

56344

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKNİK EĞİTİMDE
PROGRAMLANABİLİR DENETLEYİCİLER
(PLC) EĞİTİMİ

ELEKTRİK EĞİTİMİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
Ahmet FENERCİOĞLU

56344

DANIŞMAN
Prof.Dr.Sezgin ALSAN

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

HAZİRAN 1996, İSTANBUL

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
TEŞEKKÜR.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Programlanabilir Lojik Denetleyiciler ve Tarihi Gelişimi.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	3
1.3 Ülkemizdeki PLC Eğitiminin Son Durumu.....	3
2. PLC'NİN DONANIM ELEMANLARI.....	6
2.1 Giriş/Çıkış (I/O) Birimi.....	6
2.1.1 Ayrık Giriş/Çıkış (I/O) Birimleri.....	7
2.1.2 Analog Giriş/Çıkış Birimi.....	10
2.2 Merkezi İşlem Birimi (Central Processing Unit-CPU).....	11
2.3 Bellek Dizaynı.....	11
2.4 Programlama Cihazları.....	12
2.5 Programın Yürütülmesi.....	14
3. PLC PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ.....	16
3.1 Temel Lojik İşlemlerin Programlanması.....	16
3.1.1 Devre, Altdevre veya Blok Başlatma.....	16
3.1.2 Çıkışı Atama İşlemleri.....	17
3.2 Ladder (Merdiven) Diyagram Tekniğiyle Programlama.....	18
3.3 Kontaklı Kumanda Devresi İle, PLC Çalışma Şeklinin Karşılaştırılması.....	19
3.4 Kombinasyonel Devreler.....	29
3.5 Ardışıl Devreler.....	29
4. İNCELENEN PLC LERİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ (Specifications).....	33
4.1 Mitsubishi F1 20MR.....	33
4.2 Idec FA1-J.....	34

4.3 Siemens Simatic S5-90U.....	36
4.4 AEG Teachware Modicon A 020.....	36
5. LOJİK İŞLEM KOMUTLARI.....	38
5.1 Ladder Basamağına Başlama Komutları.....	38
5.2 Seri Kontak Bağlama Komutları.....	40
5.3 Paralel Kontak Bağlama Komutları.....	41
5.4 Kontak Bloklarını Bağlama Komutları.	42
5.5 SET ve RESET Komutları.	46
5.6 Tek Çıkış (Single Output) Komutları.	47
5.7 Program Kontrol Komutları (Master Control).	49
5.8 Atlama (JUMP) Komutları.....	51
6. PLC FONKSİYONLARI ve PROGRAMLANMASI.	55
6.1 Zamanlayıcılar (Timers) ve Programlanması.....	55
6.1.1 Eğitimi Verilen PLC lerin Zamanlama Fonksiyonları.....	56
6.2 Sayıcılar (Counters) ve Programlanması.....	64
6.2.1 İncelenen PLC lere Göre Sayıcılar.....	65
6.3 Kaydırmalı Kaydediciler (Shift Registers).	71
7. VERİ İŞLEME ve HESAPLAMA FONKSİYONLARI.....	76
7.1 Çeşitli PLC lere Göre Veri İşleme ve Hesaplama Fonksiyonları.....	76
7.2 Simatic Karşılaştırma Fonksiyonları.....	81
7.3 Simatic Aritmetik İşlemler.....	82
8. EĞİTİM UYGULAMALARI.	83
8.1 Kontak Bağlantıları İçin Eğitim Uygulamaları.....	83
8.2 Bir Lojik Devrenin PLC ile Gerçekleştirilmesi.....	89
8.3 Üç Fazlı Asenkron Motora Yıldız/Üçgen Yolverme.....	92
8.4 Üç Çıkışın Çalışmasına Ait Zaman Diyagramının PLC ile Gerçekleştirilmesi	97

9. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	102
9.1 PLC Dersi Müfredat Programı.....	103
KAYNAKLAR.....	106
ÖZGEÇMİŞ.....	107
EK-1.....	108



ÖNSÖZ

Bilgi çağına girerken bütün dünyanın önemle üzerinde durduğu ve giderek daha fazla kaynak ayırdıkları sektör eğitimidir. Bilim ve teknolojideki gelişmelere paralel olarak eğitimde kaliteyi yükseltmek ve endüstriyel ortamlara, Mili Eğitimin amaçları çerçevesinde kalifiye teknik eleman yetiştirmek biz Teknik Eğitimcilerin temel görevidir.

Ülkemizde ekonomik, sosyal, ve kültürel alanlarda olduğu gibi sanayi alanında da önemli gelişmeler olmaktadır. Nitelikli insangücü ihtiyacının giderek arttığı ülkemizde mesleki ve teknik eğitim büyük önem kazanmaktadır.

Bu alandaki ihtiyacı karşılayabilmek için çağdaş bilim ve teknolojik metodları bilen, yorumlayan, kullanan, geliştiren ve alanındaki yeniliklere adapte olabilen üretken teknik eleman gücünün yetiştirilmesi gerekmektedir.

Bu teknolojik ihtiyaçlardan birisi de işletmelerde ürün kalitesinin artırılması, hızlı üretimin sağlanması ve personel sayısının azaltılması gibi avantajları sağlamak için fabrika üretim sistemlerinin otomasyona geçirilmesidir. Bunu sağlamak için kullanılan otomatik kontrol cihazları genellikle PLC tabanlı sistemlerdir.

Bu sistemleri kullanabilecek, programlayacak ve bakım desteğini sağlayabilecek teknik elemanların yetiştirilmesi için gerekli olan PLC Eğitimi bu çalışmada inceledim. Denetleyicilerin kullanılışı, programlanması üretici firma, marka ve modele göre değiştiğinden dolayı okullarımızda ve piyasada en çok kullanılan PLC leri seçerek bunlar üzerine bir eğitim çalışması yaptım. Programlanabilir Denetleyiciler Eğitiminin verildiği Endüstriyel Okullarda eğitimciler için ve piyasada çalışan teknik elemanlar için başvurulacak bir kaynak olduğuna inanıyor istifadenize sunuyorum.

Ahmet FENERCİOĞLU

Haziran 1996

TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmalarında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Bilgisayar Eğitimi Anabilimdalı Başkanı Prof.Dr.Sezgin ALSAN Bey'e, Bölüm asistanlarından kıymetli arkadaşım Selçuk ATIŐ Bey'e, Simav Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik-Elektronik Bölümü Araştırma Görevlilerine ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ahmet FENERCİOğLU

ÖZET

Bu çalışmada, teknik okullarda okutulan Programlanabilir Denetleyiciler dersi için kaliteli standartlarda bir eğitim vermek amaçlanmıştır. Bu hedef doğrultusunda hazırlanan tez dokuz bölümden oluşmaktadır.

1. Bölüm giriş bölümüdür. Burada Programlanabilir Lojik Kontrolörlerin (PLC) tarihi gelişimi ve ülkemizde mesleki ve teknik okullarda PLC eğitiminin son durumu anlatılmıştır.

2. Bölümde PLC lerin donanım elemanları açıklanmıştır. PLC giriş/çıkış modülleri, merkezi işlem birimi, bellek üniteleri ve program yükleyiciler bu bölümde incelenmiştir.

3. Bölüm PLC lerin programlama yöntemlerini içermektedir. Burada klasik kumanda devrelerinin hazırlanıp bunlara göre ladder diyagramlarının oluşturulması ve deyim listelerinin çıkartılması çeşitli örneklerle incelenmiştir.

4. Bölümde, eğitimi verilmek için seçilen Mitsubishi, Idec, Siemens Simatic ve AEG marka PLC lerin teknik özellikleri ve fonksiyon kapasiteleri tablolar halinde verilmiştir.

5. Bölüm lojik işlem komutlarının seçilen PLC lere göre programlanmasını açıklamaktadır. Burada ladder basamağına başlama komutları, OR, AND, NOR, NAND gibi lojik işlem komutları, SET ve RESET komutları ile program kontrol komutları incelenmiştir.

6. Bölüm PLC lerin fonksiyonları ve bunların programlanmasını içermektedir. Burada, seçilen PLC modellerine göre, zamanlama, sayma, veri işleme, veri kaydırma, hesaplama gibi işlevler incelenmiştir.

7. Bölüm PLC veri işleme ve hesaplama fonksiyonlarının gerçekleştirilmesini anlatan bölümdür. Burada PLC deki veri kaydediciler ve bunlar arasındaki aritmetik işlemlerin gerçekleştirilmesi, veri karşılaştırılması incelenmiştir.

8. Bölüm eğitim uygulamaları bölümüdür. Burada çeşitli endüstriyel eğitim örnekleri verilmiştir.

9. Bölüm sonuç ve öneriler bölümüdür. Bu bölümde ülkemizde, teknik okullardaki PLC eğitiminin problemleri ve bunlara yönelik çeşitli çözüm önerileri sunulmuştur. Ayrıca 14 haftalık bir PLC eğitimi için müfredat programı hazırlanmıştır.

ABSTRACT

In this study, the aim is to give a qualified education for the Programmable Controllers Course taught at technical schools. So the thesis considering the goal consists of nine chapter.

First chapter is introduction. The historical development of Programmable Logic Controllers and the later status of PLC Education at vocational and technical schools in our country have been explained in this section.

In the second chapter, PLC hardware components have been explained. PLC I/O moduls, Central Processing Unit, Memory and Program Loaders have been examined in this section.

The third chapter contains PLC programming methods. Here, designing classical control circuit (DIN, ANSI standarts) and creating ladder diagrams related to these designs and preparing command lists have been examined with various samples.

In the fourth chapter, PLCs Mitsubishi, Idec, Siemens Simatic, AEG selected to be taught have been given in the tables in the respect of technical specifications and the capacity of function.

The fifth chapter explains logic process commands to program PLCs selected. Here, ladder step initializig commands, OR, AND, NOR, NAND logic commands, SET-RESET and master control commands have been explained.

The sixth chapter contains PLCs' functions and their programming procedures. Here, functions such as timing, counting, and data shifting depending on the PLC types have been examined.

The seventh chapter explains PLC data processing and computing functions. Here, data registers in PLC and arithmetic processes and data comparing beetween the registers have been examined.

The eighth chapter is educational applications section. Here, several industrial educational samples were given.

The ninth chapter is result and suggestions part. Here, the problems of PLC Education at technical schools in our country and suggestions to solve those problems have been presented. An education plan on PLCs for a 14 weeks schedule has been prepared.

1. GİRİŞ

Bu günün rekabet dünyasında, bir işletmenin sağlam temellere oturabilmesi için, verimli, mali açıdan etkin ve esnek olması gerekir. İmalat ve işletme endüstrilerinde, bu durum endüstriyel kontrol sistemlerine olan talebin artmasıyla olmuştur. Çünkü otomatik kontrol sistemleri hız, güvenlik, kullanım esnekliği, ürün kalitesi ve personel sayısı bakımından işletmelere çeşitli avantajlar sunmaktadır.

Günümüzde bu avantajları sağlayan en etkin sistem PLC (Programlanabilir Lojik Denetleyiciler) veya PC (Programlanabilir Denetleyiciler) tabanlı kontrol sistemleridir. PLC'li denetimde, dijital olarak çalışan elektronik bir sistem, endüstriyel çevre koşullarında sağlanmıştır. Bu elektronik sistem analog veya dijital giriş/çıkış modülleri sayesinde makina veya işlemlerin birçok tipini kontrol eder. Bu amaçla lojik, sıralama, zamanlama, sayma, veri işleme, karşılaştırma ve aritmetik gibi fonksiyonları programlama desteğiyle sağlayıp buna göre girişleri değerlendirip, çıkışları atayan, bellek, giriş/çıkış, CPU ve programlayıcı bölümlerinden oluşan entegre bir cihazdır.

1.1 Programlanabilir Lojik Denetleyiciler ve Tarihi Gelişimi

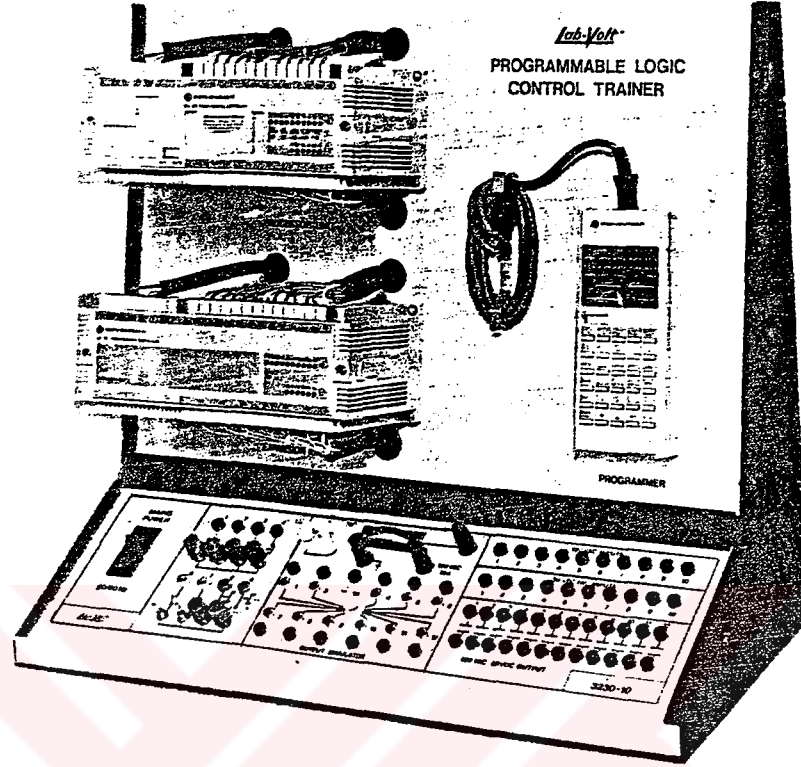
Programlanabilir denetleyiciler ilk kez 1969 yılında endüstride kullanılmaya başlamış ve ilk ticari denetleyici Modicon firması tarafından tasarlanmıştır. Başlangıçta lojik temele dayanan röleli kumanda devreleri yerine kullanıldığından ve lojik fonksiyonlarla sınırlı olduğundan PLC (Programmable Logic Controllers) olarak adlandırılmıştır. Daha sonra Allen Bradley, General Electric, GEC, Siemens, Westinghouse, gibi firmalar orta maliyette yüksek performanslı PLC ler geliştirmişlerdir. Mitsubishi, Omron, ve Toshiba gibi firmaların ucuz maliyette yüksek performanslı PLC ler geliştirmelerinden sonra, bu cihazlar endüstriyel otomasyon devrelerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanılmıştır.

Günümüzde üretilen PLC lerin temel lojik fonksiyonlara ek olarak aritmetik işlemler, karşılaştırma işlemi ve hazır PID kontrolörü gibi fonksiyonları vardır. Bu nedenle Programlanabilir Denetleyiciler lojik temele dayanan kumanda devrelerinden başka geri beslemeli kontrol devrelerinde de kullanılmaktadır. [3,7]

Kumanda devreleri lojik temele dayanan aç - kapa (on-off) biçiminde çalışan ve geleneksel olarak kontaktör, röle ve zaman rölesi gibi elemanlarla gerçekleştirilen devrelerdir. Yeterli sayıda giriş - çıkış birimleri, lojik işlemleri yapmak için gerekli komutlar, zamanlayıcılar, sayıcılar ve yardımcı rölenin işlevini gören saklayıcıların (internal relays) bulunduğu bir PLC ile istenilen geleneksel kumanda devreleri gerçekleştirilebilir.

Çoğu PLC lerde lojik temele dayanan işlemlerin yanı sıra geri beslemeli kontrol sistemlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli donanım ve yazılım özellikleri vardır. Kullanılan denetleyicilerde analog-dijital, digital-analog dönüştürücü birimleri ve kontrol algoritmalarının

algoritmalarının yazılması için gerekli aritmetik işlem komutları bulunmaktadır. Bazı denetleyicilerde ise PID gibi hazır kontrol modülleri vardır. [3,7]



Şekil 1.1. Deney amaçlı hazırlanmış bir PLC

Kumanda devrelerinin PLC ile gerçekleştirilmesi üç aşamadan oluşur.

-Kumanda probleminin sözle ifadesi ve tanımlanması

-Problemin çözümü için gerekli lojik fonksiyonun veya kontaklı kumanda devresinin belirlenmesi

-Lojik fonksiyonun veya kumanda devresinin programlanması

Bir kumanda probleminin etkin olarak çözülebilmesi için denetleyicinin yapacağı işlemler tam ve eksiksiz olarak tanımlanmalıdır. Güvenli işletme için sistemde veya kullanıcı hatalarıyla oluşabilecek bütün durumların göz önüne alınması ve gerekli önlemlerin donanım ve yazılım aşamasında değerlendirilmesi gerekir. Bir lojik devrenin veya kontaklı kumanda devresinin tasarımı başka bir deyişle lojik fonksiyonların lojik devre tasarım yöntemlerinden yararlanır. Kombinasyonel ve ardışıl lojik devre tasarım yöntemleri ile elde edilen lojik fonksiyonlar kolayca programlanabilir. Tasarlanmış bir kumanda devresinin programlanması ve yazılan programın PLC program belleğine yüklenmesi ile tasarım süreci tamamlanır. PLC ler için geliştirilmiş programlar, kumanda devreleri ile ilgili kişilerin kolayca anlayabileceği biçimdedir. Programlama için ya özel bir programlayıcı cihazı ya da editör derleyici

programı yüklenmiş bir kişisel bilgisayar kullanılır. Özel programlayıcı cihazlarında genellikle komut listesi ile programlama, kişisel bilgisayarlarda ise bütün programlama teknikleri kullanılabilir. [1,3,7]

1.2 Tezin Amacı

Endüstride PLC kullanımına olan talepler hızla artmaktadır. İşletmeler röleli kumanda sistemlerini terkederek otomasyona geçmektedir. İşletmelerin bu ihtiyaçlarına cevap verebilmek için kontrol sistemini kurabilecek kalifiye elemanlara ihtiyaç vardır. Bu teknik elemanların yetiştirilebilmesi için Meslek-Teknik Lise, Meslek Yüksek Okulu, Teknik Eğitim ve Mühendislik Fakülteleri gibi endüstriyel okullarda bu teknolojinin eğitimi verilmelidir. Son bir kaç yıldır da okullarımızın bir kısmında bu eğitim verilmektedir.

Bu nedenlerle, tez çalışmamda Programlanabilir Kontrol ve bunu gerçekleştiren Programlanabilir Denetleyicilerin, Mesleki ve Teknik Okullarda eğitiminin kaliteli bir standartta verilmesi hedeflenmiştir.

1.3 Ülkemizdeki PLC Eğitiminin Son Durumu

Ülkemizdeki çeşitli Meslek ve Teknik Liselerde son birkaç yıldır Milli Eğitim Bakanlığımızın ayırmış olduğu kaynaklarla Programlanabilir Denetleyicilerin Eğitimi verilmektedir. YÖK-Dünya Bankası Projesi sayesinde bazı Meslek Yüksek Okulları Teknik Eğitim ve Mühendislik Fakülteleri proje okulu olarak seçilmiş ve buralarda da PLC Eğitimi verilmektedir. Bu tür Meslek Yüksek Okullarının listesi tablo 1.1 de gösterilmiştir. Programlanabilir Denetleyicinin bulunduğu ve eğitiminin verildiği Meslek ve Teknik Liseler tablo 1.2 de verilmiştir.

Ek-1 de sunulan B.08.ETÖ.0.10.03.05 / 175 sayılı Milli Eğitim Bakanlığı, Erkek Teknik Öğretim Genel Müdürlüğünden alınan yazıya göre bu okullarımızda en çok eğitimi verilen PLC cihazları TOSHIBA, OMRON, SIEMENS ve MITSUBISHI dir. Bunların dışında çeşitli görüşmeler ile elde edilen verilere göre IDEC ve AEG marka PLC ler de eğitim için kullanılmaktadır.

Tablo 1.1 YÖK-Dünya Bankası Projesindeki Meslek Yüksek Okulları

Meslek Yüksek Okulu	Bağlı Bulunduğu Üniversite	Meslek Yüksek Okulu	Bağlı Bulunduğu Üniversite
Alaplı	Zonguldak Kara Elmas	Kahramanmaraş	Sütçü İmam
Amasya	19 Mayıs	Kayseri	Erciyes
Antalya T.Bil.	Akdeniz	Kırıkkale	Kırıkkale
Balıkesir	Balıkesir	Kocaeli	Kocaeli
Batman	Dicle	Malatya	İnönü
Bilecik	Anadolu	Mersin	Mersin
Bursa	Uludağ	Ordu	K.T.Ü
Çankırı	Ankara	Osmaniye	Çukurova
Düzce	Abant İzzet Baysal	Rize	K.T.Ü.
Ege	Ege	Şanlıurfa	Harran
Teknik Bilim.	Fırat	Sivas	Cumhuriyet
Erzincan	Atatürk	Tekirdağ	Trakya
Gaziantep	Gaziantep	Teknik Bilim.	Selçuk (KONYA)
İskenderun	Mustafa Kemal	Teknik Bilim.	İstanbul
İzmir	Dokuz Eylül		

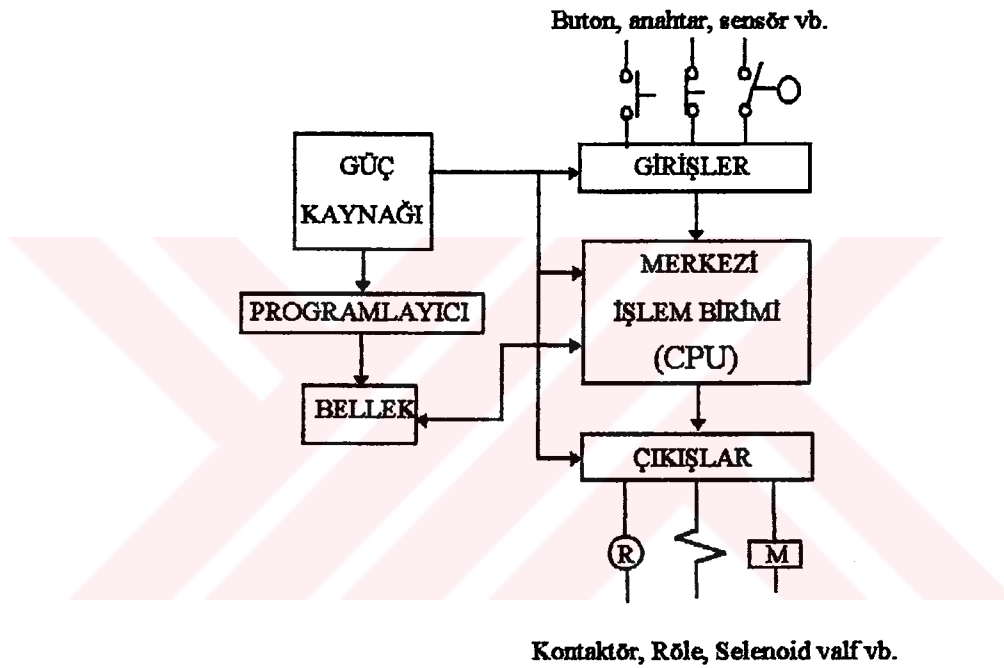
Tablo 1.2 Ülkemizde PLC Eğitimi verilen Çeşitli Meslek veya Teknik Liseler

İL	OKUL (Endüstri Meslek veya Teknik Lise)
Adıyaman	Merkez
Ankara	Balgat, Yenimahalle
Balıkesir	Yüzüncüyıl
Bursa	Atatürk, Demirtaşpaşa, Mimar Sinan, Tophane
Denizli	Merkez
Diyarbakır	Merkez
Erzurum	Kazım Karabekir
İstanbul	Avcılar, Haydarpaşa, Kadırga, Çatalca Kağıthane Profilo, Nahit Mentеше, Küçükköy, Maçka Akif Tunca, Şişli, Tozkoparan, Ümraniye, Zeytinburnu,
İzmir	Buca, Çınarlı
Kars	Gazi Ahmet Muhtar Paşa
Kastamonu	Merkez
Kocaeli	Gebze, Gölcük
Kütahya	Merkez
Ordu	Merkez
Sakarya	Merkez
Samsun	Merkez
Urfa	Merkez
Uşak	Merkez
Yozgat	Yerköy
Zonguldak	Merkez

2. PLC 'NİN DONANIM ELEMANLARI

Bir PLC de

- 1) Giriş/Çıkış birimi
 - 2) Merkezi İşlem Birimi (CPU)
 - 3) Hafıza
 - 4) Programlama Cihazı
 - 5) Güç kaynağı
- bulunur. (Şekil 2.1)



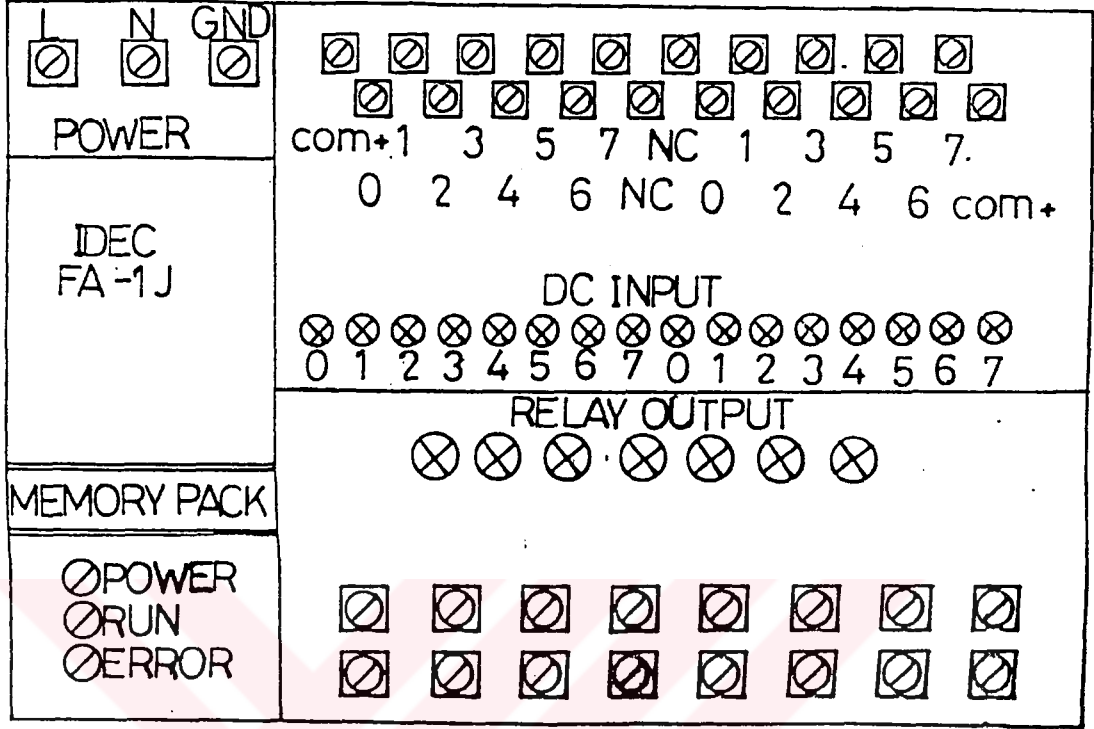
Şekil 2.1. PLC Donanımının Blok Diyagramı

2.1. Giriş/Çıkış (I/O) Birimi

İşlemci (CPU) yu PLC nin beyni olarak kabul edersek, Giriş/Çıkış (I/O) Birimini de PLC nin duyu organları olarak kabul edebiliriz. . Giriş modülü kontrol edilen makinadan, işlemciden, veya dışardan bir anahtardan ya da sensörden aldığı sinyali kabul ederek kullanılmasını sağlar. Çıkış modülleri denetleyicinin, çıkıştaki makinanın ya da işlemin kontrolü için 5 V luk çıkış sinyallerini sağlarlar. Bu çıkış sinyalleri, optik izolatörler veya güç elektroniği elemanları kullanılarak yüksek akımların kontrolü elde edilir. [7]

PLC sistemlerinde Giriş/Çıkış birimleri CPU ile aynı yapı içinde veya CPU dan uzakta yerleştirilebilir. Bir standart giriş çıkış bölümü şekil 2.2 de görülen yapıyı ve girişlerin montajını sağlayan bir düzeneği içerir. Buradaki slotlara fiş ya da konektör direk olarak

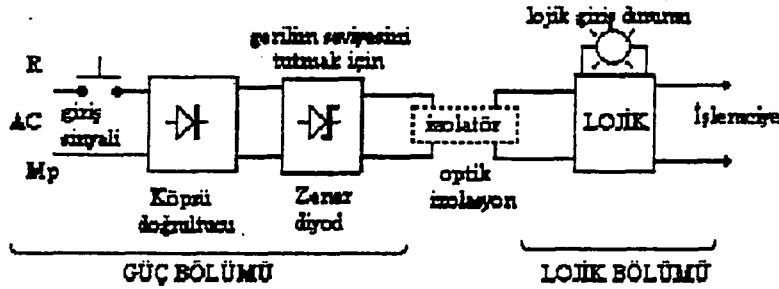
bağlanır. I/O modülü monte edilebilen raflardan (rack) oluşmuştur. Bunlar isteğe göre PLC ler üzerinde sökülüp takılabilir. [7,2]



Şekil 2.2 CPU ile aynı yapı içindeki PLC giriş-çıkış birimi

2.1.1. Ayrık Giriş/Çıkış (I/O) Birimleri

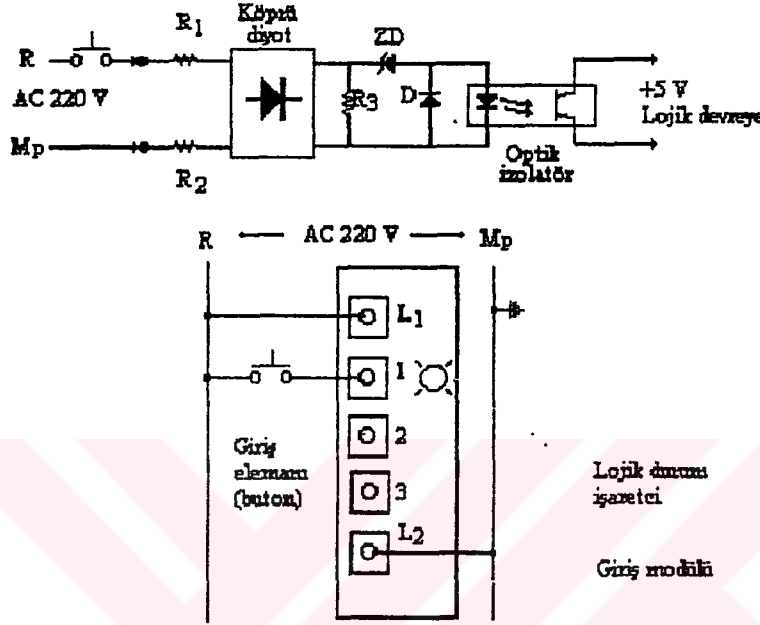
Ençok kullanılan tip ayrık I/O arabirim modülüdür. Bu tip arabirim kartı seçici anahtarlar, basmalı butonlar ve sınır anahtarları gibi ON/OFF kontrol gerçekleyen girişlerin bağlanmasını sağlar.



Şekil 2.3 I/O bölümüne AC giriş yapılması

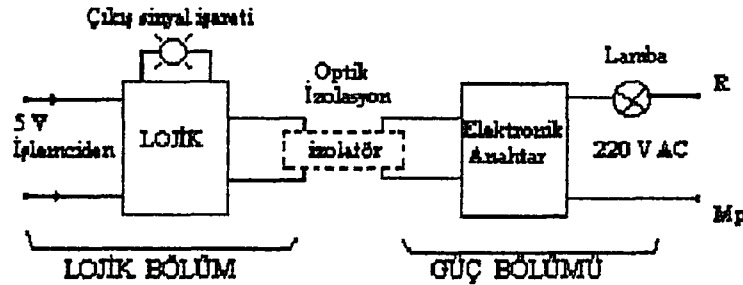
Çıkış kontrolü lambalar, küçük motorlar, selenoidler, röleler gibi ON / OFF kontrola müsait olan cihazlarla sınırlandırılmıştır. Her ayrık I/O modülü gerilim kaynağı tarafından beslenmektedir. Bu gerilimler farklı genlik ve tipte olduğu için I/O modülleri değişik gerilim değerlerinde olabilir. Şekil 2.3 de giriş modülüne verilen alternatif akım için blok diyagramını

gösterir. Giriş devresi güç bölümü ve lojik bölümü olan temel iki birimden oluşmuştur. Şekil 2.4 de giriş modülüne verilen bir AC giriş için basitleştirilmiş şemayı ve bağlantı diyagramını göstermektedir. Buton kapatıldığı zaman 220 V AC gerilim R1 ve R2 direnci üzerinden köprü doğrultmacıya uygulanır. Bu da ledin yanmasına göre ve optokupler sayesinde lojik 1 ve lojik 0 sinyalleri elde edilir. Ayrıca aradaki optik izolasyon endüstriyel ortamın neden olduğu elektriksel gürültü ve parazitlerin etkisinin azalmasını sağlar. [3,7]



Şekil 2.4 220 V luk girişin PLC giriş birimine bağlanması

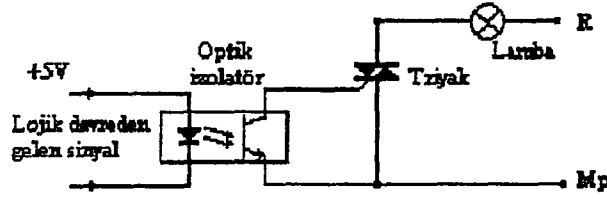
Şekil 2.5 çıkış modülünün bir çıkış için blok diyagramını göstermektedir. Giriş modülüne benzer olarak çıkış modülü de temel iki bölümden oluşur. Bunlar güç ve lojik bölümdür. Lojik bölümü güç bölümüne optik izolatörle akuple edilmiştir.



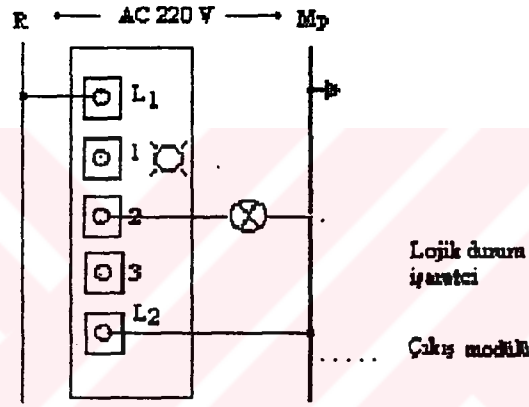
Şekil 2.5. Optik izolatörle çıkış birimine güç devresinin bağlantısı

Güç bölümü lojik bölümden gelen +5 V sinyalin kontrol ettiği elektronik bir anahtar aracılığıyla çıkıştaki cihaz kontrol edilmektedir. Şekil 2.6 a ve b den de görüldüğü gibi çıkışa

gelen 5 V DC akım ledi yakar ve aradaki optokupler ile bir triyak iletime geçirilir ve çıkışa bağlı olan alıcı kontrol edilir. Lojik bölümdeki led söndüğü zaman lojik 0 durumu sağlanmış olur ve transistör iletime geçmez. Çıkış AC olduğu için de triyak doğal komitasyondan kesime gider. Eğer çıkışta bir DC makina kontrol edilecekse triyak bir zorlamalı komitasyon devresi ile kesime götürülmelidir. Aradaki optik izolasyondan dolayı güç bölümünde meydana gelebilecek bir arızadan PLC cihazı zarar görmez. [7]



a)



b)

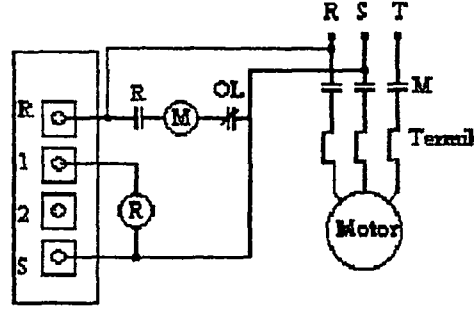
Şekil 2.6. AC 220 V luk çıkışın PLC çıkış modülüne bağlanması

a) Çıkıştaki alıcının triyakla sürülmesi

b) Modül üzerindeki bağlantı

Özellikle çalışma sırasında çok sayıda yüksek hızlı açma-kapama gerektiren durumlarda doğru akımda transistörlü, alternatif akımda triyaklı devreler tercih edilmelidir. PLC üzerindeki çıkışlardan büyük akımlar çekilemez. Bunlara ilişkin çıkışların verebileceği akım değerleri kullanım kitapçıklarında belirtilmiştir.

Yüksek akımlar kontrol edileceği zaman çıkışta triyak veya diğer yarıiletkenler kullanılmamalıdır. Bunların yerine şekil 2.7 deki gibi standart röleler bağlanmalıdır. Bazı PLC lerde geri beslemeli kontrol uygulamaları için gerekli olan analog-dijital çevirici (ADC) ve dijital-analog çevirici (DAC) gibi giriş/çıkış birimi bulunur. [7,3]

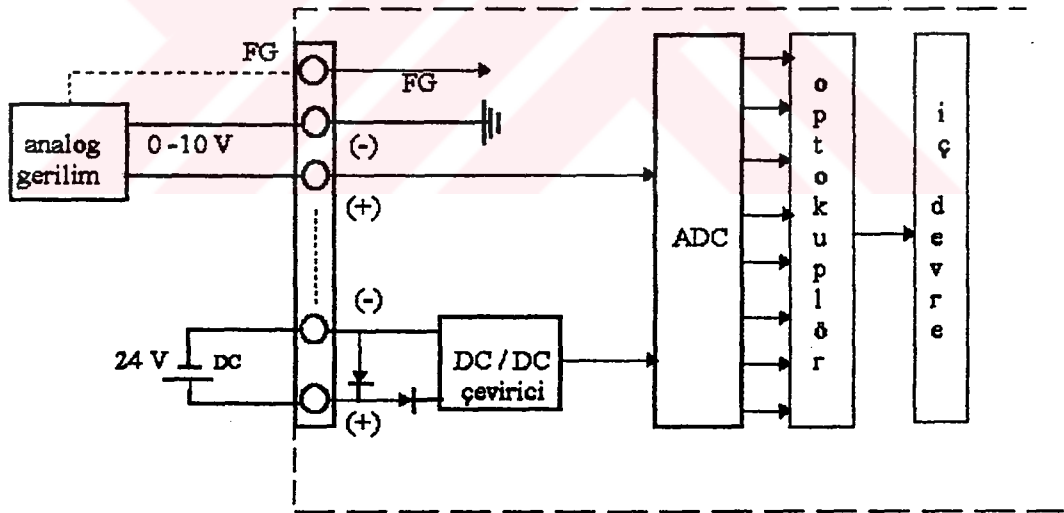


Şekil 2.7. PLC de röle ile yüksek akımların kontrolü

Ayrıca bazı özel uygulamalar için gerekli hızlı sayıcı girişi ve kesme (interrupt) girişleri bulunan PLC girişleri vardır.

2.1.2 Analog Giriş/Çıkış Birimi

İlk PLC ler yalnız ON/OFF kontrolü isteyen cihazları bağlamaya izin veren ayrık I/O arabirimleri ile sınırlandırılmıştı. Bu nedenle PLC ler çoğu proses uygulamalarının kısmen kontrolünü yapabiliyordu. Günümüzde kontrol işlemlerinin çoğunu pratik olarak sağlayan analog arabirimleri ve ayrık Giriş/Çıkış arabirimleri içeren PLC ler mevcuttur.



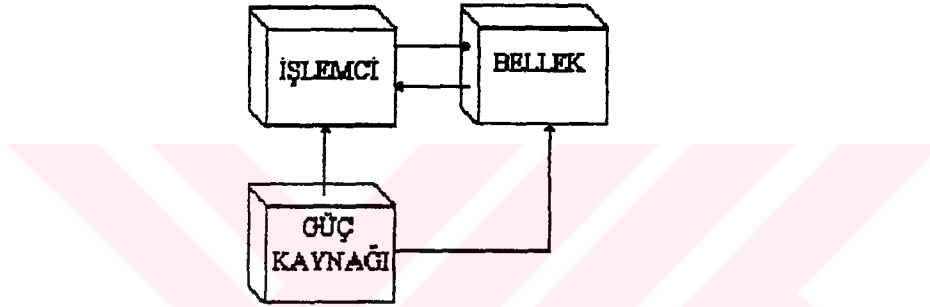
Şekil 2.8. Analog giriş modülüne analog gerilim işaretinin bağlanmasına ait ADC li açık bağlantı

Analog giriş modülleri analog girişlerden alınan analog akım ve gerilim sinyallerini kabul eder. Bu girişler bir analog dijital-konverter sayesinde dijital sinyale çevrilir. Dijitale çevrilmiş analog sinyal 12 bit binary veya 3 dijital BCD (Binary-Coded-Decimal) olarak işlemci tarafından kullanılabilir için düzenlenir. Analog girişe genellikle sıcaklık, ışık, hız, basınç, nem sensörleri gibi algılayıcılar bağlanır. [7,2]

Analog çıkış modülü orantılı olarak analogtan-dijitale çevrilmiş sinyal kontrol için bir analog sinyale verilir. Dijital veri analog formu elde etmek için bir dijital-analog konvertörden geçirilerek analog çıkış cihazları olan küçük motorlar, valfler, analog ölçü aletleri gibi elemanlara verilir.

2.2. Merkezi İşlem Birimi (Central Processing Unit -CPU)

Bu birim işlemci-bellek modülleri ve güç kaynağı arasındaki haberleşmeyi sağlar. Bunun basit bir örneği şekil 2.9 de gösterilmiştir. CPU ifadesi işlemci ifadesi ile aynı anlamda kullanılmaktadır. İşlemci sürekli olarak makinayı veya prosesi kontrol edecek olan programın derlenmesi ve icrası için bellek ile karşılıklı haberleşme içindedir.



Şekil 2.9. İşlemci, Bellek ve Güç kaynağı etkileşimi

CPU nun büyük bir bölümünü oluşturan işlemci-bellek birimi programlanabilir denetleyicilerin beynidir. Bu birim mikroişlemci, bellek çipleri, bellekten bilgi isteme ve bilgi saklama devreleri ve programlama aygıtıyla işlemcinin ihtiyaç duyduğu haberleşme devrelerinden oluşur. Son yıllarda PLC lerin karar alma kapasiteleri lojik işlemler dışındaki prosesleri de gerçekleştirebilmektedir. İşlemci zamanlama (timing), sayma (counting), tutma (latching), karşılaştırma (comparing), ve temel dört işlemi içeren matematik işlemleri gerçekleştirebilir. Bu işlemci fonksiyonlarına ek olarak daha büyük PLC lerde bellek haberleşmeleri ve aritmetik gibi işlemleri gerçekleştirmek için ek düzenler kullanılmaktadır.

2.3. Bellek Dizayını

Bellek denetleyicideki kontrol programını saklamaya yarar. Bellekte saklanan bilgi girişlere göre çıkışların hangi işaretleri sağlayacağı ile ilgilidir ve gerekli hafıza miktarına programın yapısı karar verir. Bellek bit olarak isimlendirilen bilgi parçacıklarını saklar ve çok tipleri olmasına rağmen bunlar bilginin kaybolduğu veya bilginin kaybolmadığı bellek olarak iki kategoride inceleyebiliriz. Bilginin kaybolduğu bellek tipinde besleme gerilimi

kesildiğinde hafıza silinir. Kaybolmayan tipte ise bilgilerin varlığı kaynak gerilimine bağlı değildir. Yalnız bu belleklerin içeriğini değiştirmek için özel bir sisteme gerek vardır.[7,6]

Bilginin enerjinin kesilmesi ile yok olan bellekler RAM (Random Access Memory) dediğimiz rastgele erişimli belleklerdir. Bilginin kaybolmadığı bellek tipleri ise ROM (Read Only Memory) olan salt okunur belleklerdir. Bu bellek tipi ise silinebilir ve programlanabilir olmasına göre kategorilere ayrılır.

PLC lerde kullanan bellek tipi genellikle EPROM (Eraseble Programmable Read Only Memory) olarak adlandırılan Silinebilir Programlanabilir Salt Okunur Bellekler kullanılmaktadır. PLC ler ilerde anlatılacak olan ladder diyagramı veya deyim listesine göre programlanırlar. Bu programlar EPROM belleğine kaydedilerek saklanır ve bu bellekten merkezi işlem birimine gönderilir. [6]

Veri tablosu kullanıcı programı dışa taşımak için gerekli olan bilgileri depo eder. Bu tablo giriş durumları, çıkış durumları, zamanlayıcı ve sayıcı değerleri ve veri depoları gibi bilgileri içerir. Veri tablosu içeriği durum verisi ve sayılar ya da kodlar olarak iki bölüme ayrılır. Durum (status) 1 ve 0 la gösterilen ve bit yerlerine kaydedilen bilginin On / Off şeklindedir. Sayı ya da kod bilgisi tek bayt veya sözcük (word) yerlerinde kaydedilen bit grupları ile gösterilir.

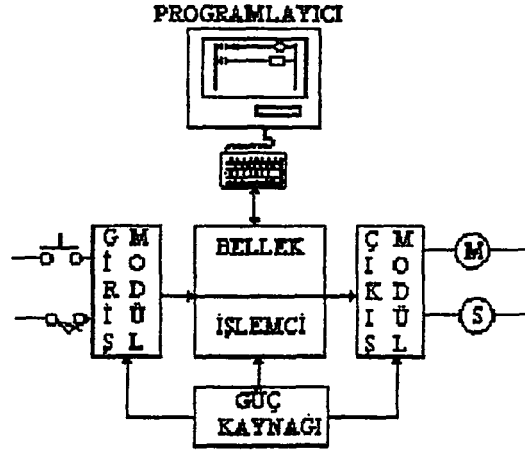
Veri tablosu işlenecek bilginin tipine göre üç bölüme ayrılır. Bunlar giriş görüntü belleği, çıkış görüntü belleği, zamanlayıcı ve sayıcı deposudur.

Giriş görüntü tablosu : Giriş arabirim devrelerine bağlanan dijital girişlerin durumunu saklar. Bağlanan her giriş elemanının lojik 0 veya 1 durumu bu bellekte saklanır. Eğer giriş açık (Off) ise bu girişin, giriş görüntü belleğindeki durumu 0 dir. Giriş lojik 1 (On) ise bellekteki durumu 1 dir.

Çıkış görüntü belleği : Çıkış arabirimine bağlı olan cihazların dijital olarak durumunu kontrol eden bitlerin bir dizisidir. Çıkışa bağlanan cihazların kapalı / açık (On / Off) durumları bu belleğe saklanmıştır. Eğer çıkış lojik 0 ise bu çıkışın, çıkış görüntü belleğindeki değeri 0 dir, lojik 1 ise bellekteki değeri 1 dir. Bu değerler bellekten alınarak çıkış modülüne transfer edilir. [6]

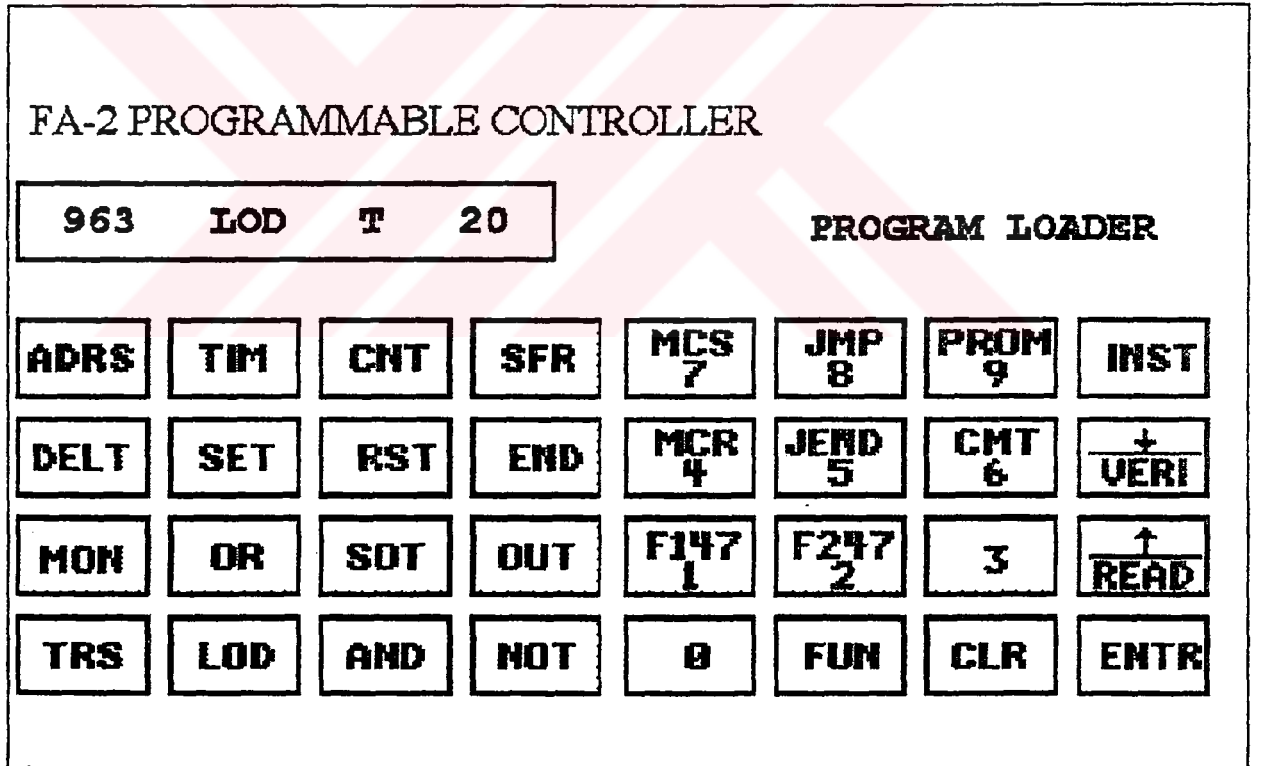
2.4. Programlama Cihazları

Kullanımı kolay programlama elemanları Programlanabilir Denetleyicilerin en önemli özelliklerinden biridir. Programlama cihazı kullanıcıyla denetleyici devresi arasındaki haberleşmeyi sağlar. (Şekil 2.10) Programlama aygıtı, PLC denetleme programının kullanıcı tarafından cihaza gönderilmesini sağlar. Bu terminaller kendi içerisinde gösterge ünitesi, klavye ve Merkezi İşlem Birimi ile haberleşmeyi sağlayacak gerekli elektronik düzenekleri içerir. [7,3]



Şekil 2.10. PLC blok şeması

CRT (Ekran) gösterimin avantajı programların ekranda izlenerek kolay yorumlanmasını sağlamaktır.



Şekil 2.11. IDEC FA-1 PLC nin Programlama cihazı

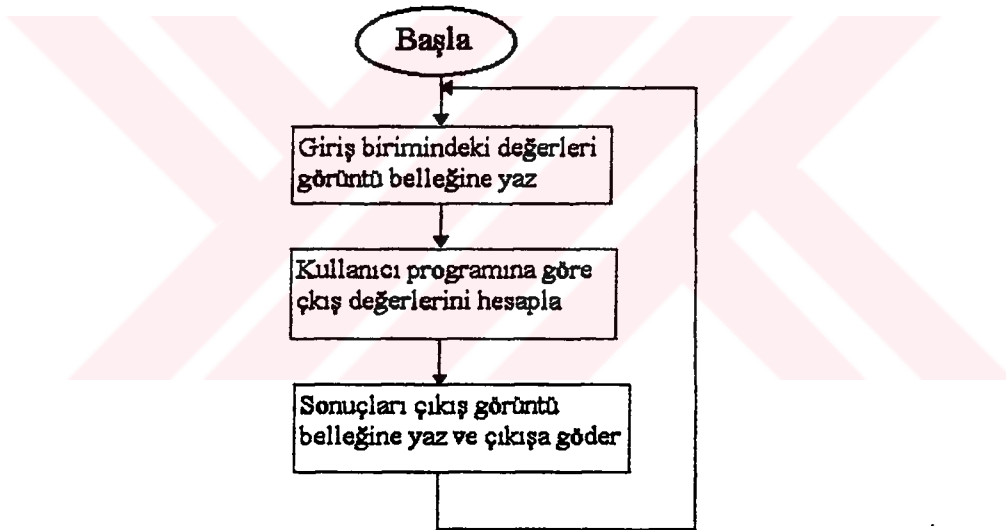
Küçük PLC leri programlamak için mini programlayıcılar ucuz ve taşınabildirir. Gösterge genelde LCD dir ve klavye nümerik tuşlarla beraber programlama komutlarını ve özel fonksiyon tuşlarını içerir. Böylece programlama yapılırken klavye üzerindeki hazır fonksiyon tuşları kullanılmaktadır. Bununla ilgili olarak ve bir programlama cihazı şekil 2.11. da verilmiştir. [7,2]

Program yükleyiciler hazırlanan programları kaydetmek veya program komutlarını işlemciye yüklemek için kullanılır.

Yükleyicilerin iki tipi vardır. Bunlar manyetik kaset veya diskler ya da elektronik hafıza modülleridir. Kaset veya disk kaydediciler kullanıcı programını kaydetmek için manyetik diskler ya da kasetleri kullanır. Programın diske ya da kasete kaydedilmesi programın istenildiği zaman kullanılmasını sağlar. Elektronik hafıza modülleri daha küçük programları saklamayı ve tekrar cihaza yüklemeyi sağlar. Genellikle bu bellek modülü programın yazılıp okunması için kullanılan bir EEPROM dur. [6]

2.5 Programın Yürütülmesi

PLC işletim sistemlerinde bir kullanıcı kontrol programının yürütülme biçimine ilişkin akış diyagramı şekil 2.12 de verilmiştir. [3]



Şekil 2.12. Bir programın yürütülmesi

PLC "RUN" çalışma durumuna getirildiğinde sırayla aşağıdaki işlemler gerçekleşir.

1. Giriş birimindeki değerler giriş görüntü belleğine alınır ve saklanır. Bu değerler bir sonraki taramaya kadar değişmez.

2. Yazılan kontrol programına göre adım adım sırayla deyimler işleme girer. Bu işlemler yapılırken bir önceki adımda hesaplanan ara değerler daha sonraki adımlarda kullanılır. Fakat giriş görüntü belleğinden okunan değerler değişmez. Hesaplama sürecinde giriş biriminde oluşan değer değişimleri değerlendirilmez.

3. Kullanıcı programının yürütülmesi tamamlandıktan sonra hesaplanan değerler çıkış görüntü belleğine yazılır ve çıkış birimine gönderilir. Çıkış birimine transfer işlemi

tamamlandıktan sonra tekrar birinci adıma döndür. Çıkış görüntü belleği ve çıkış birimindeki değerler bir sonraki çevrime kadar değişmez.

Genel olarak bütün PLC lerde programın yürütülmesi bu şekilde gerçekleşir. Ancak giriş görüntü belleğindeki değerlerin alınması ve çıkış görüntü belleğine değerlerin yazılması işlemlerinin farklı yapıldığı PLC işletim sistemleri de vardır.

PLC lerde bir çevrimin tamamlanması için geçen süreye tarama zamanı (scan time) denir. Bir PLC tarama zamanı giriş çıkış sayısına, programın içeriği ve uzunluğuna, ve Merkezi İşlem Biriminin çalışma frekansına bağlıdır. Örneğin 500 kelime program kapasitesi 10 girişi ve 6 çıkışı olan bir PLC de giriş/çıkış tarama zamanı 2.6 ms, program yürütme zamanı ortalama 12 ms dir. Giriş-çıkış sayılarını artırmak için genişleme birimleri kullanıldığında giriş/çıkış tarama zamanı birim başına 0.33 ms artmaktadır. Genel olarak PLC lerde tarama zamanı 3 ms ile 200 ms arasında değişmektedir. Tarama hızı genellikle 1024 byte başına işlem hızı olarak verilir. [3]

3. PLC PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ

Programlanabilir Denetleyicilerde (PC) bir kumanda devresinin tasarımı için gerekli bütün temel lojik işlemler bulunur. Bunlar AND (VE), OR (VEYA), NOT (DEĞİL), NAND (VE-DEĞİL), NOR (VEYA-DEĞİL), SET (KURMA), RESET (SİLME) gibi lojik fonksiyonları gerçekleyen işlemlerdir. Bunlara ek olarak ZAMANLAYICI (TIMER), SAYICI (COUNTER), Veri (DATA) İşleme ve program denetimini sağlayan MCS (MASTER CONTROL SET), MCR (MASTER CONTROL RESET), JUMP gibi işlemleri içerir. Ayrıca da matematiksel dört işlemi gerçekletirecek komutlar ve karşılaştırma komutları mevcuttur. Bütün PLC lerde temel lojik işlemleri gerçekleyen komutlar aynı fonksiyonu yerine getirir ve benzer biçimde programlanır. Zamanlayıcı, sayıcı ve kontrol komutlarının çalışmaları ve programlanmasında bazı farklılıklar olabilir. Daha sonra bu komutlara ilişkin eğitim örnekleri yapılırken bu farklılıklar ortaya konacaktır. [3,7]

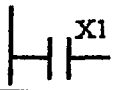
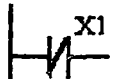
3.1. Temel Lojik İşlemlerin Programlanması

PLC lerin temel yeteneklerinden biri de lojik fonksiyonları gerçekleştirebilmesidir. Bütün PLC lerde AND, OR, NAND, NOR gibi lojik ifadeler programlanabilir. Bunların programlanması ise ilerki konularda anlatılmıştır.

3.1.1. Devre, Alt Devre veya Blok Başlatma


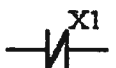


Bu komutlar Devre, Alt Devre veya Blok için yazılan programın ilk elemanıdır. Tablo 3.1 de çeşitli PLC ler için bu komutlara ilişkin örnekler verilmiştir. Tablodan görüleceği üzere normalde açık bir kontakla başlayan bir program için kullanılan komutlar LD, LOD, A normalde kapalı bir kontakla başlayan program için LDI, LD NOT, LOD NOT, AN komutlarıdır.

Tablo 3.1 Çeşitli PLC lere göre ladder basamaklarının ilk başlangıç komutları

LADDER SEMBOİLÜ	DEYİM LİSTESİ PROGRAMI					
	HITACHI	OMRON	IDEC	SIMATIC	MITSUBISHI	AEG
	LD X1	LD X1	LOD X1	A X1	LD X1	U X1
	LDI X1	LD NOT X1	LOD NOT X1	AN X1	LDI X1	UN X1

Siemens Simatic S5 PLC leri için ayrı bir başlatma komutuna ihtiyaç yoktur. Program veya basamak (rung) normalde açık kontakla başladığı zaman A (AND) komutu, normalde kapalı kontakla başladığı zamanda AN (AND-NOT) komutu ile programa başlanır. AEG Teachware Modicon PLC leri için de aynı Siemens Simaticde olduğu gibi ayrı bir başlatma komutu yoktur. Direk olarak normalde açık kontak için U (UND), kapalı kontak için UN (UND-NICHT) komutu girilerek başlanır. Temel lojik işlem komutları AND, OR, NAND, NOR gibi komutlardır. Bu komutların ladder diyagramı veya kontaklı devrelerdeki karşılıkları sırayla normalde açık seri bağlanmış kontak AND, normalde kapalı seri bağlanmış kontak NAND, normalde açık paralel bağlanmış kontak OR ve normalde kapalı paralel bağlanmış kontak NOR biçimindedir. Tablo 3.2 de ki PLC lerde bu komutlara karşılık gelen deyimler verilmiştir. [3]

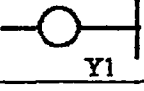

Tablo 3.2 Çeşitli PLC lere göre kontakların bağlantı komutları

LADDER SEMBOLÜ	DEYİM LİSTESİ PROGRAMI					
	HITACHI	OMRON	IDEC	SIMATIC	MITSUBISHI	AEG
	AND X1	AND X1	AND X1	A X1	AND X1	U X1
	ANI X1	AND NOT X1	AND NOT X1	AN X1	ANI X1	UN X1
	OR X1	OR X1	OR X1	O X1	OR X1	O X1
	ORI X1	OR NOT X1	OR NOT X1	ON X1	ORI X1	ON X1

3.1.2 Çıkışı Atama İşlemleri

Çıkışı atama komutları, işlem sonucu bulunan değerlerin görüntü belleği (image memory) dediğimiz özel bir bellek alanında tutulmasını ve tarama işlemi bittiğinde bu değerlerin çıkış birimine transferini sağlar. Ayrıca hesaplanan ara değerlerin özel bellek alanında saklanması işlemi de bu komutlarla sağlanır. SET (KURMA), RESET (SİLME) komutları da bunlara dahildir. Tablo 3.3 de bu komutlara ilişkin örnekler verilmiştir. [3]

Tablo 3.3. Çeşitli PLC lere göre çıkışı atama komutları

LADDER SEMBOLÜ	DEYİM LİSTESİ SEMBOLÜ					
	HITACHI	OMRON	IDEC	SIMATIC	MITSUBISHI	AEG
	OUT Y1	OUT Y1	OUT Y1	=Y1	OUT Y1	=Y1
	SET Y1	SET Y1	SET Y1	S Y1	S Y1	SL Y1

Yukarıda verilen örneklerden farklı PLC lere ilişkin komutlar arasında büyük benzerlikler olduğu görülmektedir. Yukarıda verilen program örneklerinde giriş-çıkış adresleri olarak X ve Y verilmiştir. İlerde verilecek olan örneklerde kullanılan PLC ye ilişkin gerçek giriş-çıkış (input/output), zamanlayıcı (timer), sayıcı (counter) adresleri kullanılacaktır.

3.2 Ladder (Merdiven) Diyagramı Tekniğiyle Programlama

Ladder diyagramı ile programlama tekniği kontaklı kumanda devrelerinin standartlarına (ANSI ve DIN) uygun devre sembolleriyle gösterilimine benzeyen bir programlama biçimidir. Bilindiği gibi kontaklı kumanda devreleri akım mantığına göre çalışan normalde açık (NA), normalde kapalı (NK) kontaklar, kontaktör veya yardımcı röle, ve zaman rölelerinin bulunduğu devrelerdir.

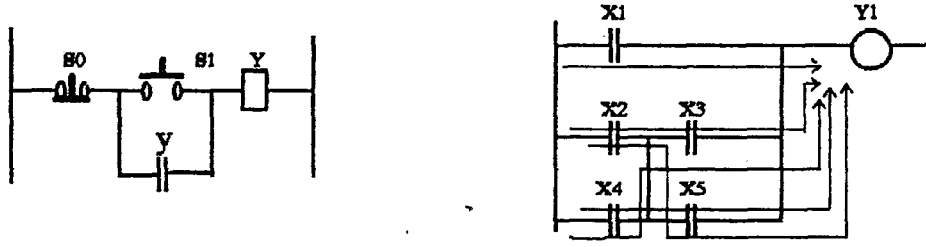
Kontaklı kumanda devrelerine ilişkin lojik fonksiyonları yazmak için aşağıda verilen tanımlardan yararlanılır.

Akım mantığı : Bir kontaklı anahtar devresinde akımın olması lojik 1, olmaması lojik 0 ile simgeleniyorsa bu devre akım mantığına göre çalışıyor denilir. Bu tanıma göre kapalı bir kontaklı anahtar devresi lojik 1, açık bir devre ise lojik 0 değerindedir.

Bir röle veya kontaklı anahtar devresinde kontak veya röle uyarıldığında (kontakın konumu değiştirildiğinde veya röle bobinine gerilim uygulandığında) devre akım mantığına göre lojik 1 değerini alıyorsa ilgili değişken x lojik 0 değerini alıyorsa x' veya \bar{x} ile ifade edilir. Şu halde kontaklı kumanda devrelerinde normal konumu açık bir kontak x , normal konumu kapalı bir kontak x' lojik değişken ile gösterilir. Şekil 3.1 da verilen devrenin akım mantığına göre lojik fonksiyonu

$$Y = \bar{S}_0 \cdot S_1 + \bar{S}_0 \cdot y$$

biçiminde yazılabilir. Burada y kontağı Y rölesinin normalde açık kontağıdır. [3]



Şekil 3.1 kontaklı devre ve akım yolları

Eşdeğer kontaklı devre: İki, kontaklı devrenin lojik fonksiyonları özdeş ise bu devre eşdeğerdir. [3]

Yol : Bir iki uçlu kontaklı anahtar devresinde uç uca bağlı tekrarlanmayan kontaklar bir yol oluşturur.

Yol fonksiyonu : Bir iki uçlu kontaklı anahtar devresinde bir yol üzerinde bulunan kontaklara ilişkin değişkenlerin çarpımına yol fonksiyonu denir. Örneğin şekil 3.1de verilen kontaklı devre için yollar ve yol fonksiyonları aşağıda verilmiştir.

$$f_1 = X1$$

$$f_3 = X2.X5$$

$$f_5 = X4.X5$$

$$f_2 = X2.X3$$

$$f_4 = X4.X3$$

kontaklı devreye ilişkin lojik fonksiyon bu devreye ilişkin bütün yol fonksiyonlarının toplamı şeklinde yazılabilir. Şekil 3.1 de verilen kontaklı devreye ilişkin lojik fonksiyon f_1 , f_2 , f_3 , f_4 ve f_5 yol fonksiyonlarının toplamı biçiminde

$$Y_1 = f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 = X1 + X2.X3 + X2.X5 + X4.X3 + X4.X5$$

olarak yazılabilir.

De Morgan Teoremi : De Morgan tarafından geliştirilen teorem açıklanacağı gibi VEYA ve VE ifadelerinin tümleyeninde kullanılır. 1.Adım olarak tüm çarpımlar parantez içine alınır ve ifadenin tamamı üzerine tümleyen işareti konur.

$$(A + \overline{BC}) \overline{DE} \text{ ifadesi } \overline{[A + (\overline{B} \cdot \overline{C})] \cdot (\overline{D} \cdot \overline{E})} \text{ olur.}$$

2.Adım olarak sembollerin tümleyeni alınır ve bütün operatörler değiştirilir. Ancak parantezler değiştirilmez. [6]

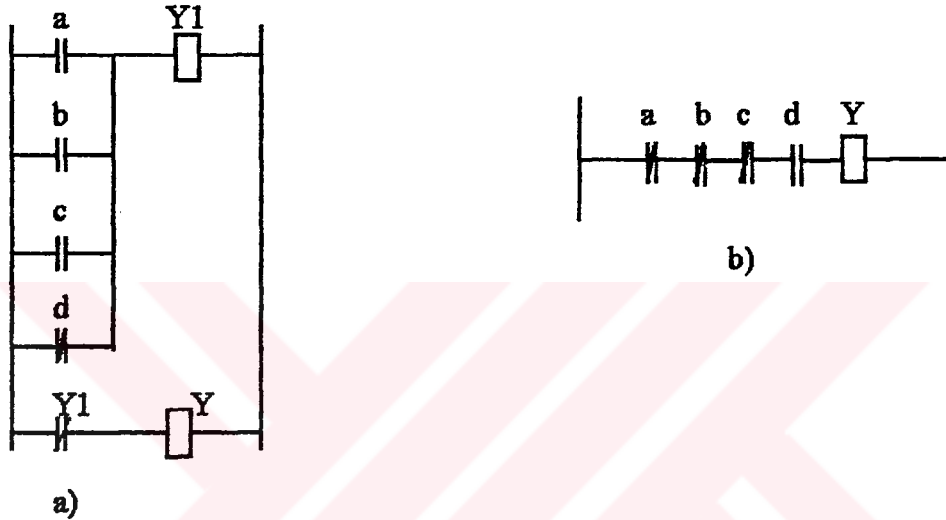
$$\overline{[A + (\overline{B} \cdot \overline{C})] \cdot (\overline{D} \cdot \overline{E})} \text{ ifadesi } [\overline{A} \cdot (\overline{\overline{B}} + \overline{\overline{C}})] + (\overline{\overline{D}} + \overline{\overline{E}}) \text{ olur. Buradan tümleyenin}$$

tümleyeni aynı olduğu için

$$[\bar{A} \cdot (B + \bar{C})] + (\bar{D} + E)$$

ifadesi elde edilir. [6]

Örneğin lojik fonksiyonu $Y = (a + b + c + \bar{d})$ olan bir kontaklı devrenin, De Morgan Teoremine göre karşılığı $Y = (\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot d)$ dir. Buna göre hazırlanmış kontaklı devre şekil 3.2 a ve b de verilmiştir. [3]

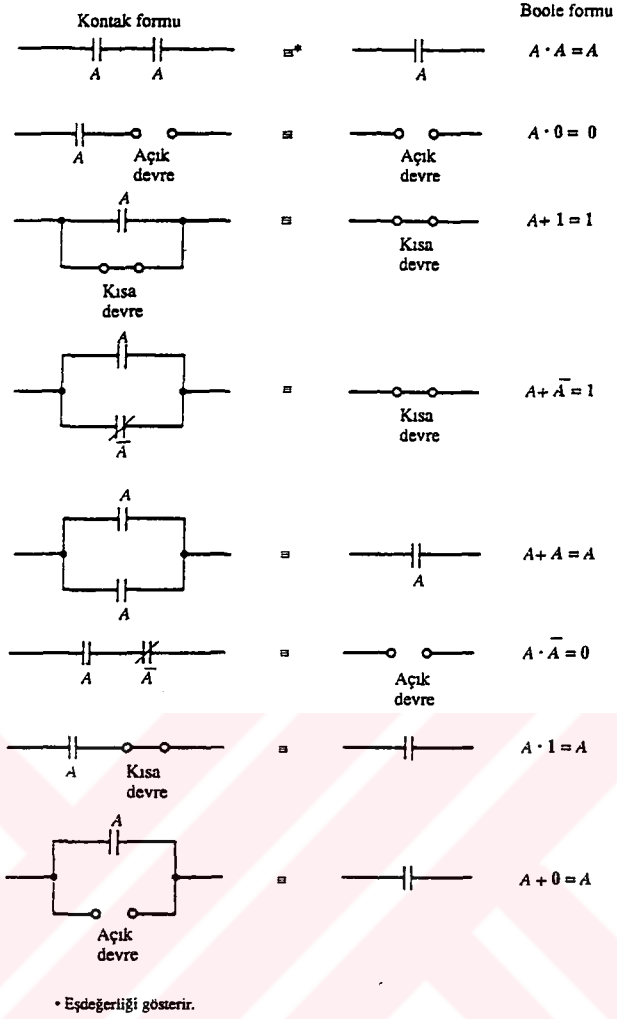


Şekil 3.2

a) Kontaklı devre

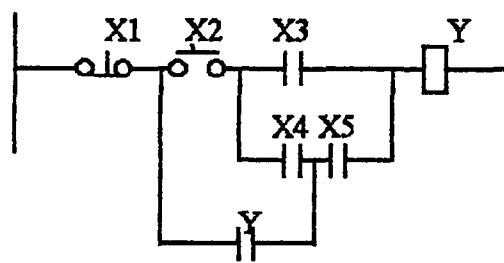
b) De Morgan kuralının kontaklı devrede uygulaması

Şekil 3.2 a'daki kontaklı devrede Y1 yardımcı rölesi ilk lojik ifadede tümleyen işlevini gerçeklemek için kullanılmıştır. Bu örnekte De Morgan Teoremine göre yazılan lojik fonksiyonun daha basit bir yapıda olduğu görülmektedir. Kontaklı kumanda devrelerinde veya ladder diyagramı ile programlamada benzer durumlarla karşılaşıldığında bu teoremden yararlanılır. Genel olarak endüstriyel kumanda devrelerine ilişkin lojik fonksiyonlar burada verilen tanım ve teoremler uyarınca her zaman çarpımların toplamı biçimine getirilebilir. Bu biçime getirilen bir lojik fonksiyonu hem ladder diyagramı hem de deyim listesiyle programlamak daha kolay hatasız ve hızlı yapılabilir.



Şekil 3.3 De Morgan Teoremine göre çeşitli ifadeler

Örneğin şekil 3.4 de verilen kontaklı kumanda devresini gözönüne alalım. Bu devre bazı PLC lerde ladder diyagramı ve deyim listesi ile doğrudan programlanamaz. Eğer bu devreye ilişkin lojik fonksiyon çarpımların toplamı biçimine getirilirse hem ladder diyagramı hem de deyim listesi programı daha kolay yazılabilir. [3]



Şekil 3.4 kontaklı kumanda devresi

Bu devreye ilişkin lojik fonksiyonu yazmak için önce yol fonksiyonlarının belirlenmesi gerekir. Daha sonra yol fonksiyonlarının toplamı alınarak lojik fonksiyon bulunur.

Bu devrede dört yol vardır. Bunlar $(\bar{X}1.X2.X3)$, $(\bar{X}1.X2.X4.X5)$, $(\bar{X}1.Y.X4.X3)$ ve $(\bar{X}1.Y.X5)$ kontaklarından geçen yollardır. Yol fonksiyonları bu kontakların çarpımından oluşur. Bu yollara ilişkin yol fonksiyonları

$$f_1 = \bar{X}1.X2.X3$$

$$f_2 = \bar{X}1.X2.X4.X5$$

$$f_3 = \bar{X}1.Y.X4.X3$$

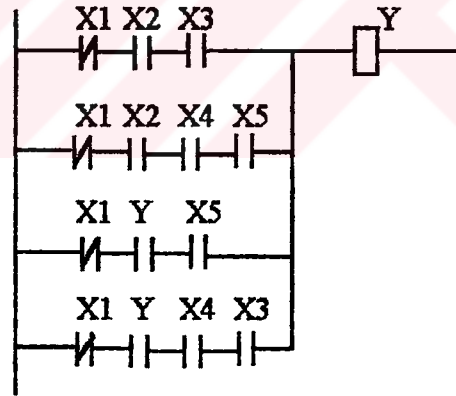
$$f_4 = \bar{X}1.Y.X5$$

devreye ilişkin lojik fonksiyon yol fonksiyonlarının toplamından oluşur ve

$$Y1 = f_1 + f_2 + f_3 + f_4$$

$$Y1 = \bar{X}1.X2.X3 + \bar{X}1.X2.X4.X5 + \bar{X}1.Y.X4.X3 + \bar{X}1.Y.X5$$

biçiminde elde edilir. Bu fonksiyona ilişkin ladder diyagramı şekil 3.5 de verilmiştir .



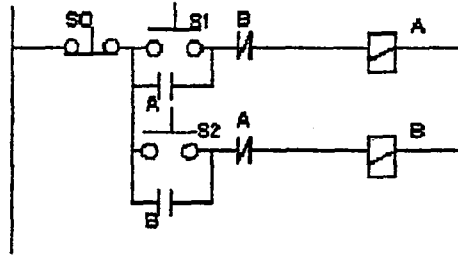
Şekil 3.5 Y1 fonksiyonunun ladder diyagramı

Bu devrenin çeşitli PLC lere ilişkin deyim listeleri aşağıdaki tablo 3.4 de verilmiştir.

Tablo 3.4 Şekil 3.5 deki ladder diyagramının çeşitli tip PLC lere göre deyim listeleri

MITSUBISHI	IDEC	SIMATIC	AEG
LDI X1	LOD NOT X1	AN X1	UN X1
AND X2	AND X2	A X2	U X2
AND X3	AND X3	A X3	U X3
LDI X1	LOD NOT X1	O	O(
AND X2	AND X2	AN X1	UN X1
AND X4	AND X4	A X2	U X2
AND X5	AND X5	A X4	U X4
ORB	OR LOD	A X5	U X5
LDI X1	LOD NOT X1	O)
AND Y	AND Y	AN X1	O(
AND X5	AND X5	A Y	UN X1
ORB	OR LOD	A X5	U Y
LDI X1	LOD NOT X1	O	U X5
AND Y	AND Y	AN X1)
AND X4	AND X4	A Y	O(
AND X3	AND X3	A X4	UN X1
ORB	OR LOD	A X3	U Y
OUT Y	OUT Y	=Y	U X4
END	END	BE	U X3
)
			=Y
			PE

Ladder diyagramı ile programlama tekniğiyle ilgili başka bir kumanda devresi örneği verilerek çalışması açıklanacaktır ve programlaması yapılacaktır. (Şekil 3.6) [3]



Şekil 3.6 Kumanda devresi

Bu devrede A ve B iki ayrı motoru şebekeye bağlayan kontaktörler S0 her iki motoruda durdurma, S1 A'ya bağlı motoru, S2 B'ye bağlı motoru çalıştırma butonlarıdır. Bilindiği üzere kontaklı kumanda devreleri akımın geçiş mantığına göre çalışan lojik devrelerdir. Bu mantığa göre devrede akım olması durumu lojik 1, akım olmaması durumu ise lojik 0 dır. Kontaklı kumanda devreleri, elemanların uyarılmamış durumları için çizilir ve devre elemanları uyarıldığında kontakları komum değiştirir.

Şekil 3.6 de verilen kumanda devresinde A ve B kontaktörleri uyarılmamış yani akım yolu açık durumdadır. S1 butonuna basıldığında B kontaktörünün normalde kapalı kontağı üzerinde A kontaktörü enerjilenir ve S1 butonu mühürlenir aynı anda da B kontaktörünün devresine bağlı olan normalde kapalı kontak açılır. S2 butonuna basıldığında akım yolu açık olduğu için B kontaktörü enerjilenmez. S0 (Stop) butonuna bastıktan sonra S2 butonuna basarsak A kontaktörü enerjilenmediği için normalde kapalı kontağı kapalıdır. Bu kontak üzerinden B kontaktörü çalışır. Aynı zamanda A kontaktörünün bobin devresine bulunan normalde kapalı kontak açılır ve böylece de akım yolu açıldığı için A kontaktörü S1 butonuna basılsa bile çalışmaz. Yine aynı anda da B kontaktörü S2 butonuna bağlı açık kontakları kapayarak butonu mühürler. Bu sistem devir yönü değiştirme, çift devirli motora yol verme gibi iki durumun aynı anda olmaması istendiği durumlarda kullanılır. [3]

Kontaklı kumanda devrelerinin incelenmesi daha sistematik bir biçimde yapılabilir. Bu amaçla kontaklı kumanda devrelerine ilişkin lojik fonksiyonlardan yararlanılır. Örneğin tablo 3.5 deki gibi bir tablo düzenlenerek devrenin incelenmesi daha kolay yapılabilir. Bu amaçla girişler ve kontaktör kontakları tablonun soluna çıkışlar (kontaktör bobini, yardımcı röle bobini) ise tablonun sağına yazılır ve her çıkışa ilişkin lojik fonksiyonların aldığı değerler bu tabloda değerlendirilir. Bu tabloda A ve B kontakları (mevcut durumlar) A⁺ ve B⁺ bobin devresini (sonraki durumları) simgelemektedir. Her çıkış elemanına ilişkin lojik fonksiyonlar yazılarak olası giriş kombinasyonlarında çıkışların aldığı değerler tabloda belirtilir. Buna göre lojik denklemler.

$$A^+ = \overline{S0} . (S1+A) . \overline{B}$$

$$B^+ = \overline{S0} . (S2+B) . \overline{A}$$

biçiminde yazılabilir.

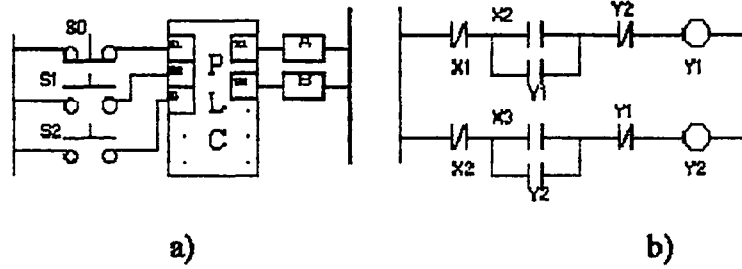
Tablo 3.5 Kumanda devresinin doğruluk tablosu

SIRA	S0	S1	S2	A	B	A ⁺	B ⁺	AÇIKLAMA
1	0	0	0	0	0	0	0	Başlangıç durumu
2	0	1	0	0	0	1	0	S1 e basılması durumu
3	0	0	0	1	0	1	0	A kontağı kapanır.
4	0	0	1	1	0	1	0	S2 ye basılması durumu
5	1	0	0	1	0	0	0	S0 a basılması durumu
6	0	0	0	0	0	0	0	Başlangıç durumu
7	0	0	1	0	0	0	1	S2 ye basılması durumu
8	0	0	0	0	1	0	1	B kontağı kapanır.
9	0	1	0	0	1	0	1	S1 e basılması durumu
10	1	0	0	0	1	0	0	S0 a basılması durumu
11	0	0	0	0	0	0	0	başlangıç durumu

Bu tabloda "sıra" sütununda yapılan işlemlerin sırası; S0, S1, S2 sütunlarında bu butonlara basılıp basılmadığını belirten lojik değerler verilmiştir. Bir butonun uyarılması (butona basılması) durumu lojik 1, uyarılmaması lojik 0 dir. Hiç bir butona basılmadığı ve kontaktör bobinlerinin enerjisiz olduğu durum başlangıç durumu olarak kabul edilmiştir. A ve B kontaklarının lojik değerleri A⁺ ve B⁺ kontaktör bobinlerinin uyarılmasına bağlı olarak bir sonraki sıraya yerleştirilmiş ve bu kontakların açık olması durumu lojik 0 kapalı olması durumu ise lojik 1 olarak belirtilir. İkinci satırda S1 butonuna basılması durumunda A, B ve A⁺, B⁺ değişkenlerinin aldığı değerler görülmektedir. S1 butonuna basılması anında A ve B kontakları açık olduğundan lojik 0, A kontaktör bobinine gerilim uygulandığından A⁺ lojik 1 değerini alacaktır. Bir alt satırda A kontağı A⁺ kontaktör bobinine bağlı olarak lojik 1 değerini almıştır ve A kontağına ilişkin bu değer 3. satırda değerlendirilmiştir. Benzer şekilde yapılan işlem sırasına göre bütün satırlar doldurulmuştur.

PLC lerde kullanılan ladder diyagramı şekil 3.6 da verilen kumanda devresine benzer yapıdadır. Tek fark giriş elemanlarının PLC ye bağlantı biçimine bağlı olarak normalde açık ya da normalde kapalı kontak olarak gösterilmesidir. Örneğin S0 durdurma butonunun normalde kapalı kontağı üzerinden PLC nin X1 girişine, S1 ve S2 başlatma butonlarının normalde açık kontakları üzerinden PLC nin X2 ve X3 girişlerine ve A ve B kontaktörlerinin

PLC Y1 ve Y2 çıkışlarına bağlanması durumu için ladder diyagramı programı şekil 3.7 deki gibidir. [3]



Şekil 3.7 Blok şeması ve ladder diyagramı

a) Kumanda devresinin PLC ye bağlantısı

b) Kumanda devresinin PLC ladder diyagramı

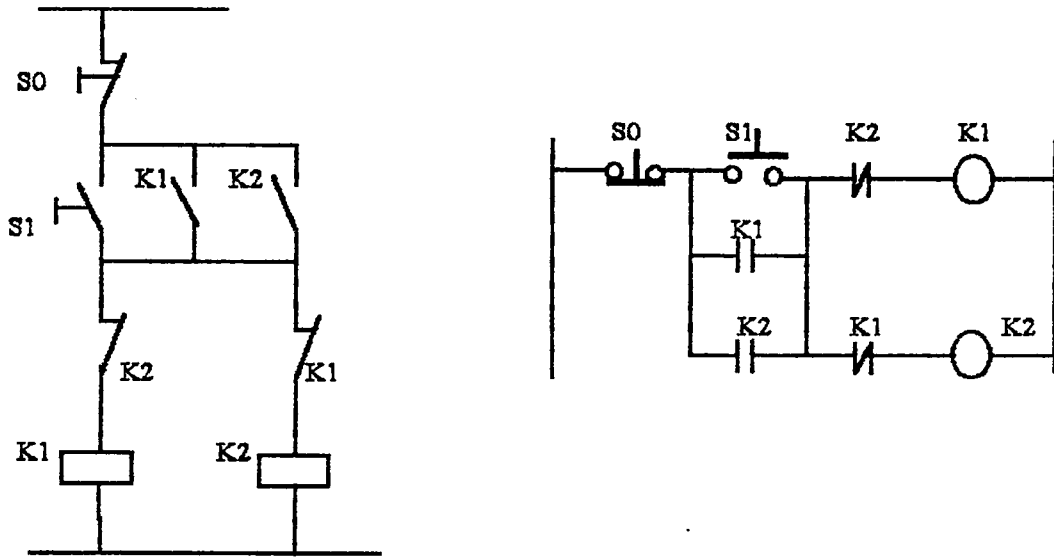
Yukarda verilen ladder diyagramı ile yazılan bir programın çalışma biçiminin incelenmesi kontaklı kumanda devresi için yapılan inceleme ile benzerdir. Aynı şekilde her basamağa ilişkin lojik fonksiyonlar yazılarak ya da doğrudan devre incelenerek programın çalışma biçimi belirlenebilir. Örneğin 1. basamaktaki Y1 çıkışının lojik 1 değerini alabilmesi için, X1 kontağının kapalı (lojik 1), X2 kontağının ve Y1 in kapalı (Y1 çıkışının daha önce lojik 1 seviyesinde olması) ve Y2 kontağının kapalı olması (Y2 çıkışının lojik 0) koşullarının sağlanmış olması gerekir. Ladder diyagramı incelenirken PLC giriş ve çıkış bağlantılarının da göz önüne alınması gerekir. Örneğin X1 girişine S0 durdurma butonunun normalde kapalı kontağı bağlı olduğundan bu butona basılmadığı sürece X1 girişindeki lojik 1 değeri bulunacak ve ladder diyagramında X1 değişkenini simgeleyen normalde açık kontak, kapalı olarak değerlendirilecektir.

Her ne kadar bir kontaklı kumanda devresi ile ladder diyagramı benzer yapıda görülmüyorsa da kontaklı kumanda devresi ile PLC de program yürütülmesi farklı biçimde çalışır. Bu durum kumanda devrelerinin incelenmesi ve tasarımında göz önüne alınmalıdır. [3]

3.3. Kontaklı Kumanda Devresi ile, PLC Çalışma Şeklinin Karşılaştırılması

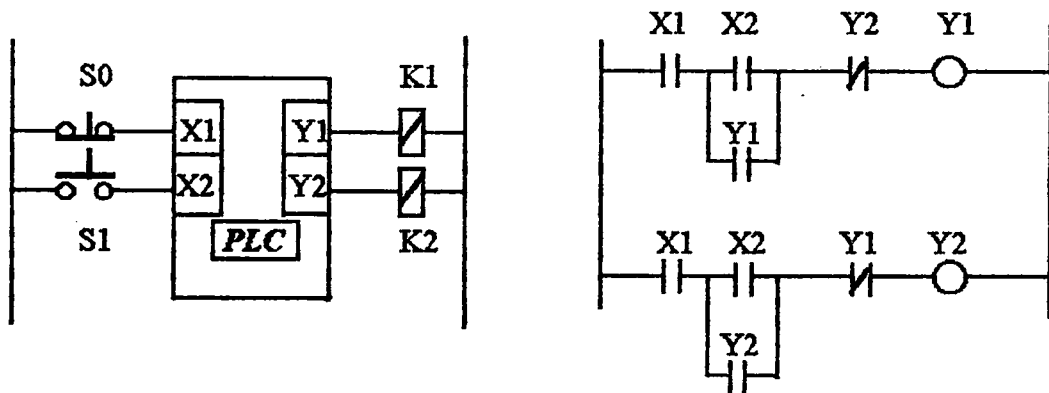
Bilindiği gibi kontaklı kumanda devrelerinde röle veya kontaktörler elektriksel olarak uyarılır ve bir kontaktör veya rölenin bobin devresine gerilim uygulandıktan belli bir süre sonra kontakları konum değişir. Bobinine gerilim uygulanan bir kontaktörün kontaklarının konum değiştirmesi için geçen süre kapama gecikmesi olarak adlandırılır ve bu değer kontaktörün tipine göre 10 ms ile 50 ms arasında değişir.

Şekil 3.8 de DIN ve ANSI standartlarına göre verilen kontaklı kumanda devresini göz önüne alarak devrenin çalışmasını inceleyelim. [3]



Şekil 3.8 DIN ve ANSI standartlarına göre çizilmiş bir kumanda devresi

Başlangıç durumunda $K1 = 0$ ve $K2 = 0$ olsun (her iki kontaktöründe bobinleri enerjisiz) S1 butonuna basıldığında K1 ve K2 kontaktörlerinin bobinlerine aynı anda enerji verilir. Bu kontaktörlerden kapama gecikmesi daha kısa olan kontaktör devreye girer ve kapama gecikmesi daha uzun olan kontaktör hiç bir zaman devreye giremez. Her iki kontaktör kapama gecikmelerinin eşit olması durumunda hangi kontaktörün devreye gireceği belirsizdir. Devreye alınan kontaktör diğer kontaktörün devreye alınmasını engeller. Her hangi bir kontaktör devrede iken S0 stop butonuna basıldığında devre başlangıç durumuna döner.



Şekil 3.9 PLC giriş çıkış bağlantıları ve ladder diyagramı

Şekil 3.8 de verilen kumanda devresi PLC ile gerçekleştirilmek istendiğinde PLC giriş çıkış bağlantıları ve ladder diyagram programı şekil 3.9 da verilmiştir. Burada verilen ladder

diyagramı programı PLC ye yükleyip çalışma durumuna getirildiğinde sırayla aşağıdaki işlemler gerçekleşir.

1. X1 ve X2 giriş durumları okunur ve giriş görüntü belleğine alınır. S0 butonuna basılmamış ve S1 butonuna basılmış ise giriş görüntü belleğinde X1=1 ve X2=1 dir.

2. a) Ladder diyagramının birinci basamağındaki Y1 çıkış değeri hesaplanır ve saklanır. Y1 çıkışına ilişkin lojik ifadeye bağlı olarak X1=1 X2=1 Y2=1 olduğundan Y1=0 olacaktır.

b) Ladder diyagramının ikinci basamağındaki Y2 çıkış değeri hesaplanır ve saklanır. Y2 çıkışına ilişkin lojik ifadeye bağlı olarak X1=1 X2=1 Y1=1 olduğundan Y2=0 olacaktır.

3. Y1 ve Y2 çıkış değerleri çıkış görüntü belleğine yazılır ve çıkış birimine transfer edilir ve ilk adıma döndülür. Y1=1 ve Y2=0 olduğundan K1 kontaktörü bobini gerilim alır ve devreye girer. K2 kontaktörü ise gerilim alamaz ve devreye giremez.

4. Tekrar ilk adıma döndüldüğünde S1 butonu serbest bırakılmış olsun. Bu durumda Y1 değeri bir önceki adımda Y1=1 olduğundan Y1 çıkışına ilişkin lojik fonksiyonun değeri lojik 1 değerinde kalacaktır. S0 durdurma butonuna basılıncaya kadar Y1=1 durumunu koruyacaktır. Bu çalışmada Y2 çıkışı hiç bir zaman lojik 1 çıkışını alamaz.

Y1 ve Y2 çıkışlarına ilişkin lojik fonksiyonlar yazılarak olası giriş kombinasyonlarında Y1 ve Y2 değerleri bir tablo halinde verilebilir. [3]

Y1 ve Y2 çıkışlarına ilişkin lojik fonksiyonlar

$$Y1^+ = X1 \cdot (X2 + Y1) \cdot \overline{Y2}$$

$$Y2^+ = X1 \cdot (X2 + Y2) \cdot \overline{Y1}$$

biçiminde verilebilir. Bu fonksiyonlar için X1 ve X2 girişlerinin çeşitli kombinasyonlarına karşı düşen Y1, Y1⁺ ve Y2, Y2⁺ değerleri tablo 3.6 da verilmiştir.

Tablo 3.6 Girişlerin durumlarına göre çıkışlar

sıra	X1	X2	Y1	Y2	Y1 ⁺	Y2 ⁺	açıklama
1	1	0	0	0	0	0	başlangıç durumu
2	1	1	0	0	1	0	S1'e basılması durumu
3	1	1	1	0	1	0	K1 enerjilenir.
4	1	0	1	0	1	0	S1'in bırakılması durumu
5	0	0	1	0	0	0	S0'a basılması durumu
6	0	0	0	0	0	0	başlangıç durumu

Şekil 3.9 da verilen ladder diyagramında Y1 ve Y2' ye ilişkin program basamakları yer değiştirildiğinde devrenin çalışma biçimi değişecektir. Örneğin Y2 ye ilişkin basamak daha önce yazılırsa, bu kez X2=1 olması durumunda Y2=1 olacak ve Y1 çıkışı hiçbir zaman lojik 1 değerini alamayacaktır. [3]

Bu basit örnek, bir kumanda devresinin çalışma biçimiyle bir PLC de program yürütülmesi arasındaki en önemli fark açıklanmaya çalışılmıştır. Genel bir değerlendirme yapıldığında bir lojik devrenin veya kontaklı kumanda devresinin çalışma biçimi ile bir PLC de program yürütülmesi arasındaki benzerlik ve farklılıklar çeşitli devreler için incelenecektir.

3.4. Kombinasyonel devreler

Çıkışların yalnız girişlere bağlı olduğu kombinasyonel devrelerde, kontaklı veya lojik kapılarla gerçekleştirilen devrelerle, PLC ile gerçekleştirilen devreler aynı şekilde çalışır. Bu tür devrelerde çıkışlara ilişkin lojik ifadelerin programlanmasında yazılım sırası sonucu değiştirmez. Sonuç olarak aşağıdaki biçimde yazılan lojik fonksiyonlar herhangi bir sırada programlanabilir. [3,11]

$$Y1=f(X1,X2,\dots,Xn)$$

$$Y2=f(X1,N2,\dots,Xn)$$

$$Y3=f(X1,X2,\dots,Xn)$$

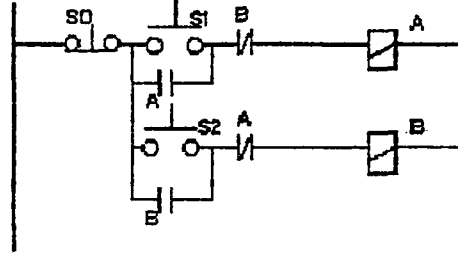
.....

$$YM=f(X1,X2,\dots,Xn)$$

3.5. Ardışıl devreler

Geri beslemeli kontaklı veya lojik kapılı devreler ile bu devrelerin PLC ile gerçekleştirilmesine ilişkin ladder diyagramı programı veya deyim listesi programı yazılırken aşağıda belirtilen durumların göz önüne alınması gerekir.

Bilindiği gibi bir kontaklı kumanda devresinde röle ya da kontaktör bobini ile bu elemanlara ilişkin kontaklar aynı sembollerle gösterilir ve bu devrelere ilişkin lojik fonksiyonlar yazılırken aynı değişken adları kullanılır (şekil 3.10). Bu kumanda devresinde K1 ve K2 kontaktör bobinlerine ilişkin lojik fonksiyonlar



Şekil 3.10 Kontaklı kumanda devresi

$$A = \overline{S0} \cdot (S1+A) \cdot \overline{B}$$

$$B = \overline{S0} \cdot (S2+B) \cdot \overline{A}$$

biçiminde yazılabilir. Bu devrede A ve B kontaktör bobinlerine gerilim uygulanması lojik 1, uygulanmaması lojik 0 değerine karşılık gelir. A kontaktörü bobininin lojik 1 olması ile bu kontaktöre ilişkin kontağın lojik 1 değerini alması aynı anda gerçekleşmez. Kontak bobine gerilim uyguladıktan bir süre sonra kapanır yani kontaktör bobini ile kontağın aynı lojik değerini alması kontaktör gecikme zamanı kadar bir süre geçtikten sonra gerçekleşir. Bu durum asenkron ardışıl devre yapısındaki kontaklı kumanda devrelerinin sentezinde dikkate alınmalıdır. Bu tür devrelerde mevcut durum için kontak lojik değeri ve sonraki durum için kontaktör bobini lojik değeri alınır. Asenkron ardışıl devrelerin sentezinde mevcut durumlar ile sonraki durumları ayırmak küçük ve büyük harf sembolleri veya sonraki durumu, mevcut durumdan ayırmak için “+” sembolü kullanılır. Bir asenkron ardışıl devrenin lojik fonksiyonu PLC ile gerçekleştirilirken, mevcut durum ya da sonraki durumların programın yürütülme biçimine bağlı olarak oluşup oluşmadığı kontrol edilmelidir. Örneğin şekil 3.10 da verilen kumanda devresi herhangi bir PLC ile gerçekleştirilmek istensin.

S0 butonunun normale kapalı kontağı PLC nin X1 girişine,

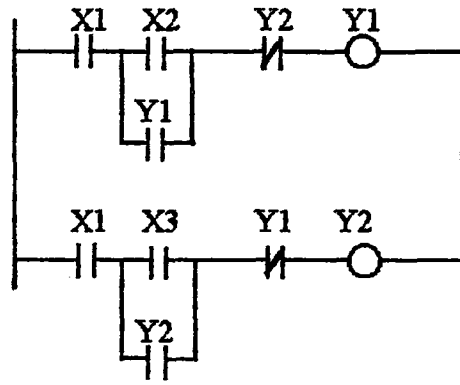
S1 başlatma butonunun normalde açık kontağı PLC nin X2 girişine,

S2 başlatma butonunun normalde açık kontağı PLC nin X3 girişine,

A kontaktörü bobin devresi PLC nin Y1 çıkışına,

B kontaktörü bobin devresi PLC nin Y2 çıkışına bağlanmış olsun.

Bu kumanda devresi için gerekli ladder diyagramı programı şekil 3.11 de verilmiştir.



Şekil 3.11 PLC ladder diyagramı

Bu şekilde verilen ladder diyagramında Y1 ve Y2 çıkışlarının sonraki durumlara Y1 ve Y2 kontaklarının mevcut durumlara karşı düşmesi gerekir. PLC de program yürütülüş biçimini de göz önünde bulundurarak bu değişkenlerin söz konusu durumlara karşı düşüp düşmediği incelenecektir.

Birinci basamakta bulunan Y1 çıkışının hesaplanmasında kullanılan X1 ve X2 değerleri çevrimin başında giriş görüntü belleğinde alınan, Y2 normalde kapalı kontağı ve Y1 normalde açık kontakları daha önceki çevrimde hesaplanmış olan değerlerdir ve mevcut durumlar olarak değerlendirilebilir. Şu halde $Y1^+$ çıkışına ilişkin lojik fonksiyon

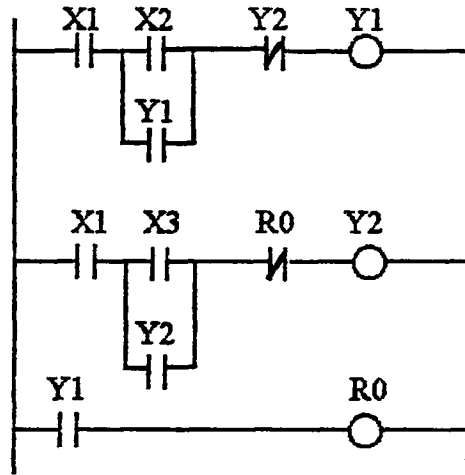
$$Y1^+ = X1 \cdot (X2 + Y1) \cdot \bar{Y2}$$

biçimindedir.

Y2 çıkışının hesaplanmasında kullanılan X1 ve X2 değerleri, çevrimin başında giriş görüntü belleğinden alınan, Y2 önceki çevrimde hesaplanan değerlerdir. Y1 kapalı kontağı ise aynı çevrimde ve bir üst basamakta hesaplanmıştır. Şu halde $Y2^+$ çıkışına ilişkin lojik fonksiyon,

$$Y2^+ = X1 \cdot (X3 + Y2) \cdot \bar{Y1}$$

biçiminde yazılmalıdır. Bu fonksiyonda eşitliğin sağ tarafındaki durum değişkenlerinin mevcut durumlar olmasını sağlamak gerekir. Bunun için bu program basamağından sonra yeni bir satır eklenir ve bu satırda bir atama işlemi yapılarak $Y2^+$ lojik fonksiyonun hesaplanmasında kullanılan değişkenlerin bir önceki çevrimde hesaplanan değerler olması sağlanır. Bu işlem yapılarak oluşturulan ladder diyagramı şekil 3.12 de verilmiştir. Bu diyagramda üçüncü basamaktaki R0 çıkışı PLC lerde ara değerlerin tutulduğu bir saklayıcıdır ve bayrak (flag) veya iç röle (internal relay) olarak adlandırılır. Şekil 3.11 ve 3.12 de verilen her iki ladder diyagramı da şekil 3.10 da verilen kumanda devresiyle aynı işleve sahiptir ve şekil 3.12 de yapılan işlem bu örnek için etkisiz görülebilir. [3]



Şekil 3.12 İç röleli PLC ladder diyagramı

Bu devrede her iki çözümün de aynı sonucu vermesinin nedeni şekil 3.10 da verilen kumanda devresinin bütün durumlarının kararlı olmasıdır. Bilindiği gibi asenkron ardışıl devrelerde, devre kararlı bir duruma gidiyorsa mevcut durum y ve sonraki durum $Y, Y=y$ koşulunu sağlar. Yani şekil 3.11 de verilen devrede $Y1^+=Y1$ olduğundan sonuç değişmemiştir. Genel olarak iç durum kodlaması kritik yarışları engelleyecek durumda yapılmış asenkron ardışıl devrelerde şekil 3.12 de verilen işlemlerin yapılmasına gerek yoktur. [3]

4. İNCELENEN PLC LERİN ÖZELLİKLERİ (Specifications)

4.1. Mitsubishi F1 20MR

Tablo 4.1 Elemanlar ve Eleman numaraları tablosu

Eleman	sembol	F1 20MR
Girişler (Inputs)	X	12 adet 400 - 413
Çıkışlar (Outputs)	Y	8 adet 430 - 437
Zamanlayıcı (Timer) 0.1 s	T	24 adet 50 - 57, 450 - 457 550 - 557
Zamanlayıcı (Timer) 0.01 s	T	8 adet 650 - 657
Sayıcı (Counters)	C	30 adet 60 - 67, 460 - 467 560 - 567, 662 - 667
Yüksek hızlı sayıcı	C	2 adet 660 - 661
İç röle (Internal Relay)	M	64 adet 100 - 177
Özel iç röle (Special Internal Relay)	M	16 adet 70 - 77, 470 - 473, 570 - 575
Batarya geri beslemeli röle	M	64 adet 300 - 377
Atlama (Jump)	M	64 adet 700 - 777

Tablo 4.2 Artırma Ünitesi

F1- 10E		
X	4 adet	414 - 417
Y	6 adet	440 - 445

Tablo 4.3 Özel Yardımcı İç Röleler

70	RUN monitor	471	Aşağı / Yukarı sayma
71	İlk başlama palsi	472	Saymaya başlama
72	100 ms lik pals	473	Aşağı / Yukarı kaydırma
73	10 ms lik pals	570	Hata bayrağı (Error flag)
76	Batarya gerilim düşümü	571	Taşıma bayrağı (Carry Flag)
77	Çıkış yasaklama	572	Sıfır bayrağı (Zero flag)
470	Yüksek hızlı sayıcı	573	Borç bayrağı (Borrow flag)

Kullandığımız F1 - 20MR PLC nin 12 adet girişi 8 adet te çıkışı vardır. Daha fazla giriş ve çıkış gerekli olduğunda PLC ye giriş çıkış artırma üniteleri takılır. Bu üniteler değişik sayılarda giriş ve çıkışa sahiptir. Tablo 4.2 de F1 10ER tip ve 4 adet giriş, 6 adet çıkışa sahip giriş çıkış artırma ünitesini göstermektedir. [4,5]

4.2. Idec FA1-J

Tablo 4.4 IDEC FA1-J PLC deki elemanlar ve adresleri

ELEMAN ADI	ELEMAN ADRESLERİ (NUMARALARI)	ELEMAN SAYISI
GİRİŞ (INPUT)	0 - 7, 10 - 17, 20 - 27, 30 - 37, 40 - 47, 50-57, 60 - 67, 70 - 77	64
ÇIKIŞ (OUTPUT)	200 - 207, 210 - 217, 220 - 227, 230 - 237, 240 - 247, 250 - 257, 260 - 267, 270 - 277,	64
İÇ RÖLE (Internal Relay)	400 - 407, 410 - 417, 420 - 427, 430 - 437, 440 - 447, 450 - 457, 460 - 467, 470 - 477, 480 - 487, 490 - 497, 500 - 507, 510 - 517, 520 - 527, 530 - 537, 540 - 547, 550 - 557, 560 - 567, 570 - 577, 580 - 587, 590 - 597, 600 - 607, 610 - 617, 620 - 627, 630 - 637, 640 - 647, 650 - 657, 660 - 667, 670 - 677, 680 - 687, 690 - 697,	240
ÖZEL İÇ RÖLE (special Internal Relay)	700 - 707, 710 - 717	16
ZAMANLAYICI (Timer)	0 - 79	80
SAYICI (Counter)	0 - 44	45
İLERİ-GERİ SAYICI (Reversible Cnt.)	45 (Çift pals girişli) 46 (ileri-geri sayışı seçme girişli)	1 1
KAYDIRMALI KAYDEDİCİ (Shift Register)	0 - 127	128
TEK ÇIKIŞ (Single Output)	0 - 95	96
VERİ KAYDEDİCİ (Data Register)	800 - 899	100

Tablo 4.5 IDEC FA1-J PLC deki özel iç röleler ve fonksiyonları

No.	Fonksiyon
700	kullanılmaz
701	başlatma kontrol
702	başlatma kontrol
703	Bütün çıkışları lojik 0 (OFF) yapar.
704	Başlangıç palsi (program başladığı zaman ilk taramada lojik 1 palsi verir)
705	kullanılmaz
706	sayısal değer hatası
707	taşıma ve ödünç alma (carry & borrow)
710	büyüktür (>) karşılaştırma işlemi
711	eşittir (=) karşılaştırma işlemi
712	küçüktür (<) karşılaştırma işlemi
713	1 saniye zamanlayıcı sıfırlama
714	her saniyede 1 pals verir.
715	her100 ms de 1 pals verir.
716	zamanlayıcı veya sayıcının programlanan preset değerini değiştirme
717	çalışmadaki çıkış (FA1-J çalışma esnasında 717 her zaman lojik 1 dir) [2]

4.3. Siemens Simatic S5-90U

ELEMAN ADI	ELEMAN ADRESİ (NUMARASI)
Giriş (Input)	I0.0 - I127.7
Çıkış (Output)	Q0.0 - Q127.7
İç Röle (Flag) Bayrak	kalıcı (retentive) F0.0 - F63.7 bırakıcı (nonretentive) F64.0 - F127.7
Aktümlatör	ACCUM1 - ACCUM2
Zamanlayıcı	T0 - T31
Sayıcı (Counter)	kalıcı (retentive) C0 - C7 bırakıcı (nonretentive) C8 - C31
KB	Sabit (Constant) 1 byte 0 - 255
KC	Sabit sayma (Constant count) 0 - 999
KF	Sabit (Tam sayılar) -32768 +32767
KF	Sabit (Heksedesimal) 0 - FFFF
KY	Sabit (2 byte) 0 - 255 (her bit)
KT	Sabit (Zamanlayıcı) 0.0 - 999.3
FB	Fonksiyon bloğu (Function block) 0 - 63
DB	Veri bloğu (Data block) 2 - 63 [9,10]

4.4. AEG Teachware Modicon A 020

Tablo 4.6 AEG Teachware Modicon A020 PLC nin sipesifikasyonları

Operand Türü	Operand	Adedi
Girişler (inputs)	E1 - E24	24 giriş
Çıkışlar (outputs)	A1 - A16	16 çıkış
Analog girişler	EWA 1 - EWA 4	4 analog giriş
Analog çıkışlar	AWA 1	1 analog çıkış
Saklayıcılar(iç röle ler)	M1 - M128	128 adet
Zamanlayıcılar	T1 - T16	16 timer
Sayıcılar	Z1 - Z16	16 sayıcı

Tablo 4.7 Saklayıcıların özellikleri

Operand	Adedi	Not
M1 - M122	122 saklayıcı	kontaktör ve rölelere direk kumanda etmez.
M123 - M124	1 mesaj saklayıcı	Ayrılmış NV-Ram da gerilim azlığında 1 sinyali
M125 M126 M127 M128	1 flaş ritmi 1.25 Hz 1 flaş ritmi 2.50 Hz 1 flaş ritmi 5.00 Hz 1 sıfırlanabilir 1 sinyali	[4,5]

Tablo 4.8 Modicon A020 zamanlayıcıları özellikleri

Operand	Adedi	Not
T1 - T8	8 zamanlayıcı	Temel ritim 100ms En büyük zaman değeri 110 dk.
T9 - T16	8 zamanlayıcı	Temel ritim 25 ms En küçük zaman değeri 25 ms.

5. LOJİK İŞLEM KOMUTLARI

PLC nin programlanması için çeşitli komutlar kullanılmaktadır. Bu komutlar kontakların birbirleri ile bağlantılarını, çıkışların atanmasını, zamanlayıcılarını, sayıcılarını programlamasını, Aritmetik ve karşılaştırma işlemlerinin yapılmasını sağlamaktadır.

Bütün PLC lerde model, marka veya tipe göre programlama değiştiği için her PLC nin komutlarını incelemek oldukça zordur. Bu nedenle Milli Eğitim Bakanlığında alınan bilgiye göre Mesleki ve Teknik Okullarda en çok kullanılan dört ayrı PLC yi inceleyeceğiz.

Bunlar,

<u>MARKA</u>	<u>MODEL</u>
1. MITSUBISHI	F1-20MR
2. IDEC	FA1-JUNIOR (FA1-J)
3. SIEMENS-SIMATIC	S5-90U
4. AEG TEACHWARE	MODICON A020

dır.

5.1. Ladder Basamağına Başlama Komutları

LD (*LOAD*) - Mitsubishi

LOD (*LOAD*) - Idec

A (*AND*) - Simatic

U (*UND*) - AEG

Bu komutlar ladder diyagramında her basamak başlangıcı için normalde açık kontağı atamayı sağlar. Komuttan sonra kontak ismi yazılır. [2,4,5,8,9,10,12]

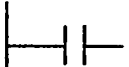

LDI (*LOAD-INVERSE*) - Mitsubishi

LOD NOT (*LOAD NOT*) - Idec

AN (*AND NOT*) - Simatic

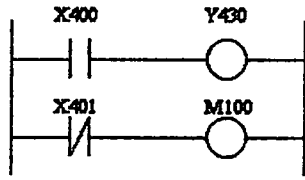
UN (*UND NICHT*) - AEG

Bu komutlar, ladder diyagramında her basamak başlangıcı için normalde kapalı kontağı atamayı sağlar. Komuttan sonra kontak ismi yazılır.

	<u>MITSUBISHI</u>	<u>IDEC</u>	<u>SIMATIC</u>	<u>AEG</u>
	LD	LOD	A	U
	LDI	LOD NOT	AN	UN

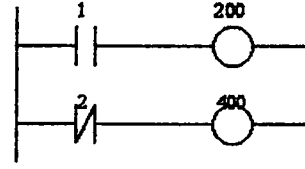
Bu komutla ilgili çeşitli basit eğitim örnekleri aşağıda verilmiştir. Bu örneklerde ladder diyagramını çizilerek deyim listesi yazılmıştır. [2,4,5,8,9,10,12]

MITSUBISHI



0 LD X400
1 OUT Y430
2 LDI X401
3 OUT M100

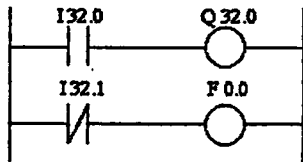
IDEC



0 LOD 1
1 OUT 200
2 LOD NOT 2
3 OUT 400
4 END

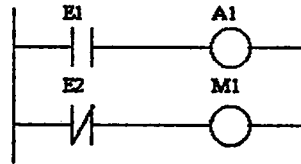
Simatic ve AEG PLC lerde ayrıca bir LOAD (Yükleme) komutu yoktur. Seri bağlama komutu olan AND yada AND NOT komutu kullanılır. Böylece normalde açık kontak için Simatic'te AND yerine geçen A komutu, AEG'de ise U komutu kullanılır. Normalde kapalı kontak için Simatic'te AND NOT yerine geçen AN komutu, AEG de ise UN komutu kullanılır.

SIMATIC



: A I 32.0
:= Q 32.0
: AN I 32.1
:= F 0.0
: BE

AEG



1 U E1
2 = A1
3 UN E2
4 = M1
5 PE

BE, PE, END=PROGRAM SONU

5.2. Seri Kontak Bağlama Komutları

AND - Mitsubishi

AND - Idec

A (AND) - Simatic

U (UND) - AEG

Bu komutlar, normalde açık bir kontağı, bir önceki kontağa veya kontak bloğuna seri bağlar.

ANI (AND INVERSE) - Mitsubishi

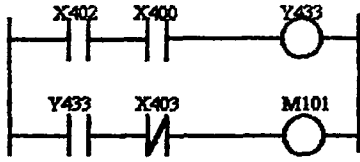
AND NOT - Idec

AN (AND NOT) - Simatic

UN (UND NICHT) - AEG

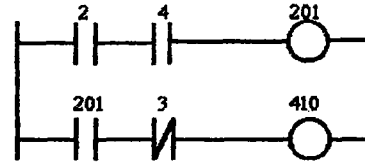
Bu komutlar, normalde kapalı bir kontağı bir önceki kontağa yada kontak bloğuna seri bağlar. Bu komutlarla ilgili çeşitli örnekler şöyledir. [2,4,5,8,9,10,12]

MITSUBISHI



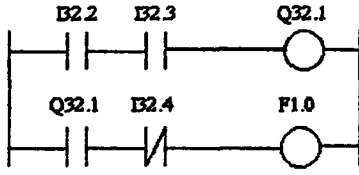
0	LD	X402
1	AND	X400
2	OUT	Y433
3	LD	Y433
4	ANI	X403
5	OUT	M101

IDEC



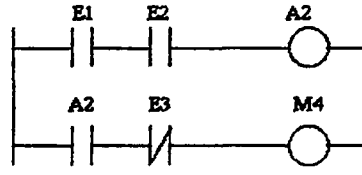
0	LOD	2
1	AND	4
2	OUT	201
3	LOD	201
4	AND NOT	3
5	OUT	410
6	END	

SIMATIC



: A I 32.2
: A I 32.3
:= Q 32.1
: A Q 32.1
: AN I 32.4
:= F 1.0
: BE

AEG



1 U E1
2 U E2
3 = A2
4 U A2
5 UN E3
6 = M4
7 PE

5.3. Paralel Kontak Bağlama Komutları

OR - Mitsubishi

OR - Idec

O (OR) - Simatic

O (ODER) - AEG

Bu komutlar, normalde açık bir kontağı bir önceki kontağa ya da kontak bloğuna paralel bağlar.

ORI (OR INVERSE) - Mitsubishi

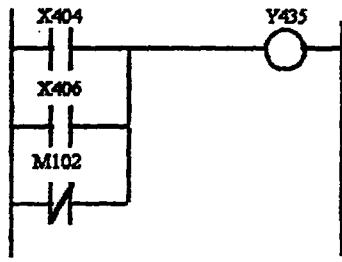
OR NOT - Idec

ON (OR NOT) - Simatic

ON (ODER NICHT) - AEG

Normalde kapalı bir kontağı bir önceki kontağa ya da kontak bloğuna paralel bağlar. Paralel bağlama ile ilgili çeşitli eğitim örnekleri şöyledir. [2,4,5,8,9,10,12]

MITSUBISHI

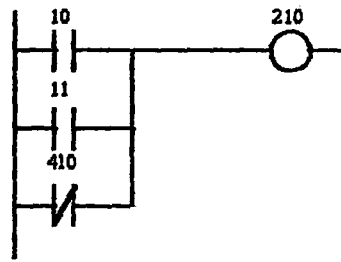


```

0    LD    X404
1    OR    X406
2    ORI   M102
3    OUT   Y435

```

IDEC

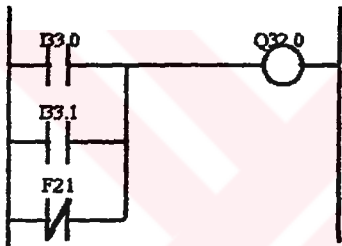


```

0    LOD   10
1    OR    11
2    OR NOT 410
3    OUT   210
4    END

```

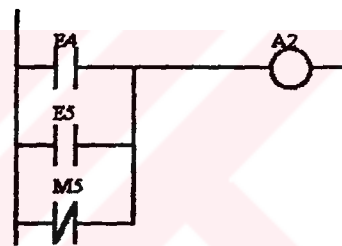
SIMATIC



```

: A   I    33.0
: O   I    33.1
: ON  F    2.1
:=    Q    32.0
: BE

```



```

1    U    E4
2    O    E5
3    ON  M5
4    =    A2
5    PE

```

5.4 Kontak Bloklarını Bağlama Komutları

ANB (*AND BLOCK*) - Mitsubishi

AND LOD (*AND LOAD*) - Idec

A(, AND(- Simatic

)

U(, UND(- AEG

)

Oluşturulan bir kontak bloğunu veya bir kontağı, bir önceki kontak bloğuna ya da kontağa seri bağlar. Bununla ilgili komutlar bir önceki sayfada verilmiştir

ORB (*OR BLOCK*) - Mitsubishi

OR LOD (*OR LOAD*) - Idec

O (OR)

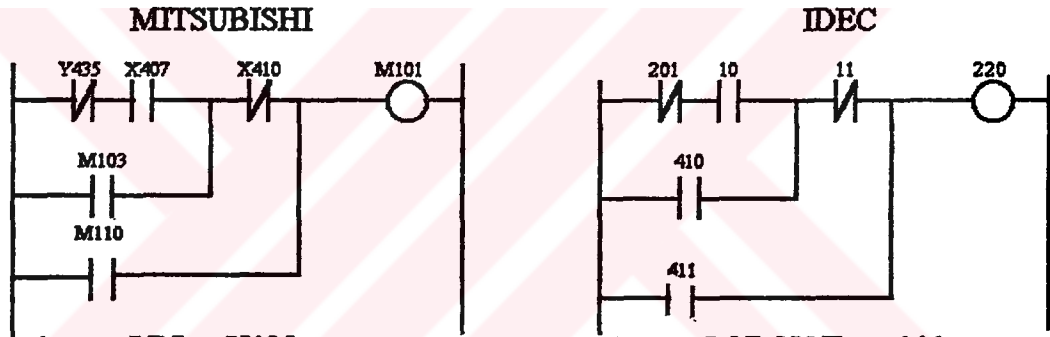
A(, AND(- Simatic

)

O(, ODER(-AEG

)

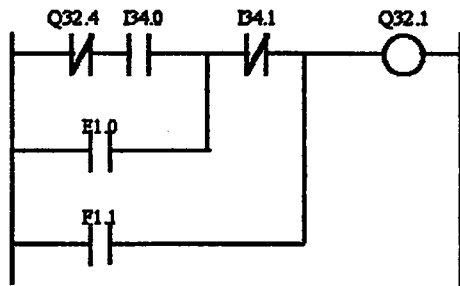
Oluşturulan bir kontak bloğunu veya kontağı bir önceki kontağa veya kontak bloğuna paralel bağlar. Bununla ilgili çeşitli komutlar seçilen PLC lere göre yukarıda verilmiştir.



0	LDI	Y435
1	AND	X407
2	OR	M103
3	ANI	X410
4	OR	M110
5	OUT	M101
	veya	
0	LDI	Y435
1	AND	X407
2	LD	M103
3	ORB	
4	ANI	X410
5	LD	M110
6	ORB	
7	OUT	M101

0	LOD NOT	201
1	AND	10
2	LOD	410
3	OR LOD	
4	AND NOT	11
5	LOD	411
6	OR LOD	
7	OUT	220
8	END	

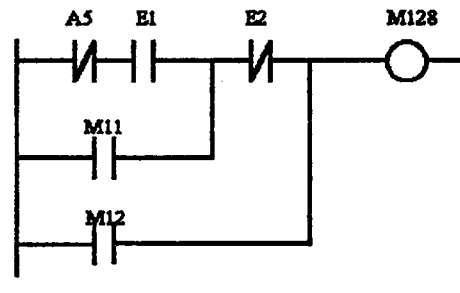
SIMATIC



```

: A(
: AN Q 32.4
: A I 34.0
: )
: O F 1.0
: AN I 34.1
: O F 1.1
: = Q 32.1
: BE
    
```

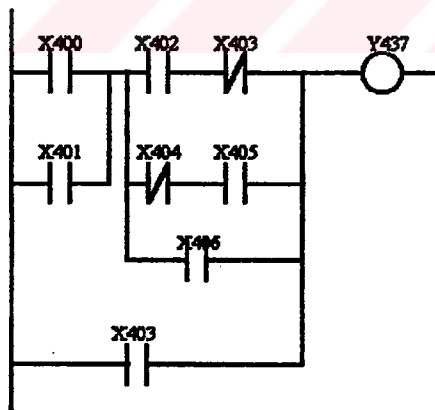
AEG



```

1 U(
2 UN A5
3 U E1
4 )
5 O M11
6 UN E2
7 O M12
8 = M128
9 PE
    
```

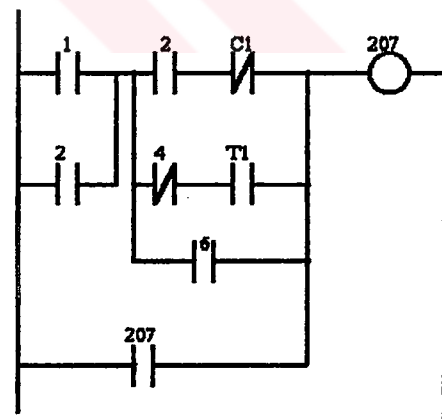
MITSUBISHI



```

0 LD X400
1 OR X401
2 LD X402
3 ANI X403
4 LDI X404
5 AND X405
    
```

IDEC



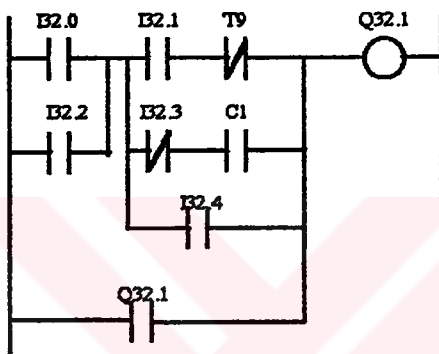
```

0 LOD 1
1 OR 2
2 LOD 2
3 AND NOT C 1
4 LOD NOT 4
5 AND T 1
    
```

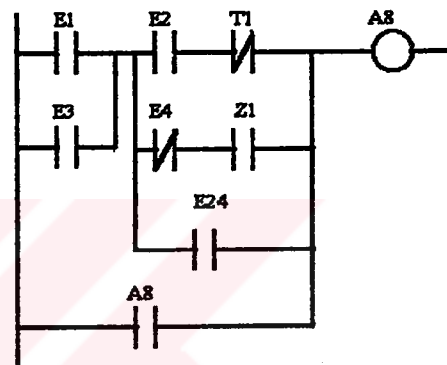
6 ORB
 7 OR X406
 8 ANB
 9 OR X403
 10 OUT Y437

6 OR LOD
 7 OR 6
 8 AND LOD
 9 OR 207
 10 OUT 207
 11 END

SIMATIC



AEG



```

: A(
: O I 32.0
: O I 32.2
: )
: A(
: A I 32.1
: AN T 9
: O
: AN I 32.3
: A C 1
: O I 32.4
: )
: O Q 32.1
: = Q 32.1
: BE
  
```

```

1 U(
2 O E1
3 O E3
4 )
5 U(
6 U E2
7 UN T1
8 O(
9 UN E4
10 U Z1
11 )
12 O E24
13 )
14 O A8
15 = A8
16 PE
  
```

[2,4,5,8,9,10,12]

5.5. SET ve RESET Komutları

S (SET) - Mitsubishi

SET - Idec

S (SET) - Simatic

SL (SETZE SPEICHERND) - AEG

SET komutu herhangi bir çıkışı veya iç röleyi lojik 1 yapar. Yani çalışmasını ve mthürlenmesini sağlar. Herhangi bir çıkış veya iç röle SET etmek için 1 palslik giriş işareti vermek yeterlidir. Giriş işareti kesilse bile çıkış enerjilidir. RESET işareti geldiği zaman çıkış veya iç röle durdurulur.

R (RESET) - Mitsubishi

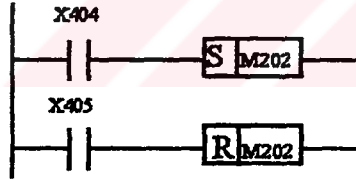
RST (RESET) - Idec

R (RESET) - Simatic

RL (RÜCKSETZE) - AEG

RESET komutu herhangi bir çıkışı veya iç röleyi lojik 0 yapar. Yani çalışmasını durudurur.

MITSUBISHI



0 LD X404

1 S M202

2 LD X405

3 R M202

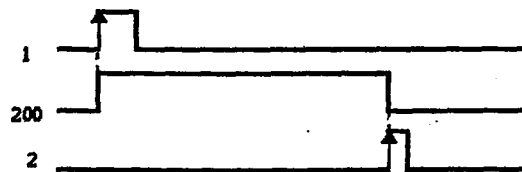
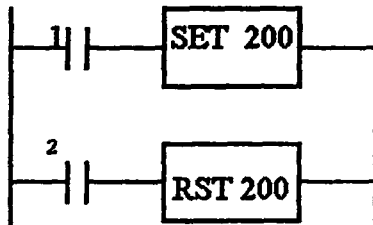
X404 nolu girişi bağlar.

M202 nolu iç röleyi SET eder. (çalıştırır)

X405 nolu girişi bağlar.

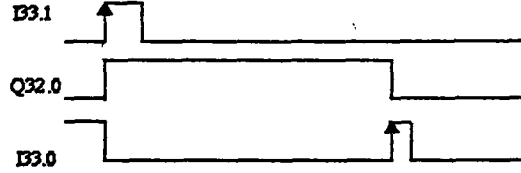
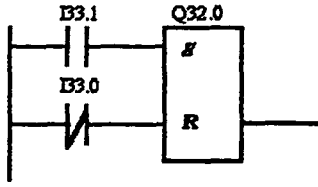
Daha önce SET edilen M202 adresli iç röleyi RESET eder.(durdurur) [4,5]

IDEC



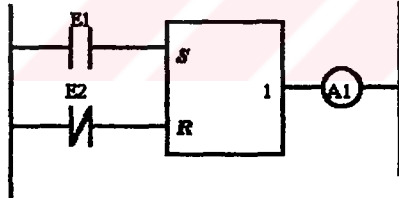
0	LOD	1	1 nolu girişi bağlar.
1	SET	200	200 nolu çıkışı SET eder.
2	LOD	2	2 nolu girişi bağlar.
3	RST	200	200 nolu çıkışı RESET eder.
4	END		program sonu [2]

SIMATIC



: A	I	33.1	33.1 nolu girişi bağlar.
: S	Q	32.0	32.0 nolu çıkışı aktif hale getirir. (SET eder)
: AN	I	33.0	33.0 nolu girişin normalde kapalı kontağını bağlar.
: R	Q	32.0	32.0 nolu çıkışı RESET eder.
: BE			program sonu [9,10]

AEG



1	U	E1	E1 nolu girişi bağlar.
2	SL	A1	A1 çıkışını SET eder.
3	UN	E2	E2 girişinin normalde kapalı kontağını girer.
4	RL	A1	A1 çıkışını RESET eder.
5	PE		program sonu [8,12]

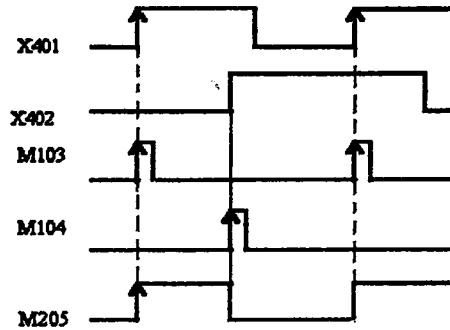
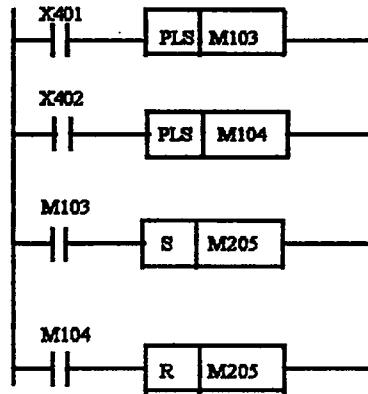
5.6. Tek Çıkış (Single Output) Komutları

Bunlar Mitsubishi PLC için PLS komutu, Idac PLC için SOT komutudur. Bu komutlar giriş sinyalini bir darbelik çıkış sinyaline çevirirler. Bu sinyalin süresi bir tarama zamanıdır (scan time). Yani giriş sinyalinin lojik 1 değeri ne kadar sürerse sürsün sadece bir tarama

zamanlık çıkış elde edilir. Giriş sinyali kesilip tekrar verilme durumunda yine çıkış sağlanır. Bu komutlar ayrıca sayıcı, shift register, set / reset komutlarının giriş devrelerinde kullanılır.

MITSUBISHI

PLS (Pulse) : Diferansiyel çıkış komutu

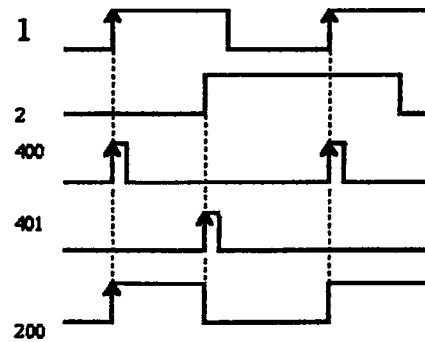
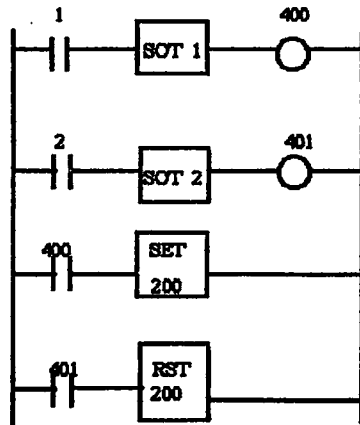


0	LD	X401	4	LD	M103
1	PLS	M103	5	S	M205
2	LD	X402	6	LD	M104
3	PLS	M104	7	R	M205

PLS komutunun birlikte kullanılacağı elemanlar M100 - M337 dir. [5]

IDEC

SOT (Single Output) : 0 dan 95 e kadar 96 tane SOT komutu kullanılabilir. [2]



0	LOD	1	6	LOD	400
1	SOT	1	7	SET	200
2	OUT	400	8	LOD	401
3	LOD	2	9	RST	200
4	SOT	2	10	END	
5	OUT	401			

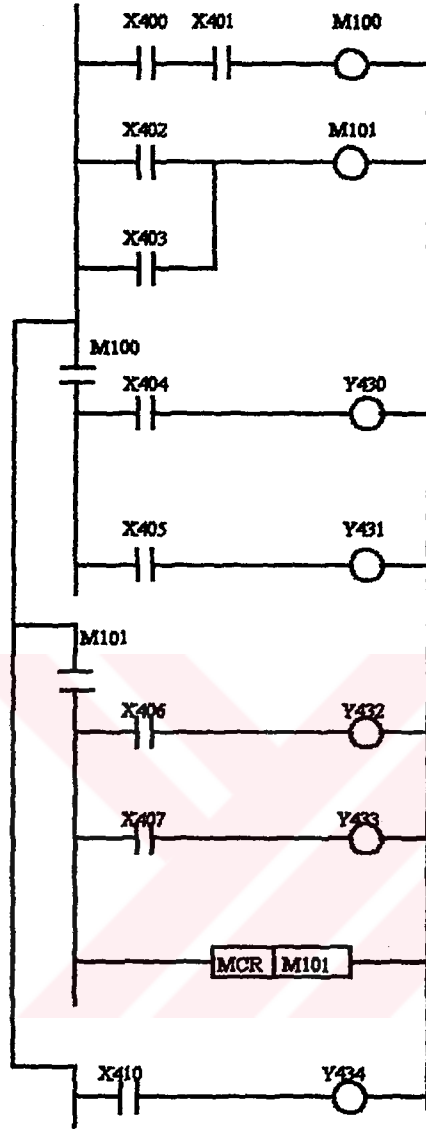
5.7. Program Kontrol Komutları (Master Control)

Program akışının kontrolü için kullanılan komutlardır. Girişlerin veya çıkışların durumuna göre istenilen program taraması sağlanır. İstenildiği gibi programın tamamını veya çıkışları durdurmaya yada çalışmasını devam ettirmeyi sağlayan komutlardır.

mitsubishi

MC (Master Control)

MCR (Master Control Reset)



deyim listesi

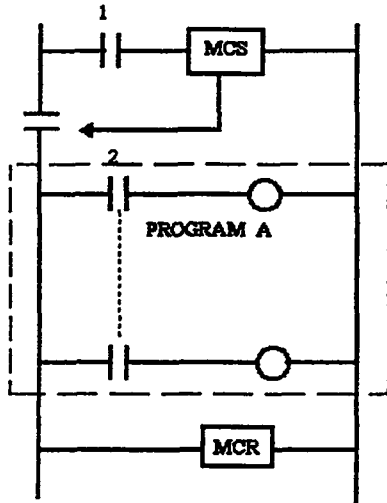
0	LD	X400
1	AND	X401
2	OUT	M100
3	LD	X402
4	OR	X403
5	OUT	M101
6	MC	M100
7	LD	X404
8	OUT	Y430
9	LD	X405
10	OUT	Y431
...
20	MC	M101
21	LD	X406
22	OUT	Y432
23	LD	X407
24	OUT	Y433
...
30	MCR	M101
31	LD	X410
32	OUT	Y434

IDEC

MCS (Master Control Set)

MCR (Master Control Reset)

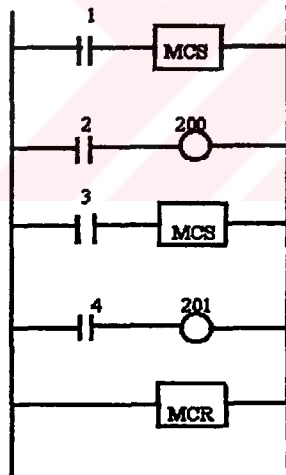
MCS girişi açık (OFF) iken program A'nın bütün girişleri kapalı olsa bile bu program çalışmaz. MCS komutu ile bu MC girişi kapatılır (ON) ve program A çalışır. Bu çalışma düzeni, MCR komutu ile program A'yı süren MC kontağının açılmasına kadar sürer.



Deyim Listesi

0	LOD 1	
1	MCS	
2	LOD 2	
3		PROGRAM A
...		
N	MCR	

Birden fazla MCS komutu bir MC komutu ile RESET edilebilir. Yani MCR komutu geldiği zaman bütün MC kontaktarı aşağıdaki örnekte olduğu gibi açılır. [2]



0	LOD 1
1	MCS
2	LOD 2
3	OUT 200
4	LOD 3
5	MCS
6	LOD 4
7	OUT 201
8	MCR

5.8. Atlama (JUMP) Komutları

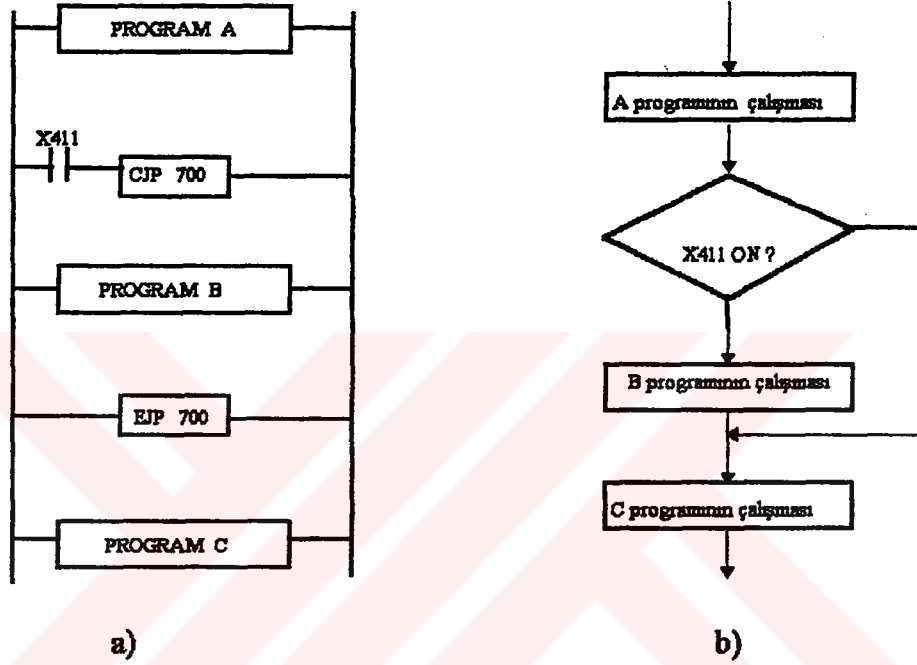
Program içinde başka bir basamağa atlamak için bu komutlar kullanılır. Programın belli bir bölümünün çalıştırılmaması istendiği durumlarda o bölümü atlayarak başka bir satıra geçer. Bu geçiş atlamayı başlatacak kontakın kapanması ile başlayıp ve atlamanın sonlanacağı basamağa ulaşır. Böylelikle de iki atlama komutu arasındaki program çalıştırılmamış olur. Bu komutun değişik PLC lere göre kullanımı şöyledir.

MITSUBISHI

CJP (Conditional Jump)

EJP (End of Jump)

CJP atlama işlemine başlama komutudur. EJP atlama işlemi bitirme komutudur.

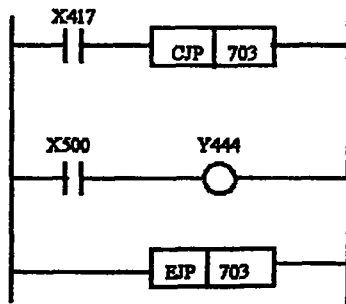


Şekil 5.1 Atlama komutunun gerçekleşmesi

a) Atlama komutu için basitleştirilmiş Ladder diyagramı

b) Akış diyagramı

Yukardaki şekil 5.1 de A programıyla B programı arasında bir atlama işlemi konulmuştur. Eğer X411 girişi lojik 1 (ON) olursa program akışı B programını atlayarak direk EJP komutunun olduğu satıra gider ve böylece C programı çalışmaya başlar. [5]



0	LD	X417
1	CJP	703
2	LD	X500
3	OUT	Y444
4	EJP	703

Bu şekilde X417 nolu girişin lojik 1 (ON) olması ile atlama işlemi başlar ve program, ikinci basamağı atlar ve EJP komutunun olduğu satıra geçer.

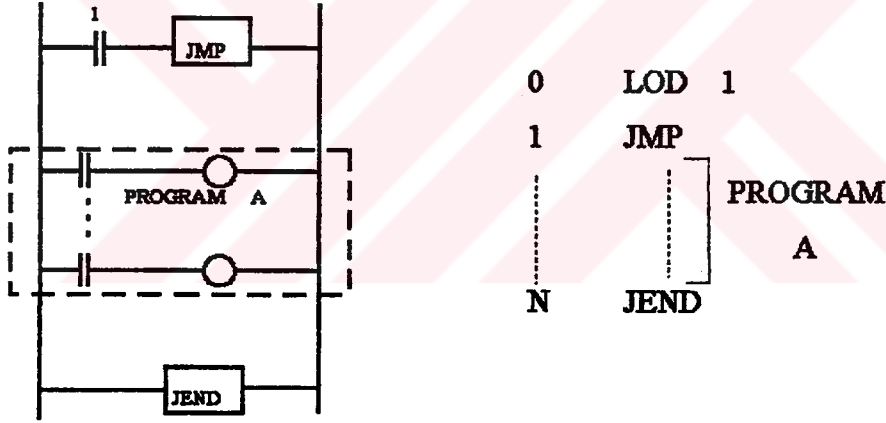
CJP komutundan önce EJP komutu kullanılmaz ve birden fazla EJP komutu kullanıldıysa son EJP işleme girer. Diğerleri hükümsüzdür. [5]

IDEC

JMP (JUMP)

JEND (JUMP END)

JMP komutu program içinde JEND komutundan önce yerleştirilir. Eğer işlem sonucu JMP den önce lojik 1 ise atlama işlemi gerçekleşir ve program icra sırası JEND komutunun bulunduğu basamağı gider. Böylece JMP komutu ile JEND komutu arasında işlem yapılmaz. Eğer program sonucu lojik 0 ise yani JMP yi çalıştıran kontak açıksa atlama işi gerçekleşmez program normal akışında devam eder. [2]



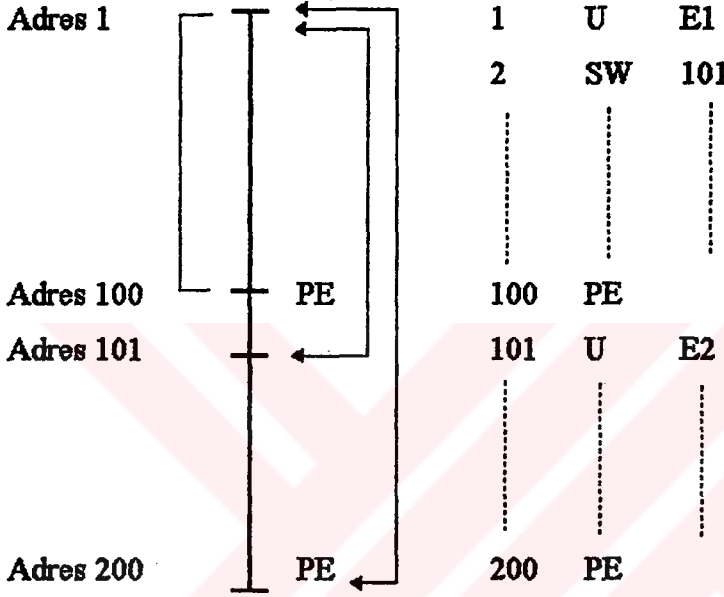
Burada 1 nolu giriş atlamayı başlatan kontakdır. 1 nolu girişin verilmediği durumlarda A programını icra eder. Eğer 1 nolu giriş lojik 1 yapılırsa program JEND komutunun bulunduğu satıra atlar.

AEG

Herhangi bir program PE (Program Sonu) komutu ile sonlandırılmaktadır. Bu işlemci için, program 1. komuttan yani adres 1 den başlayarak sonuna kadar çalıştırılır. Böylece girişler okunarak çıkışlara gerekli değerler verilir anlamına gelir.

Buna karşın eğer aynı cihaz üzerinde iki ayrı program (örneğin elle çalışma - otomatik çalışma) çalıştırmak istenirse programlar PE komutu ile ayrılamaz. Bu durumda ise birbirinden ayrı olması gereken iki program ard arda çalıştırılmış olur ve tarama süresi gereksiz yere uzar.

Bu durumlarda atlama işlemlerini kullanarak, farklı program parçalarını bir koşula bağlı olarak çalıştırabiliriz. [12]



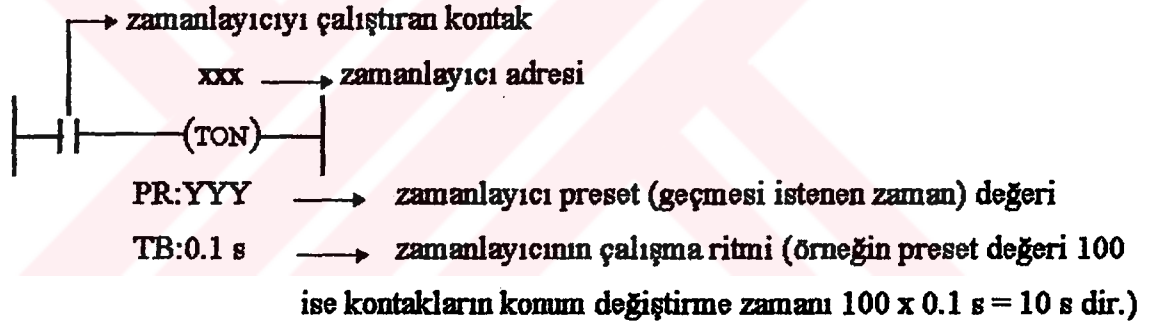
1 nolu girişe lojik 1 sinyali gelirse program 101 nolu adrese atlayarak oradan devam eder. Eğer girişe lojik 1 sinyali gelmezse program 100 nolu adrese kadar çalışır.

6. PLC FONKSİYONLARI ve PROGRAMLANMASI

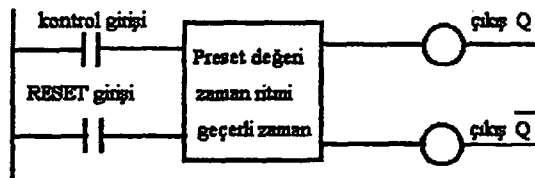
Programlanabilir Denetleyiciler lojik işlemlerin dışında çeşitli yeteneklere sahiptirler. Bunlar zamanlayıcılar, sayıcılar, kaydırmalı saklayıcılar, veri işleme ve hesaplama fonksiyonları gibi yeteneklerdir. Bu özelliklerin çokluğuna ve kullanımına göre PLC ler değer kazanırlar.

6.1. Zamanlayıcılar (Timers) ve Programlanması

PLC zamanlayıcıları mekanik zaman rölelerinde olduğu gibi aynı çıkış fonksiyonunu elde eder. Ayarlanan süre geçtikten sonra bağlı olan cihaz çalışır veya durur. Programlanabilen sayıcıların sayısı kullanılan PLC modellerine göre değişmektedir. Bir PLC ladder diyagramında bir zamanlayıcı belirtmek için iki metod vardır. Birincisi aşağıdaki şekle benzer olarak tanımlanır. [7]



Zamanlayıcı bir adres olarak atanır ve zamanlama komut bölümü, zamanlayıcının zaman tabanını (ritim), zamanlayıcının preset değerini veya zaman gecikme periyodunu ve elde edilen değeri yani zamanlayıcı çalıştığı andan beri geçen zamanı kapsar. Zamanlayıcı lojik sürekliliğe sahip olduğu zaman çalışmaya başlar ve preset değerine kadar devam eder.



Şekil 6.1 Zamanlayıcının blok formatı

Zamanlayıcı bu süreci tamamlayınca kontaklarının konumu değişir. Böylece zaman gecikmeli çıkış elde edilir. Zamanlayıcının kontakları normalde açık ve normalde kapalı olarak program boyunca kullanılır. Şekil 6.1 zamanlayıcının blok formatını göstermektedir. Şekilde görüldüğü gibi zamanlayıcı KONTROL ve RESET girişlerine sahiptir. Kontrol girişi TRUE olduğu zaman (kapatıldığı zaman) zamanlayıcı çalışmaya başlar. Bazı PLC lerde kontrol girişi açıldığı zaman, zamanlayıcı ulaşmış olduğu zaman değerini tutup bekler. RESET girişi ise zamanlayıcının ulaşmış olduğu değeri sıfırlamak içindir. RESET girişine lojik 1 işareti geldiğinde zamanlayıcının içeriği sıfırlanır yani reset olur. Bu nedenle zamanlayıcının program boyunca kullanılan bütün kontakları eski konumuna döner. [7]

6.1.1 Eğitimi verilen PLC lerin Zamanlama Fonksiyonları

MITSUBISHI

Bu marka PLC de 32 adet zamanlayıcı vardır. Bunlar sekizlik (octal) düzende numaralanmıştır. Genellikle kullanılan zamanlayıcılar düz zaman rölesi gibi çalışırlar yani zamanlayıcı aktif duruma geçtikten bir süre sonra kontakları konum değiştirir. Ters zaman rölesi gibi bir sistem gerektiğinde zamanlayıcının kapalı kontağı üzerinden bir iç röle çalıştırılarak elde edilir.

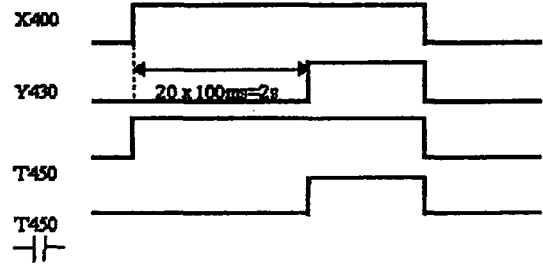
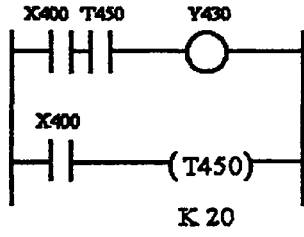
T050 - T057	}	24 adet
T450 - T457		
T550 - T557		

Bunlarda en az 100 ms'lik ritimle ve en çok 3 dijitlek yani 999 saniyeye kadar zaman ayarı yapılabilir. [4,5]

T650 - T657	8 adet
-------------	--------

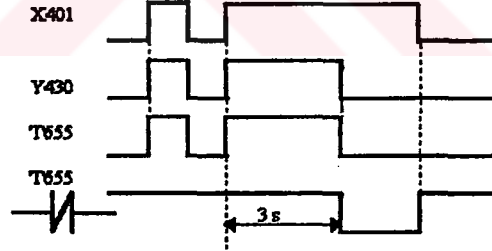
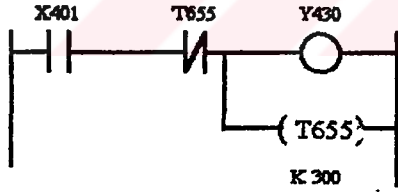
Bu zamanlayıcılarda en az 10 ms'lik ritimle ve en çok 3 dijitlek zaman ayarı yapılabilir.

T 450	→	Zamanlayıcı numarası veya adresi
K 50	→	Preset değeri (50 x 100 ms = 5 s)
T 650	→	Zamanlayıcı numarası veya adresi
K 300	→	Preset değeri (300 x 10 ms = 3 s)



0	LD	X400	X400 nolu girişi bağlar.
1	A	T450	T450 zamanlayıcısının normalde açık kontağını (gecikmeli kapanan) X400 girişine seri bağlar.
2	OUT	Y430	Y430 çıkışı atanır.
3	LD	X400	X400 nolu girişi bağlar.
4	OUT	T450	T450 zamanlayıcısını çalıştırır.
5	K	20	Zamanlayıcının preset değeri verilir.

Ters zamanlayıcı kullanmak gerektiği zaman yani zamanlayıcı çalışmaya başladığı an kontakları konum değiştirecek, belirlenen süre geçtikten sonra kontaklar eski konumuna dönecek. Böyle bir uygulama aşağıda verilmiştir.



0	LD	X401	X401 nolu girişi bağlar.
1	ANI	T655	X401 girişine T655 zamanlayıcısının geçikmeli açılan kontağını seri bağlar.
2	OUT	Y430	Y430 çıkışı atanır.
3	OUT	T655	T655 zamanlayıcısı çalıştırılır.
4	K	300	Preset değeri girilir. (3 saniye) [4,5]

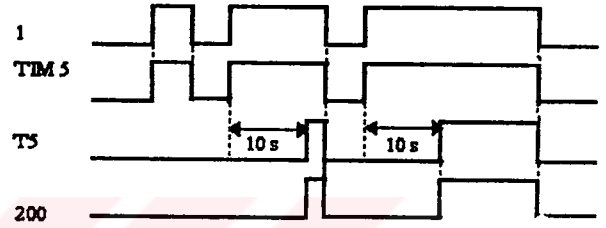
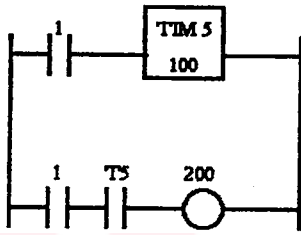
IDEC

Bu marka PLC nin 0 dan 79 kadar 80 adet zamanlayıcısı vardır. Bunlar 100ms lik ritme sahiptir. Zamanlayıcıya verilebilecek preset değeri 4 dijittir yani 9999 a kadardır. Dolayısıyla ayarlanabilecek olan süre $9999 \times 100 \text{ ms}$ den 999 saniyedir. [2]

TIM 0 - TIM 79 80 adet

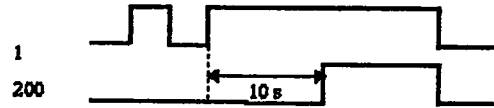
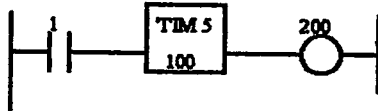
TIM 10 → Zamanlayıcı numarası veya adresi

250 → Preset değeri ($250 \times 100 \text{ ms} = 25 \text{ s}$)



0	LOD	1	1 nolu giriş bağlanır.
1	TIM	5	TIM5 zamanlayıcısı çalışır.
2		100	Preset değeri verilir. (10 saniye)
3	LOD	1	1 nolu giriş 2. basamağa bağlanır.
4	AND	T5	TIM5 zamanlayıcısının gecikmeli kapanan T5 kontağını 1 girişine seri bağlar.
5	OUT	200	200 nolu çıkış atanır.
6	END		Program sonu.

veya



0	LOD	1	1 nolu giriş atanır.
1	TIM	5	TIM5 zamanlayıcısı çalıştırılır.
2		100	Preset değeri verilir.
3	OUT	200	200 nolu çıkış atanır.
4	END		Program sonu

IDEK FA1-J marka PLC de zaman doğruluğu

hata { maksimum +3 tarama zamanı (scan time)
-100 ms + 1 tarama zamanı

1 tarama zamanı yaklaşık 30 ms dir. [2]

SIMATIC

Siemens Simatic S5-90U model PLC de 32 zamanlayıcı S5-95U da ise 128 zamanlayıcı vardır.

Zaman süresi TW (time word), sabit KT (constant), giriş bilgisi IW (input word), çıkış bilgisi QW (output word), bayrak bilgisi FW (flag word), veri bilgisi DW (data word) ifadelerinin bir zamanlayıcıda tanımlanması gerekir.

Siemens Simatic PLC lerde altı tip zamanlayıcı vardır. Bunlar,

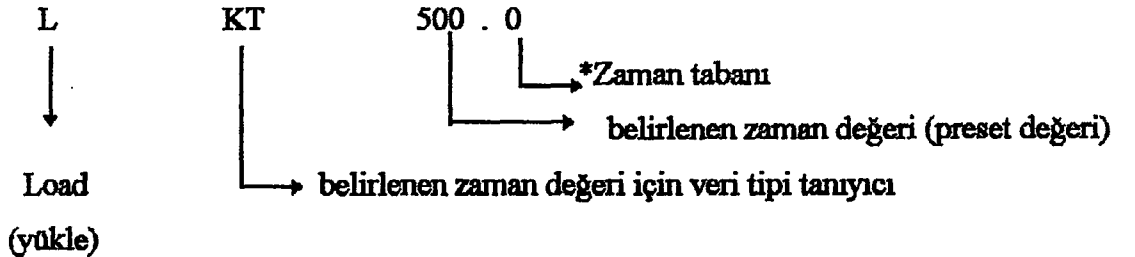
1. Gecikmeli kapanan zamanlayıcı SD (On Delay Timer)
2. Gecikmeli açılan zamanlayıcı (Off Delay Timer)
3. Pals zamanlayıcı SP (Pulse Timer)
4. Genişletilmiş pals zamanlayıcı SE (Extended Pulse Timer)
5. Saklanan gecikmeli kapanan zamanlayıcı SS (Stored On Delay Timer)
6. Reset zamanlayıcı R (Reset Timer)

Bir zamanlayıcı program içerisinde

L KT 500.0

SD T 2

gibi gösterilir. Burada



SD T 2 → Zamanlayıcı numarası veya adresi

↓

Gecikmeli kapanan zamanlayıcıyı çalıştırır. Burada diğer zamanlayıcı tipleri (SF, SP, SE, SS, R) kullanılabilir. [9,10]

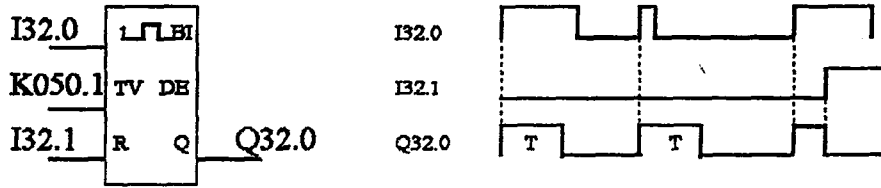
*zaman tabanı : Veri tipinden sonra kullanılan ifade zaman tabanıdır. Bu değerde noktadan sonraki 0, 1 ya da 2 değeri zaman ritmini belirtir. [9,10]

$$0 = 0.01 \text{ s} = 10 \text{ ms}$$

$$1 = 0.1 \text{ s} = 100 \text{ ms}$$

$$2 = 1.0 \text{ s}$$

Puls Zamanlayıcı SP (Pulse Timer)

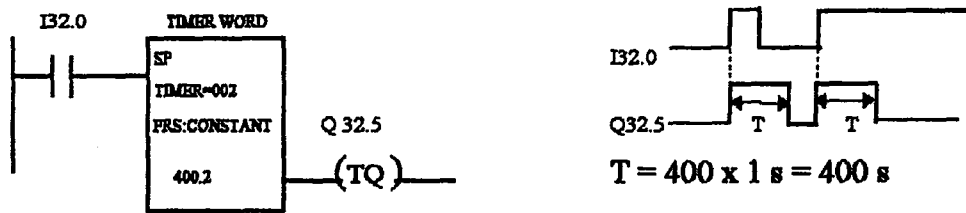


```

: A   I   32.0
: L   KT  050.1
: SP  T   1
: A   I   32.1
: R   T   1
: A   T   1
:=    Q   32.0

```

I32.0 T1 zamanlayıcısını çalıştırır. 32.0 girişi 1 yapıldığında ve ayarlanan 5 saniye süresi kadar Q32.0 çıkışı 1 dir. Çıkış süre dolduğu zaman giriş sinyali I32.0 lojik 1 olsa dahi reset olur veya 32.1 girişi 1 yapıldığı zaman Q32.0 çıkışı reset olur. [9,10]

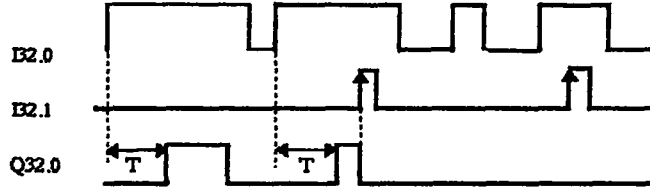
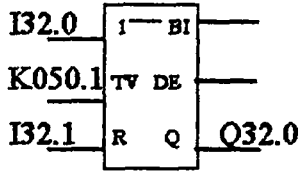


```

: A   I   32.0
: L   KT  400.1
: SP  T   2
:=    Q   32.5
:BE

```

Gecikmeli Kapatan Zamanlayıcı SD (On delay timer) :

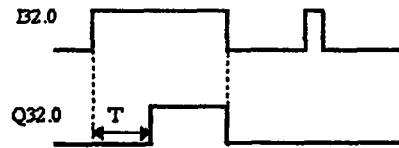
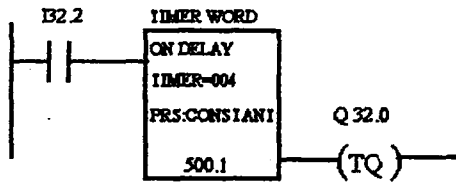


```

: A   I   32.0
: L   KT  050.1
: SD  T   2
: A   I   32.1
: R   T   2
: A   T   2
:=    Q   32.0
: BE

```

I32.0 girişi lojik 1 olduğu zaman T2 zamanlayıcısı çalışır ve Q32.0 çıkışı KT050.1 programlanan süre dolmadan lojik 0 dir. Zamanlayıcı preset değerine ulaştığı zaman Q32.0 çıkışı lojik 1 olur. I32.0 daki 1 girişi 0 olduğu zaman Q32.0 çıkışı 0 olur veya I32.1 den reset bilgisi geldiğinde zamanlayıcıyı durdurur ve çıkışı 0 yapar. [9,10]



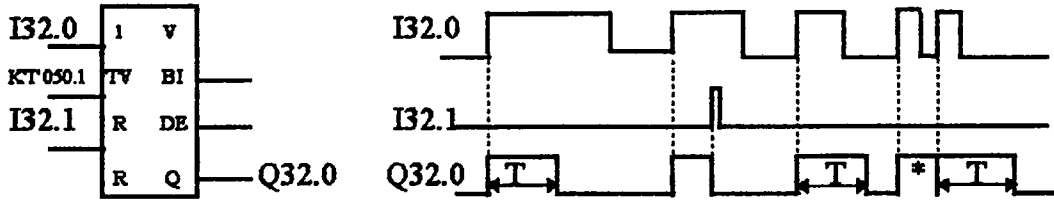
$$T=500 \times 0.1 = 50 \text{ s}$$

```

: A   I   32.2
: L   KT  500.1
: SD  T   2
: A   T   2
:=    Q   32.0
: BE

```

Genişletilmiş puls zamanlayıcı SE (Extended pulse timer)



: A I 32.0
: L KT 050.1
: SE T 1
: A I 32.1
: R T 1
: A T 1
:= Q 32.0

* Zamanlayıcı preset değerine ulaşmadan kesilen çıkış

I32.0 girişi T1 zamanlayıcısını çalıştırır. Zamanlayıcı ile beraber Q32.0 çıkışı lojik 1 dir. 5 saniye sonra (programlanmış süre kadar sonra) Q32.0 çıkışı lojik 0 olur. I32.1 girişine lojik 1 sinyali verilirse zamanlayıcı çalışırken reset olur ve Q32.0 çıkışı lojik 0 olur. Zamanlayıcı I32.0 girişi ile çalıştırılır. Bu sinyal kesilse bile zamanlayıcı çalışmaya devam eder. Çalışma esnasında I32.0 girişi tekrar lojik 1 yapılırsa zamanlayıcı başa döner tekrar sıfırdan çalışmaya başlar. [9,10]

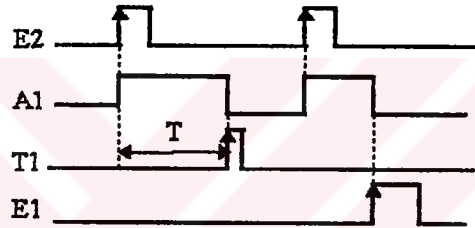
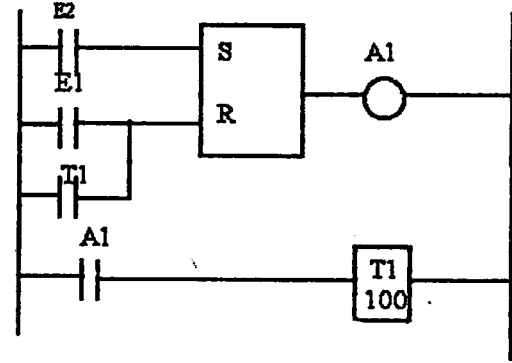
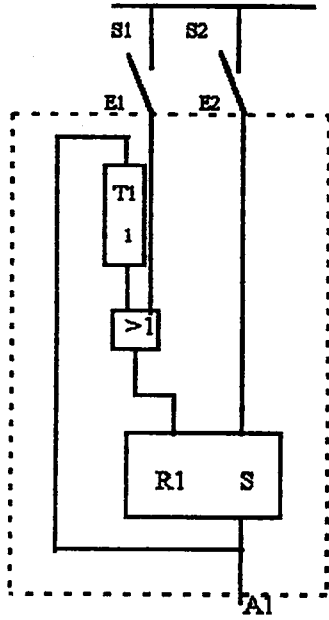
AEG

AEG Teachware A020 / 020 Plus PLC modelinde 16 tane zamanlayıcı vardır. Bunlar,
T1 - T8 → 8 adet, 100 ms lik bir zaman ritmine sahiptir.

T9 - T16 → 8 adet, 25 ms lik bir zaman ritmine sahiptir.

Programlanacak en küçük zaman değeri 25 ms, en büyük zaman değeri ise 110 dakikadır.

Zaman işlemleri : Aşağıdaki örnekte bir bellek devresi, bir zaman fonksiyonu için genişletilmiştir. Bu A1 çıkışına sadece belirli zaman için kumanda edileceği anlamına gelir. Preset değeri (istenilen zaman değeri) bir kullanma fonksiyonu yardımıyla program belleğinde verilen adres T1 e koyulur. [12]

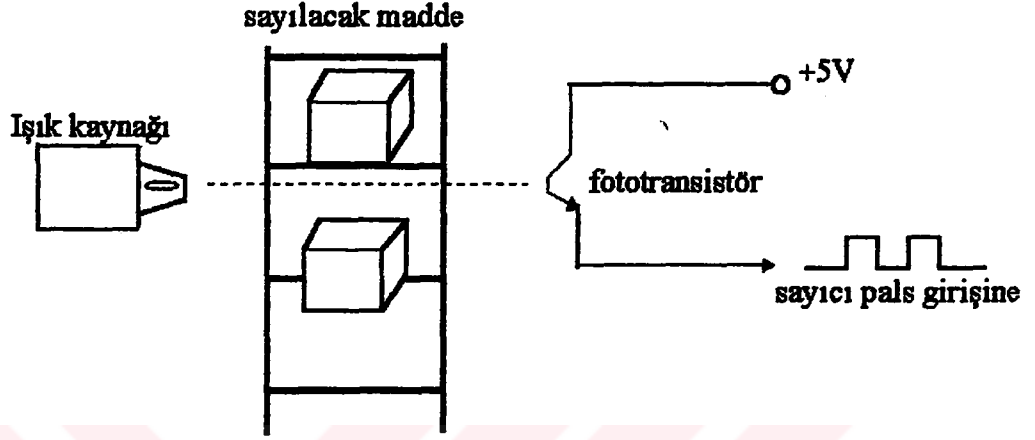


T1 - T8 ritmi 100 ms
 $T=100 \times 100 \text{ ms} = 10 \text{ s}$

- | | | | | |
|---|----|-----|---|--|
| 1 | U | E2 | } | E2 girişine lojik 1 bilgisi verilince yani S2 anahtarı |
| 2 | SL | A1 | | kapatılırsa A1 çıkışı SET olur. |
| 3 | U | E1 | | E1 girişi (S1 anahtarı) zamanlayıcı çalışırken |
| | | | | kapatıldığında A1 çıkışı RESET olur. |
| 4 | O | T1 | | T1 zamanlayıcısının normalde açık kontağı program- |
| | | | | lanan zaman dolduktan sonra A1 çıkışını RESET eder. |
| 5 | RL | A1 | | A1 çıkışının reset olması |
| 6 | U | A1 | } | Zamanlayıcı devreye A1 çıkışının SET olması ile |
| 7 | = | T1 | | zamanlayıcı devreye alınır. |
| 8 | | 100 | | |
| 9 | PE | | | program sonu [12] |

6.2. Sayıcılar (Counters) ve Programlanması

PLC lerin en önemli yeteneklerinden biride sayıcılardır. Sayıcılarla kontrol etme mantığını anlamak için aşağıdaki örneği inceleyelim.



Şekil 6.2 Sayıcıların endüstriyel kullanımı

Şekil 6.2 daki örnekte PLC ile konveyör ve üzerinde hareket eden kutular kontrol edilecektir. Bu sistemde ışık kaynağı fototransistörü ilettime ve kesime götürmek için konulmuştur. Kutu ışığın önüne geldiği zaman transistör yalıttımdadır ve çıkışı lojik 0 dır. Kutu ışığın önünden ayrıldığı zaman ışık fototransistörü ilettime geçirir ve transistör lojik 1 çıkışı verir. Her kutu geçişinde meydana gelen bu seviyelerden dolayı kare dalga bir pals işareti elde edilir. Bu işaret de sayıcının pals girişine verilerek her gelen sinyalde sayıcı içeriğini 1 artırır. Sayılmasını istediğimiz ve PLC ye programladığımız kutu sayısına (preset değere) ulaşıldığı zaman sayıcı çıkışı lojik 1 olur. Bu çıkış da konveyör motorunu çalıştıran kontaktörün enerjisini keserek motoru durdurur.

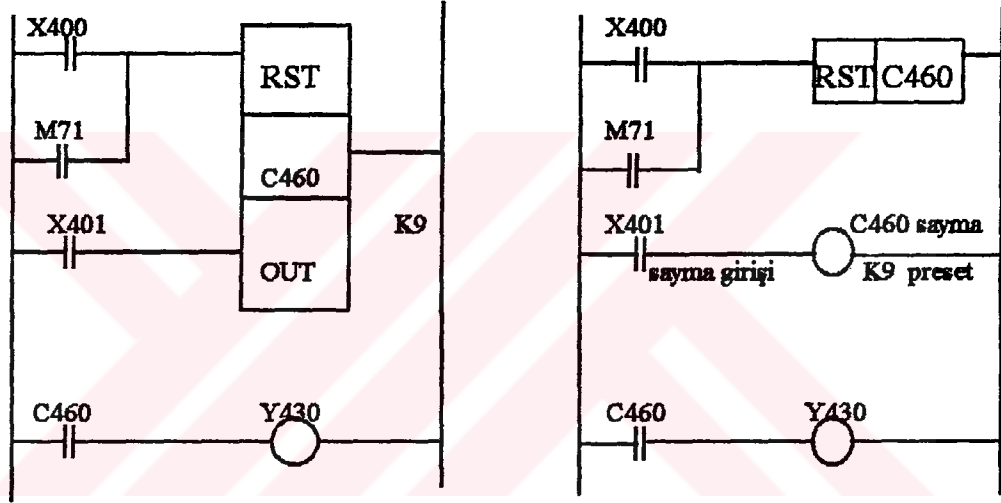
Sayıcılarının genel olarak iki girişi vardır. Bunlar Reset ve Pals (Pulse) girişleridir. Reset girişine lojik 1 işareti geldiği zaman sayıcının içeriği sıfırlanır. Pals girişine ise gelen her işaretle birlikte sayıcının içeriği 1 artırılır veya sayıcı tipine göre 1 azaltılır. Sayıcı programlanırken sayıcının numarası veya adresi ve preset değeri (sayılması istenilen değer) girilir. Sayıcı preset değerine ulaştığı zaman çıkışını lojik 1 yapar.

6.2.1. İncelenen PLC Lere Göre Sayıcılar

MITSUBISHI

Bu modelde 30 adet sayıcı vardır.

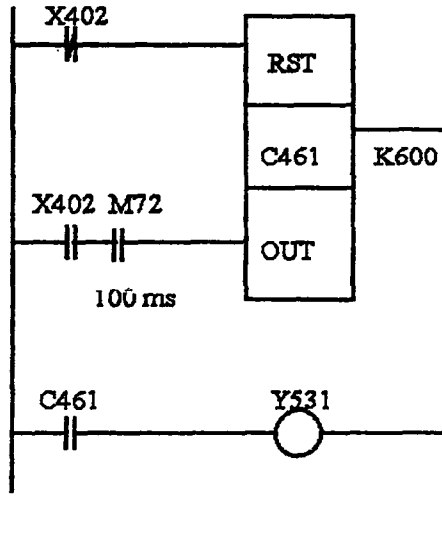
C060 - C067	30 adet
C460 - C467	
C560 - C567	
C662 - C667	



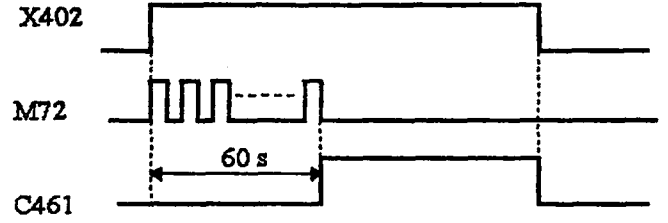
Sayma ayarı programlama paneli ile yapılır. Sayıcılar batarya geri beslemeli olduğu için enerji kesildiğinde sayma değeri saklı kalır. Sayıcılar 3 dijittir. Yani en fazla bir seferde 999'a kadar sayar.

M71 ile sayıcı reset edilerek içerik sıfırlanır. Preset değeri 9 olarak girilir ve sayıcı preset değeri sayıcı pals girişinin her bir defasında AÇ/KAPA (ON /OFF) olması ile azalır. Değer sıfır "0" olunca sayıcının çıkış kontağı lojik 1 olur.

Eğer sayıcının çalışması sırasında herhangi bir enerji kesilmesi olursa sayıcının çalışması durur. Enerji tekrar geldiğinde sayıcı tekrar çalışmaya başlar. Enerji kesilmeden önceki ve enerji geldikten sonraki toplam süre programlanan süreye eşit olduğu zaman çıkış kontağı lojik 1 olur. [4,5]



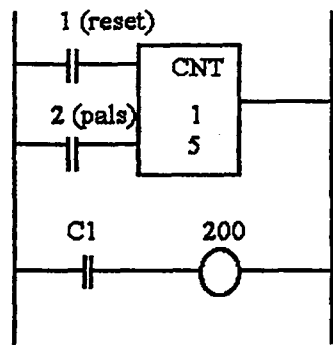
IDEC



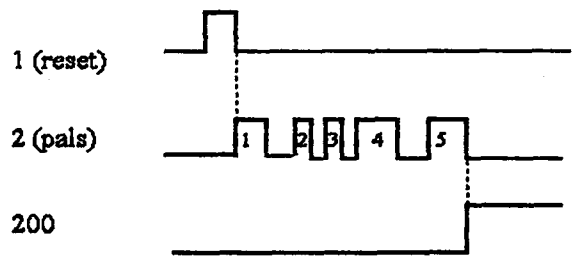
Bu model PLC de iki tip sayıcı vardır.

1. tip 45 adet (0-44) adresli sayıcılar artırmalı (adding) sayıcı
2. tip ise 2 adet 45 ve 46 adresli sayıcılar ileri veya geri olarak saydırılabilen (reversible) sayıcılardır.

En fazla verilebilecek preset değeri 4 dijittir yani sayma değeri ençok 9999'a kadardır. Aşağıdaki şekil 6.3 da birinci tip ileri sayan sayıcı ve çalışma dalgası verilmektedir. Sayıcı programlanacağı zaman iki bilgiye gerek vardır. Bunlar sayıcı adresi (nosu) ve sayıcının sayması istenilen değer (preset değeri) dir. [5]



a)



b)

Şekil 6.3 İleri tip sayıcı

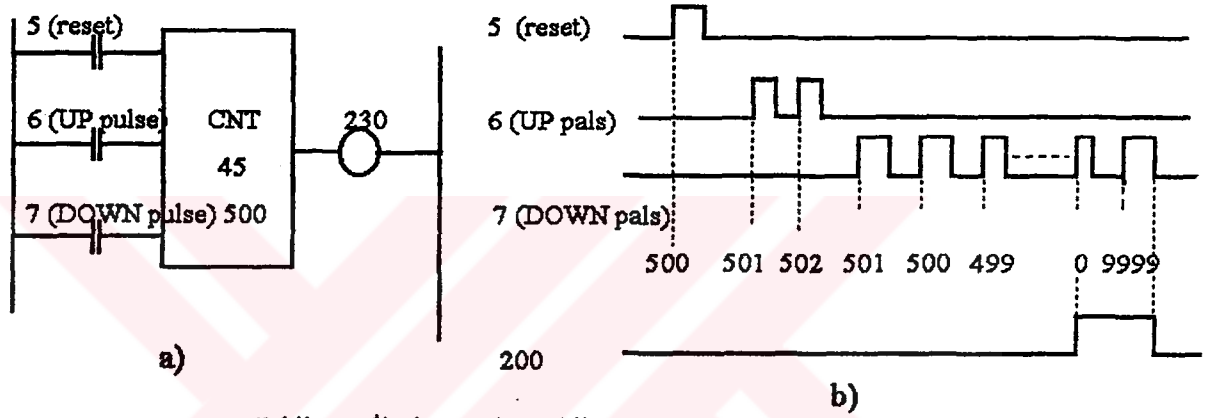
a) ladder diyagramı

b) girişe göre çıkış dalgası

Şekildeki ladder diyagramın deyim listesi;

0	LOD	1	4	LOD C	1
1	LOD	2	5	OUT	200
2	CNT	1	6	END	
3		5			

biçimindedir. Şekil 6.4 ise ikinci tip adresi 45 olan sayıcıyı göstermektedir. Bu sayıcı ileri veya geri sayıcı olarak seçilebilir. Eğer pals işaretleri UP (ileri) girişinden verilirse sayıcı her gelen işaretle içeriğini bir artırır. Eğer bu işaretler DOWN (geri) girişinden verilirse sayıcı gelen her işaretle içeriğini bir azaltır.



Şekil 6.4. İleri ve geri sayabilen sayıcı

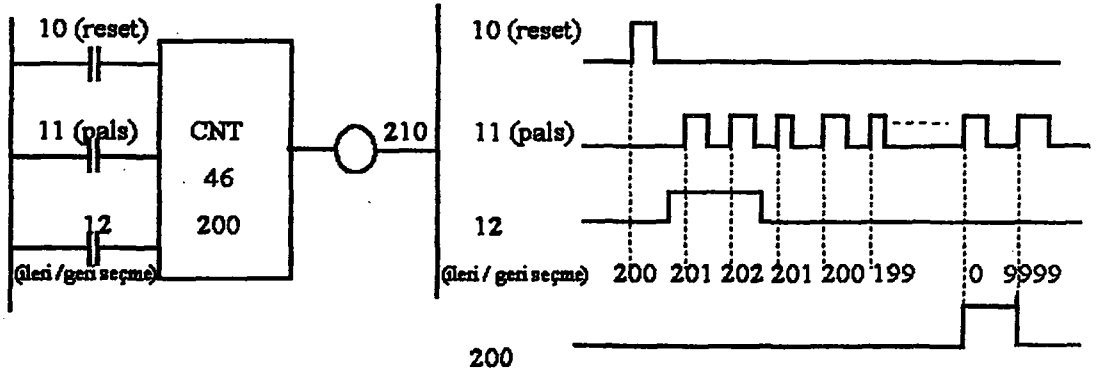
a) ladder diyagramı

b) UP/DOWN girişlerine göre çıkış dalgası

Şekil 6.4 deki ladder diyagramının deyim listesi;

0	LOD	5	3	CNT	45
1	LOD	6	4		500
2	LOD	7	5	OUT	230
			6	END	

biçimindedir. İleri ve geri sayan tip sayıcının diğer kullanılışı da şekil 6.5. dedir.



Şekil 6.5 İleri / Geri seçme girişli sayıcının ladder diyagramı ve çalışma dalgası

Bu sayıcıda bir reset girişi, bir pals girişi bir de ileri ya da geri saymayı seçen giriş vardır. Bu seçme girişine bir işaret verilmeği zaman sayıcı geri doğru saymaktadır. Eğer bu girişe lojik 1 işareti verilirse sayıcı ileriye doğru saymaktadır. [5]

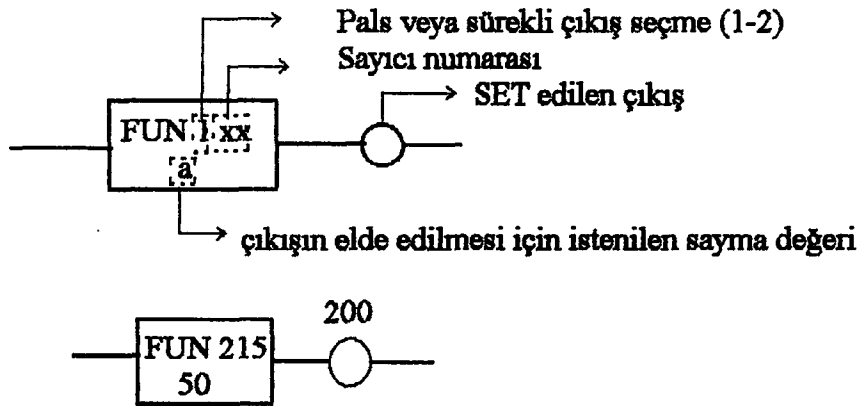
Şekil 6.5 deki ladder diyagramının deyim listesi aşağıdaki gibidir.

0	LOD	10	3	CNT	46
1	LOD	11	4		200
2	LOD	12	5	OUT	210
			6	END	

Bu sayıcı düzeni sayıcının sayması istenen değer (preset) değiştirilmek istendiğinde kullanılır. Bunun ileri / geri girişinin lojik durumu değiştirilir. Bu durumlar ileri sayım için lojik 1 (ON), geri sayım için lojik 0 (OFF) dur.

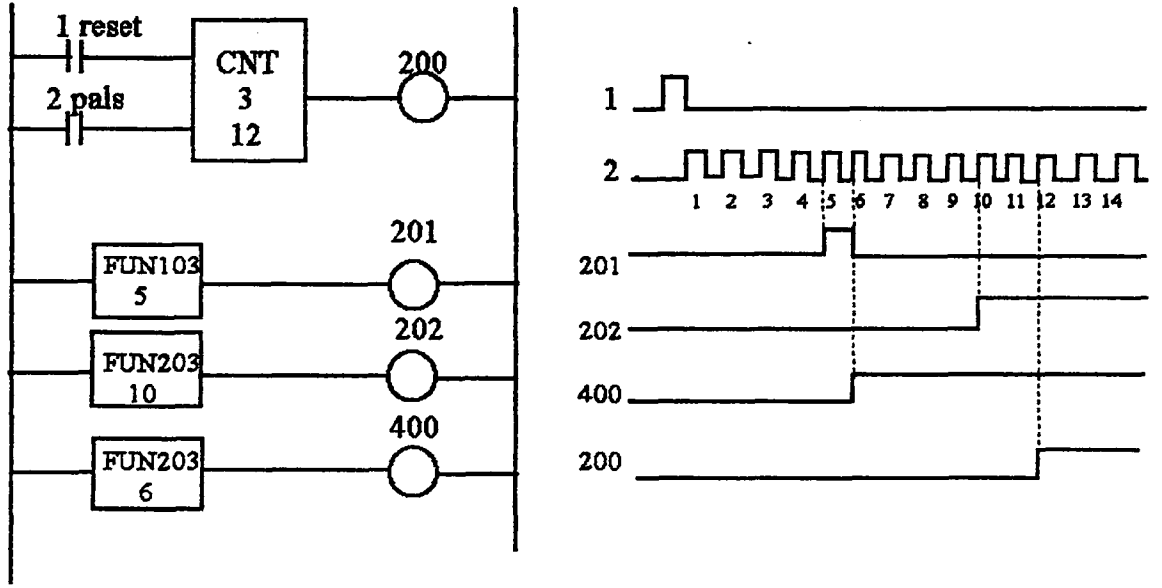
6.2.2 Sayıcı Karşılaştırma Fonksiyonları

Idec FA-1 PLC lerin sahip olduğu 47 adet sayıcıdan istenilen sayma değerinde bir çıkış elde edilebilir. Bunu sağlamak için FUN100 - FUN146 ve FUN200 - FUN246 fonksiyonları kullanılmaktadır. Eğer bir palslik bir çıkış alınmak isteniyorsa 100-146 arası olan fonksiyonlar, bir sayma değerinden sonra sürekli çıkış isteniyorsa 200-246 arası fonksiyonlar kullanılır.



Örneğin bu ladder basamağı, 15 adresli sayıcı 50. sayma değerine ulaştığı zaman 200 nolu çıkışı lojik 1 yapar ve preset değerine kadar saymaya devam eder. [2]

Konunun daha iyi anlaşılması için bir örneği inceleyelim.



Bu ladder diyagramına ait deyim listesi

0	LOD	1	7	OUT	201
1	LOD	2	8	FUN	203
2	CNT	3	9		10
3		12	10	OUT	202
4	OUT	200	11	FUN	203
5	FUN	103	12		6
6		5	13	OUT	400

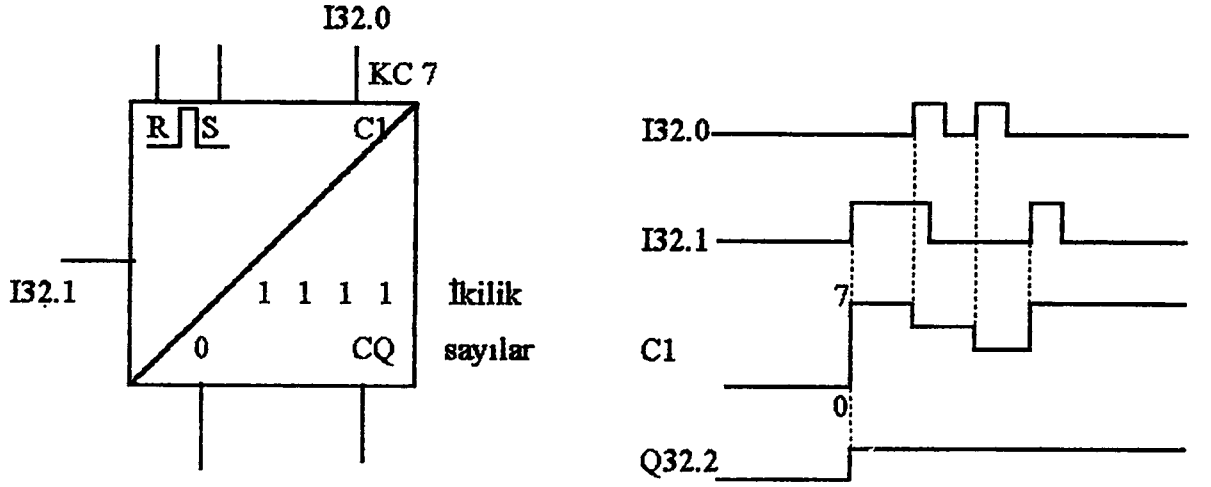
Bu örnekte sayıcının belirlenen değerlerinde dışarıya çıkış alınmaktadır. Bu çıkış kullanılan fonksiyon tipine göre iki sayma değeri arasında 1 palslik veya istenilen sayma değerinden sonra sürekli olabilir.

Örnekte 3 nolu sayıcı 12 preset değerine sayacak şekilde programlanır ve sayıcıya reset, pals girişleri yapılarak saymaya başlatılır. Her pals geldiğinde sayıcı içeriğini 1 artırır. FUN103 ile sayıcı 5. sayma değerine ulaştığı zaman 5 ve 6 palsleri arasında 201 nolu çıkış lojik 1 yapılır. Daha sonra FUN203 sayesinde 6. sayma değerine ulaştığında 400 nolu iç röle 10. sayma değerine ulaştığı zaman da 202 nolu çıkış sürekli lojik 1 olarak SET edilir. Son olarak sayıcı preset değerine ulaştığı zaman 200 nolu çıkışı SET eder. [2]

SIMATIC

Şekilde SIEMENS SIMATIC S5-90U model PLC nin sayıcı yapısı ve dalga şekilleri görülmektedir. Bu sayıcıda I32.1 girişindeki sinyal durumu 0 dan 1 e değişirken 1 nolu sayıcı

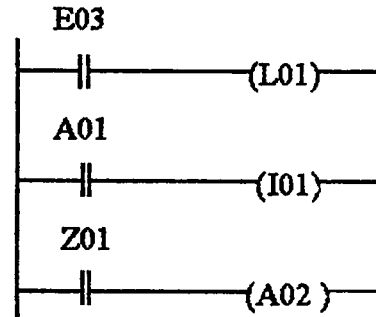
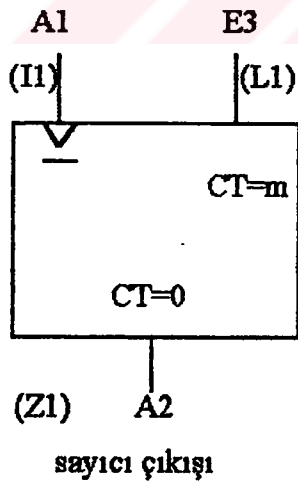
0 dan 7 ye kadar saymak için çalışır (SET). I32.0 nolu giriş pals (clock) girişidir. Bu girişe gelen her sinyal için sayıcının içeriği 1 artar ve sayıcı programlanan değere (preset) ulaştığı zaman Q32.2 çıkışına lojik 1 seviyesini verir. [9,10]



Şekil 6.6. Simatic PLC nin sayıcı yapısı ve çalışma dalgası

AEG

sayıcı girişleri



Deyim Listesi

1	U	E3	4	=	I1
2	=	L1	5	U	Z1
3	U	A1	6	=	A2

Eğer E3 girişi üzerinden L1 girişine bir pals işareti geldiğinde sayıcı içeriğini 1 artırır ve önceden programlanan sayma değerine (preset) ulaşıldığı zaman sayıcı çıkışı olan A2 lojik 1 (SET) olur. [12]

6.3. Kaydırmalı Kaydediciler (Shift Registers)

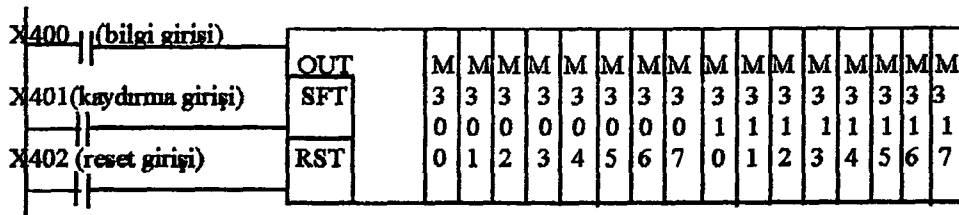
MITSUBISHI

İç röle (internal relay) M aynı zamanda kaydırmalı kaydedici (shift register) olarak kullanılabilir. Bu durumda 16 adet iç rölenin bir grub olarak kullanılması gerekir. İlk yardımcı röle numarası kaydırmalı kaydedicinin numarası olarak ele alınır. Fakat bu durumda kaydırmalı kaydedici grubu içerisinde bulunan herhangi bir iç röle başka bir amaç için kullanılamaz.

Veri kaydırmayı gerçekleştirmek için SFT (Shift) komutu kullanılır.

Kayıdırmalı kaydedicilerin numaraları;

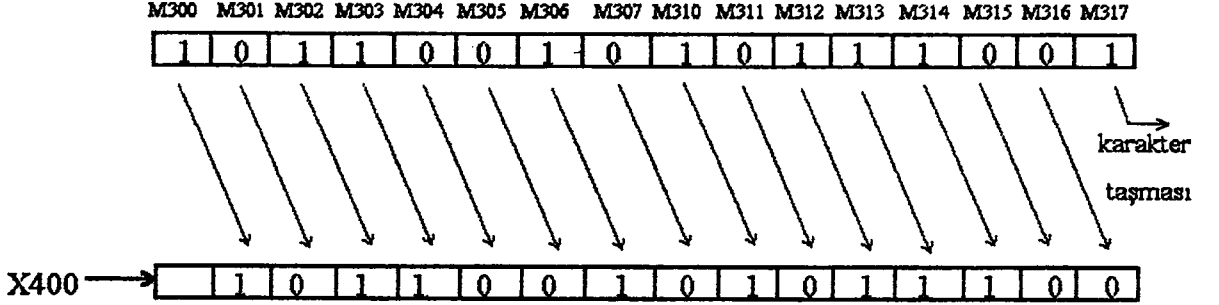
1 M100 - M117	7 M240 - M257	
2 M120 - M137	8 M260 - M277	
3 M140 - M157	9 M300 - M317	} batarya geri beslemeli
4 M160 - M177	10 M320 - M337	
5 M200 - M277	11 M340 - M357	
6 M220 - M237	12 M360 - M377	



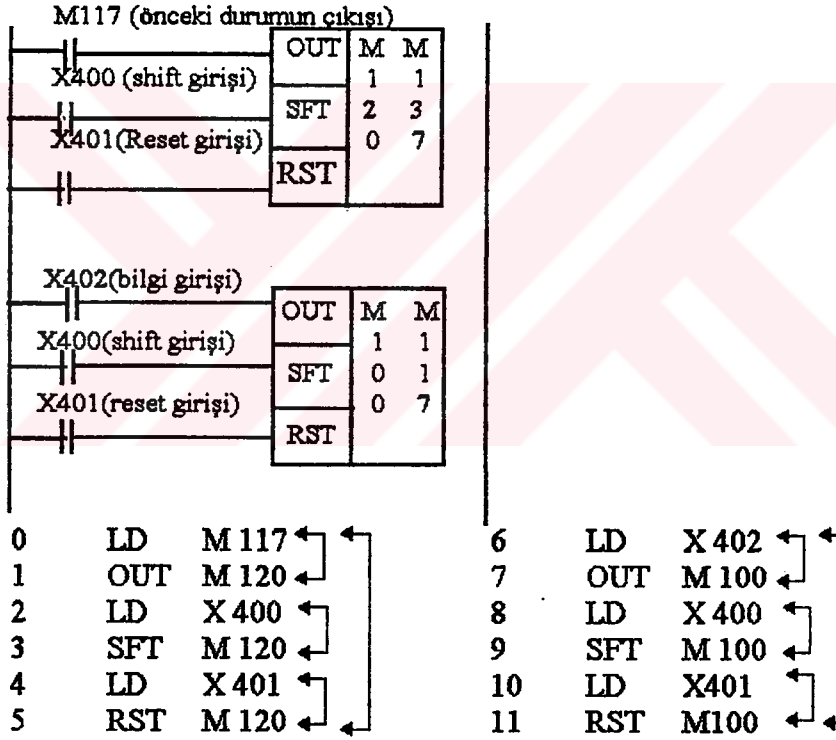
Şekil 6.7. Kaydırmalı kaydedicinin (M300) bağlantısı

1. Bilgi Girişi : Şekil 6.7. deki devrede M300 iç rölesinin ON / OFF durumu bilgi girişi olan X400 kontağının açık-kapalı durumuna bağlıdır.
2. Reset Girişi : X402 reset girişi lojik 1 olduğunda M301 M317 iç röleleri açık (OFF) durumuna geçerler. Bundan dolayı kaydırmalı kaydedici kullanıldığında reset girişinin açık durumda olması gerekir. [5]

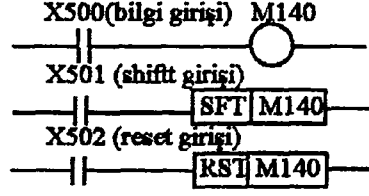
3. Kaydırma Girişi: Kaydırma girişi X401 açık (0) durumdan kapalı (1) ve kapalı durumdan açık duruma geçtiği zaman yani bir pals oluştuğunda herbir iç röle şekil 6.8. deki gibi değişikliğe uğrar.



Şekil 6.8. Kaydırmalı kaydedicinin prensibi

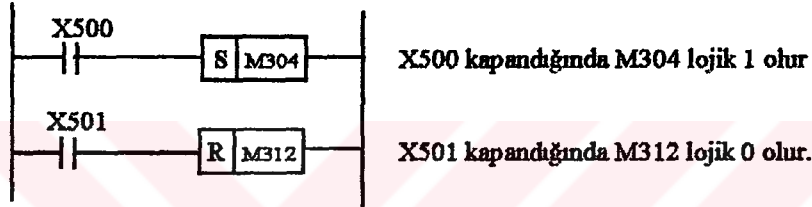


16 adet iç rölenin kullanılmasıyla bir kaydırmalı kaydedici (shift register) elde edilir. İlk iç röle numarası kaydırmalı kaydedicinin numarası olarak ele alınır. Yukarıdaki şekilde iki adet kaydırmalı kaydedici kullanıldığında programlamada ilk önce sonraki durum incelenir. Önceki durumun son çıkışı M117 sonraki durum kaydırmalı kaydedicinin bilgi girişi olarak kullanılır. Eğer SFT komutu kullanılmazsa bu iç röleler iç röle olarak kullanılırlar, Ayrıca M220 - M337 röleleri daha önce gördüğümüz Set / Reset komutları içinde kullanılabilir. [5]



Yukarda olduğu gibi her bir giriş bölümlendirilmiş olarak programlanabilir. Giriş devrelerinin program içindeki sıraları için herhangi bir sınırlama yoktur ve aralarında başka bir program bulunabilir.

Kayırmalı kaydedicilerdeki herhangi bir iç rölenin Aç / Kapa (On / Off) kontrolü mümkündür.(Şekil 6.9)



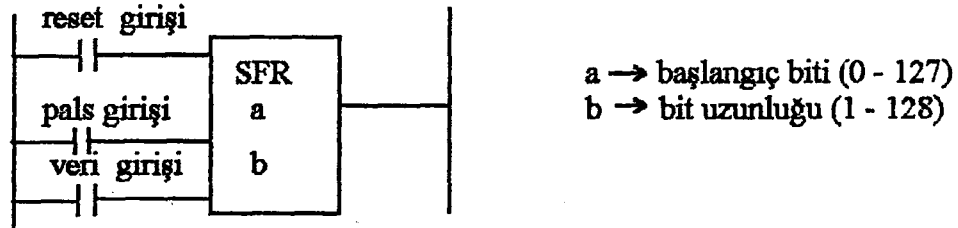
Şekil 6.9 Kayırmalı kaydedicideki bir iç rölenin Aç / Kapa kontrolü

IDEC

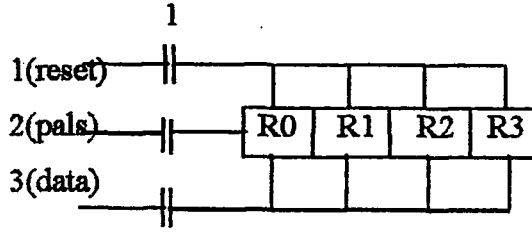
Bu marka PLC de 128 bit kayırmalı kaydedici vardır. Bu bitler parça parça ileri ve geri olarak kullanılabilir. Elde edilen bir veriyi pals girişine her bir işaret geldiğinde ileri veya geri taşıyabilir. Bunu sağlamak için kullanılacak komutlar şunlardır.

SFR (Shift Register) - ileri taşıma

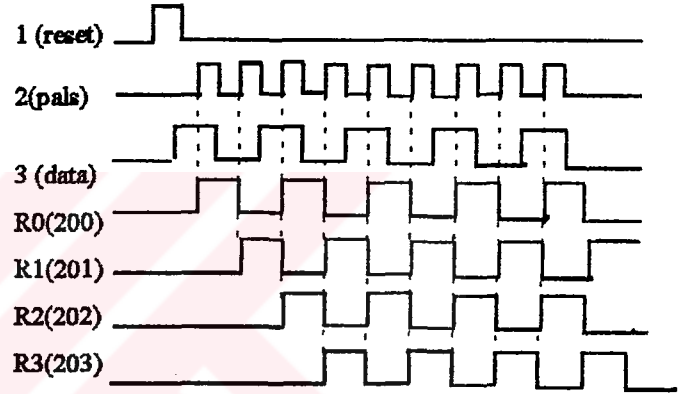
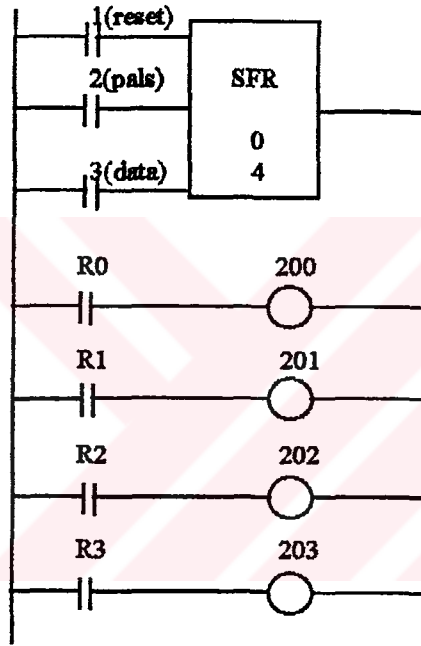
SFRN (Shift Register Not) - geri taşıma



Kayırmalı kaydedici programlanırken giriş elemanı olarak reset, pals ve data girişlerine gerek duyulmaktadır ve 128 bit uzunluğundaki SFR nin istenilen başlangıç bit adresi (a) ve kaç bit olacağı (b) girilmesi gerekmektedir. [2]



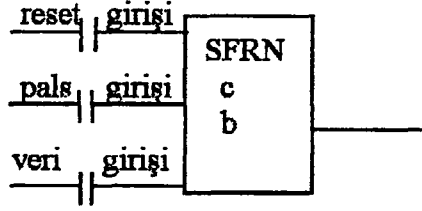
Bu şekilde bitlerin kayma yapısı görülmektedir. Reset girişi kaydırmalı kaydediciyi sıfırlamaktadır. 3 nolu girişe verilen veri (data) 2 nolu uca gelen her pals işreti ile bir sağa kayar ve sırayla SFR nin 0-3 e kadar (4 bit) bitleri lojik 1 olur ve bağlı bulunduğu 200, 201, 202, 203 nolu çıkışları SET eder.



Yukardaki ladder diyagramının deyim listesi

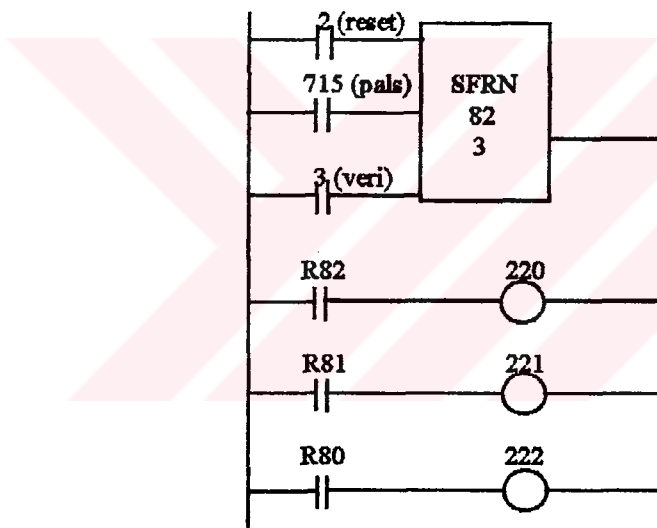
0	LOD	1	reset girişi
1	LOD	2	pals girişi
2	LOD	3	veri girişi
3	SFR	0	SFR nin başlangıç bit adresi (0)
4		4	kullanılacak bit uzunluğu (4 bit)
5	LOD R	0	SFR deki 0 adresli bitin kontrol ettiği kontak
6	OUT	200	200 nolu çıkış ataması
7	LOD R	1	SFR deki 1 adresli bitin kontrol ettiği kontak
8	OUT	201	201 nolu çıkışın atanması
9	LOD R	2	SFR deki 2 adresli bitin kontrol ettiği kontak

10	OUT	202	202 nolu çıkışın atanması
11	LOD R	3	SFR deki 3 adresli bitin kontrol ettiği kontak
12	OUT	203	203 nolu çıkışın atanması



c son bit adresi (0 - 127)
b bit uzunluğu (1 - 128)

SFRN (Shift Register Not) komutuyla kaydırmalı kaydedici ters olarak kullanılabilir. Burada geriye doğru kaymasına başlanması istenen son bit adresi (c) ve kaç bitlik kayma yapılacağını belirten bit uzunluğu (b) programlanırken girilmek zorundadır. SFR ile tek farkı veri kaydırma yönünün ters olmasıdır. [2]



0	LOD	2	reset girişi
1	LOD	715	pals girişi (715 100 ms de bir pals verir)
2	LOD	3	veri girişi
3	SFR N	82	SFR nin son bit numarası (82)
4		3	bilginin hareket edeceği bit uzunluğu
5	LOD R	82	SFR deki 82 adresli bitin kontrol ettiği kontak
6	OUT	220	220 nolu çıkış atanır
7	LOD R	81	SFR deki 81 adresli bitin kontrol ettiği kontak
8	OUT	221	221 nolu çıkış atanır.
9	LOD R	80	SFR deki 80 adresli bitin kontrol ettiği kontak
10	OUT	222	222 nolu çıkış atanır.

7. VERİ İŞLEME ve HESAPLAMA FONKSİYONLARI

Bu işlemler röleli kumanda devrelerinde gerçekleştirilemeyen fakat PLC tarafından rahatlıkla sağlanabilen fonksiyonlardır. Bu fonksiyonlar temel olarak bu yeteneğe sahip bütün PLC lerde aynıdır sadece programlanması farklıdır. IDEC FA1-J PLC için bu işlemler şunlardır.

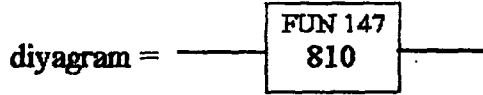
1. Toplama (Addition)
2. Çıkarma (Subtraction)
3. Çarpma (Multiplication)
4. Bölme (Division)
5. BCD (Binary Coded Decimal - İkilik kodlu onluk sayı) yi ikilik sayıya (binary) çevirme (BCD-to-Binary conversion)
6. İkilik sayıyı BCD ye çevirme (Binary-to-BCD conversion)
7. Sayısal değer karşılaştırma (Numerical value comparison)

Bu işlemleri yapmak için PLC de veri kaydediciler vardır. Bunlar girilen verileri saklayarak yukardaki fonksiyonları yapabilirler. [2]

7.1. Çeşitli PLC lere göre Veri İşleme ve Hesaplama Fonksiyonları

IDEC

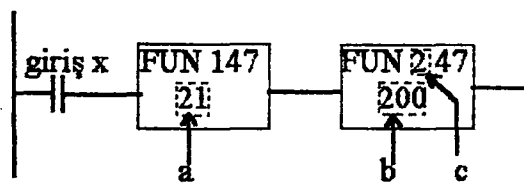
FA1-J PLC de aritmetik işlemler, karşılaştırma ve veri işleme gibi işlemleri yapmak için DR0, DR1 gibi veri kaydediciler vardır. Örneğin 10 nolu veri kaydedici (data register) "5555" verisini içersin. Bu durumda



operand = veri kaydedici = DR10

operand 810 = 10. veri kaydedicisinin, içeriği (operand nosu : 810)

Hesaplama Komut Düzeni : İşlem FUN147 ve FUN247 hesaplama fonksiyonuyla düzenlenir ve sonraki komut satırı bir operand bilgisi verir. Bütün hesaplama komutları için 0 ve 1 veri kaydedicileri (DR0, DR1) kullanılır. Veri kaydedicisi 2 bayt (16 bit) olarak düzenlenir. [2]



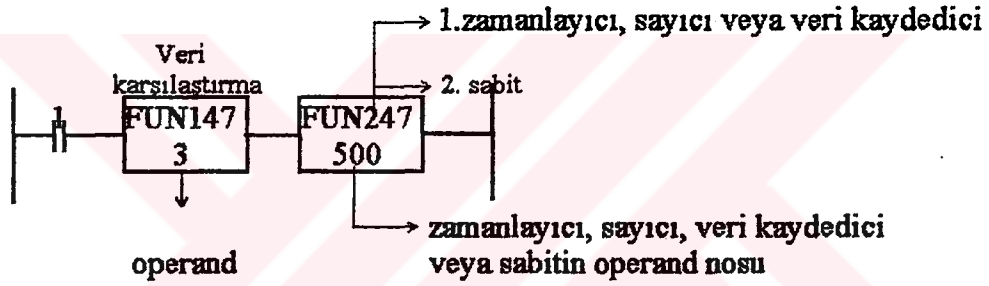
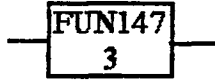
a : Toplama, çıkarma, çarpma, bölme, karşılaştırma gibi hesaplama tipini belirtir.

b : Eğer b=1 ise giriş/çıkış (I/O), iç röle (IR), sayıcı (CNT), zamanlayıcı (TIM) veya veri kaydedici (DR) yi işaret eder.

Eğer b=2 ise bir sabiti veya dışardan atanan bir değeri işaret eder.

c: Operand nosu veya sabit.

4 dijit veri karşılaştırma



0	LOD	1
1	FUN	147
2		3
3	FUN	247
4		500

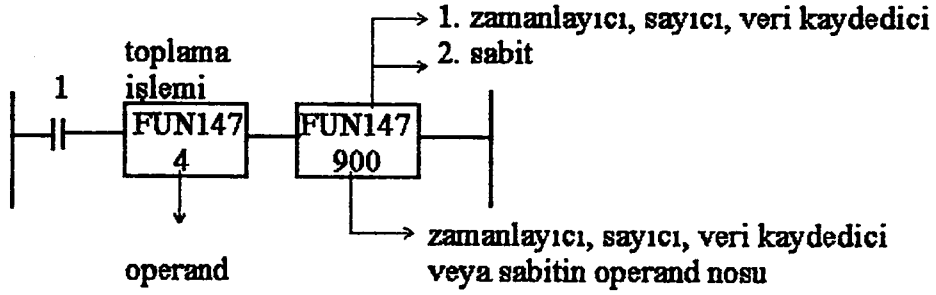
Veri karşılaştırma her zaman kombinasyon içinde bir operandla kullanılır. DR0 veri kaydedicisinin içeriği ile operand karşılaştırılır ve buna göre sonuçlar elde edilerek 710, 711 ve 712 nolu iç röleler etkilendirilir.

DR0 > operand verisi ise 710 nolu iç röle lojik 1,

DR0 = operand verisi ise 711 nolu iç röle lojik 1,

DR1 < operand verisi ise 712 nolu iç röle lojik 1 dir.

Toplama

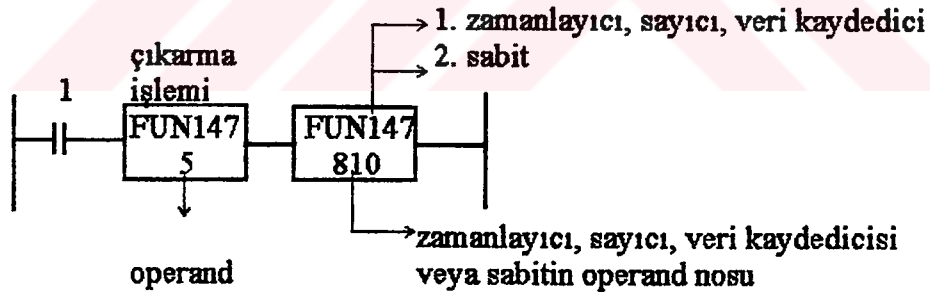


0	LOD	1
1	FUN	147
2		4
3	FUN	147
4		900

Toplama komutu her zaman bir operand ile kullanılır. DR0 veri kaydedicisinin içeriği ile operandı ve taşmayı (carry) toplar ve (DR0) & (CY) olarak sonuçlandırır. Bu işlem 707 nolu iç röleyi etkiler. Toplama aralığı minimum 0 maksimum 9999 dur. [2]

$$(DR0) + (Operand) + (CY) \Rightarrow (DR0) \& (CY)$$

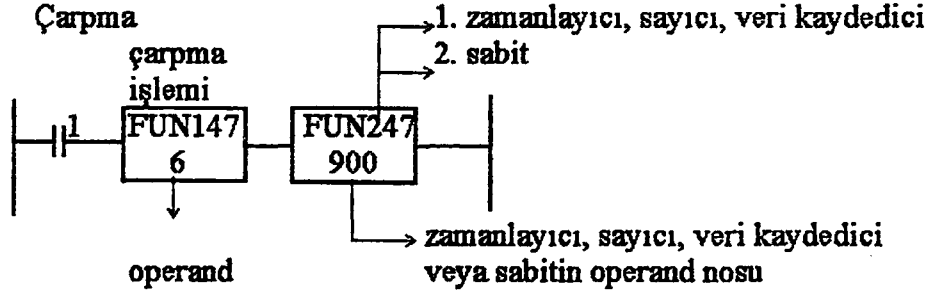
Çıkarma



0	LOD	1
1	FUN	147
2		5
3	FUN	147
4		810

Toplama komutu her zaman bir operandla beraber kullanılır. Giriş 1 lojik 1 olduğu zaman çıkarma işlemi başlar. DR0 ın içeriği ile operand arasındaki farkı ödünce (borrow)

dikkat ederek alır 707 nolu iç röleyi etkilendirir. DR0 minimum 0 maksimu 9999 olur. Operand ise maksimum 0, minimum 9999 olur. [2]



Çarpma işlemi komutu her zaman bir operandla beraber kullanılır.

FA1-J nin diğer hesaplama fonksiyonları tablo 7.1 de verilmiştir.

Tablo 7.1. FA1-J nin hesaplama fonksiyonları

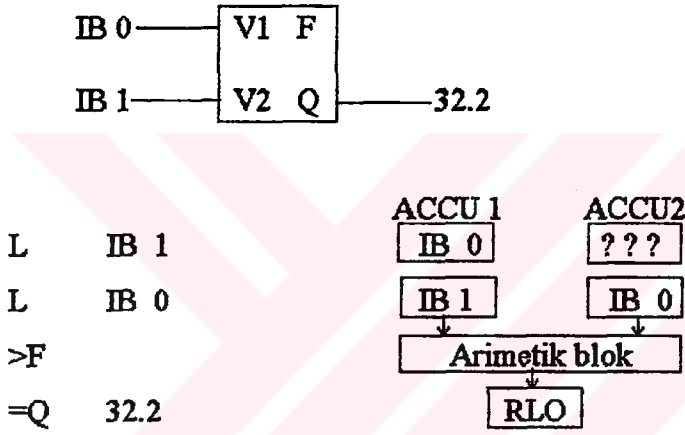
Komut Tipi	Hesaplama Komutu FUN 147 (a)	FONKSİYON
	0	NOP (No Operation) İşlem yapılmaz
BCD yi BIN a çevirme	1	İkilik kodlu Onluk sayıyı (BCD), ikilik tabanlı (BIN) sayıya çevirir.
BIN'ı BCD ye çevirme	2	İkilik tabanlı sayıyı (BIN) İkilik kodlu Onluk tabanlı sayıya çevirir.
4 - dijit karşılaştırma	3	DR0 veri kaydedicisi istenilen operanda eşitse 711 nolu iç röle, küçük ise 712 nolu iç röle, büyükse 710 nolu iç röle SET edilir.
Toplama (+) (addition)	4	DR0 veri kaydedicisinin içeriği ile istenilen operandı toplayarak DR0 a yazar.
Çıkarma (-) (subtraction)	5	DR0 veri kaydedicisinin içeriğinden istenilen operandı çıkarır ve DR0 a yazar.
Çarpma (x) Multiplication	6	DR0 veri kaydedicisinin içeriği ile istenilen operandı çarpır ve 4 dijitten büyük olma durumuna göre DR0,DR1 veri kaydedicisine yazar.

Bölme (/) Division	7	DR0 veri kaydedicisinin içeriğini istenilen operanda bölerek DR1, DR0 veri kaydedicisine yazar.
Veri kaydedicisi Veri kaydırma	8	Veri kaydedicilerin içeriğini bir sonraki veri kaydedicisine doğru kaydırır.
BCD sayıyı sola kaydırma	9	Veri kaydedicisinin içerisindeki ikilik kodlu onluk tabanlı sayıyı (BCD) sola kaydırır.
16 bit veri yükleme	10	İstenilen operandı DR0 veri kaydedicisinin içine yükler.
8 bit veri yükleme	11	İstenilen 8 bit operandı DR0 veri kaydedicisine yükler.
Dolaylı veri yükleme	12	İstenilen operandı, DR1'in içeriği ile toplayıp DR0 veri kaydedicisine yükler.
16 bit veri yükleme	13	İstenilen operandı DR1 veri kaydedicisine yükler.
8 bit veri yükleme	14	İstenilen 8 bit operandı DR1 veri kaydedicisine yükler.
Veri artırma	18	İstenilen operandı 1 artırarak veri kaydedicisine yazar.
Veri azaltma	19	İstenilen operandı 1 eksilterek veri kaydedicisine yazar.
16 bit veri saklama	20	DR0'ı kullanarak çıkış ve iç röle bu fonksiyonla operand olarak dizayn edildiğinde çıkışların veya iç rölelerin 16 noktası ayrılır.
8 bit veri saklama	21	Bu komut verildiğinde çıkışların veya iç rölelerin 8 noktası dizayn edilen sayıdan sonra meşgul edilir.
Endirek veri saklama	22	(DR0) → (Operand + DR1)
16 bit veri saklama	23	DR1'i kullanarak iç rölelerin 16 sı dizayn edilen sayıdan başlayarak meşgul edilir. Bununla 200-207-210 dan 217 ye olan mevcut çıkışları işleme koyar.
8 bit veri saklama	24	Bu komut kullanıldığında çıkışların ya da iç rölelerin 8 tanesi düzenlenen sayıdan başlayarak kullanılır. 200 - 207 otomatik olarak işleme komur.
Veri göstergesi (Display) dinamik	25	DR0'ı BCD ye çevirir ve her taramadan sonra gösterge çıkışına verir. [2]

7.2. Simatic Karşılaştırma Fonksiyonları

Aynı nümerik formata sahip iki tane tam sayının birbiri ile karşılaştırması yapılır ve bu karşılaştırma sonucuda işlenebilir. Tam sayılar için 6 farklı karşılaştırma yapılır. Bunlar,

2. Aktümlatördeki N1 sayı değeri	eşit	==	1. Aktümlatördeki N2 sayı değeri
	eşit değil	≠	
	büyük eşit	≥	
	büyük	>	
	küçük eşit	≤	
	küçük	<	



Aktümlatör 1 (ACCU1) in aktümlatör 2 (ACCU2) ile karşılaştırılması yapıldığında işlem sonuçlandığı zaman RLO (Result of Logic Operation) 1 olur ve lojik 1 sinyali durumu Q32.2 çıkışına atanır.

==F (eşit) 2 tane tam sayının birbirine olan eşitliğini karşılaştırır. Eğer ACCUM2=ACCUM1 olursa RLO 1 olur ve CC1 / CC0 etkilenir.

≠F (eşit değil) 2 tane tam sayının birbirine eşit olmama durumunu karşılaştırır. Eğer ACCUM2≠ACCUM1 ise RLO 1 olur CC1/CC0 etkilenir.

>F (büyük) 2 tane tamsayıdan birinin diğerinden büyük olma durumunu karşılaştırır. Eğer ACCUM2>ACCUM1 ise RLO 1 olur CC1/CC0 etkilenir.

≥F (büyük eşit) 2 tam sayıdan birinin diğerine eşit veya büyük olma durumunu karşılaştırır. Eğer ACCUM2≥ACCUM1 ise RLO 1 olur CC1/CC0 etkilenir.

<F (küçük) 2 tamsayıdan birinin diğerinden daha küçük olma durumunu karşılaştırır. eğer ACCUM2<ACCUM1 ise RLO 1 olur CC1/CC0 etkilenir. [9,10]

$\leq F$ (küçük eşit) 2 tamsayıdan birinin diğerine eşit veya daha küçük olduğunu karşılaştırır. eğer $ACCUM2 \leq ACCUM1$ ise RLO 1 olur CC0/CC1 etkilenir.

ACCUM : Akümülatördür ve bir çeşit bellektir. Karşılaştırması yapılacak tamsayılar bu belleklere yazılarak karşılaştırılır. Akümülatör 1 in yüklenmesi esnasında varolan içerik akümülatör 2 ye kayar.

CC0 / CC1 (Condition Code 0 / Condition Code 1) : Durum kodu 0 / Durum kodu 1

7.3. Simatic Aritmetik İşlemler

+F İki tam sayıyı toplar. $ACCUM1+ACCUM2$ Akümülatör 1 ile akümülatör 2 nin içeriklerini toplar. CC1/CC0 etkilenir.

-F İki tamsayının farkını alır. $ACCUM2-ACCUM1$. Akümülatör 2 nin içeriğinden akümülatör 1 in içeriğini çıkarır. CC1/CC0 etkilenir. [9,10]

8. EĞİTİM UYGULAMALARI

Daha nitelikli bir eğitimin elde edilebilmesi için en uygun örnekler seçilerek çeşitli uygulamalar verilmiştir. Bu uygulamalar endüstriyel ortamlarda kullanılabilen küçük eğitim örnekleridir. Bunlar ders ortamında müfredatın bir parçası olarak anlatılacağından daha az zaman alan fakat PLC ile otomasyonu yapılan endüstriyel bir sistemin parçası olan ladder diyagramları ve deyim listeleridir. Birden fazla PLC fonksiyonunu gerçekleştiren devreler de örnek olarak verilmiştir.

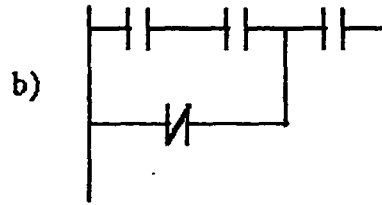
Uygulamalar eğitimini verdiğimiz dört PLC modeline göre yapılmıştır. Bu yüzden örnekler içinde çalışmanın PLC bağlantıları verilirken gerçek giriş-çıkış isimleri verilmemiştir. Fakat PLC modeline göre çalışma yapılırken gerçek isimler kullanılmıştır.

8.1. Kontak Bağlantıları İçin Eğitim Uygulamaları

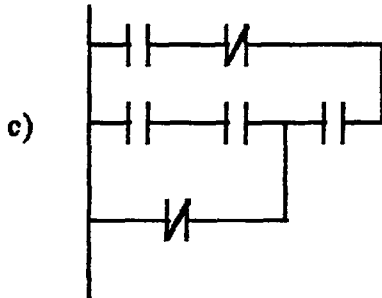
Uygulamanın daha iyi anlaşılabilmesi için kontaklar bloklara ayrılmıştır ve her blok programlama ile birleştirilerek ladder diyagramı elde edilmiştir.



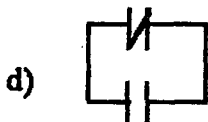
1. kontak bloğu



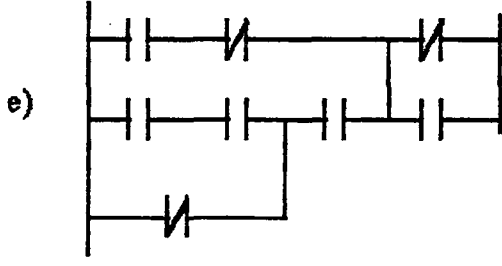
2.kontak bloğu



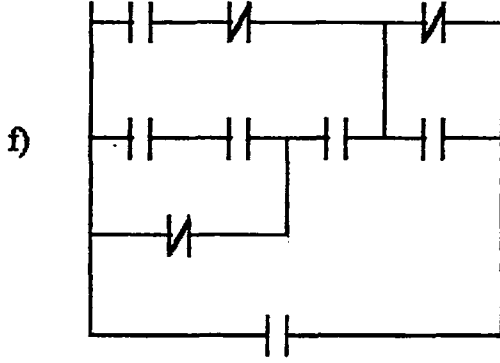
1. ve 2. kontak bloklarının paralel bağlanması



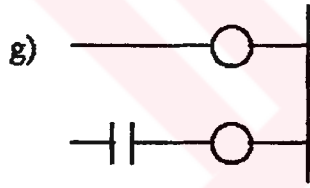
3. kontak bloğu



1.ve 2. kontak bloğunun paralel bağlanması ile oluşan c kontak grubuna 3. kontak bloğunun seri bağlanması.

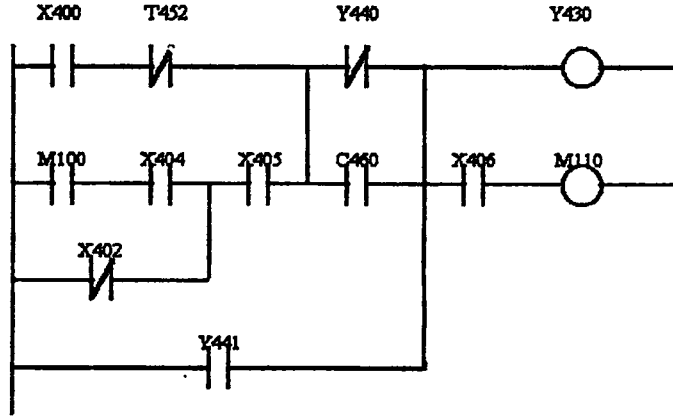


Son oluşan e kontak bloğuna paralel bir kontak bağlanması.



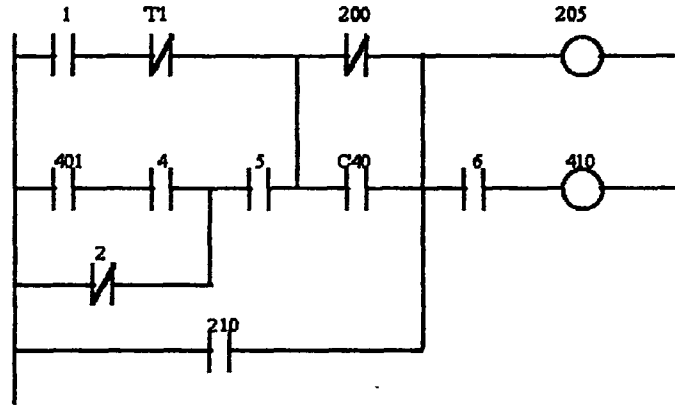
Çıkışların atanması.

mitsubishi



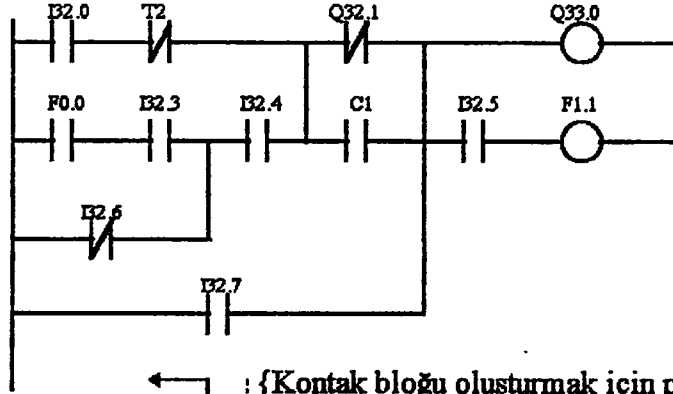
0	LD	X400	←	{ X400 nolu girişi bağlar.
1	ANI	T452	←	452 nolu zamanlayıcının normalde kapalı kontağını X400 nolu girişe seri bağlar.
2	LD	M100	←	M100 nolu iç rölenin normalde açık kontağını bağlar.
3	AND	X404	←	X404 nolu girişi M100 iç rölesinin normalde açık kontağına seri bağlar.
4	ORI	X402	←	X402 nolu girişi M100 ve X400 kontaklarına paralel bağlar.
5	AND	X405	←	Yukardaki paralel bağlı bloğa X405 nolu girişi seri bağlar.
6	ORB		←	Yukardaki iki kontak grubunu birbirine paralel bağlar.
7	LDI	Y440	←	Y440 nolu çıkışın normalde kapalı kontağını girer.
8	OR	C460	←	Y440 nolu çıkış kontağına 460 nolu sayıcının normalde açık kontağını paralel bağlar.
9	ANB		←	Altıncı satırda oluşan kontak bloğu ile bir üst satırdaki bloğu birbirine seri bağlar.
10	OR	Y441		En son oluşan kontak bloğuna Y441 nolu çıkışın normalde açık kontağını paralel bağlar.
11	OUT	Y430		Y430 nolu çıkışı atar.
12	AND	X406		Onuncu satırda oluşan kontak bloğuna X406 nolu girişi seri bağlar.
13	OUT	M110		M110 nolu iç röleyi çalıştırır. }

IDEC



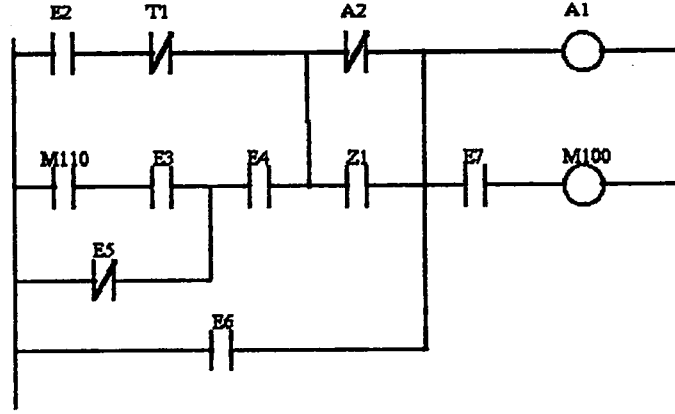
0	LOD	1	{ 1 nolu girişi bağlar.
1	AND NOT T	1	1 nolu zamanlayıcının normalde kapalı kontağını 1 nolu girişe seri bağlar.
2	LOD	401	401 nolu iç rölenin normalde açık kontağını bağlar.
3	AND	4	4 nolu girişi 401 iç rölesinin normalde açık kontağına seri bağlar
4	OR NOT	2	2 nolu girişin normalde kapalıısını, 401 ve 4 nolu kontaklara paralel bağlar.
5	AND	5	Yukardaki paralel bağlı bloğa 5 nolu girişi seri bağlar.
6	OR LOD		Yukardaki iki kontak grubunu birbirine paralel bağlar.
7	LOD NOT	200	200 nolu çıkışın normalde kapalı kontağını girer.
8	OR C	40	200 nolu çıkış kontağına 40 nolu sayıcının normalde açık kontağını paralel bağlar.
9	AND LOD		Altıncı satırda oluşan kontak bloğu ile bir üst satırdaki bloğu birbirine seri bağlar.
10	OR	210	En son oluşan kontak bloğuna 210 nolu çıkışın normalde açık kontağını paralel bağlar.
11	OUT	205	205 nolu çıkışı atar.
12	AND	6	Onuncu satırda oluşan kontak bloğuna 6 nolu girişi seri bağlar.
13	OUT	410	410 nolu iç röleyi çalıştırır.
14	END		Program sonu. }

SIMATIC



- : A({Kontak bloğu oluşturmak için parantez açılır.
- : A I 32.0 32.0 nolu girişi bağlar.
- : AN T 2 32.0 nolu girişe 2 nolu zamanlayıcının normalde kapalı kontağını seri bağlar.
- :) Kontak bloğu tamamlandı.
- : O Yukarıda oluşan bloğa aşağıdaki kontak grubunu paralel bağlar.
- : A(İkinci kontak bloğunu açar.
- : A F 0.0 Bu blok içine 0.0 nolu iç rölenin kontağını bağlar.
- : A I 32.3 0.0 nolu iç röle kontağına 32.3 nolu girişi seri bağlar.
- : ON I 32.6 Bu seri bağlı iki kontağa 32.6 nolu girişin normalde kapalı kontağını paralel bağlar.
- : A I 32.4 Oluşan bu kontak grubuna 32.4 nolu girişi seri bağlar.
- :) İkinci kontak bloğu tamamlandı ve ilk kontak bloğuna seri bağlandı.
- : A(Üçüncü kontak bloğunu açar.
- : ON Q 32.1 32.1 nolu girişin normalde kapalı kontağını paralel bağlar.
- : O C 1 32.1 nolu girişe 1 nolu sayıcının açık kontağını paralel bağlar.
- :) Üçüncü kontak bloğu tamamlandı ve yukarıda oluşan kontak bloklarına seri bağlandı.
- : O I 32.7 Son elde edilen bloğa 32.7 nolu girişi paralel bağlar.
- : = Q 33.0 33.0 nolu çıkış atanır.
- : A I 32.5 32.5 nolu girişi kontak bloğunun son haline seri bağlar.
- : = F 1.1 1.1 nolu iç röleyi çalıştırır.
- : BE program sonu }

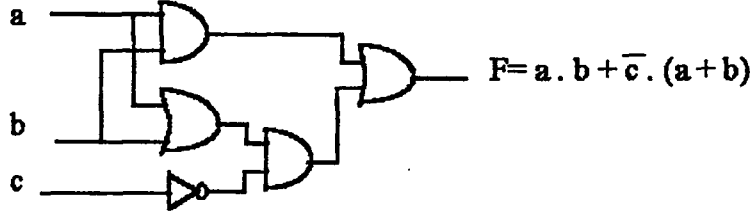
AEG



1	U(←	{Kontak bloğu oluşturmak için parantez açılır.
2	U	E2		E2 girişi verilir.
3	UN	T1		E2 girişine 1 nolu zamanlayıcının normalde kapalı kontağı seri bağlanır.
4)		←	İlk kontak bloğu kapatılır.
5	O(←	İlk kontak bloğuyla oluşacak ikinci kontak bloğunu paralel bağlar.
6	U	M110		İkinci kontak bloğu içine M110 nolu iç rölenin açık kontağını bağlar
7	U	E3		M110 nolu iç röle kontağına E3 girişi seri bağlanır.
8	ON	E5		E3 ve M110 kontaklarına E5 girişin normalde kapalı kontağı paralel bağlanır.
9	U	E4		Oluşan bu kontak grubuna E4 girişi seri bağlanır.
10)		←	İkinci kontak bloğu ilk kontak bloğuna paralel bağlanarak kapatılır.
11	U(←	Üçüncü kontak bloğu açılır.
12	ON	A2		A2 çıkışının normalde kapalı kontağı girilir.
13	O	Z1		A2 kontağına Z1 sayıcısının açık kontağı paralel bağlanır.
14)		←	Üçüncü kontak bloğu yukarıda birbirine bağlanmış olan kontak bloğuna seri bağlanarak kapatılır.
15	O	E6		E6 girişi bu son bloğa paralel bağlanır.
16	=	A1		A1 çıkışı atanır.
17	U	E7		E7 girişi en son elde edilen bloğa seri bağlanır.
18	=	M100		M100 nolu iç röle çalıştırılır.
19	PE			Program sonu. }

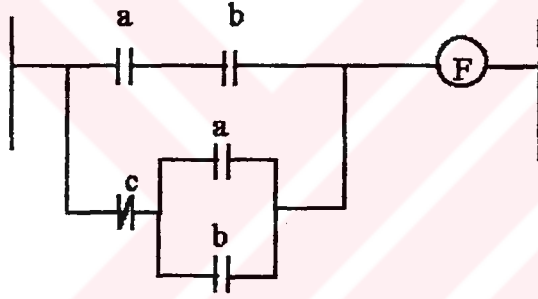
8.2. Bir lojik devrenin PLC ile gerçekleştirilmesi

Fonksiyonu veya kapı devresi belli olan herhangi bir lojik devreyi PLC ile kolaylıkla gerçekleştirebiliriz. Bu durumda bir lojik devreyi örnek seçelim.



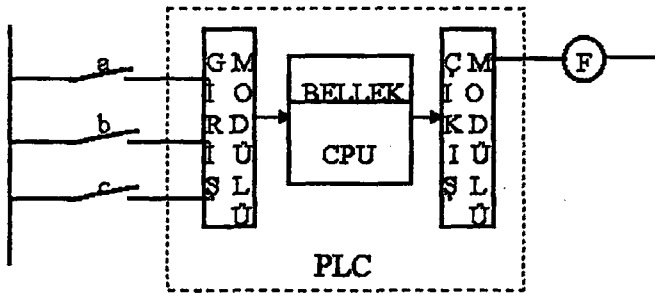
Şekil 8.1. Lojik kapı devreleri

Şekil 8.1. daki lojik devreyi ve F fonksiyonunu gerçekleştirecek kontak devresi şöyledir.



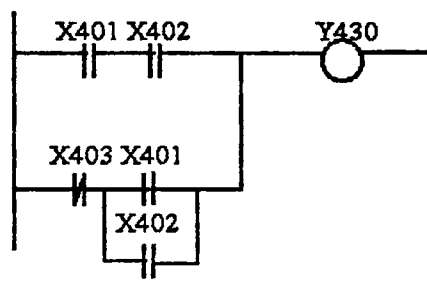
Şekil 8.2. Şekil 8.1.deki lojik devrenin kontak devresi

$F = a \cdot b + \bar{c} \cdot (a + b)$ fonksiyonunu sağlayacak kontak devresi yukarıda verilmiştir. Bu kontaktarın PLC ye bağlantı şeması aşağıdadır.



Bu lojik devrenin seçilen PLC modellerine göre gerçekleştirilmesi sırayla şöyledir.

mitsubishi

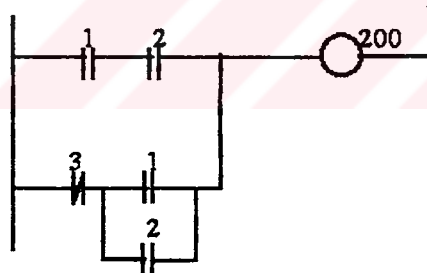


a : X401
b : X402
c : X403
F : Y430

deyim listesi

0	LD	X401	←	X401 nolu girişi bağlar
1	AND	X402	←	X401 nolu girişe X402 yi seri bağlar.(1.blok)
2	LDI	X403	←	X403 nolu girişin kapalı kontağını bağlar. (2.blok)
3	LD	X401	←	X401 nolu girişi bağlar
4	OR	X402	←	Bu girişe X402 nolu girişi paralel bağlar. (3. blok)
5	ANB		←	2. ve 3. blokları birbirine seri bağlar.
6	ORB		←	Seri bağlanmış bu bloğu 3. bloğa paralel bağlar
7	OUT	Y430		

idec fa1-j

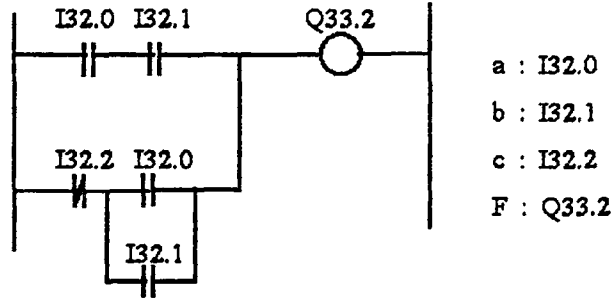


a : 1
b : 2
c : 3
F : 200

deyim listesi

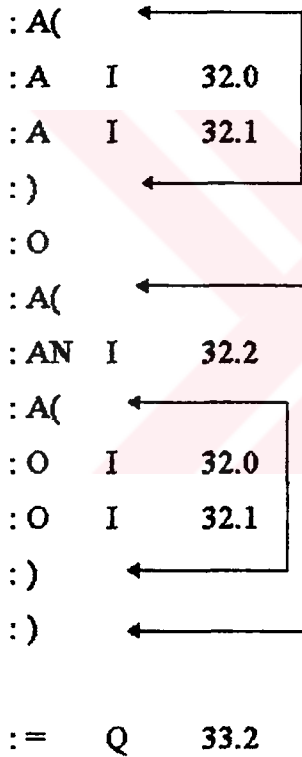
0	LD	1	←	1 nolu girişi PLC giriş modülüne bağlar.
1	AND	2	←	2 nolu girişi 1 nolu girişe seri bağlar.(1.blok)
2	LD NOT	3	←	3 nolu girişin kapalı kontağını modüle bağlar.(2.blok)
3	LD	1	←	1 nolu girişi ladder basamağına girer.
4	OR	2	←	2 nolu girişi 1 nolu girişe paralel bağlar.(3.blok)
5	AND LOD		←	Yazılımla oluşan 3. ve 2. blokları seri bağlar.
6	OR LOD		←	Seri bağlanan bu kontak grubuna 1. bloğu paralel bağlar.
7	OUT	200		200 nolu çıkış atanır.

SIMATIC



a : I32.0
b : I32.1
c : I32.2
F : Q33.2

Deyim listesi



1. blok açılır.

32.0 girişi yazılımla ladder basamağına bağlanır.

32.0 girişine 32.1 girişi seri bağlanır.

1. blok kapatılır.

iki ladder basamağında oluşan kontak gruplarını paralel bağlar.

2. kontak bloğu açılır.

32.2 nolu girişin açık kontağını ladder basamağına bağlar.

paralel kolun bulunduğu 3. kontak bloğu açılır.

ilk paralel kola 32.0 girişi yazılımla bağlanır.

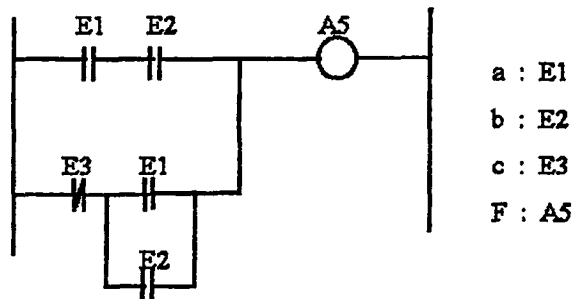
buna paralel 32.1 girişi paralel bağlanır.

paralel kolları oluşturan kontak bloğu kapatılır.

2. kontak bloğu, paralel kontak bloğuna seri bağlanarak blok kapatılır.

33.2 çıkışı atanır.

AEG



a : E1
b : E2
c : E3
F : A5

Deyim listesi		
1	U(←
2	U	E1
3	U	E2
4)	←
5	O(←
6	UN	E3
7	U(←
8	U	E1
9	O	E2
10)	←
11)	←
12	=	A5

1. blok açılır.

E1 kontağı yazılımla ladder basamağına bağlanır.

E2 girişi E1 girişine seri bağlanır.

1. blok kapatılır.

ladder diyagramının 1. ile 2. basamağını paralel bağlar.

E3 girişinin normalde kapalı kontağını bağlar.

bu kapalı kontağa paralel bağlanacak 2. kontak bloğu açılır.

bu bloğa E1 giriş bağlanır.

bu blok içinde E1 girişine E2 girişi paralel bağlanır.

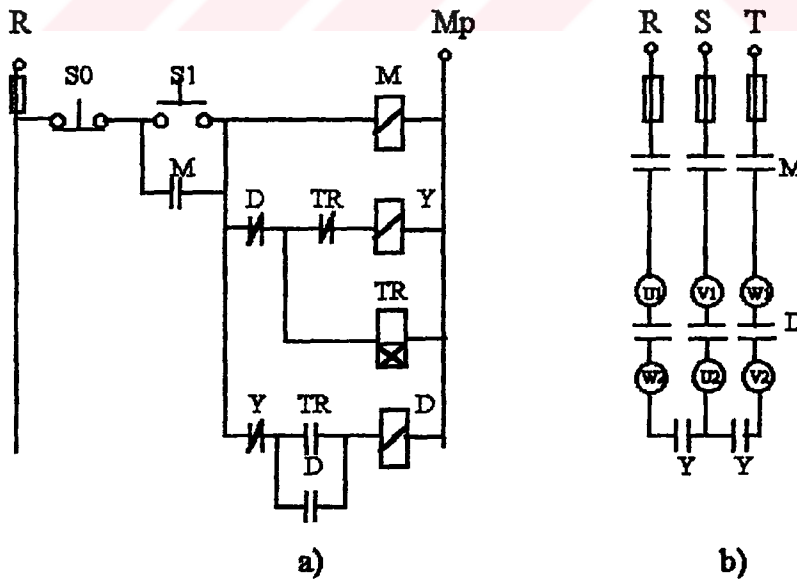
2. blok kapatılır.

iki ladder basamağını paralel bağlayan kontak bloğu kapatılır.

A5 çıkışı atanır.

8.3. Üç fazlı bir asenkron motora yıldız / üçgen yol verme

Endüstride en çok kullanılan motor tipi asenkron motorlardır. Bu motorlar belli bir gücün üzerinde direk olarak çalıştırılmamaktadır. Bu nedenle çeşitli yol verme metodları kullanılarak asenkron motorlar çalıştırılmaktadır.



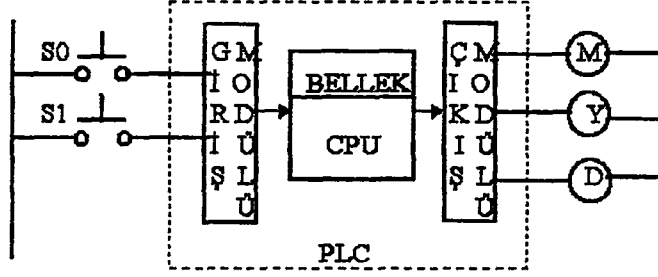
Şekil 8.3. Üç fazlı bir asenkron motora klasik kumanda elemanlarıyla yol verme

a) Kontaktörlü kumanda şeması

b) Güç şeması

Bu metodlardan birisi ve en çok kullanılanı yıldız / üçgen yolvermedir. Bu yöntemde motor ilk önce yıldız çalıştırılır ve belli bir süre (motorun normal devrine ulaşması) sonra motor otomatik olarak üçgen bağlanır. Bu çalışmayı sağlayan kumanda ve güç şeması şekil 8.3. de verilmiştir.

Şekil 8.4. ise bu çalışmanın PLC ile gerçekleştirilmesine ait PLC bağlantı şemasını vermektedir.



Şekil 8.4. Yıldız/üçgen yolverme elemanlarının PLC modüllerine bağlantısı

Şekil 8.4. de kullanılan elemanların adları;

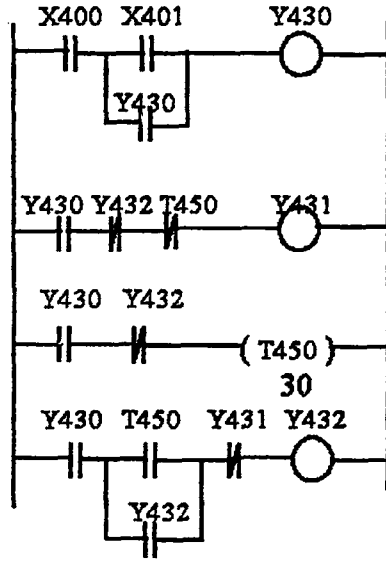
S0	Durdurma butonu
S1	Başlatma butonu
M	Motora enerji veren kontaktör
Y	Yıldız çalışmayı sağlayan kontaktör
D	Üçgen çalışmayı sağlayan kontaktör

Yıldız/üçgen çalıştırmada ilk önce motor enerjilendirilerek yıldız çalıştırılır. Motor devrine ulaştıktan sonra üçgen çalışmaya geçilir. Bu çalışmayı sağlayacak PLC uygulamalarını seçilen modellere göre gerçekleştirelim.

MITSUBISHI

Şekil 8.4. e göre M, Y(yıldız) ve D(üçgen) kontaktörlerini çalıştıran çıkışlar aşağıdadır.

M kontaktörüne	:	Y430
Y kontaktörüne	:	Y431
D kontaktörüne	:	Y432



Deyim listesi

0	LD	X400
1	LD	X401
2	OR	Y430
3	ANB	
4	OUT	Y430
5	LD	Y430
6	ANI	Y432
7	ANI	T450
8	OUT	Y431
9	LD	Y430
10	ANI	Y432
11	OUT	T450
12	K	30
13	LD	Y430
14	LD	T450
15	OR	Y432
16	ANB	
17	ANI	Y431
18	OUT	Y432

IDEC

Bu model PLC de yıldız / üçgen çalışmayı SET ve RESET komutları ile gerçekleştirelim.

Burada şekil 8.4. de verilen kontaktörleri yıldız/üçgen yolverme için çalıştıran giriş ve çıkışlar aşağıdadır.

Girişler

S0 : 2

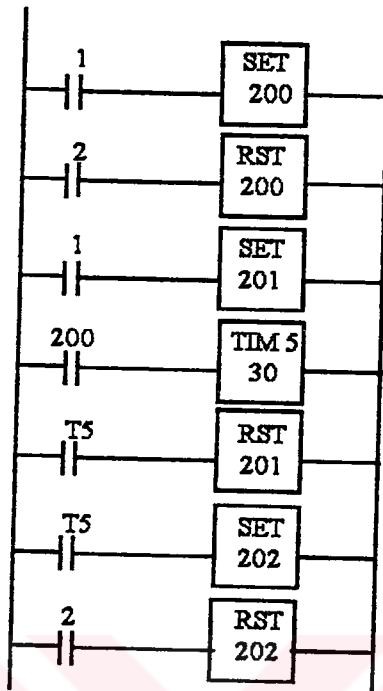
S1 : 1

Çıkışlar

M kontaktörü : 200

Y kontaktörü : 201

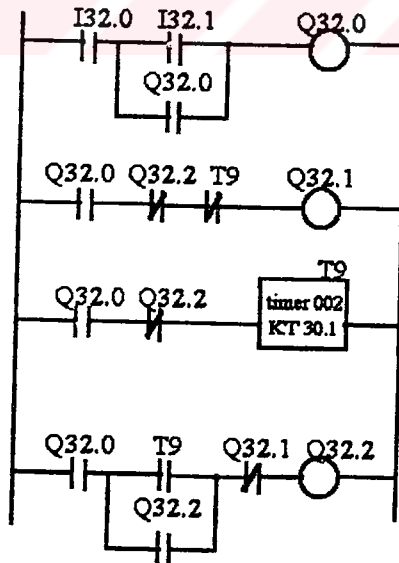
D kontaktörü : 202 çıkışları üzerinden kontaktör bobinleri enerjilendirilmektedir.



Deyim listesi

0	LOD	1
1	SET	200
2	LOD	2
3	RST	200
4	LOD	1
5	SET	201
6	LOD	200
7	TIM	5
8		30
9	LOD	T5
10	RST	201
11	LOD	T5
12	SET	202
13	LOD	2
14	RST	202
15	END	

SIMATIC



Deyim Listesi

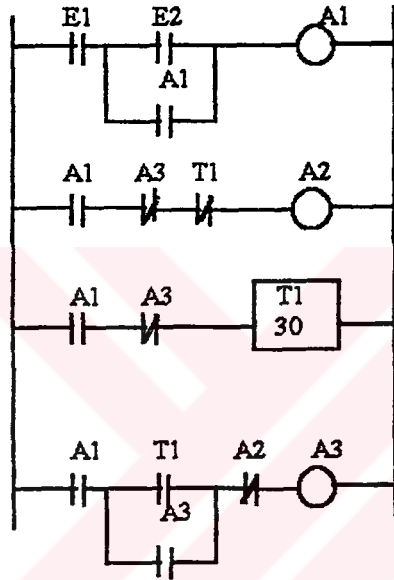
A	I	32.0
A(
O	I	32.1
O	Q	32.0
)		
=	Q	32.0
A	Q	32.0
AN	Q	32.2
AN	T	9
=	Q	32.1
A	Q	32.0
AN	Q	32.2
L	KT	030.1
SD	T	9
A	Q	32.0
A(
O	T	9
O	Q	32.2
)		
AN	Q	32.1
=	Q	32.2
BE		

SIEMENS SIMATIC le yapılan yıldız/üçgen yolverme örneğinde şekil 8.5. de verilen PLC bağlantı şemasına göre girişler ve çıkışlar şöyledir.

Girişler		Çıkışlar	
S0	: I32.0	M kontaktörüne	: Q32.0
S1	: I32.1	Y kontaktörüne	: Q32.1
		D kontaktörüne	: Q32.2

çıkışları üzerinden kontaktör bobinleri enerjilendirilmektedir.

AEG



Deyim Listesi

1	U	E1
2	U(
3	U	E2
4	O	A1
5)	
6	=	A1
7	U	A1
8	UN	A3
9	UN	T1
10	=	A2
11	U	A1
12	UN	A3
13	=	T1
14		30
15	U	A1
16	U(
17	U	T1
18	O	A3
19)	
20	UN	A2
21	=	A3

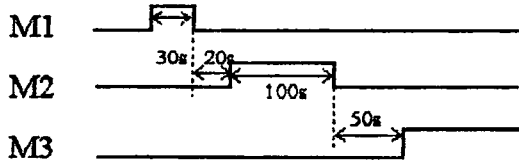
AEC Techware PLC de yıldız/üçgen çalışmaya ait ladder diyagramı ve deyim listesi verilmiştir. Burada şekil 8.5. e göre giriş ve çıkış elemanları şöyledir.

Girişler		Çıkışlar	
S0	: E1	M kontaktörüne	: A1
S1	: E2	Y kontaktörüne	: A2
		D kontaktörüne	: A3

çıkışları üzerinden enerji verilmiştir.

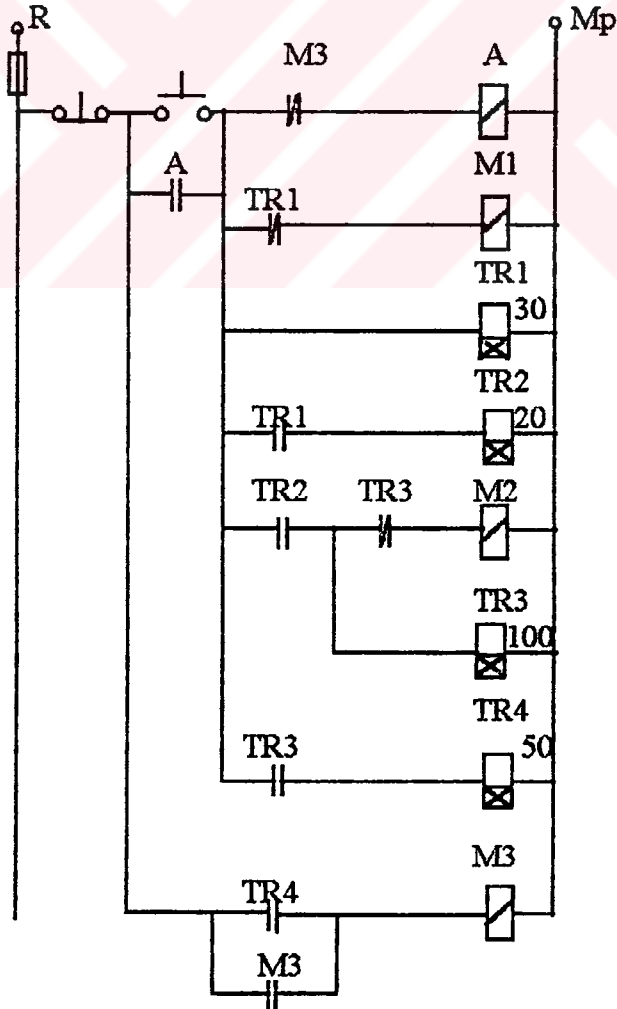
8.4. Üç Çıkışın Çalışmasına Ait Zaman Diyagramının PLC İle Gerçekleşmesi

Üç adet çıkışın çalışma zaman diyagramı şekil 8.6. da verilmiştir. Burada çıkışa 3 adet motor bağlanarak çalıştırılması sağlanabilir. Böyle bir çalışmada 1. Motor başlama verildikten sonra 30 saniye çalışacak 1. Motor durduktan 20 saniye sonra 2. Motor çalışacak ve 100 saniye sonra duracak, 2 motor durduğu andan 50 saniye sonra 3 motor durdurma işareti verene kadar çalışacaktır.



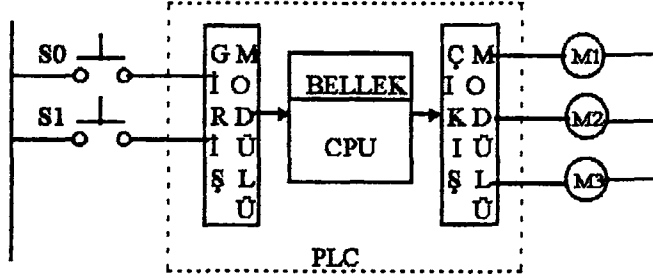
Şekil 8.6. Üç adet çıkışın zaman diyagramı

Bu zaman diyagramının çalışmasını gerçekleştirecek röleli kumanda devresi şekil 8.7. de görülmektedir.



Şekil 8.7. Zaman Diyagramını Gerçekleştiren Kumanda Devresi

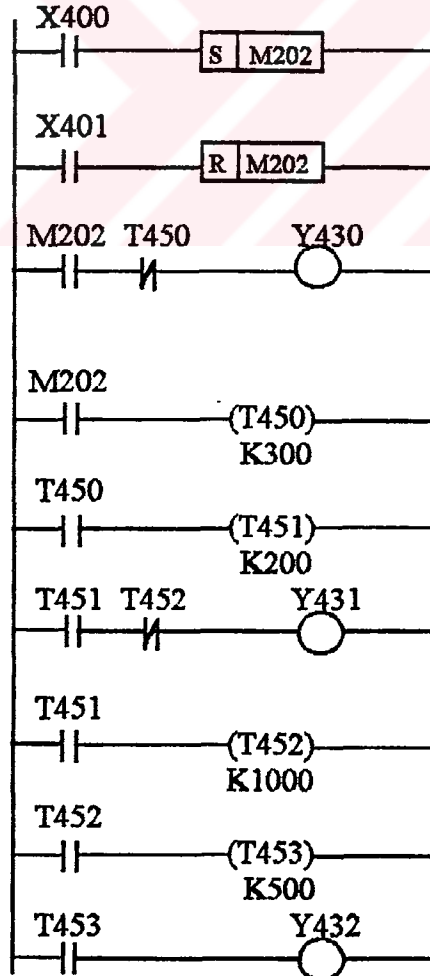
PLC li kontrol ile klasik kumanda yöntemleriyle kontrol arasındaki farkları ortaya çıkarmak için ilk önce bu sistemin çalışmasını gerçekleyen kumanda devresini çizelim. (Şekil 8.7) Elemanların PLC ye bağlantı şeması şekil 8.8 dedir.



Şekil 8.8. PLC bağlantı şeması

Şekil 8.8 de S0 durdurma butonu, S1 başlatma butonu, M1, M2 ve M3 motorun bağlanacağı röle çıkışları.

MTSUBISHI



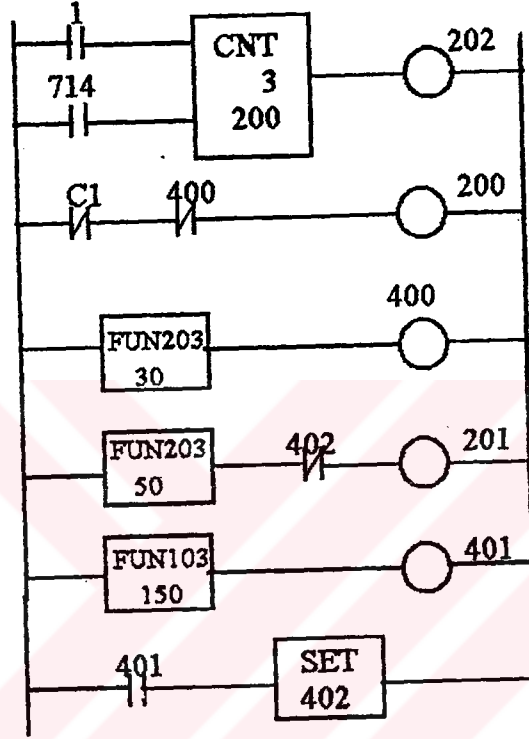
Deyim Listesi

0	LD	X400
1	S	M202
2	LD	X401
3	R	M202
4	LD	M202
5	ANI	T450
6	OUT	Y430
7	LD	M202
8	OUT	T450
9	K	300
10	LD	T450
11	OUT	T451
12	K	200
13	LD	T451
14	ANI	T452
15	OUT	Y431
16	LD	T451
17	OUT	T452
18	K	1000
19	LD	T452
20	OUT	T453
21	K	500
22	LD	T453
23	OUT	Y432

Girişler	
S0	- X401
S1	- X400

Çıkışlar	
M1	- Y430
M2	- Y431
M3	- Y432

IDEC



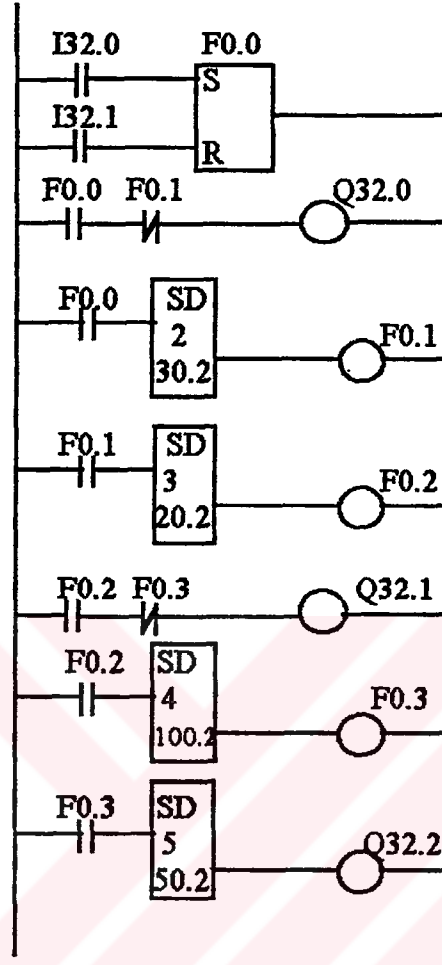
0	LOD	1
1	LOD	714
2	CNT	3
3		200
4	OUT	202
5	LOD NOT	C1
6	AND NOT	400
7	OUT	200
8	FUN	203
9		30
10	OUT	400
11	FUN	203
12		50
13	AND NOT	402
14	OUT	201
15	FUN	103
16		150
17	OUT	401
18	LOD	401
19	SET	402
20	END	

Girişler	
S0	- 1 (1. Basış SET eder)
S1	- 1 (2. Basış RESET eder)

Çıkışlar	
M1	- 200
M2	- 201
M3	- 202

714 Nolu iç röle saniyede 1 pals verir. Böylece sayıcı 1'er saniyelik ritimlerle sayar.

SIMATIC



Deyim Listesi

A	I	32.0
S	F	0.0
A	I	32.1
R	F	0.0
A	F	0.0
AN	F	0.1
=	Q	32.0
A	F	0.0
L	KT	30.2
SD	T	2
=	F	0.1
A	F	0.1
L	KT	20.2
SD	T	3
=	F	0.2
A	F	0.2
AN	F	0.3
=	Q	32.1
A	F	0.2
L	KT	100.2
SD	T	4
=	F	0.3
A	F	0.3
L	KT	50.2
SD	T	5
=	Q	32.2

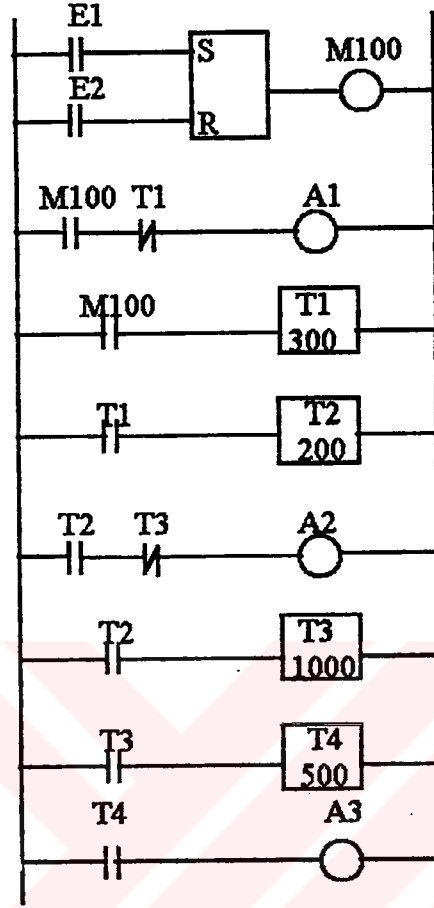
Girişler

S0	-	I32.1
S1	-	I32.0

Çıkışlar

M1	-	I32.0
M2	-	I32.1
M3	-	I32.2

AEG



Deyim Listesi

1	U	E1
2	SL	M100
3	U	E2
4	RL	M100
5	U	M100
6	UN	T1
7	=	A1
8	U	M100
9	=	T1
10		300
11	U	T1
12	=	T2
13		200
14	U	T2
15	UN	T3
16	=	A2
17	U	T2
18	=	T3
19		1000
20	U	T3
21	=	T4
22		500
23	U	T4
24	=	A3
25	PE	

Girişler

S0	-	E2
S1	-	E1

Çıkışlar

M1	-	A1
M2	-	A2
M3	-	A3

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMAN TAYIN MERKEZİ**

9. SONUÇ ve ÖNERİLER

Programlanabilir Denetleyiciler, Temel Lojik İşlemler, Zamanlama, Sayma, Veri İşleme, Veri Kaydırma gibi fonksiyonları programlama desteğiyle gerçekleştiren ve buna göre girişleri değerlendirip, çıkışlara atama yapan entegre bir cihazdır. Bu cihazlar teknolojik açıdan kontrol sistemlerine yeni boyutlar kazandırmış ve klasik röleli kumanda sistemlerine göre daha fonksiyonel ve esnek bir kullanımı bizlere sunmuştur. [1]

Endüstride PLC kullanımına olan talepler hızla artmaktadır. İşletmeler röleli kumanda sistemlerini terkederek otomasyona geçmektedir. İşletmelerin bu ihtiyaçlarına cevap verebilmek için kontrol sistemini kurabilecek kalifiye elemanlara ihtiyaç vardır. Bu teknik elemanların yetiştirilebilmesi için Meslek-Teknik Lise, Meslek Yüksek Okulu, Teknik Eğitim ve Mühendislik Fakülteleri gibi endüstriyel okullarda bu teknolojinin eğitimi verilmelidir. Son bir kaç yıldır da okullarımızın bir kısmında bu eğitim verilmektedir. Ne yazık ki bazı okullarda da Programlanabilir Denetleyiciler dersi, bu dersi verebilecek eğitimciler olmadığından kapatılmakta, cihazlar ise laboratuvarın bir köşesinde atıl olarak tutulmakta ve hatta kullanmasını bilmeyenler tarafından bozulmaktadır.

Bu tür sorunları ortadan kaldırmak için Endüstriyel Okullarımızda kaliteli bir PLC eğitimi verilmeli ve eski mezun öğretmenlerle, teknik elemanlar için de bu teknoloji Hizmet İçi Eğitim Kursları ile öğretilmelidir.

Programlanabilir Denetleyiciler eğitimi verilirken eğitim metodlarına dikkat edilerek kaliteli bir eğitim sağlanmalıdır. Bunu elde etmek için aşağıda çeşitli öneriler sunulmuştur.

Teorik olarak anlatılan dersler kesinlikle laboratuvar çalışmalarıyla desteklenmelidir. Böylece eğitime öğrencinin daha fazla duygusu katılacağı için öğrenme yüzdesi daha fazla olacak ve verimli bir eğitim sağlanacaktır.

PLC nin olmadığı okullarda ise uygulama olarak hazırlanmış olan bilgisayar simülasyon programları kullanılmalıdır. Böylece öğrenciler hazırlanmış oldukları ladder diyagramlarını ve deyim listelerini bilgisayarda simüle ederek programın çalışmasını izleyebilir.

Teorik eğitim verilirken Eğitim Teknolojisinden yararlanılmalıdır. Bunu sağlamak için Tepegöz, Bilgisayar Demostrasyonları, Film Makinası, Datashow gibi eğitim araçları kullanılarak teknoloji destekli bir eğitim sağlanmalıdır. Böylece öğrencilerin derse olan motivasyonları artacaktır.

Piyasada ve okullarda olan PLC ler değişik marka ve modellerdedir. Bu cihazların yapıları birbirlerine çok benzese de kullanım, işlev ve programlama açısından farklılıklar

vardır. Bu yüzden de okullarımızda her PLC için ayrı ayrı eğitim vermek oldukça zordur. Bu sorunu kısmen çözmek için piyasada ve okullarımızda en çok kullanılan PLC için eğitim yapılmalıdır. Sorunun tamamen çözümü için ise, üretici firmalar ortak programlama dili kullanılmalıdır.

Programlanabilir Denetleyiciler Dersi için aşağıdaki müfredat programı önerilmektedir.

9.1 PLC Dersi Müfredat Programı

Bu ders verilmeden önce öğrencilerin PLC çalışma ve programlama mantığını kavrayabilmeleri için sayısal sistemler veya aynı içeriğe sahip başka isimli bir dersi alması gerekir.

PLC dersi için okullara göre teori ve uygulama saatleri tablo 9.1 de verilmiştir.

Tablo 9.1 Okul türlerine göre PLC ders saatleri

Okul Türü	Teori	Uygulama	Toplam
Meslek ve Teknik Lise	2	3	5
Meslek Yüksek Okulu	2	4	6
Teknik Eğitim veya Mühendislik	3	4	7

Dersin amacı : Türk Milli Eğitim İlkeleri çerçevesinde öğrencilere gelişen teknolojileri sunmak ve son kumanda tekniklerini öğreterek klasik kumanda metodlarına göre PLC li kontrolün üstünlüklerini ve farklı fonksiyonları öğreterek bunlarla ilgili çeşitli eğitim ve endüstriyel uygulamalarını yaptırmaktır.

14 haftalık bir döneme ait Programlanabilir Denetleyiciler (PLC) dersi için aşağıdaki gibi bir müfredat programı önerilmektedir.

1.Hafta : Sayısal Sistemler dersi ile ilgili konular gözden geçirilecek, Boolean cebri, kapı devreleri, flip-floplar ve sayısal devre tasarımları tekrar edilecek.

Laboratuvar çalışması yapılmayacak

2.Hafta : PLC nin tarihi gelişimi, diğer kumanda tekniklerine göre endüstriyel, teknik ve ekonomik avantajları, kullanım alanları anlatılacak.

Laboratuvar çalışması olarak PLC cihazı öğrencilere tanıtılacak

3. Hafta : PLC nin donanım elemanları söylenerek bunlardan giriş/çıkış bölümleri, hafıza ve işlemci dizaynı anlatılacaktır.

Laboratuvar çalışması olarak PLC nin giriş/çıkış bölümleri ve hafıza birimleri öğrencilere gösterilerek açıklanacaktır. Giriş/çıkış birimlerine kablo bağlantılarının nasıl yapılacağı uygulamalı olarak öğretilecektir.

4. Hafta : PLC donanım elemanlarından güç kaynağı ve program yükleyiciler anlatılarak bunların özellikleri açıklanacaktır. Program yükleyicilerin üzerindeki tuş takımının ve fonksiyonların işlevleri gösterilecektir.

5. ve 6. Hafta : PLC nin programlama yöntemleri klasik kumanda devrelerinden yola çıkılarak ladder diyagramının elde edilmesi ve buna göre deyim listesinin çıkarılması anlatılacaktır.

Laboratuvar çalışması olarak cihazın giriş ve çıkış bağlantıları incelenerek AC giriş-çıkışın ve analog modüle analog giriş-çıkış bağlantılarının nasıl yapılacağı uygulamalı olarak öğretilecektir.

7. Hafta : PLC ile LOD, AND, NOT, OR, NAND, NOR gibi temel lojik işlemlerin, ladder diyagramlarının ve deyim listelerinin çıkartılarak programlanması ve gerçekleştirilmesi anlatılacaktır.

Laboratuvar çalışması olarak PLC nin simülasyon programı gösterilerek temel lojik işlemlerle ilgili çeşitli örnekler uygulanacaktır.

8. Hafta : Ladder diyagramda oluşan kontak blokları bağlantılarının programlanması, kontak bloğu oluşturma ve bağlama komutları anlatılacaktır.

Laboratuvar çalışması olarak yapılan blok bağlama örnekleri önce simülatör sonrada PLC üzerinde yapılarak anlatılacaktır.

9. Hafta : Kurma (SET), Sıfırlama (RESET) işlemleri anlatılarak bu komutları gerçekleştirecek ladder diyagramları çizilecek deyim listeleri çıkarılacaktır.

Laboratuvar çalışması olarak SET ve RESET ile ilgili çeşitli örnekler simülatörde ve cihaz üzerinde denenecektir. Ladder diyagram ile programlama yapan PC paket programı anlatılacaktır.

10. Hafta : PLC de zamanlama işlemlerinin programlanması, çeşitli örneklere göre ladder diyagramlar çıkarılarak deyim listelerinin hazırlanması anlatılacaktır.

Laboratuvar çalışması olarak zamanlayıcılarla ilgili çeşitli örnekler önce simülatörde denenecek, daha sonra ladder diyagramın girildiği paket program ve program yükleyici kullanılarak programlama ve çalıştırma gerçekleştirilecek.

11. Hafta PLC de sayıcı işlemlerinin endüstriyel kullanımı, programlanması, ladder diyagramı ve deyim listesinin çıkarılması anlatılarak çeşitli örnekler verilecektir.

Laboratuvar çalışması olarak hazırlanan sayıcı örneklerinin uygulaması yapılacaktır.

12. Hafta : Kaydırmalı kaydedicilerin endüstriyel kullanımı, ladder diyagramı oluşturarak veya deyim listesi çıkarılarak programlanması gerçekleştirilecek ve çeşitli örnekler yapılacaktır.

Laboratuvar çalışması olarak bu örnekler simülâtörde, PC paket programında ve program yükleyicide programlanarak uygulanacaktır.

13. Hafta : PLC nin veri işleme ve aritmetik fonksiyon teknikleri incelenerek bunların programlanması anlatılacak, çeşitli örnekler verilecektir.

Laboratuvar çalışması olarak bu örnekler uygulanacaktır.

14.Hafta : Çeşitli endüstriyel eğitim uygulamaları öğrencilere laboratuvar çalışması olarak önce simülâtörde sonra PLC üzerinde yaptırılacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Atmaca H, Döner M, "Proses Kontrolde PLC Uygulaması", Elektrik Müh. 6. Ulusal Kongresi, 1995, İstanbul
- [2] FA1-JUNIOR Series Programmable Controller Users Manual
- [3] Kurtulan S, "PLC ve Endüstriyel Uygulamaları" Otomasyon Dergisi 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43. Sayıları, 1995, İstanbul
- [4] Mitsubishi - Programmable Controller Programming Manuel, Mitsubishi Electric Corporation
- [5] "Otomatik Kumanda IV - Programlanabilir Kumanda", JICA, Tuzla Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi, 1992 İstanbul
- [6] Otter J.D, "Programlanabilir Mantık Denetleyicileri" MEB 1994, Ankara
- [7] Petruzella F. D, "Programmable Logic Controllers", Macmillian/McGraw-Hill, 1989 Ohio
- [8] "Produkt Familie Modicon AEG"
- [9] "Simatic S5-90U & S5-95U Programming Guide" Simko Ticaret ve Sanayi A.Ş.
- [10] "Simatic S5-90U Programmable Controller User's Guide", Siemens, 1991
- [11] TOSHIBA LCD Programmer for Programmable Controller EX20/40/40H Programming Guide (Brief Edition), Toshiba Corporation
- [12] Türkücü E, "SPS Kumanda Sistemi ile Kumanda Tekniği Kursu - Modicon A020/A020 Plus", 1994, Ankara

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet FENERCİOĞLU

Tokat'ın Zile ilçesinde doğdu. İlk ve Orta Öğrenimini burada tamamladı. Zile Endüstri Meslek Lisesi Elektrik Bölümünden 1990 yılında mezun oldu. Aynı yıl Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümünde lisans eğitimine başladı. 1994 yılında Endüstriyel Elektroteknik Teknolojisi Programından "Ülkemizdeki Elektrik Santrallerinin İşletim Problemleri ve Çözüm Yöntemleri" adlı bitirme projesini vererek mezun oldu. Aynı yıl adı geçen üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Eğitimi Bölümünde Yüksek Lisansa başladı. Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknik Eğitim Fakültesinde 18 ay Araştırma Görevliliği yaptı.

Halen Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Turhal Meslek Yüksek Okulunda Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır. İyi düzeyde bilgisayar, intermediate seviyede İngilizce bilmektedir. Elektrik Enerji Sistemleri ve Programlanabilir Denetleyiciler üzerine çalışmalar yapmaktadır. Çeşitli sempozyum ve dergilerde yayınlanmış makaleleri vardır.

T.C.
MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI
Erkek Teknik Öğretim Genel Müdürlüğü

SAYI :B.08.0.ETÖ.0.10.03.05/175-

8786

15.11/1995

KONU : PLC Cihazları.

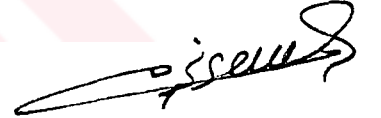
Sn. Ahmet FENERCİOĞLU
Dumlupınar Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi
Elektrik Bölümü Araştırma Görevlisi
Simav - KÜTAHYA

İLGİ : 30/10/1995 Tarihli yazınız.

"Teknik Eğitimde Programlanabilir Denetleyiciler (PLC) Eğitimi" adlı Yüksek Lisans tezinize esas olmak üzere Bakanlığımıza bağlı Endüstri Meslek ve Teknik Liselerde en çok kullanılan PLC marka ve modellerini öğrenmek istediğinizle ilgili 30.10.1995 tarihli yazınız incelenmiştir.

Genel Müdürlüğümüze bağlı Endüstri Meslek Liseleri ve Teknik Liselerde en çok TOSHIBA, SIEMENS, OMRON ve MITSUBISHI marka PLC cihazları kullanılmakta olup, bunlarla ilgili daha detaylı bilgiyi İstanbul Tuzla Teknik Lisesi, İstanbul Haydarpaşa Teknik Lisesi ve Kocaeli Gebze Teknik Lisesi müdürlüklerinden temin etmeniz mümkündür.

Bilgilerinizi rica ederim.



Cengiz İŞSEVER
Daire Başkanı

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ