistemini tüm gereksinimleri karşılayan çok yönlü bir çözüm yapmaktadır.

PLC ve Hareket Kontrolünün Füzyonu

SIMOTION açık döngü kontrol, teknoloji ve hareket kontrolünü birleştirir. Böylelikle, gerekli kontroller arasında donanım ve yazılım arayüzleri yoktur.

Donanım yönünden bu, programlanabilir kontrolörün hareket fonksiyonlarını işlemeye muktedir olduğu anlamına gelmektedir. Donanım platformu ayrı ayrı seçilebilir.

Yazılım yönünden, otomasyon fonksiyonları ile hareket fonksiyonlarının füzyonu daha basit bir mühendisliği temin etmektedir. Bu konfigürasyon ile başlar ve parametre tahsisi ve programlama süresince devam eder.

Her iki sistem de tek bir tesis içerisinde birlikte kullanılabilirdiği için, SIMATIC ile tutarlılık bir diğer temel özelliktir.

Tam Entegre Otomasyon

Programlama ve konfigürasyonda, veri yönetiminde ve iletişimde üçlü tutarlılık Tam Entegre Otomasyonun kalbidir. Böylelikle, SIMATIC tarafından çözülen her bir otomasyon görevi, aynı zamanda Tam Entegre Otomasyonun pek çok avantajından da tam olarak yararlanabilir:

- Mühendislik giderlerinde belirgin düşüş;
- Otomasyon landscape asla kesintiye uğramayan sistem;
- Tüm elemanlar için tek yazılım tabanı.

Otomasyon görevinizin, küçük ölçekli otomasyon görevlerini ya da makine ya da sistemlere özelleştirilmiş çözümler yerleştirmeni gerektirmesi hiç önemli değildir. SIMATIC ile Tam Entegre edilmiş Otomasyon, otomasyon landscape gerektirdiği, programlanabilir kontrolörler, PC bazlı control, otomasyon bilgisayarları, dağıtılmış Girdi / Çıktı, İnsan-Makine Arayüz (HMI) sistemleri, iletişim şebekeleri ve süreç kontrol sistemleri gibi teknolojilerin tamamını içerir. Modüler olması nedeniyle, süreç gereksinimlerinizi karşılayacak ve ekonomik açıdan gerçekleştirilebilir olan gerçek çözümü yerleştirmek amacıyla tek bir tam ve uniform sistem kullanabilirsiniz.

SIMOTION ve SIMATIC, Tam Entegre Otomasyon açısından entegre edilmiştir. Bu tutarlılık iki şekilde sağlanmıştır - SIMOTION SCOUT sisteminin SIMATIC Yönetici içerisine entegre edilmesi yoluyla ve kıyaslanabilir aktiviteler için aynı mühendislik anlayışının kullanılması ile. SIMATIC sisteminde mevcut olmayan ya da SIMOTION sisteminin -dağıtılmış bir sistemin gerekliliklerini karşılamak için- gerektirdiği mühendislik süreçleri (Hareket Kontrolü, Çıkış Cam kontrolü, vs.) optimum kullanılabilirliğe dayanarak seçilir. Ayrıca SIMOTION, PROFINET içerisine entegre edilmiştir ve bu amaçla gerekli sistem özelliklerinin tümünü içerir.

Donanım Platformları

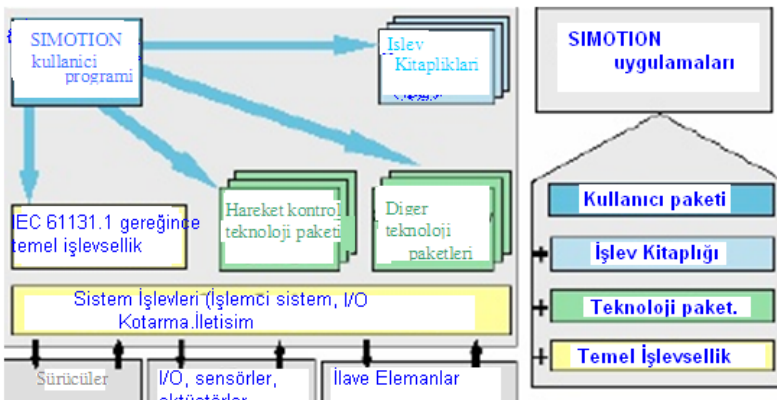
SIMOTION çeşitli donanım platformlarını destekler. Kullanılan donanım elemanları ile ilgili karar büyük ölçüde sizin gereksinimlerinize dayanmaktadır. Otomasyon görevlerinizi farklı hedef sistemlerine de dağıtabilirsiniz

Aşağıda belirtilen platformlar mevcuttur:

- PC-tabanlı (SIMOTION P3xx)
- PC tabanlı hareket kontrolü sistemi olarak SIMOTION P3xx,
- SIMOTION için gerçek zamanlı açılım ile donatılmış
- Windows XP işletim sistemi ile çalışır. SIMOTION uygulamalarından ayrı olarak, diğer PC uygulamaları da başlatılabilir.

SIMOTION P3xx sistemi,

- PC dünyasında açık bir mimari gerektiren uygulamalar;
- Donanım tabanlı kontrol ve görselleştirme gerektiren uygulamalar;
- Kapsamlı veri saklama, değerlendirme ve günlük tutma için uygundur.



SIMOTION Sistem Mimarisi

- Kontrolör tabanlı (SIMOTION C2xx)

SIMATIC S7-300 montaj teknolojisi içerisindeki bu kontrolör, entegre analog sürücü arayüzleri ile dijital bazı girdi ve çıktılarından oluşmaktadır.

Ayrıca, SIMATIC S7-300 ürün yelpazesinden Giriş/Çıkış modülleri ile geliştirilebilir. PROFIsürücü arayüzlü iki adet PROFIBUS bağlantısı ve bir adet Endüstriyel Ethernet bağlantısı diğer makine parçaları ile iletişime olanak verir.

PROFIBUS aynı zamanda operatör panelleri ile -örnek olarak SIMATIC HMI ürün yelpazesinden - ya da SIMATIC S7 gibi daha üst düzey kontrol sistemleri ile iletişim için de kullanılabilir.

SIMATIC HMI panelleri, aynı zamanda ProTool/Pro, WinCC fleksible ya da OPC arayüzleri olan PC'ler işletim sistemi olarak uygundur.

SIMOTION C2xx,

- sürücülerin seçiminde serbestlik;
- Geniş süreç sinyalleri alanı;
- Entegre analog arayüzleri aracılığıyla iyileştirme (retrofit) uygulamaları;
- Analog sürücü ve step sürücülerinin direkt bağlantısına olanak tanır.

- Sürücü-tabanlı (SIMOTION D4xx)

SIMOTION D, SINAMICS S120 çok eksenli sürücü sisteminin kapalı döngü kontrol modülü içerisinde direkt olarak entegre edilmiştir.

Üzerinde PROFIsürücü arayüzlü iki adet PROFIBUS bağlantısı ve iki adet endüstriyel Ethernet arayüzü mevcuttur.

SIMOTION D4xx, SIMOTION Cxx sisteminin işlevselliğini sunar ve bir eleman üzerinde kontrol ve tahrik entegrasyonuna olanak verir.

Sistem Mimarisi

SIMOTION sistem mimarisi, dağıtım, heterojen hedef sistemler ve yerleştirilecek dağıtılmış zeka yönündeki eğilimlere imkan tanır.

SIMOTION Sistem Mimarisi

Cihazın (SIMOTION kernel) temel işlevselliği, açık döngü ve kapalı döngü kontrol ve aynı zamanda mantık ve aritmetik fonksiyonlarını kapsar. Program yürütümü çevrimsel, zaman-tetiklemeli ya da iş-kesme-tetiklemeli olabilir.

Neticede, SIMOTION çekirdeği hemen hemen tüm uygulamalar için gerekli fonksiyonları içerir, ve esas itibarıyla IEC 61131-3 kumanda seti ve girdiler - çıktılar gibi çeşitli elemanların kontrolüne dair sistem fonksiyonlarına haiz Programlanabilir Mantık Kontrolörünün (PLC) yerini tutar.

Cihazın SIMOTION çekirdeğini teknoloji paketleri yükleyerek genişletebilirsiniz. Teknoloji paketlerine, SIMOTION çekirdeğine eriştiğiniz yoldan, özel lisan komutları kullanan kullanıcı programlarından erişebilirsiniz.

Özel görevler için, isterseniz mevcut uygulamaları kullanabilirsiniz ya da dilermeniz gerekli uygulamaları kendiniz programlayabilir ve link verebilirsiniz. Uygulamalar IEC 61131-3 standart programlama diline uygun olarak programlanabilir ve sizin özel görevinize uyarlanabilir.

Ayrıca SIMOTION, sistem fonksiyonlarını ve hareket fonksiyonlarını içeren fonksiyon kitaplıkları sunar. İşlev kitaplıkları fonksiyonları ve bir teknoloji objesinin sistem değişkenlerine erişimi içerir ve SIMOTION SCOUT içerisindeki ilişkili cihaz ve teknoloji paketine bağlıdır.

Siemens SIMOTION SCOUT Mühendislik Sistemi

Aşağıda belirtilen aktiviteler makine otomasyonu için gereklidir:

- Donanım ve yazılım elemanlarının seçimi/konfigürasyonu, donanım ve yazılım ve HW Config'li iletişim şebekeleri konfigürasyonu;
- Teknoloji objelerinin yaratılması ve konfigürasyonu;

- Kullanıcı programının yaratılması;
- Sürücü birimlerinin test edilmesi ve sisteme alınması;
- Makine operatör kontrolünün (HMI) ilişkilendirilmesi;
- Makine dokümantasyonunun yaratılması gibi, sonuçlandırma adımları.

SIMOTION SCOUT mühendislik sistemi, uniform bir kullanıcı bakışı ve esnek işlevsellik sunar.

Üretim makineleri için özgün otomasyon görevleri uniform ve tutarlı bir kullanıcı arayüzü içersinde formüle edilmiştir.

SIMOTION SCOUT mühendislik sistemi, istenilen mühendislik adımları için kullanımı kolay bir yolla optimal destek sağlamak için PC geliştirme ortamı gibi hareket eden güçlü bir araçtır.

SIMATIC landscape içersine entegre edilmiş olup orada STEP7 için bir opsiyon paketi gibi çalışır.

Optimum kullanılabilirliğe ve otomasyon görevinin kapsamlı, işlevsel görünümüne özellikle önem verilmiştir.

8. Bölüm: Güvenlik ve Bakım

8.1 Giriş

Programlanabilir denetleyiciler; basitçe, fabrikanın güvenli, ekonomik ve güvenilir olarak çalışmasını sağlayan araçlardır. Bu bölümde, bu kriterleri karşılamak için kontrol sisteminin tasarımında bulunması gereken faktörlerden bazılarını ele alacağız.

8.2 Güvenlik

8.2.1 Giriş

Çoğu endüstriyel fabrikanın insana zarar verme, sakat bırakma veya öldürebilme kapasitesi vardır. Bu yüzden, endüstriyel alandaki etkinliklerin sonucu olarak, hiç kimseye zarar gelmemesini sağlamak hem işverenlerin hem de çalışanların sorumluluğudur.

Bu ahlaki görevin yasalarla da desteklenmesi şaşırtıcı değildir. Çoğu güvenlik yasası, tepkiseldir. Yani olmuş olan olaylara yanıt verir ve bunların yeniden olmasını engellemeye yöneliktir. Çoğu güvenlik yasasının ortak teması vardır. İşverenler ve çalışanlar, çalışanların, ziyaretçilerin ve halkın sağlık, güvenlik ve refahını sağlamak için özen göstermek zorunda oldukları kabul edilir. Bu öznenin gösterilmemesine, ihmâl adı verilir. Güvenlikle ilgili yasalar (hukuk), gerekli eylemleri üç seviyede tanımlar.

Maddelerin fiilleri, -dir veya -malıdır diye biter. Bunlar, maliyet gözetilmeksizin itaat edilmek zorunda olunan mutlak görevlerdir. Görev yapılabilir değilse, ilgili aktivite gerçekleştirilmemelidir.

Uygulanabilirse, yapılabilirse göreve uyulmalıdır anlamına gelir. Maliyetin önemi yoktur. Eğer birey, görevin uygulanamaz olduğunu addederse, olay meydana gelmesi halinde bu iddianın kanıtı istenecektir.

Makul uygulanabilir olan ise, maliyete karşı risk dengesi gerektirdiğinden en çok ustalık isteyenidir. Olay karşısında bireyin yaptığı hareketleri temize çıkarması istenecektir.

Yasalar ve hukuk her ülkede farklı farklı uygulanmaktaysa da, AB – Avrupa Birliği içindeki ülkelerde birbirlerine uyumlu olmak zorunda bırakılmıştır. Zaten hukuk gereği olan yasalar ve cezalar, ülkeden ülkeye değişiyor gibi görünse de aslında altında yatan mantık aynıdır, evrenseldir. Bu bölümde tutulan notlar, genel prensip itibari ile Avrupa Birliğinde uygulanan ilkelere dayanmaktadır. Buradaki tanımlamaların kısmen yoruma bağlı ve görece öznel görüşleri yansıttığı unutulmamalıdır. Bu bölüm bir rehber özelliği taşımaktadır. Aslıyan özgün yasalardır ve İşçi ve İş güvenliği ile ilgili yasalar dikkate alınmalı ve iyice incelenmelidir. İş Kanunu, Borçlar Kanunu, SGK Kanunu ve temelde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yasası ve ilgili tüzük ve yönetmelikleri ile birlikte tüm mevzuat, Türkiye'deki ana güvenlik şartlarını belirlemektedir. Bu çok geniştir ve çalışmayla ilgili (işverenler ve çalışanlar) veya bundan etkilenen herkesi kapsamaktadır. Amerika'da, OSHA [Occupational Safety and Health Act] Mesleki Güvenlik ve Sağlık Yasası ya da İngilteredeki HASWA benzeri korumaları yerine getirmektedir.

İş Kanunu ile İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yasası, bütün olası tehlikelerden kaçınmak için genel görevleri tanımlar ve oluşturur, ana koşulu daha 1964 yılında İş Kanununun 73. maddesinde şu şekilde tanımlanmıştır:

Her işveren, işyerinde işçilerin sağlığını ve iş güvenliğini sağlamak için gerekli olanı yapmak ve bu husustaki şartları sağlamak ve araçları noksansız bulundurmakla yükümlüdür.

İşçiler de, işçi sağlığı ve iş güvenliği hakkındaki usul ve şartlara uymakla yükümlüdür.

Bu görev sonraki bölümlerde ziyaretçilere, müşterilere, halka ve hatta izinsiz girenlere kadar genişletilebilir. Bir olay olması halinde güvenlik önlemlerinin alınıp alınmadığının ispatının yükümlülüğü işverendedir.

8.2.2 Risk değerlendirmesi

Bütünüyle ve mutlak olarak kusursuz bir sistem tasarlamak neredeyse imkansızdır. Modern güvenlik yasası (Bölüm 8.2.6'da listelenen 'altı paket' gibi), yaralanma olasılığı ve ciddiyetine karşı güvenlik sisteminin maliyetini ve karmaşıklılığını dengeleme gereğini kabul eder. Risk değerlendirmesi olarak bilinen işlem belli tanımları olan yaygın terimler kullanır:

- Riziko Zarar verme potansiyeli.
- Risk Rizikonun meydana gelme olasılığının ve ciddiyetinin bir fonksiyonu.
- Tehlike Yaralanma riski.

Risk değerlendirmesi modern dünyada karşılaşılan hukuksal bir durumdur ve bir çok standart içinde tanımları ve ayrıntıları verilmiştir. 'Türk Standartlar Kurumu TSEK, TS 1050' de de yapılan tanıma göre, Risk Değerlendirmesi, Tehlikelerin, (belirlenerek) sistematik bir yolla gözden geçirilmesine imkan veren bir dizi mantık adımıdır.

Ayrıntılandırmaya alıştığımızda,

Birinci aşama, makinedeki veya işlemdeki rizikoların tanıımıdır. Bu teftiş, denetlenen olayların (daha çok kılpayı atlatılan olaylar) incelenmesi ile ve yeni fabrika için ise tasarım aşamasında yapılan inceleme ile gerçekleştirilebilir. Rizikoya rnekler şunlardır: Çarpma/ezilme, takılmaya yol açan çıkıntılı noktalar, içeri çekilme, hareketli kenarlardan kesilme, saplanma, (ampütasyona neden olan) kesilme, elektrik rizikoları, sıcaklık rizikoları (sıcak ve soğuk), tehlikeli malzemelerle temas ve benzeri olabilir. Bozulma modları da, 'fazlası' ve 'azı' gibi anahtar kelimelerle, Riziko ve alışabilirlik İncelemesi, Arıza Modları ve Sonuçlarının Analizi ve Arıza Akış Analizi gibi standart yöntemler kullanılarak göz önüne alınmalıdır.

Rizikoların belgelenmesiyle, sonraki aşamada bunların herbiri için risk belirlenmesi gerekir. Herbir fabrikanın farklı operatör yeterliliği ve bakım standartları

olduğu için bunu yapmanın hiçbir tanımlanmış yöntemi yoktur. Bununla birlikte risk değerlendirmesinin yapılması ve sonuç ile neticelerin belgelenmesi gerekir. Bir kaza durumunda yetkililere risk değerlendirme belgeleri gösterilmelidir. Bazısı miktarsal değerlendirme noktaları, bazılarıysa geniş niteliksel hükümler olmak üzere risk analizinin birçok yöntemi vardır.

Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, gözetilmesi gereken birçok etken vardır. Bunlardan ilki olası yaralanmanın ciddiyetidir. Kaynakların çoğu aşağıdaki sınıflandırmayı önermektedir:

- Öldürücü Bir veya birden fazla ölüm.
- Büyük İyileştirilmez sakatlık, örneğin, ampütasyon, görme kaybı, sakatlık.
- Ciddi İyileştirilebilir ancak tıbbi bakım gerektiren, örneğin, yanık, eklem kırığı.
- Küçük Küçük kesikler, ezikler vs.

Sonraki adım, insanların ne sıklıkta riske maruz kaldıklarının gözetilmesidir:

- Sık Günde veya vardiyada birçok kez.
- Arada bir Günde veya vardiyada bir kez.
- Nadiren Haftada birden az.

Bununla bağlantılı olarak maruz kalmanın ne kadar sürdüğü gelir. Çalışan ya da maruz kalan kişi, maruz kaldığı tehlikeye olay başına birkaç saniye mi, yoksa (genel bakım işlerinde olduğu gibi) saatlerce mi maruz kalmıştır? Ayrıca risk altındaki insanların sayısının da gözetilmesi gerekli olabilir; çoğunlukla petrokimya fabrikalarında, dikkate alınması önemli bir faktördür.

Makinenin veya işlemin yavaş olduğu yerlerde tehlikeye maruz kalan kişi, zamanında tehlikeden uzaklaştırılabilir. Burada kişi uzaklaştırılmadan önce yüksek hızda sessiz çalışan makinede olduğundan daha az risk vardır. Makine çalışmasının incelenmesinden, güvenlik sisteminin bozulması halinde yaralanma olasılığı aşağıdaki gibi tayin edilebilir:

Mutlak, Olma olasılığı yüksek, Olma olasılığı düşük, Olası değil

Bu incelemeyle herbir etkinliğin riski sınıflandırılır. Bu sınıflandırma uygulamaya bağlı olacaktır. Bazı kaynaklar, yukarıda ele alınan faktörlerin herbiri için, nokta değerlendirme uygulamayı sonra da toplam değerlendirmeyi yüksek, orta, düşük riskleri belirlemek için kullanmayı önermektedir. Örneğin, maksimum olası kayıp [(MPL) maximum possible loss], küçük çizik için 1 ve birden fazla ölüm için 50'ye kadar değişen 50 noktalı skala kullanır. Bu rizikolu etkinliğin sıklığı (F) ve yaralanma olasılığı (yine 1-50'lik skalada) formülde birleştirilir.

Sonuçların derecelenmesi

- 9 Ölümcül
- 8 Kalıcı kapasite kullanamazlık
- 7 Kalıcı kısmi kapasite kullanamazlık
- 6 Kalıcı önemsiz kapasite kullanamazlık
- 5 Üç haftadan fazla çalışamazlık, kısmen tamir edilebilir
- 4 Üç gün-üç hafta arası çalışamazlık, tamamiyle giderilebilir.
- 3 Üç günden az çalışamazlık, tümüyle giderilebilir
- 2 Vakit kaybına neden olmayan incinmeler
- 1 Önemsiz incinmeler

Kaza olasılıkları

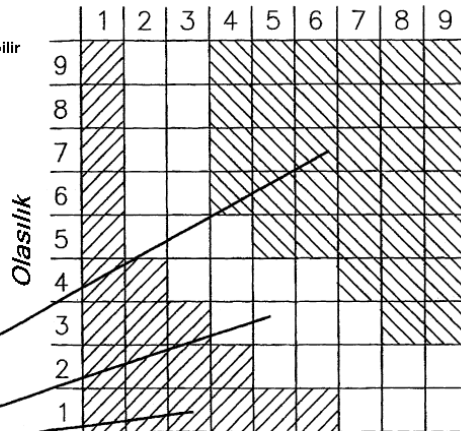
- 9 Olması kesin
- 8 Büyük olasılıkla olur
- 7 Olasılık dahilindedir
- 6 Şanssızlık eseri olabilenden fazla
- 5 Şanssızlık eseri
- 4 Şanssızlık eseri olabilecekten az
- 3 Olası görünmüyor
- 2 Hemen hiç olası değil
- 1 Hiç olası değil

Önlem

- İşlemleri derhal durdur ve çözüm bulununcaya dek başlatma
- Kabul edilebilir değil, gerekli kontrolleri mümkün olduğunca yap

Kabul edilebilir, herhangi bir önleme gerek yok.

Derecelendirme



Şekil 8.1 Basit risk tayin çizelgesi. Bu yalnızca kılavuzdur ve incelenmeden, neticeler belli riziko için doğrulanmadan benimsenmemelidir.

Risk oranı (RR) = F × (MPL + P)

Öyleyse eylemin rotası risk oranına dayanır.

Alternatif ve daha basit ancak daha az detaylı yaklaşım, gerekli eylemin hızla okunabildiği Şekil 8.1'deki gibi bir tablo kullanır.

Bununla birlikte, hiçbir kesin yöntem yoktur ancak kullanılan prosedür uygulamaya uymalıdır ve belgelenmelidir. Risklerin incelenmesi ve azaltılması, etkinliğin önemli bir amacıdır.

Son aşama, kalan riski kabul edilebilir seviyeye düşürmenin yöntemlerini tasarlamaktır. Bu yöntemler, iyi bir planla (örneğin, tuzak noktalarının kaldırılması), risklerin kaynağında azaltılması (örneğin, mümkün olan en düşük hız ve basınçlar, daha az rizikolu gereç), korumayla kontrol altında tutma, maruz kalma sürelerini azaltma, kişisel koruyucu teçhizatın sağlanması ve izlenmesi gereken yazılı güvenli çalışma prosedürleri saptanmasıyla riskin ortadan kaldırılmasını kapsar. Bunlardan en sonuncusu, nitelikli personel ve eğitim programları anlamına gelir.

8.2.3 PLC'ler, bilgisayarlar ve güvenlik

PLC çeşitli yollardan potansiyel olarak tehlikeli durumlar yaratabilir. Bunlardan ilki (belki de en yaygını), programdaki mantıksal hatalardır. Bunlar, dikkatsizliğin sonucu veya bu tür eylemlerin tehlikeli olabileceğini görememiş olan özgün tasarımcı namına yanlış anlama veya gecenin bir vakti arızayı gidermek için, bazı önlemleri bilerek (veya kazayla) kaldıran insanların yaptığı sonraki değişikliklerin sonucu olabilir. Geceyarısı programlama [:midnight programming], can sıkıcı kişi genellikle programı bilip de işi biten kişi olduğundan kaygı vericidir ve tehlike, bir süre (günler, aylar, yıllar) geçene ve rizikolu durum gerçekleşene kadar belli olmayabilir.

İkinci olası neden, giriş veya çıkış modüllerinin bozulmasıdır; özellikle yüksek voltaj parazitine (ve muhtemelen, kablo hasarının olasılık dışı olmayan olayında doğrudan bağlı yüksek voltajlara) maruz kalacak olan doğrudan fabrikaya bağlanmış parçalar. Çıkış modülleri, (yine olasılık dışı olmayan) kısa devre durumunda yüksek akımlara maruz kalabilir.

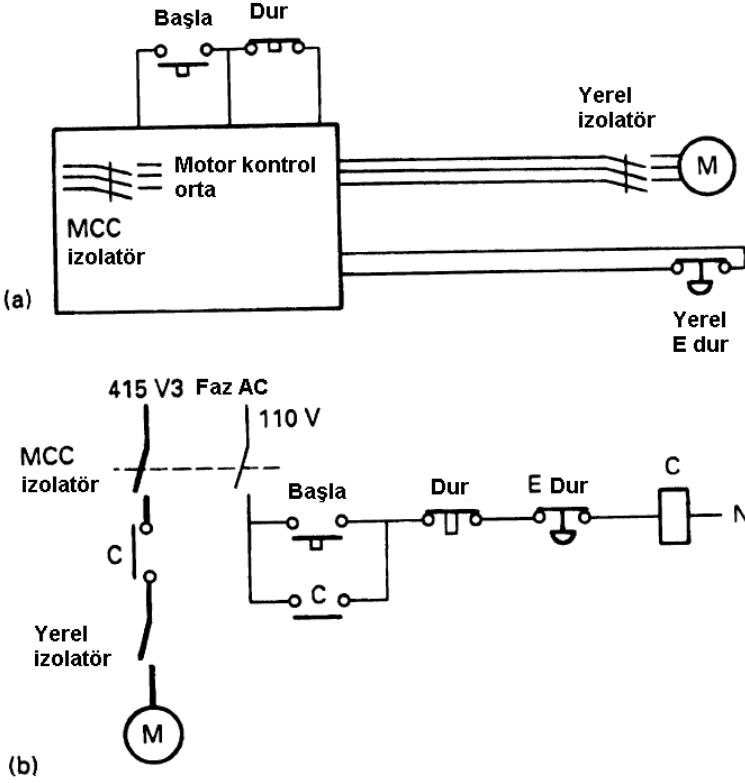
Tipik çıkış cihazları, triyaklar, tristörler veya transistörlerdir. Bunların bozulma modu, önceden tahmin edilemez; bunların hepsi kısa devrede veya açık dev-

rede bozulabilir. Bu durumlarda PLC çıkışları kontrol edemeyecektir. Benzer şekilde, giriş sinyal kartı 'Açık' veya 'Kapalı' durumda bozulabilir ve PLC'yi muhtemelen önemli bir sinyali yanlış yorumlar durumda bırakabilir.

Sonraki bozulma modu, PLC'nin kendisidir. Bu mod; donanım, yazılım ve çevresel bozulmalar şeklinde gruplanabilir. Donanım bozulması makinenin kendisiyle ilgilidir; güç kaynağı, işlemcisi, (tedarikçinin PLC'nin 'şahsiyetine' göre yazılımını, kullanıcı programını ve veri deposunu içeren) belleği. Bu bozulmalardan bazılarının önceden tahmin edilebilir sonuçları olacaktır; bozulan güç kaynağı bütün çıkışların gücünün kesilmesine neden olacaktır ve PLC tedarikçisi (Bölüm 5.2.7'de ele alınan CRC'ye benzer yöntemleri kullanarak) bellekte testleri de tasarımına dahil edecektir. Çevresel etkiler; toz, sıcaklık (ve hızlı sıcaklık değişimleri) ve titreşim gibi kurulumdaki özelliklerden kaynaklanır.

Son neden elektrik parazitidir (genellikle gürültü olarak adlandırılır). Neredeyse bütün PLC'ler içsel olarak 5 V sinyallerle çalışır, ancak dışarıdan yüksek gerilimler ve yüksek akımlar içeren cihazlarla çevrelenmiştir. Gürültü, giriş sinyallerinin PLC tarafından yanlış okunmasına neden olabilir ve aşırı durumlarda PLC'nin iç belleğini bozabilir. Gürültünün normal etkisinin PLC'nin durmasına (çıkışların enerjisinin kesilmesine) neden olması için, PLC'lerin genellikle bellek bozulmasına ve uzak I/O seri hatlarındaki gürültüye karşı iç korumaları vardır. Bununla birlikte buna güvenilemez.

Mutlak güvenli diye bir işlem söz konusu değildir; güvenli olmayan bir durumla sonuçlanacak bazı bozulma biçimlerini tanımlamak her zaman mümkündür. İyi tasarlanmış sistemde bu bozulma modları, oldukça olasılık dışıdır.



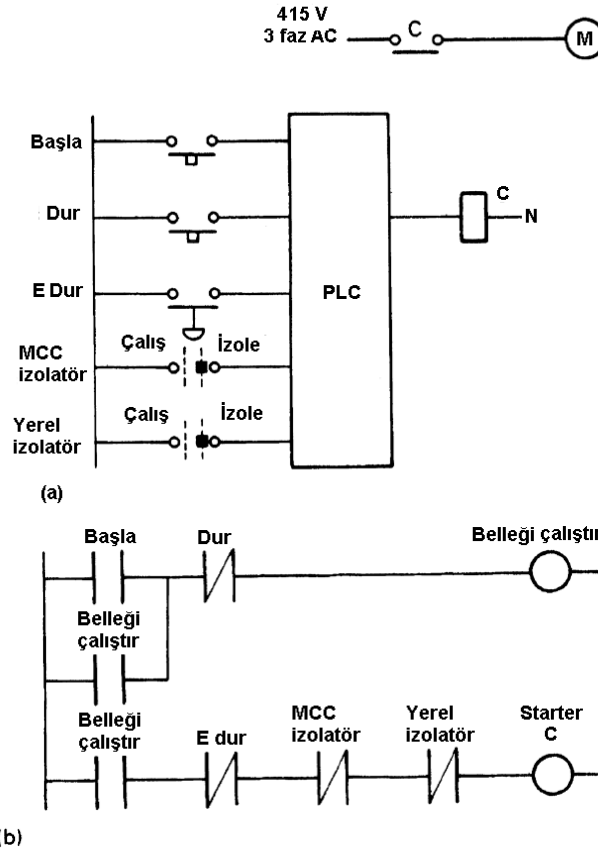
Şekil 8.2 Geleneksel motor starteri:(a) fiziksel düzenleme; (b) devre diyagramı

Şekil 8.2'de PLC olmaksızın oluşturulmuş normal motor starter devresi görülmektedir. Sonraki bölümde acil durum durdurma devrelerini ele alacağız, ancak şimdilik buradaki güvenlik önlemleri şöyledir:

- (a) MCC'deki izolasyon anahtarı güç kaynağını kaldırır.
- (b) Motordaki lokal izolasyon anahtarı. Bu ve (a) maddesi motorda veya yükünde bakım işi esnasında koruma içindir.
- (c) Durdurma ve acil durdurma düğmelerinde normalde kapalı kontak. Kopuk bir tel güç kesilmesinde olduğu gibi, sanki durdurma düğmesine basılmış gibi davranacaktır.
- (d) Acil durdurma düğmesine basılır ve bırakılırsa, motor yeniden çalışmayacaktır.

(e) İzolasyon, durdurma ve acil durdurmanın başlatma üzerinde önceliği vardır.

Ancak tehlikeli bozulma modlarını tanımlamak mümkündür. Acil durdurma düğmesinin, düğme başı yerinden çıkıp düşebilir ya da kontaktörün kontakları kaynak olabilir (kısacası güvensiz bir duruma neden olmak için iki adet kaynaklanma gereklidir), ancak; bu bozulma modları oldukça nadirdir ve acil durdurma işlevini daha ayrıntılı olarak tartışmaksızın, Şekil 8.2 güvenli olarak kabul edilebilir.



Şekil 8.3 Güvensiz PLC tabanlı motor starteri: (a) fiziksel düzenleme; (b) PLC programı

Şekil 8.3'te aynı işlev, güvenli PLC sistemi ile sağlanmıştır. Maliyeti düşürmek için MCC ve lokal izolatörlerin yerini 'izole et' dedirten basit anahtarlar almıştır. Benzer şekilde normalde açık olan kontaklar durdurma ve acil durdurma için kullanılmıştır. Bu Şekil 8.3(b)'nin güvensiz programıyla kontrol edilmektedir.

Sıradan kullanıcıya göre Şekil 8.2 ve Şekil 8.3'ün benzer şekilde davrandığının farkına varmak önemlidir. Farklılıklar (ve tehlikeler), arıza veya sıradışı durumlarda ortaya çıkar. Özellikle;

(a) Bir programlama terminali kullanan kişi girişleri ya da çıkışları zorlayabilir ve izolasyonu geçersiz kılabilir. Bir kimsenin bunu bilerek yapması olası değilse de, benzer adresleri karıştırmak ve haneleri kaydırmak kolaydır (örneğin, 0:32/01 yerine 0:23/01'i zorlamak).

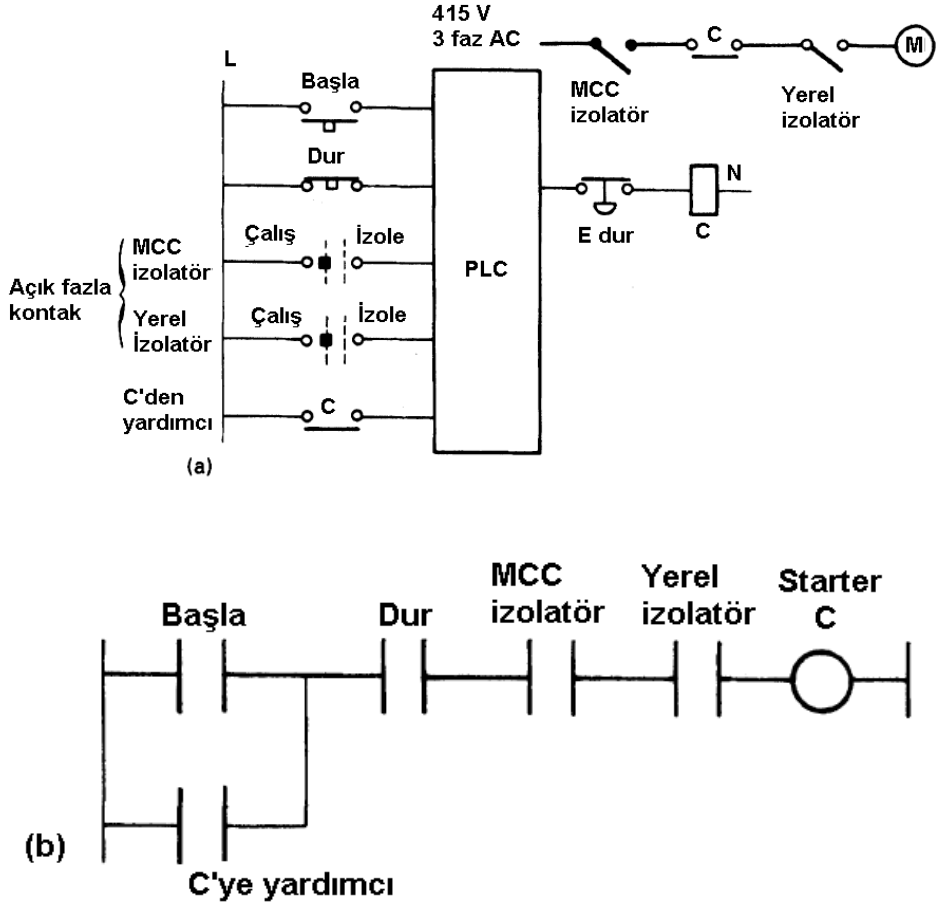
(b) Çalışma sırasında güç kaynağının giriş kontrolünün kaybolması, motorun hiçbir şekilde durdurulamaması anlamına gelir.

(c) Acil durdurma düğmesine basılıp bırakılırsa, motor yeniden çalışmaya başlayacaktır.

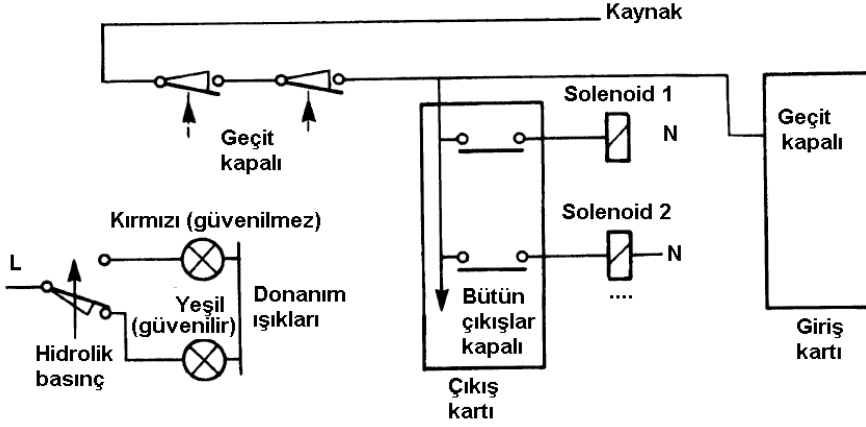
Bunlardan hiçbiri acil durumda ortaya çıkana kadar kullanıcı için aşikar değildir.

Bu yüzden PLC'ler ve bilgisayarları kullanmanın birinci kuralı, '*Sistem en azından geleneksel sistemler kadar güvenli olmalıdır*'dir.

Şekil 8.4, Şekil 8.2'nin gözden geçirilmiş PLC versiyonudur. İzolatörler, PLC girişleri ve durdurma ve acil durdurma düğmeleri için kullanılan normalde kapalı kontaklar gibi yardımcı kontaklarla birlikte geri getirilmiştir. Startere yardımcı kontak eklenmiştir ve bu Şekil 8.4(b)'nin PLC programını mandallamak için kullanılmıştır. Acil durdurma, tel ile çıkışa bağlanmıştır ve PLC'den bağımsızdır ve serbest bırakıldığında motor yeniden çalışmayacaktır (çünkü programdaki mandallayıcı yardımcı kontak kaybolmuş olacaktır). Kontrol güç kaynağının kesilmesi durumunda program durdurma düğmesine basıldığını düşünecek ve motor duracaktır. Böylece Şekil 8.4, arıza durumunda Şekil 8.2 gibi davranır ve yukarıdaki kuralı yerine getirir.



Şekil 8.4 Güvenli PLC motor starteri:(a) fiziksel düzenleme; (b) PLC programı



Şekil 8.5 Kapı kontrollü güvenlik erişimi

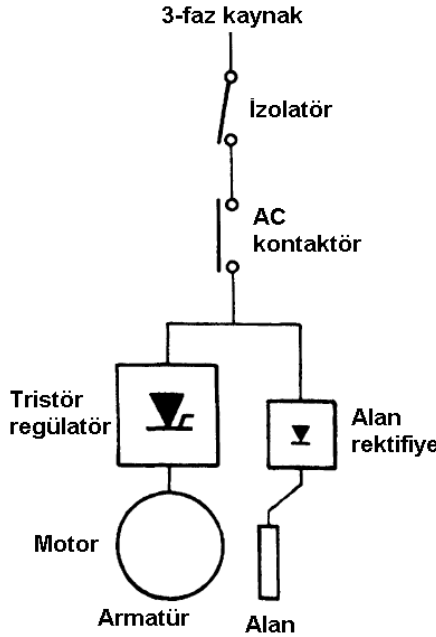
Şekil 8.5'te, operatör makineye erişim sağlayan kapıyı açtığı zaman, hidrolik sistemini kapatmak için kullanılan benzer bir düşünce görülmektedir. Kapı, PLC'nin ne yaptığına bakmaksızın hepsinin enerjisini kesecek olan solenoidleri süren PLC çıkış kartına giden gücü kesecektir. Ayrıca PLC yazılımından ayrı giriş çıkışları geçersiz kılar. Solenoidlerden biri, enerjisi kesildiğinde, manifold basıncının sıfıra yakın bir değere düşmesine neden olan yüklem valfidir. Bu basınç fiziksel bağlantılı trafik lambalarıyla izlenir.

Bu örnekler basit olsalar da, gerekli analiz ve etkenleri daha karmaşık sistemlerdeki benzerdir.

Karmaşık elektronik sistemler gelişkin güvenlik getirebilir. Şekil 8.6'da tristör sürücü büyük bir DC motorun hızını kontrol ediyor. Düzenlemesi tipiktir; bakım için anahtarlı izolatör ve upstream AC kontaktörü. Bu sürüşe acil durdurma düğmesi eklenmesi gereklidir. AC kontaktörlerin fiziksel bağlantısını yapmak için bunu kullanmak sürüşü durduracaktır, ancak; motorun ataleti ve yükü birkaç saniye daha dönmeyi sürdürecektir. Bununla birlikte, tristör sürüş, motora rejeneratif frenleme yaparak, bir saniyeden daha kısa süre içinde yükü durduracaktır, ancak; bu sürüşün canlı ve işlevsel olmasını gerektirir.

Acil durdurmanın çalışması, mümkün olan en hızlı durdurmanın gerekli olduğu tehlikeli bir duruma işaret eder. Bu sırada sürüş kontrollerinin işlevsel olduğu neredeyse kesindir ve hiçbir 'potansiyel' arıza yoktur. Örneğin, hız kontrol sistemindeki arızalara operatör dikkat etmiş olabilirdi. Risk tayini deyince, yazar

koruma sisteminin uygulanabilir olup olmadığını, acil durdurmanın iki yönde çalışması gerekip gerekmediğini tartışacaktır. Bu öncelikle, bir saniyeden kısa sürede sürüşü durdurması gereken kontrol sistemi yoluyla elektronik rejeneratif çökme durdurmasını başlatır (motora ve mekaniğe büyük bir gerilme getirirse de). Acil durdurma ayrıca AC kontaktörünü serbest bırakan drop-out fiziksel bağlantı röle setini 1,5 saniyeliğine serbest bırakır. Bu acil durdurma düğmesine basmaya, olası en hızlı tepkiyi verir.

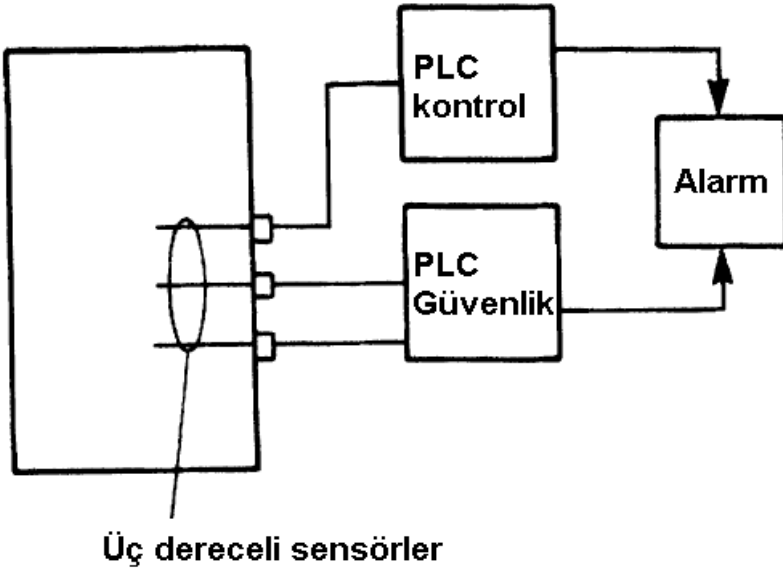


Şekil 8.6 Acil durdurma gerektiren DC sürüş

Bu yüzden güvenlik faktörleri mutlaka röle tabanlı, elektronik olmayan donanım gerektirmez, ancak tasarımcı; tasarım kararlarını ve kullanılan yöntemleri doğrulamaya hazırlıklı olmalıdır. Karmaşık kontrol sistemleri kullanılacağı zaman, yaygın yöntem sensörleri, kontrol sistemlerini ve gerçekleyicileri çoğaltmaktır. Buna gereksizlik adı verilir.

Tipik uygulama örneği, kazanında besleme suyu tutulan buhar kazanıdır. Su seviyesindeki sapmalar tehlikelidir; çok düşük olduğunda buhar kazanı, muhtemelen kazan tüplerini eritme noktasına varana kadar, aşırı derecede ısınacaktır; su seviyesi çok yüksek olduğunda ise, taşan su, ayırma bıçağının bozulma riskiyle, bir felakete davetiye çıkartacak ve aşağı akış türbinine taşınacaktır. Yüksek ve düşük seviye sensörleri kullanılmalı ve herbiri çoğaltılmalıdır (bir tane kullanılmamalı mutlaka sağlamasını yapacak bir başka sensör daha sistemde dahil olmalıdır). Kontrol sistemi, herhangi bir arıza sinyaline tepki verir, bu yüzden tehlikeli bir durumun ortaya çıkması için iki sensörün de bozulması gerekir. Eğer T süresi içinde sensörün bozulma olasılığı p ($0 < p < 1$) ise, ikisinin de bozulma olasılığı p^2 'dir. Tipik durumda, p değeri 10^{-4} aralığında olacak ve p^2 olasılığını 10^{-8} yapacaktır.

Bunda iki dezavantaj vardır. Birincisi, sensörün sürekli olarak güvenli sinyal durumunda olacak şekilde bozulabilmesi ve bu bozulmanın sensörle çalışan fabrikada kullanıcıdan saklı kalmasıdır. İkinci sorun, sensörlerin sayısının artacağı için ve herhangi bir sensör arızası kapanmaya neden olacağı için, fabrika güvenilirliğinin azalmasıdır. Bu sonuçların ikisi de 'majorite' devreleri kullanılarak, üçte iki olasılıklı olanlar ya da beş sinyalden üçünü alanaların azaltılması vb. gibi.



Şekil 8.7 Sensör ve kontrol/koruma sistemlerinin çoğaltılması

Buraya kadar sensörleri kopyaladık. Gerçek fazlalığı sağlamak üzere, sistemin kendisindeki donanım ve yazılım arızalarına karşı korumak için olduğu gibi kontrol sisteminde duplikasyon kullanmak akıllıcadır. Şekil 8.7'de iki ayrı ve bağımsız PLC sistemine (fazlalık için) bağlı, biri kontrol ve güvenlikle ve bir tanesi de sadece kontrol ile ilgili üç sıcaklık sensörü görülmektedir. Bir riziko oluşması için bunlardan ikisinin de eşzamanlı olarak arızalanması gereklidir.

Fazlalık, 'Ortak Mod' [:Common Mode] arızalarıyla alt edilebilir. Bunlar bütün paralel yolları eşzamanlı olarak etkileyen arızalardır. Güç kaynakları, aynı yolu izleyen kablolardaki elektrik parazitleri ve aynı tedarikçiden alınan ya da aynı toplu işten kalan benzer parçaların hepsi ortak mod arızasına eğilimlidir. Gerçek koruma için, eşzamanlı arıza olasılığını azaltmak üzere parçalarda, yollarda ve uygulamada farklılıkları olan çeşitli fazlalıklar kullanılmalıdır.

Şekil 8.7'in kopya kontrol düzeni gibi örnekler de 'sistemik arıza' adı verilen bir tür ortak mod arızasına meyillidir. Sıcaklık sensörlerinin alarm sıcaklığıyla program içinde karşılaştırıldığını düşünün. Her ikisinin de, elde olmadan (fakat nadiren, bu yüzden basit testlerde ortaya çıkmaz) alarm sıcaklık ayarını değiştiren (diyelim ki 60 °C'den 32053 °C'ye) ve bir bug [: hata] içeren aynı programı çalıştırmakta olan benzer sistemler olduğunu düşünün. Böyle bir sonuç, programın tamamen ilgisiz bir bölümünde move komutunda yanlış yazmayla kolayca meydana gelebilir. Bu hata her iki kontrol sistemini etkileyecek ve fazlalığı ortadan kaldıracaktır.

Fazlalık, kontrol sistemlerine güvenilmek isteniyorsa, tamamıyla farklı olmalıdır; farklı I/O'si olan farklı makineler ve farklı kablo yollarından bağlanmış farklı sensör tipleri olan farklı güç kaynaklarından beslenen kurulu makinelerde farklı kişiler tarafından yazılmış farklı programlar. Gerçek fazlalık bu anlama gelir.

Türkiye'de Sağlık ve Güvenlik teftişleri fabrikaların doğrudan bilgisayarlarla otomatik kontrol edilmesine dönük iş güvenliği konusuyla henüz doğrudan ilgilenmemektedir. Ancak doğrudan fabrika kontrolünün güvenliği konusuyla da ilgilenen ve bunu mevzuatlarına taşıyan ülkeler vardır örneğin İngiltere'de 1981 yılında OP2 'Endüstrideki Mikroişlemciler' adlı önemli bir tebliğ yayınlanmıştır. Bunu, 1987 yılında birinci kitap olarak Programmable Electronics Systems in Safety Related Applications ve ikinci kitap *Introductory Guide* adlı iki kitap izledi. Birinci kitap, 1981 yılındaki yayın gibi, konuyu genel olarak ele alıyor ve ikinci kitap ise gerekli tasarım aş-

malarını gösteriyor. Beş aşamalı bir işlem öneriyorlar:

- (i) Fabrikanın veya işlemin riziko analizini yapın ('fazlası', 'azı', 'üzerinde', 'altında' gibi anahtar sözcükler burada yararlı olacaktır).
- (ii) Buradan, güvenlikle ilgili olan ve sadece etkin üretimle ilgili kontrol sistemlerinin bölümlerini tanımlayın. Üretimle ilgili olanlar analizin geri kalanında gözardı edilebilir.
- (iii) Gerekli güvenlik seviyesini belirleyin (kabul edilmiş elde edilebilir standartlara veya yayınlanmış gereçlere dayanarak).
- (iv) Bu standartları karşılayacak veya aşacak güvenlik sistemleri tasarlayın. HSE, tasarımda kalitenin önemini vurgulamaktadır; parçaların kalitesi, üretici firmaların kalitesi vb.
- (v) Elde edilen seviyeyi tayin edin (tasarımın tek tek parçaları için tahmin edilen arıza olasılığını kullanarak). İstenen seviyeye ulaşılamamışsa tasarımı gözden geçirin.

Test, güvenliğin önemli bir bölümüdür ve fabrikayı üretime geçirmek için kaçınılmaz baskılar yüzünden mantıklı bir test rutinini tamamlamak zor olabilir. Kontrol odasının göstergeleri çalışır çalışmaz, "haydi işimiz bitti, evimize gidelim" tavrı, hakim tavidir. Bu, özellikle proje gecikmişse direnmesi güç bir durumdur, ancak ölümcül olabilir. Bu tuzağa yakalanmamanın tek yolu, madde madde üzeri çizilebilecek (test başlamadan çok önce hazırlanmış) önceden üzerinde anlaşılmış bir güvenlik kontrol listesine sahip olmaktır. Ancak o zaman bütün maddeler yerine getirilene kadar mühendisin fabrikayı işler durumda tutmamak için sağlam dayanağı olacaktır.

Bakım, belki de en tehlikeli zamandır. Fukujima, Çernobil, Flixborough, Three Mile Island, Bhopal, Piper Alpha felaketleri ve Charing Cross tren kazalarının hepsinin kökeninde kötü tavsiye edilmiş bakım etkinlikleri yatmaktadır. Bir çok fabrika otomasyonunda, tasarımın devreye alınması sırasında, zor kimi işlemlerin devreye almayı hızlandırmak için geçici olarak yapılan baypaslarla ertendiğini ama sistem devreye alındıktan haftalar hatta aylar sonra hâlâ aynı baypasların yerinde durduğu, 'fabrikayı rahatlatmak' için baypas edilmiş arızalı koruma sistemlerini mutlaka deneyimli olanlar görmüştür. PLC'lerin programlanma kolaylığı bunları çok hassas hale getiriyor (ve güvenlik uygulamaları için ROM'da saklanan programların tercih edilmesi bu yüzdendir).

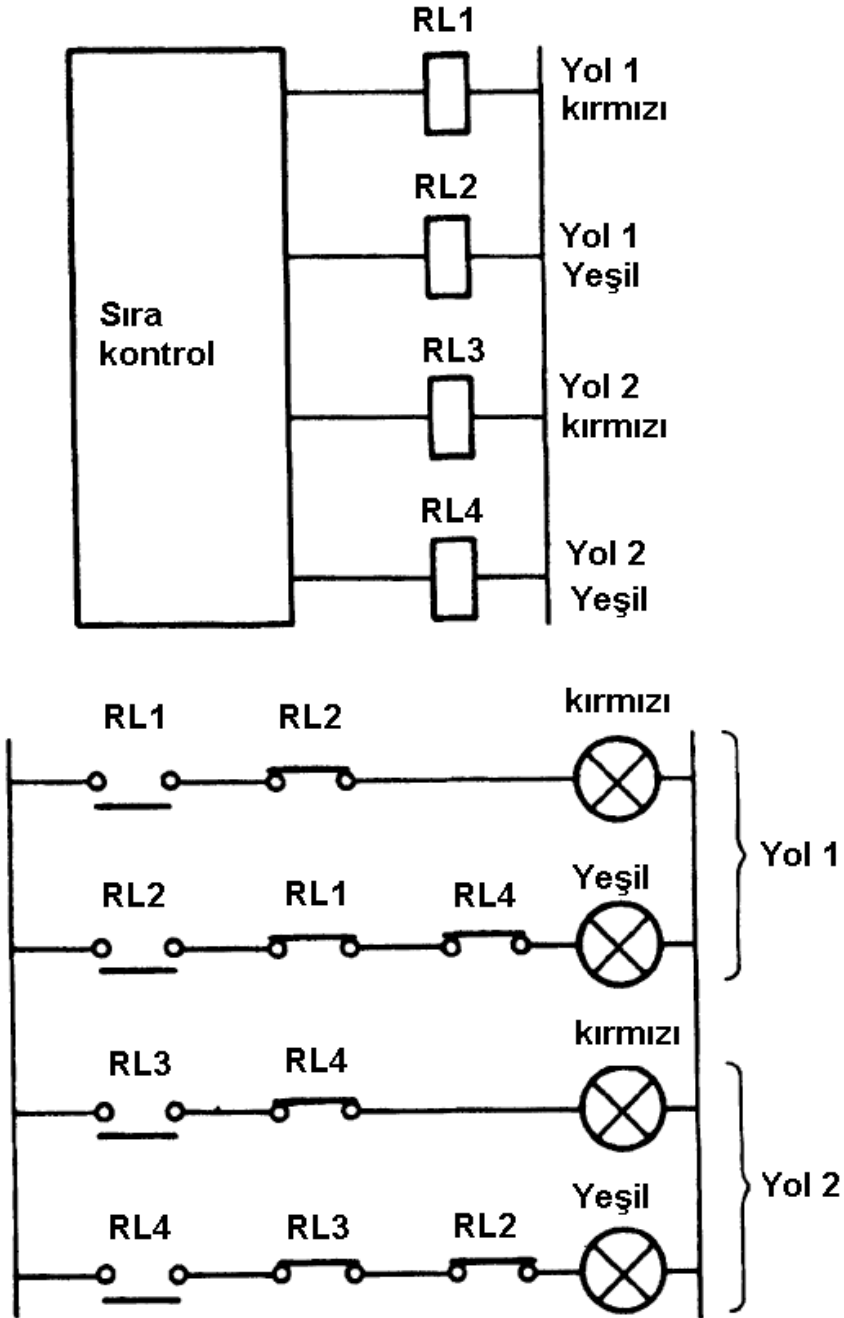
Fabrika insanlar çalışmaya başlamadan önce güvenli konuma getirilmek zorundadır. Genellikle elektriksel izolasyon gereği ve Çalışma Ruhsat sistemi

beğenilmektedir (ve Şekil 8.2'deki izolatörler bu nedenle sağlanmıştı) ancak pnömatik veya hidrolik aktüatörlerden gelecek tehlikeler genellikle gözden kaçırılmaktadır.

Eğer bir PLC durursa ve gücü kesilirse (bakım dönemlerinde olası bir durum), bütün solenoidlerin enerjisi kesilecek ve fabrika tümünden duracaktır. Bu yüzden izolasyon prosedürleri sadece belli elektrik motorlarını değil bütün aktüatörleri kapsamalıdır.

Röle kullanırken, Şekil 8.8'deki basit trafik lambaları için gösterilen prensip kullanılarak neredeyse hatasız devreler tasarlamak mümkündür. (Hiçbir devre bütünüyle hatasız olamaz, elbette.) Burada, titreşimle gevşemesini önlemek için yay yüklemeli terminaller gibi yöntemlerin kullanılmasıyla, rölelerin çapraz kuplajlanması [:cross coupling], sistemin hiç ışık vermeden veya bir yol üzerine kilitlenmesini ya da ikisini birden kırmızı göstererek arızalanabilmesini sağlar, ancak ikisini de yeşil göstererek arızalanamaz. Bunu başarmak için, iç mekanik çökmenin normalde açık ve normalde kapalı kontakları biraraya getirilmesine yol açmayacak şekilde yapılmış yüksek kaliteli röleler kullanılır. Çok yüksek güvenlik seviyesinde, Şekil 8.8'deki düşünce, asansörlerde, trafik lambalarında, fırın kontrolünde ve demiryolu sinyalizasyonunda yaygın olarak kullanılır.

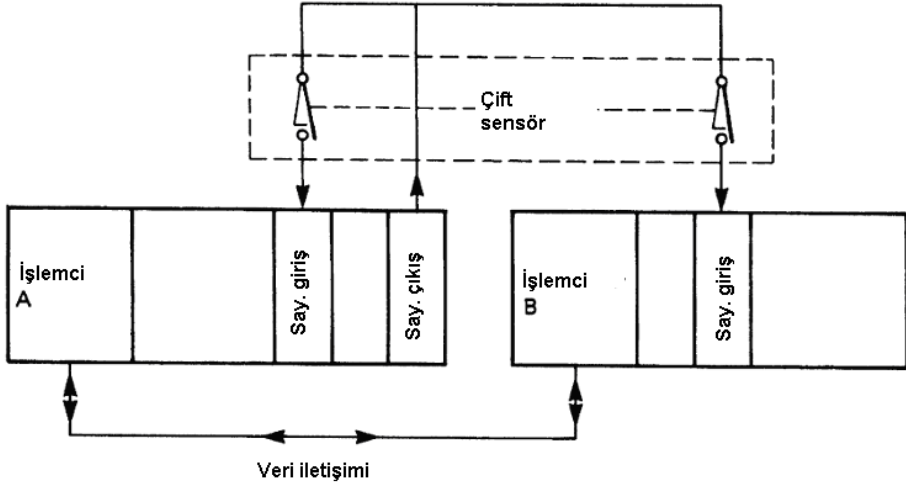
Şekil 8.8'deki güvenlik seviyeleri bazı PLC'lerle elde edilebilmektedir. Siemens, taşımacılık sistemleri, metrolar, yol trafik kontrolü ve asansörler gibi güvenliğin çok önemli olduğu uygulamalarda kullanılmak üzere Alman TUV Bayern (Technical Inspectorate of Bavaria) tarafından onaylanmış olan 115F PLC'yi pazarlamaktadır. Sistem, iki adet 115 PLC'ye dayanmaktadır ve çeşitli fazlalık [:diverse redundancy] modelidir. İki makine farklı sistem yazılımında çalışıyor ve birbirlerinin eylemlerini kontrol ediyorlar. Yine de uygulama yazılımında hiçbir sistematik hata olmamasını sağlamak, kullanıcının sorumluluğudur



Şekil 8.8 Fiziksel bağlantılı rölelerli olan güvenlik sistemi

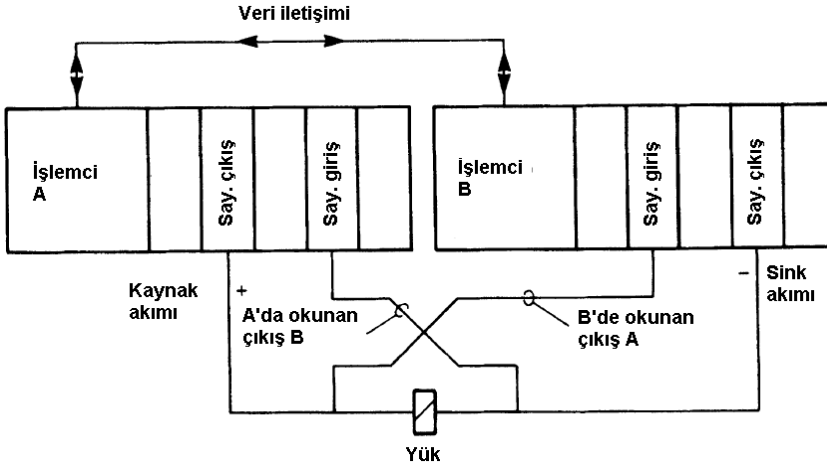
Girişler Şekil 8.9'daki gibi idare edilir. Farklı (ayrı) sensörler darbeli çıkıştan beslenir. Sinyal sadece iki işlemci mutabık olursa işlenmektedir. Açıktır ki, güvenlik için sinyal duyumunun seçimi önemlidir. Örneğin, over-travel limiti için sensörler sağlıklı ve arıza için açık durumda olmalıdır.

Şekil 8.10'daki gibi işlemi denetlemek için, gerçekleyiciler iki çıkış (karşı duyumu) ve iki giriş kullanır. Herbir altbirim, devrenin kablo hasarını, arızalı çıkış modüllerini ve açık devre gerçekleyicileri saptamasına izin verip, çıkışlara kısa darbeler göndererek diğerinin çalışmasını denetler. Örneğin, B çıkışı Açık olarak arızalanırsa, A ve B girişleri Kapalı durumuna geçecektir (ancak gerçekleyicinin enerjisi güvenle kesilecektir).

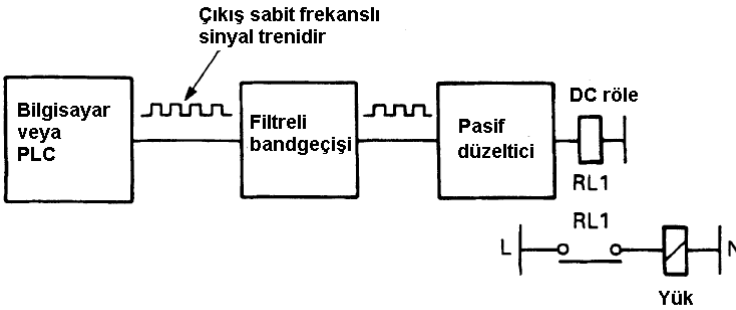


Şekil 8.9 Siemens 115F PLC ile hassas güvenlik girişi

Şekil 8.9 ve 8.10'un çalışması anlaşılırdır, ancak hemen hatasız PLC sağlamanın kabul edilebilir yolu olarak anlaşılmamalıdır. 115F, gerçekten farklı fazlalıktır, hatta dahili entegre devreler farklı gruplardan ve farklı imalatçılardan seçilir ve iyi test edilmiş kendi kendini kontrol edebilen dahili yazılım içerir. DIY sistemi bu özelliklere sahip olmayacaktı ve ortak mod veya sistematik arızalara hassas olacaktı.



Şekil 8.10 Siemens 115F PLC ile hassas güvenlik çıkışı



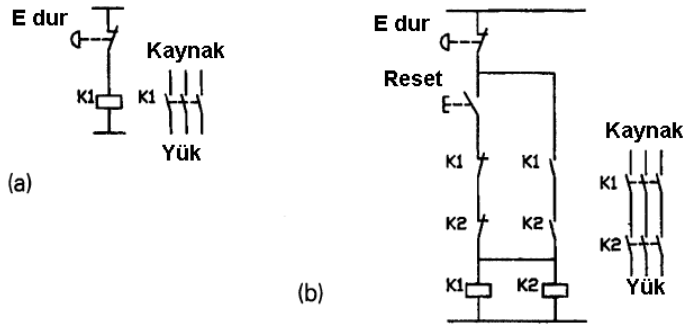
Şekil 8.11 Dinamik 'hatasız' devre

Şekil 8.11'de, gaz fırını kontrolü gibi uygulamalarda bazen kullanılan dinamik hatasız devre görülmektedir. Buradaki geçerli çıkış sinyali, belli bir frekansın kare dalga darbe dizisidir (çıkışın hızla açılıp kapanmasıyla elde edilir). Bu salınan sinyal, dar bant geçiş filtresinden geçer ve doğrultulduğunda gerçekleştiriciye enerji verir. CPU'nun arızalanması darbe dizisinin bozulmasına neden olacaktır (veya filtrenin kabul etmeyeceği darbe dizisinin frekansında bir kayma). Çıkışın arızalanması, yine filtrenin kabul etmeyeceği DC sinyali üretecektir. Filtredeki herhangi bir parçanın arızalanması, bant geçiş frekansında kaymaya ve normal çıkışlara yanıt verememesine neden olacaktır. Şekil 8.11'in prensibi çoğunlukla PLC'nin sağlıklı olduğunu söylemek için bir kilit olarak kullanılabilir olan tek bir 'bekçi' çıkışı olarak kullanılmaktadır.

8.2.4 Acil kapatma

Çoğu fabrika, tehlike yaratabilen hareketli parçalara sahiptir. Bu yüzden, operatörler tehlike gördüğünde işlemi mümkün olan en kısa sürede durdurmanın yolunu sağlama gereği vardır. Genellikle acil kapatmanın (durdurmanın) başlaması, fabrikada stratejik yerlerde acil durdurma/kapatma düğmeleri ile sağlanır. Bu düğmelerin, dikkat çekmesi için, yeşil bir yüzey üzerinde kırmızı mantar başlı düğmeler olması gereklidir. Mandallama yapabilmelidirler ve serbest bırakmak için elle müdahale (anahtar, döndürme veya çekme) olanaklı olmalıdır. Düğme serbest bırakıldığında bile fabrika, başka bir yeniden başlatma işlemi olmaksızın, yeniden çalışmaya başlamamalıdır. Konveyörler ve benzeri kalemlerde, fiziksel olarak sıfırlanması gereken tel bağlı çekmeli kol yardımıyla (mekanik olarak), acil kapatma/durdurma kullanılır.

Bir süre öncesine kadar, bir acil durdurma devresi Şekil 8.12(a)'da gösterildiği gibi çalışıyordu ve Şekil 8.2'nin ilk versiyonunda da acil durdurma, bu şekilde uygulandı. Düğmenin çalışması, enerjisinin kesilmesine ve gücü makineden çıkarmasına neden olarak kontrol devresinin kontaktörle bağlantısını keserdi. Bununla birlikte, bu devrenin tehlikeli olabilecek birçok arıza modu mevcuttur. Özellikle de kontaktör kontakları birbirine kaynayabilir veya kontaktördeki açma yayı kırılabilir. Bu gibi durumlarda acil durdurmanın hiçbir etkisi kalmaz.

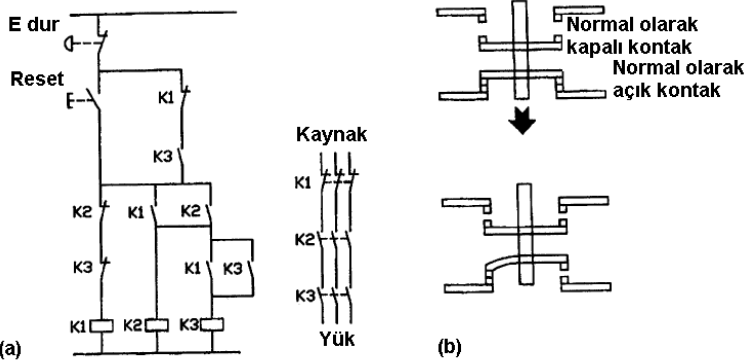


Şekil 8.12 (a) Basit acil durdurma devresi. Bu devrenin potansiyel tehlikeli arıza modları vardır. (b) Geliştirilmiş acil durdurma devresi. Bununla birlikte bu devrenin çalışması için, iki kontaktörün normalde açık ve normalde kapalı üst üste binen kontakları olması gereklidir ve devre güvensiz durumda bozulabilir.

Şekil 8.12(b), gelişkin güvenlik sağlamak için fazlalık kullanır. Fazlalık sağlar-

ken, bir elemanın düşük güvenlikle arızası durumunda, geri kalan elemanların sürekli, son derece normal çalışmasına yol açamaz. Bu devrede, acil durdurmanın işlemez hale gelmesi için her iki kontaktörün de arızalanması gerekir. Sol taraftaki normalde kapalı iki adet kontak, kaynaklanmaya veya bir kontaktörün sıkışmasına karşı bir ölçüde koruma sağlar. Sıkı sıkıya kaynamış bir kontaktördeki ciddi bir arıza, normalde kapalı olan kontağının açılmasına ve devrenin çalışmamasına neden olacaktır. Ancak devre ideal değildir. Çalışması için normalde açık ve normalde kapalı kontaklarda üst üste binme olmalıdır (yani, her ikisinin de bir araya getirildiği kısa bir bölge). Bir kontaktörün normalde açık ve normalde kapalı yapılan kontakların çalışmaması böylece mümkün olabilir. Ek olarak, üst üste binen kontakların, ek rizikolu arıza modları getirecek şekilde yay yüklemeli olmalıdır. Şekil 8.12(a)'daki devreden çok daha iyi olmasına rağmen, hâlâ rizikoları vardır.

Güvenlik Şekil 8.13(a)'daki gibi ve pozitif olarak sürülen üç kontaktör kullanılarak daha da geliştirilebilir. Bu fikirler geleneksel olarak, örneğin, iki yola aynı anda yeşil 'Geç!' sinyali verilmemesini sağlamak için trafik lambalarında, demiryolu sinyalizasyonunda kullanılmıştır. Pozitif olarak sürülen kontaklar öyle yapılmışlardır ki; hem normalde açık ve normalde kapalı kontaklar aynı mekanizmayla hareket ederler ve arıza halinde bile her ikisi de aynı anda yapılamazlar. Prensibi Şekil 8.13(b)'de gösterilmiştir.



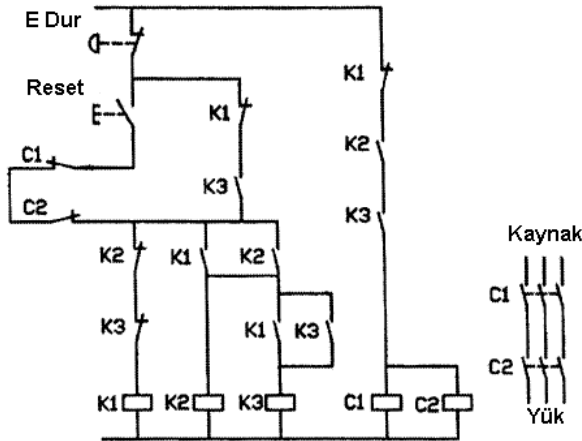
Şekil 8.13 (a) Yanaşmayan kontaklı acil durdurma devresi. Bu devre dur butonuna basıldıktan sonra reset edilir ve bir hataya rağmen hala güvenlidir. (b) yanaşmayan pozitif sürücülü kontak setinin çalışma ilkesi

Şekil 8.13(a)'da üç kontaktör seri olarak kullanılmıştır. Birincisi, K1, normalde

kapalı kontaklar ve diğerleri ise normalde açık kontaklar kullanır. Bu yüzden normal çalışma için K1'in enerjisinin kesilmesi ve K2 ve/veya K3'e ise enerji verilmesi gerekir. İlk defa güç verildiğinde veya acil durdurmaya basılıp serbest bırakıldığında, bütün kontaktörlerin enerjisi kesilir. Sıfırlama düğmesine basıldığında, K2 ve K3'ün sıkışmaması halinde (pozitif sürüslü kontaklar hatırlar) K1'e enerji verilecektir. K1'in kontakları sonra K1'in enerjisini kesen K2 ve K3'ü getirir, ancak kendi kontakları yoluyla kendilerini tutarlar.

Herhangi bir kontaktörün tek başına arızalanması devrenin arızalanmasına veya yeniden çalışmasının engellenmesine yol açacaktır. Bununla birlikte K2 ve K3'ün aynı anda kaynaklanmasına hassastır, ancak; bunun olabirliği genellikle düşük olarak görülmektedir.

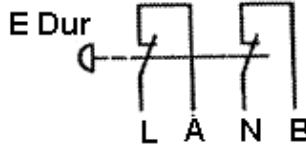
Şekil 8.13(a) birkaç kilovatlık küçük yükler için kabul edilebilirdir ancak büyük yükler için pek pratik değildir (ve pahalıdır). Şekil 8.14'te güvenlik devresi, C1 ve C2 fazlalık kontaktörleri kontrol eden düşük güçte pozitif olarak sürülen rölelerle yapılmıştır. Bu kontaktörlerin (pozitif olarak) sürülen yardımcı kontakları sıfırlama düğmesine seri bağlanmıştır. Güvensiz moddaki kontaktörün arızalanması böylece yeniden çalışmayı engeller ve Şekil 8.13(a)'daki gibi, devre sadece sağlıklı durumdaki her iki kontaktör ile çalıştırılabilir. Ayrıca Şekil 8.13(a) gibi, çalışırken yapay durumda arızalanan her iki kontaktörün riski vardır.



Şekil 8.14 Aynı büyük kontaktörlerle çalışması için değiştirilmiş Şekil 8.13(a)'nın acil durdurma devresi

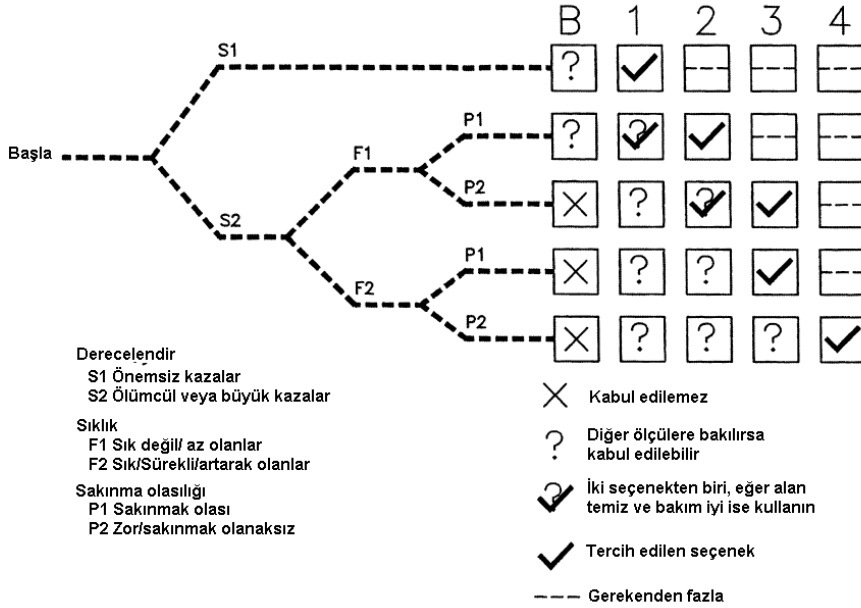
Şekil 8.13(a) ve 8.14 düzenlemeleri yaygın olarak kullanılmaktadır ve birçok kontrol malzemesi üreticisinden önceden yapılmış güvenlik rölesi olarak bulunabilir.

Bu devrelerdeki risk çok düşük olsa da, bazı durumlarda kabul edilmeyebilir. Özellikle devre, acil durdurmanın kendisinde tek kontağa dayalıdır ve kablo hatasının düğme kontağını devre dışı bırakması olasıdır (Arızalı kablo elbette ki güvenlik rölesinin fabrikayı durdurmasına neden olacaktır). Eğer uygulamanın risk tayini daha düşük risk gerektiriyorsa (çoğunlukla durdurma düğmesinde esnek kablo kullanıldığında), herbir düğmede, bir tanesi güvenlik rölesine giden güç kaynağı voltajını anahtarlayan ve bir tanesi ise Şekil 8.15'teki gibi dönüş için olmak üzere iki kontak kullanılabilir. Düğmeyi bağlamak için dört öbekli kablo kullanılıyorsa, herhangi bir kablo arızasının ya güvenlik rölesinin enerjisini kesmesi ya da devre koruma sigortasının veya kesicisinin açılmasına neden olma olasılığı çok yüksektir.



Şekil 8.15 Kontak arızası veya kablo hasarına karşı koruma için ikili koruması olan acil durdurma düğmesi. Bu Şekil 8.13 ve 8.14'e benzer devrelerle kullanılacaktır ve basıldıklarında hem güç kaynağını hem de geri dönüşün bağlantısını kesecektir.

Acil durdurma devrelerinin düzenli olarak bakımı ve testi yapılmalıdır. Kitabın yazarı, balyozla vurulsa bile çalışmasını engelleyen mantar başının altında neredeyse beton halka haline gelmiş tozlu ve nemli ortamda bulunan düğmeler görmüş. Düzenli denetleme ve test benzer sorunları önleyecektir. Unutmayın ki, ekipmanın denetlenmesi ve bakımı çoğu güvenlik talimatnamelerinde yasal bir zorunluluktur.



Şekil 8.16 Acil durdurma seçme çizelgesi

Bölüm 8.2.2 Risk Değerlendirme düşüncesini ortaya koydu. Avrupa Standartı prEN954-1, hatasız kontrol ekipmanı için risk değerlendirme çizelgeleri üretmiştir (Şekil 8.16). Bu aşağıdaki sonuçları vermektedir:

- Kategori B Nem sıcaklık ve titreşimin göz önüne alınması gibi faktörlerle fabrikanın çalışma gerekliliklerini karşılayacak minimum standartlar.
- Kategori 1 'B' gibi ancak güvenlik sistemleri 'iyi denenmiş' prensipleri ve parçaları kullanmak zorundadır. Bu seviyede sadece elektronik veya programlanabilir sistemlere güvenilmesine izin verilmez.
- Kategori 2 'B' gibi ancak, çalıştırma esnasında güvenlik sistemi arızası saptanması halinde makinenin çalışmasına izin verilmemelidir. Tek kanal gerçeklemeye (yani, acil durdurma düğmeleri veya kapı limit anahtarları), iyi tanımlanmış düzenli elle test prosedürü olması halinde izin verilir.

- Kategori 3 'B' gibi ancak güvenlik sistemindeki herhangi bir arıza güvenlik fonksiyonunun kaybına yol açmamalıdır ve mümkün olan yerlerde arıza tanımlanmalıdır. Bu Şekil 8.15'teki gibi fazlalık ve iki kanal anahtarlarını içermektedir.
- Kategori 4 'B' gibi herhangi bir arıza saptanmalı ve hiçbir üç eşzamanlı arıza güvenlik fonksiyonunun kaybına yol açmamalıdır.

Önceki bölümde PLC'lerin ve bilgisayarların güvenlik yönleri incelendi. Karmaşık sistemler dışında, sadece yazılım/elektronik acil durdurma sisteminden yeterli güvenlik düzeyleri elde etmek için gerekli fazlalık tekniklerini kullanmak finansal olarak pratik değildir. En iyi sistem, PLC çıkışları ve gerçekleyiciler (kontaktörler, valfler vs.) arasında seri olarak çalışan fiziksel bağlantılı güvenlik sistemine sahip olmaktır. Kontak ayrıca güvenlik sisteminin çalıştığını söylemek için PLC'ye giriş olarak ta düşünülmelidir (elbette pratikte, arıza veya enerji kaybının hareketin durmasına yol açması için güvenlik sisteminin çalışmadığını söyleyen giriş sağlanır). Bu giriş, sistemin yeniden çalışması için acil durum sinyalinin kaldırılmasının ötesinde sistem elle müdahale gerektirdiği için program vasıtasıyla çıkışın kapanmasına neden olacaktır.

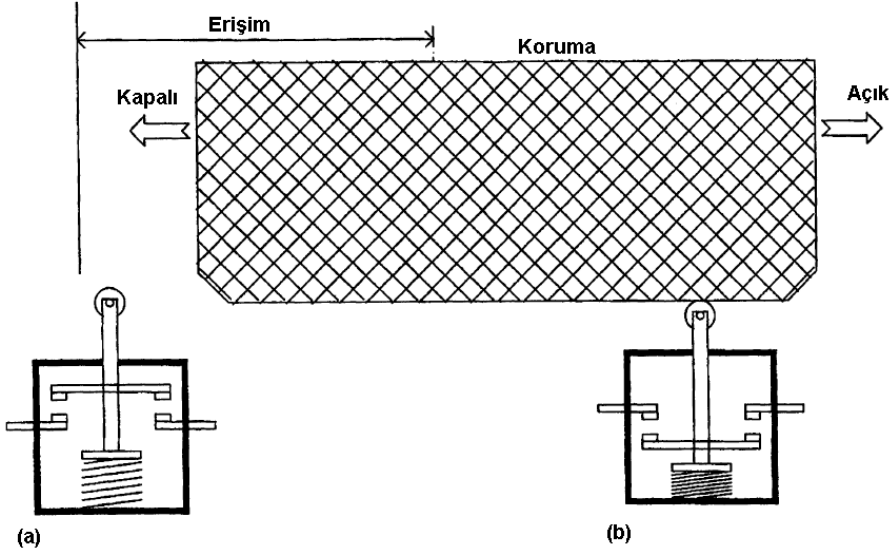
Acil durumda birçok cihazın kapatılması gerektiği yerlerde (yani, birçok solenoid valfler), acil durdurma kontakları Şekil 8.5'te gösterildiği gibi ilgili çıkış kartlarına giden gücü kaldırabilir.

Son bir yorum; etkin koruma sisteminin maruz kalma süresini azaltarak, acil durdurma sistemi gerekliliklerini azaltabileceğidir (yani, insanlar ne zaman risk altına girseler sistem çalışmaz olacaktır). Bu sonraki bölümde ele alınmıştır.

8.2.5 Koruma

Riski azaltmanın en etkili yollarından biri sabit veya hareketli koruyucularla makine veya işlemin tehlikeli bölümlerine erişimi kısıtlamaktır. Sabit koruyucuları tasarlaması kolaydır, ancak; erişimin üretim veya bakım için çoğunlukla gerekli olduğu hareketli koruyucular dikkatli tarasım gerektirirler.

Hareketli koruyucular iki güvenlik işlevi sağlamalıdır. İlk olarak, koruyucular açıkken makinenin çalışmamasını sağlamalıdır. İkinci olarak, makine veya fabrikanın uzun durma süresi varsa, makine tam olarak durana kadar koruyucuların bir şekilde kilitlenmesi gereklidir.



Şekil 8.17 Koruma limit anahtarlarının kullanımı.

- (a) pozitif olmayan anahtar (koruyucu kapar, yay açar);
 (b) Pozitif anahtar (koruyucu açar, yay kapar)

Koruyucu açıkken makine izolasyonunu sağlamanın sezgisel olarak ama yanlışlıkla seçilen yöntemi, Şekil 8.17(a)'da gösterildiği gibi koruyucu kapalıyken, kapanan limit anahtarı kullanmaktır. Bunun potansiyel olarak iki tehlikeli kusuru vardır. Bu düzenlemede (negatif veya pozitif olmayan çalışma adı verilir), anahtar koruyucu tarafından kapatılır ve yay tarafından açılır. Bu yayın bozulması, koruyucu açıkken; kontakların hâlâ kapalı olması sonucunu getirir. Ek olarak anahtar, koruyucu açıkken erişilebilirdir ve güvenlik özelliğini baypas etmek için operatörler tarafından kolaylıkla 'dondurulabilir'.

Şekil 8.17(b)'de koruyucunun kendisi, açılma için anahtarı iterek açar ve koruyucular yeniden kapalıyken anahtarı kapamak için yay kullanılır. Bu yayın bozulması böylece makinenin çalışmasını engeller. Kontaklar birbirine kaynarsa, ya koruyucu açılmaz ya da açılma işlemi kaynağı veya anahtarı kırar. Koruyucu tarafından aşağı itilen ve çalışma için yukarı kaldırılan anahtarla baypas yapmak zordur. Buna pozitif operasyon denir. Eğer koruyucu iki tip anahtarla donatılırsa çok düşük risk elde edilir.

Fotosel, ışınları koruma için başka bir olası çözümdür. Bunlar güvenlik uygulamaları için tasarlanmış kendi kendisini kontrol eden sistemler olmalıdır; basit fotosel sensörler olmamalıdır. Üzerinden veya altından geçilerek ışının baypas edilememesini ve operatörün tamamen ışının içinden geçip öteki tarafa geçmemesini sağlamak için montajda çok dikkatli olunmalıdır.

Makaslar ve presler gibi uygulamalarda, dual iki elli düğmeler iyi koruma sağlar. Bunların yukarıda açıklanan röle devrelerindeki yapılarının kullanılması ve özel dual kontrol röleleri satın alınabilir. Ancak dikkat edilmelidir ki; dual düğmeler sadece operatörü korur, diğer insanları değil.

Bakım ve onarım, genellikle operatöre yasaklanmış olan işlemlerin çeşitli bölümlerine erişimi gerektirir. Bu bakım personelinin dolaşma, ezilme ve yakalanma konusunda daha büyük riske sokar. Genellikle, kabul edilebilir riski elde etmenin tek yolu, motor kontrol merkezleri, hidrolik akümülatörler, hava yolları vs. gibi önceden belirlenmiş noktalardaki enerjinin kesilmesiyle sağlanan tam izolasyon ve 'Çalışma İzni' için verilecek onaylardır. Enerjinin kaldırılması test edilmelidir ve sonra izolasyon noktaları kilitlenmeli, izolasyon kapakları uygulanmalı ve gerekli yetki sahiplerinden yazılı izinler alınmalıdır. Ancak ondan sonra iş başlayabilir. Düşük riski olan daha küçük işler için, risk değerlendirmesi, lokal olarak sökülebilir güvenlik anahtar sisteminin kabul edilebilir olduğunu gösterebilir. Risk analizinin, her bir olası bakım işi için yapılması gerektiğine dikkat edilmelidir.

8.2.6 İş güvenliği ve İşçi Sağlığına dönük çalışma yaşamındaki mevzuatların bütünü

Sağlık ve güvenliği kapsayan çok sayıda kanun ve yönetmelikler bulunmaktadır. Aşağıda endüstride yaygın olarak karşılaşılan-lardan birçoğunun listesi verilmiştir. Bunlar

- o Yasalar
- o Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Yönetmelikleri
- o Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Yönetmelikleri
- o Milli Eğitim Bakanlığı Yönetmelikleri
- o Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yönetmelikleri
- o İç İşleri Bakanlığı İş Yönetmelikleri
- o Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yönetmelikleri
- o Ulaştırma Bakanlığı Yönetmelikleri

- o Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) Yönetmelikleri
- o ILO Sözleşmeleri
- o 1475 Sayılı İş Kanunu Tüzük ve Yönetmelikler
- o 4857 İSİG Yönetmelikleri
- o Çeşitli Yönetmelik ve Yönergeler'den oluşmaktadır.

Bunları detaylandırmak gerekirse, aşağıdaki tablo, bu detaylı tabloyu verecektir.

YASALAR

Sosyal Güvenlik Kurumu Teşkilatı Kanunu

Sosyal Sigortalar Kurumu Kanunu (yürürlükten kaldırılmıştır)

Meslek Hastalığının Tespiti

Yabancıların Çalışma İzinleri Hakkında Kanun

1593 Sayılı Umumi Hifzissihha Kanunu

5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu

506 Sayılı Sosyal Sigortalar Kanunu (yürürlükten kaldırılmıştır)

5763 sayılı "İş Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun"

ÇALIŞMA ve SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI YÖNETMELİKLERİ

Sosyal Sigortalar Kanunu, Tarım İşçileri Sosyal Sigortalar Kanunu, Esnaf ve Sanatkârlar ve Diğer Bağımsız Çalışanlar Sosyal Sigortalar Kurumu Kanunu ile Tarımda Kendi Adına ve Hesabına Çalışanlar Sosyal Sigortalar Kanununa Göre Gelir veya Aylık Almakta Olanların Gelir ve Aylıklarında Artış ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi Danışma Kurulu Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik

Yabancıların Çalışma İzinleri Hakkında Kanunun Uygulama Yönetmeliği

Çalışma Hayatına İlişkin Üçlü Danışma Kurulunun Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik

Yakın ve Orta Doğu Çalışma Eğitim Merkezi Yayın Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik

Doğrudan Yabancı Yatırımlarda Yabancı Uyruklu Personel İstihdamı Hakkında Yönetmelik

İşçi Ücretlerinden Ceza Olarak Kesilen Paraları Kullanmaya Yetkili Kurulun Teşekkülü ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik

Özürlü, Eski Hükümlü ve Terör Mağduru İstihdamı Hakkında Yönetmelik

Sendikalar Kanunu

Sosyal Güvenlik Kurumu Başkanlığı Sosyal Güvenlik Uzman Yardımcılığı ve Uzmanlığı Atama, Görev ve Çalışma Yönetmeliği

8.2.7 IEC 61508

IEC61508, elektriksel, elektronik ve programlanabilir (E/E/PE) güvenlik sistemleri hakkında International Electrochemical Committee Standard'ıdır. Bütün modern güvenlik konseptleri gibi risk tayini düşüncesine ve riski kabul edilebilir seviyeye düşürmek için önlemlerin uygulanmasına dayalıdır. Karmaşık bir belgedir ve bu bölümde sadece temel fikirlere kısaca değinilmektedir. Güvenlik açısından bir sistem tasarlamak isteyen okurların bütün standartı incelemesi veya güvenliğin önemli olduğu yerlerde sistem tasarlamadan önce profesyonel tavsiye alması önemle tavsiye edilir.

İngiliz veya Avrupa yönetmeliğinden ziyade uluslararası standart olduğu için riayet edilmesi zorunlu değildir, ancak Avrupa ve dolayısıyla Türkiyedeki iş güvenliği mevzuatı, IEC61508'i iş güvenliği konularında bir başvuru standartı olarak kabul eder.

IEC61508'de belli anlamlara gelen birçok terim vardır:

Riziko, insanlara veya çevreye zarar verme potansiyelidir.

Risk, rizikonun olasılığı ve sonucun ciddiyetinin birleşimidir:

Risk = olasılık × sonuç

Olasılık veya sonucu azaltarak risiki azaltabilirsiniz. Örneğin, motorlu taşıtlarda hız limitleri koymak hem kaza olasılığını azaltır hem de olası sonuçlarını. Kask takan bisikletçi olası bir kazanın sonuçlarını azaltır.

Kontrol altındaki Ekipman, gözetim altındaki fabrikadır. Bu, sensörlerden, mantık kontrol sisteminden ve gerçekleyicilerden oluşur.

İşlevsel Güvenlik, gerektiğinde güvenlik işlevlerinin doğru çalışmasına dayalıdır. Güvenlik işlevleri, akış sensörleri, basınç atma valfleri, güvenlik kapıları, acil durdurma düğmeleri, çekme kolları vs gibi güvenlik sağlayan fabrikanın parçalarıdır.

IEC61508, Tablo 8.1'de verilen, altı seviyelik bir risk sınıflandırması tanımlar.

Kabul edilen risklerin seviyesi endüstriden endüstriye değişmektedir, ancak; IEC61508'in önerdiği Tablo 8.2'deki risk sınıflandırması tipik örnektir.

Tablo 8.1 Risk sınıflandırması

<i>Risk sınıfı</i>	<i>Yorum</i>
I	Tolere edilemez risk
II	Risk azaltma imkansızsa, tolere edilebilir, arzu edilmez
III	Ek geliştirmelerin elde edilen kazanca oransız ise tolere edilebilir
IV	Gözardı edilebilir risk. Kabul edilebilir

Tablo 8.2 IEC61508-5'de Tablo B1'e dayalı olarak

<i>Frekans</i>		<i>Sonuçlar</i>			
		Felaket	Kritik	Marjinal	Önemsiz
<i>Sık</i>	<i>Yılda 1 defa</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>II</i>
<i>Olası</i>	<i>5 Yılda 1 defa</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>

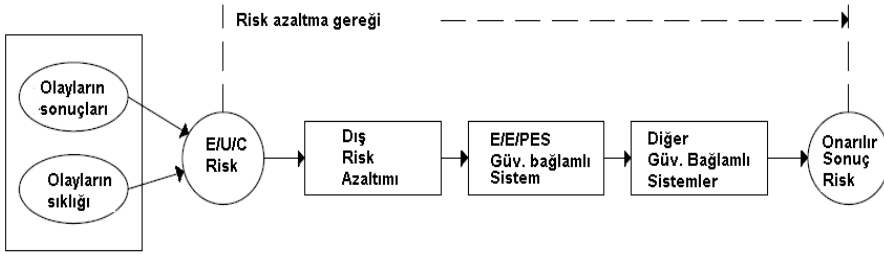
Frekans		Sonuçlar			
Arada bir	50 Yılda 1 defa	I	II	III	III
Uzak	500 Yılda 1 defa	II	III	III	IV
İmkansız	5000 Yılda 1 defa	III	III	IV	IV
İnanılmaz	50000 Yılda 1 defa	IV	IV	IV	IV

Felaket, birden fazla ölü demektir.

Kritik, bir ölüm ve bir veya birden fazla ciddi yaralanmalar.

Marjinal, bir veya birden fazla küçük yaralanmalar.

Önemsiz, gözardı edilebilir, önemsiz yaralanma veya fabrika hasarı ve üretim kaybı sonucu.



Şekil 8.18 Risk azaltma gereği

Rizikolu fabrika Şekil 8.18'deki gibi temsil edilebilir. Herbir rizikonun olasılığı ve sonucu risk oluşturur. Dış risk azaltma olanaklarının birleşimi (örneğin, çitler), diğer sistemler (örneğin, kişisel koruyucu ekipman) ve merkezde E/E/PE güvencilik sisteminin kendisi ile bu risk azaltılabilir. Bu üç önlemin birleşimi tolere edilebilir risk oluşturmak için gerekli risk azaltmayı sağlar.

Tablo 8.3 Düşük talep modu

SIL	Arıza olasılığı
4	$\geq 10^{-5}$ to 10^{-4}
3	$\geq 10^{-4}$ to 10^{-3}
2	$\geq 10^{-3}$ to 10^{-2}
1	$\geq 10^{-2}$ to 10^{-1}

Table 8.4 *Yüksek talep modu*

SIL	Saat başına tehlikeli arıza olasılığı
4	$\geq 10^{-9}$ to 10^{-8}
3	$\geq 10^{-8}$ to 10^{-7}
2	$\geq 10^{-7}$ to 10^{-6}
1	$\geq 10^{-6}$ to 10^{-5}

Rizk azaltma Güvenlik Bütünlük Seviyesi veya SIL'e göre belirlenir. İki grup SIL vardır. İlki, Düşük Talep Modu Çalışma'nın sadece çok nadiren çalışması istenecektir (istenirse). Buna tipik örnek, kaza sırasında arabanın içindeki kişilerin yaralanma olasılığını azaltmak için tasarlanmış karmaşık güvenlik işlevidir. Burada SIL, Tablo 8.3'te gösterildiği gibi talep üzerine tasarım işlevini yerine getirmeme olasılığıyla belirlenir.

İkincisi, Yüksek Talep Modu veya Sürekli Mod, EUC'yi sürekli olarak izleyen güvenlik işleviyle ilgilidir. Tipik örnek, yüksek basınç kazanındaki kazan su seviyesi sistemidir. Burada SIL, Tablo 8.4'te tanımlandığı gibi saat başına tehlikeli arıza olasılığıdır.

Şekil 8.18 incelendiğinde, gerekli SIL seviyesi görülecektir. Güvenlik işlevlerinin bütün arıza modlarının araştırılmasıyla birlikte tam bir inceleme gerektiğine dikkat edin. Bu sensör veya valfin arıza oranını elde etme meselesi değildir.

Risk tayin yaptığımızı ve yaralanma sonucuyla yılda bir defalık risk sıklığı tanımladığımızı kabul edelim. Tablo 8.2 buna 'I' risk sınıflandırması getiriyor. Bunu sınıf I'den, risk sıklığını yaklaşık 5000 yılda 1 defaya düşürmemiz gerektiği anlamına gelen sınıf III'e düşürmemiz gerekiyor. Bu 5000'lik bir RRF- Risk Düşürme Faktörü'ne [(RRF) Risk Reduction Factor] işaret eder.

Fakat, fabrika tasarımcıları geliştirilmiş mekanik tasarımla 15'lik risk düşürme faktörü sağlayabilir. E/E/PE güvenlik sistemine talep, 3×10^{-2} 'lik talepteki gerekli arıza olasılığı vererek 333'lük RRF haline gelir. Tablo 8.3'ten bu bizim E/E/PE güvenlik sistemimiz için hedef bütünlük seviyesi SIL-2'yi sağlar. İngilteredeki yapılan bir araştırmada kontrolle ilgili kazaların ana sebepleri analiz ediliyor ve aşağıdaki endişe verici istatistikler veriliyor⁷:

7 HSE –Out of Control, 1991

%44	kötü veya yetersiz teknik belirtimden kaynaklanıyor
%15	tasarım hatalarından kaynaklanıyor
% 6	kurulum veya devreye alma sırasında meydana geliyor
%14	çalışma veya bakım sırasında meydana geliyor
%21	yanlış düşünülmüş değişikliklerden kaynaklanıyor

Başka bir deyişle, kazaların en yaygın nedeni, güvenlik fonksiyonu gereğinin görülmediği veya kötü tanımlandığı özgün teknik özelliklerdeki kusurlardır.

Bu nedenle, IEC61508, Şekil 8.19'da görülen güvenlik ömür döngüsü yayınlanmıştır. Herbir aşama, izleyen aşamalar için giriş olan çıkış belgelemesi sağlamaktadır. Bu belgeleme her zaman kullanılabilir olmalıdır.

Aşama 1. Konsept. EUC'nin ve çevresinin anlaşılması ilgili kanunlarla geliştirilir.

Aşama 2. Toplam Kapsam Tanımı. Bütün çalışma modlarında EUC'nin sınırlarını ve kontrol sistemini tanımlayın (örneğin, başlatma, normal çalışma vb.). Riziko ve risk analizinin kapsamını belirleyin.

Aşama 3. Riziko ve Risk Analizi. Bu bütün çalışma modları, arızalar ve operatör hatalarını kapsayan önceden tahmin edilebilir bütün durumlar için yapılmalıdır.

Aşama 4. Toplam Güvenlik Gereklilikleri. Bütün güvenlik işlevi gereklilikleri için teknik özellik geliştirin.

Aşama 5. Güvenlik Gerekliliği Dağılımı. Bir güvenlik işlevinin nasıl sağlanacağını belirleyin ve her bir güvenlik işlevine SIL atayın.

Aşama 6. Toplam Çalışma ve Bakım Planlaması. Güvenlik sisteminin doğru olarak çalışması için E/E/PE güvenlikle ilgili sistemlerin çalışma ve bakım planının geliştirilmesi.

Aşama 7. Toplam Güvenlik Onaylama Planlaması. Güvenlik sistemini onaylanması için plan geliştirme.

Aşama 8. Toplam Kurulum ve Devreye alma. Güvenlik sisteminin doğru olarak kurulmasını ve çalışmasını sağlamak için plan geliştirme.

Aşama 9. E/E/PE Güvenlik Sistemi Gerçekleştirilmesi. Güvenlik gereklilikleri teknik belirtimine uygun olan E/E/PE güvenlik sistemi yaratın.

Aşama 10. Diğer teknolojilerde uygulanan güvenlik sistemlerinin gerçekleştirilmesi. E/E/PE olmayan güvenlik sistemi geliştirilmesi. Bu aşama IEC61508'in parçası değildir.

Aşama 11. Diğer Risk Düşürme Faktörleri. Yine IEC61508'in parçası değildir.

Aşama 12. Toplam Kurulum ve Devreye alma. Aşama 8'deki planlara dayalıdır.

Aşama 13. Toplam Güvenlik Onaylaması. Aşama 7'deki planlara dayalıdır.

Aşama 14. Toplam Çalışma, Bakım ve Onarım. Bu fabrika ömrünün büyük bir bölümünü kapsar. Güvenlik sistemleri çalıştırılmalı, bakımı yapılmalı ve bütünlükleri korunacak şekilde onarılmalıdır. Bu Aşama 6'daki planlara dayalı olacaktır.

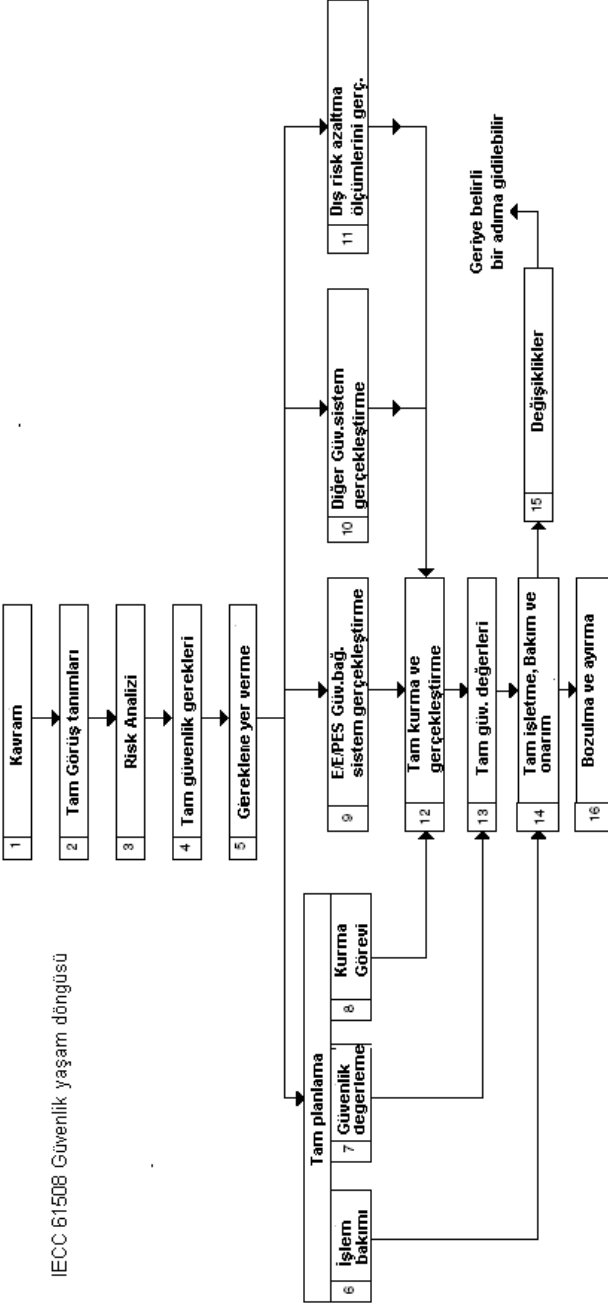
Aşama 15. Toplam Değişiklik ve Retrofit. Küçük ve büyük fabrika değişiklikleri çok tehlikeli bir işlemdir. Flixborough yangını ve Çernobil reaktör patlaması, kötü tasarlanmış bakım işlemleri dolayısıyla meydana gelmiştir. Eğer herhangi bir bakım işi veya fabrika değişiklikleri güvenliği içeriyorsa, güvenlik ömrü döngüsü yinelenmelidir.

Aşama 16. Devreden çıkarma. E/E/PE güvenlikle ilgili sistemin işlevsel güvenliğinin son kapatma ve EUC'nin elden çıkarılması için uygun olmasının sağlanması.

IEC61508 ayrıca bazı sistem mimarisi kısıtlamaları getirmektedir. Bunlardan en önemlisi, güvenlik sisteminin ve kontrol sisteminin ayrı olmasıdır. Bu, Acil Durdurma veya koruyucular gibi güvenlik cihazlarının doğrudan doğruya gerçekleyicilerde çalıştığı çoğu PLC tabanlı sistemlerde normaldir. Ancak, kontrollü kapatma sırası gerekli olan kompleks bir petrokimya fabrikasında bu daha zor olabilir.

Başka bir mimari kısıtlama ise, cihazların arıza modu ve 'güvenli arıza'nın olasılığının göz önüne alınmak zorunda olmasıdır. Soğutma suyu modülasyon valfi için güvenli arıza, kapatma arızasıdır. Bir yakıt kontrol valfi için ise güvenli arıza, açılma arızasıdır. IEC61508'deki tablolar gerekli SIL ve güvenli arıza olasılığını istenen fazlalık seviyesiyle ilişkilendirmektedir. Örneğin, gerekli SIL-2 seviyesi ve 0,6'dan daha düşük güvenli arıza olasılığı olan güvenlikle ilgili gerçekleyici için, çift fazlalık hesaplanan SIL yeterli olsa bile zorunludur.

IEC61508 ayrıca tasarım prosedüründe kalite gerekliliğini ve yedek bileşen parçaların kalitesine vurgu yapar. İlgili kişilerin bilgili ve yeterli olmaları gerektiğini söylemeye gerek yok.



Şekil 8.19 Güvenlik yaşam döngüsü

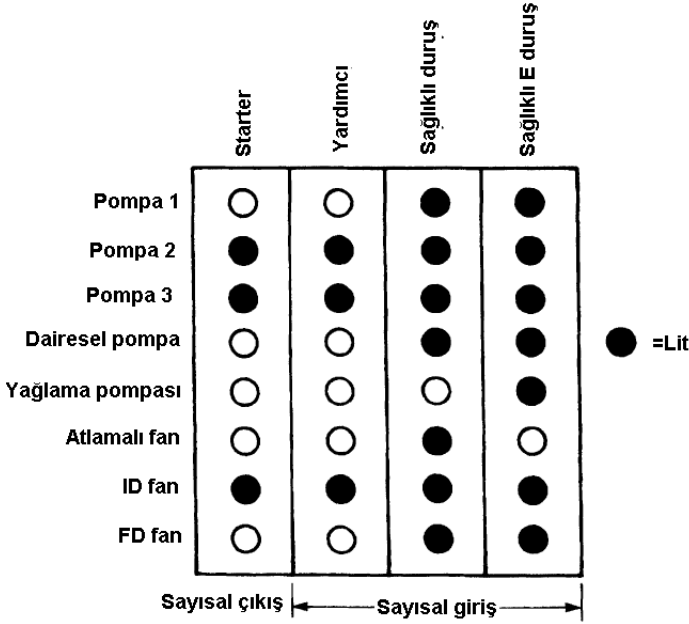
8.3 Tasarım kriterleri

3. Bölümde, PLC sistemin yerine getirmesi gereken işlevleri tanımlamadaki sorunlar ele alındı. Bu bölümde, PLC donanımı için saptanması gereken benzeri noktaları ele alacağız.

Bunların ilki (ve belki de en önemlisi) I/O miktarının saptanması (kaç tane dijital giriş, kaç tane dijital çıkış vs.) ve buradan da kaç adet kartın gerekli olduğunu belirlemektir. Bu, kullanıcının koşullarına bağlı olduğundan, beklenmediği kadar zor olabilir.

Örneğin, ana kontrol masasından çalıştırılan ve durdurulan basit bir hidrolik pompayı düşünün. En basit seviyede bu PLC girişi (masa çalıştırma anahtarı) ve çıkışı (pompa kontaktörü) gerektirir. Düğmeler, masa lambaları ve yararlı tanılarla bu sayı sekiz giriş (başlatma düğmesi, durdurma düğmesi, kontaktör, yedek, trip sağlıklı çalışma durumu, sağlıklı durumda acil durdurma, sağlıklı durumda lokal osilatör, MCC açık, hidrolik basınç anahtarı) ve beş çıkışa (pompa kontaktörü ile çalışma için göstergeler, durdu, çalıştı, takıldı, arıza, mevcut değil) kadar yükselebilir. Tasarımcının, kullanıcının istediği/umduğu bu iki uç arasındaki noktayı bilmesi gerekir. Bazıları daha çok mevcut olan her şeyi bağlamayı ve daha sonra da kullanılması gerekip gerekmediğine karar vermeyi tercih ederler. Çünkü sonradan 'unutulanlar'ı eklemek daha karmaşık ve pahalı bir iştir. (Mesela 'bir motorun ne zaman takıldığını (tripped) bilmenin yararlı olacağına karar verdik' diyebilir bir kullanıcı. '47 tane motor vardır, MCC'deki aşırı yüklenme rölelerinde hiçbir yedek kontak yoktur, PLC'de hiç boş yer kalmamıştır ve daha da kötüsü devreye almak için de fazla zaman kalmamıştır.' İşte bu tür sorunlardan kaçınmak için baştan olabilecek her şeyi düşünmek de yarar vardır).

I/O, kart başına sinyal sayısının kanal sayısına bölünmesi demek değildir. Bakım ekibinin işlevleri, karta göre gruplandırmasına yardımcı olur; Şekil 8.20'de tipik bir örnek görülmektedir. PLC kartların sinyal durumunu gösteren LED'leri vardır ve akıllıca I/O dağılımıyla kolayca arıza bulmaya yardımcı olabilecek tanınabilecek şablonlar yapılabilir.



Şekil 8.20 I/O'nin akıllıca dağılımı arıza bulmaya yardımcı olur.Yağlama pompasının takıldığı ve kasa fanındaki acil durdurma düğmesine basıldığı kolayca görülebilir

Bu işlevsel gruplandırma ayrıca faydalı bir I/O üretir. PLC sistemi asla yedek I/O olmadan oluşturulmamalıdır (ve genişleme özelliği olmadan asla kurulmamalıdır). Eğer proje iyi belgelenmişse, %10 kurulmuş yedek I/O uygun olabilir. Eğer hiçbir gerçek yazılı özellik yoksa, %50 kurulmuş yedek I/O makul görülebilir. Çeşitli girişler ve gösterge lambaları hiç yoktan büyüğü bir şekilde ortaya çıkabilir, hazırlıklı olmakta yarar vardır.

Kablolama başlı başına büyük kayıptır ve basit koaksiyel veya ikiz koaksiyel kablo bağlanmış uzaktan I/O kullanılmasıyla bu kayıp önemli ölçüde azaltılabilir. Kablolamayı en aza indirmek için I/O'nin nereye kümeleneceğini saptamak üzere fabrikanın coğrafyası incelenmelidir. Örneğin masalar, dış dünyaya sadece uzaktan I/O kablosuyla bağlı olan genellikle dahili I/O kartlarıyla, güç kaynağı ve acil durdurma düğmeleri gibi birkaç fiziksel bağlantılı sinyallerle oluşturulur. Böyle bir yaklaşım kurulumdan önce fabrika dışında test yapabilmeye olanak sağlar.

8.4 Yapısal notlar

8.4.1 Güç kaynakları

PLC'nin çalışması için güç kaynağına gerek olduğu açıktır. Bu genellikle düşük voltaj olacaktır; 220 V AC (ABD ve İngiltere'de ise 110 V) belki de endüstride en yaygın olanıdır. Eğer mümkünse bütün sistem ortak güç kaynağından beslenmelidir. Ayrı güç kaynakları kullanılırsa, güç kaynağındaki herhangi bir gürültü sivrilmesi, sistemin farklı bölümleri arasında anlık iletişim kaybına neden olabilir ve gizemli sistem kapanmalarına yol açabilir. Ortak güç kaynağıyla, bütün parçalar aynı etkilere maruz kalırlar ve gürültüye daha toleranslıdırlar.

Herbir odacıkta Şekil 8.21'dekine benzer güç kaynağı dağıtım sistemi gerekli olacaktır. Bunun herbirinin koruma için devre kesiciler veya sigortalar gerektiren birçok farklı alanı beslediği görülebilir.

PLC kızakların ve işlemcilerin güç kaynağına ihtiyacı olduğu açıktır ve açıklanamayan durmaları önlemek için bu güç kaynağının temiz ve gürültüsüz olması gereklidir. Bir süre öncesine kadar PLC güç kaynakları için düzgün ve temiz güç sağlamak üzere (SVT) sabit voltaj transformatörleri [(SVT) constant-voltage transformer] kullanmak yaygın bir uygulamaydı. Bunlar güç kaynağında yüksek frekans gürültüsüne karşı blok görevi yapardılar. Ne yazık ki bunlar aynı zamanda güç kaynağından gelen yüksek frekans yüklerini de bloke ederler ve anahtarlı mod güç kaynaklarında bazı çok garip sonuçlar doğurabilir. PLC, SVT'lerin göz önüne alınması gerektiği potansiyel olarak gürültüye açık güç kaynağının (örneğin, MCC'nin çubuklarından doğrudan sağlanmış bir 110 V / 220 V güç kaynağı üzerinde) üstesinden gelmelidir. SVT'lerin, ilk önce düşünüldüğünden çok daha yüksek oranlı üst akım korumasıyla ve kablolarla sonuçlanan çok yüksek iç akıma sahiptir. Hat içi filtreler de yararlı olabilir, ancak; bunlar da anahtarlı mod güç kaynaklarıyla garip etkileşimlere açıktır.

Şekil 8.21'de tek acil durdurma rölesi kullanılmıştır. Bu yuva 0'daki çıkış kartlarının bütün enerjisini keser ve 1. yuvadaki çıkışı, etkisiz hale getirir. Eğer ikinci düzenleme kullanılırsa, kontaklar açılırken endüktif voltaj sivrilmesini azaltmak için yük ve/veya kontağa kastanyola konmalıdır. Bu voltaj sivrilmesi önemli elektriksel parazit olabilir ve hatta PLC çıkış transistörlerine veya triyaklara hasar verebilir.

Herbir çıkış kartı için gösterildiği gibi bağımsız korumaya sahip olmak iyi bir

uygulamadır. Bu herhangi bir dış hata olması durumunda etkilenen bölgeyi sınırlandırır ve sorunu karta bağlı çıkışlara göndererek arıza bulmaya yardımcı olur. PLC çıkış kartlarının çoğunlukla çıkış başına bir sigorta düzeyinde (ortak sigorta atma göstergesiyle birlikte) genellikle kendi iç korumaları vardır. Yine çoğunlukla herbir çıkış, PLC'nin güç kaynağı durumunu kontrol etmek ve sigorta attığında veya devre kesmede takılma meydana geldiğinde alarm vermesine olanak sağlamak için giriş olarak geri beslenir.

Girişlerde iki adet olası koruma vardır. Birincisi, kartın bütün girişleri aynı devre kesiciden beslenir. Bu kartın bir noktadan izole edilebildiği anlamına gelir (ancak bir masaüstünde ve bağlantı kutusunda birçok farklı güç kaynağı olması dezavantajı vardır). İkinci yaklaşımda ise, bir yerdeki herbir nokta ortak güç kaynağından beslenir. Bu bir yerde (devre kesicide birçok limit anahtarının izolasyonuna olanak sağlayan) sadece tek güç kaynağına sahiptir, ancak; herbir kartın farklı güç kaynaklarından beslendiği anlamına gelir. Bazıları ikinci düzeyin daha akıllıca olduğunu düşünür ve tercih eder.

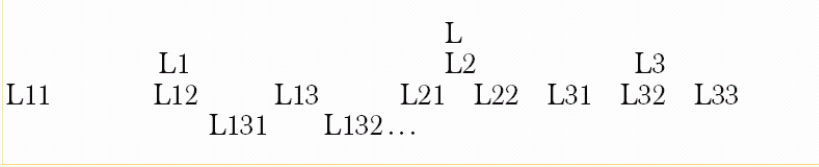
Devreye alma, bakım ve arıza bulma sırasında sistemi çalışır bırakırken, çıkışları veya girişleri kapatabilmek genellikle yararlıdır. Şekil 8.21'deki anahtarlar, devre kesiciler veya sigortalar bu izolasyonun yapılmasına olanak sağlar.

Odacık genellikle PLC dışı cihazlar, 24V güç kaynakları, aletler ve çizelge kayıt edicileri içerir. Bunların da ayrı ayrı korunması gerekir.

Son olarak, genellikle gözardı edilen gerekli güç kaynakları vardır. Odacığın aydınlatması ve programlama terminalinin soketleri ve havya gibi aletler devreye alma ve arıza bulma için yardımcı olabilir. Kitabın yazarı daima, herbir odacık içinde bir adet standart 15A ve 5A 110V soket bulunduruyor.

Ana devre kesicinin takılmasına neden olan (yüksek akım üreten) sıkışmış solenoid gibi basit bir arıza yüzünden bütün PLC sistemin kapanmasının istenmeyeceği açıktır. Şekil 8.21'dekine benzer hiyerarşinin, devre kesicinin takılması veya sigortanın atmasının sadece en düşük seviyede gerçekleşmesini sağlamak için çeşitli koruma cihazları arasında ayırım olması gerekir. Bu karmaşık bir konudur, ancak; kaba bir kural olarak korumanın oranı, sonraki koruma düzeyindeki koruma oranının beş ile on kat arasında olması gereklidir. Korumanın kablo için olduğuna, bağlandığı cihaz için olmadığına dikkat edin.

Güç kaynağı hiyerarşisi mantıklı olarak etiketlenmelidir. Her seviyede tek haneli öneki olan düzeni kullanmak daha mantiki olabilir.



Bu şekilde sistemdeki herhangi bir güç kaynağının kökeni ve yolu kolaylıkla belirlenebilir.

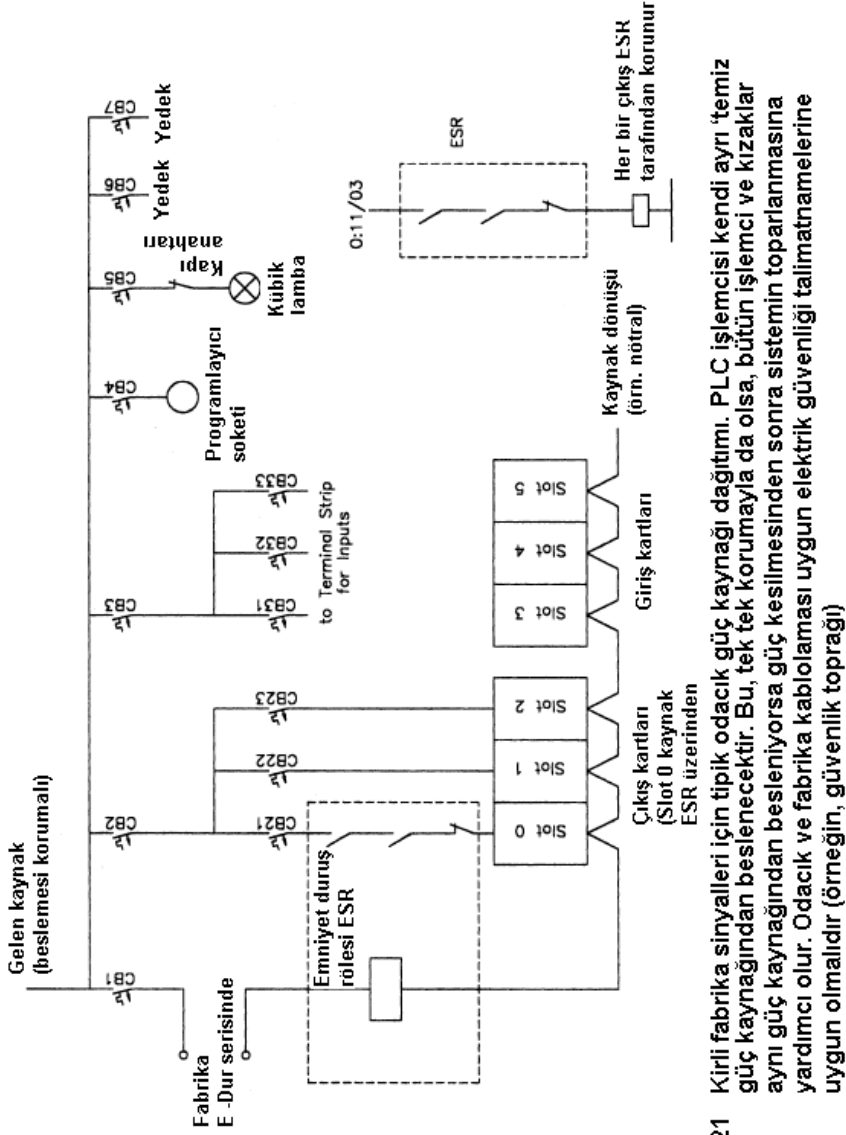
Yaygın sorun kaynağı center-tapped güç kaynaklarıdır (çoğunlukla 55/0/55 kullanılır). Bunlar herhangi bir noktadan toprağa kadar voltajı düşürseler de, arıza bulmayı zorlaştırır ve doğru kurulmazlarsa tehlikeyi büyütürler. Sadece güç kaynağı hattında değil, herbir bacakta (iki kutuplu devre kesiciler veya iki sigorta) koruma gereklidir. Tek kutuplu devre kesiciyle 55/0/55 güç kaynağına bağlandığınızda bir odacığın neredeyse yandığını görebilirsiniz. Devre kesicilerin ve sigortaların görelî faydaları sık sık tartışılır. Elbette DIN ray-montajlı devre kesiciler arıza bulmayı ve bakımı kolaylaştırır ve arızanın ortaya çıkması cep dolusu sigorta almak için çarşıya gitmeyi gerektirmez. Sigorta kullanılırsa, atmış sigortayı hemen tespit edebilmek için gösterge tutamakları kullanılmalıdır. Sigorta boyutlarının belirli bir alanda standardizasyonu belirtilmelidir. Benzer gibi görünen ancak, farklı uzunluklarda sigortalarla dolu odacıktan daha can sıkıcı olan pek az şey vardır.

Güvenlik ve güvenilir çalışma için topraklama önemlidir. Birçok ayrı toprak vardır, bunlar;

- (a) odacık, masaüstü, bağlantı kutusu için güvenlik toprakları
- (b) endüktif röle ve solenoid sargıları gibi antisosyal yüksek akım yükleri için kirli topraklar
- (c) düşük akım sinyalleri için temiz topraklar

Bunlar toprak döngüleri önlemek için sadece bir ortak toprak noktasında birleşmelidirler (analog kablolardaki zırların bağlantıları Bölüm 4.12'de ele alınmıştı). PLC kızakları gibi kalemlerin odacığın arka paneline mont edildiği yerlerde, montaj vidalarıyla topraklama düşünülmemelidir ve toprak bağlantıları eklenmelidir.

Bütün güç kaynağı kabloları lokal standartlarda kurulmalıdır. TSE, IEEE ya da IEE yönetmeliklerine uyulmalıdır.



Şekil 8.21 Kirli fabrika sinyalleri için tipik odacık güç kaynağı dağıtımı. PLC işlemcisi kendi ayrı 'temiz güç kaynağından beslenecektir. Bu, tek tek korumaya da olsa, bütün işlemci ve kızaklar aynı güç kaynağından besleniyorsa güç kesilmesinden sonra sistemin toparlanmasına yardımcı olur. Odacık ve fabrika kabloları uygun elektrik güvenliği talimatnamelerine uygun olmalıdır (örneğin, güvenlik topağı)

8.4.2 Ekipman koruması

Tasarımcı PLC'yi ve yanındaki ekipmanı bir fabrikaya yerleştirmelidir. Bunu yapmak için odacıklar, bağlantı kutuları ve kablolar gereklidir. Odacıklar, PLC'yi çevreden (toz ve nemden) korur, yetkisiz kimselerin açmasını engeller ve tehlikeli voltajları üretim personelinden uzak tutar. Etrafın çevrilmesiyle sağlanan koruma IP numarasıyla (girme yetkisi koruması için [:ingress protection]) Bu iki haneli bir sayıdır; birinci hane, katı nesnelere karşı korumaya ilişkindir ve ikinci hane ise, sıvılara karşı korumadır. Sayı ne kadar büyükse, Tablo 8.5'te özetlendiği gibi koruma da o kadar iyidir. Bazı IP numaraları yaygın olarak isim şeklinde kullanılır ancak bunların resmi karşılıkları yoktur.

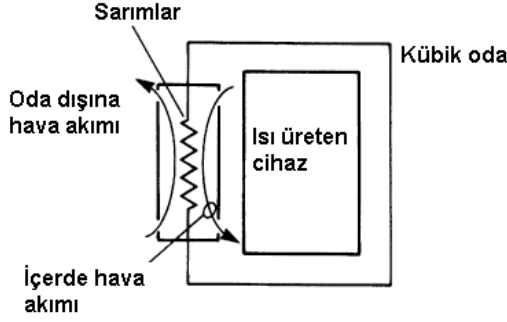
- IP22 Damlacık korumalı
- IP54 Toz korumalı
- IP55 Hava korumalı
- IP57 Su korumalı

Çoğu endüstriyel uygulama, iç mekanda kullanılsalar bile IP55'i gerektirir (ancak IP 55'in sadece kapı kapalıyken IP55 olduğunu unutmayalım).

Yüksek ortam sıcaklıkları genellikle sorun yaratır ve odacığın içinde hava dağıtımının nasıl olduğunu kontrol etmek akıllıcadır. Üreticiler PLC ekipmanları için rakamlar verirler (bunlar genellikle düşük rakamlardır) ancak transformatör gibi (özellikle SVT'ler) cihazlar oldukça yüksek sıcaklık üretirler.


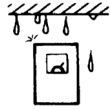




Standart odacık için, m2 başına 5W boş odacık yüzeyi yaklaşık 1 °C'lik sıcaklık artışı yaratacaktır. Örneğin, 5 m2 boş yüzeyi alanı olan odacıktaki 400W hava dağıtımı odacık içinde yaklaşık 16 °C'lik sıcaklık artışına yol açacaktır. Taban ve yanlardan duvarlara yakınlık boş alan hesaplanırken dikkate alınmamalıdır.







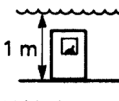
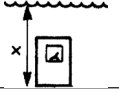
Eğer, beklenen en yüksek sıcaklığın üzerinde bu hesaplamadaki yükseklik, üreticinin maksimum sıcaklık belirtimini aşıyorsa (genellikle 60°C civarı), soğutma (veya daha geniş bir odacık) gerekli olacaktır. Şekil 8.22'de görülen dolaşımli soğutucular, m2 başına 1 °C yükselme boş yüzeyde yaklaşık 100W'a izin verir. Aşırı durumlarda, buzdolabı soğutması kullanılabilir.



Şekil 8.22 Dolaşimli soğutucu. Hava akışı fan ile sağlanıyor.

Tablo 8.5 Girme yetkisi koruma (IP) oranları

Birinci sayı	Katı nesnelere	İkinci sayı	Sıvılar
0	Koruma yok	0	Koruma yok
1	50 mm  Büyük katı nesnelere karşı koruma. El çalışan parçalarla temas edemez	1	 Muhafaza üzerine düşen yoğunlaşmış su damlaları zarara yol açmayacak
2	12 mm  Orta büyüklükte katı nesnelere karşı koruma. Parmaklar çalışan parçalarla temas edemez	2	 Leaky roof Damlayan sıvının dikey 15° 'ye kadar zararlı etkisi olacak
3	2.5 mm  >2,5mm çapından büyük nesnelere karşı koruma. Aletler (örn. Tornavidalar) çalışan parçalarla temas edemez	3	 Damlayan sıvının dikey 60° 'ye kadar zararlı etkisi olacak

4		>1 mm çapından büyük nesnelere karşı koruma	4		Herhangi bir yönden su sıçramasına karşı koruma
5		Tamamıyla muhafazalı. Toz girebilir ancak zararlı miktarla değil.	5		Herhangi bir yönden gelen hortum suyuna karşı koruma. Su zararlı miktarlarda giremez
6		Toz giremez. Tam koruma	6		Gemi güvertelerindeki koşullara karşı koruma. Nadiren daldırma. Su girmemeli. Su girmemeli
-	-		7		1 m'ye kadar tam daldırma. Su girmemeli
-	-		8		Belirtilen derinlik ve basıncı tam daldırma

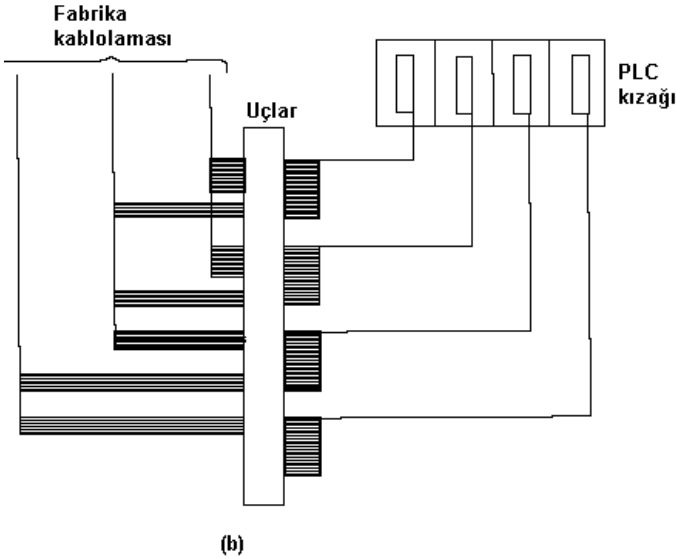
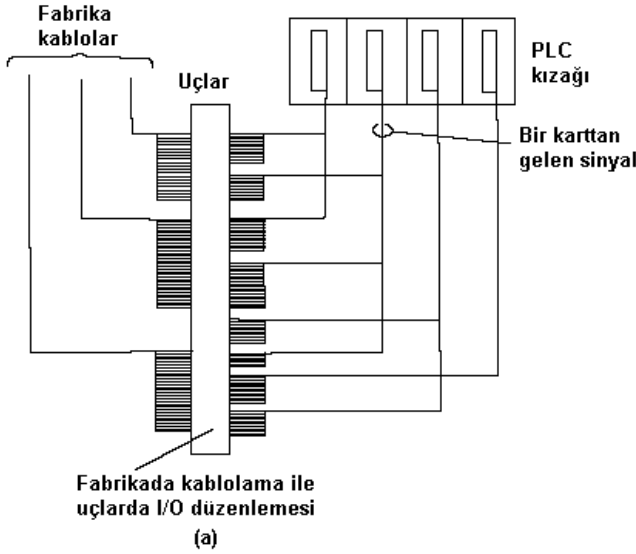
Yaygın oranlar şöyledir; IP11, IP21, IP22, IP23, IP44, IP54, IP55

Her iki durumda da, aşırı sıcaklık alarmı koruma için takılmalıdır. Isıya duyarlı boyalar veya bantlar sıcaklığı izlemek için yararlıdır.

Terminal şeritlerinin uzatılabileceği iki yöntem vardır. Şekil 8.23(a)'da terminal şeriti fabrika tarafındaki kabloların yanında gruplanmıştır (kullanılmayan I/O'ler terminal şeridinin ucunda birlikte yerleştirilmiştir). Şekil 8.23(b)'de, gruplama, PLC I/O'ye göredir, bu da fabrika kablolarında bölünmeye yol açar.

İkinci düzen daha çok tercih edilir. Birincisini başarılı bir şekilde elde etmek için, bütün fabrika I/O'leri ve kabloları montaj başlamadan önce biliniyor olmalıdır ve herhangi bir (kaçınılmaz) son dakika değişiklikleri dış kabloları her koşulda bölecektir. Şekil 8.23(b)'de montaja, I/O miktarı belli olunca (konumunu bilmeksizin) ve düzeni açık ve aşık oluncaya başlanabilir. Daha sonraki değişiklikler için, kullanılmamış I/O'ların yeri bellidir. Hangi düzen kullanılırsa kullanılsın, kurulmuş olan bütün I/O'lar kullanılsın kullanılmasın terminal şeridine getirilmelidir; Sabahın üçünde vardiya elektrikçisi tarafından karta eklenen 2,5mm²'lik kablo, panel tasarımcısı tarafından kurulmuş 0,5 mm²'lik kablolarından daha çirkin görünecektir.

Dış fabrikanın güç gereksinimleri terminal şeridinden sağlanabilir. Şekil 8.24'te 8-bit çıkış ve 8-bit giriş kartı için tavsiye edilen düzenleme görülmektedir. Şekil 8.25'teki odacık, Kippon SAKR bağlantı kesme terminali kullanır. Bunlar, odacığa fabrika tamamıyla bağlantısı kesilmiş olarak ilk test için güç verilmesine olanak sağlar ve sonra da alanlara adım adım varılabilir. Benzeri ancak daha az kontrollü yaklaşım, bütün PLC I/O kart kollarını ilk güç verme esnasında karttan ayırmak ve her defasında birini değiştirmektir.



Şekil 8.23 PLC fabrika I/O bağlantıları:

(a) fabrika I/O işlemine göre kablolama;

(b) PLC I/O işlemlerine göre kablolama

Şekil 8.25'te yüksüklemenin önemi görülmektedir. Bu hem kurulum hem de bakım için gereklidir. PLC tabanlı sistemdeki bütün kablo öbekleri PLC adreslemeye ilişkin olacak şekilde yüksüklenmesi gerekir (bu yüzden bir so-

lenoidle çalışıyorsanız, 4 numaralı kızaktaki 3 numaralı kartın 05 numaralı biti olduğunu kolayca görebilirsiniz). Tipik bilezik sistemleri şunlardır:

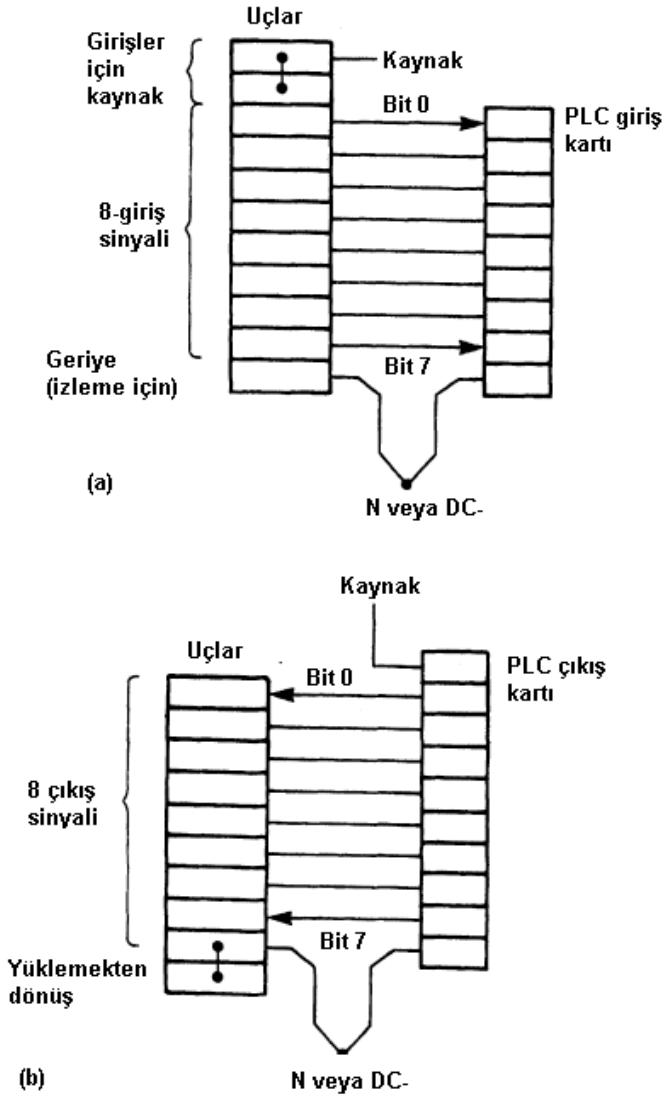
- 12413 Allen Bradley PLC5'teki 2 numaralı kızakta
4. yuvanın 13 numaralı giriş biti
- A02/12 GEM-80'de kelime 02'nin 12 numaralı giriş biti
- Q63/6 Siemens S5'te bayt 63'teki 6 numaralı çıkış biti

Bilezikleme pahalıdır; bileziklemek çok öbekli bir kabloyu çekmek ve tekrar kurma emeği kadar emek gerektirir. Bununla birlikte maliyet ilk büyük arızada karşılanabilir. Son zamanlardaki gelişme bilgisayar tarafından üretilmiş bileziklerdir ve Şekil 8.25'te gösterilmiştir.

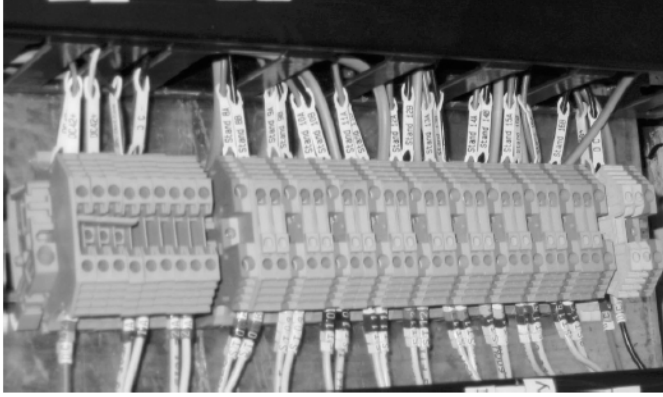
Bir zamanlar pahalı olan ama oldukça yararlı bir işlem, işlevlerine göre odacığın içinde öbekleri renk kodlarıyla yerleştirmektir. Buna bir örnek aşağıda verilmiştir:

<i>Güç kaynakları (AC ve DC)</i>	<i>Kırmızı</i>
<i>Geri dönüşler (nötr ve DC -)</i>	<i>Siyah</i>
<i>AC çıkışlar</i>	<i>Turuncu</i>
<i>AC girişler</i>	<i>Sarı</i>
<i>DC çıkışlar</i>	<i>Mavi</i>
<i>DC girişler ve analoglar</i>	<i>Beyaz</i>
<i>İzole edilmiş çıkışlar ve PLC dışı öğeler</i>	<i>Mor</i>

Renk kodu verme kablo konumlandırmaya yardımcı olur ve sonradan fabrikada değişiklik yapılması sırasında bir sinyalin eklenmesinin kart için doğru sinyal tipinde olması konusunda yararlı son dakika onayı verir (110V AC olarak verilmiş limit anahtarını beyaz öbekli odacıkta kablolanmış giriş kartına bağlamak yanlıştır).



Şekil 8.24 Terminal şeritlerine kablolama kartları:
(a) giriş kartı (b) çıkış kartı



Şekil 8.25 Bir odacığın içindeki fabrika bağlantıları. Açık bileziklemeye (), açık tellerden kaçınmak için izolasyon ve bağcık uçlara olanak sağlamak için SAKR terminallerinin kullanımına dikkat edin

Terminallere ikiden fazla öbek bağlanmamalıdır ve ideal olarak terminal başına sadece iki bağlı çalışan öbek biçimlendirilmelidir. Açılmış uçların sorun yaratmasını önlemek için, Şekil 8.25'te görüldüğü gibi öbeklerin uçları kıvrılmış olmalıdır (buna bağcıklı bilezik adı verilir).

8.5 Bakım ve arıza bulma

8.5.1 Giriş

Yeni fabrikada aşağıdakileri sağlamak tasarımcının görevidir:

1. Deneysel olan en az bir kalem.
2. Gereksiz olan en az bir kalem.
3. Altı aylık dağıtımda en az bir kalem (ve bu kalem satış mağazası konmamış bir kalemdir).
4. Çizimler fabrika alanını veya görevlendirme değişikliklerini kapsamaz.

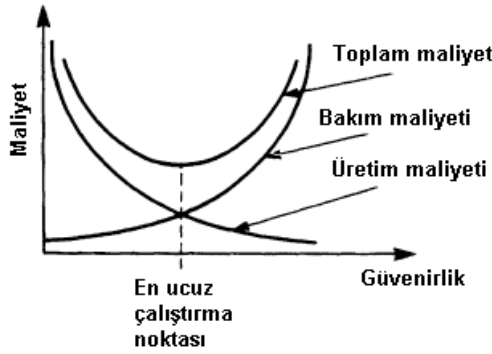
Kapsamasa da daha iyi bir yol olmalıdır.

Proje tamamlandığında fabrika, her zaman zor ve takdir edilmeyen bir yaşam süren bakım personelinin sorumluluğu haline gelir. Onlar gerçekten yeni fabrikanın romantikliğini ve övüncünü paylaşmazlar ve sonuçta kaçınılmaz olarak fabrika birkaç ay çalıştıktan sonra ortaya çıkan tasarımcının hataları için suçla-

nırlar.

Üretim yönetimi bakım personelinin gerekli, pahalı, kötü olarak değerlendirir ve çoğunlukla sıfır hata süresi olan fabrika hedefi koyarlar. Mutlak sıfır kayıp zamanı sağlamak imkansızdır, ancak pratik olarak istenen sonlu seviyede güvenilirlik elde edilebilir. Şaşırtıcı ama istenen, olan bu şey olmayabilir.

Düşük güvenilirlik, düşük maliyetle elde edilebilir, ancak; bu ürün kaybıyla yüksek maliyet yaratır. Güvenilirlik yükseldikçe, bakım maliyetleri yükselir, ancak; üretim maliyetleri düşer. En sonunda güvenilirlikteki artışın, Şekil 8.26'dakine benzer eğriler vererek, düşürülmüş üretim maliyetlerinden elde edilen karı geçen bakım maliyetlerini artırdığı noktaya ulaşılır. Bakım 'sanatı', minimum maliyet noktasını tanımlamak ve o noktada çalışmaktır.



Şekil 8.26 *Güvenilirliğin finansal anlamları*

Buna yardımcı unsur, fabrikanın bir yere kadar bozulmaya toleranslı olacak şekilde tasarlanmasıdır. Fabrikalar çoğu zamanlarının, büyük yüzdesini bir biçimde bozuk modda geçirir. İyi fabrika tasarımı bozulmaların sonuçlarını göz önüne alır ve arıza saptanıp giderilirken, fabrikanın ekonomik ve güvenli olarak çalışmasına devam etmesini sağlamak için yöntemler sunar.

8.5.2 Güvenilirliğin istatistiksel gösterimi

Hangi kalemin bozulacağını öngörmek olanaksızdır ve bu yüzden güvenilirliği tartışmak için istatistiksel yöntemler kullanılır. Bir kalemin ya da bütün sistemin güvenilirliği belirli bir süre doğru olarak çalışma olasılığıdır (0 ile 1 arasında). Örneğin PLC kazağının iki yıl

bozulmadan çalışma olasılığı 0,98'dir.

Güvenilirlik ölçümleri çok sayıda kaleme dayalıdır. N sayıdaki kalem test süresi boyunca çalıştırılır ve testin sonunda N_f bozulmuş ve N_r hala çalışıyorsa, R güvenilirlik aşağıdaki biçimde belirlenir:

$$R = \frac{N_r}{N} = \frac{N - N_f}{N} \quad (8.1)$$

Ve güvensizlik, Q ise şöyle belirlenir:

$$Q = \frac{N_f}{N} = \frac{N - N_r}{N} \quad (8.2)$$

$Q + R = 1$, olduğu açıktır.

Güvenilirlik süre üzerinden ifade edilir (1000 saat, 1 yıl, 10 yıl vs.). Alternatif ölçüm şekli tahmini beklenen ömür biçimdir. Bu ömür, ampül gibi onarılamaz kalemler için bozulmaya kadar geçen kaba süre (MTTF) ve onarılabılır kalemler (veya bütün sistemler) için arızalar arasında geçen kaba süre (MTBF) ile belirlenir. Bunların ikisi de çok sayıda kalemin testlerinden elde edilen istatistiksel sonuçtur.

Ekipman bozulduğunda, bunu çalışır duruma olabildiğince çabuk getirmek önemlidir. 'Sürdürülebilirlik' terimi fabrikanın arızalı parçasının onarılabılme kolaylığını belirtir ve fabrikanın belirli sürede çalışır duruma getirilmesi olasılığı (0 ile 1 arasında) olarak tanımlanır.

Kaba onarım süresi (MTTR) başka bir sürdürülebilirlik ölçümüdür ve bozuk ekipman parçasını çalışır duruma getirmek için kaba süre olarak tanımlanır. MTTF ve MTBF gibi çok sayıda gözleme dayalı bir istatistiksel rakamdır.

Sürdürülebilirlik, kullanıcı ve tasarımcı tarafından belirlenir. Önemli faktörler aşağıdaki gibidir:

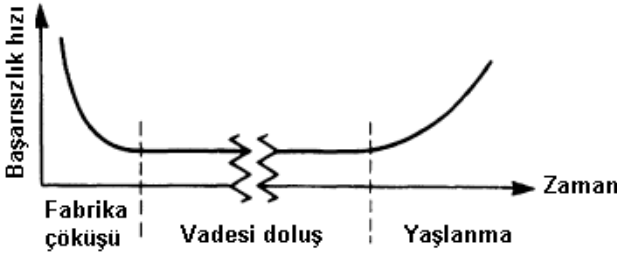
1. Tasarımcı arızaların hemen ortaya çıkmasını ve hemen değiştirilebilecek kaleme lokalize edilmesini sağlamalıdır. Bu iyi

bir belgeleme, mantıklı test noktaları ve modüler yapılandırma gerektirir. Bu konuya daha sonra döneceğiz.

2. Nazik parçalara kolayca erişilebilmelidir. Elektrik teknisyeninin 10 metrelik merdivene tırmanıp, takılmış bir devre kesiciyi sıfırlamak için 16 vida ile sabitlenmiş kapağı sökmesi gerekiyorsa, bu sürdürülebilirlik için iyi değildir.
3. Bakım personeli yeterli, iyi eğitilmiş, uygun aletler ve test ekipmanı olmalıdır. MTTR, arızaya ne kadar sürede yanıt verildiğiyle ilgilidir.
4. Yeterli yedek parçaya kolayca ulaşılabilir. MTTR, verimli dükkân alım işlemleriyle yükseltilebilir. MTTR genellikle birim onarımından ziyade birim değiştirme politikası benimsenirse düşürülebilir.

Tasarımcı bunlarda (1) ve (2) numaralı maddelerden sorumluyken, kullanıcı (3) ve (4) numaralı maddelerden sorumludur.

Fabrika kullanılabilirliği, ekipmanın işlevsel olduğu zaman yüzdesidir, yani,



Şekil 8.27 Banyo küveti eğrisi

$$\begin{aligned} \text{Kullanılabilirlik} &= \frac{\text{İşlevsel süre}}{\text{Toplam süre}} \\ &= \frac{\text{Uptime}}{\text{Uptime} + \text{Downtime}} \end{aligned}$$

$$= \frac{MTBF}{MTBF+MTTR + M}$$

burada MT belirlenmiş bakım süresidir.

Eğer N sayıda öge çalışıyorsa ve N_f sayıda öge t süresi içinde bozuluyorsa, bozulma oranı λ (ayrıca riziko oranı olarak adlandırılır) şu şekilde belirlenir:

$$\lambda = \frac{1}{N} \times \frac{N_f}{T} \quad (8.4)$$

(N_f ve T , ΔT sıfıra doğru giderken ΔT zamanının üzerine ΔN_f artımsal bozulmalar olarak tanımlanmalıdır.)

Çoğu sistemlerin bozulma oranı Şekil 8.27'de görüldüğü gibi 'banyo küveti eğrisi' biçimindedir. Bu üç ayrı bölgesi vardır. 'Burn-in' veya 'Çocukluk' adı verilen ilki kısa ömürlüdür (genellikle haftalar şeklinde) ve arızalı parçalar, kötü lehim, gevşek bağlantılar vs. Ortaya çıkmaya başladığında yüksek bozulma oranı vardır. Sistem seviyesinde, tasarımcının hataları ve yazılım hataları da ortaya çıkacaktır.

Merkezdeki 'Ergenlik' bölgesinde çok düşük sabit bozulma oranı olacaktır. İyi tasarlanmış sistemde, ergenlik normal olarak yıllarca sürer. 'Bunaklık' olarak adlandırılan son dönemde yapısal yaşlılıktan kaynaklanan artan arıza oranı vardır; oksitlenen konnektörler, kuruyan elektrolitik kapasitörler, kontak yerlerindeki yayları düşen fişler, sıcaklık dönüşümünün neden olduğu baskı devredeki yolların kırılması gibi. Bu noktada, normal olarak tavsiye edilen parça değiştirmedir.

'Ergenlik' aşaması şöyle gösterilebilir;

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \text{ veya } \lambda = \frac{1}{MTTF} \quad (8.5)$$

kelemin onarılabilir veya değiştirilebilir olup olmasına ve bir kalemin t süresi boyunca bozulmadan çalışabilme olasılığına (yani güvenilirliği) bağlı olarak şöyle gösterilebilir:

$$R = e^{-\Delta t} \quad (8.6)$$

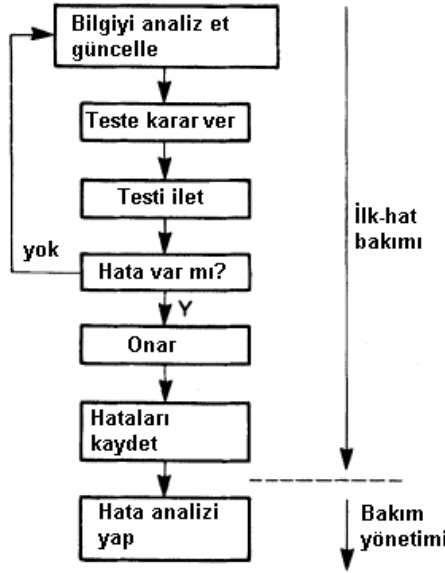
Örneğin, bir sistemin 17500 saatlik MTBF'si varsa (yaklaşık iki yıl), 8750 saat (yaklaşık 1 yıl) çalışma olasılığı şöyledir:

$$R = \exp(-8750/17500) \cong 0,6$$

8.5.3 Bakım felsefeleri

En iyi planlanmış önleyici bakım prosedürleri yapılmış olsa da, kaçınılmaz olarak hatalar olacaktır. Karmaşık PLC sistemindeki arıza ile mekanik arıza arasında büyük fark vardır. Her iki durumda da arıza, teknik olmayan kişiler için bile kaçınılmazdır ve nedeni kolayla tanımlanabilir. Mekanik sorunların tamir edilmesi genellikle uzun sürer.

PLC kaynaklı sorunlar, parça sayısı arttıkça daha az göze çarpar. Gerçekleyecilerden bir tanesi hareket etmiyorsa; bu PLC programındaki bir hatadan, PLC'nin kendisinden, çıkış kartı arızasından, çıkış güç kaynağından, gerçekleyiciden ya da sıralamayla ilgili bir parçadan kaynaklanıyor olabilir. Örneğin, harekete izin veren limit anahtarı bozulmuş olabilir. Teşhis böylece biraz zaman alır ve rasgele parça değiştirmeyele eninde sonunda arızayı bulmak mümkünse de, mantıklı arıza bulma prosedürü arızayı saptama süresini kısaltacaktır. Nedeni bulunduğunda, tamiri genellikle çabuk ve anlaşılırdır. Kabul etmek gerekir ki, 'Sorun nedir?', 'Onarabilecek misiniz?' ve 'Bunu yapmak ne kadar sürecek?' gibi üç kaçınılmaz soruyu soran vardiya müdürüyle gecenin bir yarısında papaz olmak hiç de kolay değildir.



Şekil 8.28 Arıza bulma prosedürü

Modern ekipmanın güvenilirliği, bakım personeli için sorunlar yaratır. Yıllar içinde ölçülmüş MTBFlerle bir teknisyenin bir ekipman parçasıyla arıza ilk kez meydana geldiğinde (ve bakım kitapçıkları ve çizimler kayıptır ya da baş mühendisin kitaplığında tozlanıyorken) karşı karşıya gelmesi olasıdır. Daha güvenilir ekipman aynı zamanda teknisyenin fabrikanın çok daha büyük bir alanını bilmesi, kapsamı, ve buna gerek duyması anlamına gelir. Bu yüzden eğitim şarttır ve bu konuya kısaca döneceğiz.

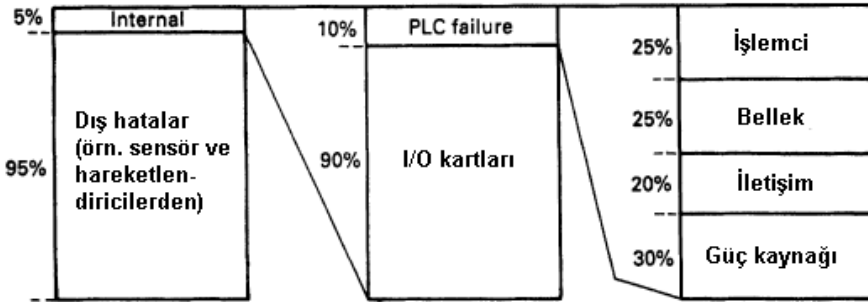
Arıza bulmada; birinci sıra bakım (onarımlar fabrika alanında yapılır genellikle modül veya birim değişikliği yapılır) ve ikinci sıra bakım (onarım parça düzeyinde atölyede gerçekleştirilir) olarak ikiye ayrılabilir. Her iki durumda da bu, Şekil 8.28'de gösterildiği gibi arıza konusunda bilgi içeren mantıksal bir süreçtir. Belirtiler incelenir ve bunlardan olası nedenler belirlenir. Doğrulamak veya olası nedenleri azaltmak için testler yapılır. Bu testler, arıza bulunana kadar olası nedenlerin azaltılmasına olanak sağlayan daha çok bilgi sağlar.

Arıza saptama sanatlarından biri, zamana karşı arızanın çeşitli nedenleri ile bunları doğrulamak ve çürütmek için gerekli olan testleri

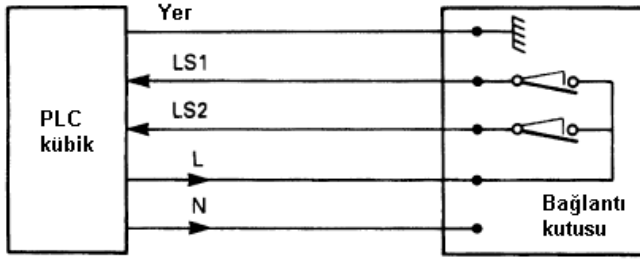
yapmak için gereken çaba ve ekipmanı arasında denge kurmaktır. Şekil 8.29'da, aslında PLC arızalarının %95'inin gerçekleyiciler ve limit anahtarları gibi *fabrika* kalemlerinde meydana geldiğini gösteren, tipik PLC sisteminin farklı parçalarının arızalanmasının olasılığı görülmektedir.

İyi ekipman tasarımı, en olası arıza nedenlerinin özel test ekipmanı olmadan çabucak kontrol edilebilmesi için teşhis yardımcılarını sağlamalıdır.

Şekil 8.28'in son aşamaları bakım yönetimi ile ilgilidir ve fabrika davranışını analiz etmeye yarar. Vardiya usulu çalışan teknisyen arızaların çeyreğini bile görmeyecektir ancak ortak arıza kayıt sistemi tekrar eden arızaları veya özel alanlarda eğitim gereğini ortaya çıkarmalıdır.



Şekil 8.29 Tipik PLC sistemde arıza dağılımı. Arızaların %5'i PLC'nin kendisiyle ilgili olmasına karşın, herkes 'PLC arızası' olarak kayıt eder



Şekil 8.30 *Buvatta fazladan nötr çalıştırarak arıza bulmayı kolaylaştırma*

8.5.4 Arızaya göre tasarım

Bütün ekipmanlar arızalanacaktır ve PLC sistem tasarımcısı yaygın arızaların kolayca saptanabilmesine olanak sağlayacak yöntemler oluşturmalıdır. Şekil 8.30'da olduğu gibi test amaçları için buvata nötr çekmek gibi basit fikirler, ilk arızada çok değerli dakikaları kurtarabilir. Diğer basit ve ucuz yöntemler izolasyon terminalleri kullanılması (Şekil 8.25'te gösterildiği gibi Kippon SAKR) ve kritik sinyallerde (özellikle hidrolik ve pnömatik solenoidlere lokal olanları) izleme lambalarının sağlanmasıdır.

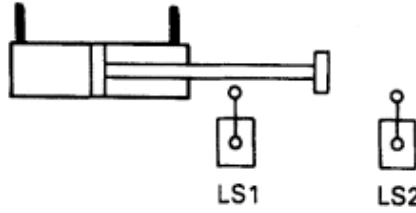
Basit bir motor starterini düşünelim; en basit düzeyde bunun iki girişe (başlatma ve durdurma düğmeleri) ve bir tane çıkışa (kontaktör) gereksinimi vardır, ancak; arıza durumunda vardiya elektrikçisi kendi yargısına ve fikirlerine güvenmek zorunda kalacaktır. Beş ek giriş ve lambalar için de üç çıkışla çok daha fazla bilgi sağlanabilir ve MTTR düşürülür. Tablo 8.6' bütün yaygın motor arızalarını kapsayacaktır.

Buna motor akımının izlenebilmesine (ve bütün dikkatli mühendislerin ilk arızadan önce kayıt ettiği normal akımla karşılaştırılabilmesine) olanak sağlamak için ampermetre de eklenmelidir.

Tablo 8.6 *Yaygın motor arızaları*

Girişler	Çıkışlar
----------	----------

Başlatma düğmesi	Çalışan lamba
Durdurma düğmesi	Sönmüş lamba
Kontaktöre yardımcı kontak	Arıza lambası
Kontaktör trip sağlıklı	
Lokal kontrol güç kaynağı sağlıklı (yani, MCC açık)	
Acil durdurma sağlıklı	
Lokal osilatör sağlıklı	



Şekil 8.31 Ek cihazlarla fabrika çalışmasının izlenmesi

Yukarıdaki listeyle, PLC arızayı lokalize edebilir ve programlama terminali ile olası nedenini tanımlayabilir. Ekranlarla, tam operatör mesajları verilebilir ('Pompa 1 lokal izolatör açık olduğu için çalışmıyor' veya 'Konveyör 1 durdu, PLC kontaktöre enerji veriyor ama yardımcı kontak sağlanmadı').

```

ONLINE:Run Edits:No Force:No Proj:VAULTPLC RUNG 2:0/114 rt Sta:44
DH+ Station:44 Local Rack: 2-Slot Power Loss Prot: Protection Disabled
EEPROM Xfer at Powerup:No RAM Backup:Disabled Memory:Unprotected
Scanner Mode

Arithmetic Flags S:0 Z:1 V:0 C:0
Processor Status 00000000 00000010 PLC-5 in RUN Mode
Minor Fault 00000000 00000000
Major Fault 00000000 00000000
Fault Code.....: 0
Where Faulted-File: 0 Rung....: 0 SFC Restart/Continue.....: 0
Fault Routine-File: 0 Watchdog: 500 Startup Protection after pwr loss: 0
Sel Timed INT-File: 0 Setpoint: 0
Program Scan [msec] Last: 0 Max: 20

Date/Time 0000-00-00 02:55:00 File Index 47
Active Node List
 0 10 20 30 40 50 60 70
00000000 00000000 10000000 00000000 00001000 00000000 00000000 00000000
VME Status File: N/A I/O Status File: 10 Adapter Image File: 0

Sym: Des:Key switch in Remote Position
S:1/7 =

F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9 F10
Iostat Clrfalt Des Next Prev neWaddr Help

```

Şekil 8.32 Programlama terminalinde gösterildiği biçimiyle PLC-5 teşhis sayfası. Arızalı bitler minor/major arıza kelimeleriyle görüntülenmekte ve kelimenin sağ tarafında metin tanımları yer almaktadır ve F1-F10 tuşları programlama terminalindeki yazılım tuşlarıdır; örneğin, *lostat*, I/O kızaklarının durumunu görüntüler.

Alarmlar konusunda iyi karar verilmelidir ve alarmın her zaman bir anlamı olmalıdır. *'Eğer uzatma çağrıldıysa ve LS2 2,5 sn'de sağlanmıyorsa Uzatma Arızası sinyali ver'* gibi bir alarm koşulu olan işlemleri kontrol etmek için kullanılan 8.31'deki gibi fikirleri kullanırken çok dikkat edilmelidir. Bu fikirler çok yararlı olabilir, ancak alarm saptama cihazları (Şekil 8.31'deki LS1 ve LS2) izledikleri cihazdan daha güvenilir olmak zorundadırlar. Olmazlarsa, hatalı alarmlar ortaya çıkacaktır ve kullanıcının güveni kaybedilecektir. Bakım sırasında, ekranda beş on tane alarm mesajıyla çalışan ve operatörün de *'Eeh, boşver, onlar hep yanıp duruyo'* dediği şekilde çalışan bir fabrikayı görmekten daha kötü pek az şey vardır. Boşverilirse, onları güvenilir hale getirin veya tümünden yok edin.

PLC'lerin kendileri kendi başlarına yararlı teşhis olanakları ve fabrikanın performansı saptama olanakları sağlar. Şekil 8.32'de PLC-5 için işlemci teşhis sayfası görülmektedir.

8.5.5 Dökümantasyon

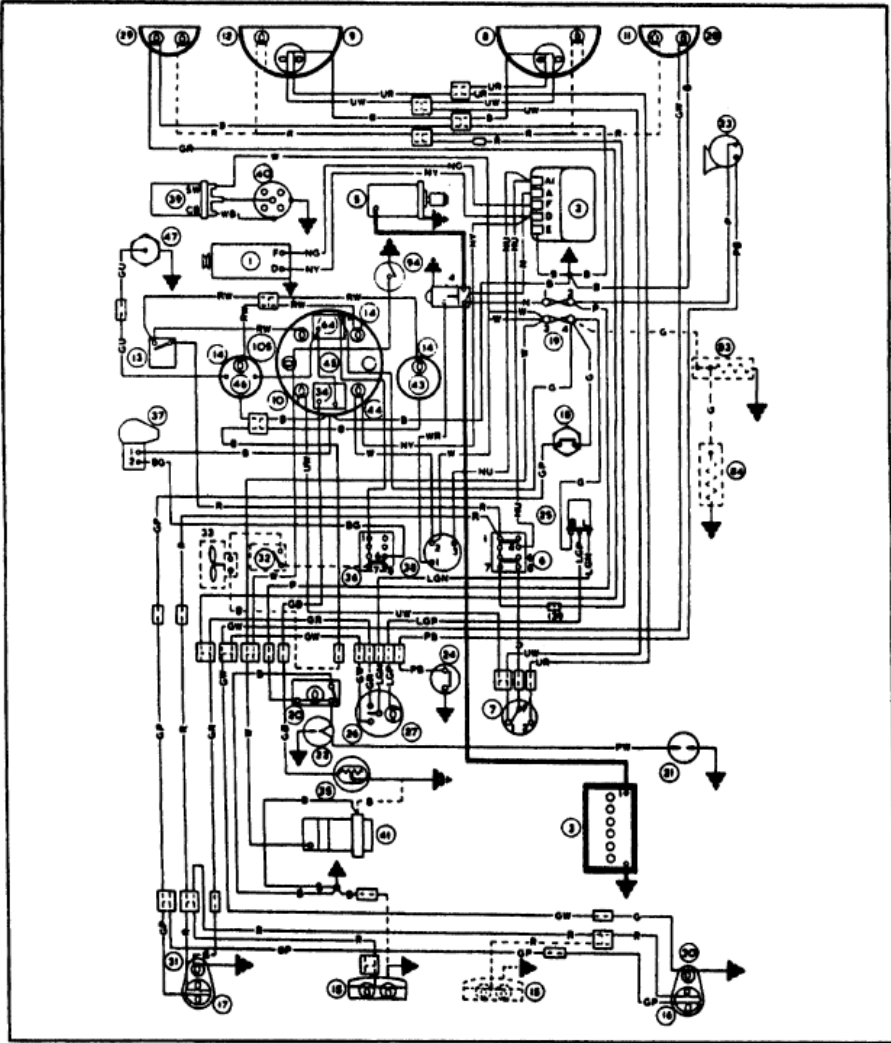
PLC sistemleri, yaygın arızaların deneyimini oluşturma şansı olmayan bakım personeline karşı çalışan iki özellik olan, hem karmaşılaşmaya hem de güvenilir olmaya meyillidir. Bakım teknisyenleri bu yüzden arızayı saptamaya yardımcı olacak dökümantasyona güvenmek zorundadırlar.

Şekil 8.33'te birçok elektrik teknisyeninin aşına olduğu otomobilin elektrik diyagramının yaygın çizimi görülmektedir. Çizim yapısal amaçlarla yapılmıştır ve arıza bulmaya pek az yardımı vardır. Bunu konuma göre değil, işleve göre düzenlenmiş çizimle ve soldan sağa sinyallerin mantıklı akışıyla Şekil 8.34'teki gibi yeniden çizmek, arıza bulmaya yardımcı olacak dökümantasyon sağlayacaktır.

Şekil 8.33 ve 8.34'te yaygın bir arıza gösterilmektedir. İki farklı tipte çizim var. İlki fabrikayı oluşturmak ve birbirine bağlamak için tasarımcı tarafından yapılmıştır. Bu çizimler ön yapılandırma için

gereklidir, ancak; büyük bir felaket (örneğin yangın) çıkmadıkça sonradan pek kullanılmaz. Bu çizimler lokal olmaya ya da tipik PLC sistemin çizimlerinden bir alıntı olan Şekil 8.35'te görüldüğü gibi panel kökenli olmaya meyillidir. Çoğunlukla elde olan tek şey bu tür çizimlerdir ve arıza bulmayı zorlaştırırlar.

Arıza bulma işi, sinyallerin izlenmesine olanak sağlamak için yeterince lokal bilgi içerirken, bilgiyi işleme göre gruplayan çizimler gerektirir. Şekil 8.36, arıza bulmaya yardımcı olacak şekilde, Şekil 8.35'in yeniden çizimini göstermektedir.

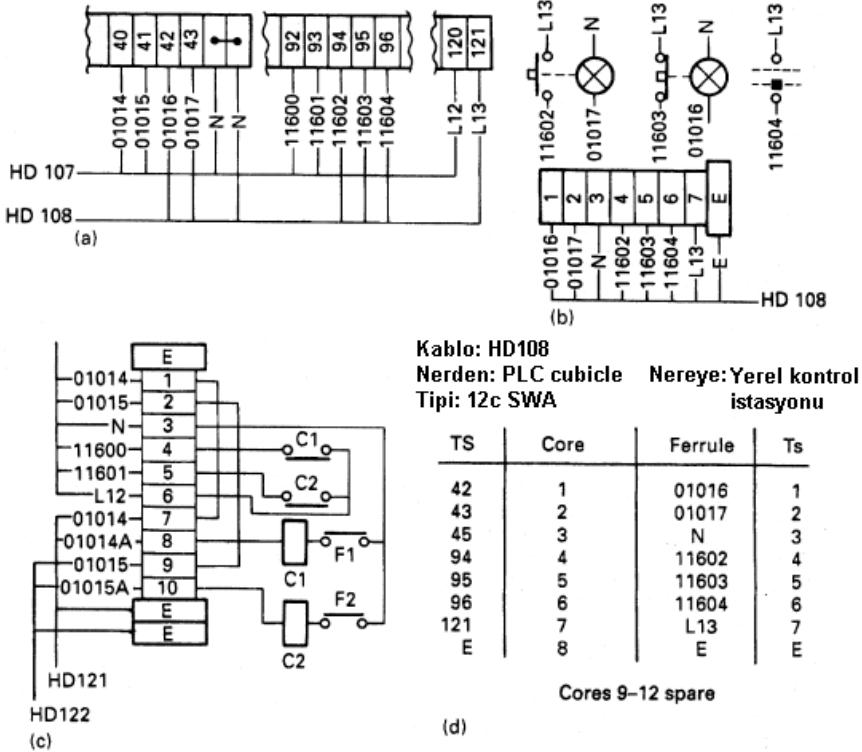


Şekil 8.33 *Çoğu kimsenin aşına olduğu otomobil elektrik diyagramı. Otomobilin fiziksel düzenini bir yere kadar takip eden parçaların düzenindeki uzamsal ilişkileri vurgulamaktadır. Bu ise çok sayıda elektrik crossoveri, paralel geçişleri olan ve herhangi bir 'yönsel' veya 'işlevsel' akış izlemeyen diyagramı ortaya çıkarır. Sonuç olarak darmadağınık görünür ve izlemesi zordur.*

Ne yazık ki tasarımcılar ve üreticiler çoğunlukla sadece yapısal ve konumsal çizimler verirler ve bakım personelinin işini olması gerektiğinden daha zor hale getirirler. İdeal olarak her iki tür çizim de gereklidir.

Şekil 8.34 İşlevleri gösterecek biçimde yeniden çizilmiş otomobil elektrik diyagramı

Çizimler ayrıca sinyallerin duyumunu verebilmelidir. Şekil 8.37(a)'da (hidrolik tankının gerçek üreticisinin çizimine dayalı) normal seviye (ve buatta nötr veya DC olmaması halinde bunu nasıl kontrol ederdiniz?) için ne görmeyi umardınız? Şekil 8.37(b)'deki gibi basit çizimler veya 'Kontakların hepsi normal çalışma durumunda getirildi. Yükselen seviye için yüksek seviye açılır, düşen seviye için düşük seviye açılır' gibi metinler ilk arızada değerli dakikaları kurtarabilir.

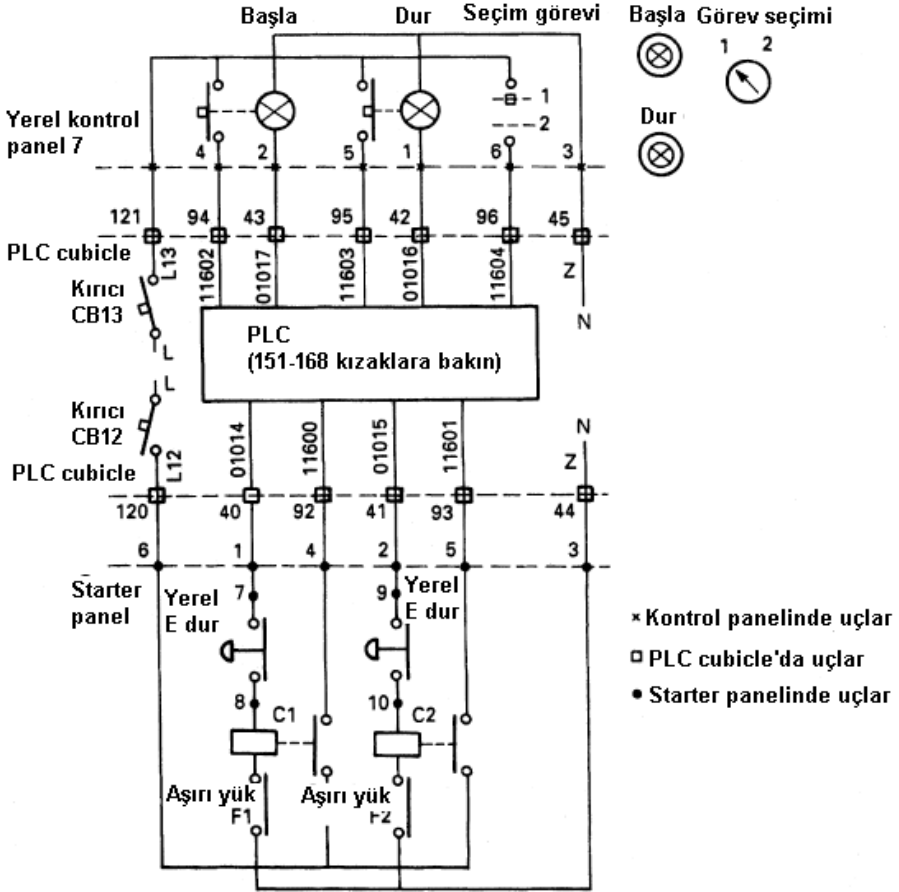


Şekil 8.35 Çizimler normal olarak bakım için verilir. Bunlar yapısal çizimlerdir. (a) PLC odacığı çiziminin bir bölümü.

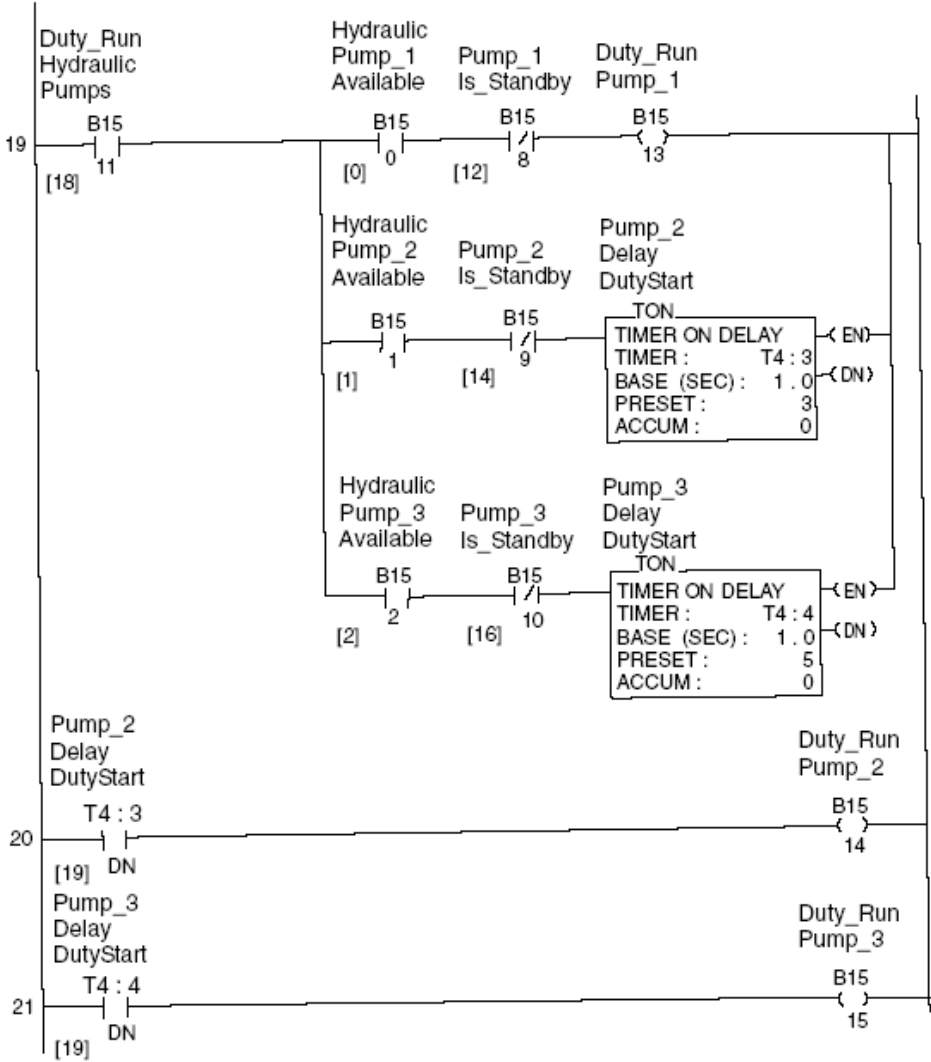
(b) Lokal kontrol sisteminin çizimi. (c) Starter panelinin çizimi. (d) Kablo listesi (arıza bulmak için dört taneden biri gereklidir)

PLC programlar normal olarak, komutlara ve basamaklara / mantık bloklarına ilişik tanımlarla dökümante edilebilir. Bu kolay arıza bulmak için çok önemlidir. Şekil 8.38 ve 8.39 ham ve dökümante edilmiş biçimde programın bir bölümüdür. Arıza bulma kolaylığı için farklılık açıktır.

Çoğu mühendislik organizasyonu çizim revizyonları ve değişiklik tarihlerinin kayıtlarını tutmak konusunda çok titizdir (örneğin, 702-146 numaralı çizim 25/2/98 tarihli E revizyonuna ilişkindir). PLC programlarını yerinden değiştirmek kolaydır ve çoğu şirket PLC programlarının benzeri kontrolünü ellerinde bulundurmada konusunda gevşek davranmaktadır.



Şekil 8.36 Arıza bulma için yeniden çizilmiş Şekil 8.35'ten alınan bilgi

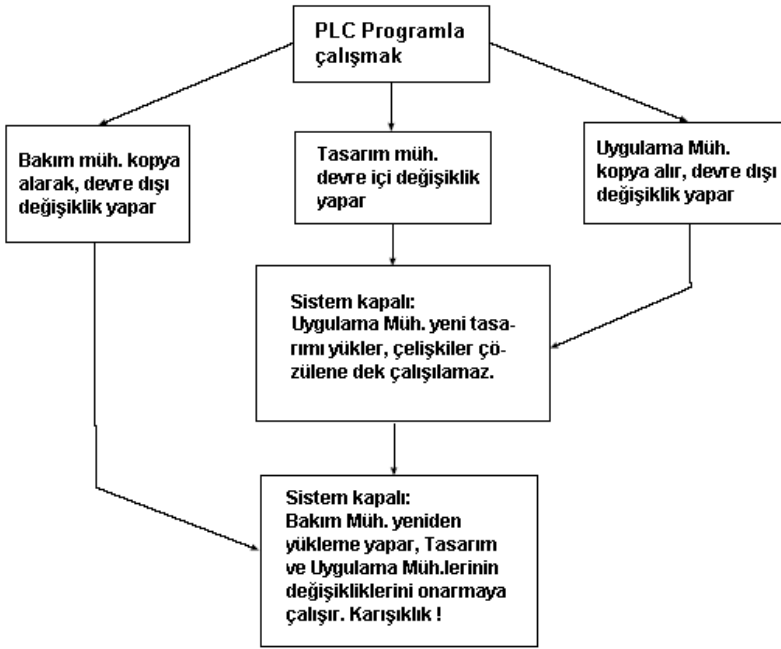


Şekil 8.39 Tanımlar ve göndermeler [nnn] ile birlikte Şekil 8.38'in belgelenmiş versiyonu

Şekil 8.40'ta yaygın olay sıralaması görülmektedir. Özellikle de Bakım, Vardiya ve Tasarım Mühendisleri farklı işlevler için aynı adresleri kullandırlarsa, bu gibi çakışmaları çözmek zor olabilir.

Şekil 8.40, PLC programlarının çekmece altı kopyalarından

çıkılmaktadır. Ne olursa olsun bunlardan kaçınılmalıdır. Yerinde yeniden yükleme için merkezi bir depo ve fazladan kayıtlar (ya da fazladan yedek) olmalıdır. Değişiklik yapmak için kabul edilmiş prosedür olmalıdır ve öngörülemeyen yan etkiler olması halinde, değişiklikleri geri almanın yolu bir olması için değişiklikler yapılmadan önce programın kopyası alınmalıdır. PLC programlara, fabrika çizimleri gibi muamele edilmelidir ve çizim bürosu kontrolünün aynısına tabi olmalıdır.



Şekil 8.40 Kafa karışıklığına giden yol; resmi olmayan program kopyalarının sonucu

8.5.6 Eğitim

Sistemin bilinmesi arıza bulma için şüphesiz gereklidir. Karmaşık bir sistemde bu bilgi iki bölüme ayrılır. Birincisi fabrikadaki ekipmana, PLC'ye, tristör sürücülere, sensörlere ve gerçekleyicilere aşina olmaktır. Bu temel bilgi olmadan bir arızayı bulma umudu düşüktür.

Fabrikaların çoğu bu tür eğitimin gereğini kabul eder.

İkinci bölüm genellikle ihmal edilir. Bu çeşitli yapım bloklarının tam sistemi oluşturmak için nasıl bir araya geldiklerini özümsemek gereklidir. Çok sıklıkla birinci sıradaki bakım mühendisi PLC kursuna, tristör sürüş kursu ve hidrolik kursuna gönderilir ve gerekli eğitimleri aldıktan sonra *'Tamam, eğitildin, şimdi XXX Fabrikası'ndan sen sorumlusun'* denilmektedir.

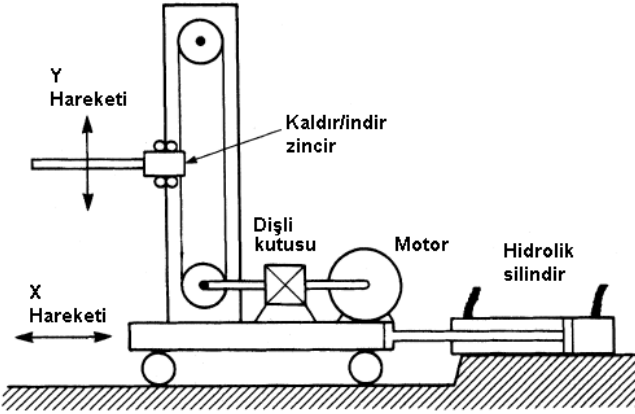
Bu tür yaklaşımın bazı tehlikeleri vardır. Arıza meydana geldiğinde, bakım teknisyenleri genellikle buna iki yoldan yaklaşırlar. Birincisi, ilk çağrıldıklarında, arızayı bulmak için hevesli ve isteklidirler. Kısa süre içinde başarılı olamazlarsa, daha çok kendi imajlarıyla ve arızayı gerçekten bulmaktan ziyade aptal görünmemekle ilgilendikleri ikinci aşamaya geçerler (ve destek kuvvetleri gelene kadar bu çalışma modunda devam ederler). *'Üzgünüm, en ufak fikrim yok, yardım çağırın'* demek cesaret ister. Bu modda çalışan teknisyenler ,hava kompresörü cihazı bakımı üzerine kurstan yeni gelmişlerse; en yakın hava kompresörüne yönelip bunun bakımını yapacaklardır.

Aşağıdaki gerçek vakaya bakalım. Şekil 8.41'de biraz basitleştirilmiş olan fabrikanın bir kaleminin, PLC kontrolünde bir kolun X ve Y hareketleri vardır. Dikey Y hareketi geri dönmeyen vites kutulu elektrik motoruyla ve yatay hareket ise orantılı valflerin kontrol ettiği hidrolik silindir ile sürülmektedir X ve Y hareketleri (yaklaşık 750 mm) lineer potansiyometrelerle ölçülmektedir. Geceleyin, fabrika üretimde değilken, gece vardiyası dikey zincirlerden birini değiştirmiştir, ancak; (yaklaşık 300 derece dönen zincir tekerlerindeki vurucuya bağlı) uç limitlerin çalışmasını kontrol etmemiştir.

Sıralamasının parçası olarak PLC kolu, sabit Y konumuna sürer sonra da silindiri tam olarak uzatır. Sonraki günkü üretimin başlangıcında araba (yanlış olarak hizalanmış) uç limit çalıştırılana ve sistem kilitlenene kadar Y ekseninde hareket ettirilmişdir. PLC, Y konumunu elde edememiştir bu yüzden X çapraz hareketini çalıştırmamıştır.

Operatörler bakım ekibini toplar, onlara X hareketinin çalışmadığını (yüzeysel değere göre verilmiş yanıltıcı bir beyan) söylerler. Orantılı valfler konusunda kurstan yeni dönmüş ekip, X hareketi hidroliklerini sökmeye başlamışlardır.

İlgili kişilere yalnız temel konular öğretilebilmiştir ve onlar aptal veya kötü niyetli değillerdi. Olay birçok farklı noktadan çıkar. Arıza meydana geldiğinde, makinenin çalışması üzerine hiçbir eğitim almamışlardı ve bu yüzden sıralamanın adımları, bakım personeli için net değildi. Orantılı hidrolik valfler sıkışmıştı ve bu eğitim, 'Bütün arızalar orantılı valflerden kaynaklanıyor' tavrını yaratmıştı. Belki de, hiç kimsenin PLC'nin ne yapmaya çalıştığına bakmak için programlama terminalini kullanmaması veya makineyi elle çalıştırmayı, hiçbir aşamada denememiş olması da önemlidir. Bütün bunlarla ilgili ancak, farklı bir konu da gece zinciri değiştiren tesisatçının, bu işlemin uç sınırların ayarlarını etkileyebileceğini farketmemiş olması gerçeğidir.



Şekil 8.41 Eğitim gereksinimlerini ortaya çıkaran fabrika

Bir noktaya kadar bu olay işbölümünden kaynaklanmıştır. Yazarın çalıştığı fabrika, işi bütün yönleriyle kavrayan ve yukarıda tanımlanan bilgiye ilişkin zorlukların üstesinden gelen (EMP) elektro mekanik üretim [:(EMP) *electro mechanic production*] işçisine öncülük etmektedir. Bu yoğun eğitim ve bütün seviyeden çalışanların katılımını gerektirmektedir.

Okuyucunun ilgilenebileceği diğer konular, bunun gibi bilgi hatalarını sistem tasarımcısının nasıl önleyebileceğiyle ilgilidir. Nereye kadar gidebileceğinize dair, alan ve finansal kısıtlamaların olduğuna dikkat edin.

Fakat buradaki önemli ders; bakım personelinin fabrikayı

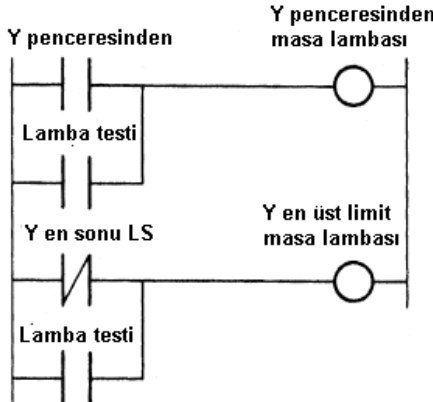
tanıması, çalışmasını bilmesi ve dökümantasyona aşina olmasıdır. PLC tabanlı sistemlerde, belli işlerin olması için gerekli olana dikkat çekerek, PLC üzerinden konuşma gereklidir. Fabrikayı bilmek, arızaların %95'i PLC odacığının dışında olacağı için, belki de PLC'nin içindekileri bilmekten çok daha önemlidir (daha önceki Şekil 8.29'a bakınız).

Çoğunlukla bakım personelinin yeni bir fabrikayı gerektiği gibi görmesi, ilk arıza gerçekleşir (tasarım ekibi sıradaki işler için gittikleri zaman). Fabrikayı öğrenme zamanı onun ilk oluşturulurken ve test edilip görevlendirme yapılırkendir. Bütün problemler, ipuçları ve onarımlar o zaman öğrenilecek ve parçaların yerleri akla yazılacaktır. Bu tekrar edilemeyecek, paha biçilmez bir deneyimdir.

8.5.7 Arıza bulma yardımcıları, EDDI ve FIM

Önceki bölümde zorluklar, Şekil 8.42'de gösterildiği gibi program tarafından sürülen iki gösterge lambasının eklenmesiyle önlenir. Bu ise kaçınılmaz soru olan; teşhiste PLC'nin kendisinin ne kadar yardımcı olabileceğini ortaya çıkarır.

Elbette PLC, farkında olduğu koşulların sinyalini verebilme yeteneğine sahiptir (ve Şekil 8.41'deki PLC neler olup bittiğini biliyordur). Zorluk daha çok, çalışmaya başlamasını engelleyen 12 koşulu olan abartılı bir hidrolik pompa örneği Şekil 8.43'teki gibi örneklerde ortaya çıkar. Bu koşulları karşılamak için, 12 öbekli kablodan beslenen (ve iki gerçek fabrika basamağıyla karşılaştırıldığında 12 gösterge merdiveni) ve 12 çıkışla sürülen 12 lamba gerektirirdi, hepsi tek bir pompa için.



Şekil 8.42 Şekil 8.41'e yardım edebilecek iki merdiven. İyi pratik ile uç limit sinyali, sıkıştığında açılan limit anahtarındaki ikinci kontaklıdır.

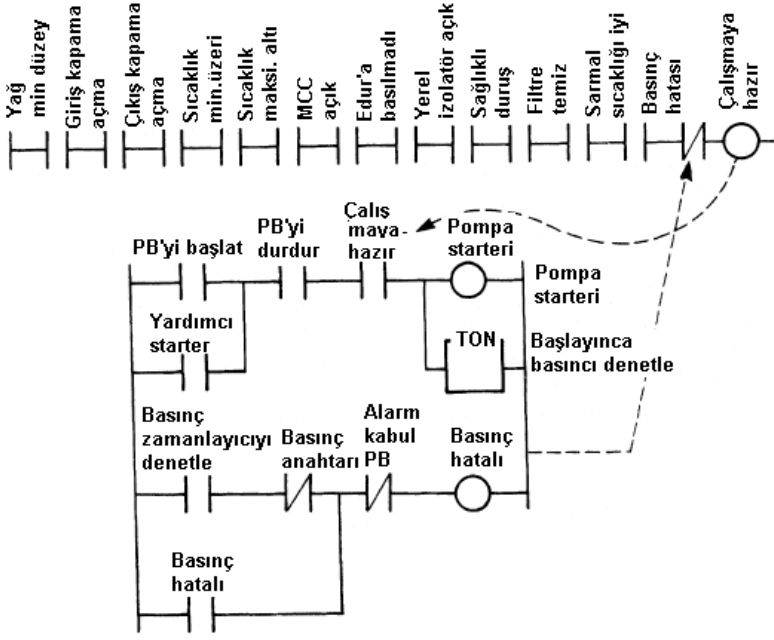
Tasarım aşamasında, olası arızaların deneyimine dayalı yapılmış ayırım ile bütün olası alarmları tayin etme ve hiçbirini tayin etmeme arasında ince bir denge vardır. Kimileri Şekil 8.43'e sadece 'Kullanılır' ve 'Başlatma Çalışmadı' diyen iki lamba biçiminde ele alınır. Böylece 'Başlatma Çalışmadı'nın ayrıntılı nedenini, ya (doğrudan nedeni gösteren) PLC programlama terminaline ya da PLC giriş kartlarındaki göstergelerde izlenebilecek olan kontrol listesi yoluyla bulmayı arıza bulma ekibine bırakır. Örneğin:

Pompa başlatma çalışmadıysa, aşağıdaki girişlerin sağlıklı olup olmadığını kontrol et:

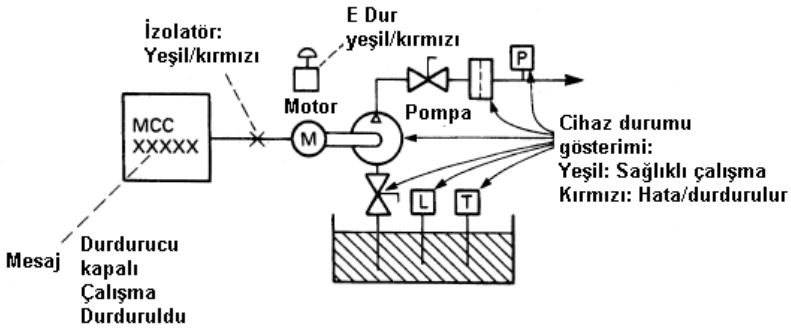
Kazan Yağı Düşük Seviyede	A3.2
Giriş Valfi Açık	A3.3
Çıkış Valfi Açık	A5.1

vs.

Grafik tabanlı iş istasyonları kullanıldığında daha çok çözüm vardır ve Şekil 8.44'teki gibi bir grafik gösterim, PLC'nin ilgili yerde kullandığı her sinyalin durumunu gösterebilir. Dikkate değer bir şekilde bu tür görüntüler PLC programı gerektirmez. Diyelim ki, seviye dedektörü seviye anahtarının durumuna bağlanmış ve yeşil ya da kırmızı olarak görüntüleniyor.



Şekil 8.43 Hidrolik pompa için kesinlikle sıradışı olan program



Şekil 8.44 Şekil 8.43'ün grafik gösterimi

Bununla birlikte grafik ekranları oluşturmak zaman alır (değerlerin önemlisi).

PLC'lerin çoğu, programlama terminaliyle kullanıcının giriş ve çıkış sinyallerini 'zorlama'sına olanak sağlar. Örneğin, arızalı limit anahtarının veya izin sinyallerinin olmamasına rağmen, çıkışlarını zorlayarak çalıştırılan motorun hareketine izin vermek için zorlanabilir.

Bu görevlendirmede ve test aşamasında çok değerli bir yardım olabilir, ancak kolayca standart çalışma biçimi haline gelebilir. Zorlanmış PLC sinyalleriyle çalışan fabrikada, gösterge ne yapıldığının ve olası sonuçlarının tam olarak farkında olmadan, şaşırtıcı biçimlerde davranabilir. Küçük bir arızayı gidermek için limit anahtarının veya çıkış sinyallerinin zorlanmasıyla beklenmedik olaylar dizisini tetiklemek çok kolaydır. Zorlamalar, güvenli ve mantıklı bir şekilde kullanılmak isteniyorsa; dikkat ve özen gereklidir ve zorlamalar sadece kısa süreliğine kalmalıdır.

Fabrikada normal çalışma için zorlamalara güvenilmemelidir (güvenilirse, fabrika riskli durumda çalıştırılır veya orjinal sinyaller gerekli değildir ve kaldırılmalıdır).

Sıralamalar (durum diyagramları, Bölüm 2.9.2'ye bakınız) büyük arıza bulma sorunlarına neden olabilir. Yine iş istasyonlarında Şekil 8.45'teki gibi, makinenin ne yaptığını ve hangi geçici sinyalleri beklediğini gösteren yararlı ekranlar sağlanabilir.

Ford Motor Company (PLC'lerin verimli bir kullanıcısı) standart programlama sıralaması tanımlamıştır. Buna (EDDI) Hata Saptama ve Teşhis Göstergesi [:(EDDI) *Error Detection and Diagnostic Indication*] denir ve bu sadece bakım arıza bulma ekranını değil; aynı zamanda programın tasarlanış, yazılış ve belgeleniş biçimlerini kapsayan bir kavramdır. Hangi tip PLC kullanılırsa kullanılsın, aynı bakım personeli arayüzüne sahip olmayı hedeflemektedir.

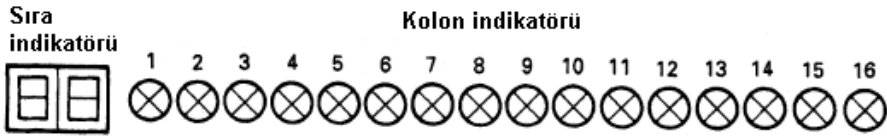
En basit biçimiyle EDDI sistemi, Şekil 8.46'dakine benzer bakım ekranıyla durum-diyagramı (bkz. Bölüm 2.9.2) tabanlı sıralama etrafında oluşturulur. Sıralama, adımlama numarası matris satırı olan ve matris kolonu ise; sonraki adıma geçişi oluşturmak için karşılanmak zorunda olunan koşullarla matris olarak oluşturulur. Yedi bölümlü ekran, o andaki adım numarasını (veya satırı) ve göstergeler ise, henüz yerine getirilmemiş koşulları gösterir. Sistem

arızalı giriş yüzünden donarsa, ekranlar arızanın kolayca teşhis edilebilmesine olanak sağlar.

Sequence Monitor
 Going to:- Charging Position
 Step No:- 47
 Action:- Lowering Supports
 Waiting for:- Supports Down LS



Şekil 8.45 Bir işlemi izleyen ekran. Kolonlardan sonraki veriler makinenin eylemine göre değişir



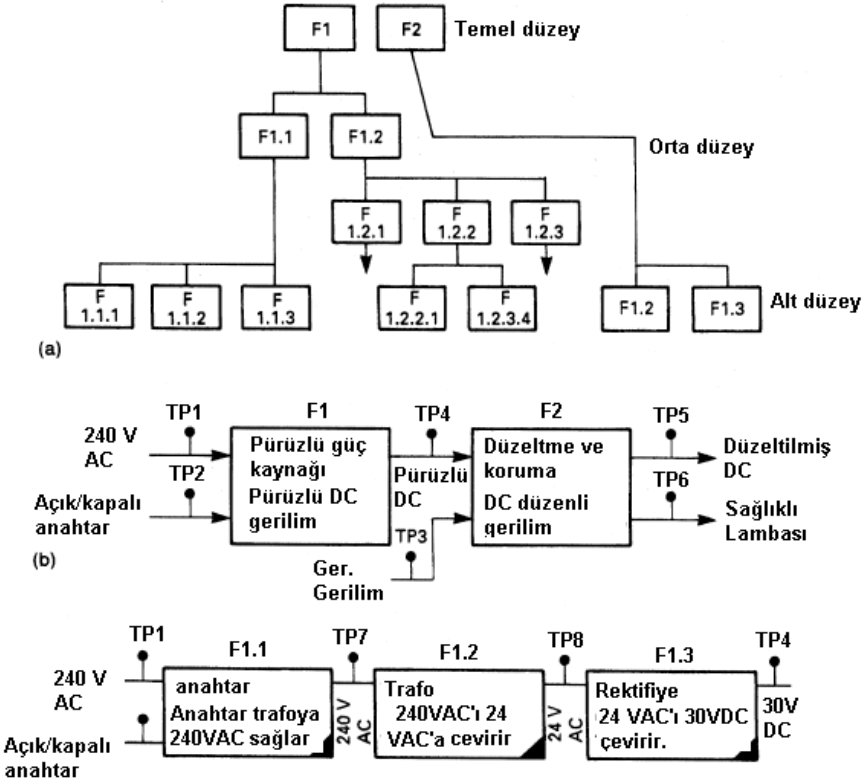
Şekil 8.46 EDDI matris ekran ve lamba işaretleri

EDDI'nin felsefesi konusunda söylenecek çok şey var. Bu standardizasyonunun nasıl başarılı olduğu, programın nasıl tasarlanıp yazıldığı, hangi dökümantasyonun gerekli olduğu ve bunun personelin çok az eğitimler fabrikalar arasında kolayca hareket etmesini nasıl sağladığı gibi. Standardizasyon yöntemleri kolay arıza bulmak için önemlidir.

1960'lı yılların da sonlarında İngiliz Kraliyet Donanması gemi kökenli ekipmanın karmaşık doğasıyla ve ilgili bakım sorunlarıyla ilgileniyordu. Ekip, FIMS-İşlevsel Olarak Tanımlanmış Bakım Sistemi [:(FIMS)-Functionally Identified Maintenance System] adında bir yaklaşım geliştirdi. Bu, ana yapı ve işlev çizimlerine ek teşhis dökümantasyonudur.

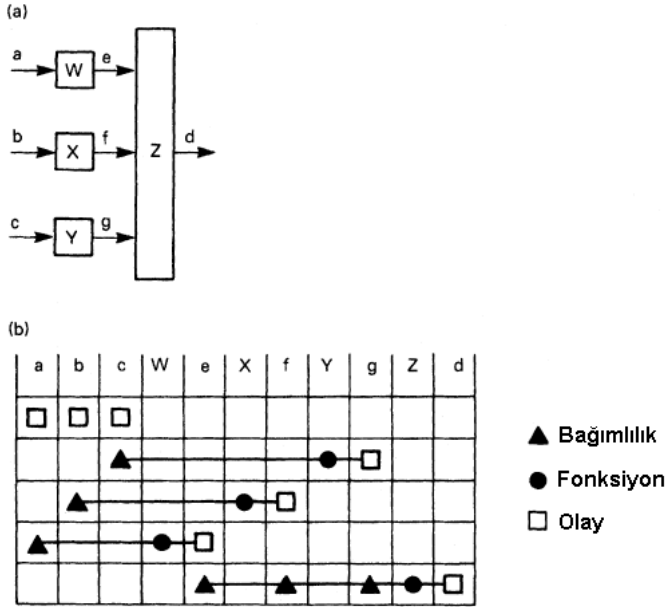
Bu çıkışları ve girişleri test edilebilen işlevsel modüller ya da bloklara dayalı bir sistemdir. Bu bloklar Şekil 8.47'de özetlendiği şekilde hiyerarşik olarak düzenlemiştir. Şekil 8.48'de tristör sürüş için,

FIMs düzeninin bir bölümü görülmektedir. Teknisyen, değiştirilebilir modül veya karta veya basit devreye ulaşana kadar (bloğun kenarında siyah bir işaretle gösterilir) Şekil 8.47'nin hiyerarşisini izler.



Şekil 8.47 FIMs; İşlevsel Olarak Tanımlanmış Bakım Sistemi: (a) FIMs hiyerarşisi; (b) güç kaynağının üst seviye görünüşü; (c) F1'in alt seviye görünüşü

Böylece karmaşık sistem arıza bulmanın fabrikada ön deneyim gerektirmeden yapılabildiği bloklara bölünür.



Şekil 8.49 Bağımlılık çizelgesi:

(a) basit sistem; (b) (a)'daki sistem için çizelge

FIMs ucuz değildir, ancak deneyimlere göre bütün karmaşık fabrikalarda iyi çalışmaktadır. Doğası gereği ilk aşamalarda modüler tasarım yapmaya zorlar (her zaman iyi bir fikirdir) ve bakımın daha ilk aşamalarda düşünülmesini sağlar. Bu sistemi modüler olmayan kurulu fabrikaya uygulamak zor olabilir.

Donanma ekibi ayrıca Şekil 8.49'da görülen bağımlılık çizelgesi düşüncesini geliştirdiler. Bu tablo, işlemler, işlevler ve olay arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Çizelgeler, sinyali çizelgede geri doğru takip ederek arıza bulmaya yardımcı olmak için kullanılır. Örneğin, d işlemi, sırasıyla e, f, g sinyallerine gerek duyan Z işlevini gerektirir.

Yaygın bir arıza bulma yardımcısı, bir örneği Şekil 8.50'de görülen akış çizelgesidir. Bunlara ayrıca belirti analiz çizelgeleri veya algoritmik tabanlı teşhis çizelgeleri olarak adlandırılır. Bunların zayıf noktaları, sadece basit, bariz arızaları kapsamaları (her nasılsa bulunabilecek arızaları) ve sorun çıkartan nazik arızaları görmezden gelmeleridir.

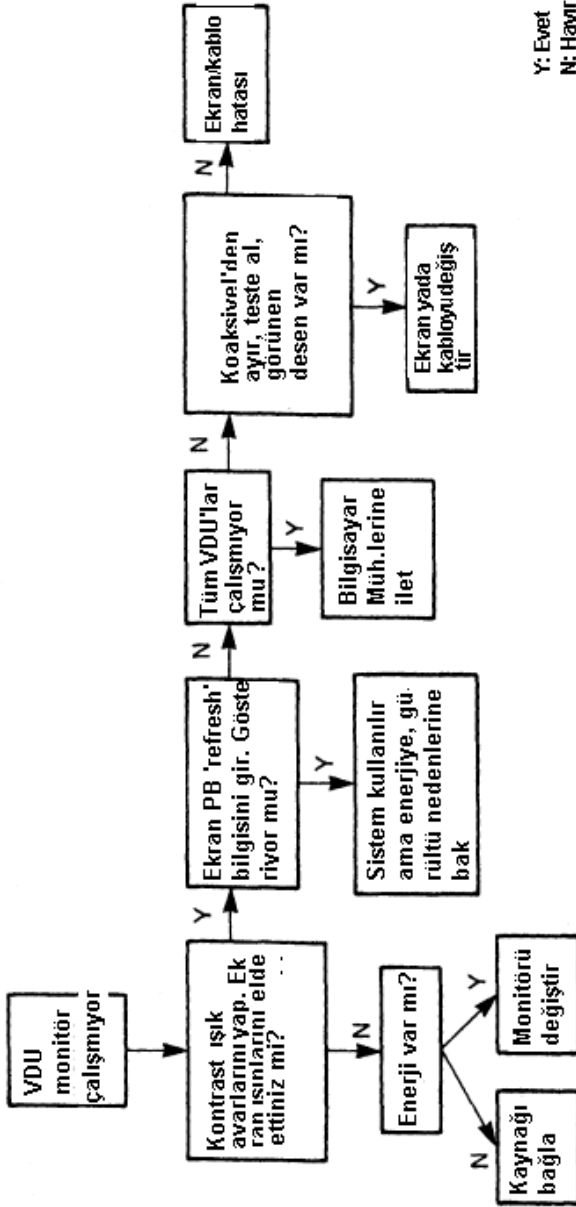
8.6 Elektromanyatik uyumluluk (EMC) ve CE

Elektronik ekipman elektrik parazitlerine hassastır. Örneğin, paraziti bastırılmamış motorlu araçın veya kötü kurulmuş amatör radyo istasyonunun evdeki televizyon alıcısında göze çarpan etkileri olacaktır. Benzer etkiler, düşük güçlü veya dijital elektronik devreleri etkileyen güç elektroniği sistemleri veya radyo iletişim sistemleri olan endüstride meydana gelir. Bunların sonuçları çok kötü olabilir; özellikle bilgisayar tabanlı kontrol sistemlerinde.

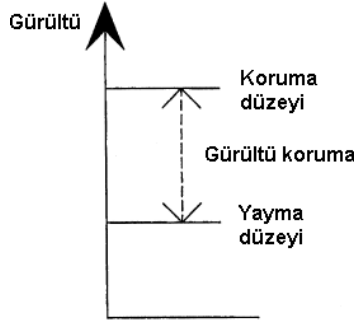
Avrupa hudutlarında ticareti teşvik etmek için Avrupa Standartlarının standardizasyonuna doğru inisiyatifinin parçası olarak, Direktif 89/336/EEC (92/31/EEG ile düzeltilmiştir), farklı imalatçıların ekipmanlarının aralarında elektrik paraziti problemi olmadan, birlikte kullanılabilmelerini sağlamak için tasarlanmış standartları sunar. Bunu elde etmek için Şekil 8.51'teki iki husus tanımlanmalıdır.

Bütün elektrikli ekipman emisyonla (çoğunlukla 'gürültü' adı verilir) neden olur. Bu emisyonlar çok yüksek (RFI, radyo frekansı paraziti) veya şebeke cerayını frekansının harmoniklerinde olabilir. İkinci sözü edilen genellikle tristör sürücüler gibi güç elektronik sistemlerinden kaynaklanır. Gürültü havadan ışıyabilir ya da güç ya da toprak kablolarında taşınabilir. Kablo kaynaklı gürültü, kaynaktan kilometrelerce uzakta sorunlara yol açabilir. Direktifleri karşılayan ekipman, emisyonlarını tanımlı seviyenin altında tutmak zorundadır.

Bağışıklık, ekipmanın diğer ekipman ve çevreden gelen dış gürültüye ne kadar dirençli olduğunu tanımlar. Tablo 8.7'de olası etkileri özetlenmiştir. Hem ışıma hem de hattan kaynaklanan gürültü göz önüne alınmalıdır.



Şekil 8.50 Arıza bulma çizelgesi



Şekil 8.51 EMC uyumluluk seviyeleri

Sorun fabrika kalemlerinden birinin emisyon seviyesi, lokal fabrika kaleminin bağışıklık seviyesini geçtiğinde ortaya çıkar. Televizyon parazitine neden olan amatör radyo vericisi durumunda sorun, vericiden gelen emisyonun düşürülmesiyle veya televizyonun bağışıklığının yükseltilmesiyle çözülebilir. Endüstrideki pratik zorluk, hangi yolun seçileceği ve kimin sorumlu olduğuyla ilgilidir.

Direktif, kabul edilebilir emisyon ve bağışıklık seviyelerini tanımlayarak, bu sorunu çözmeyi hedefler. Şekil 8.51'in tanımlanmış bağışıklık seviyesinin altında tanımlanmış emisyon seviyeleriyle, o sorunların ortaya çıkmamasını sağlayan güvenlik sınırı oluşturulur. Gürültü etkileri varsa, etkilenen kalemler kolaylıkla tanımlanabilir olmalıdır.

Başka bağışıklık konuları da vardır. Kuru havalarda çoğunlukla motorlu taşıtı terk ederken kısa keskin elektrik şokuyla karşılaşırız. Bunun nedeni, lastik tekerleklerle topraktan yalıtılan otomobilin güvdesinin topladığı çok yüksek (birkaç kV) elektrostatik voltajlardır. Benzeri etkiler elbise ve halıda da meydana gelebilir. Toprağa deşarj (ESD-elektrostatik deşarj) elektronik cihazlara özellikle de CMOS teknolojisine dayalı entegre devrelere çok ciddi hasar verebilir.

İndüktif yükten geçen elektrik akımı kesildiğinde, indüktans (akımı sürdürmeyi çalışır) büyük bir geçici voltajın oluşmasına neden olur. Telefon hatlarında duyulan tıkırtı ve parazitlerin en büyük sorumluluğu bunlara aittir. Endüstride bu gürültü, motorların veya hidrolik ve pnömatik solenoidlerin doğrudan çevrimiçi çalışması ve durmasıyla meydana gelir. Yüklerin bastırılmasıyla (Şekil 1.19'da tipik yöntemi gösterilmiştir) bir nebze azaltılabilir, ancak; hiçbir

zaman bütünüyle ortadan kaldırılamaz.

Tablo 8.7

<i>Olay</i>	<i>Simülasyon</i>	<i>Uygulama noktası</i>	<i>Geldiği yer</i>	<i>Olası sonucu</i>
Elektrostatik boşalma (ESD)	Bir kişiden boşalma, nemsiz zamanlarda sık görülür	Kontroller ve muhafaza	Yüksek voltaj; yüksek kV hızlı kenar, düşük enerji	CMOS devresi arızası Mikroişlemci bozulması
RF alanı	Lokal radyo vericisi	Muhafaza	30 MHz-1 GHz aralığında Sinüsoidal dalga biçimi	Analog devrelerin hatalı çalışması
Geçici patlama	Kontaklardan, fırçalardan vs kıvılcım	Güç ve sinyal hatları	Hızlı darbeler, tipik olarak 2kV hızlı yükselme oranı	CMOS devresi arızası Mikroişlemci bozulması
Güç frekansı Manyetik alan	Güç kablolarından, motorlardan, transformatörlerden vs alan	Muhafaza	50 Hz manyetik alan	CRT ekranlarda görüntü bozulması, ses devrelerinde uğultu
Nakledilen RF	Radyo vericisi (anten olarak davranan hatlar)	Güç ve sinyal hatları	0,5-230 MHz aralığında Sinüsoidal dalga biçimi	Analog devrelerin hatalı çalışması
Şebeke dalgalanması	Şimşek çakması	Güç hatları	Yüksek voltaj; yüksek kV hızlı kenar, yüksek enerji	Yarıiletken arızaları (güç ve kontrol)
Güç kesilmesi	Musluk tamircilerinin damlaları veya ani eklenen yük	Güç hatları	Kısa süreli güç kaybı veya düşük voltaj	Koruyucu tripler, sıralama arızaları

Son olarak güç ve toprak hatlarındanda taşınan büyük voltaj

sıçramaları vardır. Bu, güç hatlarına düşen yıldırımlardan, tesisatçılardan, güç faktörü doğrultma ekipmanının anahtarlanmasından veya güç kaynağı ağındaki genel yük parazitlerinden kaynaklanabilir. Büyük indüksiyon motorlarının doğrudan çevrimiçi (DOL) çalıştırılması voltajların ani düşmesinin yaygın nedenidir.

Yukarıdaki durumların herbirinde direktif, gerekli bağışıklık seviyelerini tanımlar.

EMC'ye ilişkin yönetmelik, genellikle ilgili olmakla birlikte daha geniş bir konu olan CE işaretlemeyle karışırılır. Ticaret için ana engellerden biri, farklı ülkelerden uygulanan farklı standartlardır. Bu standartlaştırılmış ürün yapmayı olanaksız hale getiren birçok farklı standarta uymak zorunda kalan imalatçıları için büyük zorluk yaratır. Çoğu Avrupa standardı (BSI, DIJ, VDE, vb.) ortak Avrupa standart seti halinde uyumlu hale getiriliyor. (XX'in ulusal örnek olduğu XX-Ennnnnn, örneğin, İngiltere'deki BS. İlk birinci ve ikinci haneler kökeni gösterir, örneğin, 2, ISO'ya dayalıdır, 40, CENELEC'e, 50, CISPR'ye, 60 IEC Provizyon standartlarına, yorumlanmak üzere çıkmış olan start prEn ve kabul edilmiş ancak henüz benimsenmemiş start ENV standartları.)

Avrupa Birliği içinde satılan herhangi bir ürün, ilgili standartlara uymak zorundadır. CE işareti, ürünün ilgili standartlar ve direktiflerin şartlarının hepsini karşılandığına dair üreticinin beyanıdır. Kalite işareti değildir.

Bir dizi standart ve direktif olsa da, (örneğin, CE işaretleme çocuk oyuncaklarının üzerinde bulunur), endüstriyel ekipman normal olarak en azından aşağıdaki direktiflerden birine uyumlu olmak zorundadır:

- LV direktifi 73/23/EEC Bu elektrikli ekipmanın kişilerin, evcil hayvanların güvenliğini tehlikeye atmayacağını ve mala zarar vermeyeceğini beyan eder.
- EMC Direktif 89/336/EEC B u yukarıda ele alındı.
- Makine Direktifi 89/392/EEC M a k i n e (belli bir uygulama için birbirine bağlanmış parçalar veya parçacıkların montajı) ilgili sağlık ve güvenlik şartnamelerini karşılamak

zorundadır.

Endüstriyel makine veya bütün fabrikanın üretimi ve kullanımıyla ilgilenen birçok kişi ve kuruluş vardır; ekipman imalatçıları, kurulum yapanlar, son kullanıcıların kendileri. Herbiri kendi eylemlerinin sorumluluğunu üstlenmek zorundadır. Örneğin, VF sürücü birimi üreticisi LV direktifine göre CE işaretleme sağlamak zorundadır, ancak; EMC direktifine göre ise değildir, çünkü bu, sürücü, kablo ve motor için doğru kurulum yöntemlerini izlemek zorunda olan panel üreticisi veya makine üreticisinin sorumluluğudur. Bu, ilgili testleri yapacak test merkezi için teoride mümkün olsa da, CE işaretini kendi kendine onaylamak ve uygulamak sorumlu olanlar için olağandır. Teknik yapım dosyası, onaylamayı doğrulamak için saklanmalıdır. Çünkü bu bir kendi kendini onaylama projesi olduğu için, buna zorlamaların şikayetlerle dolu olması olasıdır.

8.7 Diğer programlama cihazları

Kontrol sistemleri, sensörler, sürücüler ve aktüatörler gibi, çoğu modern cihazlar programlanabilir. Bu yaklaşımda birçok dezavantaj vardır. Örneğin, on farklı basınç transdüserinin önceden dükkan stoklarında tutulmak zorunda olduğu yerlerde, şimdi sadece kurulum aşamasında doğru aralıkta ayarlanabilecek bir tanesinin tutulması gerekmektedir.

Benzer şekilde, önceden hızlandırma, yavaşlatma, maksimum hız ve o anki hız için beş altı tane trim potansiyometre kullanılmak zorunda olunan motor sürüş devresi (AV VF veya DC), artık (rezonant hızları önlemek için) sekme frekanslarını ve yüksek başlatma torku olan fanlar, pompalar ve yükler için eğrileri hızlandırmak için çeşitli voltajlar gibi yüzlerce kullanıcı tarafından ayarlanabilir parametre vardır.

Programlanabilir cihazların birçok faydası vardır, ancak; aynı zamanda dökümantasyon ve destek konusunda dikkat edilmezse birçok sorun yaşatabilir. Akış transdüserinin yirmi yıl önce değiştirilmesi gerekseydi, doğru yedek parça dükkanlardan alınabilirdi, izolasyon valfleri kapatılabiliyordu ve transducerler değiştirilebiliyordu, elektrik sinyali için iki boru kadar basit bir mesele.

Programlanabilir cihazlarda birçok ek adım olacaktır. Aralık

(mühendislik birimleri, maksimum ve minimum) çıkış sinyal formatı (voltaj, akım, seri bağlantı) filtreleme, lineerleştirme, otoyol numarası ve birçok parametre ile birlikte ayarlanmak zorundadır. Bu yüzden programlanabilir cihazları kullanırken aşağıdaki noktalar göz önüne alınmalıdır.

Ya adanmış ön panel kontrolleri ile ya da dış programlama terminali (çoğunlukla taşınabilir bilgisayar) ile birçok cihaz paramatresini ayarlama ve yükleme için yöntem gerekli olacaktır. Bu terminal kaybedilirse, çalınırsa (dizüstü bilgisayarlara özel dikkat gösterin), hasarlı ise veya pili bitmiş ise onarım personelinin gerçekten sorunları olacaktır. Programlama terminallerinin güvende olmalarını, iyi bakılmalarını, her zaman kullanıma hazır olmaları sağlayın. Mümkünse sadece bir cihaza bağımlı kalmamak için ayrı bir programlama terminaliniz olsun. İnsanların programlama terminalinin nerede olduğunu bilmesini, anahtarı sadece bir kişide olan dolapta kilitli olmamasını sağlayın.

Terminalin çalışması görevlendirme sırasında birçok kereler kullanıldığında anlaşılabilir, ancak; deneyim silindikten üç yıl sonra kullanma kılavuzu bulunamaz, basit bir ayar yapmak saatler alabilir. Herkesin ulaşabileceği basit anlatımlı bir kılavuz yapmaya çalışın. Programlama cihazı ne kadar güçlüyse, bu türden sorunun ortaya çıkması da o kadar artar.

Eğer dış programlama terminali gerekiyorsa, terminali cihaza bağlamak için ara kablo olacaktır. Bu bağlantılarda genellikle, D tipi konektörleri olan bir tür seri iletişim bağlantısı bulunacaktır. Bununla birlikte, sabahın üçünde bu ara kablo bulunamazsa ve bağlantıları gösteren el kitabı kaybolmuşsa, programlama terminali ve programlanabilir cihaz hiç işe yaramaz. Bu yüzden:

Ara kabloları kolayca bulunabilecekleri yerde tutun. Herbir ara bağlantı için kullanıldıktan sonra yerine takılmak üzere bir yuva yapın.

Doğru ara kablonun bulunabilmesi için tanımlayıcı etiketler yapıştırın. ‘dış 9 erkek 25’e’ gibi basit tanımlar yapmayın, genellikle çok daha fazla tanım gerekli olacaktır. Örneğin, birçok 9 bacaklı basit D tipinden 9 bacaklı D tipine ara kablolar da 2 ve 3 numaralı bacaklar çapraz bağlıdır, birçoğunda da değildir. Bazıları CTS/RTS bağlar, diğerleri ise tam fiziksel bağlantı anlaşmayı kullanır. Ara kablolar birbirine benzer olduğundan göz aldatıcıdır, ancak; birinin yerine diğeri kullanılamaz.

Orjinali kaybolur veya hasarlanırsa yeni ara kablo yapabilmek için ara kablo çizimlerinin olmasını sağlayın. Bu sorun ara kablodaki fişler standart değillerse

çok daha akuttur. Yukarıda söz edildiği gibi; D tipi konektörde 2 ve 3 numaralı bacakların bağlantıları ve her iki uçta da fişlerin içinde hangi iç bağlantıların olması gerektiği yaygın problemlerdir.

Fiber optik ara bağlantılara özel dikkat gösterin; bunlar geceyarısı veya hafta sonu kaybolur veya hasarlı hale gelirse yenilenmesi neredeyse olanaksızdır.

En azından iki set ara kablonuz olsun. Bir tanesi günlük kullanım için, bir tanesi ise, orijinali hasarlı hale gelmişse veya bulunamıyorsa güvenli yedek olarak saklanmalıdır.

Varsayılan değerden farklı olan parametreleri gösteren dökümantasyon hazırlayın. Basitleştirilmiş anlatımla bağlantılı olarak, bunlar makul bilgiye sahip birisinin sistemi çalışır duruma getirebilmesine olanak sağlamak için yazılmalıdır.

Şirketlerin çoğu çizim değişikliklerinin izini sürmede titizdirler (örneğin, çizim 702-456, 23 Kasım 2001 tarihli E revizyonunda). Programlanabilir cihazın çalışmasını değiştirmek çok kolaydır ve bu değişikliklerin kaydı genelde yoktur. Önceden verilen Şekil 8.40'ta, sabahın erken saatlerinde şaşkınlık durumuna yol açan tipik olaylar sıralaması görülmektedir. Bütün değişikliklerin günlük defterine kayıt edilmesini sağlayın ve güncel yazılım ile parametrelerin değiştirilmesi gerekiyorsa cihaza yeniden yüklenmesini sağlamak için bir tür sürüm kontrolü yapılmasını sağlayın. Bu masterleri bir kimsenin çalışma masası çekmecesinin altında saklamayın, güvenli bir yer kullanın (yangın dolabı gibi) ve yeterli sayıda yedek alın.

En kötü durumu düşünün. Mesela bir tatil günü SCADA ağda bulunan bütün PC'lerin (kilitli kontrol odasından) çalınabilmesi mümkündür. Nominal olarak her PC başkaları için yedek tutar, ancak PC gittiğinde birinci elden bütün yedekler de gitmiş olur! Mutlaka başka yerlerde yedeklenmiş, backup üniteleriniz olsun. En kötü kabusunuzdan nasıl uyanabileceğinizin planı, daima aklınızda olsun.

9. Bölüm:

Merdiven Mantığı Örnek

9.1 Giriş

Bu bölüm gerçek hayatla ilgili uygulamaları örnekleyen merdiven mantığı ve sık karşılaşılan problemlerin çözümünü içermektedir.

Farklı PLC'ler üzerinde çalışmak kafa karıştırıcı olacağından, bu bölümdeki örneklerin bir kısmı PLC5 için yazılmıştır. En sonda motor için yazılan basit örnek ise S7 için yazılmıştır. Yine de hepsi, ufak değişikliklerle diğer PLC'lere de uyarlanabilir.

Buradaki örneklerde kullanılan PLC5 veri tabloları şunlardır:

I:rs/bb	Kızak r'nin s yuvasındaki kartta bit bb'den gelen reel girdi (örneğin I:35/07)
O:rs/bb	Kızak r'nin s yuvasındaki kartta bit bb'den gelen reel çıktı (örneğin O:41/12)

Giriş ve çıkışlar ayrıca kızak r'nin s yuvasındaki 16 bitlik sözcük olan, I:rs formundaki bir 16 bitlik sözcük olarak da kullanılabilirler (örneğin I:26). Bu onlu anahtarlardan veri toplamak için kullanışlı olacaktır; örneğin;

Bf/b	Bit depolama. Bit dosyası f'teki bit b (örneğin B13/21)
Nf:n	Tamsayı dosyası f'teki tamsayı sözcük n (örneğin N27:5). Bir tamsayı sözcüğü -32,768 - +32,767 aralığında bir sayı değeri taşıyabilir.
Ff:n	Kayan dosya f'teki kayan nokta sayısı n (örneği F8:23). Bir kayan nokta sayısı yaklaşık 7 anlamlı rakama sahiptir ve

1.1754933 – 3.4028237 + 38 (IEEE tek kesinlikli 32 bit sayılar) aralığında olabilir.

PLC5 diğer veri tablosu tiplerini de destekler (örneğin ASCII teksti), ancak; bunlar şimdiki örnekte kullanılmamıştır.

PLC5 yaygın kullanılan merdiven mantığı sembollerini kullanır:

-] [- sinyal varlığında doğrudur
-] \ [- sinyal yokluğunda doğrudur
- (-) - bir çıktıdır
- (L) - mandallanmış bir çıktıdır, bir kere kurulduğunda yapılmış olarak kalır ve yalnız temizlenebilir
- (U) - adresleri siler

Bu saydıklarımız gerçek girdi ve çıktılar veya depolama bitleri olarak kullanılabilirler.

Zamanlayıcılar Tf:n formundadırlar; f dosya, n ise zamanlayıcı numarasıdır (örneğin T4:7). Bu örneklerdeki tüm zamanlayıcılarda 0.01'lik bir zaman tabanı kullanılmıştır; yani 125'lik bir kurulum 1.25 s'ye denktir. Zamanlayıcılarda gecikme açık (TON) ve kapalı (TOF) olabilir.

MOV (taşı; Move) komutu veriyi bir yerden ötekine taşır. Komut, buradaki örneklerde daha çok bir kayan nokta sayısını, analog çıkış kartına göndermeden önce bir tamsayıya dönüştürmek için kullanılmıştır.

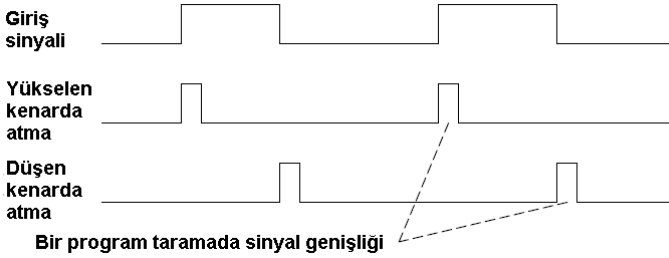
Temel aritmetik komutlar ADD (topla), SUB (çıkart), MUL (çarp) ve DIV'dir (böl). Komutlarla kullanılan sayılar kayan ve tamsayı karışımları olabilir. Sabitler de kullanılabilir. MUL komutu, tamsayı sonuç üzere iki tamsayıyla kullanılıyorsa; taşma olmaması için dikkat edilmelidir. DIV komutu tamsayı sonuç isteniyorsa, sonucu en yakın tamsayı değere yuvarlar (örneğin 46 DIV 10, 5 sonucunu; 44 DIV 10 ise 4 sonucunu verir). Bu konuya Kısım 9.12'de yine değinilecektir.

PLC5 bir de matematiksel denklemlerin hesaplanması için kullanılan; Compute CPT komutunu içerir. Bu komut merdiven kodun çok uzamaması ve açıklığın sağlanması için birkaç yerde kullanılmıştır. Bir CPT komutu farklı ADD, SUB, MUL veya DIV komutlarına dönüştürülebilir.

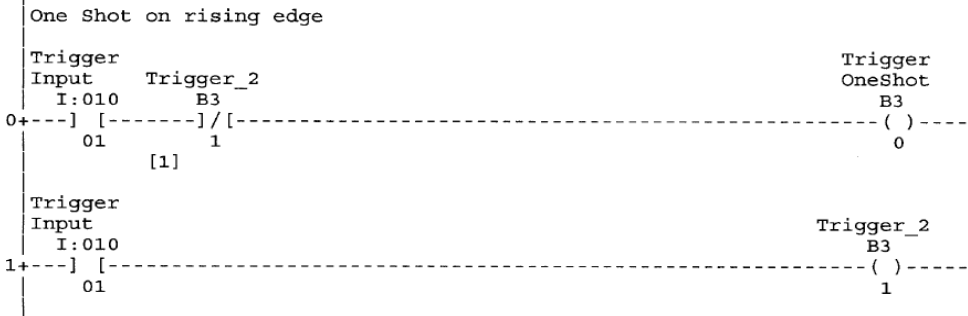
Kullanılan karşılaştırma komutları şunlardır:

GRTBüyüktür
 GEQ Büyük veya eşittir
 EQUŞittir
 LEQ Küçük veya eşittir
 LES Küçüktür

Örneklerde kullanılan kod gerçek dile çok yakın olduğundan, aşamalar rahatlıkla izlenebilmektedir. İyi bir kodun anlaşılması da kolay olmalıdır; bu nedenle örneklerin de uygun düştüğünü söyleyebiliriz. Deneyimli PLC5 programcıları, PLC5 komut setinde var olan fonksiyonların da kurulduğunu fark edeceklerdir (örneğin -[ONS]- ; tek atım). Burada asıl amaçlanan daha az kapasiteli PLC'lerde, bu tip fonksiyonların nasıl elde edilebileceğini göstermektir.



Şekil 9.1 Yükselen ve Düşen kenarda atmalar



Şekil 9.2 Yükselen kenarda, bir PLC taramasıyla atma üretilmesi

9.1 Tek Atma

Bir Tek Atma, Şekil 9.1'de görüldüğü gibi, artan veya düşen bir uçta bir tek tarama atımı üretir. Bazı PLC'ler, örneğin PLC5, bu

fonksiyonu komut setlerinin bir parçası olarak içerirler. Öte yandan böyle olmayan PLC'lerde, bir tarama atımının yalnız iki basamakta üretilmesi kolaydır.

Şekil 9.2'deki basamaklar fikrin temelini göstermektedir. *Tetikleme* [.:trigger] bir giriş sinyalıdır. Basamak 1'deki *Trigger_2*, *Trigger*'in bir kopyasıdır, ancak basamak 0'a uyulmadığı sürece doğru olmaz. *Trigger OneShot* [.: *Tetikleme TekAtma*] böylece, *Tetikleme*'den sonraki ilk tarama için doğru, geri kalan süreçte yanlıştır.

Şekil 9.3'teki basamaklar, tipik Tek Atma kullanımlarını göstermektedir. Şekil 9.3(a)'da *Raise PB* [.: *PB Arttır*] her basıldığında set puanlarını 5 artırır. Şekil 9.3(b)'de her *Yağla* düğmesine basıldığında dört saniye süreyle *Lubrication Solenoid* [.: *Yağla Solenoid* çıkışını çalıştırır. Her iki durumda da düğmeye sürekli basmanın bir etkisi yoktur. Şekil 9.3(b)'de Tek Atma'nın bir basamakta üretilmesi için bir dallanma kullanılmıştır.

Tetikleme'nin basamak 2 ve 3 gibi normalde açık ilişkileri, normalde kapalı ilişkilere dönüştürüldüğünde, Şekil 9.4'te görüldüğü gibi, *Tetikleme* azalan uçta bir Tek Atma atımı üretir.

9.2 Çift karar

Çift karar hareketi çoğu basmalı tükenmez kalemlerde kullanılır; düğmeye ilk basıldığında kalem ucu kullanılır hale gelir, ikinci kez basıldığında uç yine içeri girer. Bir motoru çalıştırmak ve kapatmak için tek düğme kullanılabilir; ilk basıldığında motor çalışır, ikincisindeyse kapanır; bunlara Açma/Kapama düğmesi de denir. Bu hareket Şekil 9.5'te özetlenmiştir.

```

Raise_Setpoint  Raise_SP
Pushbutton      Mimic
I:020           B3
2+-----] [-----] / [-----]
05              3              ( )-----
[3]              2

Raise_Setpoint  Raise_SP
Pushbutton      Mimic
I:020           B3
3+-----] [-----]
05              ( )-----
3

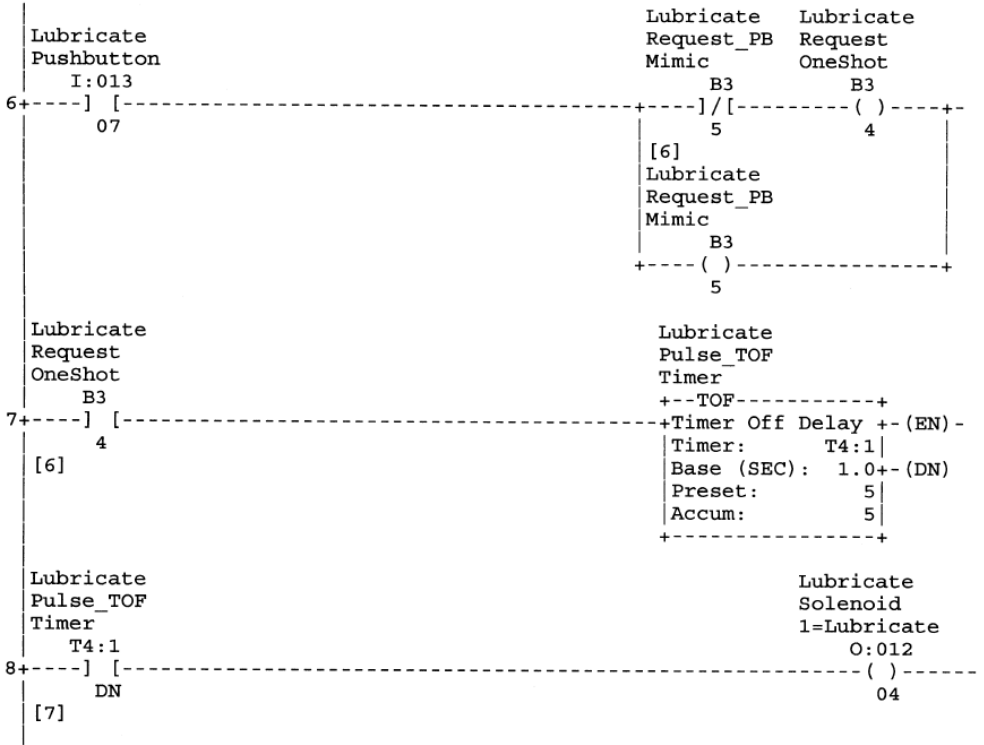
Raise_SP        Setpoint
OneShot        +--ADD-----+
B3             +Add-----+
2             A:      N17:30
[2]          1100
             B:      5
             Dest:   N17:30
             1100
             +-----+

Setpoint        Setpoint
+--GRT-----+ +--MOV-----+
5+Greater Than (A>B)+
A:      N17:30
1100
B:      N17:35
1750
+-----+
N17:30 - [5]
N17:35 - [5]

```

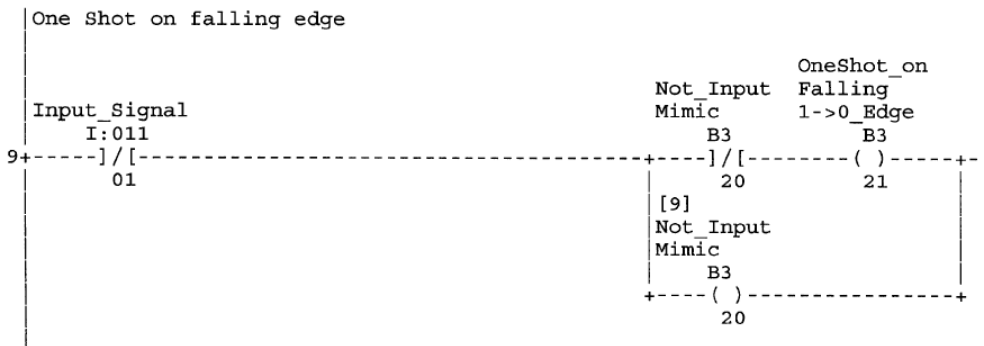
(a)

Şekil 9.3 Bir atmanın tipik kullanımı: (a) bir sayıyı sabit bir sayı ile değiştirmek için



(b)

Şekil 9.3 (devamı) (b) Fabrikanın belirli aralıklarla bir olay meydana geldikçe (bu örnekte bir butona basarak) çalışan bir cihazda kullanımı

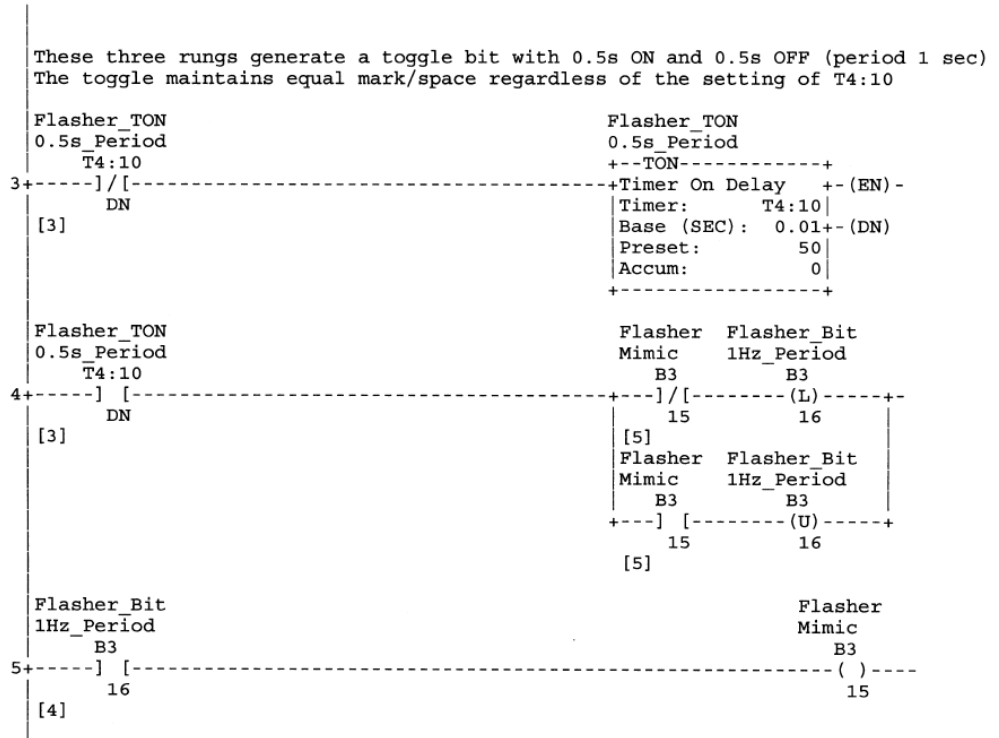


döngüsünü açıp/kapamak gerekir.

Çift karar olayı Şekil 9.6'da üç basamakta gerçekleştirilmiştir. İlk basamak Bölüm 9.2'de anlatıldığı gibi sinyal girdisinin artan ucunda bir Tek Atma üretir. Bu basamak, Tek Atma fonksiyonu bir komut olarak varsa atlanabilir.

Çift karar olayının kendisi basamak 1 ve 2'de gerçekleştirilir. Bir *Çift Karar* biti B13/10 ve bir de *Çift Karar Kopyası* B13/11 kullanılır. Program taraması yukarıdan aşağıya doğru yapıldığından, *Çift Karar Kopyası*, *Çift Karar*'dan sonra güncellenir. Yani *Çift Karar Kopyası*, *Çift Karar*'ın bir önceki taramadaki durumunu gösterir.

Çift Karar Kopyası yanlışsa, mesela son taramada *Çift Karar* yanlışsa, üstteki dallanma *Çift Karar*'ı doğru yapar. Benzer şekilde eğer *Çift Karar Kopyası* doğruysa, alttaki dallanma *Çift Karar*'ı yanlış yapar. Bu nedenle *Çift Karar* ve *Çift Karar Kopyası*, giriş sinyalinin artan uçlarında sürekli durum değiştirir.



Şekil 9.7 Eşit işaret/aralık oranı. Çıkış sinyali B3/15 (burada alarm

lambasını sürmekte flaşör biti olarak kullanılır. Bu eşitlik zamanlayıcı T4:10'un aralığını etkilemez.

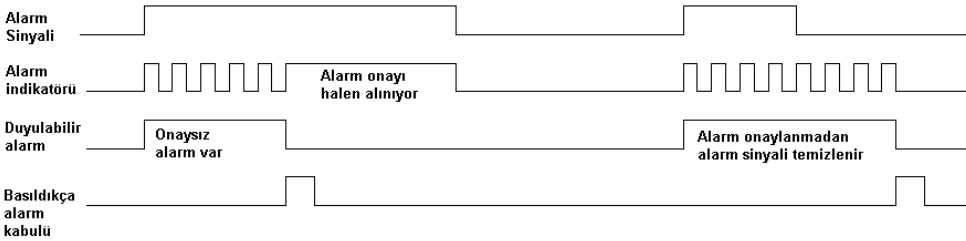
Bir çift karar devresi, Şekil 9.7'de görüldüğü gibi, bir giriş frekansını ikiye bölmek için de kullanılabilir. Burada atma çıkışları eşit işaret/ aralık oranlarına sahip olur.

9.4 Alarm duyurucu

Çoğu kontrol sistemi, operatörü sistemdeki problemlerden haberdar eden bir alarm duyurucuya sahiptir. Alarm duyurucuların temel prensipleri Kısım 6.4'te tartışılmıştır; bu kısımda prensipler PLC merdiven mantığına uyarlanacaktır.

Ana fikir Şekil 9.8'le özetlenebilir. Bir alarm olayı gerçekleştiğinde, bir panel (veya ekran) yeni bir alarm durumu olduğunu gösterecek şekilde yanıp söner ve onaylanmayı bekler. Operatör alarmı onayladığında, gösterge donup kalır (alarm durumu hala varsa) veya kapanır (alarm durumu geçiciyse).

Merdiven mantığı, Şekil 9.9'da görüldüğü üzere, her bir alarm için üç basamak kullanır. Alarm sinyali 1:00/14 aracılığıyla gelir. Çoğu alarm sinyalleri gibi bu da hata-güvenlikli olarak düzenlenir; sağlıklı durum için '1', alarm durumu için '0' gibi. İlk basamak, alarm durumu gerçekleştiğinde, Kısım 9.2'de anlatıldığı gibi bir Tek Atma üretir.



Şekil 9.8 *Tipik alarm duyuru işlemleri*

Basamak 1, Bilgilendirilmemiş alarm biti B3/50'yi oluşturmak için Alarm Tek Atmasını kullanır ve bu bit alarm onay düğmesi 1:00/00'a basılana kadar durur. Bir duyurucudaki tüm alarmlardaki Bilgilendirilmemiş Alarm bitleri 'OR' işleciyle bir araya getirilebilir ve

yanıp söner (Flaşör B3/50'nin yapımı Şekil 9.7'de gösterilmiştir). Eğer alarm durumu hala mevcutsa ve alarm onaylanmışsa, dallanmanın ikinci basamağı alarm lambasını donuk bir şekilde açık bırakır. En alttaki dallanma, duyurucu göstergecinin durumuna bakan bir lamba test düğmesi I:10/02'dir. Çoğunlukla Alarm Kabul PB ve Lamba Test düğmeleri, her alarm olayında bir lamba testinin de gerçekleşmesini de sağlamak için aynı adrese sahiptirler.

Alarmlar genellikle analog değerlere dayanırlar; örneğin '*Araç 4'teki sıcaklık çok yükseldi*' veya '*Soğuyan suyun akışı çok düştü*' gibi... Alarm olayı bitleri, karşılaştırma basamaklarıyla üretilirler, ama basit bir Geçme/Kalma testi kullanılırsa, sinyal alarm durumuna girip çıktıkça alarm durumundaki farklılıklar da nüanslı alarmlarla algılanabilir (bkz. Şekil 9.10(a)). Bir başka çözüm de Şekil 9.10(b)'de gösterilmiştir. Burada sinyal, alarm biti yeniden kurulmadan önce, alarm durumunun başlangıcından itibaren bir süre izlenir. Şekil 9.11 tek basamakta böyle histerik bir alarm biti üretimini göstermektedir. N7:50, analog bir giriş kartından gelen, soğutulan su akışını gösteren sinyaldir. N7:50 1000 lt/dk değerinin altına düştüğünde alarm biti kurulur ve değer 1200 lt/dk'ya ulaşmadan temizlenmez.

9.5 Birinci dereceden filtreleme

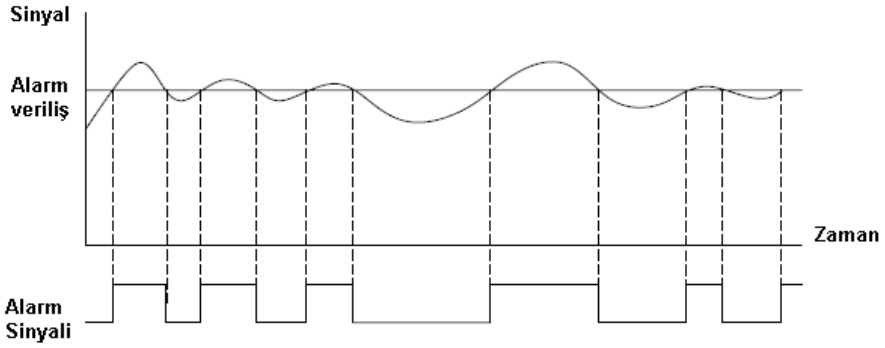
Analog sinyaller gürültülüdür; bu gürültü ya diğer kaynaklardan gelen sinyallerin girişiminden veya sinyalin kendisi gürültücü olduğundan kaynaklanır. Örneğin aşamalı sinyaller, yüzeydeki dalgaların yarattığı gürültüye karşı duyarlıdır.

Gürültü etkilerini ortadan kaldırmanın en kolay yolu; basit, birinci dereceden bir filtre kullanmaktır. Bu, şu matematiksel denklemlerle ifade edilebilir:

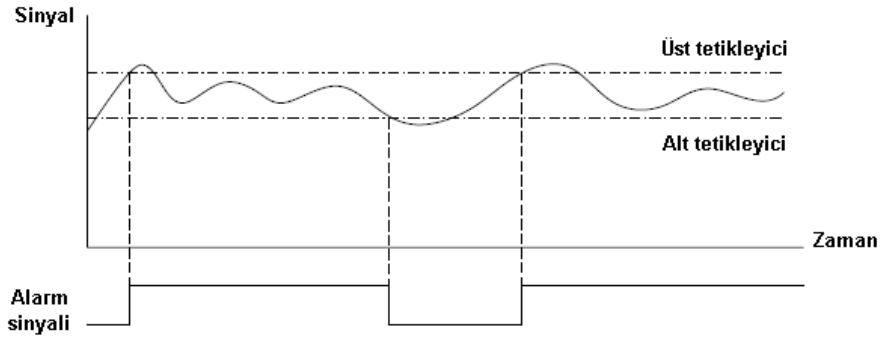
$$y + T \frac{dy}{dt} = f(t) \quad (9.1)$$

Bu denklemin doğrudan PLC'ye uyarlanması zordur, ancak Şekil 9.12'deki gibi daha basit bir sinyal örneği kullanılabilir. Giriş sinyali (gürültülü) düzenli Δt aralıklarında (uygulamaya bağlı olarak genellikle 0.1-5 s'lik) örneklenir. Filtrelenmiş sinyal her örneklemede

aşağıdaki denklemlerle hesaplanır:

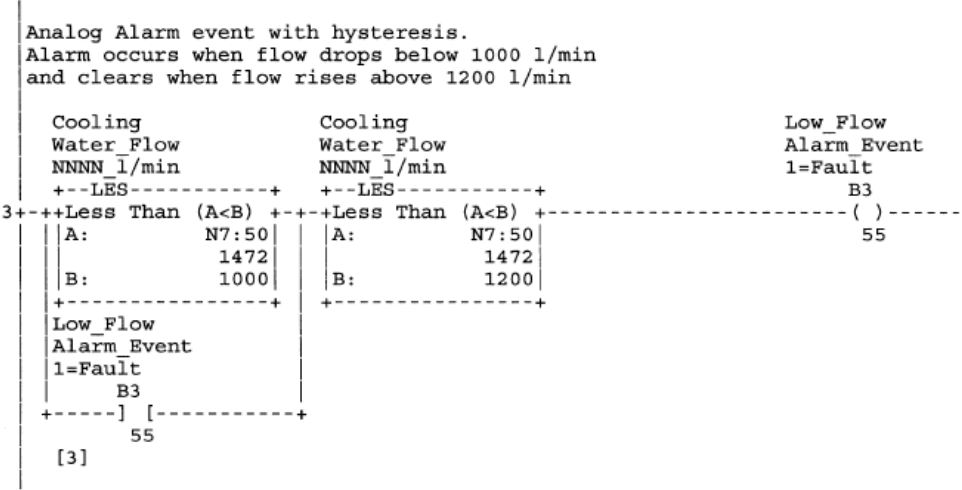


(a)

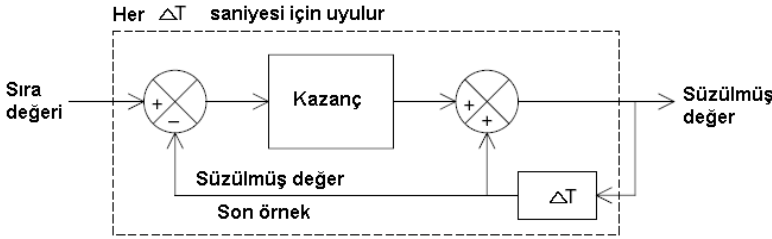


(b)

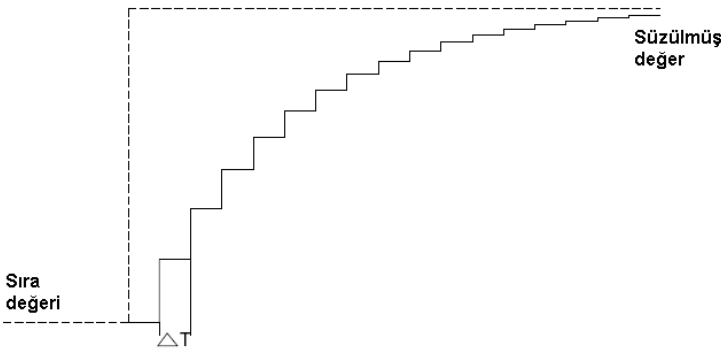
Şekil 9.10 Analog sinyallerden alarm üretimi:
 (a) bir sabit vererek alarm (b) histeresisli alarm



Şekil 9.11 Histeresisli analog alarm üretimi



Şekil 9.12 Birinci dereceden filtre blok şeması



Şekil 9.13 Kazanç = 0.2 ile birinci dereceden filtre blok şeması

$$\text{Filtrelenmiş_değer} = \text{Filtrelenmiş_değer} + \text{Kazanç} \times (\text{Ham_değer} - \text{Filtrelenmiş_değer}) \quad (9.2)$$

Bu denklem, basitleştirilmiş yaklaşık bir birinci dereceden filtreleme olan Şekil 9.13'teki gibi bir tepki verir. Kaba bir yaklaşıklıkla, zaman sabiti $\Delta t / \text{Kazanç}$ 'a eşittir (örneğin işlenmemiş giriş sinyalindeki bir artış aşaması için, 0.5 s'lik örnekleme süresi ve 0.1'lik kazanç, 10 örnekleme alarak son değerın %66'sına ulaşır ve yaklaşık 5 s'lik bir zaman sabiti verir). ΔT ve *Kazanç* seçimlerinde dikkatli olunmalıdır. Örnekleme giriş sinyalinin değişimlerine yetişecek kadar sık (genellikle 0.1-5 s aralığında) alınmalı ve *Kazanç* 0.01-0.1 aralığında seçilmelidir. Δt 'nin çok küçük olması PLC üzerindeki hesaplama yükünü arttıracaktır. *Kazanç* değerinin küçüklüğü ise örnekleme hızını yükseltir.

Eşitlik (9.2), Şekil 9.14'ün beş kızıyla programlanır. Analog giriş kartındaki işlenmemiş sinyal N7:5'te görülür ve filtre edilmiş sinyal N7:6'ya verilir. Kızak 0 serbest çalışan zamanlayıcı olup, izleyen kızakların herbir tarama için saniye ilk değerlerine izin vermekte kullanılır. O her 0,5 saniyede bir tetikleyiciyi set eder. Gerçek bir uygulamada, bir zamanlayıcı muhtemelen birçok filtreden beslenir. Kızak 1, işlenmemiş ve filtre edilmiş değerlerin farkını hesaplar. Kızak 2, farkı *kazanç* ile çarparak filtre edilmiş değere neyin ekleneceğini veya çıkarılacağını hesaplar. Düzeltme Kızak 3'e uygulanır ve Kızak 4 sadece kayan noktalı sayıyı tam sayı karşılığına çevirir. Filtre edilmiş değerlerdeki değişim çok küçük olabileceğinden, kızak 2 ve 3'ün kayan noktalı sayılarla çalıştırılması gerektiğine dikkatinizi çekeriz.

Eğer compute (**CPT**) [*hesapla*] komutu varsa, Şekil 9.15'in tek basamağıyla Kızak 1'den 3'e dek kapsayacak şekilde çalıştırılabilir.

Şekil 9.14'ün (veya Şekil 9.15'in) çift uygulaması sanki ikinci dereceden filtre ayarlanmış gibi davranır ve daha etkili bir filtre uygulamada kullanılabilir.

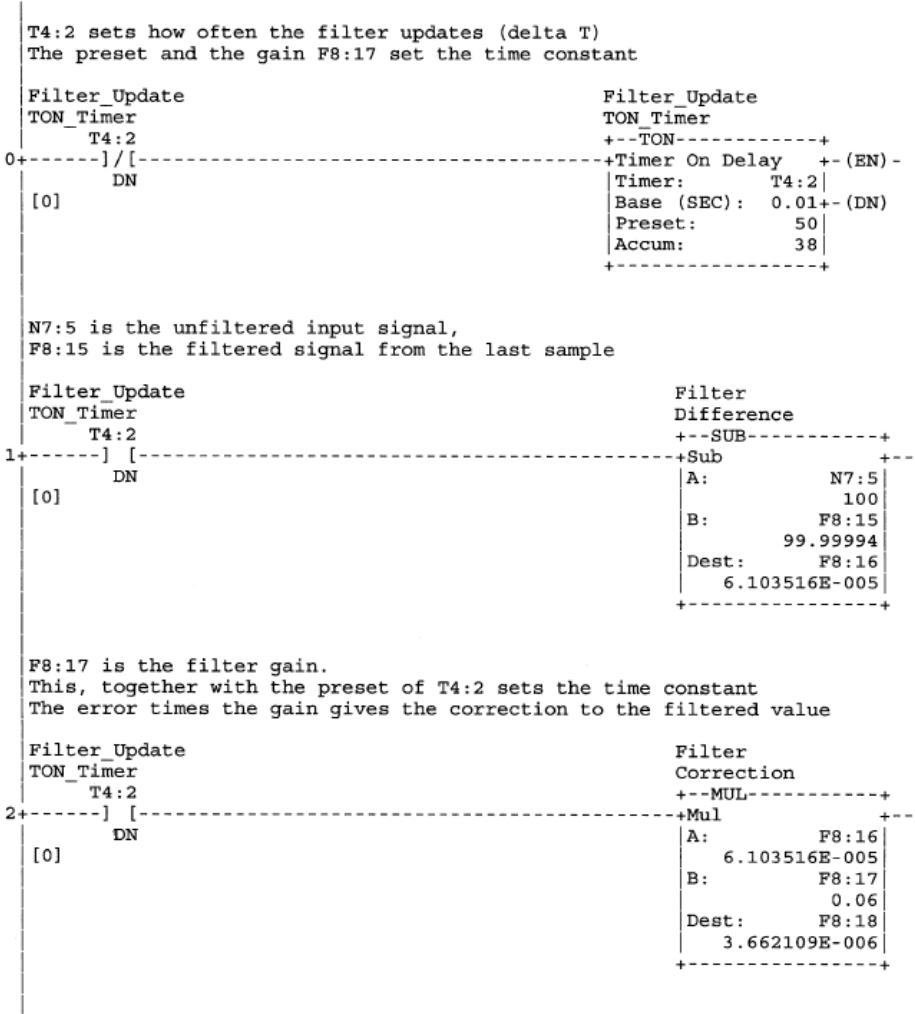
9.6 Seviye kontrol

Bir tanktaki sıvı seviyesi çok sık kontrol edilir. Bu genellikle, değişken hız sürücülü bir pompanın hızının değişimiyle veya bir girişi açıp/kapamakla ya da çekme valfi ile sağlanır. Ekseri tank,

taşan tanklardandır ve seviyenin duyarlı kontroluna gerek yoktur. Gerçekte bütün gereksinim tankın taşmaması veya kurumamasını sağlayacak bazı kontrollardır.

Titiz bir seviye kontrolu sağlamak için bir PID denetleyiciyi kullanılmalıdır, ama tam seviyeyi ayarlayan kontrol zor olabilir. Seviye, akışın integralidir ve iki integral terimi (biri PID denetleyiciyi ve biri seviyeye akış) doğal olarak salınarak döngü yaparlar. Ek olarak, bütün sıvı yüzeylerinde düzey sinyalini gürültülü yapan dalgalar vardır.

Daha basit bir sistem, pompanın hızını tankın içindeki sıvının yüksekliğiyle bağıntılandırarak; seviye yükseldikçe pompayı daha hızlı çalıştıracaktır. Olabilecek en yüksek seviyede pompa tam hızla çalışacaktır. Sağlanacak pompa doğru boyutta olmalı ki, tank taşmasın ve kurumasin.



(a)

Şekil 9.14 Basit birinci derece filtre

Şekil 9.16(a) değişken hızlı bir pompanın çukurdan sıvı çekmesine tipik bir örnektir. Sıvı seviyesi ultrasonik transducer ile ölçülür. Farz edelim ki L_{max} kabul edilebilecek en üst düzey olsun. Bu seviyede pompa tam hız V_{max} ile gidiyor olmalı, diyelim ki değeri 50,0 Hz. ve farz edelim ki L_{min} , kabul edilebilecek en alt düzey olsun. Bu seviyede pompa yaklaşık sıfır hızla geliyor olmalı. Pratikte, pompa yararı hızın karesi ile düşer, böylece V_{min} için tipik değer 20,0 Hz

olur.

Böylece seviye aralığı $R_L = (L_{\max} - L_{\min})$
ve hız aralığı $R_V = (V_{\max} - V_{\min})$ olur

ilgili eğimi $K = R_V / R_L$ verir. Bunlar Şekil 9.16(b)'de gösterilmektedir.
Herhangi bir L seviyesindeki V hızı

$$V = K(L - L_{\min}) + V_{\min} \quad (9.3)$$

eşitliğiyle verilir.

Şekil 9.17'deki merdiven mantığı bunu başarır. Analog giriş kartından gelen seviye, N17:0'daki mühendislik birimleriyle verilir. L_{\max} seviyesi için verilen ilk değerler (3500mm), L_{\min} (2000mm) ve hız V_{\max} (500=50.0Hz) ile V_{\min} (250=25.0Hz) değerleri, N17:10'dan başlayarak N17:13' kadar tanımlanır.

İlk üç basamak R_L , R_V değerleri ile K eğimini hesaplar. Algılama kontrolünün basamak 2'de yapıldığı gözden kaçmamalıdır. Bu denetimlerde aralıkların algılanabilir ve sıfırdan farklı değerleri vardır.

```

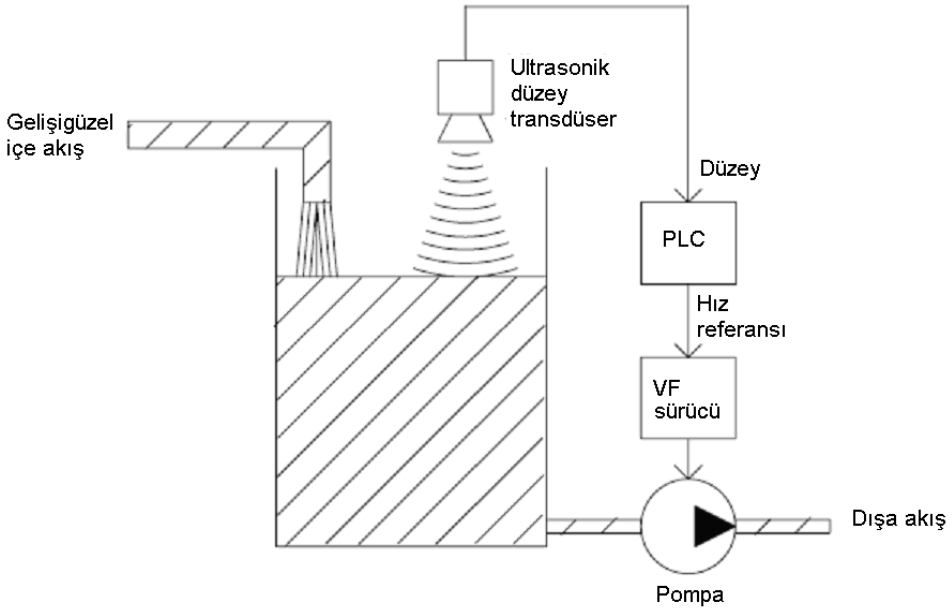
The correction is added to the old filtered value to give the new filtered value

Filter_Update
TON_Timer
T4:2
3+-----] [-----+-----+
      DN
[0]
      +-----+
      |A:      F8:15|
      |      99.99994|
      |B:      F8:18|
      |  3.662109E-006|
      |Dest:   F8:15|
      |      99.99994|
      +-----+

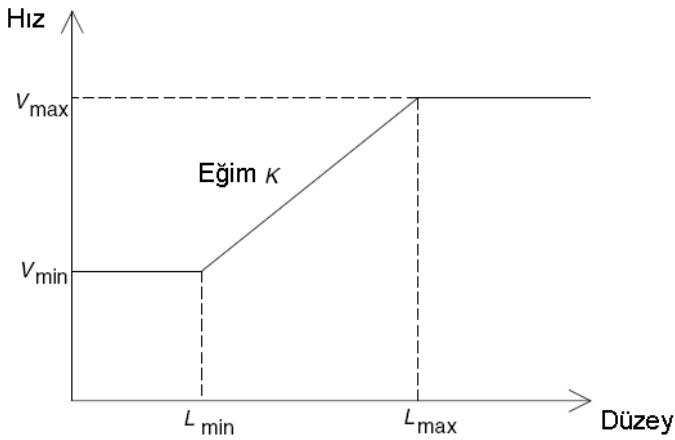
Filter_Update
TON_Timer
T4:2
4+-----] [-----+-----+
      DN
[0]
      +-----+
      |Filtered|
      |Signal  |
      |(Integer)|
      +-----+
      |---MOV---+
      |Move    |
      |Source:  F8:15|
      |      99.99994|
      |Dest:   N7:6 |
      |      100   |
      +-----+

```

(b)



(a)

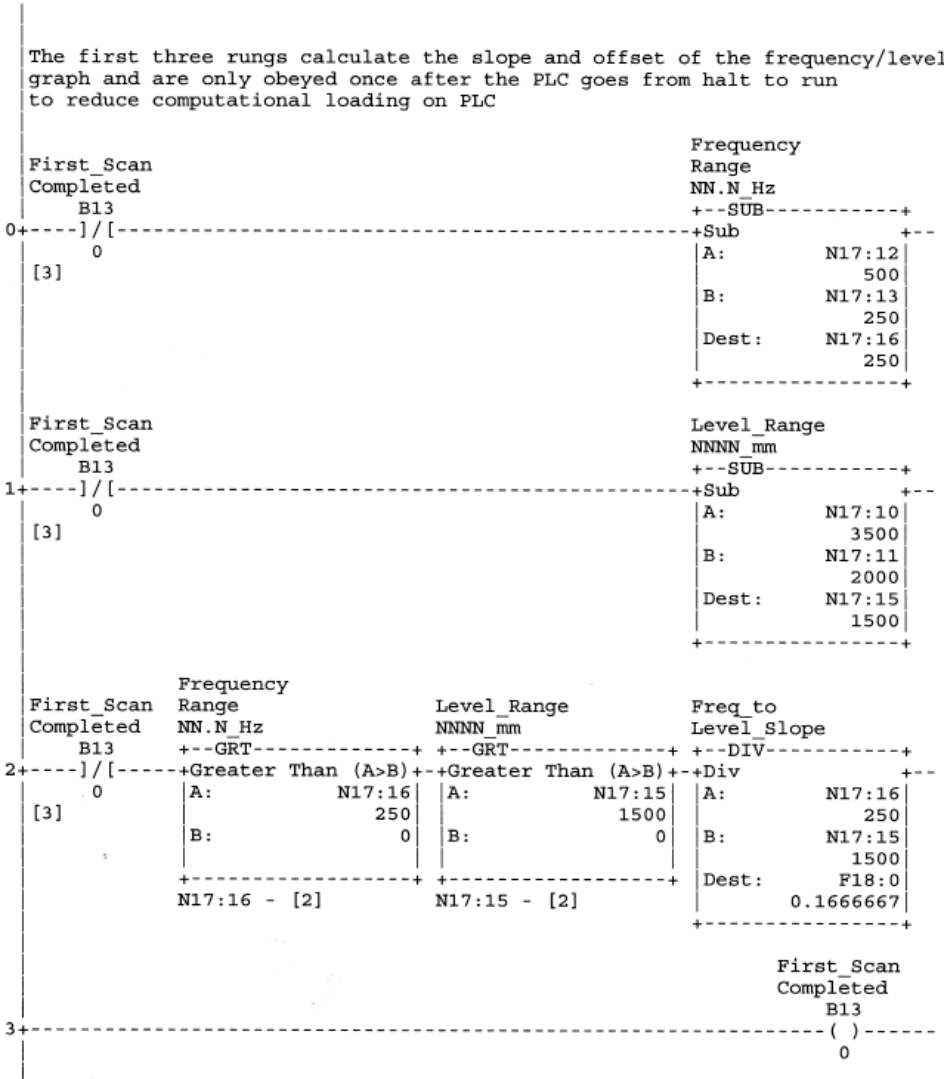


(b)

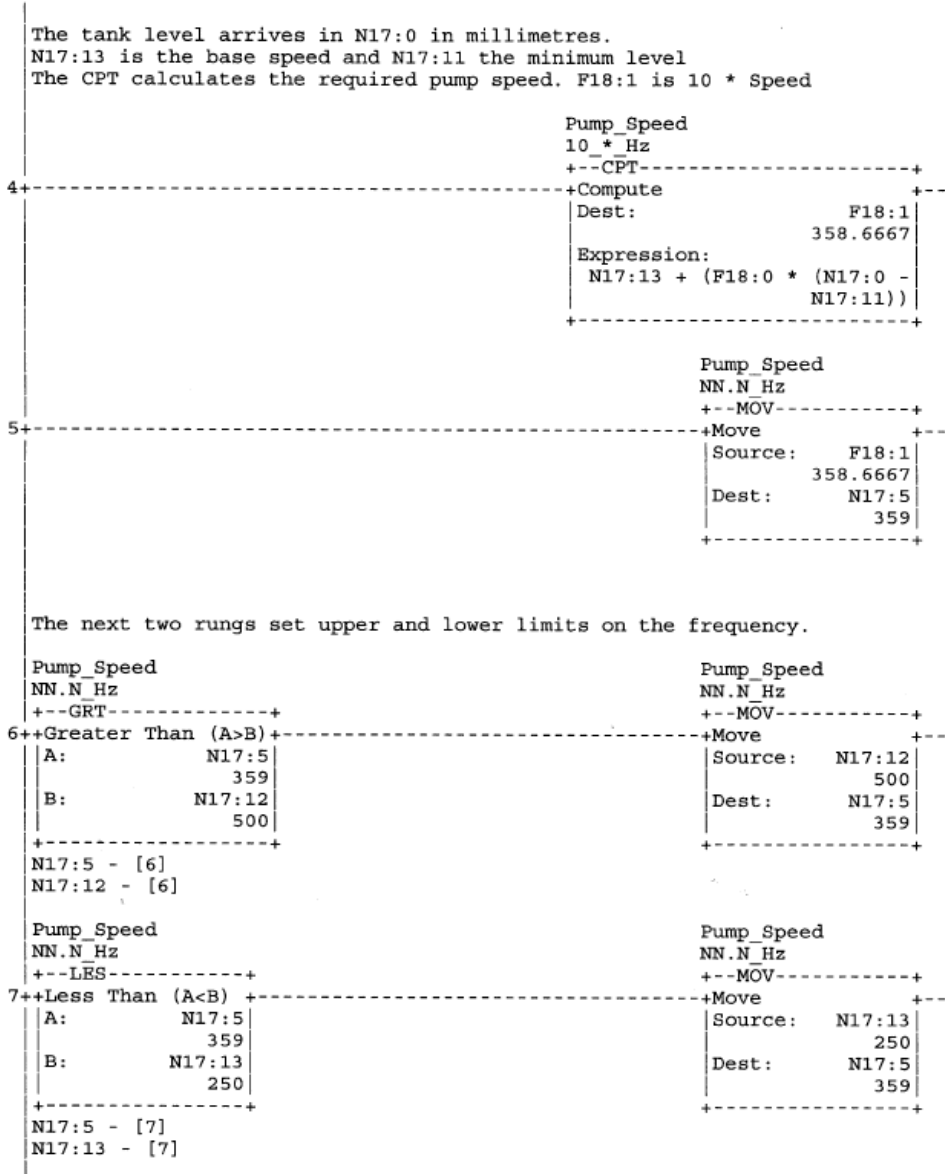
Şekil 9.16 Tankın taşma seviyesi kontrolü:

- (a) tanka gelişigüzel akışlı giriş ve gelişigüzel akışlı pompalama,
- (b) sistem operasyonları

Sonraki denetimler, ikinci basamağın sonunda division (**DIV**) [*: bölme*] komutunda sıfırla bölünme hatasından kaçınmak için önemlidir. İlk üç basamakta seyrek veri kullanılır ve gerekirse değiştirilir. Matematiksel komutlardan hesaplama komutları zaman alır; PLC duruştan (Halt- duruş), çalışmaya (Run –çalışma) geçtiğinde, 0'dan 2'ye dek olan basamakları sağlamakta B13/0 kullanılır. B13/0 doğru olduğunda ve alt taramada 0'dan 2'ye dek olan basamaklar atlanacaktır.



Şekil 9.17 Taşan tankın seviye kontrolü

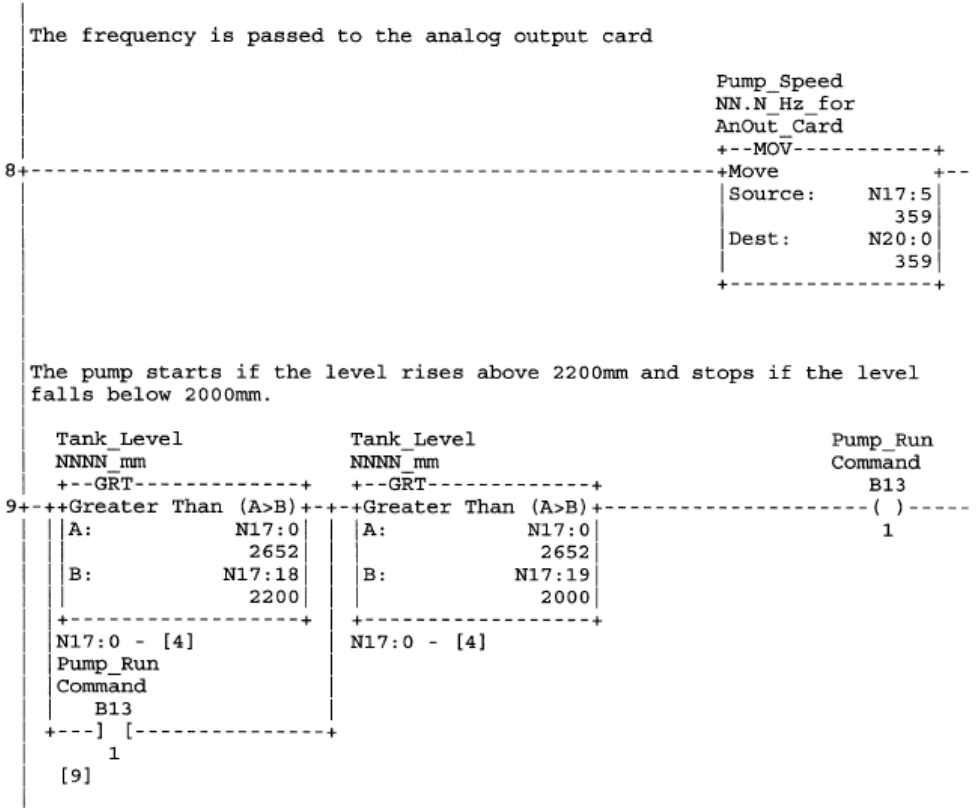


Şekil 9.17 (devamı) taşan tankın seviye kontrolü

Merdiven 4'deki CPT hesaplama komutu 9(3) denklemini sonuçlandırır. Bir CPT olmaksızın çıkartma ($L-L_{min}$), K ile çarpma ve V_{min} 'in eklenmesi gerekecektir. Burada orta seviyeli sonuçları ve son sonucu oluşturmada kayan noktalı sayılar kullanıldığına dikkat edilmelidir.

F18:1'deki kayan noktalı sonuç değer (20'den 50Hz'e kadar aralık için 200'den 500'e kadar) N17:5'de bir tamsayıya çevrilir. Bu basamak 6 ve 7 tarafından V_{min} 'den V_{max} 'a dek aralıkla sınırlandırılır. Basamak 8, analog çıkış için VF sürücüsünü, N10:0'daki motor hızında çalıştırır.

Basamak 9 motor için bir çalıştırma komutu üretir. Pompanın başlayacağı seviye N17:12 L_{start} seviyesidir. Bu seviye L_{min} 'den daha yüksektir, 2200 mm'de histerisisin 200mm olduğunu görürüz ve dalgalanmada hızlı 'başlat/durdur'lara karşı korumalıdır. Seviye 2200 mm'nin üzerindeyken, pompa çalışır ve L_{min} seviyesine düşünce duracaktır. Çok düşük girişle akarken seviye de L_{min} ve L_{start} arasında döndükçe pompa çalıştırılır ve durdurulur. Normal giriş hızında, pompanın akışını tam olarak giriş hızıyla uyumlu kılacak şekilde pompa da hızlı çalışacaktır.



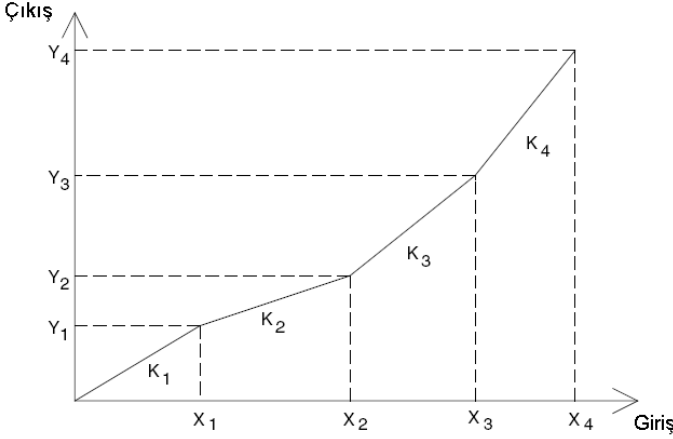
Şekil 9.17 (devamı) Taşan tankın seviye kontrolü

9.7 Lineerizasyon (Doğrusallık)

Analog sinyaller genellikle doğrusal değildir (Nonlinear) ve kullanılmadan önce doğrusallaştırılmaları gerekir. Tipik örnekler, doğrusal olmayan sonuçlar üreten termokuplör ve sıcaklık algılayıcı dirençleridir. Doğrusallaştırma şaşılacak kadar doğru sonuçlar verir, en iyi yol bir doğru üzerinde yaklaşımlar yapmaktır. Şükür ki, GEM-80 kendi LINCON işleviyle; doğrusal fonksiyonunu limitleme ile bir düz çizgi ($Ax+B$) olarak sağlar.

Şekil 9.18, x girişlerinin ve y çıkışları arasında doğrusal

olmayan bağıntının bulunduğu tipik bir örnektir. Örnekte, x girişleri termokupludan gelen milivoltlar oluşturur ve y sıcaklıktır. X1'den X4'e kadar bilinen dört giriş noktası (ve Y1 'den Y4'e kadar onlara karşılık gelen noktalar) seçilir. Bunların herbiri arasındaki yanıtın bir doğru üzerinde birbirini izleyeceği tahmin edilir.



Şekil 9.18 Doğrusallaştırma düz çizgisi

Dört eğimi tanımlamakla işe başlarız:

$$K_1 = Y_1 / X_1$$

$$K_2 = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1)$$

$$K_3 = (Y_3 - Y_2) / (X_3 - X_2)$$

$$K_4 = (Y_4 - Y_3) / (X_4 - X_3)$$

Sonra giriş sinyalinin bu aralıklara uyumu test edilerek, çıkış y aşağıdaki gibi hesaplanır:

Eğer $(x > 0)$ ve $(x < X_1)$ ise $y = K_1 x$

Eğer $(x \geq X_1)$ ve $(x < X_2)$ ise $y = K_2 \cdot (x - X_1) + Y_1$

Eğer $(x \geq X_2)$ ve $(x < X_3)$ ise $y = K_3 \cdot (x - X_2) + Y_2$

Eğer $(x \geq X_3)$ ve $(x < X_4)$ ise $y = K_4 \cdot (x - X_3) + Y_3$

Şekil 9.19, K termokuplör için 20 ve 400 °C aralığında milivoltları sıcaklıklara çevirmeye örnek basamakları gösterir. K termokuplöründen gelen milivolt seviyesindeki sinyallerin aralıkları:

Sıcaklık °C (y)	Termokuplör mV (x)
0	0
100	4096
200	8138
300	12209
400	16397

N37:0 analog giriş kartından gelen termokuplör sinyali mikrovoltlara endekslidir. N37:0 ile uygulamaya girmeden önce, soğuk bağlantılar giderilir. Sıcaklık 200 °C , N37:0'da 8138 değerini verir. Bu dört mikrovolt düzeyindeki referans N37:11'dan N37:14'e konur ve dört referansın sıcaklığı da N37:21'dan N37:24'ye (Y1 - Y4) depolanır.

İlk dört basamakta K1 'den K4 'e kadar olan eğimler F38:1'den F38:4'e kadar depolanır. B33/0 ilk taramada yüklü değildir sonra PLC duruştan çalışmaya geçer, böylece bu basamaklar yalnız bir kez izlenmiş olur ve PLC sonradan yüklenmez. 4. Basamak B33/0'ı yükler.

The first four rungs calculate the slopes between the fixed points
B33/0 ensures the rungs are only obeyed once on the first PLC scan

First Scan Completed	Point_X1 Microvolts	Slope 0_to_X1
0	<pre> B33 +--NEQ-----+] / [+Not Equal (A<>B)+ 0 A: N37:11 [4] 4096 B: 0 +-----+ N37:11 - [0] </pre>	<pre> +--DIV-----+ +Div-----+ A: N37:21 100 B: N37:11 4096 Dest: F38:1 0.02441406 +-----+ </pre>
1	<pre> B33 +--GRT-----+] / [+Greater Than (A>B)+ 0 A: N37:12 [4] 8138 B: N37:11 4096 +-----+ N37:12 - [1] N37:11 - [1] </pre>	<pre> +--CPT-----+ +Compute-----+ Dest: F38:2 0.02474023 Expression: (N37:22 - N37:21) (N37:12 - N37:11) +-----+ </pre>
2	<pre> B33 +--GRT-----+] / [+Greater Than (A>B)+ 0 A: N37:13 [4] 12209 B: N37:12 8138 +-----+ N37:13 - [2] N37:12 - [2] </pre>	<pre> +--CPT-----+ +Compute-----+ Dest: F38:3 0.02456399 Expression: (N37:23 - N37:22) (N37:13 - N37:12) +-----+ </pre>
3	<pre> B33 +--GRT-----+] / [+Greater Than (A>B)+ 0 A: N37:14 [4] 16397 B: N37:13 12209 +-----+ N37:14 - [3] N37:13 - [3] </pre>	<pre> +--CPT-----+ +Compute-----+ Dest: F38:4 0.02387775 Expression: (N37:24 - N37:23) (N37:14 - N37:13) +-----+ </pre>
4		<pre> First Scan Completed B33 () 0 </pre>

Şekil 9.19 Doğrusallaştırmada çoklu doğrusal çizgi

basamak başındaki karşılaştırma komutlarıyla doğru basamak seçilir. Her basamakta hesaplanan sıcaklık kayan noktalı sayı olarak F38:10'a yerleştirilir.

Eğer 5. basamak giriş sinyalinin geçerli olmadığını belirlemişse, basamak 10 geçerli ilk değeri (default) F38:10 'a yükler. Sıcaklık ölçümlerinde ilk değer, burada 500 °C kullanılması gibi güvenlik nedeniyle genellikle yüksek bir değer olarak belirlenir.

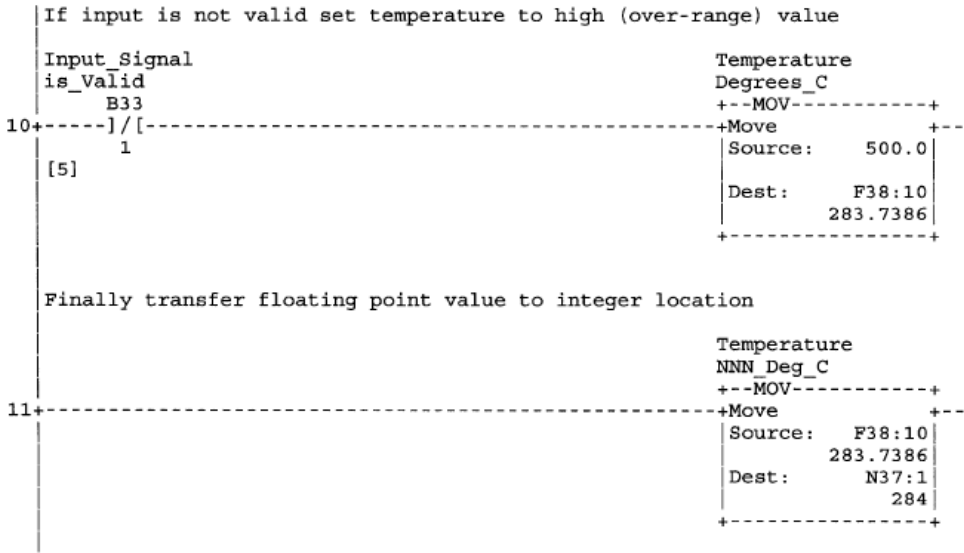
```

Input_Signal  Thermocouple          Thermocouple
is_Valid      Signal_uV              Signal_uV
  B33         +--GEQ-----+      +--LES-----+
8+-----] [-----+Grtr Than or Equal (A>=B)+-----+Less Than (A<B) +-----+
[5]          1          A:          N37:0      A:          N37:0      >
              11547          11547          11547          >
              B:          N37:12      B:          N37:13
              8138          12209
              +-----+
              N37:0 - [8]          N37:0 - [8]
              N37:12 - [8]        N37:13 - [9]
              Temperature
              Degrees_C
              <+--CPT-----+
              <+Compute
              <|Dest:          F38:10
              283.7386
              Expression:
              (F38:3 * (N37:0 - N37:12))
              + N37:22
              +-----+

Input_Signal  Thermocouple          Thermocouple
is_Valid      Signal_uV              Signal_uV
  B33         +--GEQ-----+      +--LEQ-----+
9+-----] [-----+Grtr Than or Equal (A>=B)+-----+Less Than or Equal (A<=B) +-----+
[5]          1          A:          N37:0      A:          N37:0      >
              11547          11547          11547          >
              B:          N37:13      B:          N37:14
              12209          16397
              +-----+
              N37:0 - [9]          N37:0 - [9]
              N37:13 - [9]        N37:14 - [3]
              Temperature
              Degrees_C
              <+--CPT-----+
              <+Compute
              <|Dest:          F38:10
              283.7386
              Expression:
              (F38:4 * (N37:0 - N37:13))
              + N37:23
              +-----+

```

Şekil 9.19 (devamı) Doğrusallaştırmada çoklu doğrusal çizgi



Şekil 9.19 (devamı) Doğrusallaştırmada çoklu doğrusal çizgi

Sonunda 11. basamak, sıcaklığı tamsayı yerleşim olan N37:1'e yerleştirir. Basamak 6'dan 9'a dek hesaplamalarda yuvarlama hatalarından sakınabilmek için tamsayılar yerine kayan noktalı sayılar kullanılmıştır. Çıkış sıcaklığı bir santigrad derecenin adımlarıyla verilerek, doğrusallık bir dereceden daha iyi sağlanmış olur.

Program bazı işleri dışardan yaparak kısaltılabilir. Basamak 0'dan 4'e kadar ve K1'den K2'e kadar olan veriler tam olarak tanımlandığı için, bunlar değişmedikçe hiç değişmez ve hesap makinesiyle bulunabilir. Örneğin $K2 (200 \square \square 100) / (8138 \square \square 4096) = 0.0247402$ 'dir ve programa doğrudan girilebilir. Örneğin basamak 7'deki CPT komutları, F38:32 yerleşim birimine doğrudan 0.024 74 02

yerleştirildiğinde program hızlanır.

9.8 Akış toplama

Akış ölçümü çok geneldir ve hesaplama sık sık toplam hacmin ne kadar zamanda geçtiğini gerektirir. Bu muhasebesel amaçla (Burda toplam kullanılan gaz 40.57m³) veya üretim amacıyla (25 litre A ürününden, sonra da 50 litre B ürününden gibi) yapılır.

Eğer biz F l/min akış hızını ölçersek $F/60$ litrenin her Δt saniyede geçtiğini buluruz. Genellikle F l/min akış hızı her Δt saniyesinde örneklenir, örneklenen periyotta $\Delta t * F/60$ litre geçer. Böylece biz, izleyen kodlarla toplam hacmi hesaplayabiliriz :

Repeat

read new flow {analog giriş kartından}

wait Δt seconds.

volume over $dt = \Delta t * \text{newflow}/60$ {yeni akış ölçüsü l/min}

total volume = total volume + \square volume over dt

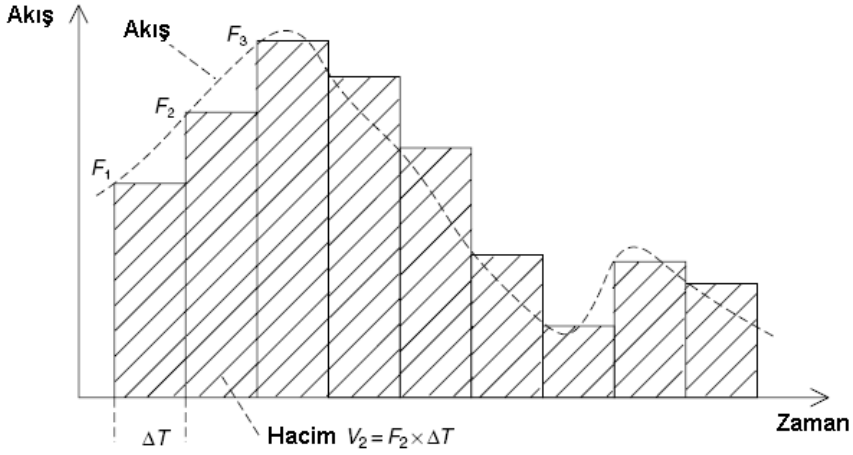
Until hell freezes over

Eğer çizgi 4'te her saatte akış litre olarak ölçülürse hacmin tamamı

volume over $dt = \Delta t * \text{new flow}/3600$

Burada 3600 saniye bir saatin toplam saniyeleridir.

Şekil 9.20 prosedürü gösterir. Etkin olarak sabit zaman aralıklarında akışı örnekleriz ve her zaman aralığında toplam hacmi hesaplarız.

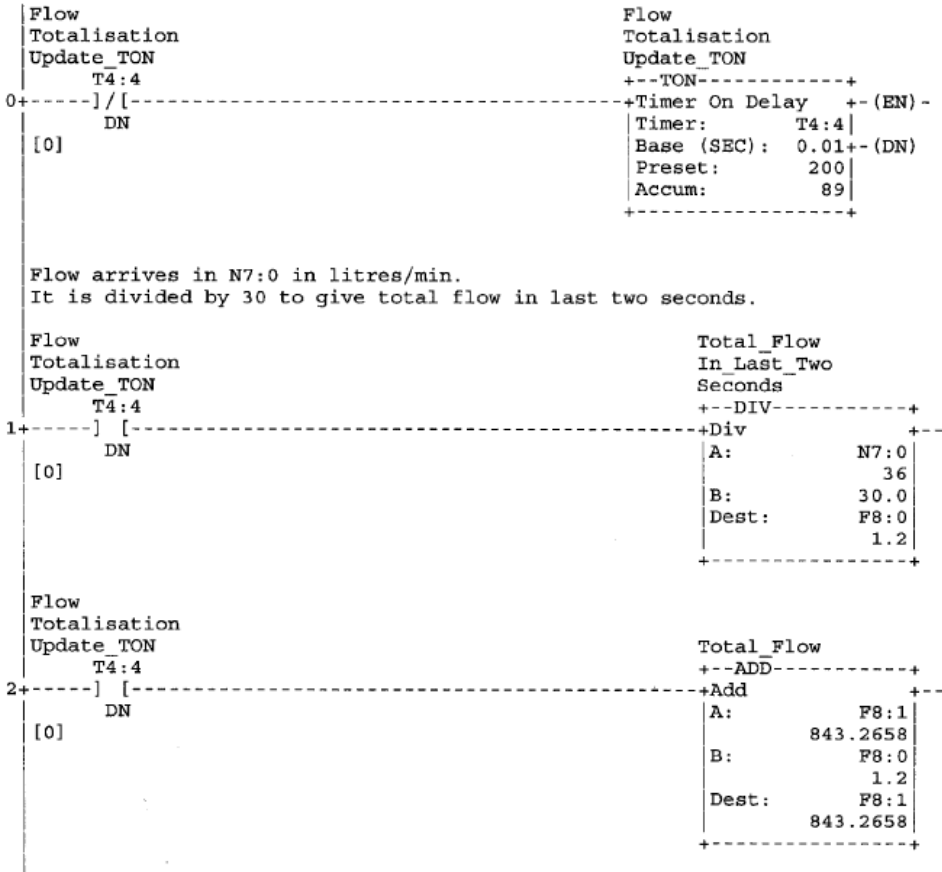


Şekil 9.20 Basit akış toplamı

Şekil 9.21'deki üç basamak bunu başarır. Basamak 0 serbest çalışan zamanlayıcıdır, her Δt saniyesinde tek tarama sinyali üretir. Basamak 1 ve 2 her Δt saniyesini izler. Örnekte öndeğer ya da ayar değeri [:preset] verilir ve Δt iki saniyedir.

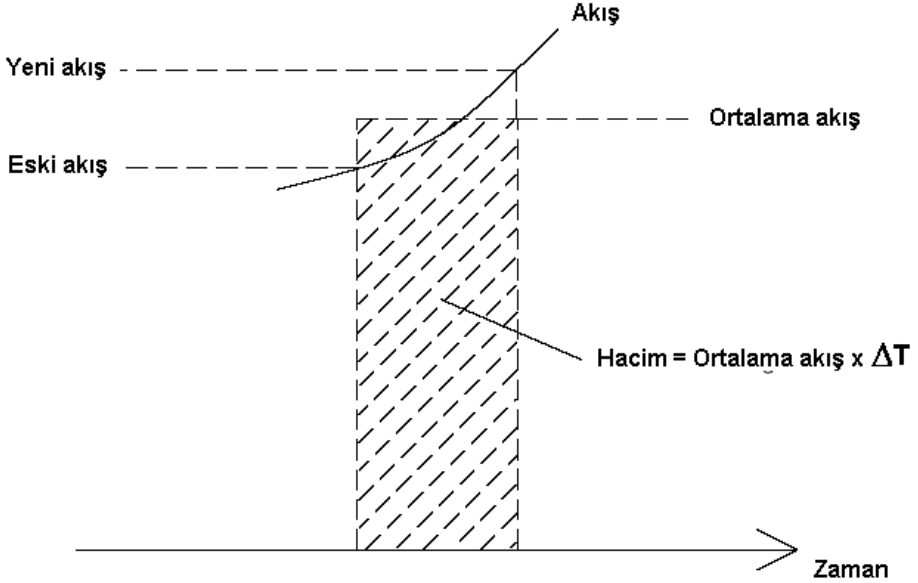
Akışın ani ölçümü (mühendislik birimleriyle (litre, galon, m^3 veya diğerleri) her saniyede) N7:0'a varır. Basamak 1 bu akışı 30'la bölerek F8:0'deki son iki saniyedeki toplam hacmi bulur. Burada akış hızı her iki saniyede örneklendiği için, bölen olarak 30 kullanılır çünkü akış hızı birimi dakika başıdır.

2. basamak, (F8:0)'da son örneklene eklenir ve toplam hacim güncelenerek F8:1'de oluşur.



Şekil 9.21 Basit akış toplamı

Bu akış toplamı çok basittir ama Şekil 9.20 ile çalışma gösterir ki, hacmi akış azalırken gerçek hacmin üzerinde, artarken ise altında tahmin ettik. Çalıştıkça bu hatalar az çok giderilecek ama daha duyarlı bir metod Şekil 9.22’de, ortalama akış üzerinden örneklenen zamanla kullanılacak. Dikkat: son örnekteki son okumadaki gibi ve ilk okumadaki gelecek örnekteki gibi, her iki ölçümü de kapsayan daha çok örnek yapılamaz.



Şekil 9.22 Trapezoid integrasyon

Kodlarla prosedür şöyle özetlenebilir:

```

old flow=0           {bir kez, değişkene ilk değeri verilirken yapılır}
repeat
  wait Δt seconds
  read new flow      {analog giriş -input kartından}
  average flow=(new flow+old flow)/2
  volume over dt=Δt* average flow/60
  total volume=total volume+volume over dt
  old flow=new flow  {yeni döngü için hazır}
until hell freezes over
  
```

Bu *trapezoid integrasyon* olarak bilinir ve Şekil 9.23 ile merdiven mantığında nasıl başarılacağı gösterilir. Önceden olduğu gibi bir serbest zamanlayıcı kullanılarak her öndeğer saniyede tek tarama üretir. Örnekte, bu bir saniye olarak set edilmiştir. Dört basamak her saniye sadece bir taramada izlenir.

1. Basamak geçerli akışı ekler (analog giriş kartından N7:10'a) ve akış son taramada (N7:11'de) ortalama akış hesaplamaya müsait olur.

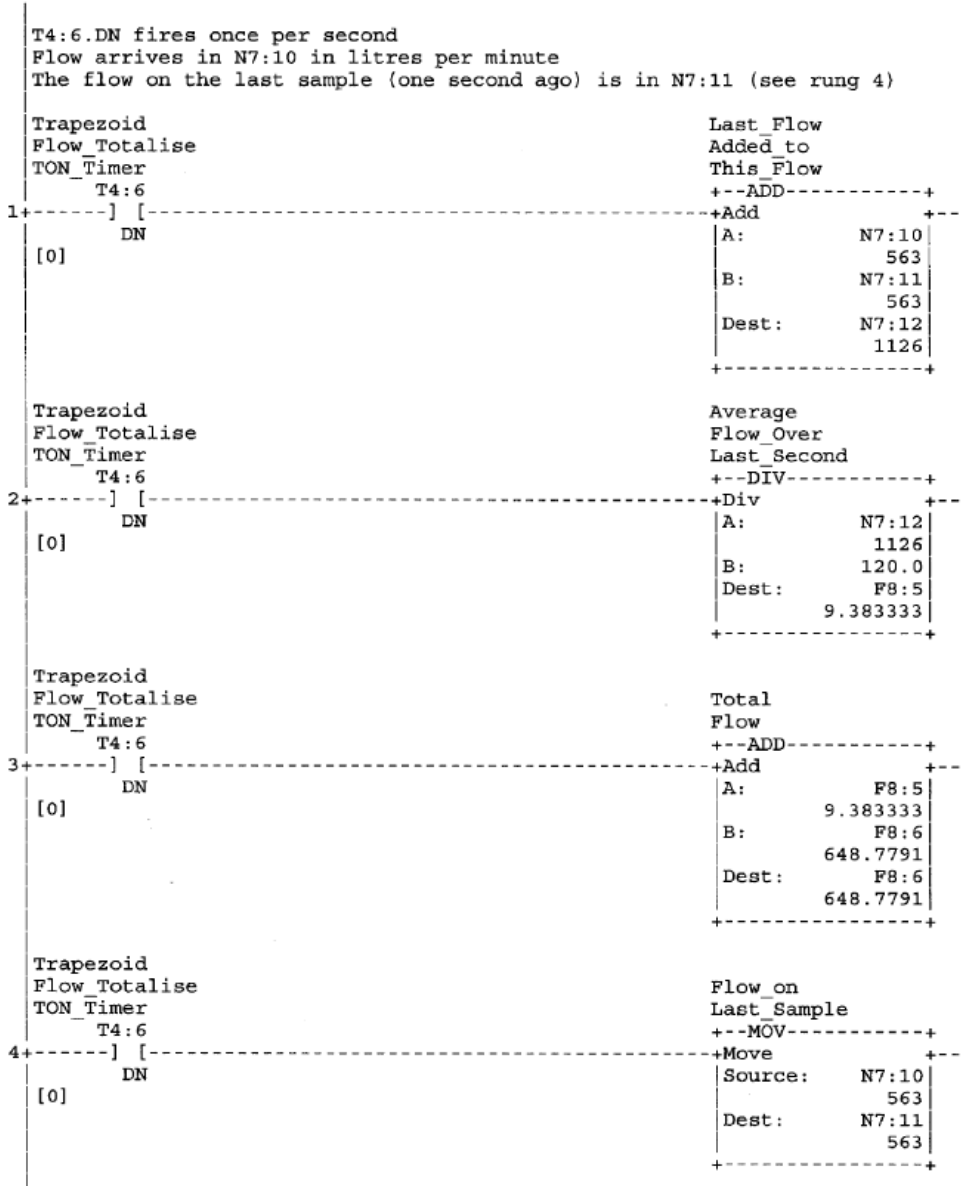
2. Basamak toplanmış akışı 120'ye böler; bu 60 ile bölünmede her dakika başına geçen litreyi ve 2 ile bölerek de ortalama litreyi verir. Sonuç olarak, F8:5'te son saniyede oluşan toplam hacimdir.

3. Basamak, son saniyedeki hacmi F8:6'daki hacme ekleyerek toplam hacmi oluşturur. Son basamakta (N7:10) 'daki geçerli akış sonraki örnekleme zamanı için (N7:11)'e yüklenir.

Her iki yaklaşım da iyi çalışır, ama uygulama dikkat ister. İlk kriter örnekleme hızıdır. Şekil 9.20 ve 9.22'deki zamanlayıcıların hassaslığı genellikle iyidir ama, PLC'nin tarama hızının etkisindedir. Eğer tarama hızı tipik olarak 20 ms ise, mevcut bir saniyelik süredeki örnek 1.00 saniye ile 1.02 saniye arasında gelişigüzel değişecektir. Bu etki daha uzun süreli örnekleme ile azaltılabilir. Örnekleme süresinin artması, her nasılsa, sistemin akış değişikliğine yanıtını azaltır. Fabrikadaki boruların fiziksel boyutuna bağlı olarak, örnekleme süreleri normalde 1 ile 30 saniye arasında kullanılabilir.

Bazı PLCler, PLC tarafından sürülen sistem bitlerine sahiptir, örneğin; S:23/0 biti, PLC5'te iki saniye aralıklarla kullanılabilen ek bir bittir. Bu sistem bitleri PLC tarama sürelerinden etkilenmeden, serbest zamanlayıcılar gibi kullanılacak ve doğru değerleri bulmaya yarayacaklardır.

PLCler altprogram desteklediklerinde program dosyalarının sabit aralıklarla tetiklenmesine olanak tanırırlar. Örneğin PLC5'te, bunlar, (STI) *Seçilebilir zamanlayıcı kesmesi* [:(STI) Selectable Timed Interrupt] dosyalarıdır. Bunlar tetikleyiciler gibi akış toplamak için ideal olup oldukça doğru (tekrarlı tipik olarak 1 ms'den daha iyi) sonuçlar verir ve program taramasından etkilenmezler. Bir zamanlayıcı tetikli program dosyasıyla, serbest çalışan zamanlayıcı ve bunların bağlantılarına gerek duyulmaz.



Şekil 9.23 Trapezoid akış toplamı

İkinci kriter kayan noktalı sayıların duyarlılığıdır. İlk örnekteki 2. kızıakta ve ikinci örnekteki 3.kızıakta büyük bir sayıya (son örnekleme süresinde geçen hacim) küçük bir sayı (toplam hacime,

toplanarak başlatıldı) ekledik. Bir kayan noktalı sayı tipik olarak yedi duyarlıktadır, böylece 87 583.52 ve 7.405716'nin her ikisi de kayan noktalı sayılardır. Eğer toplanırlar ise, sonuç için on bir basamağa gerek duyulur. Bu da sonuç 87 590.92'de kesilecek şekilde çözülür. Buradaki hata küçük ama toplamsaldır. Hakikatte durum; toplamın tümüne tam olarak erişilmediğidir, örneğin:

12 345 670□6.789 sayısı yerine 12 345 670 oluşur,

ve toplam külliye çalışmaz hale gelir.

Bizim akış ölçümünün %1'lik doğrulukta olduğunu farz edelim. Burada 4 basamak dışında, sayının temsili noktası yoktur. Toplam hacim için geride 3 basamak (7 basamağın) kaldı ve eğer hassaslığı kaybetmiyorsak alt basamaklar atılabilir. Diyelim ki örnekleme periyodunda tipik bir hacim değeri N.NNN olacak. Basamak kaybetmeden toplam hacim için erişilebilecek en büyük değer NNNN.NNN olacaktır. Bu, her örnekleme süresinde bir tekrar tetiklenen, Şekil 9.24'teki basamakla başarılır.

Eğer toplam hacim 1000'den (dört basamak) (F8:6'daki), aşağı düşerse (veya eşitlenirse); 1000 F8:6'dan çıkarılır ve bir eklenir ki (F8:7'ye); toplam hacmi 1000 ile bölerek tutabilsin. Dikkat: buradaki işlemde hata yoktur. F8:7 akışı binlik birimlerle tutar ve F8:6 denge hacmi 0'dan 999.999'a kadar değerler alır. Örneğin:

Dt içinde hacim	F8:6	F8:7
Tara N	998.327	56 (toplam 56 998.327)7.214
Tara N□+1	5.541	57 (toplam 57 005.541)

Teknik olarak akış hızının toplam hacme çevrilmesi, integraldir. Benzer yöntemler hızdan mesafeye ve ivmeden hıza doğru erişmekte kullanılır. Çift integral alınarak ivmeden hıza ve hızdan mesafeye ulaşılır; bu teknik roket izlemede kullanılır.

9.9 Ayarlama

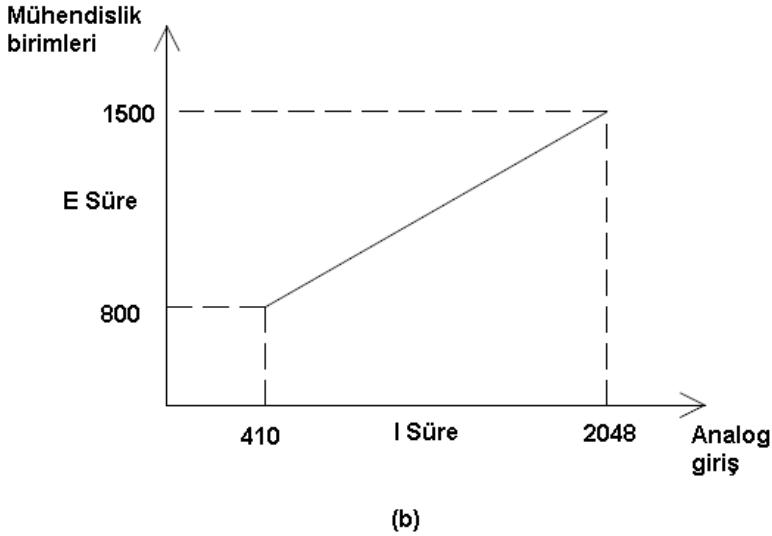
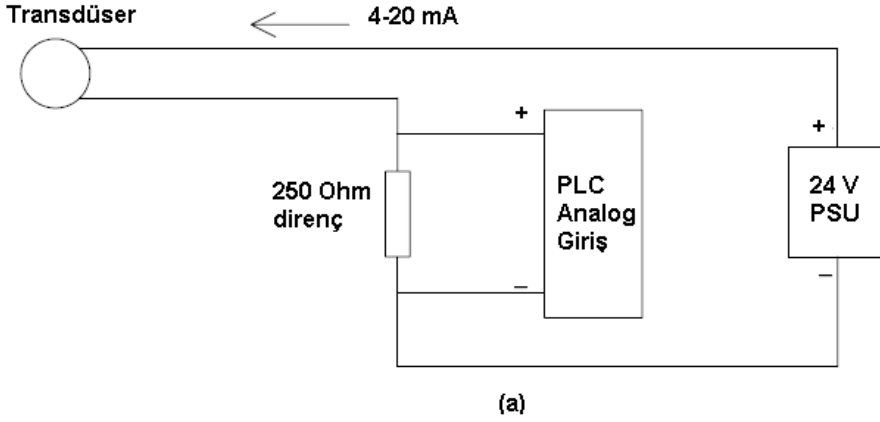
Bu örnek bir analog sinyalin mühendislik birimlerine PLC programında kullanılabilmesi için nasıl çevrileceğini gösterir. Farzedelim ki bir 800 - 1500 °C aralıktaki sıcaklık transdüserinden

Şekil 9.24 Büyük ve küçük sayıların toplanması

Eğer karttan giriş sinyali, I_{in} ise mühendislikteki birimlerle şöyledir:

$$E_{out} = E_{min} + \frac{(I_{in} - I_{min}) * E_{span}}{I_{span}}$$

Buradaki I_{min} en küçük kart sinyali (410) ve E_{min} mühendislik birimiyle en küçük giriş sinyali (800). Eğim E_{span}/I_{span} ilk taramada PLC tarafından hesaplanabilir (Bölüm 9.7'de doğrusallaştırma kısmındaki gibi) ama burada biz devre dışında hesaplayacağız ve onu bir sabit değer olarak gireceğiz $700/1638=0.42735$. Benzer olarak I_{min} ve E_{min} basamaklara sabitler olarak girildi (410 ve 800).



Şekil 9.25 Analog giriş sinyalini mühendislik birimine ayarlamak:
 (a) tipik bir 4–20 mA döngü;
 (b) mühendislik birimlerine çevrimi

Yordam Şekil 9.26’da gösterildi. Basamak 0 giriş sinyalini beklenen aralıkta kontrol eder. Etmez ise, 3. basamak 1600 ilk değerini verir.

Eğer değer iyi gelirse, basamak 1 $(I_{in} \square / \text{min}) * E_{span} / I_{span}$ değerini hesaplar ve basamak 2 E_{\min} değerini ekleyerek sonuca ulaşır.

Genel olarak $Ax+B$ formunda iki değişken arasında herhangi bir

doğrusal çevrim için, dört temel basamak kullanılır. Örnek, analog girişi çevirir. Bir diğer genel uygulama analog çıkışlar içindir ki; çıkış 0-1000 (diyelim ki 0-%100.0) 410'dan 1095'e dek olan aralıkta 4-20mA, analog çıkış kartında 0-20 mA çıkış verecek şekilde çevrilir.

```

First check that signal is valid, i.e. in range 410 to 2048

Input_Signal          Input_Signal
from_Sensor           from_Sensor
410_to_2048           410_to_2048
=4_to_20mA            =4_to_20mA
+--GEQ-----+ +--LEQ-----+
0+Grtr Than or Equal (A>=B)+ +Less Than or Equal (A<=B)+----- ( )-----
|A:          N7:60 |A:          N7:60 |
|1234        1234 |1234        1234 |
|B:          410 |B:          2048 |
+-----+ +-----+
N7:60 - [1]          N7:60 - [1]

Top of branch calculates (Iin-Imin) where I min is 410 for 4mA
Bottom branch multiplies by Espan/Ispan (1500-800)/(2048-410)
In this particular case the use of an integer for the bottom
branch does not cause a significant rounding error

Good_Input            Signal_Minus
Signal_Value          Base_Signal
B3                    +--SUB-----+
1+-----] [-----+Sub-----+
|0] 12                |A:          N7:60 |
|                |1234        1234 |
|                |B:          410 |
|                |Dest:       N7:61 |
|                |824        824 |
+-----+ +-----+
Signal-Base
Times_Span
+--MUL-----+
++Mul-----++
|A:          N7:61 |
|824        824 |
|B:          0.42735 |
|Dest:       N7:62 |
|352        352 |
+-----+ +-----+

```

Şekil 9.26 Giriş sinyalini ayarlamak. Bunlar, 250 ohm yükü 4–20 mA sinyal için 1–5V sinyal üretir. Sinyal 12 bit analog kartında 0–4095 aralığındadır, 0–10 V arasında okunur

If input signal is good add in base Engineering Units (800oC) to give result	
Good_Input	Signal_In
Signal_Value	Engineering
B3	Units_oC
2+-----] [-----	+--ADD-----+
12	+Add
[0]	A: N7:62
	352
	B: 800.0
	Dest: N7:65
	1152
	+-----+
If not a good input signal put safe default value into result	
Good_Input	Signal_In
Signal_Value	Engineering
B3	Units_oC
3+-----] [-----	+--MOV-----+
12	+Move
[0]	Source: 1600
	Dest: N7:65
	1152
	+-----+

Şekil 9.26 (Devamı) Giriş sinyali ayarlama. Bunlar 250 ohm yük direnci ile 4-20 mA bir sinyal için, bir 1-5V sinyal üretirler. Sinyal 0-10 V 12 bit analog kart tarafından 0-4095 aralığıyla okunur.

9.10 Gray kod çevrimi

Cihazın mutlak pozisyonu sıralama uygulamalarında gereklidir ve genellikle optik şifreleyiciler [*optical encoder*] tarafından sağlanır. Bunlar optik gözlerdir ve önlerinde hareketli fotoseller bulunur. Şekil 9.27 bir optik enkoderin çok basit şekilde 16 olası pozisyonu nasıl kodladığını gösterir.

Binary, yani ikili kodlama potansiyel bir problemdir. Enkoder pozisyon 7'den pozisyon 8'e giderken ikili sayma 0111'den 1000'a doğru değişir. Aynı anda bütün bitler değişir ve doğal olarak PLC giriş kartına farklı sürelerle aç ve kapa verisi olarak gelirler. Biz geçici olarak, 0111>1111>1000 veya 0111>0000>1000 veya dört bitin diğer bir farklı kombinasyonunu görürüz. Benzer problemler herhangi bir değişiklikte tekrarlanır.

Bu problemin üstesinden nerede bir bit değişir ise, her geçişte

sayıyı kodlayarak gelinir. Bu tür kodlar ‘Uzaklık Birim Kodları’ olarak bilinir. Gray kodu da en çok bilinenlerinden olup, bit desenini yansıtmayla ve en üst biti aşağıdaki gibi değiştirmeyeyle mesafeyi şöyle kodlar:

--Onlu(Desimal)-	----- Gray -----
0	0 00 000
1	1 01 001
2	11 011
3	10 010
4	110
5	111
6	101
7	100

Dört bitlik Gray kod

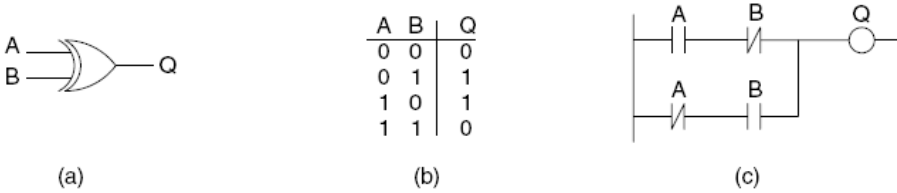
--Onlu(Desimal)-	----- Gray -----
0	0000
1	0001
2	0011
3	0010 <
4	0110 <
5	0111 <*
6	0101 <*
7	0100 <*
8	1100 <*
9	1101 <*
10	1111 <*
11	1110 <
12	1010 <
13	1011
14	1001
15	1000

sonra 3'e geri döner. Burada, 0'dan 9'a kadar on pozisyon vermek için, 3 ikili sayıdan çıkarılmalıdır.

Genellikle kullanılan Gray kodlayıcılar, her devirde 360 pozisyon verir (0'dan 359'a kadar numaralıdır) ve çıkış derecelendirilir. Bu dokuz bit gerektirir, böylece tam aralık 0-511'dir. 360 Pozisyon, 255/256 geçişinde merkezlendirilir ve 76'dan (ki sıfırdır) 435'e gider (değeri 359'dur). Burada dokuz bit Gray kodunun ikiliye çevriminde, yukarıda anlatıldığı gibi 76 değeri, sonuçtan çıkarılmalıdır ki; 0'dan 359'a kadar gidebilen pozisyonu versin.

Genel olarak çift sayıların pozisyonları Gray koddaki maksimum sayıdaki pozisyonun (bunlar daima ikinin katları olacaktır: 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, gibi.) denkliği çıkarmayla şöyle verilir:

$$\begin{aligned} \text{Denklik(Offset)} &= (G - N)/2 \\ 360 \text{ derece'lik enkoder için Denklik} &= (512 - 360)/2 = 76. \end{aligned}$$



Şekil 9.28 Eksklusif OR (XOR) geçiti:

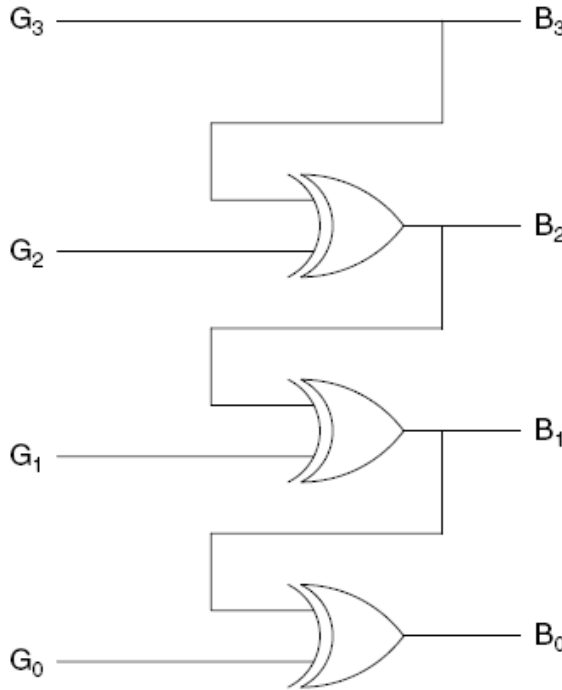
- (a) sembol;
- (b) doğruluk tablosu;
- (c) merdiven mantığına uygulama

Herhangi bir enkoder kurup kullanmadan önce birkaç yaklaşım vardır, bunlar; Gray, ikili veya artımlıdır. PLC giriş kartlarının büyük

çoğunluğu sink akımı ile sürülür. Bazı enkoderler NPN çıkışa sahiptir, bunlar da sink akımıyla çalışır. Eğer bir NPN enkoder standart giriş kartı ile bağlantılıysa, sinyal okunamaz. Yukarı çekme (pull-up) direnci, her biti birdir, kullanılabilir veya giriş kartı kaynak akımı ile sürülür.

Bu koşullar altında, sinyalin işareti PLC'de görüldüğü gibi dikkatli konmalıdır. Bazı kaynak giriş kartları, '1' durumu olarak düşük gerilim gösterir (örneğin akım düşük). Bu çoğunlukla düşük durumda '1' olan NPN çıkışlı enkoderlerde iyi çalışır.

Bazı kartlarda çalışmaz, bunlar PLC tarafından görüldüğü gibi, ters çevrilecektir. Sinyal kullanılmadan önce yazılım tarafından ters çevrilmelidir. Bu bit bit çalışılarak, bir n/c bağlantılı bobinle her bit için Şekil 9.31(a)'daki gibi ya da eğer bir XOR fonksiyonu varsa, tek bir XOR'la enkoderdeki tüm sözcüğe işlem yapılır. XOR, enkoderde kullanılan her biti Şekil 9.31 (b)'de gösterildiği gibi maskeleyerek, '1' yapmalıdır.



Şekil 9.29 GRAY kodundan ikili koda çevrimde XOR geçidi kullanımı

9.11 BCD'den İkili koda çevirmek

Sayısal veri çoğunlukla çevirilerek, parmakla çevrilen (rotary veya thumb-wheel) anahtarlarla 0-9 aralığında girilir. Her anahtar dört ikili bit verir. Bunlar yüzler, onlar gibi düzenlendiğinde, BCD Binary Coded Decimal [*İkili kodlu onlu sayılar*] sayısı oluşur. Çoğu PLC İkiye tamamlanan ikili sayılarla çalışır, böylece BCD'den ikili'ye çevrim gerekir. Bazı PLCler (özellikle PLC5 ve SLC500 aileleri) BCD'den İkiliye çevrim fonksiyonuna (FRD, FRom Decimal, for the PLC5) sahiptir. Bu fonksiyonu olmayan PLCler için, çevrim şöyledir:


```

Input_Bit_0          Bit_0
0=True              1=True
I:066               B43
0+-----] / [-----]
00                  ( )
[4]                0

Input_Bit_1          Bit_1
0=True              1=True
I:066               B43
1+-----] / [-----]
01                  ( )
[4]                1

Input_Bit_2          Bit_2
0=True              1=True
I:066               B43
2+-----] / [-----]
02                  ( )
[4]                2

Input_Bit_3          Bit_3
0=True              1=True
I:066               B43
3+-----] / [-----]
03                  ( )
[4]                3

```

(a)

Şekil 9.31 Negatif doğru girişi kullanan araçları kullanmak
(a) negatif doğru giriş sinyalini, bit bit çevirme çalışması

```

The data bits appear as numbers on the screen:
3855 is binary 0000 1111 0000 1111, -1 is 1111 1111 1111 1111 and
the result -3856 is binary 1111 0000 1111 0000 (with each input bit inverted)

```

```

16_bit Word
1=True_per_bit
+--XOR-----+
+Bitwise Exclus XOR+
|A:          I:066|
|              3855|
|B:          -1  |
|              -1  |
|Dest:       B43:0|
|              -3856|
+-----+

```

(b)

Şekil 9.31 (devamı) (b) XOR komutu ile bir basamakta 16 bitin

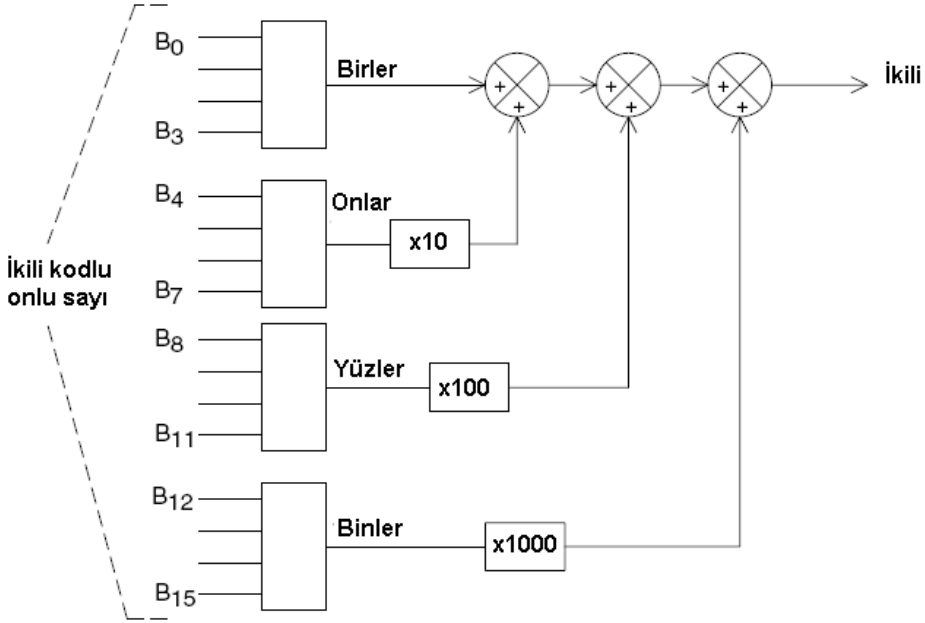
çevrilmesi

Prensip, Şekil 9.32'de gösterilmektedir. Giriş sinyali (aralığı 0–999) slot 2'de 12 bitlik giriş kartındadır, örneğin adresleri I:26/00, I:26/01 gibidir. Her dört bitlik grup 0-9 aralığında bir ikili sayıya (ikili 0000-1001) çevrilir. Yüzleri gösteren sayı (N17:42'de) 100 ile çarpılır, onları gösteren sayı (N17:41'de) 10 ile çarpılır ve her ikisi de N17:46'da toplam sonucu vermek üzere N17:40'a eklenir .

Bunun başarıldığı basamaklar Şekil 9.33'te gösterilmektedir. N7:40, 41 ve 42'de sayıların yapılandırıldığı 12 basamak vardır. Yer kazanmak amacıyla bunlardan sekizi gösterilmiştir. Dikkat edilmelidir ki tamsayıdaki her bite erişilebilir, N17:40/0 (en az önemli) biti, N17:40 16 bit tamsayı sözcüğünün içindedir. Ara sonuç (N17:40 N17:43) için, depolama yeri N17:45 bir ara depo yeri olarak kullanılır. CPT komutları ile dört aritmetik basamak yapıp bir basamağa konur ama 20 bitlik basamağa gerek duyulur.

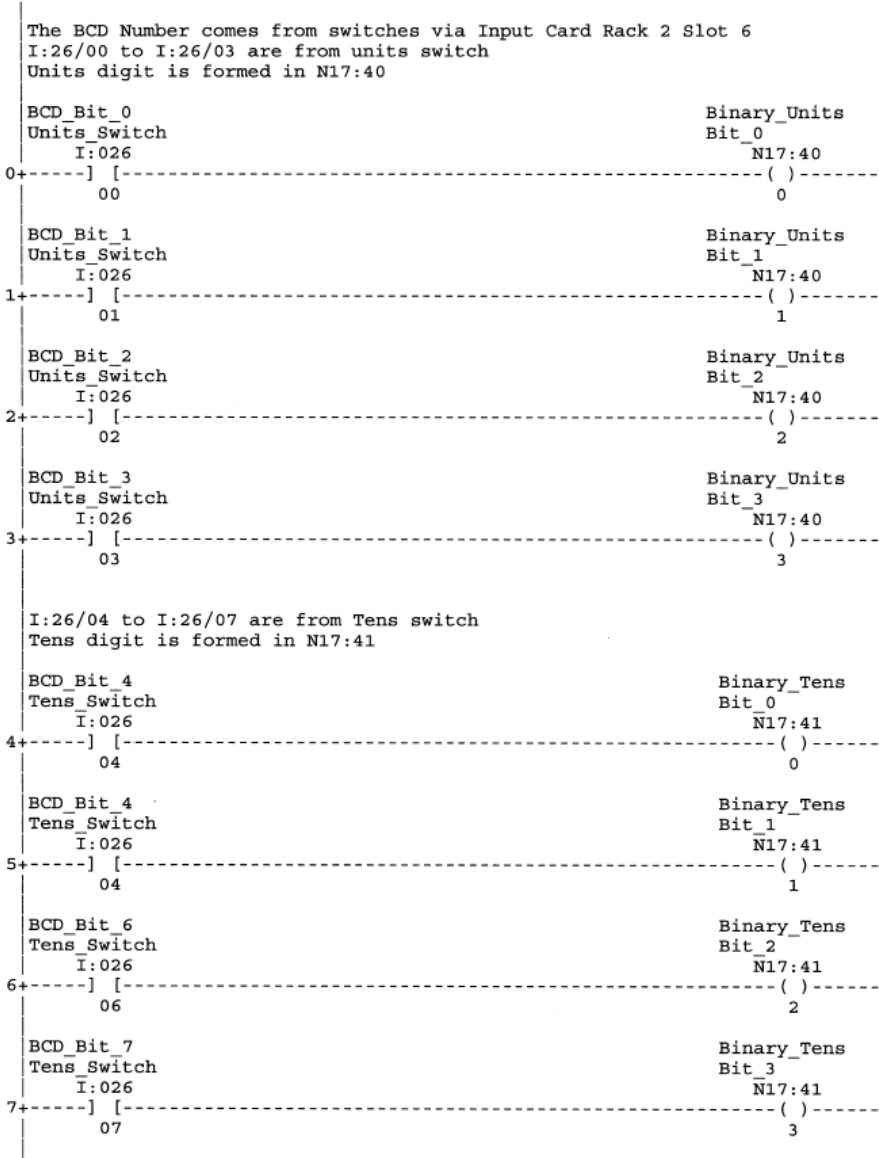
Eğer PLC altprogramı parametre geçişiyle destekliyorsa, BCD'den ikiliye çevrim sadece bir kez yazılıp gereken yerde çağırma işlemi yapılır.

9.12 Binari (İkili) sayı sisteminden BCD'ye çevirmek



Şekil 9.32 BCD'den ikili'ye çevirme ilkesi

Veri çoğu zaman yedi parçalı gösterge (7SD) ile her dört, bir basamaklı sayıya karşılık gelerek gösterilir. Bu da PLC programı içinde ikili'den BCD'ye çevrim yordamını gerektirir. Bazı PLCler (PLC5 ailesinde olduğu gibi) standart olarak [:TOD –TO Decimal] bunu içerir. İkilden BCD'ye dönüşüm fonksiyonu olmadığında kullanılabilir yordam şöyledir.

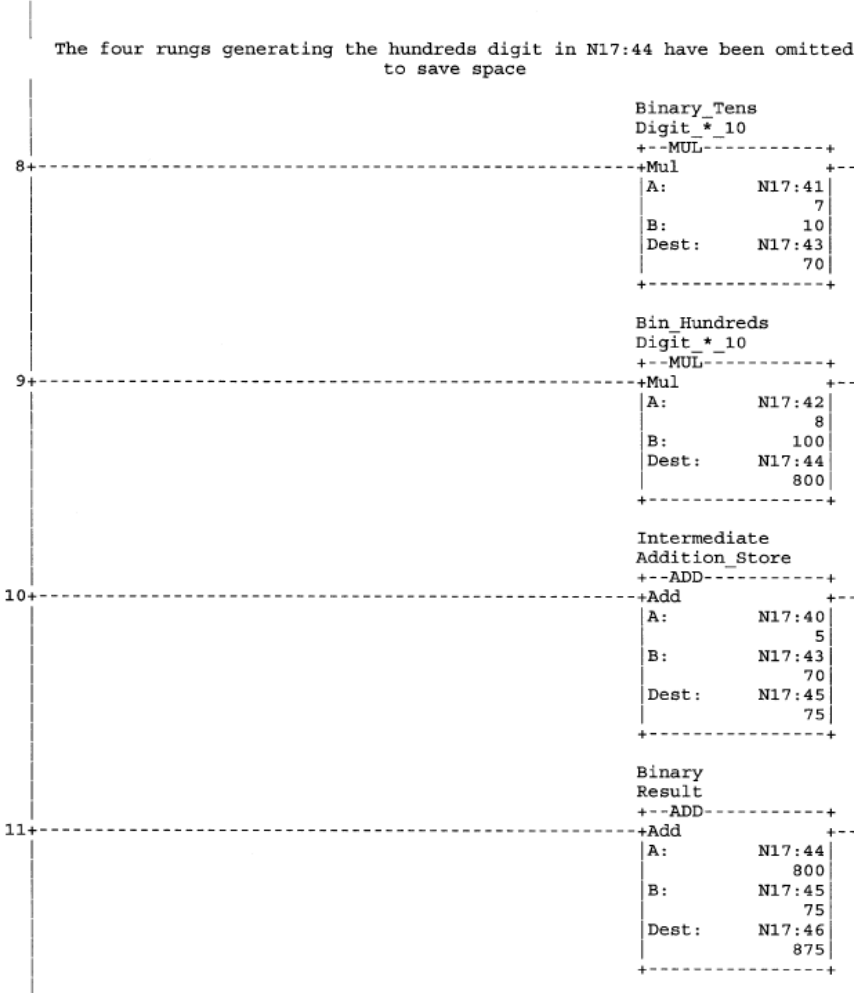


Şekil 9.33 BCD'den ikiliye çevrim

İlke, basittir. Sayı 10'a bölünür, kalan *hiç yuvarlanmaksızın* tekrar tekrar ona bölünür. Kalanlar BCD çıkışın basamaklarıdır. Örneğin:

İkili sayı 459
 10'a böl 45 ve kalanı 9
 10'a böl 4 ve kalanı 5
 10'a böl 0 ve kalanı 4

BCD sayıları yüzler basamağında 4, onlar basamağında 5 ve birler basamağında 9.



Şekil 9.33 (devamı) BCD'den ikiliye çevrim

PLCleri tamsayıya bölmede bazı zorluklar çözülür. Bazen tamsayı

bölme aşağı yuvarlanır ki, 459/10 örneğinde olduğu gibi 45 sonucu versin. Bu dönüşümü kolaylaştırır. Bazı PLCler (Rockwell ailesi birisidir) tamsayıyı en yakın sayıya yuvarlar. Böylece 459/10, 46 sonucunu verecek ve toplam 454/10 ise 45 sonucunu verecektir. Her iki yöntemin de farklı uygulamalar için avantajları vardır ama, en yakın tamsayıya yuvarlama ikiliden BCD'ye çevrimi zorlaştırır.

Şekil 9.34'teki dört basamak, tamsayı bölmelerde en yakın sayıya yuvarlayan PLC için, ikiliden BCD sayıya geçiş için ilk basamağı çıkarır. Basamak 0 giriş sinyali N7:20'yi 10 ile bölerek sonucu N7:30'a verir. Bu sonuç 10 ile çarpılır ise sonuç N7:40'ın içindedir. Eğer yukarı yuvarlama olmuş ise, N7:40 giriş değeri N7:20'den daha büyük olacaktır. Bu basamak 2'de kontrol edilir ve eğer bir kez olduysa N7:30'dan çıkarılır. Şimdi N7:20'nin içeriği 10 ile bölünür ve aşağı yuvarlanır. Bu 10 ile tekrar çarpılırsa N7:41'deki sonucu verir. N7:41 ve N7:40'ın aynı olmadığına dikkat ediniz. N7:20'den N7:41 çıkarıldığında ilk BCD basamağını N7:35'in içine yerleştirir ki; bu bit bit çıkış olarak slot 2'deki basamak 2'ye transfer edilerek gösterilir.

İlk dört basamak, doğru taban (modula)/kalan bölümü gereken herhangi bir yerde kullanılabilir. Şekil 9.34'teki döküm çalışan bir PLCnindir ve ilk bakışta, basamak 1'deki hata görünür. Basamak 1, N7:30'u izleyerek içeriğini 46 yapar (yuvarlama nedeniyle) ve N7:40'ın içeriği 460 olur. Basamak 2'den sonra azalarak 45 kalır. Çünkü N7:30'un içeriği iki basamak için 46'dır ve (epey sonra) programın kalan kısmında 45 olur ve program terminali düzgün aralıklarla enstantaneler alır ki, bunlarda 46'dan çok 45 görmek mümkündür. Gözle, N7:30'un içeriğindeki değerin 45 ve 46 arasında gidip geldiği görülür, vaktin büyük kısmında 45 görünür. Bu tuhafıktan başka, hangi ilk değer gelebileceği de karışıktır.

9.13 Hidrolik sistem

Son örnek, gerçek iki hidrolik pompanın kontroluyla ilgilidir. Bunun için tanımlanmış özellikler (çok da iyi değil), şu satırları tarayalım:

'Widget makinasının iki hidrolik pompası vardır. Normal işletimde bunların yalnızca biri gereklidir. İşletmen istediği pompayı görevlendirebilir. Eğer görevlendirilen pompa herhangi bir nedenle arızalanır ise, yedek pompa

çalıştırılmaya başlanmalıdır. Buna ek olarak Görevli/Yedek işlemini sağlayan personel, normal olarak işleme ara vermeden pompayı kontrol edebilmelidir.

22 Basamak uzunluğundaki son program, Şekil 9.35 ile gösterilmektedir.

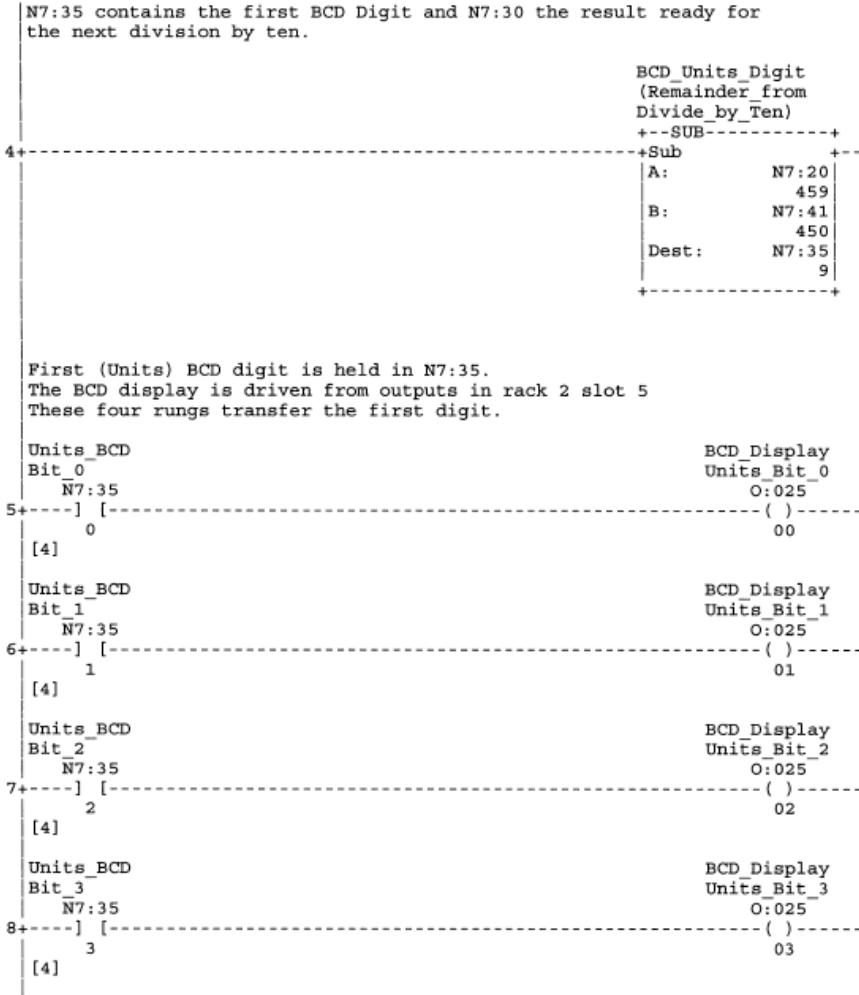
Bir PLC programında şu özellikler sağlanmalı:

- Fonksiyonları doğru yapmalı,
- Anlaşılabilir olmalı,
- Düzeltilmesi kolay olmalı.

Programdaki belgelemeye dikkat edilmelidir. Programdaki her adres isimlendirilmeli. Adlandırılan her adres ve yorumlar basamaklardaki uygulamaları açıklar. İyi belgeleme programın anlaşılabilirliğini sağlar. Yine çapraz [N] adlandırmalar altındaki bağlantılara dikkat gösterilmeli. Bunlar sinyalle ilişkili bağlantıları gösterir.

Örneğin basamak 12'de bağlantı '*Auto_Run Pump_1 Command*' ('otomatik_çalışan Pompa_1 komutu') (B3/23) basamak 8'de hata oluştuğunda hızla geri gönderilen sinyale kaynak açıklamadır.

Şekil 9.34 İkilden BCD'ye çevrim



Şekil 9.34 (devamı.) İkilden BCD'ye çevrim

PLC-5 LADDER LOGISTICS Report header (c) ICOM Inc. 1987-1993
 PLC-5 Ladder Listing
 Duty/Standby Hydraulic Pump
 File #2 Proj:HYDPUMP Page:001 09:33 07/20/02

 This PLC program controls two hydraulic pumps.
 The pumps can be run in Auto mode with Duty/Standby auto changeover,
 or locally from alongside the pumps for maintenance work.
 The first two rungs in the program check if the two pumps are available.
 For normal diagnostic work only these two rungs need to be examined.

```

Pump_1      Pump_1      Pump_1      Pump_1      Pump_1      Pump_1
MCC_Is_On   Oveload_OK   Healthy     Healthy     Valve_Open   Healthy
I:023       I:023       I:035       I:035       I:035       I:035
0+-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] >
      01          02          10          11          12          13          >
                                Pump_1      Pump_1      Oil_Level   Return
                                Failed_to   Pressure   Healthy     Filter      Pump_1
                                Start        Fault     In_Tank     Healthy     Available
                                < B3         B3         I:035       I:035       B3
                                <-----]/[-----]/[-----] [-----] [-----] ( )-----
                                < 31         41         05         06         1
                                [14]        [18]
    
```

```

Pump_2      Pump_2      Pump_2      Pump_2      Pump_2      Pump_2
MCC_Is_On   Oveload_OK   Healthy     Healthy     Valve_Open   Healthy
I:023       I:023       I:035       I:035       I:035       I:035
1+-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] >
      03          04          14          15          16          17          >
                                Pump_2      Pump_2      Oil_Level   Return
                                Failed_to   Pressure   Healthy     Filter      Pump_2
                                Start        Fault     In_Tank     Healthy     Available
                                < B3         B3         I:035       I:035       B3
                                <-----]/[-----]/[-----] [-----] [-----] ( )-----
                                < 32         42         05         06         2
                                [15]        [19]
    
```

It is usual to create flags saying if both/one/no pumps are available
 These can be used for display screens or by higher level computer.

```

                                Pump_1
                                Available
                                B3
                                At_Least
                                One_Pump
                                Available
                                B3
2+-----] [-----] [-----] ( )-----
      1          2          3
      [0]
      Pump_2
      Available
      B3
      +-----] [-----]
      2
      [1]
    
```

 PLC-5 LADDER LOGISTICS Report header (c) ICOM Inc. 1987-1993
 PLC-5 Ladder Listing
 Duty/Standby Hydraulic Pump
 File #2 Proj:HYDPUMP Page:001 09:33 07/20/02

Şekil 9.35 İki hidrolik pompa için görevli/yedek işlemini kapsayan

tam program. Hata düzeltmede çok önemli olan, yorumlara ve notların kullanılmasına dikkat ediniz. Program ilk basamakta genel arızaları bulmak için tasarlanmıştır.

```

PLC-5 LADDER LOGISTICS Report header (c) ICOM Inc. 1987-1993
PLC-5 Ladder Listing
Duty/Standby Hydraulic Pump
File #2 Proj:HYDPUMP Page:002 09:33 07/20/02
-----

```

```

Pump_1      Pump_2      No Pumps
Available   Available   Available
  B3         B3         B3
3+-----] / [-----] / [-----]
  1          2          4
[0]         [1]

```

Latches -(L)- & -(U)- are used here because a latch maintains its state when the PLC is stopped or turned off. The Duty Selection isn't changed by the PLC power failures.

```

Pump_1
DutySelect      Pump_1_is
PushButton      Duty_Pump
  I:014         B3
4+-----] [-----] (L)-----
  11           11

```

```

Pump_2
DutySelect      Pump_1_is
PushButton      Duty_Pump
  I:014         B3
5+-----] [-----] (U)-----
  12           11

```

```

Pump_1_is      Pump_2_is
Duty_Pump      Duty_Pump
  B3           B3
6+-----] / [-----] ( )-----
  11           12
[5]

```

```

-----
PLC-5 LADDER LOGISTICS Report header (c) ICOM Inc. 1987-1993
PLC-5 Ladder Listing
Duty/Standby Hydraulic Pump
File #2 Proj:HYDPUMP Page:002 09:33 07/20/02

```

Şekil 9.35 (devamı) *Görevli/yedek işlemleriyle çalışan hidrolik pompalar İçin Tüm program*

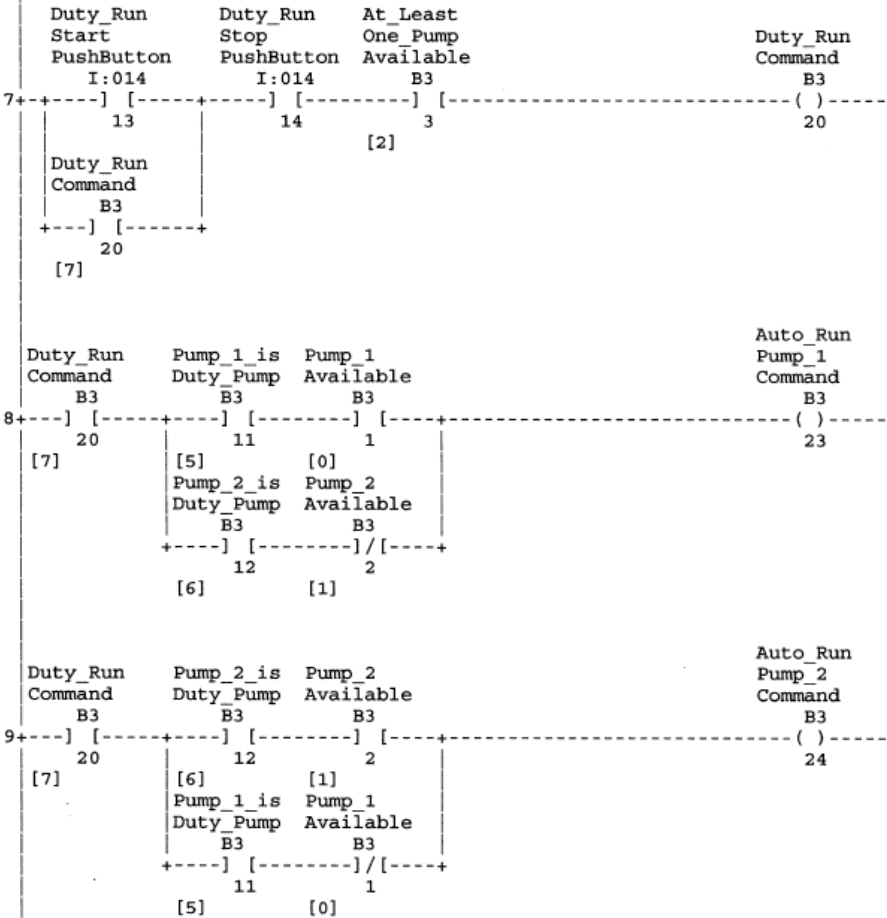
PLC-5 LADDER LOGISTICS Report header (c) ICOM Inc. 1987-1993
 PLC-5 Ladder Listing
 Duty/Standby Hydraulic Pump

File #2 Proj:HYDPUMP

Page:003

09:33 07/20/02

Duty Run tries to start the duty pump. If it fails, (i.e. the duty pump is, or becomes, not available), an attempt is made to start the standby pump. Note that Duty Run is not permitted unless at least one pump is available.



PLC-5 LADDER LOGISTICS Report header (c) ICOM Inc. 1987-1993
 PLC-5 Ladder Listing
 Duty/Standby Hydraulic Pump

File #2 Proj:HYDPUMP

Page:003

09:33 07/20/02

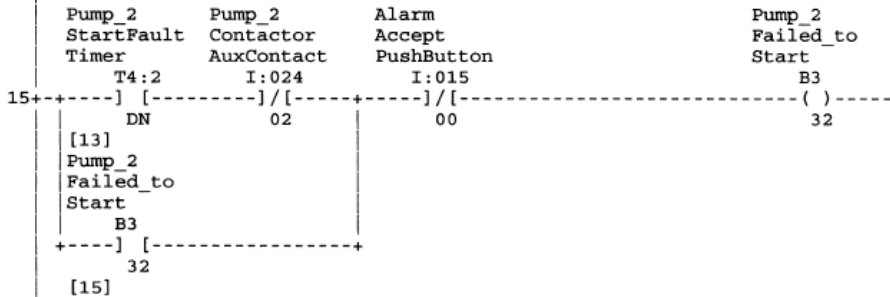
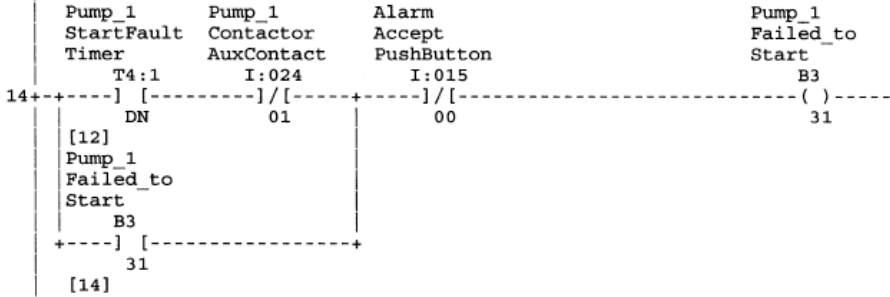
Şekil 9.35 (devamı) Görevli/yedek işlemleriyle çalışan hidrolik pompalar için tüm program

pompalar için tüm program

PLC-5 LADDER LOGISTICS Report header (c) ICOM Inc. 1987-1993
 PLC-5 Ladder Listing
 Duty/Standby Hydraulic Pump

File #2 Proj:HYDPUMP Page:006 09:33 07/20/02

Failed to Start Flags (see earlier comments on timers).
 Note these make the pump not available in the first two rungs



The next block of program checks that the pumps are delivering pressure.
 The Timers T11/T12 allow time for the system to reach working pressure.



PLC-5 LADDER LOGISTICS Report header (c) ICOM Inc. 1987-1993
 PLC-5 Ladder Listing
 Duty/Standby Hydraulic Pump

File #2 Proj:HYDPUMP Page:006 09:33 07/20/02

Şekil 9.35 (devamı) Görevli/yedek işlemleriyle çalışan hidrolik pompalar için tüm program

PLC-5 LADDER LOGISTICS Report header (c) ICOM Inc. 1987-1993
 PLC-5 Ladder Listing
 Duty/Standby Hydraulic Pump

File #2 Proj:HYDPUMP Page:007 09:33 07/20/02

```

Pump_2                               Pump_2
Contactor                             Pressure
AuxContact                             FaultTimer
I:024                                  +---TON-----+
17+---] [-----]-----+Timer On Delay +- (EN)-
      02                               |Timer:   T4:12|
                                       |Base (SEC): 1.0+- (DN)|
                                       |Preset:    5|
                                       |Accum:     0|
                                       +-----+
    
```

If we haven't achieved pressure when the timers finish, we declare a Pressure Fault and make the pump not available.

```

Pump_1  Accumultor  Alarm                               Pump_1
Pressure Pressure   Accept                               Pressure
FaultTimer Switch   PushButton                          Fault
T4:11    I:035      I:015                               B3
18+---] [-----] / [-----] / [-----] ( )-----+
      DN           07           00                       41

[16]
Pump_1
Pressure
Fault
B3
+---] [-----]-----+
      41
[18]
    
```

```

Pump_2  Accumultor  Alarm                               Pump_2
Pressure Pressure   Accept                               Pressure
FaultTimer Switch   PushButton                          Fault
T4:12    I:035      I:015                               B3
19+---] [-----] / [-----] / [-----] ( )-----+
      DN           07           00                       42

[17]
Pump_2
Pressure
Fault
B3
+---] [-----]-----+
      42
[19]
    
```

If both pumps are unable to obtain pressure there is probably some form of hydraulic fault.

```

Pump_1  Pump_2                               Probable
Pressure Pressure                             Hydraulic
Fault   Fault                                 Fault
B3      B3                                    B3
20+---] [-----] [-----] ( )-----+
      41      42                               43

[18]      [19]
    
```

21+-----[END]-----

PLC-5 LADDER LOGISTICS Report header (c) ICOM Inc. 1987-1993
 PLC-5 Ladder Listing
 Duty/Standby Hydraulic Pump

File #2 Proj:HYDPUMP Page:007 09:33 07/20/02

Şekil 9.35 (devamı) Görevli/yedek işlemleriyle çalışan hidrolik pompalar için tüm program

Bütün modern programlama yazılımı benzer kolaylıklar kapsar. Basamak 0 ve 1 kontrol ederek, pompa çalışmaya hazır mı değerlendirir. Fabrikada her pompada altı gerçek giriş vardır (MCC sağlıklı çalışma) ve iki giriş her iki pompa için de geçerlidir (Düşük yağ seviyesi ve Filtre dönüşü). Her bir pompada iki alarm sinyali vardır (Arızalı başlatma ve basınç hatası).

PLC-5 LADDER LOGISTICS Report header (c) ICOM Inc. 1987-1993
Miscellaneous Report Information and Format Key
Duty/Standby Hydraulic Pump

Misc Info Report Page:008 09:33 07/20/02

PLC-5 Program Information

Program Name..... C:\PLC5\PROGS\HYDPUMP
Processor Type..... PLC-5/25 Series:B Revision:A
35 Data Table Files use: 152 Words
3 Program Files use... 145 Words
Total number of rungs.... 21
PLC-5 Memory Free..... 13445 Words
PLC-5 Memory Size..... 13824 Words
Time done printing Report: 09:33:48
Company Name..... PLC Book Revision

Compressed Cross Reference Format Key:

- Xref Address used in rung #
/# - Xref Address used in rung # as a XIO contact (-|/|-)
w# - Xref Address used in rung # as a word.
wf# - Xref Address used in rung # as a word in a group of words used in a file
such as being used in the 'FILE A:' parameter in a File-To-File Move Instruction.
{b} - All following xref information is for bit/subelement 'b' in the Xref Address
[f] - All following xref information is for program file # 'f'

Examples:

I:011/00 - 2,3,4 <---- Normal Rung #'s indicate usage as OTE,OTL,OTU,XIC
/7,/8 <---- Slashes indicate usage as XIO
w25 <---- Indicates bit address is used as a word in this rung, such as a
MOV,TON,etc...

I:011/00 used as an XIC,OTE,OTL,or OTU in rungs 2,3 and 4.
Used as an XIO (-|/|-) in rungs 7 and 8
Used in rung 25 in a word instruction (such as a MOV)

I:010 - 5,10,15,f30 <---- Indicates address used as a word, such as in a TON,MOV,etc...
{3},10,15 <---- Indicates a specific bit in the cross referenced word is
used in an OTE,OTL,OTU,XIC (or XIO if '/' precedes rung #)
{5},23,/55 <---- Reference for address I:010 would be read as follows:

I:010 used as a word address in rungs 5,10,15 and 30, and rung 30 was a file reference.
Bit I:010/03 used in rungs 10 and 15.
Bit I:010/05 used in rungs 23 and 55, and rung 55 was an XIO (-|/|-)

PLC-5 LADDER LOGISTICS Report header (c) ICOM Inc. 1987-1993
Miscellaneous Report Information and Format Key
Duty/Standby Hydraulic Pump

Misc Info Report Page:008 09:33 07/20/02

Şekil 9.35 (devamı) Görevli/yedek işlemleriyle çalışan hidrolik pompalar için tüm program

Bu iki basamak çok önemlidir ve programın en başına konarak teknikerin arızayı saatiyle 15.00 'da olduğunu araştırabileceği yer olup; ne olup bittiğini anlamak için yalnızca bu iki basamağa

bakması iyi fikirdir.

Basamak 2 ve 3 pompaların geçerliliği hakkında sinyal üretir. Bunların yalnızca biri (B3/3) gerçekten kullanılacaktır, ama diğeri B3/4 ilerideki yazılım geliştirmeleri için eklenmiştir; alarm SCADA sistemine üretilmiştir.

Basamak 4, 5 ve 6; hangi pompayı seçerse o görevli pompadır. Mandallanır (Latches –L) ve burda –(U)– kullanılır böylece gerekli pompa seçimi tedarik kesmesinde tamamlanır. Dikkat: mantıkta pompa 1 veya pompa 2 seçilir; eğer biri değilse ötekidir. Hiçbir pompanın görevlendirilmemiş olması mümkün değildir. Bu türden küçük noktalar unutulur!

Basamak 7 ‘Duty Run’ [*Görevi çalış*] komutunu üretir. Burada iki noktayı vurgulayalım. Durdur butonunun akabinde normal olarak (arıza güvenlik) kontaklar kapanır, böylece programda normal kontak açma –] [– kısmı görünür. Biz, en az bir pompayı geçerli görevli yaparız (basamak 2’deki B3/3).

Basamak 8 ve 9, her pompa için otomatik çalıştırma sinyali üretir. Her basamaktaki dallanmalara dikkat edin. Eğer görevli pompa geçerli görevli pompa ise, çalıştırılıp çalıştırılmayacağı sorulur. Otomatik çalışma gerektiğinde eğer görevli pompa geçersiz ise, yedek pompa çalıştırılacaktır.

Basamak 10 ve 11 el ile yürütülen bakım [*maintenance*] komutlarından oluşur. Hangisi görevli/ veya hangisi yedek pompadır tartışılmaz ve görevli/yedek pompa değişimi yoktur.

Basamak 12 ve 13’te otomatik ve elle yürütülen komutların her ikisi de kullanılır. Dikkat ederiz ki; otomatik ve elle yürütülecek komutlar ayrıdır ve birbirleri arasında etkileşim yoktur. Program elle veya otomatik işletimdeki yan etkileri kaldırmak için değiştirilebilir. Birçok kişi, basamak 7’den 13’e dek olan kapsamı, yalnız iki basamağa sıkıştırmıştır, fazlasıyla yararlı, ama programın anlaşılması veya düzeltilebilmesi daha zorlaşmıştır. Basamakların sade tutulması, mantığının anlaşılabilirliğini artırır ve değiştirmeyi kolaylaştırır. İki zamanlayıcı (timers) (T4:1 and T4:2) hata kontrol bölümünün ilk kısmındadır. İki pompa kontaktörleri yardımcı kontaklara sahiptir ve kontaköre enerji sağlandıktan kısa süre sonra etkinleştirirler. İki zamanlayıcı kısa ara verecek (örneğin, (DN), bite enerji sağlanınca) bir saniye sonra bobine enerji sağlanacaktır. Bu kontakları yapmak

için geniş bir süredir.

Basamak 14 ve 15; starterdeki yardımcı kontakların yapılıp yapılmadığını denetler. Karşılık gelen zamanlayıcı aralığında, eğer yardımcı kontak yapılmadıysa hata bitleri B3/31 veya B3/32 ve mandal içindekilere enerji sağlanır. Bunlar basamak 0 ve 1'de karşılık gelen pompa geçerli olmadıkça dönerek yapılacaktır ve basamak 8 veya 9'da yedek pompanın değiştirilmesinin nedenidir. Arıza bitleri 'Alarm Accept' yani alarm alındı butonuna basılınca temizlenecektir.

İki pompa genel hattı besler ve hidrolik basınç, basınç anahtarı (I:35/07) ile denetlenir. Bu yapılıncaya (anlamı basınç iyidir) pompanın iki saniye içerisinde başlatılması ve ondan sonra çalışır olması sağlanır. Basamak 16 ve 17'deki zamanlayıcılar T4:11 ve T4:12, pompa çalışmaya başladıktan 5 saniye sonra basamak 18 ve 19'daki (bundan sonra sürekli çalışacak) basınç anahtarı durumunu denetler. Diyelim ki, motor ve pompa arasında kavrama hatası var, basınç düşecektir. Basınç arızası biti set edilerek, basamak 0 ve 1; pompanın geçerli olmadığını gösterecektir ve yedek pompanın devreye girmesi gerçekleşecektir.

Eğer her iki pompa da basınç hatası üretiyorsa, genel bir hidrolik arızası vardır, örneğin ciddi bir delik olması gibi. Bu ise basamak 20'de algılanmaktadır. Bir hidrolik arızası basamak 0 ve 1'deki her iki pompayı da geçersiz kılar.

9.14 S7-200 PLC'ler için Örnekler

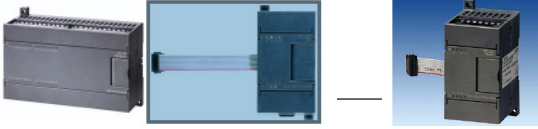
Önceki örnekler PLC 5F için yapılmıştı. Motor kontrolüne ve motor kontrolü ile pompa düzeneğine ilişkin birkaç basit PLC örneğini ise Siemens S7-200 PLC ailesi için vereceğiz. Siemens S7-200'ün genişleme özellikleri ve konu motor kontrol olunca motorlarla ilgili verileri de paylaşmak gerekiyor.

PLC'nin Giriş Çıkış Sayısının Arttırılması Gereken Durumlar

Proje tasarımlarında, PLC'nin giriş ya da çıkış sayısının yetersiz kaldığı durumlarda genişletme modülü kullanılarak giriş çıkış sayıları artırılabilir. Uygulama gereksinimlerinizi karşılamak üzere, S7-200 ailesi pek çok değişik genişleme modülleri içermektedir. Bu genişleme modüllerini S7-200 CPU'nun işlevlerini arttırmak için kullanabilirsiniz.

Değişik sayıda giriş çıkış genişleme işlemlerinde ihtiyacın giderilmesi için birçok

seçenek bulunmaktadır. Giriş ve çıkış genişleme modülleri ayrı ayrı üretilebileceği gibi hem giriş hem de çıkış sayısının artırılma işlemi tek bir modülle de mümkündür. EM223 genişleme modülü buna bir örnek olarak verilebilir.



EM 223 DC/RELAY EM 221 DC EM 222 RELAY
genişleme modülü genişleme modülü

Giriş ve çıkış için ayrı ayrı genişleme modüllerin kullanılması yerine tek bir genişletme modülü kullanılarak hem maliyetten hem de alandan tasarruf sağlanmış olur.

Dijital Giriş Çıkış Modüllerinin Yapısı ve Özellikleri

Dijital genişleme modülleri

Modül Adı ve Tanımı	Boyutlar (mm) (W x H x D)	Ağırlık	Tüketim	VDC Gereksinimi	
				+5 VDC	+24 VDC
EM 221 DI 8 x 24 VDC	46 x 80 x 62	150 g	2 W	30 mA	-
EM 221 DI 8 x AC 120/230 V	71.2 x 80 x 62	160 g	3 W	30 mA	-
EM 222 DO 8 x 24 VDC	46 x 80 x 62	150 g	2 W	50 mA	-
EM 222 DO 8 x Röle	46 x 80 x 62	170 g	2 W	40 mA	ON: 9 mA/çıkış, 20.4 ila 28.8 VDC
EM 222 DO 8 x AC 120/230 V	71.2 x 80 x 62	165 g	4 W	110 mA	-
EM 223 24 VDC 4 In/4 Out	46 x 80 x 62	160 g	2 W	40 mA	-
EM 223 24 VDC 4 In/4 Röle	46 x 80 x 62	170 g	2 W	40 mA	ON: 9 mA/çıkış, 20.4 ila 28.8 VDC
EM 223 24 VDC 8 In/8 Out	71.2 x 80 x 62	200 g	3 W	80 mA	-
EM 223 24 VDC 8 In/8 Röle	71.2 x 80 x 62	300 g	3 W	80 mA	ON: 9 mA/çıkış, 20.4 ila 28.8 VDC
EM 223 24 VDC 16 In/16 Out	137.3 x 80 x 62	360 g	6 W	160 mA	-
EM 223 24 VDC 16 In/16 Röle	137.3 x 80 x 62	400 g	6 W	150 mA	ON: 9 mA/çıkış, 20.4 ila 28.8 VDC

Dijital genişleme modülü giriş özellikleri

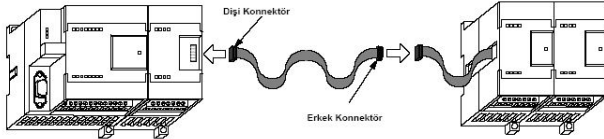
Genel	24 VDC Giriş	120/230 VAC Giriş (47 to 63 HZ)
Tip	Sink/Source (IEC Tip 1 sink)	IEC Tip I
Nominal gerilim	24 VDC, 4 mA'de	120 VAC, 6 mA'de veya 230 VAC, 9 mA'de
Gerilim aralığı	30 VDC	264 VAC
Anlık akım (maks.)	35 VDC, 0.5 sn için	-
Lojik 1 (min.)	15 VDC, 2.5 mA'de	79 VAC, 2.5 mA'de
Lojik 0 (maks.)	5 VDC, 1 mA'de	20 VAC veya 1 mA AC
Giriş gecikmesi (maks.)	4.5 msn	15 msn
2 kablolu yaklaşım şalteri bağlantısı (Bero)		
İzin verilen sızıntı akımı (maks)	1 mA	1 mA AC
İzolasyon		
Optik (galvanik, sahadan lojiğe)	500 VAC, 1 dk için	1500 VAC, 1 dk için
İzolasyon grupları	Bağlantı şekillerine bakınız	1 nokta
Aynı anda ileten girişler	55° C'de tamamı	55° C'de tamamı
Kablo uzunluğu (maks.)		
Ekranlı	500 m	500 m
Ekranlı	300 m	300 m

Dijital genişleme modülü çıkış özellikleri

Genel	24 VDC Çıkış	Röle Çıkış	120/230 VAC Çıkış
Tip	Yarı iletken MOSFET ¹	Serbest kontak	Triak, sıfır geçişi ²
Nominal gerilim	24 VDC	24 VDC veya 250 VAC	120/230 VAC
Gerilim aralığı	20.4 ila 28.8 VDC	5 ila 30 VDC veya 5 ila 250 VAC	40 ila 264 VAC (47 ila 63 Hz)
24 VDC bobin gerilim aralığı	-	20.4 ila 28.8 VDC	-
Anlık akım (maks.)	8 A, 100 msn için	7 A, kontak kapalıyken	5 A rms, 2 AC periyot için
Lojik 1 (min.)	20 VDC	-	L1 (-0.9 V rms)
Lojik 0 (maks.)	0.1 VDC	-	-
Nokta başına nominal akım (maks.)	0.75 A	2.00 A	0.5 A AC ³
Ortak dönüş başına nominal akım (maks.)	6 A	8 A	0.5 A AC
Sızıntı akımı (maks.)	10 mikroA	-	1.1 mA rms, 132 VAC'de ve 1.8 mA rms, 264 VAC'de
Sürülebilir lamba gücü (maks.)	5 W	30 W DC/200 W AC	60 W
Inductive clamp voltage	L+ ekisi 48 V	-	-
On durumu direnci (kontak)	0.3 Ohm (maksimum)	0.2 Ohm (yeni iken)	410 Ohm (Yük akımı 0.05 A'den düşük iken)
İzolasyon			
Optik (galvanik, sahadan lojiğe)	500 VAC, 1 dk için	-	1500 VAC, 1 dk için
Lojikten kantağa	-	Yok	-
Kontaktan kantağa	-	1500 VAC, 1 dk için	-
Direnç (lojikten kantağa)	-	750 VAC, 1 dk için	-
İzolasyon grupları	Bağlantı şekillerine bakınız	100 MOhm (yeni iken min.)	1 nokta
Gecikme Off'tan On'a/On'dan Off'a (maks.)	50 mikrosn maks./200 mikrosn	-	0.2 msn + 1/2 AC periyot
Anahtarlama (maks.)	-	10 msn	-
Darbe frekansı (maks.) Q0.0 ve Q0.1	-	1 Hz	10 Hz
Kontak mekanik ömrü	-	10,000,000 (no load)	-
Kontak ömrü	-	100,000 (rated load)	-
Aynı anda ileten çıkışlar	55° C'de tamamı	55° C'de tamamı	55° C'de tamamı
İki çıkışın paralel bağlantısı	Mümkün	Mümkün değil	Mümkün değil
Kablo uzunluğu (maks.)			
Ekranlı	500 m	500 m	500 m
Ekranlı	150 m	150 m	150 m

Dijital Giriş Çıkış Modüllerinin PLC ve Çevre Elemanları ile Bağlantısı

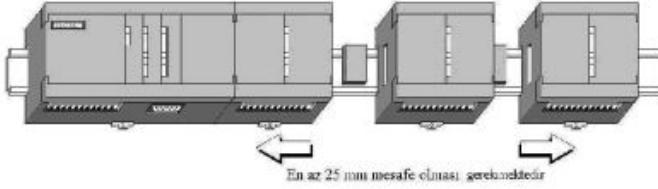
Genişleme modülleri PLC'ye bir konektör yardımı ile bağlanır. Bağlantı yapılan her modül kendinden bir önceki modülün adresleme rakamını takip eder.



Genişleme modüllerinin PLC ve kendi aralarındaki bağlantıları

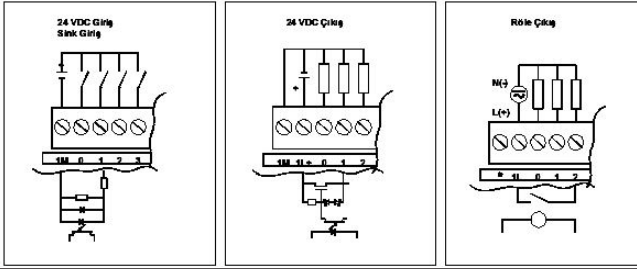
Şekildeki bir PLC'ye bağlanan genişleme modüllerinin ağırlıklı olarak yapılabileceği bir durumları görülmektedir. PLC ve genişleme modülleri arasında

minimum 25mm mesafenin korunması gerekmektedir.



PLC'ye bağlanan genişleme modüllerinin bara üzerindeki durumu

Aşağıda çeşitli dijital giriş ve çıkış modüllerinin bağlantı şemaları görülmektedir.



Dijital giriş ve çıkış modüllerinin bağlantıları

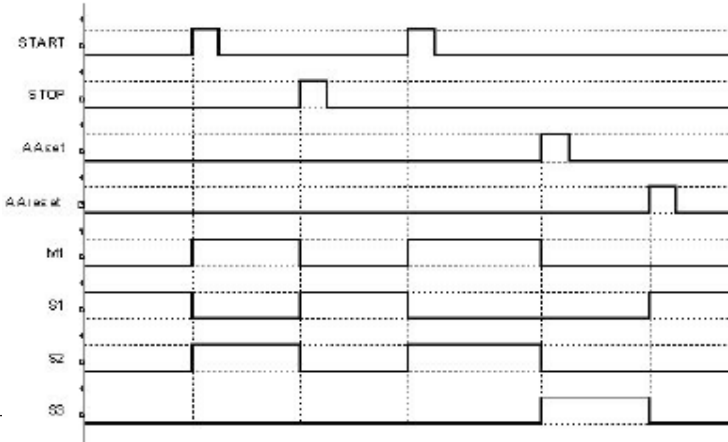
Örnek 1: Asenkron motoru aşırı akım rölesi ile çalıştırılmalı ve çalışmayı sinyalizasyon ile gösterelim.

Kullanılacak malzemeler:

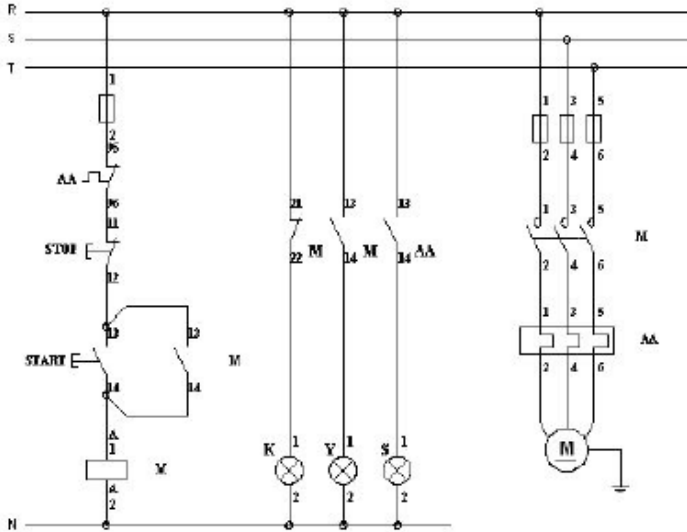
	Malzemenin adı	Adedi	Malzemenin özellikleri
1	PLC cihazı	1	S7-200 / CPU-222
2	3~ Asenkron Motor	1	-
3	Kontaktör	1	A.A
4	Sinyal lambası	3	3 ayrı renk
5	Start butonu	3	Ani temaslı
6	Aşırı akım rölesi	1	-
7	AC güç kaynağı	1	AC, 0-220 V, 5A
8	DC güç kaynağı	1	DC, 0-24 V, 5A
9	Bağlantı kabloları	-	Değişik uzunlukta

3~bir asenkron motor START butonu ile sürekli çalıştırılacaktır. Motor STOP butonuna basıldığında duracaktır. Ayrıca motor aşırı akım rölesi ile korunacaktır. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil, aşırı akım rölesi koruma yapıp devreyi açtığında ise sarı lamba ile sinyalizasyon sağlanacaktır. İstenilen koşulları sağlayan sistemin akış diyagramını, kontrol ve güç devresini çizelim. PLC programını yaparak PLC üzerinde gösterelim.

1- Önce sistemin akış şemasını çıkartalım:



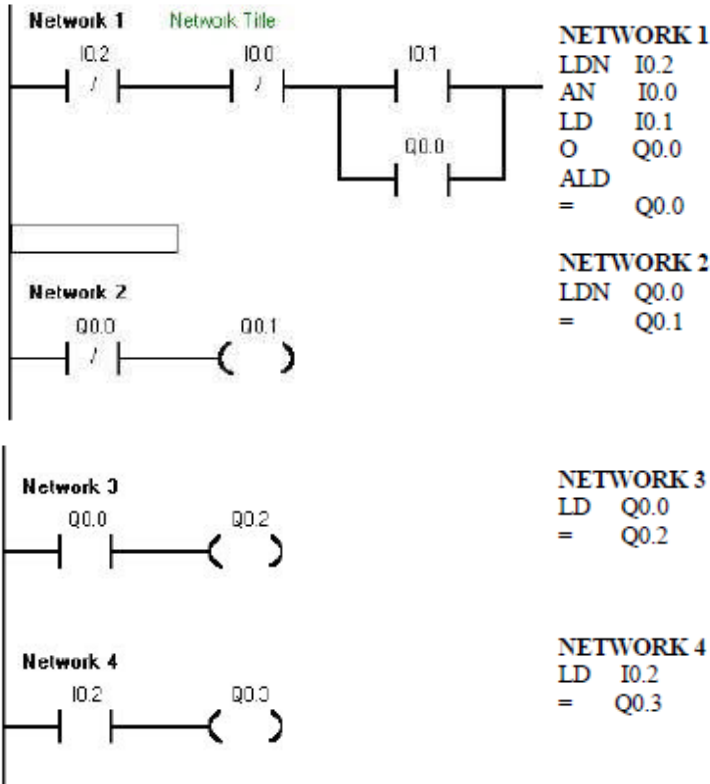
2-Şimdi de sistemin güç ve kontrol şemasını çıkartalım:



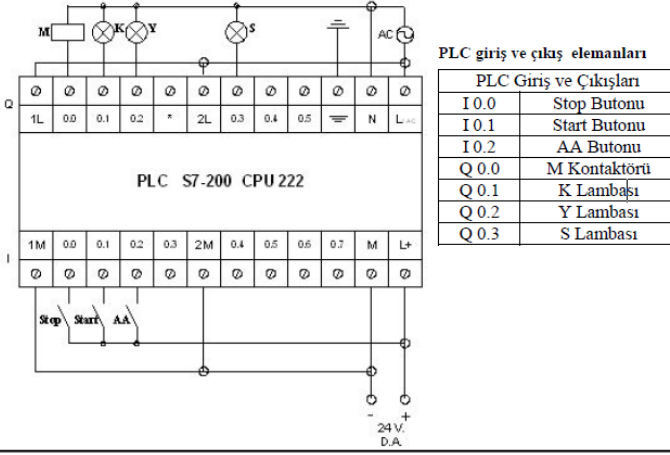
3- Sistemin merdiven diyagramı ve STL komut listesi ise aşağıdaki gibi olacaktır:

Merdiven

STL



4- Sistemin PLC giriş çıkış bağlantıları ise aşağıdaki gibi olacaktır.



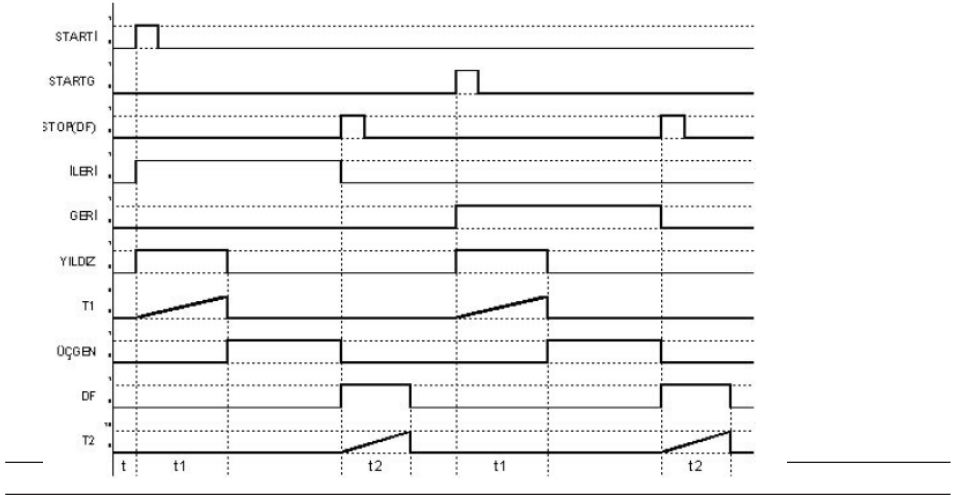
Örnek 2: Bir Asenkron Motorun İleri Geri, Yıldız / Üçgen, Dinamik Frenlemeli Olarak Çalıştırılması

Kullanılacak Malzemeler

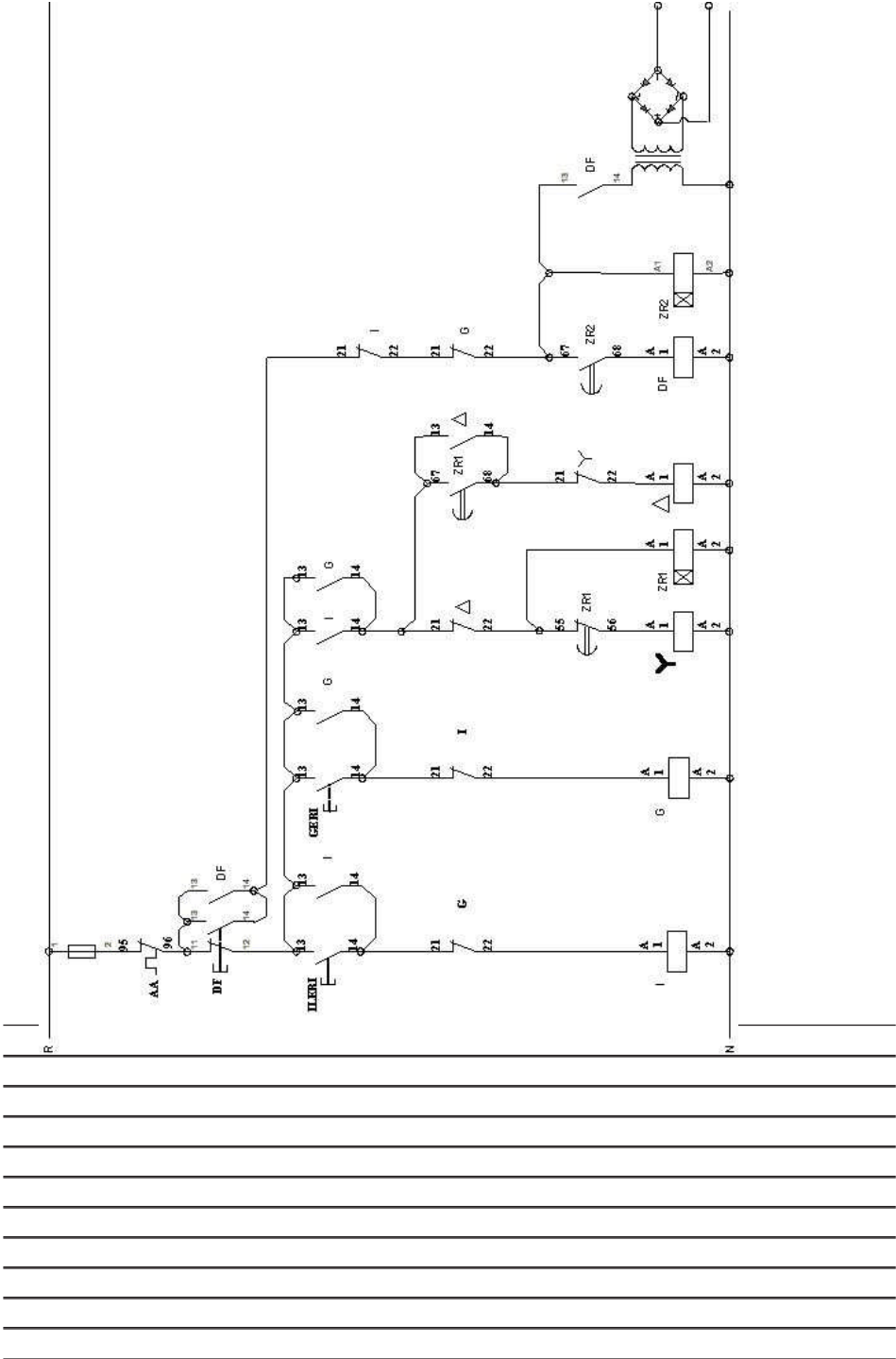
	Malzemenin adı	Adedi	Malzemenin özellikleri
1	PLC cihazı	1	S7-200 / CPU-222
2	3~ Asenkron Motor	1	λ/Δ yol verilebilir güçte
3	Kontaktör	5	A.A
4	Start butonu	3	Anı temaslı
5	AC güç kaynağı	1	AC, 0-220 V, 5A
6	DC güç kaynağı	1	DC, 0-220 V, 5A ayarlı
7	Bağlantı kabloları	-	Değişik uzunlukta

3~ bir asenkron motor ileri ve geri yönde çalıştırılacaktır. Her iki yönde de motora yıldız/üçgen olarak yol verilecektir. Motor stop butonuna basıldığında dinamik frenleme kullanılarak frenlenecektir. Belirlenen süre sonunda frenleme otomatik olarak son bulacaktır.

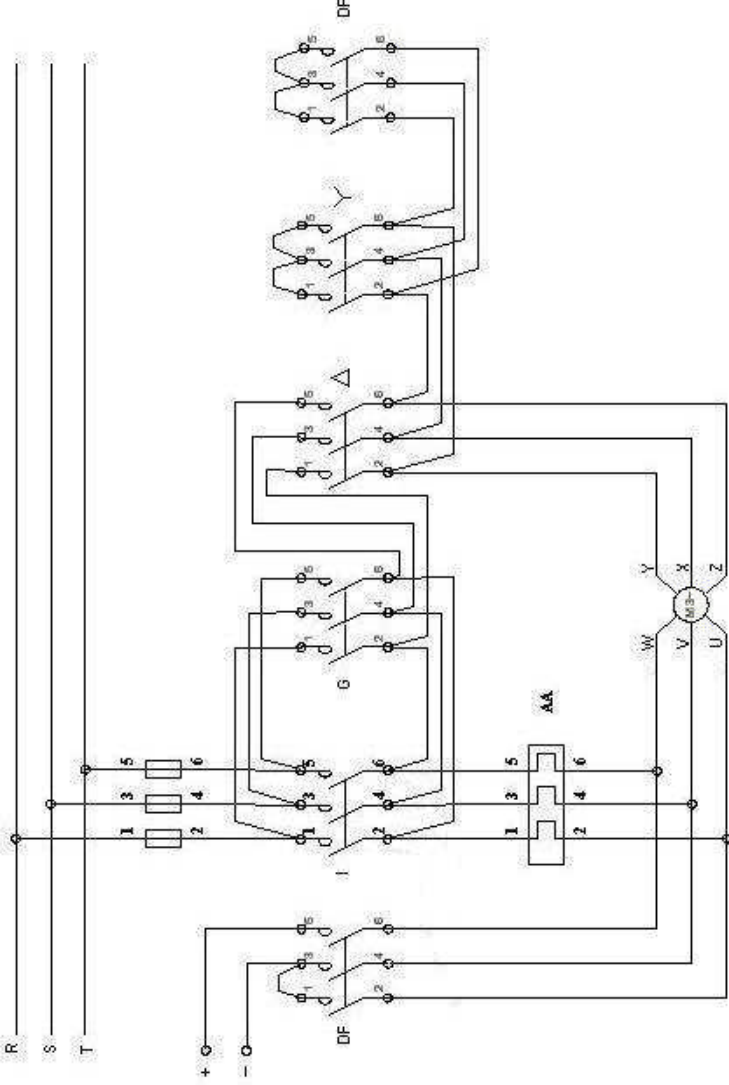
1-Sistemin akış şeması:



2/a- Sistemin kontrol devresi:

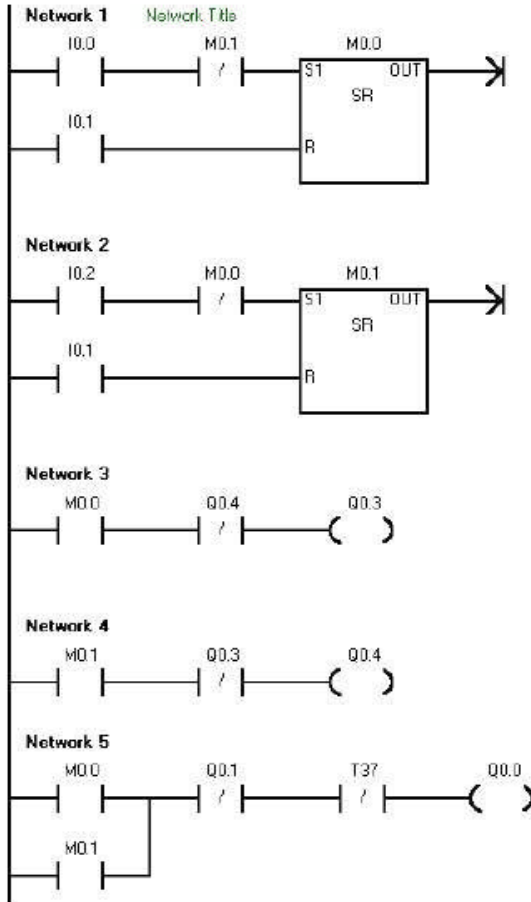


2/b- Sistemin güç devresi



3- Sistemin merdiven diyagramı ve STL komut listesini çıkartalım

Merdiven Diyagramı



STL Komut Listesi

NETWORK 1

```
LD I0.0
AN M0.1
LD I0.1
NOT
A M0.0
OLD
= M0.0
```

NETWORK 2

```
LD I0.2
AN M0.0
LD I0.1
NOT
A M0.1
OLD
= M0.1
```

NETWORK 3

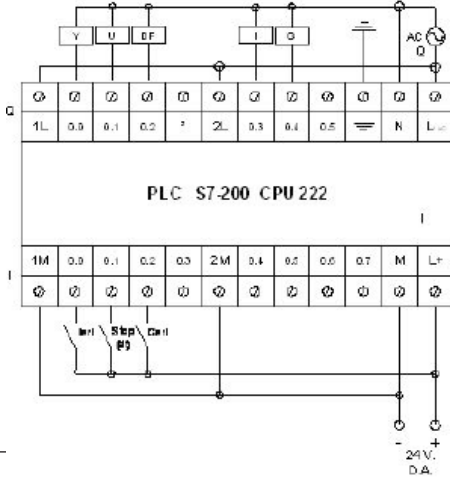
```
LD M0.0
AN Q0.4
= Q0.3
```

NETWORK 4

```
LD M0.1
AN Q0.3
= Q0.4
```

NETWORK 5

```
LD M0.0
O M0.1
AN Q0.1
AN T37
= Q0.0
```

PLC giriş ve çıkış elemanları

PLC Giriş ve Çıkışları	
I 0.0	İleri Butonu
I 0.1	Stop(DF) Butonu
I 0.2	Geri Butonu
Q 0.0	Yıldız Kont.
Q 0.1	Üçgen Kont.
Q 0.2	Din Fren Kont.
Q 0.3	İleri Kont.
Q 0.4	Geri Kont.

Örnek 3: İlave Giriş Çıkış Modülü Kullanılarak Yapılan Motorlu Pompa Sistemi

Bir atık su toplama haznesi iki pompa ile boşaltılmaktadır. Sistemin çalışma şekli ve gerekli bilgiler ile kullanılacak malzemeler aşağıda verilmiştir. İstenilen koşulları sağlayan sistemin akış diyagramını, kumanda ve güç devresini çizelim. PLC programını yaparak PLC üzerinde giriş çıkışlarını gösterelim.

1. Pompa

1.1 Başlatma

Pompa manuel olarak S2 yaylı butonuna basılarak ya da sürekli çalışma hâlinde suyun B1 su seviye algılayıcısının bulunduğu düzeye ulaşması ile otomatik olarak çalışmaya başlar.

1.2 Durdurma

Eğer, su seviyesi B0 algılayıcısının bulunduğu seviyenin altına inerse pompa otomatik olarak durur. Pompa aynı zamanda herhangi bir anda S1 butonuna basılarak ya da motorun aşırı akım çekmesi hâlinde aşırı akım rölesi kontaklarının açılması ile durdurulabilir.

2. Pompa

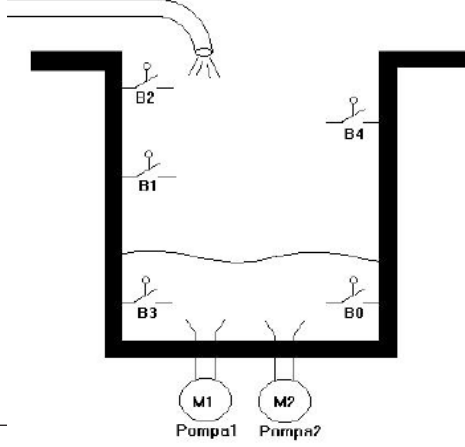
2.1 Başlatma

Pompa manuel olarak S4 yaylı butonuna basılarak ya da sürekli çalışma hâlinde suyun B4 su seviye algılayıcısının bulunduğu düzeye ulaşması hâlinde otomatik olarak çalışmaya başlar.

2.2 Durdurma

Su seviyesi B3 su seviye algılayıcısının bulunduğu seviyenin altına düştüğünde pompa otomatik olarak durur. Pompa aynı zamanda herhangi bir anda S3 butonuna basılarak ya da motorun aşırı akım çekmesi hâlinde aşırı akım rölesinin normalde kapalı olan kontaklarının açılması ile durdurulabilir. H0-

H3 lambaları pompaların çalışma durumlarını gösterir. Her iki pompa da S0 durdurma butonuna basılarak durdurulabilir. Su seviyesi B2'ye ulaşmışsa ya da pompalardan biri aşırı akımdan dolayı devre dışı kalmışsa H4 alarmı çalmalıdır.

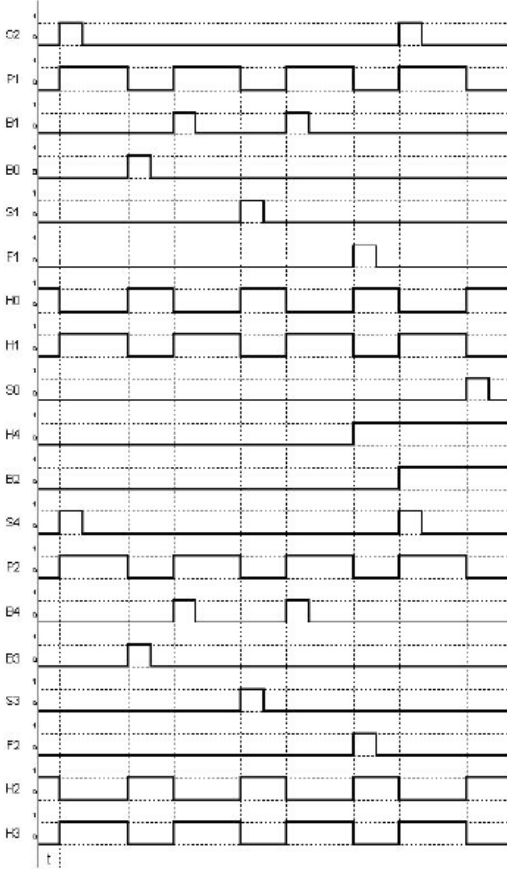


Sistem yukarıda görüldüğü gibi bir fiziki yapıya sahiptir. Atık su deposu farklı seviyelerde algılayıcılar ile kontrol edilmektedir. Sıvı seviye algılayıcılarından alınan sinyallere göre Pompa1 ve Pompa 2 devreye girerek atık suyu tahliye etmektedir ve kullanılan malzemeler de aşağıdaki gibidir.

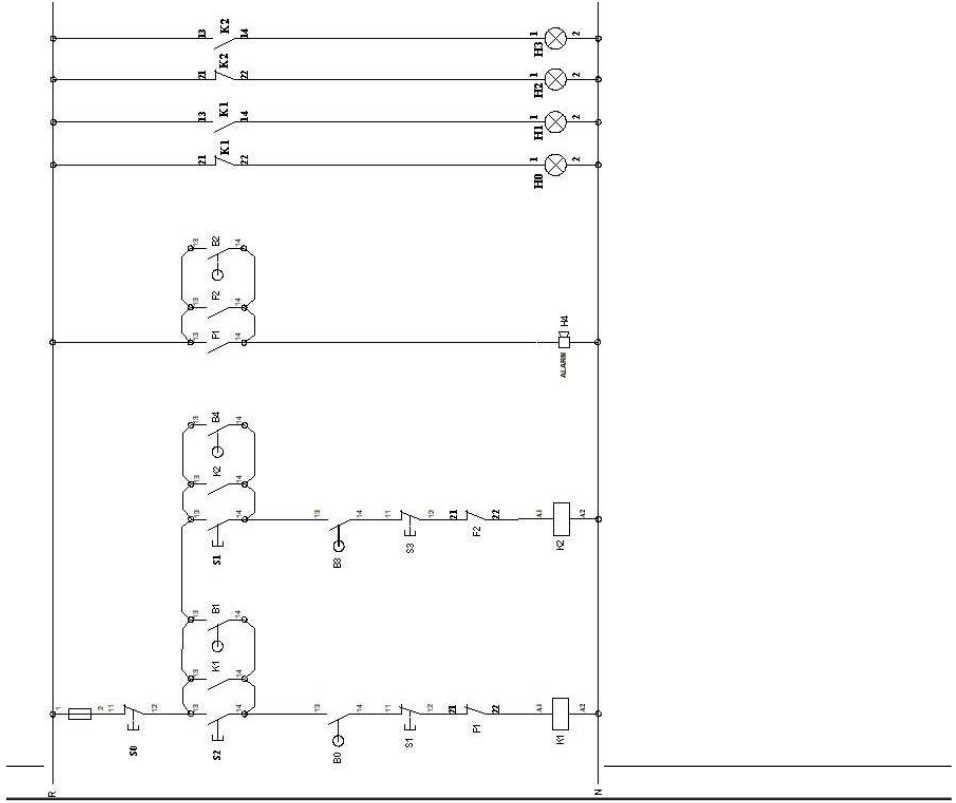
Malzeme Listesi

	Malzemenin adı	Adedi	Malzemenin özellikleri
1	PLC cihazı	1	S7-200 / CPU-222
2	Asenkron Motor	2	Üç fazlı
3	Kontaktör	2	A.A
4	Start butonu	5	Ani temaslı
5	AC güç kaynağı	1	AC, 0-220 V, 5A
6	DC güç kaynağı	1	DC, 0-24 V, 5A
7	Bağlantı kabloları	-	Değişik uzunlukta
8	Sinyal Lambası	4	-
9	Alarm	1	-
10	Sıvı Seviye Algılayıcı	5	-
11	Aşırı Akım Rölesi	2	-

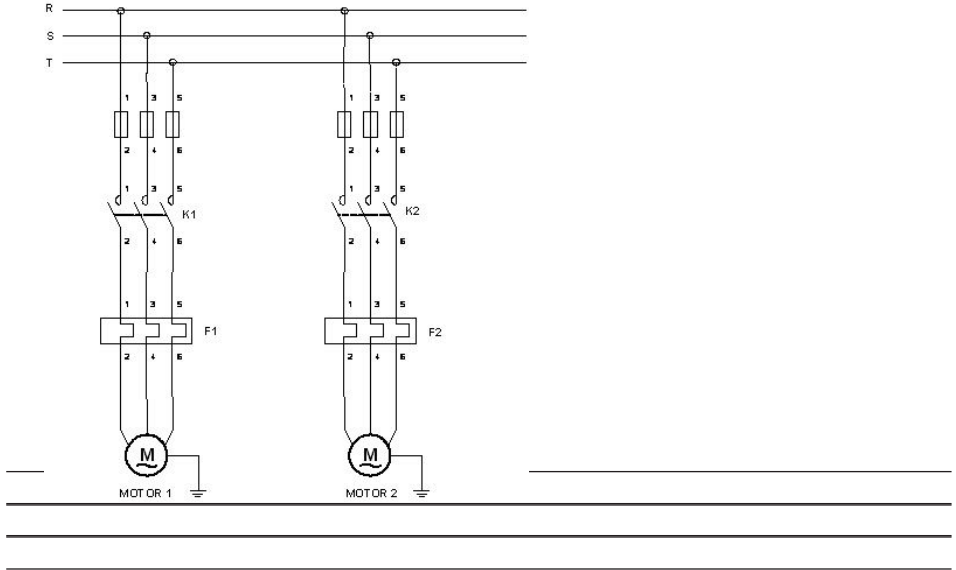
1- Sistemin akış şeması aşağıdaki gibidir:



2- Sistemin kontrol devresi aşağıdadır:



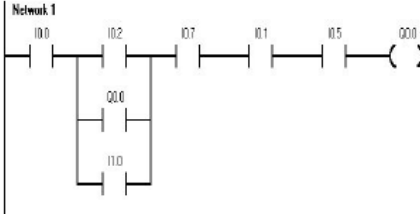
2/b Sistemin güç devresi aşağıdadır:



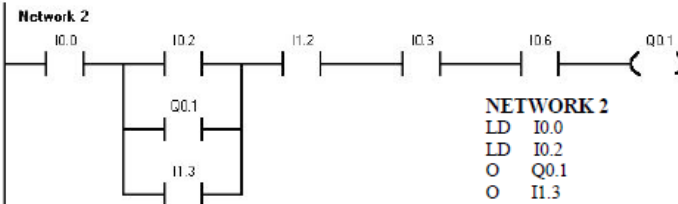
3- Şimdi de Merdiven diyagramını çizip STL Komut Listesini çıkartalım

Ladder

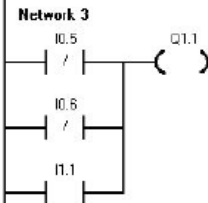
STL

**NETWORK 1**

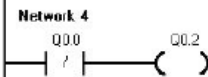
```
LD I0.0
LD I0.2
O Q0.0
O I1.0
ALD
A I0.7
A I0.1
A I0.5
= Q0.0
```

**NETWORK 2**

```
LD I0.0
LD I0.2
O Q0.1
O I1.3
ALD
A I1.2
A I0.3
A I0.6
= Q0.1
```

**NETWORK 3**

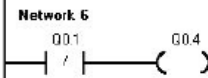
```
LDN I0.5
ON I0.6
O I1.1
= Q1.1
```

**NETWORK 4**

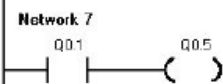
```
LDN Q0.0
= Q0.2
```

**NETWORK 5**

```
LD Q0.0
= Q0.3
```

**NETWORK 6**

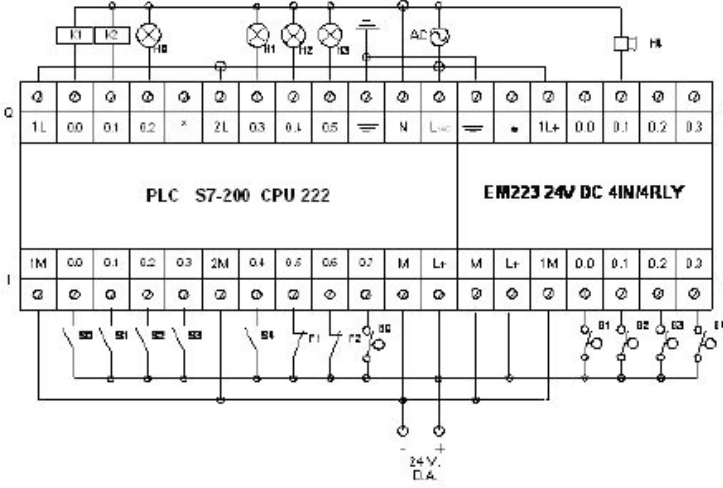
```
LDN Q0.1
= Q0.4
```

**NETWORK 7**

```
LD Q0.1
```

```
= Q0.5
```

4- Son olarak PLC giriş ve çıkışlarını görelim...



PLC giriş ve çıkış elemanlarının bağlantısı

PLC Giriş ve Çıkışları			
I 0.0	S0	Q 0.0	K1
I 0.1	S1	Q 0.1	K2
I 0.2	S2	Q 0.2	H0
I 0.3	S3	Q 0.3	H1
I 0.4	S4	Q 0.4	H2
I 0.5	F1	Q 0.5	H3
I 0.6	F2	Q 1.1	H4
I 0.7	B0		
I 1.0	B1		
I 1.1	B2		
I 1.2	B3		
I 1.3	B4		

KONTROL SİSTEMLERİNDE PROGRAMLANABİLİR DENTLEYİCİLER 2

Yayına Hazırlayan **Aydın Bodur**

...

EMO Yönetim Kurulu 42. Dönem’de(Kasım 2010) bir yayın portalı oluşturdu. Bu yayın portalı üzerinde,daha önce de sürdürmekte olduğumuz, basılı dergilerimizin İnternet sürümleri, basılı kitaplarımızın tanıtımları ve çevrim içi satın alma olanakları ile doğrudan İnternet üzerinden bilgi-sayarınıza indirebileceğiniz e-kitapları çok düşük bedellerle edinebilme olanağına sahip olacaksınız.

İnternet sitemiz üzerinden e-kitap dağıtım hizmetini, yakında hizmete girecek olan EMO Yayın Portalı’nın öncülü olan, sitemizin yayın bölümünde yer alan e-kitaplarla uzunca bir süredir veriyorduk.

Yayınlarımızı izleyenler hatırlayacaktır, ilk e-kitabımız, EMO üyesi Arif Künar’ın “Neden Nükleer Santrallere Hayır” kitabının PDF baskısıydı. Hükümetin Akkuyu’da nükleer santral kurma inadı maalesef hala kırılmadı. Dört yıl önce bastığımız bu kitap hala güncel!...

EMO’nun İnternet sitesi üzerinden hizmete giren bu yeni sitemizde yeni e-kitaplarla hizmete açıldı. Sizlerde varsa yayınlamak istediğiniz kitaplarınızı, notlarınızı bize iletebilirsiniz. Bu yayınlar yayın komisyonumuzun değerlendirmesinden sonra uygun bulunursa yayınlanacak ve eser sahibine EMO ücret tarifesine göre ücret ödenecektir. E-Kitaplar tarafımızdan yayınlandıkça üyelerimize ayrıca eposta ile iletilecektir.

Saygılarımızla

Elektrik Mühendisleri Odası
43 Dönem Yönetim Kurulu

...



TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

İhlamur Sokak No:10 Kızılay Ankara

Tel: [312] 425 32 72 Faks: [312] 417 38 18

EMO Kitap: <http://kitap.emo.org.tr>

EMO YAYIN NO: EK / 2012/ 518

ISBN: 978-605-01-0246-9